

**Efeito de taxas de arraçoamento sobre os índices hepatossomático e de gordura visceral do tambaqui no cultivo semi-intensivo**Marcos de Almeida Mereles¹, Raniere Garcez Costa Sousa^{2*}**Resumo**

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes taxas de ração (0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% do peso vivo do peixe), sobre o índice hepatossomático (IHS) e de gordura visceral (IGV) de tambaquis alimentados com ração de proteína bruta - PB (22%). O experimento ocorreu no período de agosto de 2015 a abril de 2017, para tal, utilizou-se 300 juvenis de tambaqui com peso médio de $53 \pm 3,10$ g. Biometrias quinzenais foram realizadas para o acompanhamento do crescimento dos indivíduos e quando alcançaram os pesos médios de 500, 1000 e 2000 (g) foram submetidos à eutanásia, seguido da retirada do fígado e da gordura visceral para obtenção do peso, estes utilizados nos cálculos dos índices (IHS e IGV). O incremento no acúmulo de gordura e o aumento do fígado foram proporcionais ao ganho de peso dos indivíduos. Os valores médios dos índices (IHS e IGV) quando confrontados pela ANOVA, mostraram que o tratamento com 2%, foi superior aos demais até a segunda fase de cultivo. O mesmo comportamento foi verificado para o peso final dos peixes de cada tratamento. Por outro lado, na fase 3 houve um decréscimo nos valores dos índices IHS e IGV, assim como nos valores de ganho de peso, no tratamento de 2%. Sendo assim, as diferentes taxas de arraçoamento, influenciam diretamente no rendimento corporal, assim como nos índices IHS e IGV.

Palavras-Chave: arraçoamento, *Colossoma macropomum*, gordura visceral, glicogênio hepático.

Variation in the hepatosomatic and visceral fat indexes of the tambaqui due to feed rates in the semi-intensive fish farming. The aim of the present study was to evaluate the influence of different feed rates (0.5%; 1.0%; 1.5% and 2.0% of fish live weight) on the hepatosomal index (IHS) and visceral fat (VFI) from tambaqui fed crude protein ration - PB (22%). The experiment took place from August 2015 to April 2017, for this, 300 juveniles of tambaqui with average weight of 53 ± 3.10 g were used. Biweekly biometrics were performed to follow the growth of the individuals and, when they reached the average weights of 500, 1000 and 2000 (g), they were sacrificed, followed by the removal of the liver and visceral fat to obtain the weight indexes (IHS and VFI). The increase in fat accumulation and liver enlargement were proportional to the individuals weight gain. The average index values (IHS and VFI) when compared by ANOVA showed that the 2% treatment was superior to the others until the second phase of cultivation. The same behavior was verified for the final fish weight of each treatment. On the other hand, in phase 3, there is a decrease in the IHS and VFI index values, as well as in the 2% treatment weight gain values. Thus, the different feed rates directly influence the fish body performance, as well as IHS and IGV indexes.

Key-words: feeding, *Colosoma macropomum*, visceral fat, hepatic glycogen.

¹ Mestrando em Ciências Pesqueiras nos Trópicos (PPGCIPET), Depto Ciências Pesqueiras, FCA/UFAM, Manaus, AM, Brasil. marcos.mdam@hotmail.com

² Professor titular, UNIR. Presidente Médico, Rondônia, Brasil. ranieregarcez@unir.br (*autor para correspondencia)



1. Introdução

A criação de peixes em cativeiro é uma das atividades agropecuária que mais se desenvolveu nos últimos anos (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017), alcançando uma produção de 73,8 milhões de toneladas em 2014 (FAO, 2016). Neste período o Brasil ocupou a 13ª posição do ranking, exibindo uma produção de 561 mil toneladas de pescado, principalmente com o cultivo de tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (IBGE, 2016). O tambaqui se destaca no ambiente de confinamento por possui várias características favoráveis à sua criação como alta rusticidade, hábito alimentar onívoro e bom desempenho zootécnico (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998), além da fácil aceitação às rações artificiais.

A produtividade e rentabilidade do cultivo de peixes dependem da obtenção de alimentos que satisfaçam os requerimentos em nutrientes essenciais para a espécie cultivada e que sejam fornecidos em quantidades adequadas (KUBITZA, 2009). O consumo do alimento influencia diretamente no desenvolvimento dos peixes, intervindo no crescimento, conversão alimentar, reprodução, manuseio e qualidade da carne (KUBITZA, 2009), além disso, representa o maior custo da produção, com cerca de 60 a 80 % das despesas operacionais do empreendimento (ROTTA, 2002; SOUZA *et al.*, 2017).

Nesse sentido, alguns estudos foram realizados no intuito de sanar determinadas lacunas para alimentação do tambaqui, como definir taxas de proteína bruta mais adequadas para as diferentes fases de cultivo (GARCEZ *et al.*, 2016; BEZERRA NETO *et al.*, 2017), produtos alternativos para confecção de rações (SILVA *et al.*, 2003; PEREIRA JUNIOR *et al.*, 2013), exigências nutricionais da espécie (FRACALOSSO; CYRINO, 2013), melhor frequência de alimentação (SILVA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2014) e melhores taxas de arraçoamento (OLIVEIRA; SOUSA, 2017).

