

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA DE PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TAMBACUI
(*Colossoma macropomum*) ALIMENTADOS COM
DIETA SUPLEMENTADA COM FARINHA DE TENÉBRIO (*Tenebrio
molitor*)

Bolsista: Maria Francisca da Graça Cruz, CNPQ.

HUMAITÁ/AM
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA DE PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-A /118/2014-2015
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*) ALIMENTADOS COM
DIETA SUPLEMENTADA COM FARINHA DE TENÉBRIO (*Tenebrio
molitor*)

Bolsista: Maria Francisca da Graça Cruz, CNPQ
Orientador: Prof. André Moreira Bordinhon
Co-Orientadora: Josélia Almeida Lira

HUMAITÁ/AM
2015

RESUMO

A aquicultura é a atividade de produção animal que vem crescendo, cada vez mais, no mundo inteiro. Neste cenário, os países da América do Sul vêm ganhando força na produção aquícola, destacando-se o Brasil e o Peru, como os dois países emergentes. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma das espécies nativas que se destaca na América Latina devido ao seu elevado valor comercial e sua grande importância econômica e social. Os estudos que avaliam a substituição total ou parcial dos ingredientes comumente utilizados em rações para peixes comerciais por ingredientes alternativos são de suma importância por viabilizar a elaboração de dietas com menor custo sem perder a eficiência nutricional. Os insetos são classificados como concentrado proteico de origem animal e, assim, podem substituir satisfatoriamente alimentos como a farinha de carne e ossos, de vísceras de frango, de peixe, de sangue e de penas. Dentre um dos mais conhecidos para este feito têm-se as larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*) que ultimamente vem ganhando espaço no ramo alimentício alternativo. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de juvenis de tambaqui alimentados com dieta suplementada com farinha de larvas do inseto *Tenebrio molitor* como ingredientes de rações. O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura Sustentável do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Neste ensaio foram testados três níveis de inclusão da farinha de *T. molitor* fornecendo 10, 20 e 30% da proteína da ração, além de um tratamento sem inclusão deste ingrediente. 96 alevinos de tambaqui foram utilizados para a montagem do ensaio, onde estes foram distribuídos em 16 aquários com capacidade de 70 litros, sendo cada um contido de 6 animais, os quais representaram as unidades experimentais avaliadas. Os diferentes tratamentos com inclusão (10, 20 e 30%) de farinha de tenébrio fornecidas nas dietas não obtiveram diferenças significativas da ração controle ($P > 0,05$). Nessas condições experimentais a inclusão de até 30% de farinha de Tenébrio em rações para juvenis de tambaqui não comprometeu suas variáveis de desempenho, indicando que é um ingrediente com potencial de uso em suas rações, mas que inclusões maiores podem ser testadas e avaliadas.

Palavras-chave: aquicultura, dieta, ingredientes alternativos, *T. molitor*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	9
4.2 OBTENÇÃO DA FARINHA DE INSETO <i>T. MOLITOR</i>	9
4.3 FORMULAÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS	9
4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	11
4.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	11
4.6 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	12
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	13
5. RESULTADOS.....	13
6. DISCUSSÃO	14
7. CONCLUSÃO	17
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é a atividade de produção animal que vem crescendo, cada vez mais, no mundo inteiro (FAO, 2012). Segundo a FAO (2012), durante o período de 2012 a 2021, o comércio mundial de peixe para consumo humano deverá se expandir até 25 %. Neste cenário, os países da América do Sul vêm ganhando força na produção aquícola, destacando-se o Brasil e o Peru, como os dois países emergentes.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma das espécies nativas que se destaca na América Latina devido ao seu elevado valor comercial e sua grande importância econômica e social. Possui potencial para a aquicultura, pois se adapta ao confinamento e arraçoamento (SILVA, *et al.*, 2007), além de apresentar excelentes qualidades zootécnicas e grande valor de mercado. Sua produção em confinamento nos últimos anos vem aumentando em torno de 11,5% da produção nacional em todo o país (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Segundo Nunes *et al.*, (2006) tem grande capacidade de digerir proteína animal e vegetal e é de fácil adaptação à alimentação fornecida em sistemas de criação.

O tambaqui é um peixe bastante apreciado no país e principalmente pela população da região Norte, o que justifica para os recentes estudos, demonstrando evidências que a sua abundância nos lagos esteja reduzida pelo excesso de exploração pesqueira. Entretanto, para obter bons resultados em cultivos comerciais de peixes o alimento fornecido para as espécies devem conter todos os nutrientes necessários para o bom desenvolvimento (PEREIRA FILHO, 1995). Este mesmo autor chama a atenção para os custos com a alimentação dos peixes, que podem corresponder de 60 a 80% dos custos totais de produção.

Neste contexto, se tratando do tambaqui, suas necessidades de carboidratos e proteínas, estas são variáveis de acordo com a idade. As exigências nutricionais em juvenis dessa espécie já foram reportadas na literatura, como sendo: 40 % de carboidratos e 28 % de proteínas (CORRÊA *et al.*, 2007) e 40,5 % e 26,5 % (ALMEIDA, 2010) respectivamente.

Os estudos que avaliam a substituição total ou parcial dos ingredientes comumente utilizados em rações para peixes comerciais por ingredientes alternativos são de suma importância por viabilizar a elaboração de dietas com menor custo sem perder a eficiência nutricional (BOONYARATPALIN *et al.*, 1998).

