Brazilian Journal of Development

Desempenho zootécnico e bromatologia de tambatinga (Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus, Characidae) alimentada com milheto (Pennisetum sp.)

Zootechnical performance and bromatology of tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) fed with pearl millet (*Pennisetum* sp.)

DOI:10.34117/bjdv6n4-376

Recebimento dos originais: 20/03/2020
Aceitação para publicação: 28/04/2020

Francisco Andreghetto
Laboratório de Reprodução de Organismos Aquáticos. Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310, São Luís, MA, Brasil
E-mail: francisco.andreghetto@gmail.com

Thiago Campos de Santana
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca. Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310, São Luís, MA, Brasil
E-mail: thsantana21@hotmail.com

Jonatas da Silva Castro
Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Universidade Nilton Lins, Av. Prof. Nilton Lins, 3259, Flores, 69058-030, Manaus, AM, Brasil
E-mail: jonatascastro@hotmail.com.br

Katherine Saldanha Noleto
Rede Bionorte de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, Cidade Universitária do Bacanga, 65080-805, São Luís, MA, Brasil
E-mail: katherinenoleto@gmail.com

Erivânia Gomes Teixeira
Laboratório de Reprodução de Recursos Aquáticos; Departamento de Engenharia de Pesca; Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos e Pesca. Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Av. Lourenço Vieira da Silva, 1000, Jardim São Cristóvão, 65055-310 São Luís, MA, Brasil
E-mail: vaniagteixeira@gmail.com

RESUMO
O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial do milheto (*Pennisetum* sp.) como alimento alternativo para tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*). Foram utilizados 45 juvenis de tambatinga divididos em três tratamentos: T1 - alimentado com ração comercial extrusada (RCE) (32% de proteína bruta); T2 - alimentado com 50% de RCE (32% de proteína bruta) e 50% de milheto; e T3 - alimentado somente com milheto. Os peixes foram alimentados

Brazilian Journal of Development

durante 60 dias, três vezes ao dia, com 3% da biomassa estocada. O desempenho zootécnico dos peixes foi acompanhado por meio de biometrias realizadas quinzenalmente até o final do experimento. Após os 60 dias, os peixes foram eutanasiados por hipotermia e submetidos à pesagem e medição dos órgãos internos e análise da composição bromatológica do filé. Não houve diferença no desempenho zootécnico para os peixes alimentados com os tratamentos T1 e T2 (P>0,05). Para os órgãos internos, não houve diferença para os tratamentos T2 e T3 (P>0,05), porém foi registrada diferença para o baço e fígado dos peixes desses tratamentos quando comparados ao tratamento T1 (P<0,05). Quanto aos valores da relação hepatossomática, foram registrados valores de 1,12 ± 0,2%, 1,60 ± 0,1% e 1,57 ± 0,3% para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente. Quanto ao índice de gordura visceral, embora tenha ocorrido um pequeno acréscimo para o tratamento T3, não foi observada diferença significativa para nenhum dos tratamentos. O tratamento T2 apresentou maior teor protéico em comparaçãocom os tratamentos T1 e T3. A substituição parcial da ração comercial extrusada por milheto na alimentação de tambatingas é viável por um período de 60 dias, pois nesta proporção os exemplares apresentaram desempenho zootécnico final satisfatório.

Palavras-chave: alimento alternativo;aquicultura; nutrição; pirapitinga; ração; tambaqui

ABSTRACT
This study aimed to evaluate the potential of pearl millet (*Pennisetum* sp.) as an alternative food for tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*). Forty-five tambatinga juveniles were divided into three treatments: T1 - fed with extruded diet (ED) (32% crude protein); T2 - fed with 50% ED (32% crude protein) and 50% pearl millet; and T3 - fed only with pearl millet. The fish were fed for 60 days, three times a day, with 3% of the stored biomass. The zootechnical performance of the fish was followed by biometrics at fortnightly intervals until the end of the experiment. After 60 days, the fish were euthanized by hypothermia and subjected to weighing and measurement of internal organs and analysis of the bromatological composition of the fillet. There was no difference in zootechnical performance for fish fed T1 and T2 treatments (P>0.05). For the internal organs, there was no difference for treatments T2 and T3 (P>0.05), but the difference was noted for the spleen and liver of fish of these treatments when compared to treatment T1 (P<0.05). Regarding the values of the hepatosomatic relationship, values of 1.12 ± 0.2%, 1.60 ± 0.1% and 1.57 ± 0.3% were recorded for T1, T2 and T3 treatments, respectively. Regarding the visceral fat index, although there was a small increase for T3 treatment, no significant difference was observed for any of the treatments. Treatment T2 presented higher protein content compared to treatments T1 and T3. Partial replacement of the extruded diet by pearl millet is viable for tambatinga for a period of 60 days, because in this proportion the specimens presented satisfactory final zootechnical performance.