A taxa de alimentação para peixes varia de acordo com o sistema de cultivo (semi-intensivo, intensivo e superintensivo), espécie cultivada e sua fase de vida, temperatura da água, tipo e qualidade da ração utilizada (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002; ROUBACH *et al.*, 2002; CHAGAS *et al.*, 2005). De um modo geral os peixes em seus primeiros meses de vida (juvenis) consomem entre 4% a 5% do seu peso corporal,

passando para 3% na fase de juvenis avançados, e para 2% durante a engorda (ROUBACH *et al.*, 2002). No entanto, ainda há controversas na quantidade de ração a ser ministrada aos peixes atrelados com a quantidade de proteína.

Conhecer a quantidade de alimento a ser ministrado é essencial para evitar desperdício e aumentar a eficiência alimentar dos peixes (MIHELAKAKIS *et al.*, 2002; CYRINO *et al.*, 2010). O excesso de ração atrelado com o alto valor energético (relação energia/ proteína) pode levar a deposição de gordura, especialmente em sua cavidade abdominal, em vez de rendimento corpóreo (ALMEIDA *et al.*, 2011). Além disso, sobras de ração no viveiro juntamente com as excretas, podem provocar a deterioração da qualidade da água, aumentando a possibilidade de ocorrer o “boom” de algas, devido a disponibilidade de nitrogênio e fosforo liberados pela dissolução da ração no ambiente (KUBITZA, 2004). Por outro lado, a baixa oferta de ração acarreta no pouco rendimento de filé e deficiência nutricional dos indivíduos cultivados (KUBITZA, 1999; KUBITZA, 2009).

Os peixes em geral quando são submetidos a um manejo alimentar diferente do natural, têm a capacidade de estocar elevadas quantidades de glicogênio no fígado e gordura no tecido e na cavidade abdominal (RAFAEL; BRAUNBECK, 1988). Essa estratégia pode ser definida como um processo fisiológico no qual esses indivíduos procuram compensar o ganho de peso reduzido durante o período de adversidade alimentar (e.g. período de reprodução, friagem) (HORNICK *et al.*, 2000). Estas variações no acúmulo de reservas energéticas podem ser observadas por meio do índice hepatossomático (JOBLING, 1993), onde o tamanho do fígado e o conteúdo de lipídios estão proporcionalmente relacionados ao nível de ração consumida pelos peixes (COLLINS; ANDERSON, 1995). Como consequência do processo de acúmulo de energia os peixes passam a depositar gordura nos tecidos e entre as vísceras, podendo ser avaliadas através do índice viscerossomático.

O conhecimento de aspectos quantitativos como os índices de gordura visceral e hepatossomático revelam informações importantes sobre a dieta dos peixes, uma vez que as reservas (glicogênio e gordura) refletem o alimento consumido (IGHWELA *et al.*, 2014). Nesse sentido, poucos estudos foram desenvolvidos para avaliar a influência de

diferentes quantidades de ração fornecida, sobre o acúmulo de reservas energéticas com dietas com baixo teor proteico para espécies como o tambaqui. Assim o presente estudo teve como premissa testar a hipótese de que diferentes taxas de alimentação não influenciam nos valores dos índices IHS e IGV durante a criação de tambaquis em tanques escavados. Para tal, avaliou-se o acúmulo de reservas energéticas, decorrentes a diferentes quantidades de rações fornecidas no cultivo de tambaqui, por meio da estimativa dos índices hepatossomático e de gordura visceral, no intuito de disponibilizar informações que possam ser utilizadas para orientar os piscicultores na indicação de melhores taxas de arraçamento, contribuindo com o melhor desempenho zootécnico da espécie e com a diminuição dos custos na piscicultura.

2. Material e Métodos

Área de estudo

O experimento foi realizado em uma estação de piscicultura próxima a área urbana da cidade de Presidente Médici no estado de Rondônia, localizada nas coordenadas geográficas S11°10'33" e W61°54'03 (Figura 1).

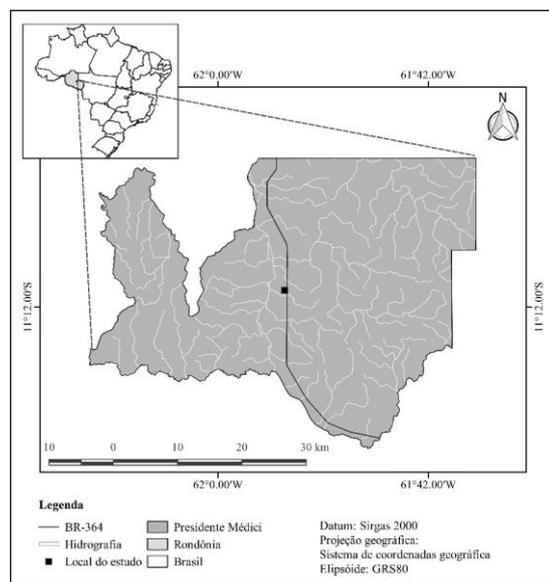


Figura 1. Localização geográfica da piscicultura onde foi realizado o experimento.