Conforme Boscolo *et al.* (2004), a substituição de fontes tradicionais por fontes alternativas de menor custo é muito importante para a cadeia produtiva do pescado, e além disso Pezzato, (1995) enfatiza ser muito prático fazer uso de produtos de origem animal, devido aos seus níveis adequados em aminoácidos limitantes, ácidos graxos, vitaminas e minerais.

Schickler, (2013) explica que os insetos são classificados como concentrado proteico de origem animal e, assim, podem substituir satisfatoriamente alimentos como a farinha de carne e ossos, de vísceras de frango, de peixe, de sangue e de penas. Dentre um dos mais conhecidos para este feito têm-se as larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*) que ultimamente vem ganhando espaço no ramo alimentício alternativo. Estudos envolvendo a produção de tenébrio (*T. molitor*) têm sido promissores e que além de seres humanos também pode ser utilizada para animais como peixes e aves.

Para Otuka *et al.*, (2006), a multiplicação de *T. molitor* é facilmente conseguida em grandes quantidades e com baixo custo. É um inseto que pode ser criado sob diferentes tipos de resíduos e pode alimentar-se de uma variedade de substratos de plantas ou animais (RAMOS ELORDUY *et al.*, 2002).

Os insetos são ricas fontes de proteínas, gorduras e minerais de alta digestibilidade. As espécies comestíveis apresentam 50% de proteína bruta no material desidratado. Podem ser utilizadas como ingredientes de rações para a produção de proteína animal, assim eles podem indiretamente servir como fontes de proteína para os seres humanos (SCHICKLER, 2013).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a introdução da farinha das larvas do inseto *T. molitor* como ingredientes de rações na alimentação de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*).

2.2 Objetivo Específico

Determinar o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui alimentados com diferentes níveis de inclusão da farinha de larvas *T. molitor*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crescimento da aquicultura brasileira tem se efetivado em meados do ano de 2007 a 2008 e chega a ocupar o terceiro lugar no *ranking* da América do Sul, com uma produção de 997.783 t. (MPA, 2009).

Entre as espécies de peixes nativos com potencial para cultivo em cativeiro destaca-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), por apresentar diversas características desejáveis, tais como: disponibilidade de juvenis para comercialização durante o ano todo (ROLIM, 1995), hábito alimentar diversificado (SILVA *et al.* 1991), rápido crescimento, boa conversão alimentar (VAL *et al.* 1998), resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água (GRAEF, 1995) e boa aceitação pelos consumidores (HANCZ, 1993).

O tambaqui é nativo da bacia amazônica, Orenoco e seus afluentes. É uma espécie que mais tem despertado interesse na piscicultura, principalmente pela preferência do consumidor e o alto preço do mercado. De acordo com Batista *et al.*, (2004), esta é a espécie amazônica mais criada em todo território brasileiro. No ambiente natural o tambaqui é classificado como frugívoro exclusivo, e onívoro com tendência zooplactófaga, na fase jovem (SILVA *et al.*, 2003).

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, 2009). Por meio dos agentes que compõem sua cadeia produtiva tem-se buscado aperfeiçoar o desempenho produtivo e econômico da criação, de modo que esta espécie tem sido alvo de estudos voltados a melhorar as condições de cultivo e manejo e aumentar o desempenho zootécnico e econômico (SILVA *et al.*, 2007; ISIMÑO-ORBE *et al.*, 2003; NUNES *et al.*, 2006; CHAGAS *et al.*, 2007).

Em muitos países, o aumento da produção piscícola tem sido possibilitado pela intensificação do cultivo por meio do uso de rações balanceadas (TACON e DE SILVA, 1997; MEYERS, 1999). Seguindo a mesma tendência, o uso de rações balanceadas e de sistemas intensivos de produção vem aumentando na região amazônica. Com isso, demonstrou-se que os conhecimentos científico-tecnológicos disponíveis não são suficientes para atender às necessidades do setor de insumos e da produção. Este fato pode ser observado na área de nutrição de espécies como o matrinxã (*Brycon amazonicus*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*), assim como de

espécies mais tradicionais para o cultivo como o tambaqui (PEZZATO,1997; PORTZ *et al.*, 2000; MARTINO *et al.*, 2002).

O conhecimento das exigências nutricionais dos peixes é de vital importância para a produtividade e economicidade dos sistemas de produção, e aproveitamento eficiente dos nutrientes das dietas. O ajuste espécie específico das exigências nutricionais e o emprego de técnicas avançadas de cocção e expansão na fabricação das rações, aumenta a biodisponibilidade de nutrientes, melhorando assim a assimilação pelos peixes (KIANG, 1998).

A seleção de ingredientes para a formulação de rações para peixes é realizada em função de seu valor nutricional, geralmente obtido por análise proximal e também de suas características físico-químicas após processamento. Entretanto, faz-se necessário avaliar se os mesmos apresentam fatores antinutricionais, os quais podem limitar o nível de inclusão na mistura final. De acordo com Liener (1980) e Chubb (1982), essas substâncias antinutricionais, quando presentes, podem causar mudanças significativas nas respostas fisiológicas do peixe. Tal alteração caracteriza-se principalmente pela perda do apetite, diminuição do desempenho produtivo, menor utilização do alimento, alterações histopatológicas nos tecidos e, até a morte quando o consumo for prolongado.

Segundo Feiden *et al.*, (2005), a demanda por ingredientes de qualidade para a utilização na formulação de rações tem aumentado devido ao crescimento e a intensificação da aquicultura. Com a menor oferta de farinha de peixe no mercado mundial aliada ao seu alto custo (BOSCOLO, 2003) tornam-se necessárias pesquisas em busca de fontes alternativas de boa qualidade (SUGIURA *et al.*, 2000), que proporcionem bom desempenho e que apresentem baixo custo.

