

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS
TRÓPICOS

FÁBIO HOLDER DE MORAIS HOLANDA CAVALCANTI

RESÍDUO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*) CUVIER, 1818

MANAUS-AM

2015

FÁBIO HOLDER DE MORAIS HOLANDA CAVALCANTI

RESÍDUO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*) CUVIER, 1818

Orientadora: **Dra. Márcia Regina Fragoso Machado**

Co-Orientador: **Dr. Luis Antônio Kioshi Aoki Inoue**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte das exigências para obtenção de título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos.

MANAUS-AM

2015

Ficha Catalográfica

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

C376r Cavalcanti, Fábio Holder de Moraes Holanda
RESÍDUO DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS
DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) CUVIER, 1818 / Fábio
Holder de Moraes Holanda Cavalcanti. 2015
57 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Dra. Márcia Regina Fragoso Machado
Coorientador: Dr. Luis Antônio Kioshi Aoki Inoue
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. nutrição. 2. alimento alternativo. 3. piscicultura. 4. ganho de peso . I. Machado, Dra. Márcia Regina Fragoso II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

*Aos meus pais, filha e esposa, aos quais dedico
minha vida todos os dias para retribuir o amor,
carinho, incentivo e apoio que sempre recebi.*

Dedico.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, fonte de toda sabedoria, que me deu a vida e me fez forte na fé a cada dia. Sem Ele nada faria sentido.

Em especial, minha filha Marcella Holder e esposa Suzana Oliveira, pelo amor incondicional e convívio de todos os dias, sobretudo, pela paciência comigo. E aos meus pais João Holanda e Cleide Holder e irmãos Nestor Neto e Fabiana Holder, que me apoiam e acompanham de perto todos os meus dias. Apesar da pequena distância, pois moram em Pernambuco. Amo muito vocês.

À Universidade Federal do Amazonas e o Programa de Pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – CIPET pela oportunidade de fazer este curso de mestrado.

À Universidade Nilton Lins e o Programa de Pós-graduação em Aquicultura por ter me recebido com as portas sempre abertas para o desenvolvimento deste trabalho em nome da Dra. Elizabeth Gusmão.

Aos meus orientadores, Dra. Márcia Regina Fragoso Machado e Dr. Luis Antônio Kioshi Aoki Inoue, pela confiança, direcionamento e ensinamentos no decorrer deste trabalho.

Aos amigos Vanessa Ribeiro, Fabiana Calacina, Anderson Lamongi, André Nobre, Alessandra Difelício, Gerdal Teles e Michele Fugimura, por pequenos gestos, ensinamentos, palavras de apoio e encorajamento, que ajudam muito, em meio às dificuldades dessa trajetória, além da corrente de positividade.

Aos alunos do Grupo de Pesquisas aplicadas à Aquicultura da Amazônia – GPAqua, pela ajuda na realização do trabalho, Jessica Silva, Elcimar Sousa, Hercules Figueiredo, Stefane Souza, Mariana Greff e Iurych Bussons.

A Fazenda São Pedro, pelo apoio nas doações de ingredientes para a elaboração das rações em nome do Sr. Wesley.

À CAPES pela concessão da bolsa durante o período de estudo.

A todos que colaboraram de alguma forma para a realização desse trabalho.

Muito obrigado a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	06
LISTA DE FIGURAS.....	07
RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	09
1.INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Considerações Iniciais.....	10
1.2. Tambaqui Como Potencial Para a Aquicultura.....	11
1.3. Resíduos de Cervejaria como Ingrediente Alternativo na Ração.....	13
1.4. Digestibilidade e Importância.....	17
2.JUSTIFICATIVA.....	21
3.OBJETIVOS.....	23
3.1. Objetivo Geral.....	23
3.2. Objetivos Específicos.....	23
4. MATERIAL EMÉTODOS.....	24
4.1. Local do experimento e animais experimentais.....	24
4.2. Aclimação dos peixes.....	24
4.3. Obtenção dos resíduos de cervejaria.....	24
4.4. Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA).....	25
4.5. Procedimento para arraçoamento e coleta de fezes.....	25
4.6. Elaboração das rações experimentais.....	26
4.7. Variáveis limnológicas.....	29
4.8. Desempenho zootécnico.....	29
4.9. Avaliação dos parâmetros fisiológicos e metabólicos.....	30
4.10. Delineamento experimental e análise estatística dos dados.....	33
4.11. Avaliação econômica.....	33

5. RESULTADOS.....	34
6. DISCUSSÃO.....	39
7. CONCLUSÕES.....	45
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do resíduo de cervejaria de acordo com alguns autores (em % de MS)	15
Tabela 2. Composição da dieta referência.....	26
Tabela 3. Formulação das dietas experimentais.....	28
Tabela 4 - Composição químico-bromatológica do resíduo de cervejaria testado (em % de MS)	34
Tabela 5: Valores médios das variáveis limnológicas.....	34
Tabela 6: Valores médios para o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui, em 60 dias, com diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria.....	35
Tabela 7: Valores médios dos parâmetros fisiológicos e metabólicos de juvenis de tambaqui, após o experimento.....	36
Tabela 8: Valores médios dos ingredientes utilizados na formulação das rações referência e experimentais.....	36
Tabela 9. Valores médios das rações controle e experimentais.....	37
Tabela 10: Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta da dieta referência e do resíduo de cervejaria fornecido ao juvenil de tambaqui.....	38
Tabela 11: Coeficientes de digestibilidade aparente do resíduo de cervejaria fornecido ao juvenil de tambaqui.....	38
Tabela 12. Avaliações econômicas das rações controle e experimentais.....	38

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Resíduo de Cervejaria - Cevada 13
- Figura 2.** Fluxograma do processo produtivo da fabricação da cerveja. 14

RESÍDUOS DE CERVEJARIA NA ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) CUVIER, 1818

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico, os parâmetros biométricos, sanguíneos e metabólicos, além do CDA do tambaqui e análise econômica da ração para juvenis de tambaqui com a inclusão de resíduo de cervejaria. O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos da Universidade Nilton Lins durante 60 dias no período de novembro de 2014 a março de 2015, utilizando-se 180 juvenis de tambaqui, com PMI, CTI e CPI de $14,36 \pm 0,71$ g, $10,43 \pm 0,08$ cm e $8,73 \pm 0,44$ cm os quais foram alojados em 12 caixas circulares de polietileno com volume útil de 310 L. Foram alocados 15 juvenis de tambaqui/caixa, em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. Os valores médios das variáveis limnológicas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Os resultados de desempenho zootécnico não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) foram o PMF, CTF, CPF, GPM, CAA, EA, IH e FC. Havendo influencia na S, B, CMR e TCE. Os resultados para S se mantiveram próximos de 100% em todos os tratamentos. O menor valor de B encontrado foi para o T1 ($25,29 \pm 0,06$ g) e o maior para T3 ($26,01 \pm 0,42$ g). Para TCE, também foi observado melhor resultado para T1 ($26,62 \pm 0,97\%$) e o mais baixo para T3 ($25,67 \pm 3,53\%$). Os baixos índices de Ht, RBA e HCM não sofreram influência da inclusão dos diferentes níveis de resíduo de cervejaria. Diferentemente dos índices de Hb, VCM, CHCM, glicose, colesterol e triglicerídeos, onde apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Estes resultados podem estar relacionada à presença de acanthocephalo. Para a determinação do CDA foi utilizada a metodologia por meio do método indireto, no qual se utiliza o óxido de cromo III (Cr_2O_3) como marcador inerte (0,05%) incorporado as dietas. Observou-se resultados elevados para CDA do resíduo de cervejaria, 91,04% para PB e 91,46% para EB. O aumento do nível de inclusão do resíduo de cervejaria (T0 para T3) provocou uma redução de 27,23% no custo/quilo da ração e aumentou em 20,00% o lucro/quilo do peixe vivo. O maior nível de inclusão (T3) foi o tratamento que apresentou os melhores resultados de desempenho zootécnico, menor custo e maior lucro. Dessa forma, podemos indicar este resíduo para ser utilizado como ingrediente alternativo na ração de juvenis de tambaqui.

Palavras chave: nutrição, alimento alternativo, piscicultura, ganho de peso

BREWERY WASTE IN FEEDING TAMBAQUI JUVENILES (*Colossoma macropomum*) CUVIER, 1818

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the growth performance, biometric parameters, blood and metabolic besides the CDA tambaqui and economic analysis of feed tambaqui with the inclusion of brewery waste. The experiment was conducted in Aquatic Organisms Production of Nilton Lins University Laboratory for 60 days from November 2014 to March 2015, using 180 juveniles tambaqui, with PMI, CTI and CPI 14.36 ± 0.71 g, $10.43 \pm 8.73 \pm 0.08$ cm and 0.44 cm which were housed in 12 circular boxes of polyethylene with a volume of 310 L. were allocated 15 juvenile tambaqui / box, in a completely randomized design with four treatments and three repetitions. The average values of limnological variables showed no significant difference ($p > 0.05$). The growth performance results did not differ statistically ($p > 0.05$) were the PMF, CTF, CPF, GPM, CAA, EA, and FC IH. Having influence in S, B, CMR and TCE. The results for S remained near 100% in all treatments. The lowest B was found to T1 (25.29 ± 0.06 g) and the highest for T3 (26.01 ± 0.42 g). For TCE, it was also observed better results for T1 ($26.62 \pm 0.97\%$) and the lowest for T3 ($25.67 \pm 3.53\%$). Low levels of Ht, RBA and HCM were not influenced the inclusion of different brewery residue levels. Unlike Hb indices, MCV, MCHC, glucose, cholesterol and triglycerides, which showed statistically significant differences ($p > 0.05$). These findings may be related to the presence of acanthocephalo. To determine the CDA was used the method using the indirect method, which uses chromium III oxide (Cr_2O_3) as an inert tracer (0.05%) incorporated into the diets. There was high results for CDA brewery residue, $98.76 \pm 0.86\%$ for MS; $97.93 \pm 0.19\%$ for PB and $98.03 \pm 0.04\%$ for EB. These figures did not show statistically different ($p > 0.05$) when compared to reference diet ($98.68 \pm 0.98\%$ for MS, $97.79 \pm 0.53\%$ for PB and $97.89 \pm 0.08\%$ for EB). The increased level of inclusion of brewery waste (T0 to T3) caused a reduction of 27.23% in the cost / kilogram of feed and increased by 20.00% profit / kilogram of live fish. The highest level of inclusion (T3) was the treatment that presented the results of better growth performance, lower cost and higher profit. Thus, we can indicate this waste to be used as alternative ingredient in feed of tambaqui juveniles.

Keywords: nutrition, alternative food , fish farming , weight gain

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

A produção aquícola mundial tem demonstrado um crescimento considerável nas últimas décadas, apresentando um aumento de 63,6 milhões de toneladas em 2011 para 66,6 milhões toneladas comparadas a 2012 (FAO, 2014). A crescente demanda por alimento resultou um aumento no consumo humano de pescado, passando de 10 kg na década de 60 para mais de 19 kg em 2012 (FAO, 2014).

No Brasil, este cenário não é diferente, pois possui características que são favoráveis a piscicultura, tanto pela sua condição climática, quanto pela grande quantidade de propriedades rurais que possuem área inundada, como também, dispõe de espécies nativas com grande potencial para produção de peixes (VIDAL JUNIOR *et al.*, 2004). Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA (2014), o Brasil apresenta uma produção de aproximadamente 2 milhões de toneladas de pescado (levantamento preliminar de 2013), sendo 40% cultivados. Atualmente, cada região brasileira vem se especializando em determinados tipos de pescado. Na Região Norte predominam os peixes como o tambaqui, a matrinxã e o pirarucu. Na Região Nordeste, a tilápia e o camarão marinho. No Sudeste, a tilápia tem grande presença na aquicultura. No Sul, predominam as carpas, as tilápias, as ostras e os mexilhões. Já no Centro-Oeste os destaques são o tambaqui, o paco e os pintados (MPA, 2014). Considerando estes valores, pode-se dizer que a produção de peixes nativos no Brasil gerou um valor bruto de R\$ 380 milhões/ano e demanda cerca de 200 mil toneladas de ração/ano em 2010 (KUBITZA, 2012).

No Amazonas, apesar de toda potencialidade hídrica natural, o Estado é apenas o 12º maior produtor de peixes em cativeiro do País. A dificuldade logística, o preço da ração e a grande oferta de peixes da natureza são algumas justificativas para a baixa produtividade do Estado. Na Região Norte, o Amazonas aparece em terceiro lugar, com uma produção de peixes em criatórios em torno de 15 mil toneladas, ficando atrás de Roraima com 16,1 mil e Rondônia com 25,1 mil toneladas de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2014).

Dessa forma, a criação de peixes nativos vem crescendo significativamente na aquicultura nacional, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais cultivada no Brasil. Estudos relacionados à nutrição desta espécie têm recebido grande atenção nos

últimos anos, permitindo a identificação de algumas das exigências nutricionais em sistemas de cultivo (BOSCOLO *et al.*, 2011).

O cultivo intensivo de peixes requer a utilização de uma alimentação balanceada, à base de rações que são formuladas com os mais diversos ingredientes e processos de elaboração visando um melhor aproveitamento pelos peixes (PEREIRA-FILHO, 1995). Para NAVARRO *et al.* (2006), os peixes, tanto no ambiente natural quanto em cativeiro, exigem diferentes nutrientes para manutenção de suas atividades fisiológicas normais, na qual a proteína e a energia são muito importantes para as dietas de peixes, sendo a parte proteica a mais exigida em elevadas quantidades.