Procedimento amostral

O estudo foi conduzido no período de agosto de 2015 a abril de 2017. Utilizou-se um viveiro escavado com uma área de 840 m² (21 m x 40 m), e profundidade média de 1,5 m. Este foi dividido

em 20 tanques menores, confeccionados com tela plástica de 15 mm entre nós opostos, com dimensões de 2 m x 5 m (10 m²) e altura de 2 m, separados em distâncias de 2 m entre si. Foram estocados 300 juvenis de tambaquis com peso médio inicial de 53 ± 3,10 g, distribuídos casualmente entre quatro tratamentos com diferentes taxas de arraçamento, sendo: T1, T2, T3 e T4, correspondem às taxas 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% do peso vivo, respectivamente; com 5 repetições e 15 indivíduos em cada tanque, com densidade inicial de estocagem de 79,5 g/m². Os tambaquis foram alimentados com ração comercial de teor proteico de 22% de proteína bruta (PB) durante todo o experimento (a composição da ração consta na tabela 1).

Tabela 1. Composição da ração de 22% de proteína bruta utilizada no presente estudo.

Ingredientes	Quantidade
Proteína Bruta (Mín.)	220,0 g/Kg
Umidade (Máx.)	120,0 g/Kg
Extrato Etéreo (Mín.)	60,0 g/Kg
Fibra Bruta (Máx.)	30,0 g/Kg
FDA (Máx.)	48,0 g/Kg
Matéria Mineral (Máx.)	130,0 g/Kg
Fósforo (Mín.)	16,0 g/Kg
Cálcio (Máx.)	37,0 g/Kg
Cálcio (Mín.)	23,0 g/Kg
Lisina (Mín.)	9000,0 mg/Kg
Sódio (Mín.)	3500,0 mg/Kg
Magnésio (Mín.)	1700,0 mg/Kg
Enxofre (Mín.)	1700,0 mg/Kg
Ferro (Mín.)	70,0 mg/Kg
Cobre (Mín.)	7,0 mg/Kg
Manganês (Mín.)	15,0 mg/Kg
Zinco (Mín.)	60,0 mg/Kg
Cobalto (Mín.)	0,1 mg/Kg
Iodo (Mín.)	0,3 mg/Kg
Selênio (Mín.)	0,2 mg/Kg
Vitamina A (Mín.)	6600,0 UI/Kg
Vitamina D3 (Mín.)	1125,0 UI/Kg
Vitamina E (Mín.)	70,0 UI/Kg
Vitamina K3 (Mín.)	1,5 mg/Kg
Vitamina B1 (Mín.)	8,5 mg/Kg
Vitamina B2 (Mín.)	10,0 mg/Kg
Vitamina B6 (Mín.)	12,0 mg/Kg
Vitamina B12 (Mín.)	45,0 mcg/Kg
Niacina (Mín.)	55,0 mg/Kg
Ácido Pantotênico (Mín.)	25,0 mg/Kg
Ácido Fólico (Mín.)	2,0 mg/Kg
Biotina (Mín.)	0,2 mg/Kg
Colina (Mín.)	1200,0 mg/kg
Vitamina C (Mín.)	112,5 mg/Kg
Inositol (Mín.)	37,5 mg/Kg
Metionina (Mín.)	3000,0 mg/Kg

Coletas de dados

Para o acompanhamento do crescimento dos indivíduos, realizou-se biometrias quinzenais de 5 peixes de cada parcela, mensurando o peso total (g) e o comprimento furcal (cm). Os resultados biométricos foram utilizados para fazer os reajustes na quantidade de ração de acordo com as taxas estipuladas e, em consonância com o ganho de peso dos animais. As estimativas dos índices hepatossomático e de gordura visceral foram realizadas em três etapas: na fase inicial (1), com os peixes pesando em média 500 g, na intermediária (2) com peso médio de 1000 g e final (3) com 2000 g (respeitando-se a densidade de 800 g de peixes/m²). Em cada etapa foram retirados cinco peixes aleatoriamente de cada tratamento, esses foram submetidos à eutanásia (choque térmico), etiquetados e condicionados em caixas térmicas a -0,5 °C. Posteriormente, foram conduzidos ao Laboratório de Aquicultura e Pesca da Universidade Federal de Rondônia, para remoção do fígado e da gordura visceral, os quais foram pesados em balança semi-analítica com precisão de 0,01 (g).

Para a determinação dos índices hepatossomático e de gordura visceral foram empregadas as seguintes equações, conforme Saint-Paul, (1984):

<ul style="list-style-type: none"> • Índice Hepatosomático (IHS) $IHS (\%) = \frac{\text{peso do fígado (g)}}{\text{peso corporal (g)}} \times 100$	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de gordura visceral (IGV) $IGV (\%) = \frac{\text{peso da gordura visceral (g)}}{\text{peso corporal (g)}} \times 100$
--	---

Análise estatística dos dados

Os dados do peso total dos peixes, peso do fígado e da gordura visceral foram submetidos à estatística descritiva, para os cálculos de média e desvio padrão. Para verificar a existência da relação do peso corporal entre o fígado e gordura visceral aplicou-se regressões lineares em cada tratamento. Os valores dos índices IHS e IGV foram submetidos à análise de variância com medidas repetidas no tempo, posteriormente foi aplicado o teste de Tukey HSD para verificar quais grupos diferiam. A normalidade e homocedasticidade dos dados foram avaliadas através dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. As análises foram processadas utilizando-se o software Statistic 9.0 (StatSoft Inc), considerando $p < 0,05$ de significância.