Keywords: alternative food; aquaculture; nutrition; pirapitinga; ration; tambaqui

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma das principais atividades da economia mundial, contribuindo fortemente para a segurança alimentar e nutricional da população, sendo um dos setores de produção de alimentos que mais cresce no mundo (Cressey, 2009; NRC, 2011;FAO, 2018). Diante desse crescimento, torna-se necessário a intensificação de estratégias de produção que visem a utilização de novos ingredientes para a formulação e o processamento de dietas nutricionalmente completas e economicamente viáveis (Cyrino et al., 2010).

Entre as espécies de peixes redondos dulcícolas mais cultivadas no Brasil, destaca-se o híbrido tambatinga, resultante do cruzamento da fêmea de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Este híbrido se destaca entre os seus parentais em termos de crescimento e produtividade (Silva et al., 1986; Pinheiro et al., 1991; Hashimoto et al., 2012).

O milho e o trigo são alimentos enérgicos básicos na formulação de rações para peixes, e estão entre os insumos que apresentam oscilações sazonais de disponibilidade e elevado custo (Bastos et al., 2004; Kavata et al., 2005;).O milheto (*Pennisetum* spp.) possui crescimento ótimo em curtos períodos em condições climatológicas favoráveis, com resistência a seca e adaptação a solos de baixa fertilidade (Bastos et al., 2004; Makun et al., 2006). Apresenta em sua composição bromatológica características semelhantes ao milho e ao sorgo, sendo descrito como uma ótima fonte de alimento para suínos, aves e coelhos (Furlan et al., 2003; Abreu et al., 2014; Nwogor e Ndidiamaka, 2018), além de diferentes espécies de peixes, tais como *Colossoma macropomum* (Silva et al., 1997) e *Leporinus macrocephalus* (Nagae et al., 2002).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o potencial do milheto como alimento alternativo para Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*), com a hipótese de que peixes alimentados com milheto apresentam maior ganho de peso e crescimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Estação de Pesquisas Aquícolas e no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, localizados no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Maranhão. Foram utilizados 45 juvenis de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*), divididos em três tratamentos: T1 - alimentado com ração comercial extrusada (32% de proteína bruta); T2 - Alimentado com 50% de ração comercial extrusada (32% de proteína bruta) e 50% de milheto, e T3 - alimentado somente com milheto.

Inicialmente os peixes foram submetidos à biometria e posteriormente divididos aleatoriamente em três grupos, estocados em tanques de concreto com capacidade máxima de 3.500 litros, área superficial de 7m², com sistema de abastecimento proveniente de água de poço e escoamento tipo cachimbo, que facilita a limpeza dos tanques. Todos os tanques foram instalados em área coberta, e a densidade de estocagem foi 2,1 peixes/m², com 15 peixes em cada tratamento.

Os peixes foram alimentados três vezes ao dia: às 9 horas, 12 horas e 15 horas durante 60 dias, e a quantidade específica de ração diária foi de 3% da biomassa estocada, ajustada conforme

dados biométricos medidos quinzenalmente. As sobras de ração no tanque foram recolhidas com puçá ou por sifonamento e reposição parcial de água foi realizada.

Para o T2 (ração + milheto) e T3 (somente milheto), foi utilizado um comedouro, uma vez que o milheto não apresenta flutuabilidade e deste modo foi possível a visualização e constatação do consumo do milheto pelos peixes.

Para monitoramento da qualidade de água foram utilizados um oxímetro e pHmetro digital e *kit* técnico para aquicultura ALFAKIT. Foram registrados as seguintes variáveis: oxigênio dissolvido (OD), duas vezes ao dia (09 horas e 15 horas), temperatura e pH que foi aferido semanalmente.

2.2 COLETA DOS ÓRGÃO INTERNOS

Após o período experimental, os peixes foram eutanasiados por hipotermia, e em seguida foi realizada uma incisão no sentido ântero-posterior na região ventral de cada exemplar. Os órgãos coletados foram fígado, baço e intestino. Posteriormente a gordura visceral foi separada e todos os órgãos foram submetidos à pesagem por meio de balança digital, com exceção do intestino cujo informação coletada foi o comprimento.

As variáveis de rendimento corporal avaliadas foram:

Relação hepatossomática (RHS%=peso do fígado/peso corporal x 100) e esplenossomática (RSS%=peso do baço/peso corporal x 100);

Índice de gordura visceral (IGV): (peso da gordura visceral (g)/peso final (g));

Quociente intestinal, QI = comprimento do intestino (CI, cm)/comprimento total final (CT, cm).