Portanto, devido à alta demanda proteica na dieta de peixes e o valor elevado destes alimentos tem sido alvo de estudos de muitos pesquisadores a busca por alimentos alternativos (PEREIRA-FILHO, 1995 e OISHI, 2007). Porém, o uso desses ingredientes tem sido um problema devido à falta de informações sobre os valores digestíveis de seus nutrientes, fazendo-se necessárias pesquisas que visem determinar a digestibilidade dos mesmos.

O tambaqui também é alvo de muitos estudos em busca de alimentos alternativos que visem melhorar as condições de cultivo e que aumente o retorno econômico da atividade (CYRINO *et al.*, 2004; CAMPECHE, 2014). Dessa forma, a utilização de resíduo de cervejaria é uma opção de alimento alternativo para o tambaqui (CRUZ *et al.*, 1997). Esse ingrediente apresenta um considerado valor nutricional, podendo assim, ser utilizado como componente em rações para tambaqui.

O resíduo de cervejaria pode compor dietas de peixes devido ao seu valor nutricional, podendo ser utilizado como fonte protéica e reduzindo os custos de produção e os impactos ambientais na atividade da piscicultura.

1.2. Tambaqui como Potencial para a Aquicultura

Dentre os peixes amazônicos, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie que vem sendo amplamente cultivada, apresenta excelente desempenho zootécnico e adaptação aos diferentes sistemas de criação, alto valor comercial, excelente aceitação pelo consumidor, hábito alimentar onívoro/frugívoro/zooplantófago e pode ser cultivado em altas densidades (HONDA, 1974; VILLACORTA-CORREA, 1997; MELO *et al.*, 2001; CLARO-JR *et al.*, 2004; GARCEZ, 2009; COSTA, 2013). Devido o destaque nacional que esta espécie vem

obtendo nos últimos anos, o tambaqui tem despertado o interesse de diversos setores no Brasil, seja da iniciativa privada ou governamental (RESENDE *et al.*, 2009).

A criação do tambaqui no Estado do Amazonas é realizada principalmente em viveiros escavados fertilizados, devido suas características de aproveitamento do alimento natural disponível no viveiro, mas também tem ocorrido em tanques-rede e em canais de igarapé. Dentre esses sistemas, os melhores resultados têm sido obtidos em viveiros escavados (ARBELAEZ-ROJAS *et al.*, 2002; BRANDÃO *et al.*, 2004; PAULA, 2009; CAVERO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2009; BARROS E MARTINS, 2012).

De acordo com dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2014), o tambaqui é a espécie nativa mais produzida. De cada cinco tambaquis consumidos hoje, quatro são originados da aquicultura (JACOMETO *et al.*, 2010). A tendência é que a produção de tambaqui em condições de piscicultura continue crescendo para atender o mercado consumidor. Dessa forma o desenvolvimento de produtos à base de tambaqui como defumados, cortes especiais (como das costelas do tambaqui), carne mecanicamente separada, empanados, linguiça, fishburger e outros estão sendo feitos por instituições de pesquisa como a Embrapa, INPA e UFAM. Manaus poderá no futuro também vir a ser grande exportador de tambaqui cultivado com selo de procedência similar ao tão conhecido da indústria local “Produzido no Pólo Industrial de Manaus” (INOUE & BOIJINK, 2011).

Segundo DAIRIKI & SILVA (2011), pouco se sabe sobre a exigência quantitativa e qualitativa dos nutrientes das espécies nativas como o tambaqui, por exemplo, que vem crescendo consideravelmente. Por isso, vários estudos estão sendo desenvolvidos para subsidiar o desenvolvimento da aquicultura na região, principalmente estudos relacionados a nutrição e fontes alternativas de alimentos.

Em se tratando de nutrição, OISHI (2007), avaliou o desempenho do tambaqui utilizando farinha de resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), indicando a inclusão de até 30% desta farinha, sem prejuízos ao desempenho dos peixes. Já SILVA *et al.* (2003), analisaram frutos e sementes das florestas de igapó e várzea da Amazônia e concluíram que são fontes importantes de nutrientes e energia para o tambaqui e que podem ser utilizados como ingredientes alternativos em dietas práticas em substituição a itens tradicionais de rações, como forma de contribuir para diminuição dos custos de produção desta espécie em cativeiro.

OLIVEIRA (2005) analisou vários frutos e sementes de áreas alagáveis da região, com o intuito de verificar a possibilidade do uso dos produtos regionais na alimentação de tambaqui e reduzir os custos na elaboração da ração, no qual os resultados mostraram que

frutos e sementes não causam desequilíbrio orgânico ou prejuízo no crescimento dos animais. Naquele estudo a dieta com camu-camu e jauari apresentou similaridade com a dieta controle (ração comercial-36% de proteína bruta), sugerido como alternativa entre as dietas testadas.

1.3. Resíduo de Cervejaria como Ingrediente Alternativo na Ração

O resíduo de cervejaria é obtido nas indústrias de cervejaria. A cevada é o nome popular dado para este resíduo que apresenta o nome de bagaço de malte. Apesar de não existirem dados absolutos a respeito da quantidade produzida destes resíduos, estima-se que 85% são representados pela cevada que possui forma pastosa (Figura 1) e é utilizada na alimentação dos animais. De fácil acesso e valor baixo (BROCHIER, 2007), os resíduos de cervejaria são utilizados na alimentação de ruminantes (BROCHIER, *et al.*, 2009 e SOUZA *et al.* 2011) e suínos (GOMES *et al.*, 2004 e ABREU *et al.*, 2004).



Figura 1. Resíduo de Cervejaria - Cevada.
Fonte: CAVALCANTI, 2013.

O resíduo de cervejaria é recolhido nas indústrias de cervejaria antes do processo de fermentação e após o primeiro resfriamento depois de passar pela caldeira de caldas durante o processo líquido no preparo do mosto (Figura 2) (CETESB, 2005).

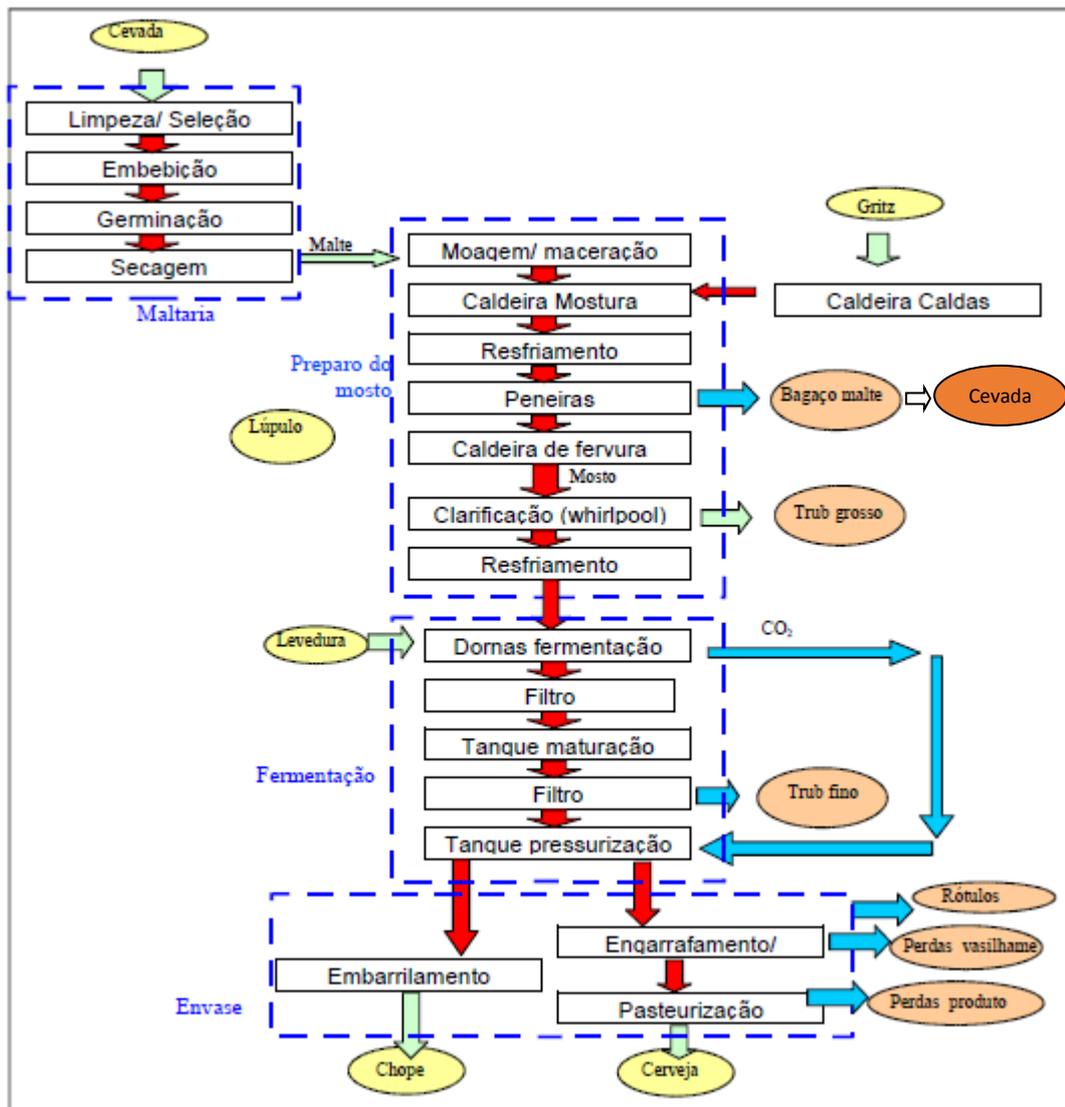


Figura 2. Fluxograma do processo produtivo da fabricação da cerveja.
Fonte: CETESB, 2005.

De acordo com dados do boletim Animal Nutrition and Health (ALLTECH, 2015), no ano de 2014, a produção de ração no mundo, foi estimada em 980 milhões de toneladas, o que significa um aumento de 2% em relação ao ano anterior. China, Estados Unidos, Brasil e México são os maiores produtores de ração do mundo. Ainda, de acordo com a ALLTECH (2015), as rações de aquicultura representam quase 60% dos custos de produção. Devido a um aumento na demanda em 2010 e 2011, os preços mais elevados dos insumos no início de 2012, tornou esse material pouco acessível para os pequenos produtores. Mesmo assim, a aquicultura é um dos setores da produção animal de alimentos que mais cresce e precisa expandir-se de forma sustentável para manter a crescente demanda por peixes (FAO, 2013).

Em busca do desenvolvimento de novas tecnologias que possam viabilizar a manutenção de espécies nativas, gerou um aumento na produção da pesquisa brasileira, principalmente no que diz respeito a estudos sobre a alimentação e nutrição (ABIMORAD & CARNEIRO, 2007). Com a crescente demanda em fontes alternativas de proteínas em todo o mundo, o resíduo de cervejaria representa uma fonte de alimentação rica em proteínas de alta qualidade, bem como outros nutrientes como lipídeos, minerais e vitaminas.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do resíduo de cervejaria de acordo com alguns autores (em % de MS).

AUTORES	MS	PB	FB	MM	EE	NDT	FDN	FDA	Ca	P
MURDOCK et al. (1981)*	25,6	23,4	-	-	-	78,2	56,6	21,5	0,29	0,59
DAVIS et al. (1983)***	31,3	27,3	-	-	-	-	-	31,8	0,79	0,64
POLAN et al. (1985)*	24,6	28,0	-	-	-	64,0	-	31,8	0,79	0,64
POLAN et al. (1985)**	91,6	30,8	-	-	-	63,0	-	34,3	0,79	0,64
ROGERS et al. (1986)*	18,6	-	-	-	-	-	-	23,3	-	-
NRC (1986)*	21,0	25,4	14,9	4,8	6,5	66,0	42,0	23,0	0,33	0,55
NRC (1986)**	92,0	25,4	14,9	4,8	6,5	66,0	46,0	24,0	0,33	0,55
CLARK et al. (1987)**	93,0	30,0	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTA et al. (1994)*	15,5	30,9	16,2	4,0	10,4	77,6	48,6	18,8	0,32	0,60
FREITAS (1995)*	25,6	20,7	-	-	9,6	69,0	-	-	0,24	0,45
CAVALCANTI et al. (2013)*	19,4	30,3	-	-	6,6	-	-	-	-	-

*Resíduo úmido **Resíduo seco ***Resíduo prensado

Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Cálcio (Ca) e Fósforo (P).

O desenvolvimento de dietas balanceadas para aquicultura que possuam alta rentabilidade depende da compreensão dos nutrientes básicos, processos de formulação de ração e métodos de medida da qualidade dos ingredientes que a compõem. A capacidade do animal para digerir e absorver estes nutrientes é variável, de acordo com a espécie, peso e tamanho corporal (YUSOFF & MCNABB, 1989). Outros fatores abióticos, como temperatura da água, nível de arraçoamento, tamanho do pelete, quantidade e qualidade dos nutrientes, podem determinar o potencial de inclusão do ingrediente em dietas animais (WALDHOFET *et al.*, 1996; HOSSAIN *et al.*, 2000; WALDHOF & MAIA, 2000; SALLUM *et al.*, 2002).

Os produtos de origem vegetal podem sofrer grandes variações em seu valor de energia digestível, pela diferença nos teores de lipídios, tipo de processamento empregado para obtenção da matéria prima e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos (ALLAN

et al., 2000). A presença de fatores antinutricionais limita a sua inclusão em dietas, além das proteínas geralmente deficientes em alguns aminoácidos essenciais (FRANCIS *et al.*, 2001).