3. Resultados

Desempenho zootécnico (peso)

Os valores de peso dos indivíduos avaliados (T1, T2, T3 e T4), quando confrontados com a análise de variância (ANOVA), exibiram padrões distintos em cada fase do cultivo. Na fase 1, os tratamentos T1 e T2, T3 e T4 não diferenciaram estatisticamente, mas apresentaram diferenças entre os pares (T1 = T2) ≠ (T3 = T4). Por outro lado, na fase 2, todos os tratamentos diferenciaram entre si, sendo que nessa fase, o T4 ficou com valores superiores aos demais. Na fase 3, somente o tratamento T1 apresentou diferença significativa entre os demais tratamentos, onde manteve a menor média de peso. No entanto, os valores finais de peso dos grupos de peixes T2 e T3, se igualaram ($p \geq 0,05$) aos valores do grupo T4, no final da fase 3 (Figura 2).

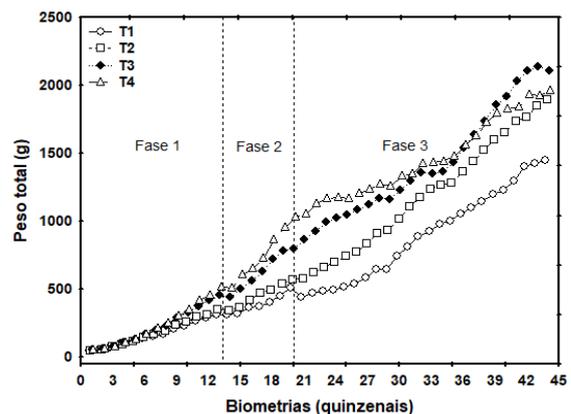


Figura 2. Desenvolvimento do peso dos indivíduos de tambaquis em diferentes fases de cultivos (F1, F2 e F3) e sob diferentes taxas de arraçoamento (T1, T2, T3 e T4) utilizadas durante o cultivo em tanque escavado.

Índice de gordura visceral (IGV)

A análise da regressão linear entre o peso da gordura visceral e o peso corporal dos indivíduos evidenciou uma correlação positiva em todos os tratamentos. Indicando um incremento contínuo no acúmulo de gordura proporcional ao ganho de peso (Figura 3).

O índice de gordura visceral (IGV) apresentou padrões diferentes para cada tratamento e fase de cultivo (ANOVA = 0,365, $F_{(12; 568)} = 30,998$, $p \leq 0,05$). Na primeira fase os tratamentos T1 e T2, T2 e T3 não exibiram diferenças significativas quando submetidos ao teste de Tukey. Por outro lado, o T4 apresentou o maior valor de IGV se diferenciando dos demais tratamentos.

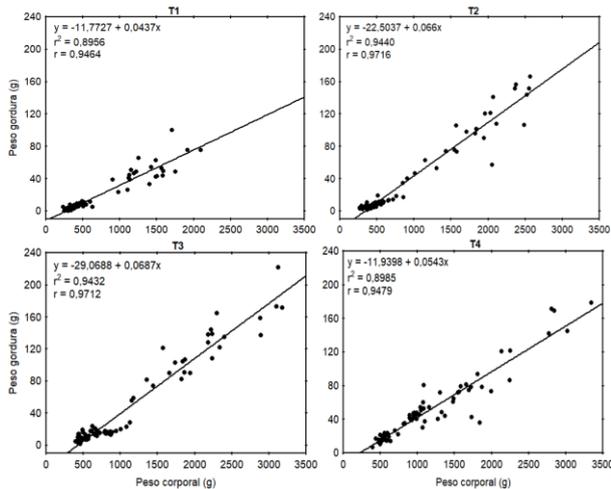


Figura 3. Relação do peso da gordura visceral com o peso corporal do tambaqui *Colossoma macropomum* sob diferentes taxas de arraçoamento (T1 = 0,5%; T2 = 1,0%; T3 = 1,5% e T4 = 2,0%).

Na fase 2 os tratamentos T1, T2 e T3 não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$) e o T4 se manteve com valores acima dos demais. Na fase 3 apenas os tratamentos T1 e T4 exibiram diferenças significativas, onde os tratamentos T2 e T3 se igualaram apresentando os maiores valores de IHS (Figura 4). Ainda, os dados mostraram que os valores médios de IGV entre as fases (1, 2 e 3) exibiram um crescimento contínuo em todos os tratamentos, exceto para o tratamento T4 que obteve uma queda nos valores de IGV entre as fases de cultivo 2 e 3 (Figura 4).

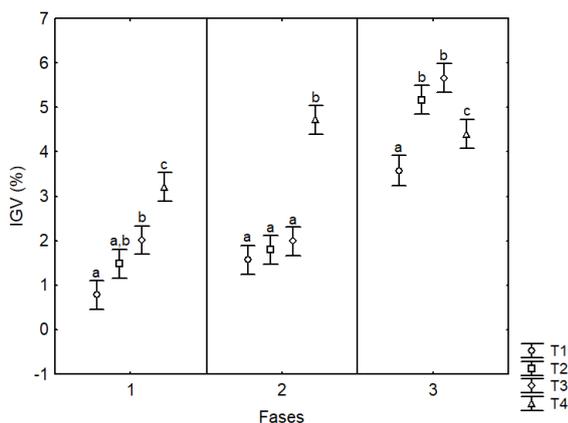


Figura 4. Distribuição das médias e desvios padrões para o índice de gordura visceral (IGV), mensurados durante o cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* para as diferentes taxas de arraçoamento (T1 = 0,5%; T2 = 1,0%; T3 = 1,5% e T4 = 2,0%). Letras iguais entre os diferentes tratamentos correspondem a semelhanças significativas entre as médias avaliadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Índice hepatossomático (IHS)

O incremento no peso hepático também se mostrou relacionado diretamente com peso corporal dos indivíduos (Figura 5).