Em estudos de nutrição não bastam os conhecimentos dos itens que o animal consome, nem dos teores de nutrientes e energia, mas é necessário se ter a ideia dos níveis de aproveitamento pela espécie, para que se possa subsidiar com informações mais precisas a elaboração de dietas que efetivamente o peixe tenha aproveitamento máximo (SILVA *et al.*, 2003).

Sendo assim, o hábito alimentar de uma espécie influencia, diretamente, a ação enzimática, sobre o alimento ingerido e a forma de aproveitamento dos nutrientes da dieta fornecida. Isso ocorre, porque o valor nutricional de um alimento não depende apenas do seu teor de nutrientes, mas também da habilidade do

animal em digerir e assimilar os nutrientes (SANTOS, 2007; GATLIN III, 2010). Segundo Naylor *et al.*, (2009), a viabilidade de um potencial ingrediente depende de sua qualidade nutricional, disponibilidade imediata e facilidade de manuseio, transporte, armazenagem e utilização para a formulação de dietas.

O suprimento limitado e o alto custo da farinha de peixe têm forçado os pesquisadores a considerar fontes alternativas de proteína (AKIYAMA, 1988), essas mesmas fontes com valores nutricionais semelhantes à farinha de peixe, em particular esses com conteúdos semelhantes ao dos aminoácidos essenciais, fosfolípidios, e ácidos graxos (ácido de decosaheptaenóico e ácido de eicosapentaenoico), promoveria um ótimo desenvolvimento, no crescimento, e reprodução, além de uma boa produção na aquicultura permanecendo economicamente e ambientalmente sustentável. Partindo deste fato, os insetos têm um grande potencial como alimento, especialmente tendo em conta o seu valor nutricional, baixa necessidade de espaço, e a grande aceitação principalmente para aves e peixes (RUMPOLD e SCHLUTER, 2013).

Numerosos estudos com peixes carnívoros, onívoros e herbívoros demonstraram que os insetos podem ser incluídos com sucesso em dietas de peixe como um substituto para a farinha de peixe, embora tenha havido mais estudos sobre a espécie onívora do que sobre os carnívoros (TRAN *et al.*, 2015).

Insetos são promissores ingredientes de rações animais porque contêm níveis elevados de proteína de alta qualidade, com ciclos de vida curto, e são fáceis de produzir e de manusear, dependendo do substrato usado para a sua produção. Insetos metabolizam biomassa de resíduos orgânicos, e, por conseguinte, podem ser utilizados na formulação de alimentos para animais, como aves, suínos, e peixes (RAMOS ELORDUY *et al.*, 2002).

Assim, avaliando o potencial dos insetos consideram-se outras vantagens como no caso de benefícios ambientais, pois podem ser alimentados com resíduos gerados por humanos, enquanto tendo um papel importante reciclando materiais na biosfera terrestre (KATAYAMA *et al.*, 2008). A grande diversidade de espécies de insetos (70–75% de espécies), de ecossistemas diferentes, com dietas diferentes e fases de desenvolvimento provoca uma variabilidade enorme na composição nutricional de seus corpos.

Entretanto, o tenébrio (*Tenébrio molitor*) destaca-se como uma das alternativas alimentares, pois sua dieta de criação pode influenciar o seu desenvolvimento e, possivelmente, o desempenho dos animais que se alimentam desta espécie. *Tenébrio molitor* é originária da Europa, mas atualmente distribuídos em todo o mundo (RAMOS ELORDUY *et al.*, 2002).

As rações utilizadas na aquicultura, além de atenderem às exigências nutricionais das espécies, devem proporcionar o mínimo de excedentes de nutrientes, visando minimizar os impactos negativos sobre os sistemas de criação e os ecossistemas aquáticos (VALENTI, 2000; HENRY-SILVA, 2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura Sustentável do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Vale do Rio Madeira, Humaitá, Amazonas.

4.2 OBTENÇÃO DA FARINHA DE INSETO *T. MOLITOR*

As larvas de tenébrio desidratadas foram adquiridas na empresa NUTRINSECTA (Minas Gerais), no qual, ao chegarem foram acondicionadas na geladeira em temperatura de 5° C, até serem utilizadas na formulação das rações experimentais.

4.3 FORMULAÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS

Neste ensaio foram testados três níveis de inclusão da farinha de *T. molitor* fornecendo 10, 20 e 30% da proteína da ração, além de um tratamento sem a inclusão deste ingrediente (Tabela 1). As rações experimentais foram formuladas para manutenção do mesmo nível proteico e energético durante todo o período de realização do trabalho.

TABELA 1. Formulação das dietas experimentais com substituição de 10, 20 e 30% de farinha de *T. molitor* no desempenho de juvenis de tambaqui.

INGREDIENTES	Níveis dos ingredientes por tratamento (%)			
	Controle	10 % PB	20% PB	30% PB
Farinha de Inseto	0	3	6	9

Fubá de Milho	13	12	12	12
Farelo de Soja	50	49	47	45
Sal	1	1	1	1
Vitamina C (35%)	0,2	0,2	0,2	0,2
Amido	6,3	7	7,3	8
Óleo de Milho	2,5	1,5	0,5	0
Fosfato bicálcico	2	2	2	2
Calcáreo	1	1	1	1
Farinha de carne	20	17	15	13
Fibra de trigo	3	5,3	7	7,8
Premix	1	1	1	1
PB BRUTA (%)	32	32	32	32
EB (Kcal/Kg)	3726	3721	3722	3740

T1 = Controle; T2 = Ração com 10% de farinha de inseto; T3 = Ração com 20% de farinha de inseto; T4 = Ração com 30% de farinha de inseto.