Uma fonte proteica pode ter conteúdo alto de proteínas e apresentar bom padrão de aminoácidos essenciais. Porém, apresentando digestibilidade baixa, a quantidade de cada aminoácido absorvido pode não atender às necessidades para o crescimento do animal (WEBSTER *et al.*, 1991). Para ingredientes com valores de digestibilidade altos, há melhor aproveitamento de nutrientes.

Estudos com animal monogástrico mostram resultados positivos com a inclusão do resíduo de cervejaria como ingrediente na alimentação. Em 2004, GOMES *et al.* e ABREU *et al.* foram os primeiros pesquisadores a trabalhar com a inclusão de cevada como ingrediente na alimentação de suínos e observaram aumento do consumo diário de matéria seca, sem influencia sobre a conversão alimentar e redução dos custos de alimentação destes animais na fase de crescimento. VIEIRA *et al.* (2006) observaram que o nível de inclusão deste ingrediente em até 12,85% apresentou ganho de peso satisfatório para suínos. COSTA *et al.* (2009) recomendam até 15% de cevada, com base na matéria natural, para ter balanceamento nutricional da dieta dentro dos níveis adequados para máximo desempenho em leitões em crescimento e em terminação.

Trabalhos realizados com tambaqui também mostram melhoria no crescimento e desempenho desses peixes com a utilização de resíduo de cervejaria. TORELLI *et al.* (2010), obtiveram melhores resultados de biomassa e conversão alimentar, aonde o resíduo de cervejaria era um dos ingredientes utilizados na dieta de peixes que fora comparada com uma dieta referência e o tambaqui era um dos peixes trabalhados com o uso de resíduos agro-industriais. GUTIERRÉZ *et al.* (2009), verificaram o efeito de diferentes níveis de energia digestível e proteína na dieta de tambaquis utilizando resíduo de cervejaria como ingrediente da ração e obtiveram os melhores resultados com dieta contendo 25% de proteína e 2700 kcal/kg de energia digestível que 6,22% da ração é representado pelo resíduo de cervejaria. CRUZ *et al.* (1997) elaboraram uma ração a partir de subprodutos da produção de cerveja (cevada), misturados numa proporção de 2:1 (duas partes de ração comercial para uma de cevada), resultando em um alimento de consistência pastosa contendo 36% PB e 3900 kcal/kg de Energia Bruta, aonde os resultados mostraram a viabilidade do uso destes subprodutos como ingrediente parcial, reduzindo os custos com alimentação de peixes.

O resíduo de cervejaria estudado, a cevada, atualmente é destinada produtores rurais cadastrados nas indústrias de cervejaria no município de Manaus-AM. Ambos possuem suas criações na Região Metropolitana de Manaus. Para fazer o cadastro e ter direito a retirar este

resíduo, cada criador necessita ter Licença Ambiental de Operação da atividade em questão e possuir caminhão caçamba próprio ou não que também esteja registrado nas indústrias de cervejaria e possuam Licença Ambiental de Operação para transporte de resíduos industriais.

Este resíduo (cevada) é produzido todos os dias pelas indústrias de cervejaria e é destinado de forma comercial com valor simbólico, já que se trata de resíduo industrial, de aproximadamente R\$ 290,00 (duzentos de noventa reais) o caminhão caçamba com 10 a 12 toneladas deste material. A cevada é apresentada na forma pastosa bastante úmida, favorecendo a proliferação de fungos, não permitindo estocar por muito tempo e obrigando os criadores utilizarem em poucos dias (três dias) para evitar perdas significativas do material. Pode ser armazenada em tanques de alvenaria cobertos para evitar a incidência tanto do sol quanto da chuva. Essa desvantagem de curto período de prateleira precisa ser bem discutida, quando se fala da utilização em média e/ou grande escala para fabricação de rações para peixes, fazendo com que haja uso de tecnologias para minimizar as perdas ou de qualidade deste material, otimizando seu uso e diminuindo o custo das rações encontradas no mercado, já que quando comparamos os valores do quilo e da composição nutricional da cevada com os valores de outros ingredientes como farelo de soja e milho, o preço é menor e melhor qualidade. Isso mostra como é importante à utilização deste resíduo na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Com isso, o presente trabalho visa à importância do resíduo de cervejaria para piscicultura, por ser uma matéria-prima mais econômica e de fácil acessibilidade, visto que as rações industriais representam a parte mais custosa da piscicultura, além do fato do resíduo de cervejaria ser pouco aproveitado, sendo esta uma saída rentável a piscicultores que fabricam ração e alternativa interessante para as indústrias produtoras de ração.

1.4. Digestibilidade e Importância

Nos últimos anos, o cultivo intensivo e semi-intensivo de peixes tem sido crescente no Brasil, principalmente pelo interesse nas espécies nativas tropicais, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que apresenta grande potencial para a piscicultura, uma vez que possuem carne de excelente qualidade, além da facilidade na adaptação de criação em cativeiro (ABIMORAD & CARNEIRO, 2004).

No cultivo de peixes, o uso de fontes alternativas de proteína de origem animal nas dietas vem se destacando nas pesquisas, o que compete ao meio técnico científico avaliar a viabilidade de alimentos regionais disponíveis, visando à inclusão destes ingredientes nas

dietas de peixes, de modo que, tanto o impacto no ambiente como os custos de produção possam ser minimizados. A digestibilidade é uma das principais ferramentas que têm sido utilizadas com o objetivo de avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático (FRANÇA-SEGUNDO, 2008).

Devido à grande relevância da aquicultura para a região amazônica, estudos sobre a nutrição de tambaqui são necessários, principalmente quando se trata de disponibilidade dos nutrientes na dieta dos mesmos, que possam contribuir para melhoria do desempenho com uso matérias primas que possam substituir as convencionais, melhorando o metabolismo dos nutrientes que são essenciais ao seu crescimento. Para Cho (1987), a determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração para peixes.

No trabalho realizado por Pezzato et al. (2002), com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), o mesmo cita que ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresentar diferentes coeficientes de digestibilidade. Tais resultados devem ser considerados na formulação das rações. Para as espécies tropicais, poucas são as informações dos valores digestíveis da proteína e da energia da maioria dos ingredientes nacionais. Somente a partir de rações com altos coeficientes de digestibilidade, será possível obter melhores respostas de conversão alimentar, maximizar os lucros e, principalmente, minimizar o impacto ambiental que alguns desses ingredientes podem proporcionar.

Segundo Dairiki & Silva (2011), pouco se sabe sobre a exigência quantitativa e qualitativa dos nutrientes das espécies nativas como o tambaqui, por exemplo, que vem crescendo consideravelmente. Por isso, vários estudos estão sendo desenvolvidos para subsidiar o desenvolvimento da aquicultura na região, principalmente estudos relacionados a nutrição e fontes alternativas de alimentos.

Devido à grande relevância da aquicultura para a região amazônica, estudos sobre a nutrição de tambaqui (*Colossoma macropomum*) são necessários, principalmente quando se trata de disponibilidade dos nutrientes na dieta dos mesmos, que possam contribuir para melhoria do desempenho com uso matérias primas que possam substituir as convencionais, melhorando o metabolismo dos nutrientes que são essenciais ao seu crescimento.

Em busca do desenvolvimento de novas tecnologias que possam viabilizar a manutenção de espécies nativas, gerou um aumento na produção da pesquisa brasileira, principalmente no que diz respeito a estudos sobre a alimentação e nutrição (ABIMORAD & CARNEIRO, 2007). Com a crescente demanda em fontes alternativas de proteínas em todo o

mundo, o resíduo de cervejaria representa uma fonte de alimentação rica em proteínas de alta qualidade, bem como outros nutrientes como as gorduras, minerais e vitaminas.

Os produtos de origem vegetal podem sofrer grandes variações em seu valor de energia digestível, pela diferença nos teores de lipídios, tipo de processamento empregado para obtenção da matéria prima e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos (ALLAN *et al.*, 2000). A presença de fatores antinutricionais limita a sua inclusão em dietas, além das proteínas geralmente deficientes em alguns aminoácidos essenciais (FRANCIS *et al.*, 2001).

Este resíduo (cevada) é produzido todos os dias pelas indústrias de cervejaria e é destinado de forma comercial com valor simbólico, já que se trata de resíduo industrial, de aproximadamente R\$ 230,00 (duzentos de trinta reais) o caminhão caçamba com 10 a 12 toneladas deste material. A cevada é apresentada na forma pastosa bastante úmida, favorecendo a proliferação de fungos, não permitindo estocar por muito tempo e obrigando os criadores utilizarem em poucos dias (três dias) para evitar perdas significativas do material. Essa cevada é armazenada em tanques de alvenaria cobertos para evitar a incidência tanto do sol quanto da chuva. Essa desvantagem de curto período de prateleira precisa ser bem discutida, quando se fala da utilização em média e/ou grande escala para fabricação de rações para peixes, fazendo com que haja uso de tecnologias para minimizar as perdas ou diminuição de qualidade deste material, otimizando seu uso e diminuindo o custo das rações encontradas no mercado, já que quando comparamos os valores do quilo e da composição nutricional da cevada com os valores de outros ingredientes como farelo de soja, milho e etc., o preço é bem menor e qualidade é bem maior. Isso mostra como vale a pena à utilização deste resíduo na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Com a crescente necessidade no aumento da produtividade e aplicação de boas práticas de manejo na piscicultura se faz necessário o monitoramento dos estados fisiológicos dos peixes que irão indicar o estado de saúde do animal. O monitoramento se dá através do estudo dos parâmetros hematológicos e bioquímicos que são ferramentas eficazes para determinar as características sanguíneas dos peixes fornecendo informações completa sobre a saúde do indivíduo ou da população (CENTENO *et al.* 2007; TAVARES-DIAS *et al.* 2007).

Os valores que correspondam ao estado saudável dos peixes podem apontar importantes informações para diagnóstico e prognóstico das condições mórbidas de indivíduo ou de sua população, ajudando na identificação de estresse e enfermidades e ainda monitorar o estado nutricional dos peixes podendo auxiliar em novas estratégias que sejam viáveis na alimentação (BICUDO, 2009; TAVARES-DIAS *et al.* 2008).

Na piscicultura, os índices zootécnicos em conjunto com os indicadores econômicos têm sido uma ferramenta importante para auxiliar os gestores na tomada de decisão, seja para investir ou manter seu empreendimento (GRAEFF et al., 2001; JOMORI et al., 2005). Deste modo, têm sido avaliados economicamente os diversos sistemas de produção (FURLANETO et al., 2006; PEREIRA et al., 2009; MARTIN et al., 1995) e as diversas espécies de peixes criadas (GRAEFF et al., 2001; CRIVELENTI et al., 2006; MARTIN et al., 1995).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo, avaliar o crescimento de juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo resíduos de cervejaria e sua digestibilidade.

2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento da aquicultura é de elevada importância para a região Amazônica. Um dos seus principais objetivos é a produção de peixes com uma ótima taxa de crescimento e estado de saúde e para tanto são necessários estudos que abordem, dentre vários outros fatores, a nutrição dos peixes. De um ponto de vista fisiológico, o crescimento dos peixes é um processo complexo que, além da genética, depende de outros processos mutuamente interdependentes, tais como o desenvolvimento, a nutrição, metabolismo e estresse. Uma vez que o crescimento é um processo fisiológico, o qual tem contribuições de tecidos múltiplos (por exemplo, fígado, intestino, pâncreas e músculo), uma abordagem global e multidisciplinar é necessária para ter uma visão completa de todos os fatores que contribuem para o crescimento (CERQUEIRA, 2005).

Equilibrar atuais padrões de produtividade com maior resistência a doenças e stress, eficiência alimentar, menor impacto ambiental, utilização de mais ingredientes sustentáveis (por exemplo, farinha de peixe e óleos vegetais) são todas características concretas que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável na aquicultura (VILHELMSSON *et al.*, 2004). O tambaqui é uma espécie nativa com potencial para produção nesta região (SAINT-PAUL, 1985). Porém, um dos grandes entraves para a melhoria na produção desta espécie, principalmente pelos pequenos produtores, são os altos custos atrelados a alimentação e aquisição de ração. Ressaltando-se também que para a fabricação de rações é necessário a utilização de farinha de peixe, provocando uma problemática devido à grande demanda pela aquicultura.

Na Região Amazônica, o resíduo de cervejaria pode ser uma alternativa viável aos piscicultores que já estão ou queiram ingressar na atividade aquícola. É um produto bastante acessível e com custo baixíssimo. A produção destes resíduos ocorre todos os dias e com altas quantidades. Assim, o fornecimento desse resíduo na alimentação de tambaqui é uma forma de destinação, prática esta que ocorre com ruminantes e suínos.

Apesar de ser uma vantagem aos piscicultores, a formulação de dietas à base de ingredientes alternativos pode representar um novo cenário para o fornecimento de alimento. Assim, este trabalho vem descrever não apenas a vantagem da utilização do resíduo de cervejaria, mas também fornecer subsídios para que trabalhos futuros repliquem a metodologia de criação da espécie e a utilizem como alternativa a outras espécies de peixes.

Para saber se este ingrediente apresentará resultados satisfatórios, é necessário conhecer a digestibilidade do mesmo, pois, é uma ferramenta importante para avaliar a

qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como os níveis de nutrientes não digeridos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a inclusão de resíduo de cervejaria como ingrediente alternativo na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

3.2. Objetivos Específicos

Avaliar o desempenho zootécnico do tambaqui alimentado com rações contendo diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria.