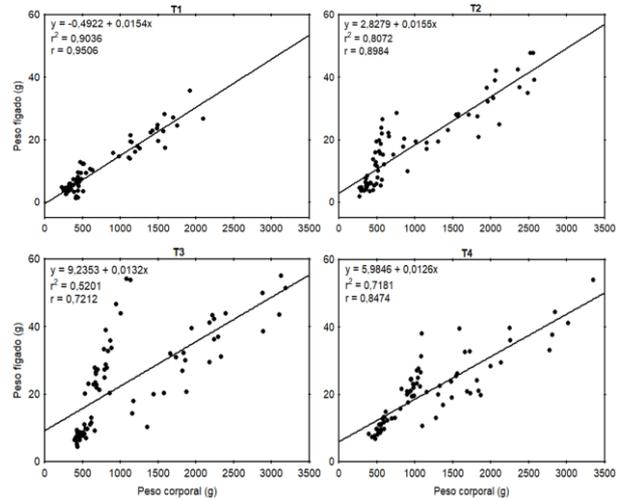


Figura 5. Relação do peso do fígado com o peso corporal do tambaqui *Colossoma macropomum* sob diferentes taxas de arraçoamento (T1 = 0,5%; T2 = 1,0%; T3 = 1,5% e T4 = 2,0%).

O índice hepatossomático na fase 1, apresentaram diferenças significativas entre o tratamento T4 com os tratamentos T1 e T2, porém os tratamentos T2 e T4 foram similares ao tratamento T3 (ANOVA = 0,365, $F_{(12, 568)} = 30,998$, $p \leq 0,05$). Na fase 2, o tratamento T1 exibiu o menor valor de IHS e o T3 apresentou o maior valor, porém, diferenciaram-se entre si entre os tratamentos T2 e T4, que apresentaram médias semelhantes. Por outro lado, na terceira fase não houveram diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 6).

Quando analisado as fases de cultivo verificou-se que o tratamento T1 apresentou os menores valores de IHS durante todo período de estudo. Por outro lado, os grupos de peixes alimentados com as demais taxas de arraçoamentos, exibiram uma oscilação nos valores médios de IHS, apresentando um ganho nos valores de IHS durante a fase 2, seguido de queda nesses valores na fase adulta (Figura 6).

4. Discussão

Para a maioria das espécies de peixes cultivadas a ração ainda não é a ideal para suprir com os níveis de exigências nutricionais específicos (VÁSQUEZ-TORRES *et al.*, 2002; GARCEZ *et al.*, 2016) e ainda existem lacunas

que definam esses percentuais na alimentação (OLIVEIRA; SOUSA, 2017). Algumas espécies como o tambaqui, que são filtradores de plâncton (CAMARGO *et al.*, 1998), quando submetidos ao ambiente de confinamento, além da necessidade desse recurso, dependem também do fornecimento de alimentos artificiais para o complemento de sua dieta (SANTOS *et al.*, 2010).

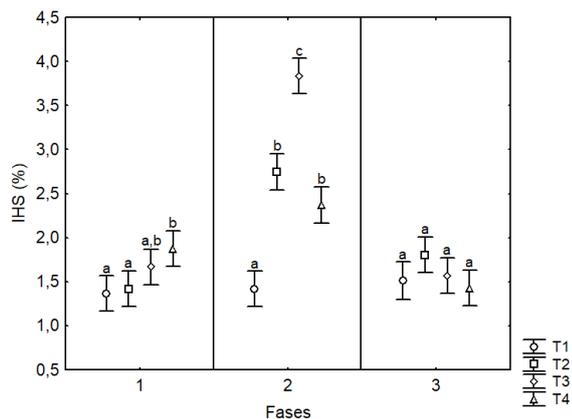


Figura 6. Distribuição das médias e seus respectivos desvios padrões para os valores do índice hepatossomático (IHS), mensurado durante o cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum*, para as diferentes taxas de arraçoamento (T1= 0,5%; T2 = 1,0%; T3 = 1,5% e T4 = 2,0%). Letras iguais entre os diferentes tratamentos correspondem a semelhanças significativas entre as médias avaliadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A quantidade de alimento oferecido aos animais confinados, influenciam diretamente no desempenho zootécnico e na eficiência alimentar dos peixes nos sistemas de cultivo (CHAGAS *et al.*, 2005). O que pode resultar no acúmulo de gordura no fígado e na cavidade abdominal dos indivíduos, mesmo que os peixes satisfaçam suas necessidades de crescimento (CYRINO *et al.*, 2000), incidindo negativamente na qualidade da carne do pescado a ser oferecida ao consumidor (LEONHARDT *et al.*, 2006).