Assim, para a formulação destas mesmas rações testadas neste experimento as larvas de Tenébrio desidratadas foram moídas em um liquidificador elétrico, depois de trituradas, foram peneiradas para a obtenção de grãos menores e retirada das porções grosseiras indesejáveis (asas, tórax, outros resíduos).

Após a moagem dos demais ingredientes utilizados na formulação das rações, foram pesados em uma balança com capacidade de 3 kg e 0,5 g de precisão, todos os ingredientes foram misturados, umedecido com água, em seguida processados em um moedor de carne para a formação dos péletes.

A secagem das rações foi feita em estufa com circulação forçada, à temperatura constante de 55° C durante 24 horas. Depois de secas, as rações foram ensacadas, identificadas e armazenadas no freezer, sendo retirada uma amostra de cada tratamento e da farinha de Tenébrio para determinação de suas composições centesimais (TABELA 2).

TABELA 2 - Composição centesimal aproximada das dietas experimentais utilizadas no desempenho de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com níveis crescentes de farinha de inseto.

TRATAMENTOS	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MS (%)
Ração Controle	7,4	35,1	4,0	2,5	92,6
Ração 10% PB	7,8	35,7	4,0	2,4	92,2
Ração 20% PB	8,2	35,9	3,7	2,2	91,8
Ração 30% PB	8,4	35,5	3,9	2,0	91,6
FI	5,1	46,6	29,4	-	94,9

MS = Matéria seca; UM = Umidade; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FB = Fibra bruta; CZ = Cinzas; FI = Farinha de inseto. T1 = Controle; T2 = Ração com 10% de inclusão de farinha de inseto; T3 = Ração com 20% de inclusão de farinha de inseto; T4 = Ração com 30% de farinha de inseto.

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O referido experimento foi executado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, no qual 96 alevinos de tambaqui ($4,31 \pm 0,34$ gramas P.V.) foram utilizados para a montagem do ensaio, onde estes foram distribuídos em 16 aquários com capacidade de 70 litros, sendo cada um contido de 6 animais, os quais representaram as unidades experimentais avaliadas. Tais aquários se encontraram ligados a um sistema independente de filtragem e aeração, com aquecimento controlado ($28,0^{\circ}\text{C}$) e fluxo constante de água para manter o equilíbrio de temperatura corpórea e oxigenação dos alevinos.

4.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os animais experimentais foram monitorados diariamente e alimentados quatro vezes ao dia (08h30min, 11h30min, 14h30min e 17h30min) até a saciedade aparente. Os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram aferidos diariamente e amônia total no final do experimento. Sendo que estes não apresentaram diferença significativa entre os valores dos quatro tratamentos avaliados ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

TABELA 3. Médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água monitorados durante o período experimental.

TRATAMENTOS	OD (mg.l ⁻¹)	PARÂMETROS AVALIADOS		
		T (° C)	pH	AMÔNIA TOTAL (mg.l ⁻¹)
Ração Controle	4,9±0,4	27,5±0,1	7,2±0,1	0,6±1,8
Ração 10% PB	5,3±0,2	27,4±0,1	7,3±0,1	0,6±1,4
Ração 20% PB	5,0±0,1	27,5±0,0	7,0±0,2	0,8±1,5
Ração 30% PB	5,5±0,2	27,5±0,0	7,2±0,1	0,7±0,9
CV (%)	5,67	0,50	4,37	38,9

As médias apresentadas não diferem estatisticamente entre si. T1 = Ração Controle; T2 = Ração com 10% de inclusão de farinha de inseto; T3 = Ração com 20% de inclusão de farinha de inseto; T4 = Ração com 30% de inclusão de farinha de inseto. OD = Oxigênio Dissolvido; T = Temperatura.

O monitoramento da temperatura e oxigênio dissolvido na água foi realizado através do oxímetro (Pro 20 BERNAUER aquacultura). E também foram monitorados os níveis de amônia, através do (Test Nh₄/NH₃ Sera), e pH através do peagâmetro (EcoSence pH 10^a). O processo de limpeza dos aquários foi realizado por sifonagem semanalmente.

Sendo assim, as variáveis encontradas nos parâmetros de qualidade da água utilizadas para a criação dos juvenis de tambaqui do ensaio em questão encontram-se dentro dos limites adequados para o desenvolvimento da espécie.

4.6 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Após a biometria inicial, e o período de aclimação (7 dias), deu-se início a condução do experimento com duração de 45 dias, com o intuito de aferir o efeito de cada ração sobre o desempenho dos juvenis de tambaqui.

Ao final deste período observaram-se as seguintes variáveis do desempenho zootécnico experimental executado: ganho de peso, ganho de peso diário, consumo aparente de ração, conversão alimentar, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica, índice de gordura-viscero-somático, índice hepato-somático, taxa de sobrevivência e fator de condição.