Avaliar as respostas sanguíneas e metabólicas do tambaqui alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria.

Avaliar a digestibilidade “*in vivo*” do resíduo de cervejaria em ração para juvenis de tambaqui.

Avaliação econômica do resíduo de cervejaria e sua inclusão na ração para juvenis de tambaqui.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento e animais experimentais

O presente trabalho foi aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/Nilton Lins, através do protocolo nº 011/2014 e conduzido no Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos (LaPOAq), do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, da Universidade Nilton Lins durante 30 dias no período de novembro de 2014 a março de 2015.

Foram utilizados 48 juvenis de tambaqui, com peso médio inicial, comprimento total e padrão de $13,09 \pm 1,54$ g, $7,61 \pm 0,73$ cm e $6,37 \pm 0,37$ cm respectivamente, provenientes do Centro de Treinamento Tecnologia e Produção em Aquicultura (CTTPA), localizado na Estrada de Balbina no Município de Presidente Figueiredo/AM. Os peixes foram transportados em sacos plásticos com oxigênio, até o Laboratório de Produção de Organismos Aquáticos (LaPOAq) da Universidade Nilton Lins.

4.2. Aclimação dos peixes

Os animais foram aclimatados às condições experimentais por dez dias, em três caixas circulares de polietileno com volume útil de 310 L, com renovação de água e aeração constante até observar a retomada da sua atividade normal de alimentação. Posteriormente foi realizada a biometria inicial e separação dos peixes em lotes homogêneos, quanto a peso e comprimento, nas unidades experimentais. Anteriormente a biometria, os peixes ficaram em jejum durante 24 horas e depois foram alimentados com ração experimental (28% PB), até a saciedade aparente durante dois dias para aclimação, e no dia seguinte iniciou-se o experimento.

4.3. Obtenção do resíduo de cervejaria

O resíduo da cervejaria foi adquirido numa propriedade localizada à margem esquerda do Ramal do Pau Rosa km 03 no município de Manaus-AM. A cevada foi retirada do tanque de alvenaria, armazenada e transportada em baldes plásticos de 35 litros. Após o transporte até o laboratório LAPOAq, foi pré-secada em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura constante de 55 °C durante 24 horas e armazenada adequadamente nos mesmos

balde plásticos de 35 litros e alocados em local fresco e ventilado, evitando a decomposição e proliferação de fungos. As amostras destes resíduos foram separadas e armazenadas em freezer para análises bromatológicas.

4.4. Procedimento para arraçamento e coleta de fezes

O método de coleta de fezes utilizado neste experimento foi por decantação na coluna da água. As fezes decantadas nos tubos coletores foram retiradas, homogeneizadas e congeladas em placas de Petri para posterior liofilização e análises bromatológicas. Os peixes foram alimentados com dieta referência sem marcador externo (óxido de cromo III) nos primeiros quinze dias do experimento, quatro vezes ao dia (a cada 3 horas, das 9 h às 17 h) nas incubadoras. A seguir, foram substituídas por dietas equivalentes, porém acrescida do marcador (óxido de cromo III), sendo a coleta de fezes efetuada após o quinto dia de arraçamento. As coletas de fezes foram realizadas até a obtenção de material fecal suficiente para realização das análises bromatológicas, (aproximadamente dez gramas de peso seco) e congeladas para posterior análise. Após o término das coletas de fezes, os peixes voltaram a receber ração sem adição de óxido de cromo III.

4.5. Determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA)

Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da dieta foi utilizada a metodologia descrita por CHO (1993), sendo que os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram obtidos por meio do método indireto, no qual se utiliza o óxido de cromo III (Cr_2O_3) como marcador inerte (0,5%) nas dietas e nas fezes. Após a realização da análise quantitativa do óxido de cromo, e de posse dos valores de proteína e energia presentes nas dietas e nas fezes, os CDA dos nutrientes foram calculados pela fórmula proposta por NOSE (1966) e para o CDA do ingrediente foi utilizada a fórmula descrita por CHO (1982), baseada na proporção de 70:30 de mistura da dieta referência e ingrediente teste:

Coeficiente de Digestibilidade Aparente das Rações

$$CDA (\%) = 100 - 100 \left[\frac{\% \text{CR2O3 nas dietas}}{\% \text{CR2O3 nas fezes}} \times \frac{\% \text{ de Proteína nas fezes}}{\% \text{ de Proteína nas dietas}} \right]$$

Coefficiente de Digestibilidade Aparente do Ingrediente

$$CDA (\%) = 100/30 \times (\text{teste} - 70/100 \times \text{referência})$$

A análise da composição centesimal das amostras das rações e das fezes coletadas correspondentes às dietas avaliadas foram enviadas e realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Toledo/PR, segundo metodologia da Association of Official Analytical Chemists - A.O.A.C. (2000) e o óxido de cromo III (Cr₂O₃). A energia bruta das rações e das fezes foi mensurada utilizando uma bomba calorimétrica (Marca Parr, modelo 1271). O cálculo dos CDA, matéria seca e dos nutrientes da dieta de referência e da dieta teste foi realizado de acordo com equações descritas por CHO (1985) e SHIPTON e BRITZ (2001). A partir do CDA determinados, foram formuladas quatro dietas experimentais contendo diferentes níveis de inclusão do resíduo de cervejaria nas proporções 0%, 10%, 20% e 30%, com base na energia digestível.

4.6. Elaboração das dietas experimentais

As dietas experimentais foram compostas de uma referência e uma teste, sendo que a dieta referência foi formulada com base em pesquisas feitas para peixes onívoros, contidas no programa de formulação de rações, o Super Crac 6.2 Premium da TD Software – Viçosa-MG. As formulações foram realizadas com a utilização deste programa específico para formulação de rações. Os ingredientes e suas quantidades estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição da dieta referência.

Ingredientes	Quantidade
Farelo de Soja	40,00 g
Farelo de Milho	17,60 g
Amido	15,00 g
Farelo de Trigo	15,00 g
Farinha de Peixe	05,00 g
Óleo de Soja	02,00 g
Fosfato Bicálcio	02,00 g
L-Lisina	01,00 g
Premix*	01,00 g
Sal Comum	01,00 g
DL-Metionina	00,40 g
TOTAL	100,0 g

*Suplemento Vitamínico e Mineral, níveis de garantia por kg da dieta: Ácido fólico (min) 250,00 mg; Ácido pantotênico (min) 5000,00 mg; Biotina (min) 50,00 mg; Cobre (min) 1995,00 mg; Etoxiqum 390,00 mg; Ferro (min) 13,476; Iôdo (min) 75,00 mg; Manganês (min) 3733,00 mg; Niacina (min) 5000,00 mg; Selênio (min)

75,00 mg; Vitamina A (min) 1000000,00 UI; Vitamina B₁ (min) 500,00 mg; Vitamina B₁₂ (min) 3750,00 µg; Vitamina B₂ (min) 17500,00 mg; Vitamina B₆ (min) 2488,00 mg; Vitamina C (min) 25,00 g; Vitamina D₃ (min) 500000,00 UI; Vitamina E (min) 20000,00 UI; Vitamina K₃ (min) 500,00 mg; Zinco (min) 20,00 g.

Foi avaliada a digestibilidade de um ingrediente, o resíduo de cervejaria de acordo com o procedimento de GUIMARÃES *et al.* (2008), o qual os peixes são arraoados em sistema Guelph modificado. Este sistema consiste no uso de incubadoras cilíndricas de fundo cônico de 200L que permite escoamento das fezes pelo fundo, as quais são armazenadas em tubos coletores (pré-forma de garrafa PET).

Para a elaboração das rações experimentais, o resíduo de cervejaria e os demais ingredientes que compõe as rações (disponíveis no comércio de Manaus, AM) foram moídos em moinho martelo com peneira, com malha de dois milímetros entre/nós, e pesados em balança com capacidade de 2,0 kg e 0,01 g de precisão. Os ingredientes foram misturados, umedecidos com água a 60 °C (30% do peso natural) e em seguida foram submetidas à peletização em moedor de carne com matriz de 06 mm. A secagem dos peletes foi feita em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura constante de 55 °C durante 12 horas e armazenadas em potes plásticos identificados com capacidade para 5 litros.

A dieta teste foi composta de 70% da dieta referência e 30% do ingrediente a ser testado. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta das dietas foram determinadas pelo método indireto utilizando o óxido de cromo III (0,05%) como indicador inerte.

A partir do CDA determinados, foram formuladas quatro dietas experimentais contendo diferentes níveis de inclusão do resíduo de cervejaria nas proporções 0%, 10%, 20% e 30%, com base na energia bruta. As formulações foram realizadas com a utilização de programa específico para formulação de rações, o Super Crac 6.2 Premium da TD Software – Viçosa-MG. A Formulação das dietas experimentais e o atendimento das necessidades nutricionais estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Formulação das dietas experimentais.

INGREDIENTES	TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS			
	0% CEVADA (T0)	10% CEVADA (T1)	20% CEVADA (T2)	30% CEVADA (T3)
Farelo de Soja	40,00%	40,00%	40,00%	33,80%
Farelo de Milho	17,60%	14,00%	9,10%	9,00%
Amido de Milho	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Farelo de Trigo	15,00%	13,00%	4,00%	-
Farinha de Peixe	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Cevada	-	10,00%	20,00%	30,00%
Óleo de Soja	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Fosfato Bicálcio	2,00%	1,60%	1,50%	1,50%
L-Lisina	1,00%	1,00%	1,00%	1,30%
Premix	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Sal Comum	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
DL-Metionina	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Cálcio	0,91%	0,81%	0,78%	0,77%
EB Peixes	2914 Mcal/kg	2937 Mcal/kg	2966 Mcal/kg	2955 Mcal/kg
Fibra Bruta	3,88%	4,10%	3,93%	3,84%
Fósforo Disponível	0,66%	0,59%	0,55%	0,54%
Gordura	4,21%	4,08%	3,95%	3,92%
Lisina	2,12%	2,13%	2,12%	2,20%
Metionina	0,67%	0,68%	0,67%	0,65%
Proteína Bruta	28,00%	28,00%	28,00%	28,00%
Triptofano	0,32%	0,33%	0,31%	0,27%

*Suplemento Vitamínico e Mineral, níveis de garantia por kg da dieta: Ácido fólico (min) 250,00 mg; Ácido pantotênico (min) 5000,00 mg; Biotina (min) 50,00 mg; Cobre (min) 1995,00 mg; Etoxiqum 390,00 mg; Ferro (min) 13,476; Iôdo (min) 75,00 mg; Manganês (min) 3733,00 mg; Niacina (min) 5000,00 mg; Selênio (min) 75,00 mg; Vitamina A (min) 1000000,00 UI; Vitamina B₁ (min) 500,00 mg; Vitamina B₁₂ (min) 3750,00 µg; Vitamina B₂ (min) 17500,00 mg; Vitamina B₆ (min) 2488,00 mg; Vitamina C (min) 25,00 g; Vitamina D₃ (min) 500000,00 UI; Vitamina E (min) 20000,00 UI; Vitamina K₃ (min) 500,00 mg; Zinco (min) 20,00 g.

4.7. Variáveis limnológicas

A determinação das variáveis limnológicas (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica) foram monitorados com aparelho digital YSI modelo 556 MPS diariamente, sempre no período matutino, após a alimentação.

4.8. Desempenho zootécnico

Para avaliar o desempenho zootécnico dos animais, foram realizadas biometrias quinzenais, em todos os 15 peixes de cada tanque, obtendo-se os valores de comprimento total e comprimento padrão com uso de fita métrica (precisão 0,1 cm) e peso dos peixes com balança digital (precisão 0,01 g). A partir dos valores obtidos nas biometrias e os dados de manejo, foram calculados os seguintes índices:

- Sobrevivência (S): Porcentagem de indivíduos vivos no fim do período de criação, obtida pela seguinte equação:

$$S = \frac{\text{n}^\circ \text{ final de peixes}}{\text{n}^\circ \text{ inicial de peixes}} \times 100$$

- Ganho de peso médio (GPM): Média do peso acumulado pelos peixes ao longo do experimento através da diferença entre o peso final e o peso inicial.

$$\text{GPM}_g = \text{peso médio final} - \text{peso médio inicial}$$

- Biomassa (B): Quantidade de gramas de peixe para cada tanque:

$$\text{B}_{g/m^2} = \text{peso médio} - \text{n}^\circ \text{ de peixes em cada } m^2$$

- Consumo médio de ração (CMR) ou quantidade de ração consumida por cada indivíduo durante o período.

$$\text{CMR}_{(g/\text{peixe})} = \frac{\text{consumo total de ração}}{\text{número final de peixes}}$$

- Conversão alimentar aparente (CAA) ou proporção entre o CMR e o ganho em peso médio do peixe, em cada viveiro:

$$\text{CAA} = \frac{\text{quantidade de ração consumida}}{\text{ganho de peso}}$$

- Taxa de Crescimento Específico (TCE) ou percentual de crescimento diário:

$$\text{TCE}_{(\%)} = \frac{\ln(\text{peso médio final}) - \ln(\text{peso médio inicial}) \times 100}{\text{dias de experimento}}$$

Sendo,
ln = logaritmo natural

- Eficiência Alimentar (EA) trata-se da eficiência com que o peixe converte a ração ofertada em peso vivo:

$$\text{EA}_g = \frac{\text{ganho de peso}}{\text{consumo total de ração}}$$

- Índice Hepatosomático (IH) é a relação entre o peso total do fígado e o peso total do peixe:

$$\text{IH} = \frac{\text{peso total do fígado} \times 100}{\text{peso total do peixe}}$$

- Fator de Condição (FC) mede indiretamente o estado fisiológico do animal, em relação às reservas energéticas armazenadas, tais como glicogênio hepático e gordura corporal. Para sua determinação, usou-se a seguinte fórmula:

$$\text{FC} = 100 \times \text{peso/comprimento total}^3$$

4.9. Avaliação dos parâmetros fisiológicos e metabólicos

Para avaliar os parâmetros fisiológicos e metabólicos dos animais, foram realizadas coletas de sangue ao final do experimento, em 5 peixes de cada tanque. O sangue foi coletado

por punção da veia caudal utilizando seringas heparinizadas. Para isso, os animais foram previamente anestesiados na concentração de 100 mg/L de benzocaína (GOMES *et al.*, 2001) Após a coleta, amostras de sangue foram acondicionadas em microtubos de 1,5 ml e refrigeradas para realização das análises sanguíneas e assim, calculados os seguintes índices:

- Hematócrito (Ht%) foi determinado pelo método de microhematócrito, em tubos capilares heparinizado, centrifugados a 12.000 rpm durante 10 minutos em uma centrífuga de microhematócrito (FANEM 241 N). A leitura foi realizada através de cartão padronizado para determinar o volume de sedimentação dos eritrócitos presente no volume de sangue total, com valor expresso em porcentagem (%).