Sendo assim, o desenvolvimento corpóreo de um indivíduo depende substancialmente do consumo de alimento por ele ingerido e de suas características nutricionais (RODRIGUES, 2016), de forma que o ganho de peso aumenta em resposta à taxa de arraçoamento adotada (CHAGAS *et al.*, 2005), o que corrobora com os resultados apresentados nos tratamentos (T1, T2, T3 e T4) desta pesquisa, que exibiram um ganho em peso para os animais, proporcionalmente ao aumento da taxa de arraçoamento oferecida, onde

se manteve nesse ritmo até o final da segunda fase de cultivo. Estes resultados, também confirmam o que Chagas *et al.*, (2007) relataram sobre o cultivo do tambaqui, onde os animais tendem a aumentar seu crescimento com a elevação das taxas de arraçoamento. O contrário, também se confirma para o tratamento T1 que recebeu a menor taxa de alimentação (0,5%) e obteve o menor desempenho em ganho de peso em todas as fases de cultivo.

No entanto, na terceira fase (1000 a 2000 g) o tratamento T3 que recebeu 1,5% da taxa de alimentação foi o que teve o melhor desempenho em ganho de peso, quando comparado aos demais tratamentos, uma vez que se manteve acima dos valores de T1 e T2 e alcançou o mesmo desempenho do grupo de peixes tratados com 2% da taxa de arraçoamento (T4). Esse padrão, pode ser atribuído ao motivo de que os peixes tendem a otimizar a sua digestão para extrair do alimento de forma mais eficiente os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, quando alimentados com taxas de ração mais adequada (VAN HAM *et al.*, 2003). Ainda a estagnação encontrada no peso dos peixes do tratamento T4, pode estar relacionada ao alcance da capacidade de suporte do ambiente de cultivo ($\geq 800 \text{ g/m}^2$), o que limita o crescimento dos peixes, sobretudo quando não se tem espaço o suficiente para o desenvolvimento da biomassa estocada (LÓPEZ *et al.*, 2000).

Quando relacionado o peso do fígado e da gordura visceral com o peso corporal dos peixes, verificou-se que estes aumentaram proporcionalmente com o desenvolvimento corpóreo dos indivíduos. O padrão de crescimento dos órgãos internos dos peixes, como o fígado, tende a acompanhar o crescimento corporal dos indivíduos em proporções pequenas, por outro lado a gordura visceral tem um incremento maior com uma taxa proporcional ao tamanho de cada indivíduo (CYRINO *et al.*, 2000). No entanto, o acúmulo de gordura visceral nos peixes podem estar relacionados também ao ambiente de confinamento, pois os indivíduos tendem a acumular gordura, em virtude das poucas atividades, atribuídas ao espaço reduzido, diminuindo assim seu gasto energético (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002). Também, os peixes gastam menos energia em suas excretas, quando comparado com mamíferos e aves, uma vez que eliminam na água os compostos nitrogenados derivados do catabolismo proteico,



em forma de amônia em vez de uréia ou ácido úrico (DAIRIKI; SILVA, 2011).

Os resultados exibidos para o índice de gordura visceral mostraram que até a segunda fase de cultivo houve um crescimento proporcional às taxas de arraçoamento, corroborando com Cyrino *et al.*, (2000) que encontraram padrão similar, onde juvenis de “black bass” (*Micropterus salmoides*) exibiram um incremento de IGV ajustado à quantidade de ração fornecida para cada grupo analisado. Os resultados da presente pesquisa, mostraram que na terceira fase (F3) de cultivo, houve uma diminuição nos valores de IGV para o tratamento que recebeu a maior quantidade de ração (T4). Esse resultado pode estar relacionado diretamente ao ganho de peso dos indivíduos, em parte combinado à formação de gônadas bem desenvolvidas nesses animais, estas, visualizadas apenas nesse tratamento durante as coletas dos dados. Fator este, que pode estar atribuído a uma estratégia reprodutiva da espécie, para garantir a proliferação das suas proles, quando submetidas ao alto estresse do ambiente de confinamento. Assim, transferindo as suas reservas energéticas e somáticas para o processo de desenvolvimento das gônadas (VAZZOLER, 1996; VIEIRA *et al.*, 1999).

Os valores médios encontrados para o índice hepatossomático mostraram uma grande variação para os tratamentos T2, T3 e T4 entre as fases de cultivo. Essa oscilação pode ser explicada ao fato de que parte das reservas energéticas encontradas no fígado dos animais são consumidas em curto intervalo de tempo, em consequência das atividades físicas, variações ambientais e estresse (CYRINO *et al.*, 2000). O glicogênio hepático é considerado um estoque emergencial de energia, sendo utilizado imediatamente nos momentos de condições críticas de estresse (CHRISTIANSEN; KLUNGSOYR, 1987). Por outro lado, o grupo de peixes que recebeu a menor taxa de arraçoamento (T1 = 0,5%), permaneceu com o menor valor de IHS durante todo o estudo.