- Ganho de Peso (GP) = (Peso final – Peso inicial)
- Ganho de peso diário (GPD) = Ganho de peso por repetição/ Período de alimentação (t)

- Consumo aparente de ração (CAR) = Consumo de ração total/ Número total de peixes
- Conversão Alimentar Aparente (CAA) = Consumo de ração (CR)/ Ganho de peso (GP)
- Taxa de Crescimento Específico (TCE) % = $(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \times 100/\text{tempo}$
- Taxa de Eficiência Proteica (TEP) = Ganho de Peso (GP)/ Proteína Bruta (PB)
- Índice de Gordura Víscero-somático (IGVS) = $\text{Peso das Vísceras (PV)}/ \text{Peso Corporal (PC)} \times 100$
- Índice hepato-somático (IHS) = $\text{Peso Fígado (PF)}/ \text{Peso Corporal (PC)} \times 100$
- Taxa de sobrevivência (TS) = $100 \times (\text{Número final de peixes}/ \text{Número inicial de peixes})$
- Fator de condição (k) = $\text{Peso em g (P)} \times 100 \times \text{Comprimento em cm (C)}^{-3}$

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados e as médias das variáveis de desempenho foram submetidas à análise de variância (ANOVA), sendo esta realizada utilizando-se o aplicativo estatístico ASSISTAT 7.7 Beta (2015).

5. RESULTADOS

Os hábitos alimentares e as dietas dos peixes não só influenciam diretamente seu comportamento, integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento, como também alteram as condições ambientais do sistema de produção. Sendo assim, Cyrino *et al.*, (2005) afirmam que a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação.

Os diferentes tratamentos com inclusão (10, 20 e 30%) de farinha de tenébrio fornecidas nas dietas não obtiveram diferenças significativas da ração controle ($P > 0,05$). A Tabela 3 mostra os valores médios dos índices zootécnicos avaliados durante os 45 dias de experimento.

TABELA 3: Valores médios e desvio padrão dos índices zootécnicos analisados.

PARÂMETROS AVALIADOS	TRATAMENTOS				CV
	Ração	Ração 10 %	Ração 20%	Ração 30%	

	Controle	PB	PB	PB	(%)
GP (g)	28,8±5,7	23,9±5,5	32,1±6,3	26,6±4,4	18,7
GPD (g.dia⁻¹)	0,6± 0,1	0,5±0,1	0,7±0,1	0,5±0,1	18,8
CAR (g)	49,9±4,6	56,0±14,8	66,1±9,22	62,7±11,7	18,3
CAA (g.g⁻¹)	1,7±0,2	2,3±0,39	2,0±0,3	2,4±0,7	21,5
TCE (% dia⁻¹)	4,4±0,2	4,2±0,2	4,8±0,4	4,2±0,4	7,69
TCR (%)	654,7±96,2	571,8±70,5	796,9±137,0	573,6±117,1	18,1
TEP (%)	4,8±0,6	3,5±0,7	3,4±0,9	3,2±1,6	28,3
IGVS (%)	4,6±0,6	4,1±0,4	3,6±0,7	3,9±0,3	13,9
IHS (%)	2,4±0,3	2,1±0,1	1,9±0,2	2,2±0,2	11,7
TS (%)	100,0±0,0	95,8±8,3	83,3±13,6	83,3±23,5	15,7
FC (K)	2,1±0,2	2,1±0,1	2,2±0,1	2,1±0,0	6,6

As médias apresentadas acima não diferem estatisticamente entre si. GP= Ganho de peso; GPD = Ganho de peso diário; CAR = Consumo Aparente de Ração; CAA = Conversão Alimentar Aparente; TCE = Taxa de crescimento específico; TCR = Taxa de crescimento Relativo; TEP = Taxa de eficiência proteica; IGVS = Índice de Gordura víscero-somático; IHS = Índice hepato-somático; TS = Taxa de sobrevivência; FC = Fator de condição. T1 = Ração Controle; T2 = 10% de inclusão de farinha de inseto; T3 = 20% de inclusão de farinha de inseto e T4 = 30% de inclusão de farinha de inseto.

De acordo com os parâmetros avaliados durante os 45 dias de experimento, os valores médios de desempenho zootécnico não apresentaram diferenças significativas comparando os diferentes níveis de inclusão de farinha do inseto *T. molitor* (10%, 20% e 30% PB) e a testemunha (Ração Controle).

Assim, observou-se que a ração até 30% PB é viável na dieta de juvenis de tambaqui, pois proporcionou desempenho semelhante à ração controle sem alterações no crescimento e desenvolvimento corporal dos animais, podendo substituir a farinha de peixe.

6. DISCUSSÃO

Em trabalhos de avaliação de ingredientes alternativos, além da redução dos custos de produção, um dos principais fatores que devem ser levados em consideração é o fato de que, ao consumirem o ingrediente, os animais não tenham seu desempenho zootécnico prejudicado (LOPES *et al.*, 2010).

Dietas de peixe são caracterizadas por altos conteúdos de proteína e um equilíbrio delicado na relação energia-proteína (E/P) (CHO, 1992). Em análises realizadas atualmente mostrou-se que os insetos têm um alto valor nutritivo (NEWTON *et al.*, 1977; BONDARI e SHEPPARD 1987; FINKE, 2002). Na verdade,

caracterizam-se por ser uma rica fonte de nutrientes em termos de proteína, gordura, vitaminas e minerais (BUKKENS, 2005; RUMPOLD e SCHLUTER, 2013).

Os resultados do presente estudo demonstram que o tambaqui é um peixe capaz de aproveitar bem rações contendo farinha de tenébrio, o que indica que não ocorreram impactos negativos relacionados à inclusão de farinha de *T. molitor* sobre o ganho de peso desses animais durante o período experimental.