- Concentração de hemoglobina [Hb] foi realizada através do método da cianometahemoglobina, com a diluição de 10 µL de sangue em 2,5 mL do reagente de Drabkin, e após homogeneização ficou em repouso por 20 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 540 nm (BIOCHROM/modelo libra S32). Os valores de absorbância da leitura da amostra foram aplicados na fórmula a seguir:

$$[\text{Hb}]_{\text{g/dl}} = \text{Absorbância da amostra} \times \text{Fator } (14,6/\text{Absorbância padrão})$$

- Contagem de eritrócitos (RBC) foi obtida a partir da diluição de 10 µL de sangue total em 2 ml da solução utilizando o método NATT e HERRICK (1952), após processo de homogeneização suave. Foram contados em câmara de Neubauer utilizando o microscópio óptico (400x).

- Índices hematimétricos de Wintrobe, a partir dos valores de RBC, Ht e [Hb] de cada indivíduo, foram calculados os índices hematimétricos: volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e hemoglobina corpuscular média (HCM), seguindo o método de WINTROBE (1934), os quais foram calculados pelas fórmulas a seguir:

$$\text{VCM}_{\text{fl}} = \text{Ht} * 10 / \text{RBC}$$

$$\text{CHCM}_{\%} = [\text{Hb}] * 100 / \text{Ht}$$

$$\text{HCM}_{\text{pg}} = [\text{Hb}] * 10 / \text{RBC}$$

- Glicose plasmática foi determinada pelo método enzimático-colorimétrico (glicose oxidase), utilizando um kit comercial (Labtest). Após a obtenção do plasma, 10 µL deste foram diluídos em 1 mL de reagente de cor, com posterior homogeneização e incubadas por 10 minutos em banho-maria (TECNAL/modelo TE-0551) a 37°C. Após isso, foi efetuada a leitura da absorbância com comprimento de onda de 500 nm em espectrofotômetro (BIOCHROM/modelo libra S32). A leitura da amostra foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Glicose}_{\text{mg/dl}} = \frac{\text{absorbância das amostras} * 100}{\text{absorbância padrão}}$$

- Concentração de colesterol plasmático foi determinada pelo método colorimétrico, método fator clareante de lípideos (LCF), utilizando um kit comercial (InVitro). Com diluição em 10 µL de plasma em 1 mL de reagente de cor obtida através de mistura de enzima/ATP liofilizada, com posterior homogeneização e incubadas por 10 minutos em banho-maria (TECNAL/modelo TE-0551) a 37°C. Após isso, foi efetuada a leitura da absorbância com comprimento de onda de 500 nm em espectrofotômetro (BIOCHROM/modelo libra S32). A leitura da amostra foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Colesterol}_{\text{mg/dL}} = \frac{\text{absorbância das amostras} * 200}{\text{absorbância padrão}}$$

- Concentração de triglicerídeos foi determinada pelo método colorimétrico, método fator clareante de lípideos (LCF), utilizando um kit comercial (Labtest). Com diluição em 10 µL de plasma em 1 mL de reagente de cor obtida através de mistura de enzima/ATP liofilizada, com posterior homogeneização e incubadas por 10 minutos em banho-maria (TECNAL/modelo TE-0551) a 37°C. Após isso, foi efetuada a leitura da absorbância com comprimento de onda de 500 nm em espectrofotômetro (BIOCHROM/modelo libra S32). A leitura da amostra foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Triglicerídeos}_{\text{mg/dL}} = \frac{\text{absorbância das amostras} * 200}{\text{absorbância padrão}}$$

4.10. Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O experimento foi realizado em doze caixas circulares de polietileno com volume útil de 310 L, abastecidos com água de poço artesiano, com taxa de renovação diária de 5% do volume total, e aeração constante. O experimento foi composto de quatro tratamentos com três repetições e 15 peixes/caixa circular, de acordo com os diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria, sendo estes 0,0 (controle); 10,0; 20,0 e 30,0%.

Foram alocados quinze juvenis de tambaqui por unidade experimental, em um delineamento inteiramente casualizado. Os tanques foram cobertos por rede de malha de 12 milímetros para evitar perda de animais. A alimentação dos animais foi efetuada três vezes ao dia (9h, 13h e às 16h), durante 60 dias, e fornecida uma quantidade referente a 10% da biomassa de cada caixa.

4.11. Avaliação econômica

Foi realizado um estudo de viabilidade econômica para verificar a otimização da lucratividade, em função da inclusão do resíduo de cervejaria, seguindo o modelo proposto por EITS *et al.* (2005). De acordo com o modelo, há um nível de fornecimento de alimento em que a lucratividade (receita – custos) é máxima. A lucratividade foi calculada pela fórmula abaixo:

$$\text{Lucratividade (R\$/peixe)} = ((PC \times PPPV) - (((CR \times PR) \times 100)/70))$$

Onde:

PC = peso corporal (kg)

PPPV = preço pago pelo kg de peixe vivo (R\$/kg)

CR = custo da ração (R\$/kg)

PR = peso da ração (kg).

5. RESULTADOS

A composição químico-bromatológica do resíduo de cervejaria testado (em % de MS) esta apresentada na Tabela 4. Na tabela podemos verificar os valores para as composições realizadas nos anos de 2013 e 2014.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica do resíduo de cervejaria testado (em % de MS).

AUTORES	MS	PB	FB	EE
CAVALCANTI <i>et al.</i> (2013)*	19,4	30,3	6,2	6,6
CAVALCANTI (2014)*	21,2	31,1	6,7	6,5

*Resíduo úmido; Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB) e Extrato Etéreo (EE).

As variáveis limnológicas que foram monitoradas uma vez ao dia durante o experimento e estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5: Valores médios das variáveis limnológicas.

Variáveis limnológicas	Tratamentos			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Ph	5,55 ± 0,11	5,59 ± 0,16	5,55 ± 0,14	5,53 ± 0,15
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,96 ± 0,21	5,99 ± 0,26	5,93 ± 0,25	5,95 ± 0,27
Temperatura (°C)	26,30 ± 0,10	26,30 ± 0,10	26,30 ± 0,10	26,40 ± 0,10
Condutividade (µS/cm)	67,30 ± 3,00	67,00 ± 4,00	66,70 ± 1,00	66,90 ± 3,00

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de desempenho zootécnico, em que estatisticamente a inclusão do resíduo de cervejaria não influenciou nos índices apresentados. Os valores de peso médio final, comprimento total médio final, comprimento padrão médio final, sobrevivência, biomassa, consumo médio de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e eficiência alimentar não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), significando que para este experimento, os diferentes níveis de inclusão não tiveram efeito adverso sobre o desempenho dos animais.

Tabela 6: Valores médios para o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui, em 60 dias, com diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria.

Desempenho Zootécnico	Tratamentos			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Peso médio final (g)	25,99 ± 2,64a	25,97 ± 2,92a	26,37 ± 2,44a	26,69 ± 2,50a
Comprimento total médio (cm)	12,22 ± 0,82a	12,17 ± 0,62a	12,21 ± 0,78a	12,23 ± 0,42a
Comprimento padrão médio (cm)	10,65 ± 0,24a	10,20 ± 0,16a	10,45 ± 0,28a	10,35 ± 0,12a
Ganho de peso médio (g)	11,88 ± 0,22a	11,89 ± 0,96a	11,90 ± 0,12a	11,91 ± 0,10a
Sobrevivência (%)	95,55 ± 6,67b	97,78 ± 6,67a	95,55 ± 13,33b	93,33 ± 13,33c
Biomassa (g/m ²)	25,31 ± 0,04b	25,29 ± 0,06b	25,69 ± 0,10b	26,01 ± 0,42a
Consumo médio de ração (g/peixe)	25,35 ± 1,73a	24,18 ± 1,69b	25,14 ± 3,20a	24,71 ± 3,54b
Conversão alimentar aparente	2,13 ± 0,08a	2,03 ± 0,05a	2,11 ± 0,50a	2,07 ± 0,56 a
Taxa de crescimento específico (%)	26,52 ± 13,4a	26,62 ± 0,97a	26,06 ± 0,76a	25,67 ± 3,53b
Eficiência alimentar (g)	0,033 ± 0,001a	0,033 ± 0,001a	0,033 ± 0,001a	0,034 ± 0,001a
Índice hepatossomático	0,007 ± 0,001a	0,008 ± 0,001a	0,007 ± 0,001a	0,006 ± 0,001a
Fator de condição	1,42 ± 0,14a	1,44 ± 0,33a	1,45 ± 0,25a	1,46 ± 0,07a

Obs: Valores na mesma linha com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

Os resultados dos parâmetros fisiológicos e metabólicos de tambaquis alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão do resíduo de cervejaria estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Valores médios dos parâmetros fisiológicos e metabólicos dos tambaqui.

Parâmetros	Tratamentos			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Hematócrito (%)	22,00 ± 3,00a	25,00 ± 0,00b	24,00 ± 3,00ab	26,75 ± 4,00c
Hemoglobina (g/dl)	2,90 ± 0,01a	2,96 ± 0,02a	2,94 ± 0,02a	2,98 ± 0,03a
Eritrócitos (x10 ⁶ /µl)	0,96 ± 0,10a	0,98 ± 0,08a	0,97 ± 0,03a	0,98 ± 0,07a
VCM (ft)	229,17 ± 2,61a	255,10 ± 3,44b	247,42 ± 2,12ab	272,96 ± 4,10c
CHCM (%)	13,18 ± 0,23a	11,84 ± 0,11b	12,25 ± 0,31ab	11,14 ± 0,12b
HCM (pg)	30,21 ± 0,04a	30,21 ± 0,02a	30,31 ± 0,01a	30,41 ± 0,02a
Glicose (mg/dl)	112,55 ± 17,73a	105,75 ± 14,32b	109,45 ± 19,21c	104,55 ± 13,33d
Colesterol (mg/dl)	31,36 ± 10,69a	32,00 ± 7,80a	85,39 ± 12,06b	63,12 ± 10,21c
Triglicerídeos (mg/dl)	265,47 ± 28,06a	274,42 ± 33,47b	219,88± 25,65c	242,46 ± 22,29d

Obs: Valores na mesma linha com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios dos ingredientes disponíveis no mercado e utilizados na formulação das rações controle e experimentais.

Tabela 8: Valores médios dos ingredientes utilizados na formulação das rações referência e experimentais. *

INGREDIENTES	VALOR (R\$/kg)
Farelo de Soja	1,998
Farelo de Milho	0,898
Amido	3,780
Farelo de Trigo	0.617

Farinha de Peixe	3,786
Cevada	0,028
Óleo de Soja	3,000
Fosfato Bicálcio	2,784
L-Lisina	18,464
Premix	17,500
Sal Comum	0,476
DL-Metionina	19,910

* Média de valores obtidos em casas agropecuárias localizadas no município de Manaus-AM.

Os valores médios das rações referência e experimentais formuladas estão apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Valores médios das rações controle e experimentais.

IGREDIENTES	VALOR (R\$/kg)			
	RAÇÃO (T0)	RAÇÃO (T1)	RAÇÃO (T2)	RAÇÃO (T3)
Farelo de Soja	0,7992	0,7992	0,7992	0,3380
Farelo de Milho	0,1580	0,1257	0,0817	0,0808
Amido	0,5670	0,5670	0,5670	0,5670
Farelo de Trigo	0,0925	0,0555	0,0247	-
Farinha de Peixe	0,1893	0,1893	0,1893	0,1893
Cevada	-	0,0028	0,0056	0,0084
Óleo de Soja	0,0600	0,0600	0,0600	0,0600
Fosfato Bicálcio	0,0557	0,0480	0,0450	0,0450
L-Lisina	0,1846	0,1846	0,1846	0,1846
Premix	0,1550	0,1550	0,1550	0,1550
Sal Comum	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048
DL-Metionina	0,0796	0,0796	0,0796	0,0796
TOTAL	2,35^a	2,27^b	2,20^b	1,71^c

Obs: Valores na mesma linha com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

A Tabela 10 apresenta os índices de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta da dieta referência e do resíduo de cervejaria fornecido ao juvenil de tambaqui. Já na tabela 11, os índices de coeficientes de digestibilidade aparente do resíduo de cervejaria.