Ainda, o mesmo padrão observado para o ganho de peso e índice de gordura visceral, foi verificado para o índice hepatossomático na fase 3, o qual exibiu uma diminuição nos valores médios no tratamento T4, fator que pode estar atribuído à participação do fígado na formação da vitelogênese, no processo de maturação gonadal desse indivíduos (BAZZOLI *et al.*, 1998). Sendo assim, o índice hepatossomático pode ser utilizado como indicador da atividade biológica dos peixes,

de maneira a oferecer subsídios para o conhecimento da época reprodutiva (COSTA *et al.*, 2005). Também as reduções nos valores de IHS, podem estar associadas à utilização de reservas energéticas, imprescindíveis para a manutenção da homeostase dos animais confinados (TAVARES-DIAS *et al.*, 2000).

O comportamento diferenciado nos valores dos índices IHS e IGV, podem ter ocorrido devido ao nível de proteína bruta (22%) utilizado na ração, que é considerado baixo para o cultivo do tambaqui, principalmente na fase inicial (IZEL; MELO, 2004; ALMEIDA *et al.*, 2011). Quanto menor o nível de proteína dietética, maior a utilização de carboidratos, aumentando assim, a deposição de glicogênio no fígado e posterior acúmulo de gordura nas vísceras, o que resulta no menor rendimento de carcaça e maior proporção de resíduos no processamento (KUBITZA, 1999; CYRINO *et al.*, 2000). Em um experimento utilizando juvenis de tambaqui Camargo *et al.*, (1998) verificaram um aumento na deposição de gordura na carcaça desses animais proporcional à elevação de energia metabolizável na dieta. Por outro lado, o consumo de rações com baixa relação de energia/proteína, proporcionam a maior utilização da proteína como fonte de energia, agravando a conversão alimentar e diminuindo o ritmo de ganho de peso, assim encarecendo o custo com a dieta durante a criação de peixes (HALVER, 2013).

5. Conclusões

Os resultados mostraram que a taxa de arraçoamento de 2% (T4) apresentou os maiores valores para os índices hepatossomático e da gordura visceral, assim como no peso dos indivíduos de tambaqui, até a segunda fase de cultivo (≈ 1000 g). Por outro lado, a taxa de arraçoamento (0,5%) apresentou os menores valores de médias encontradas no desenvolvimento do plantel, para o peso corporal e índices (IHS e IGV) em todas as fases de cultivo.

No entanto, na última fase do cultivo os indivíduos do tratamento T4 sofreram influência nos seus processos reprodutivos, consumindo suas reservas energéticas e por consequência diminuíram seus valores dos índices IHS e IGV. Sendo assim, este estudo sugere que as taxas de arraçoamento influenciam diretamente na composição corporal dos peixes e nos índices



relacionados (IHS e IGV), em decorrência, se torna importante o controle da quantidade de alimento a ser ofertado para os peixes durante todo o processo de criação.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelas bolsas de estudo, a Universidade Federal de Rondônia – UNIR pelo suporte logístico e instalações, a empresa BIGSAL Nutrição Animal, pela doação de ração e kit de análise de água, ao Sr. José Edilson Andrade pela doação dos peixes, a Engenheira de Pesca Cidiane Melo Oliveira pelo auxílio nas coletas de dados.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. The fruits of tambaqui Ecology, Conservation and cultivation in the Amazon. **Civil Society Mamirauá Brasília**. p. 186, 1998.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSI, D. M.; FIM, J. D. I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (igarape channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.

ALMEIDA, L. C.; AVILEZ, I. M.; HONORATO, C. A.; HORI, T. S. F.; MORAES, G. Growth and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different levels of protein and lipid. **Aquaculture nutrition**, v. 17, n. 2, p. 253-262, 2011.

BAZZOLI, N.; MESQUITA, T.L.; SANTOS, G.B.; RIZZO, E. Análise comparativa da reprodução de *Astyanax bimaculatus* (Pisces, Characidae) nos Reservatórios de Furnas, Marimondo e Itumbiara. **Bios**, v.6, p.99-112, 1998.

BEZERRA NETO, E. B.; PRADO, G. F.; PRADO, G. A. F.; SOUSA, R. G. C. Engorda de tambaquis (1 a

3 kg) arraçoados com dietas contendo 22 e 28% de proteína bruta. **Scientia Amazonia**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2017.

CAMARGO, A. C. S.; JÚNIOR, M. V. V.; DÁLCIO, J. L. D.; ANDRADE, R.; SANTOS, L. C. Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de Peso Vivo. 1. Composição das Carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p. 409-415, 1998.

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

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. C.; JÚNIOR, H. M.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J. N. P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, n. 8, p. 833-835, 2005.

CHRISTIANSEN, C.; KLUNGSOYR, L. Metabolic utilization of nutrients and the effects of insulin in fish. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.88b, p.701-711, 1987.

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. P. R.; ANDRADE, D. R.; Vidal-Junior, M. V.; SOUZA, G. Indicadores quantitativos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau-vermelho no Rio Paraíba do Sul. **Pesq. agropec. bras**, v.40, n.8, p.789-795, 2005.

CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; MARTINO, R. C. Retenção de proteína e energia em juvenis de "black bass" *Micropterus salmoides*. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 609-616, 2000.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, Á. D. A.; SADO, R. Y., BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o ambiente—o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 68-87, 2010.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. **Embrapa Amazônia Ocidental**. Documentos; 91. 2011.



FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges.** Rome: FAO, 2016. 243p.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira.** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013.