Gasco *et al.*, (2014) trabalhando com robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), incluindo até 25% de farelo de *Tenebrio molitor* em dietas isoprotéicas como um substituto da farinha de peixe não teve efeitos adversos sobre o ganho de peso, resultado este que corrobora com o encontrado neste estudo trabalhando com juvenis de tambaqui.

Estudos recentes vêm avaliando o desempenho de várias espécies de peixes com dieta suplementada por farinha de inseto tenébrio, como: Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), avaliada por Gasco *et al.* (2014), Dourada (*Sparus aurata*), com crescimento analisado por Piccolo *et al.* (2014) e outras, sendo estas também envolvidas em estudos de desempenho com diferentes espécies de insetos como ingrediente proteico.

Para a conversão alimentar aparente (CAA) representada pela quantidade de alimento aparentemente utilizada para gerar incremento em peso dos animais, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos. Com isso, caracteriza-se que a inclusão de farinha de inseto obteve uma boa conversão de alimento em energia corporal.

Assim, os resultados apresentados anteriormente para CAA podem corroborar com os encontrados por Anselmo (2008), no qual também não observou diferença significativa alimentando juvenis de tambaqui com inclusão de resíduos amazônicos, evidenciando que o mesmo também possui uma grande capacidade em aproveitar bem alimentos de origem vegetal, uma vez que menores taxas de CAA significam menos consumo de ração e produção constante.

Com o efeito da inclusão de farinha de tenébrio na ração testada, pôde-se concluir que o nível de proteína e energia utilizadas na dieta não comprometeu o Ganho de peso (GP) e Conversão Alimentar Aparente (CAA) mesmo em decorrência dos níveis de gorduras serem mais elevado.

Barroso *et al.*, (2014) analisaram larvas de tenébrio e chegaram a conclusão de que a composição centesimal das larvas é composta de $30\pm 0,7\%$ de extrato etéreo e $58,4\pm 0,4\%$ de proteína bruta, portanto, mais elevado que o farelo de soja para os respectivos nutrientes ($3,0\pm 0,0$; $50,4\pm 0$), esclarecendo assim que a farinha de tenébrio é um alimento proteico.

As taxas de crescimento específico e crescimento relativo dos juvenis de tambaqui estudados foram satisfatórios, pois os animais cresceram e ganharam peso durante os 45 dias de experimento sem que houvesse influências antagônicas vinculadas ao consumo da ração experimental. Baldisserotto (2002) afirma que a taxa de crescimento relativo deve ser aplicada a peixes pequenos para que os valores obtidos não sejam subestimados.

Para Oishi (2007), ao avaliar a produtividade de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo inclusão de 10, 20 e 30% de farinha de castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), o melhor resultado para taxa de crescimento relativo com os animais alimentados ocorreu na ração 20% (105,8), bem abaixo dos resultados encontrados com a inclusão 10%, 20% e 30% de farinha de *T. molitor*.

Os peixes dos quatro tratamentos avaliados não apresentaram diferença significativa para eficiência proteica com a inclusão de farinha de tenébrio nas dietas, podendo afirmar que a relação de aproveitamento da proteína pelos animais foi bem sucedida, caracterizando uma boa taxa de eficiência proteica (TEP) (ANSELMO, 2008).

Neste caso, a inclusão de até 30% de farinha de inseto tenébrio obteve um índice considerável de eficiência em aminoácidos essenciais, pois a deficiência destes aminoácidos em peixes causa redução na utilização da proteína e retarda o crescimento, diminuindo o ganho de peso e a eficiência alimentar (OISHI, 2007), conforme apresentado na Tabela 3.

Botaro *et al.*, (2007) afirmam que uma das vantagens da utilização do conceito para elaboração de rações é evitar o desbalanceamento de aminoácidos, o que pode resultar em deficiência, antagonismos ou toxicidade. A deposição de gordura na cavidade abdominal pode ser utilizada pelo peixe em condições de restrição alimentar (SOUZA *et al.*, 2002). Em condições de confinamento, o meio pode favorecer o maior acúmulo de gordura nas vísceras dos peixes, devido à

restrição de movimentos (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002), o que não ocorreu com os animais deste estudo durante os 45 dias avaliados.

As médias observadas para o Índice de Gordura Viscero-Somático (IGVS) e Índice Hepato-Somático (IHS) indicam que a utilização da energia contida na dieta fornecida foi destinada ao crescimento, não havendo acúmulo. Ainda, o índice hepato-somático pode ser utilizado como indicador da atividade biológica dos peixes, de maneira a oferecer subsídios para o conhecimento da época reprodutiva, quando associado aos índices gonadais (ROTTA, 2013) ou segundo (TAVARES-DIAS & MATAQUERO, 2004), como parâmetro para avaliação das reservas energéticas dos peixes.

Para Ng *et al.*, (2001) “catfish” alimentados com dietas à base de tenébrio tinham significativamente mais lipídios em sua carcaça. Sendo que os lipídeos exercem importantes funções fisiológicas e estruturais. São importantes fontes de energia para movimentação, migração, crescimento, reprodução e demais funções fisiológicas. Partindo deste fato, a farinha de tenebrio utilizada em experimento supriu adequadamente a quantidade lipídica exigida para um bom desempenho da espécie, logo não constatou-se resultados negativos sobre os índices avaliados.

Quanto às condições de bem-estar dos peixes, concluiu-se que foram satisfatórias com um bom índice de sobrevivência, pois segundo Weatherley (1987), o fator de condição, permite que se avaliem as variações das condições gerais de bem-estar do peixe, dentre elas, a disponibilidade de alimento.