2.3 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO FILÉ

Para a análise da composição bromatológica, primeiramente os peixes foram filetados, separados em seus devidos tratamentos (T1, T2 e T3), em seguida foram submetidos a uma despolpadeira de rosca sem fim com capacidade de extração de 250 kg de Carne Mecanicamente Separada (CMS) por hora. Posteriormente as polpas foram pesadas, embaladas, devidamente etiquetadas e congeladas individualmente. O bloco de polpa foi descongelado e submetido à desidratação em estufa a 105ºC por 16 horas e em seguida foi triturado até a obtenção de um pó. Posteriormente o produto foi encaminhado para análise bromatológica.

A proteína bruta (PB) foi quantificada pelo método de micro Kjedahl para determinar o nitrogênio total, conforme metodologia da AOAC (2000), Silva e Querioz (2004) e Fogaça (2009). Este método baseou-se em três etapas: 1) Digestão – o nitrogênio é transformado em amônia e os

compostos orgânicos são convertidos em CO_2, H_2O etc.; 2) Destilação – a amônia foi separada e recolhida em uma solução receptora; e 3) Titulação – determinação quantitativa da amônia contida na solução receptora.

Para o resultado do teor de proteína bruta, primeiramente, foram determinados os percentuais do nitrogênio total e proteína bruta na matéria seca, após a obtenção desses dados, obteve-se o percentual real da proteína bruta, utilizando as seguintes fórmulas:

- *Determinação de Nitrogênio Total*

$$\%NT = \frac{V * N * 0{,}0014 * 100}{PA}$$

Onde:

V = volume de HCl 0,1 N gasto na titulação

N = Normalidade do HCl

PA = Peso da amostra em gramas

0,014 = miliequivalente-grama do nitrogênio

- *Determinação da proteína bruta na matéria seca*

$$\%PB_{MS} = \%NT * 6{,}25$$

Onde:

PB_{MS} = Proteína Bruta na matéria seca (%)

NT = Nitrogênio Total

6,25 = fator de conversão do nitrogênio em proteína

- *Determinação do valor real da proteína bruta*

$$\% PB = \frac{\%PB_{MS} * MS}{100}$$

Onde:

PB = Proteína Bruta (%)

PB_{MS} = Proteína Bruta na matéria seca (%)

MS = quantidade da matéria da seca da amostra

Brazilian Journal of Development

A gordura foi extraída pelo método de *Bligh Dayer* adaptado e as cinzas foram determinadas por meio de incineração em mufla a 550ºC por 5 horas.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). Quando o valor de F indicou diferenças significativas ($p<0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os resultados estão apresentados como médias ± desvio padrão e todas as análises foram realizadas pelo programa Bioestat, versão 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para as variáveis físico-químicas da água não apresentaram diferenças entre os tratamentos T1 e T2 ($P>0,05$) (Tabela 1), com exceção do oxigênio dissolvido do tratamento T3 ($P<0,05$), porém todos ficaram dentro dos limites recomendados para a espécie. De acordo com Faria et al. (2013), temperaturas entre 25ºC e 32ºC são adequadas para o bom desenvolvimento da maioria das espécies de peixes tropicais. Os mesmos autores afirmam que a temperatura desempenha importante papel na solubilidade do oxigênio na água e que quanto mais elevada a temperatura menor a solubilidade do oxigênio.Os valores de oxigênios no presente estudo foram superiores aos indicados por Ostrenski e Boeger (1998) que afirmam que concentrações de oxigênio dissolvido acima de 5 mg L^{-1} são ideais para o bom desempenho de peixes tropicais.

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão (±) dos parâmetros físico-químicos da água de cultivo de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) alimentados com ração e milheto, obtidos durante o período experimental.

Variável	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Temperatura (ºC)	25,7 ± 0,85[a]	25,1 ± 0,25[a]	25,2 ± 0,21[a]
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	6,9 ± 0,57[a]	7,1 ± 0,37 [a]	6,0 ± 0,58 [b]
pH	6,3 ± 0,68[a]	6,4 ± 0,65[a]	6,3 ± 0,90[a]

Os valores médios para peso inicial, peso final, ganho de peso, comprimento inicial e comprimento final, estão apresentados na Tabela 2. Para os tratamentos T1 (ração comercial) e T2

(ração comercial + milheto) não houve diferença significativa (P>0,05) em relação às variáveis de desempenho avaliadas. Porém o T3 (milheto) apresentou peso final e ganho de peso significativamente inferiores aos demais tratamentos (P<0,05), no entanto essa diferença não foi observada para o comprimento final.