GARCEZ, R. C. S.; PRADO, G. F.; PYÑEIRO, J. I. G.; NETO, E. B. B. Avaliação do ganho do peso de tambaqui cultivado com diferentes taxas de proteínas na alimentação. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 40-45, 2016.

HALVER, J. **Fish nutrition.** Elsevier, 2013.

HORNICK, J. L.; VAN EENAEME, C.; GÉRARD, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, p.121-132, 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa pecuária municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estatistica>. Acesso em: 15 dezembro de 2018.

IZEL, A.C.U.; MELO, L.A.S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 19p. 2004.

IGHWELA, K. A.; AHMAD, A. B.; ABOL-MUNAFI, A. B. The selection of viscerosomatic and hepatosomatic indices for the measurement and analysis of *Oreochromis niloticus* condition fed with varying dietary maltose levels. **International Journal of Fauna and Biological Studies**, v. 1, n. 3, p. 18-20, 2014.

JOBLING, Malcolm. Bioenergetics: feed intake and energy partitioning. In: **Fish ecophysiology.** Springer, Dordrecht, 1993. p. 1-44.

KUBITZA, F. "Off-flavor", Nutrição, Manejo Alimentar e Manuseio Pré-Abate Afetam a Qualidade do Peixe Destinado à Mesa. **Panorama da Aquicultura**, v. 9, n. 54, p. 39-49, 1999.

KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes. **Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 19, n. 14, p. 14-23, 2009.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, v.14, n.82 p. 27-39, 2004.

LEONHARDT, J. H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MACHADO MORENO, A. Características morfológicas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, 2006.

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. Biological Sciences**, v. 22, p. 491-494, 2000.

MENDONÇA, P. P.; FERREIRA, R. A.; JUNIOR, V.; ANDRADE, D. R.; SANTOS, M. V. B.; FERREIRA, A. V.; REZENDE, F. P. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 223, p. 323-331, 2009.

MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. Optimization of Feeding Rate for Hatchery-Produced Juvenile Gilthead Sea Bream *Sparus aurata*. **Journal of World Aquaculture Society**, v.33, n.2, p.169-175, 2002.

NAVARRO, I.; GUTIERREZ, J. Fasting and starvation. **Biochemistry and Molecular Biology of Fishes**, v. 4, p. 394 – 434, 1995.

OLIVEIRA, C. M.; SOUSA, R. G. C. Cultivo de tambaquis da pré-engorda ao abate com diferentes taxas de arraçoamento. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 4, p. 20-25, 2017.

PEREIRA JUNIOR, G. P.; PEREIRA, E. M. O.; PEREIRA FILHO, M.; BARBOSA, P. S.; SHIMODA, E.; BRANDÃO, L. V. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentados com rações contendo farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 217-226, 2013.

RAFAEL, J.; BRAUNBECK, T. Interacting effects of diet and environmental temperature on biochemical parameters in the liver of *Leuciscus idus melanotus* (Cyprinidae: Teleostei). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 5, n. 1, p. 9-19, 1988.

RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 1, p. 135-145, 2016.



ROTTA, M. A. Use of energy and protein for fish, Corumbá: Embrapa Pantanal. 24p.,2002.

ROUBACH, R.; GOMES, L. D. C.; CHAGAS, E.; LOURENÇO, J. D. P. Nutrição e manejo alimentar na piscicultura. **Embrapa Amazônia Ocidental- Documentos (INFOTECA-E)**, 2002.

SAINT-PAUL, U. Investigations on the seasonal changes in the chemical composition of liver and condition from a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum* (Serrasalmidæ). **Amazoniana**, v. 9, n. 1, 1984.

SANTOS, L.; PEREIRA FILHO, M.; SOBREIRA, C.; ITUASSU, D.; FONSECA, F. A. L. Exigência proteica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. **Energia**, v. 40, p. 0, 2010.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

SILVA, C. R.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v. 264, n. 1-4, p. 135-139, 2007.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1815-1824, 2003

SOUZA, R. C.; CAMPECHE, D. F. B.; CAMPOS, R. M. L.; FIGUEIREDO, R. A. C. R.; MELO, J. F. B.

Feeding frequency for tambaqui juveniles. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 927-932, 2014.

SOUZA, E. S.; PONTUSCHKA, R. B.; SOUSA, R. G. C. Viabilidade econômica do uso de aerador para o cultivo semi-intensivo de tambaqui em tanques escavados. **Revista Desafios**, v. 04, n. 1, p. 50-61, 2017.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. Relação hepatossomática e esplenossomática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. **Revista Brasileira de Zoologia**, p. 273-281, 2000.

VAN HAM, E. H.; BERNTSEN, M. H.; IMSLAND, A. K.; PARPOURA, A. C.; BONGA, S. E. W.; STEFANSSON, S. O. The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). **Aquaculture**, v. 217, n. 1, p. 547-558, 2003.

VÁSQUEZ-TORRES, W.; PEREIRA-FILHO, M.; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Estudos para composição de uma dieta referência semipurificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 283-292, 2002.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: NUPELIA, 1996. 169p.

VIEIRA, E. F.; ISAAC, V. J.; FABRÉ, N. N. Biologia reprodutiva do tambaqui, *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818 (Teleostei, Serrasalmidæ), no baixo amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, V. 29, n. 4, p. 625-638, 1999.