7. CONCLUSÃO

Nessas condições experimentais a inclusão de até 30% de farinha de Tenébrio em rações para juvenis de tambaqui não comprometeu suas variáveis de desempenho, indicando que é um ingrediente com potencial de uso em suas rações, mas que inclusões maiores podem ser testadas e avaliadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIYAMA, D. 1988. *Soybean meal utilization in fish feeds*. American Soybean Association. Presente dat the Korean Feed Association Conference, Seoul, Korea. Disponível em <<http://www.asasea.com/technical/aquacult.html>>. Acesso em 08 de maio de 2015.

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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Curitiba, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.

ALMEIDA, L.C. de. *Desempenho produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1808) alimentados com diferentes taxas carboidrato/lipídio*. 2010. 103f. Tese (doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP. 2010.

ANSELMO, A. A. S. *Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum)*. 2008. 45 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais). Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM. 2008.

BALDISSEROTTO, B. 2002. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria. Ed. UFSM. 212p.

BARROSO; F. G.; DE HARO, C.; SÁNCHEZ-MUROS, M-J; VENEGAS E.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture* 422–423, p. 193–201, 2014.

BATISTA V. S.; ISAAC V. J.; VIANA J. P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia, p. 63-151. In: Ruffino, M. L. (Org.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia*. IBAMA, Manaus, Amazonas.

BONDARI, K., and D.C. SHEPPARD. 1987. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Aquacult. Fish. Manage.* 18: 209–220.

BOONYARATPALIN, M.; SURANEIRANAT, P.; TUNPIBAL, T. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Latescalcarifer*. *Aquaculture*, v. 161, p. 67-78, 1998.

BOSCOLO, W. R. *Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo Oreochromis niloticus*. 2003. 83f. Tese (Doutorado em zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

BOSCOLO, W. R. *et al.* Digestibilidade Aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 01, p. 8-13, 2004.

BOTARO, D. *et al.* Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n.3, p. 517-525, 2007.

BUKKENS, S.G.F. 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects. In M.G. PAOLETTI, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 545–577. New Hampshire, *Science Publishers*.

CHAGAS, E. C. GOMES, L. C.; JUNIOR, H. M.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1109-1115, 2007.

CHO, C.Y. Feeding for rainbow trout and other salmonids. With reference to current estimates of energy and protein requirements. *Aquaculture*, v.100, p.107-123, 1992.

CHUBB, L.G. (1982) *Anti-nutritive factors in animal feedstuffs*. In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. Recent Advances in Animal Nutrition. p.21-37.

CORRÊA, C.F.; AGUIAR, L.H. de; LUNDSTEDT, L.M. and MORAES, G. 2007. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. *Comp Biochem and Physiol*, part A, cap.147, p. 857-862.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K (2010). *A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura*. Bras. Zootec, 39, 68-87.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The state of world fisheries and aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>. Acesso em 15.07.2013. pg 21.

FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A. A.; REIDEL, A. 2005. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 2, p.249-256.

FINKE, M.D. 2002. *Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores*. *Zoo Biology*, 21(3): 269–285.

GATLIN, D. M., III. 2010. *Principles of fish nutrition*. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication, 5003, july.

GASCO, L.; GAI, F.; PICCOLO, G.; ROTOLO, L.; LUSSIANA, C.; MOLLA, P.; CHATZIFOTIS, S. 2014. *Substitution of fish meal by Tenebrio molitor meal in the diet*

of *Dicentrarchus labrax juveniles*. In: *Insects to Feed The World*, The Netherlands, p. 80, 2014.

GRAEF, E. W. 1995. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas, p. 29-43. In: Val, L. A. (Eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.

HANCZ, C. 1993. Performance of the Amazonian tambaqui, *Colossoma macropomum*, in pond polyculture. *Aquaculture*, 12:245-254.

HENRY-SILVA, G.G. Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhorniacrassipes*, *Pistiastratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal, 2001. 56p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal- SP, 2001.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M GOMES, L. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. *Pesqui. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, 2003.

KATAYAMA, N., ISHIKAMA, Y., TAKAOKI, M., YAMASHITA, M., NAKAYAMA, S., KIGUCHI, K., KOK, R., WADA, H. & MITSUHASHI, J. 2008. Entomophagy: a key to space agriculture. *Advances in Space Research*, 41 (5): 701-705.

KIANG, M. *Principles of aquaculture feed production by cooking extrusion*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL AND AQUACULTURE FEEDSTUFFS BY EXTRUSION TECHNOLOGY, 1., 1998, Águas de Lindóia, Proceedings. Campinas- SP: UNICAMP, 2008. p.16.

LIENER, I.J. *Toxic constituents of plants feedstuffs*. New York: Academic Press, 1980.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P. da; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S. 2010. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. *Saúde prod.* V. 11, p. 519-526.

MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. 2002. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. *Aquaculture*, v. 209, p.209-18.

MEYERS, S. 1999. Aquaculture: current status and future developments. Proceedings of the International Symposium on Animal and Aquaculture Feedstuffs by Extrusion Technology and the International Seminar on Advanced Extrusion.

MPA- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*: Brasil 2008–2009. Brasília, DF: MPA, 2009. 101p. Disponível em: <www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuario_da_pesca_completo.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2011.

NAYLOR, R.L.; HARDY, R.W.; BUREAU, D.P.; CHIU, A.; ELLIOTT, M.; FARRELL, A.P.; FORSTER, I.; GATLIN, D.M.; GOLDBURG, R.J.; HUA, K.; NICHOLS, P.D. 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106: 15103-15110.