Tabela 10: Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta da dieta referência e do resíduo de cervejaria fornecido ao juvenil de tambaqui.

Indicadores	Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)		
	Matéria Seca	Proteína Bruta	Energia Bruta
Dieta referência	98,68 ± 0,98	97,79 ± 0,53	97,89 ± 0,08
Resíduo de cervejaria	98,76 ± 0,86	97,93 ± 0,19	98,03 ± 0,04

Tabela 11: Coeficientes de digestibilidade aparente do resíduo de cervejaria fornecido ao juvenil de tambaqui.

Indicadores	Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)	
	Proteína Bruta	Energia Bruta
Resíduo de cervejaria	91,04	91,46

Os resultados das avaliações econômicas, nos diferentes níveis de inclusão do resíduo de cervejaria estão apresentados na tabela 12.

Tabela 12. Avaliações econômicas das rações controle e experimentais.

LUCRATIVIDADE (R\$/peixe)			
RAÇÃO (T0)	RAÇÃO (T1)	RAÇÃO (T2)	RAÇÃO (T3)
0,12	0,13	0,13	0,15

6. DISCUSSÃO

Entre as variáveis limnológicas utilizadas na avaliação da qualidade da água estão o pH, o oxigênio dissolvido, a temperatura e a condutividade elétrica (tabela 5). Não houve oscilação significativa dessas variáveis durante o período experimental.

Os valores pH medidos apresentam caráter ácido e durante o experimento se mantiveram entre 5,53 e 5,59. Segundo ARIDE (2007) o melhor crescimento do tabaqui ocorre em pH ácido, com valores variando entre 4,0 e 6,0. No presente estudo os valores de pH obtidos, estão dentro da faixa ótima para esta espécie.

O teor de oxigênio dissolvido manteve-se a um nível seguro tanto para a sobrevivência quanto para a produção do tabaqui, com valores entre 5,93 e 5,99 mg/L. Mesmo com estes valores, registrou-se pouca mortalidade, pois segundo SILVA & CARNEIRO (2007) é grande a adaptabilidade do tabaqui á águas com baixos níveis de oxigênio dissolvido.

Em relação à temperatura observou-se como menor e maior valor 26,3 °C e 26,4°C, respectivamente. Essas são temperaturas características de região tropical, de maneira que não possuem variação brusca. Esses valores estão dentro da faixa ideal para o cultivo e semelhantes aos valores encontrados por GOMES et al., (2004) estudando tabaqui na região.

Os resultados de condutividade elétrica medidos, 66,90 a 67,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, encontram-se abaixo dos limites previstos em cultivos (60 a 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$), contudo, esses níveis podem estar associados às excretas dos peixes e resto de ração não consumida, contribuindo para o acúmulo de íons no ambiente de cultivo (ITUASSU *et al.* 2004); tempo de residência da água ou aumento dos teores de dureza (OLIVEIRA *et al.* 2010).

A manutenção das variáveis limnológicas nas unidades amostrais podem ter contribuído para a homogeneização dos parâmetros de desempenho zootécnico avaliados, uma vez que os diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria testados no presente estudo, não apresentaram diferenças significativas nas análises de ANOVA e teste Tukey ($p>0,05$).

Os diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria testados não afetaram os indicadores de peso médio final, comprimento total médio final e comprimento padrão médio final. Segundo BRIDGES e KLING (2000) e LOPEZ e SAMPAIO (2000) estes são os fatores mais limitantes no crescimento de peixes. Observou-se que para esses indicadores o tratamento T3 apresentou melhores resultados comparado aos demais tratamentos.

Os índices observados de ganho de peso médio não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$), indicando que os diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria não influenciaram sobre esse índice.

Os valores de sobrevivência se mantiveram próximos de 100% em todos os tratamentos, devido ao manejo realizado e o bom condicionamento dos juvenis no início do experimento. As pequenas diferenças nos valores mostraram diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$). Dessa forma, os diferentes níveis de inclusão, influenciaram nos valores de sobrevivência. Assim como neste trabalho, sobrevivências superiores a 80% foram reportadas na criação de tambaqui na fase de recria em tanques-rede (BRANDÃO *et al.*, 2004), na engorda em viveiros (ARBELAEZ-ROJAS *et al.*, 2002; MEROLA e SOUZA, 1988; IZEL e MELO, 2001), na engorda em tanques-rede (GOMES *et al.*, 2006) e na engorda em canais de igarapé (ARBELAEZ-ROJAS *et al.*, 2002).

O menor valor de biomassa encontrado foi para o tratamento T1, com valor de $25,29 \pm 0,06$ g. O tratamento com maior biomassa ao fim de cultivo foi o T3 com $26,01 \pm 0,42$ g (Tabela 6). As diferenças entre os valores de biomassa foram estatisticamente significativas ($p<0,05$). Os tratamentos possuíam ganhos de peso próximos, logo o aumento da biomassa foi proporcional aos respectivos níveis de inclusão de resíduo de cervejaria.

O consumo médio de ração apresentou diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos. A qualidade da água e a quantidade de alimento fornecido, conseqüentemente, aumentam os níveis de amônia (BRIDGES e KLING, 2000). Isto pode levar os animais a uma condição de estresse, diminuindo ingestão de alimento e assim, diminuição da taxa de crescimento (GOMES *et al.*, 2003).

A conversão alimentar aparente não foi afetada pelos diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria. Os resultados encontrados foram altos quando comparados com BRANDÃO *et al.* (2004) na recria de tambaqui em gaiolas que foi de 0,92 e 1,27 e ARBELAEZ-ROJAS *et al.* (2002) que encontraram para engorda de tambaqui valores de 1,35 no sistema de viveiros escavados e 1,80 na criação em canal de igarapé. As melhores CAA foram encontradas nos tratamentos T1 e T3 com índices de $2,03 \pm 0,08$ e $2,07 \pm 0,56$ (Tabela 6) respectivamente, não diferenciando estatisticamente ($p<0,05$) dos demais tratamentos.

As médias de taxa de crescimento específico obtidas neste trabalho foram superiores às encontradas por BRANDÃO *et al.* (2004) que observaram valores variando de 5,53% a 6,17%, este fato pode estar associado às baixas densidades utilizadas no sistema de viveiros, que leva os animais a apresentarem um crescimento mais acelerado. O melhor resultado foi de $26,62 \pm 0,97\%$ e o mais baixo, de $25,67 \pm 3,53\%$, dos tratamentos T1 e T3 respectivamente.

Apesar da proximidade, os resultados encontrados para este experimento com diferentes níveis de inclusão de resíduos de cervejaria apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$).

Os valores de eficiência alimentar apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), significando que para este experimento, os diferentes níveis de inclusão não tiveram efeito adverso sobre o desempenho dos animais, onde o melhor resultado foi encontrado no tratamento T3 com $0,034 \pm 0,001$.

O índice hepatossomático (IH) avaliado ao final do experimento não demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Isto significa que os diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria não exerceram influência sobre este índice (Tabela 7). Valores do IH totalmente restabelecidos, superando valores do controle após 30 dias de realimentação, com regeneração das reservas energéticas do fígado (lipídeo e glicogênio) e aumento no volume dos hepatócitos foram encontrados por BOHM *et al.* (1994), COLLINS & ANDERSON (1995) e SOENGAS *et al.* (1996). Outros resultados de estudos obtiveram diminuição do IHS, indicando provável mobilização de lipídeos e glicogênio do fígado (SOENGAS *et al.*, 1996; HUNG *et al.*, 1997; SOUZA *et al.*, 1994).

O fator de condição também não demonstrou diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Este fato revela que nem todos os tratamentos proporcionaram tamanhos finais similares, não significando que os peixes menores sejam obrigatoriamente peixes magros, a exemplo do trabalho registrado para tambaqui por ITUASSÚ *et al.* (2004).

Estudos que envolvem a hematologia como parâmetro de avaliação das respostas fisiológicas dos peixes alimentados com dietas artificiais tem sido desenvolvidos para diversas espécies (BARROS *et al.*, 2002; CHAGAS e VAL, 2003; FERRARI *et al.*, 2004), sendo essa uma ferramenta importante para se avaliar a eficiência das dietas em ambiente de cultivo (AFFONSO *et al.*, 2007). Isso porque através desse parâmetro é possível estimar, ainda que indiretamente, a condição nutricional do peixe (TAVARES-DIAS *et al.*, 2002). Para Tavares-Dias (2004), a subnutrição causada por dieta desequilibrada é um dos mais prejudiciais condições adversas para a homeostase biológica do organismo, contribuindo para o fracasso do cultivo. Exposição dos animais a situações de estresse provoca a várias respostas fisiológicas conhecidas como resposta ao stress, caracterizado por a ativação de dois componentes do sistema endócrino: catecolaminas e corticosteroides (BARTON, 2002).

Os índices de Ht, RBA e HCM não sofreram influência da inclusão dos diferentes níveis de resíduo de cervejaria. Diferentemente dos índices de Hb, VCM, CHCM, glicose, colesterol e triglicerídeos, onde apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

Os baixos resultados observados para Ht, Hb e RBA (Tabela 7), foram os mesmos encontrados por GEMAQUE *et al.* (2014) que encontraram valores entre 25,90-37,75; 6,60-10,72 e 1,09-1,82 para Ht, Hb e RBA, respectivamente, nas características hematológicas para tambaquis cultivados em pisciculturas de Macapá-AP e Pereira-Junior *et al.* (2013) que observaram valores entre 27,0-30,0; 6,8-7,5 e 1,6-1,8 para os mesmos índices, respectivamente, com parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca. A elevação do valor de Ht pôde ser observada como resposta hematológica secundária a eventos estressantes, para diversas espécies (OKAMURA *et al.*, 2007). Entretanto, a redução do percentual de hematócrito pode ser caracterizada como processo de anemia, comprovados por Chagas e Val (2003) em estudos realizados com tambaqui (*C. macropomum*), e por Santos (2009) realizando estudos com matrinxã (*Brycon amazonicus*) submetidos a diferentes dietas alimentares. A diminuição destes valores pode estar relacionada à presença de acanthocephalo observado no intestino dos animais. Os parasitas são responsáveis por grandes prejuízos, como altas taxas de mortalidade, redução de crescimento e perda do valor comercial de peixes cultivados (EIRAS, 1994; PAVANELLI *et al.*, 2002; MALTA *et al.*, 2001).

Os resultados obtidos para o VCM do tratamento T3 apresentaram elevação significativa ($p > 0,05$) em relação aos demais tratamentos. Os valores de HCM não indicaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$). Por outro lado, os valores de CHCM do experimento apresentaram redução significativa ($p > 0,05$) como mostra a Tabela 7. Segundo Tavares-Dias *et al.* (2001) o aumento nos valores de VCM em *C. macropomum* é observado em decorrência a exposição ao estresse. De modo geral, o HCM é o índice que mede o peso da hemoglobina dentro da hemácia (SILVA, 2010). Os baixos índices na concentração de hemoglobina influenciaram os valores de HCM. Os valores médios da CHCM do presente estudo apresentam-se condizentes com os valores descritos por TAVARES-DIAS, SANDRIN e SANDRIN, (1998), TAVARES-DIAS e MORAES (2004); BORGES (2011) e OBA *et al.* (2011) para o *C. macropomum*.

A glicose é um dos principais índices utilizados para alterações de níveis fisiológicos e bioquímicos, sendo um bom indicativo secundário (BARTON *et al.*, 2005). Os níveis de glicose apresentaram tendências crescentes estatisticamente diferentes ($p > 0,05$) de acordo com o aumento da inclusão do resíduo de cervejaria nas dietas. Os resultados obtidos são altos, acima de 104,55 mg/dL (tratamento T3), quando comparados a BRANDÃO *et al.* (2004) que apresentaram valores menores que 70 mg/dL com elevada densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede.

Os índices de colesterol e triglicerídeos também apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Esse efeito redutor dos níveis de colesterol e triglicerídeos plasmáticos, ocorrem devido as fontes de proteínas vegetais, apresentarem efeito hipocolesterolémico, devido à presença de níveis elevados de polifenol nas dietas, na forma de isoflavonas estrogênicas (DE SCHRIJVER, 1990; SETCHELL e CASSIDY, 1999).

A diversidade de respostas fisiológicas em diferentes espécies de peixes demonstra a gama de possibilidades que estas apresentam para tentar adaptar-se as adversidades causadas pelos agentes estressores, que variam de acordo com a dose e o tempo de exposição a estes agentes (MORGAN e IWAMA, 1997; URBINATI *et al.*, 2004).

Devido ao seu alto valor nutricional e a sua disponibilidade constante ao longo do ano, o resíduo de cervejaria sempre atraiu muito os piscicultores. Dessa forma, visualizando os resultados obtidos durante as análises realizadas, os mesmos apresentaram resultados similares para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) e em relação a fibra bruta (FB) os resultados se mostraram valores menores. Isso comprova o alto valor nutricional do resíduo de cervejaria analisado

Os valores observados de digestibilidade aparente não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) para matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Os altos valores para a dieta referencia e o resíduo de cervejaria pode ser justificado pelo hábito alimentar do tambaqui que é uma espécie onívora e que varia a escolha dos alimentos de acordo com a sazonalidade da produção (NUNES *et al.*, 2006).

Comparando os valores de digestibilidade aparente para a dieta referencia e o resíduo de cervejaria, podemos presumir que o tambaqui aproveita bem os nutrientes do resíduo de cervejaria.