NEWTON, G.L., BOORAM, C.V., BARKER, R.W. & HALE, O.M. 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as supplement for swine. *J. Anim Sci.*, 44: 395–400.

NG, W.K.; F.L. LIEW, L.P. ANG, and K.W. WONG. 2001. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquacult. Res.* 32 (Suppl. 1): 273–280.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2006. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. *Pesquisa e agropecuária brasileira*. Brasília, v. 41, nº 1, p. 139 – 143.

NUNES, Z. M. P.; LAZZARO, X.; PERET, A. C. Influência da biomassa inicial sobre o crescimento e a produtividade de peixes em sistema de policultivo. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1083-1090, 2006.

OISHI, C. A. *Resíduo da castanha da Amazônia (Bertholletia excelsa) como ingrediente em rações de juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum)*, 2007, 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2007.

OLIVEIRA, A. M. B. M. S.; CONTE, L. e CYRINO, J. E. P. 2004. Produção de Characiformes autóctones. In: Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C.; Fracalossi, D.M.; Catagnolli, N. *Tópicos especiais em Piscicultura de Água Doce tropical Intensiva*. 1º ed. São Paulo-SP: Editora TecArt, 2014.

OTUKA, A. K., VACARI, A. M., MARTINS, M. I. E. G., & DE BORTOLI, S. A. (2006). Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) criado com diferentes presas. *O Biológico*, 2, 1-4.

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

PEZZATO, L. E. *Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS. 1995. P. 34-57.

PEZZATO, L.E. *O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas*. In: I SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. Piracicaba. *Anais*. Campinas: CBNA, 1997. p. 45-62.

PICCOLO, G., MARONO, S., GASCO, L., IANNACCONE, F., BOVERA, F., NIZZA, A., 2014. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal in diets for gilthead sea bream (*Sparus*

aurata) juveniles. In: ABSTRACT BOOK CONFERENCE INSECTS TO FEED THE WORLD, *The Netherlands*, 14–17 May, p. 76.

PORTZ, L.; DIAS, C.T.S.; CYRINO, J.E.P. 2000. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. *Scientia Agricola*, v.57, n.4, p.601-7.

RAMOS ELORDUY, J., GONZALEZ, E.A., HERNANDEZ, A.R. & PINO, J.M. 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: *Tenebrionidae*) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95(1): 214–220.

RESENDE, E. K. de. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. *Aquabrazil. Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v..38, n. esp., p. 52-57, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300006>>.

ROLIM, P. R. 1995. A infra-estrutura básica para criação de peixes no Amazonas, p. 7-16. In: Val, L. A. (Eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.

ROTTA, M.A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. p. 11-22, 2003 (Documento, 53).

RUMPOLD, B.A. & SCHLÜTER, O.K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3) (DOI 10.1002/mnfr.201200735).

SANTOS, F. W. B. 2007. *Nutrição de peixes de água doce: definições, perspectivas e avanços científicos*. I Simpósio de Nutrição e Alimentação Animal, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Fortaleza, Ceará.

SCHICKLER, G. 2013. Criação de insetos para ração animal é oportunidade no País. Disponível em: <<http://economia.terra.com.br/brasil-rural/criacao-de-insetos-para-racao-animal-e-oportunidade-no-pais>>. Acesso em: 21/01/2015.

SILVA, P. C.; MESQUITA de, A. J.; PALMA, C. S.; OLIVEIRA de, A. N. 1991. Aspectos biométricos, bacteriológicos e físico-químicos do tambaqui (*Colossoma macropomum*) criado em consórcio com suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 5:6-8.

SILVA, J.A.M. da.; PEREIRA-FILHO, M. e OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. 2003. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. *Acta Amaz*, 33: 687-700.

SILVA, J.A.M. da.; PEREIRA-FILHO, M. e OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. 2003. 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).

SILVA, J.A.M. da; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S; OLIVEIRA-PEREIR, M.I. 2007. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) *Acta Amaz.*, 37 (1) 157 164.

SILVA, A. M. D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. *Pesqui. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 42, n. 5, p. 733-740, 2007.

SOUZA, V.L., URBINATI, E.C.; GONÇALVES, D.C.; SILVA, P.C. Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes, *Characidae*) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.24, n.2, p.533-540, 2002.

SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; NOGUEIRA FILHO, R.M.; CAMPECHE, D.F.B. e FIGUEIREDO, R.A.C.R. 2013. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. *ArchZootec*, 62: 217-225.

SUGIURA, S.H.; BABBITT, J.K.; DONG, F.M.; HARDY, R.W. 2000. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, Oxford, v. 31, n. 7, p. 585-593.

TACON, A.G.J.; DE SILVA, SENA S. 1997. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. *Aquaculture*, v. 151, p.379-404.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUERO, M.I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotâmicus* – Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 157-162, 2004.

TRAN, G.; HEUZÉ, V.; MAKKAR, H.P.S. *Insects in fish diets*. Published March 30, 2015. Vol. 5, No. 2.

Val, A. L.; SILVA M. N. P.; ALMEIDA-VAL V. M. F. 1998. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *South African Journal of Zoology*, 33:107-114.

VALENTI, W.C. *Aquicultura no Brasil; bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

WEATHERLEY, A. H. AND H. S. GILL. Dynamics of muscle growth in fish. In Weatherley, A. H. and H. S. Gill. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, Inc., New York. p. 150-161, 1987.