SENA (2012) determinou o CDA da matéria seca, proteína bruta e energia bruta de ingredientes protéicos e energéticos pelo tambaqui, onde a farinha de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de vísceras, glúten de milho, farelo de soja, farelo de algodão apresentaram valores variando entre 95,75 e 59,69% para MS do glúten de milho e farelo de algodão, 97,76 e 83,42% para PB do glúten de milho e farinha de vísceras e 95,30 e 50,28% para EB do glúten de milho e farelo de algodão, já o farelo de arroz, farelo de trigo, milho, quirera de arroz e sorgo apresentaram variações entre 97,15 e 57,45% para MS do sorgo e farelo de trigo, 96,78 e 89,99% para PB do sorgo e quirera de arroz e 96,21 e 51,09% para EB do sorgo e farelo de trigo que quando comparados com o estudo realizado, observamos 98,76% MS, 97,93% PB e 98,03% EB para o resíduo de cervejaria, mostrando índices satisfatórios para CDA.

Quando esses resultados são comparados com outros trabalhos, FURUA et al. (2004) determinaram CDA da PB e EB do sorgo para tilápia do Nilo que verificaram valores de 82,40-84,94% e 68,37-70,17% respectivamente. PEZZATO et al. (2002) também trabalharam com a tilápia do Nilo obtendo os melhores CDAs, de ingredientes de origem vegetal, para o glúten de milho (91,96% MS; 95,96%PB) e o farelo de soja (71,04% MS; 91,56%PB). SOUZA & FURUYA (2003) avaliaram o CDA do farelo de algodão pela tilápia e piavuçu e encontraram 70,23% e 58,38% de MS para tilápia e piavuçu respectivamente. Dessa forma, verifica-se valores maiores de CDA para o resíduo de cervejaria fornecidos a juvenis de tambaqui.

As rações referência e experimentais apresentam participação nos custos do presente trabalho e está associado à utilização de dietas com menores custos, para produção de juvenis de tambaqui, com responsabilidade nos desempenhos zootécnicos e lucratividade. O custo da dieta do tratamento T3 apresenta o menor custo/kg, proporcionando uma redução de 27,23% do maior custo/kg como mostra o tratamento T0. JOMORI *et al.* (2005) observaram que os gastos com alimento possuem relação direta com o tempo de cultivo, aumentando à medida que os animais permanecem no sistema de produção.

Os indicadores de lucratividade obtidos neste trabalho melhoraram com o aumento da inclusão de resíduo de cervejaria, e como o desempenho zootécnico foi afetado pelas inclusões deste resíduo, não foi possível observar uma estabilização nestes indicadores. Assim o aumento da inclusão de resíduo de cervejaria é desejável por ser utilizada nas dietas de juvenis de tambaqui.

7. CONCLUSÕES

O resíduo de cervejaria mostrou seu alto valor nutricional, onde o tambaqui aproveitou bem os nutrientes presentes neste ingrediente, apresentando alta digestibilidade. Dessa forma, podemos indicar este resíduo para ser utilizado como ingrediente alternativo na ração de juvenis de tambaqui.

O aumento da inclusão do resíduo de cervejaria proporcionou uma melhora no processo produtivo sem afetar a qualidade da água, impactando positivamente todos os indicadores econômicos. O maior nível de inclusão (T3) foi o tratamento que apresentou os melhores resultados de desempenho zootécnico, menor custo por quilo da ração e maior lucro por quilo do peixe vivo. A presença de acanthocephalo pode ter contribuído para os resultados dos parâmetros hematológicos e bioquímicos, onde o tratamento T3 se destacou como melhor em relação aos outros tratamentos. O aumento do nível de inclusão do resíduo de cervejaria (T0 para T3) foi suficiente para provocar uma redução de 27,23% no custo por quilo da ração e aumento de 20,00% no lucro por quilo do peixe vivo. Nas condições de manejo e criação do presente estudo, o nível de 30% de inclusão de resíduo de cervejaria (T3) foi o que apresentou os melhores resultados, mostrando que podemos utilizar este resíduo como ingrediente alternativo na ração para juvenis de tambaqui.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles-fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Nutrition**, 13: 1-9, 2007.
- ABREU, M. B.; VIEIRA, A.A.; GOMES, M.P.; LIMA, T.S.; MATOS, E.S. & BEZERRA, E.S. Alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação com dietas contendo níveis crescentes de bagaço de cevada. **ANAIS DO ZOOTEC**, Brasília, DF, 2004.
- AFONSO, E. G.; SILVA, E. C.; TAVARES-DIAS, M.; MENEZES, G. C.; CARVALHO, C. S. M.; NUNES, E. S. S.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; FIM, J. D. I.; MARCON, J. L. Effect of high levels of dietary vitamin C on the blood responses of matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 147, p. 383-388, 2007.
- ALLAN, G.L.; SCOTT, P.; BOOTH, M.A. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*. I. **Digestibility of alternative ingredients**. **Aquaculture**, 186: 293-310. 2000.
- ALLTECH – ANIMAL NUTRICION AND HEALTH. Alltech Feed Survey reports steady increase in 2014 global production; industry edges closer to 1 billion ton Mark. **Press Releases**. Lexington, 2015. Disponível em: [http:// http://www.alltech.com/news/news-articles](http://www.alltech.com/news/news-articles). Acesso em 01.03.2015.
- A.O.A.C (Association of official analytical chemists). **Official methods of analysis**. USA: AOAC, 2000.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Rev. Bras. de Zootec.** Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.
- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. **Aquaculture Research**. Volume 38, p. 588-594. 2007.
- BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G. Performance and economic indicators of a large scale fish farming in MatoGrosso, Brazil. **Rev. Bras. de Zootec.** Viçosa, v. 41, n. 6, p. 1325-1331, 2012.
- BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J.M. A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.145-154, 2011 (supl. especial).
- BRANDÃO, F.R; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362, abr. 2004.

BROCHIER, M. A. **Aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação**. 120f. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo. 2007.

BROCHIER, M. A.; CARVALHO, S. Efeito de diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria sobre as características da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.1, p.190-195, 2009.

BRIDGES, B. B.; KLING, L.J. Larval culture of Atlantic cod *Gadus morhua*/ at high stocking densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 181, n. 1-2, p. 61–69, 2000.

BARTON, B.A.; RIBAS, L.; ACERETE, L.; TORT, L. Effects of chronic confinement on physiological responses of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., to acute handling. **Aquaculture Research**. 36:172-179. 2005.

BICUDO, I. J.; SADO, R. Y.; CYRINO, E. P. Growth and hematology of Pacu *Piaractus mesopotamicus*, Fed diets with varying protein to energy ratio. **Aquacult. Res.**, 40, 486-495. 2009.

BORGES, M. **Hematologia e Bioquímica de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e do Híbrido Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) cultivados em Pisciculturas de Macapá, AP**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Amapá, 55p., 2011.

BÖHM, R., HANKE, W., SEGNER, H. The sequential restoration of plasma metabolite levels, liver composition and liver structure in refeed carp, *Cyprinus carpio*. **J. Comp. Physiol.**, v. 164B, p. 32-41, 1994.

CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B.; BALZANA, L.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R.. Farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui (*Colossoma Macropomum*, Cuvier, 1818). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, vol.66, 2014.

CAVALCANTI, F.H.M.H.; INOUE, L.A.K.A.; PEREIRA, E.M.O.; PEREIRA, M.I.O. Perspectivas de uso do resíduo de cervejaria na alimentação de tambaqui (CUVIER, 1818) na região metropolitana de Manaus. In: Congresso Brasileiro de Aquicultura e Espécies Nativas, 4., Belem. **Pôster**. p. 86. 2013.

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; PEREIRA, T. M. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) In: TAVARES-DIAS, M. (Org.). **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: EMBRAPA Amapá, p. 33- 46. 2009.

CENTENO, L.; SILVA-ACUÑA, R.; BARRIOS, R. LUGO, R.S.; MATUTE, C.; PÉREZ, J.L. Hematological characteristics of cachama (*Colossoma macropomum*) in three phases of the growth in Delta Amacuro, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, 25: 237-243 (In Spanish, with abstract in English). 2007.

CERQUEIRA, V.R. Cultivo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: Baldisserotto, B. e Gomes, L.C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. UFSM. p. 403-431, 2005.

CETESB- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Nota técnica sobre tecnologia de controle: **Fabricação de cervejas e refrigerantes**, NT- 24, CETESB, São Paulo, 27p. 2005.

CHAGAS, E.C.; VAL, A.L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 3, p.397-402. 2003.

CHO, C. Y.; Cowey, C. B.; Watanabe, T. Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development. Ottawa, **IDRC**. 154 p. 1985.

CHO, C.Y. Fish nutrition, feeds, and feeding: with special emphasis on salmonid aquaculture. **Food Reviews International**, 6(3): 333-357. 1987.

CHO, C.Y. 1993. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. In: KAUSHIK, S.J.; LAQUET, P. (Eds.) **Fish nutrition practice**. Paris: INRA, p. 363-374, 1993.

CLARK, J.H.; MURPHY, M.R.; CROOKER, B.A. Supplying of the protein needs of dairy cattle from by-products feed. **Journal of Dairy Science**. v.60, n. 5, p. 1092-1109, 1987.

CLARO-JR, L.; FERREIRA, E.; ZUANON, J.; ARAÚJO-LIMA, C. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 34, n.1, p. 133-137, 2004.

COLLINS, A. L; ANDERSON, T. A. The regulation of endogeneous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. **J. Fish Biol**, v. 47, p. 1004 – 1015. 1995.

COSTA, A. D.; VIEIRA, A. A.; LIMA, C. A. R.; VIEIRA, M. S.; Mattos, M. A.; Oliveira, C. H.; Mendes, L. L. Desempenho de suínos em crescimento (26-70 kg) alimentados com ração contendo bagaço de cevada, **Anais do Zootec**, Águas de Lindóia, SP, 2009.

COSTA, J. I. **Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem**. JABOTICABAL – SP. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP, 2013.

COSTA, J.M.B; MATTOS, W.R.S.; BIONDI, P.; CARVALHO, D.D. Composição Químico-bromatológica do resíduo de cervejaria. **Boletim da Indústria Animal**. Nova Odessa. V.51, nº 1, p.p 21-26. 1994.

CRIVELENTI, L. Z; BORIN, S; PIRTOUSCHEG, A; NEVES, J. E. G; ABDÃO, E. M. Desempenho econômico da criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em sistema de produção intensiva. **Vet. Not.**, Uberlândia, v. 12, n. 2, p. 117-122, 2006.

CRUZ, W. D.; MIGUEL, C. B.; BONIFÁCIO, A. D.; REIS, F. A.; FIALHO, A. P. Resíduo de cervejaria na alimentação de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 24 (n. especial): 133 – 138. 1997.

CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: **TecARt**, 533p. 2004.

DAIRIKI, J. K. & SILVA, T. B. A. **Revisão de Literatura Exigências Nutricionais do Tabaqui – Compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. 2011.

DAVIS, C.L.; GRENAWALT, D.A.; MCCOY, G.C. Feeding value of presed brewers grains for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. Champaign. V.66, nº 1, p.p 73-79, 1983.

DE SCHRIJVER, R. Cholesterol metabolismo in mature and immature rats fed animal or plant protein. **Journal Nutrition**, 120:1624-1632. 1990.

EIRAS, J.C. Elementos de Parasitologia. **Fundação Eng. Antônio de Almeida**, Porto, Portugal. 339p. 1994.

EITS, R. M.; GIESEN, G. W. J.; KWAKKEL, R. P. Dietary balanced protein in broiler chickens. 2. An economic analysis. **British Poultry Science**, v. 46, p. 310-317, 2005.

FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. Rome, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>. Acesso em 15.07.2013.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture**. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/documents/cad/en>. Acesso em 01.03.2015.

FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.646-653, 2000.

FERRARI, J. E. C.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; GONÇALVES, G. S.; HISANO, H. Níveis de cobre em dietas para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, p. 429 – 436, 2004.

FRANÇA-SEGUNDO, L. F. **Digestibilidade aparente de nutrientes e da energia de alimentos alternativos para tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. Teresina, Piauí - 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, 2008.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, 199: 197-227. 2001.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio paranapanema, Estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, SP, v.36, n.3, p. 63-69, 2006.

FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; BOTARO, D.; HAYASHI, C.; FURLAN, A.C.; SANTOS, V.G. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta e da proteína da silagem de

sorgo com alto e baixo tanino pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1213-1217, 2004.

GARCEZ, R. C. S. **Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional**. 2009, 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

GEMAQUE, S.R.F.; LOBATO, A.N.; COSTA, A.G.; MONTAGNER, D.; TAVARES-DIAS, M.; YOSHIOCA, E.T.O. Características Hematológicas de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivado em pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá. **Revista de Ciências da Amazônia**, Macapá, n. 2, v. 1, p. 41-62, 2014.

GOMES, L. C.; CHIPARI-GOMES, A. R.; Lopes, N. P.; Roubach, R.; Araujo-Lima, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as anesthetic for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **J. World Aquac. Society**, v.31, p.426-431. 2001.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E.C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesqui. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.

GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. ; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 253, p. 374–384, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.020>>.

GOMES, L. G.; BRANDÃO, F. B.; CHAGAS, E. C.; FERREIRA, M. F. B.; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazônica**, v.34(1), p.11-113, 2004.

GOMES, M. P.; ABREU, M. B.; LIMA, T. S.; VIEIRA, A. A.; MATTOS, E. S.; BEZERRA, E. S. Desempenho de suínos em crescimento com ração complementada com bagaço de cevada. **Anais do Zootec**, Brasília, DF, 2004.

GRAEFF, A.; KREUZ, C. L.; PRUNER, E. N.; SPENGLER, M. M. Viabilidade Econômica de Estocagem de Alevinos de Carpa Comum (*Cyprinus Carpio* Var. *Specularis*) no Inverno em Alta Densidade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 4, p. 1150-1158, 2001.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **J. World Aquac. Soc.**, v. 39, n.6, 781-789, 2008.

GUTIÉRREZ A., F. W.; ZALDÍVAR R., J.; CONTRERAS S., G. Efecto de varios niveles de energíadigestible y proteína Enla dieta sobre elcrecimiento de gamitana (*ColossomaMacropomum*) cuvier 1818. **Rev Inv Vet Perú**. 20 (2): 178-186. 2009.

HONDA, E.M.S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossomabidens*. **Acta Amaz.** Manaus, v. 29, n.4, p.47-53, 1974.

HOSSAIN, M. A. R.; HAYLOR, G. S.; BEVERIDGE, M. C. M. 2000. The influence of food particle size on gastric emptying and growth rates of fingerling African catfish, *Clarias gariepinus*. *Burchel, Aquaculture Nutrition*, 6: 73-76. 1822.

HUNG, S. S. O.; LIU, W.; LI, H.; STOREBAKKEN, T.; CUI, Y. Effect of starvation on some morphological and biochemical parameters in white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Aquaculture*, v. 151, p. 357 – 363. 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Pecuária Municipal. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01/03/2015

INOUE, L.A.K.A.; BOIJINK, C.L. **Manaus a capital do tambaqui**. Artigo em Hypertexto. 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_1/tambaqui/index.htm. Acesso em: 11/11/2013.

ITUASSU, D.R.; SANTOS, G.R.S.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 1199-1203. 2004.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas**. Manaus. Embrapa Amazônia Ocidental, 11 p., Documentos, 32. 2004.

JACOMETO, C. B.; BARRERO, N. M. L.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, M. P.; GOMES, P. C.; POVH, J.A.; STREIT JUNIOR, D. P.; VARGAS, L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Variabilidade genética em tambaquis (Teteostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF. V. 5, p. 481-487, maio 2010.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 243, n. 1-4, p. 175–183, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.034>>.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v.14, n.82, p. 49-55, mar/abr. 2004.

KUBITZA, F. 2012. Tambaqui: Alimentando com eficiência para reduzir custos. In Tocantins - O cenário Perfeito para uma produção sustentável. Panorama da Aquicultura, Vol. 22, nº. 129, janeiro/fevereiro, 2012. Disponível em <http://www.panoramadaaquicultura.com.br>. Acesso em: 14/07/2013.

LÓPEZ, C. M.; SAMPAIO, E. V. Sobrevivência e crescimento larval do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae), em função de três densidades de estocagem em laboratório. *Acta Scientiarum*. Maringá, v. 22, n. 2, p. 491-494, 2000.

MALTA, J.C.O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S.; VARELLA, A.M.B. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala:

Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31(1): 133-143. 2001.

MARTIN, N. B.; SCORVO-FILHO, J. D.; SANCHES, E. G.; NOVATO, P. F. C. AYROSA, L. M. S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 9-47, 1995.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/ barragens no Estado do Amazonas**. Manaus, EMBRAPA, Amazônia Ocidental, 25p, 2001.

MEROLA, N.; SOUZA, J. H. Cage Culture of the Amazon Fish Tambaqui, *Colossoma macropomum*, at Two Stocking Densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 71, n. 1-2, p. 15-21, 1988. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90269-4](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(88)90269-4)>.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, ano 2011. Brasília, 2014. Acesso: 19.10.2014.

MORGAN, J.D.; IWAMA, G.K. Measurements of stressed states in the field. Págs: 247-270. Em: IWAMA, G.K.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK, C.B. (Eds.). *Fish stress and health in aquaculture*. Society for Experimental Biology Seminar Series 62. **Cambridge University Press**, New York, USA. 1997.

MURDOCK, F.R.; HODGSON, A.S.; RILEY JR, R.E. Nutritive value of brewers grains for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. Champaign. V.64, nº 9, p.p 1826-1832, 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutritional Requirements of fishes. **National Academy Press**. Washington, DC, USA. 114 p. 1993.

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

NAVARRO, R. D.; MATTA, S. L. P.; LANNA, E. A. T. Níveis de energia digestível na dieta do piauçu (*Leporinus macrocephalus*) no desenvolvimento testicular em estágio pós-larval. *Zootecnia Tropical*, v.24, n.2, p.153-163, 2006.

NCR. Nutrient Requirement of Beef Cattle. 7ed. Washington, DC. **Academic Press**. 242p. 1996.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SYMPOSIUM ON FEEDING TROUT AND SALMON CULTURE, SC II-7., 1966, Belgrade. **Proceedings**. Belgrade: EIFAC, p.17. 1966.

NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestíveis exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.41, n.1, p. 149-153. 2006.

OBA, E.T.; CORRÊA, R.O.; MARINHO, R.G.B.; TOSTES, L.V.; SANTOS, J.S.; MEYER, G.; MARTINS-JÚNIOR, H. Avaliação hematológica de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

após alimentação com torta de tucumã. **III Conferência Latino Americana Sobre Cultivo de Peixes Nativos**. 2011.

OISHI, C. A. **Resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Manaus, AM, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Amazonas (UFAM)-Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2007.

OLIVEIRA, A. M. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Civier 1818)**. Manaus, AM. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Amazonas (UFAM)-Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2005.

OLIVEIRA, R.P.C.; SILVA, P.C.; BRITO, P.P.; GOMES, J.P.; SILVA, R.F.; SILVEIRA FILHO, P.R.; ROQUE, R.S. Variáveis hidrológicas físico-químicas na criação da tilápia-do-nylo no sistema raceway com diferentes renovações de água. **Ciência Animal Brasileira**, 11: 482-487. 2010.

OKAMURA, D.; ARAÚJO, F.G.; LOGATO, P.V.R.; MURGAS, L.D.S.; FREITAS, R.T.F.; ARAÚJO, R.V. Efeito da vitamina C sobre o hematócrito e glicemia de alevinos de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) em transporte simulado. **Arquivo Brasileiro de Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.883-888, 2007.

PAULA, F. G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* X *P. brachipomus*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento. **EDUEM**, Universidade Estadual de Maringá, Nupélia, Maringá, Brasil. 264p. 2002.

PEREIRA-FILHO, M. Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro. In: VAL, A. L.; HONCZARYK, A. (Eds.). **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: Instituto de Pesquisas da Amazônia, p. 75-82. 1995.

PEREIRA-JUNIOR, G.; PEREIRA, E.M.O.; PEREIRA-FILHO, M.; BARBOSA, P.S.; BRASIL, E.M.; SHIMODA, E. Parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo farinha de cruera de mandioca. **Acta Biomedica Brasiliensia**. Volume 4, nº 1. Julho de 2013.

PEREIRA, T. M.; BARREIROS, N. R.; CRAVEIRO, J. M. C.; CAVERO, B. A. S. O desempenho econômico na produção de tambaqui comparando dois sistemas de criação na Amazônia Ocidental. In: **Encontro mineiro de engenharia de produção**, 5, Viçosa. **Pôster**. p. 78-84. 2009.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C. DE; BARROS, M. M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **R. Bras. Zootec.**, 31(4):1595-1604. 2002.

POLAN, C.E.; HEMRRIGTON, W.A.; Wark, W.A. et al. Milk production response to diets supplemented with dried grains, wet brewers grains, or soybean meal. **Journal of Dairy Science**. V.68, n° 8, p.p 2016-2026, 1985.

RESENDE, E. K. de. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aqüicultura no Brasil. Aquabrazil. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.38, n. esp., p. 52-57, 2009.

ROGERS, J.A.; CONRAD, H.; DEHORITY, B.A.; GRUBB, J.A. Microbial numbers, rumen fermentation, and nitrogen utilization of steers fed wet or dried brewers grains. **Journal of Dairy Science**. Champaing. 69: 745-53. 1986.

SAINT-PAUL, U. The Neotropical Serralmid *Colossoma macropomum*, a promising species for fish culture in Amazonia. **Animal Reserchan Development**, 22: 7-31. 1985.

SANTOS, C. Aquicultura e pesca: mudança no modelo exploratório. In: TAVARES-DIAS, M. (org.) **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, p.13-32, 2009.

SALLUM, W. B.; BERTECHINI, A. G.; CANTELMO, O. A.; PEZZATO, L. E.; LOGATO, P. R. V. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de ingredientes de ração para o matrinchã (*Brycon cephalus*, Günther 1869) (Teleostei, Characidae). **Ciênc. agrotec.**, 26(1): 174-181. 2002.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Frutos e Sementes Consumidos pelo Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) Incorporados em Rações. Digestibilidade e Velocidade de Trânsito pelo Trato Gastrointestinal. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1815-1824, 2003 (Supl. 2).

SENA, M.F. **Digestibilidade aparente de alimentos para tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 54 f. dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2012.

SETCHELL, K.D.R., CASSIDY, A., Dietary isoflavones: biological effects and relevance to human health. **Journal Nutrition**, 129: 758–767. 1999.

SILVA, G.F.N. **Perfil hematológico de psitacídeos mantidos em cativeiro**. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina-PE. 67p, 2010.

SILVA, C. A. & CARNEIRO, P. **Qualidade da água na engorda de tambaqui em viveiros sem renovação de água**. Embrapa, agosto/2007

SOUZA, S.R.; HAYASHI, C. Digestibilidade do farelo de algodão pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus* B & G). **Acta Scientiarum**, Animal Sciences, Maringá, v. 25, n. 1, p. 15-20, 2003.

SOENGAS, J. L; STRONG, E. F; FUENTES, J; VIEIRA, J.A.R.; ANDRÉS, M. D. Food deprivation and refeeding in Atlantic salmon, *Salmo salar*. Effects on brain and liver

carbohydrate and ketone bodies metabolism. **Fish Physiol. Biochem.**, v.15, n. 6, p. 491 – 511. 1996.

SOUZA, V. L. **Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no metabolismo de pacus juvenis (*Piaractus mesopotamicus*)**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, 163p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 1994.

SHIPTON, T. A.; BRITZ, P. J. An assessment of the use of chromic oxide as a marker in protein digestibility studies with *Haliotis midae* L. **Aquaculture**, vol. 203, p. 69-83, 2001.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E.F.S.; SANDRIM, A. Características hematológicas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818 (Osteichthyes: Characidae) em sistemas de monocultivo intensivo. I. Serie Eritrocitária. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 58, p. 197-202. 1998.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E.F.S.; MORAES, F.R.; CARNEIRO, P.C.F. Physiological responses of “tambaqui” *Colossoma macropomum* (CHARACIDAE) to acute stress. **Boletim do Instituto da Pesca**, v.27, p.43-48, 2001.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. **Hematologia de peixes teleósteos**. Ribeirão Preto-SP: M. Tavares-Dias, 144p. 2004.

Tavares-Dias, M.; Barcellos, J. F. M.; Marcon, J.L; Menezes, G.C.; Ono, E.A.; Affonso, E.G. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimidae) in net cage culture. **Electronic Journal of Ichthyology**, 2: 61-68. 2007.

TAVARES-DIAS, M.; AFFONSO, E.G.; OLIVEIRA, S.R.; MARCON, J.L.; EGAMI, M.I. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. **Acta Amazonica**, 38: 799-806. 2008.

TORELLI, J.E.R.; OLIVEIRA, E.G.; F. HIPÓLITO, M.L.; L. RIBEIRO, L. Uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. 5(3): 1-15. 2010.

URBINATI, E.C.; ABREU, J.S.; CARMARGO, A.C.S.; LANDINES, M.A. Loading and transport stress in juveniles matrinxã (*Brycon cephalus*) at various densities. **Aquaculture**. 229:389-400. 2004.

VIDAL JR., M. V.; DONZELE, J. L.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, L. C. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n.6, p. 2193-2200, 2004 (supl. 3).

VIEIRA, A. A.; BRAZ, J. M.; COSTA, A. D.; AGOSTINHO, T. S. P.; SANTOS, T. N.; MATTOS, E. S. Desempenho de suínos em crescimento com dietas contendo bagaço de cevada. **Anais do Zootec**, Recife, PE, 2006.

VILHELMSSON, O.T.; MARTIN, S.A.M.; MEDALE, F. Dietary plant-protein substitution affects hepatic metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **British Journal of Nutrition**, v.92, p.71-80, 2004.

VILLACORTA-CORREA, M. A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos**. 1997, 214p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1997.

WALDHOFF, D.; SAINT-PAUL, U.; FURCH, B. Value of fruits and seeds from the floodplains forests of Central Amazonia as food source for fish. **Ecotropica**, 2(2):143-156. 1996.

WALDHOFF, D.; MAIA, L. Production and chemical composition of fruit from trees in floodplain forests of Central Amazonia and their importance for fish production. In: The Central Amazon Floodplain: Actual use and options for a sustainable management. W.J. Junk; J.J. Ohly; M.T.F. Piedade & M.G.M. Soares (Eds.). **Backhuys Publishers**, Leiden. p. 393-410. 2000.

WEBSTER, C.D.; TIDWELL, J.H.; YANCEY, D.H. Evaluation of distiller's grain with solubles as a protein source in diets for channel catfish. **Aquaculture**, 96: 179-190. 1991.

WINTROBE, M.M. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haemat.**, 51:32-49. 1934.

YUSOFF, F.M.; MCNABB, C.D. Effects of nutrient availability and fish production in fertilized tropical ponds. **Aquaculture**, 78: 303-332. 1989.