Os resultados para o ganho de peso sugerem que a tambatinga é um peixe capaz de fazer bom proveito da substituição parcial da quantidade de alimento ofertado com milheto, o que pode ser verificado pelo crescimento semelhante entre os exemplares alimentados com ração comercial e com a combinação de ração comercial + milheto. O milheto já foi testado com resultados satisfatórios para o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) por Burtle et al. (1992), ao utilizarem ração contendo 30% de milheto, e por Castro (1998), quando, trabalhando com tilápia, substituiu o milho utilizado na ração por milheto e não verificou diferença significativa. O milheto já foi utilizado também em substituição ao milho, em inclusão de até 33,70% na ração para alevinos de *Ctenopharyn godonidella* (Kavata et al., 2005), na inclusão de ração para alevinos de *Leporinus macrocephalus* (Nagae et al., 2002) e como substituto do milho em rações de *Colossoma macropomum* (Silva et al., 1997) e em sistemas de policultivo (Silva et al., 1994).

Tabela 2 – Valores médios das variáveis de desempenho de tambatinga, (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) submetidos à alimentação com ração e milheto.

TRAT	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CI (cm)	CF (cm)
T1	$92 \pm 5,1^{a}$	$143 \pm 8,4^{a}$	$51 \pm 4,1^{a}$	$16,1 \pm 1,5^{a}$	$19,5 \pm 0,5^{a}$
T2	$92 \pm 4,7^{a}$	$134 \pm 7,0^{ab}$	$42 \pm 3,8^{a}$	$16,8 \pm 1,2^{a}$	$18,8 \pm 0,8^{a}$
T3	$109 \pm 6,3^{a}$	$122 \pm 5,7^{b}$	$13 \pm 6,2^{b}$	$18,5 \pm 2,1^{a}$	$18,9 \pm 0,9^{a}$

Onde:Peso médio inicial (PI), peso médio final (PF), ganho de peso (GP), comprimento inicial (CI), comprimento final (CF). Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

O bem estar de peixes em confinamento e alimentados com alimentos alternativos pode ser indicado também pela determinação de índices e quocientes determinados a partir do peso do baço, fígado e intestino (Tavares-Dias et al., 2000).

Quentel e Obach (1992) afirmaram que a determinação da relação hepatossomática e esplenosomática é importante para a compreensão dos distúrbios causados por processos patológicos.

Na tabela 3 estão apresentados os valores médios do peso do baço, do fígado, gordura visceral e comprimento do intestino dos peixes utilizados no experimento, bem como o comprimento médio do intestino dos peixes de cada tratamento. Foi observado que não houve

diferença significativa para os tratamentos T2 e T3 (P>0,05), porém foi registrada diferença significativa para o baço e fígado dos peixes desses tratamentos quando comparados ao tratamento T1.

Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão (±) do peso (g) do baço, do fígado, da gordura visceral e comprimento médio (cm) do intestino de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*), utilizadas no experimento.

TRAT. (g)	BAÇO (g)	FIGADO (g)	GORDURA (g)	INTESTINO (cm)
T1	0,34± 0,24[a]	1,61± 0,62[a]	1,10± 0,62[a]	25,37 ± 3,57[a]
T2	0,17± 0,20[b]	2,14 ± 0,70[b]	0,84 ± 0,31[a]	22,97 ± 2,60[a]
T3	0,06 ± 0,04[b]	1,91 ± 0,74[b]	1,04± 0,47[a]	22,92 ± 2,80[a]

Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P> 0,05).

Os valores médios para a relação esplenossomática, relação hepatossomática, índice de gordura visceral e quociente intestinal estão apresentados na tabela 4. Sobre a relação esplenossomática foi possível verificar uma significativa redução entre os três tratamentos, o que pode indicar algum tipo de patologia nos peixes submetidos às referidas dietas. De acordo com Fishelson (2006), o baço é responsável por formar lóbulos contendo grupos de células brancas e vermelhas e de acordo com Maciel et al. (2012) o baço realiza a filtração de antígenos e a estocagem de eritrócitos e para algumas espécies, este é o principal órgão hematopoiético. Portanto, alterações neste órgão podem indicar problemas sanguíneos.

Células hepáticas possuem um papel fundamental no metabolismo das proteínas, carboidratos e lipídios e também estão envolvidas na hematopoiese, estocagem de alguns nutrientes e produção de anticorpos durante a fase larval dos peixes (Paris-Palacios et al., 2000; Silva, 2004). No que tange aos valores da relação hepatossomática, foram registrados valores de 1,12 ± 0,2%, 1,60 ± 0,1% e 1,57 ± 0,3% para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, ficando claro o aumento significativo para os tratamentos utilizando milheto na dieta, quando comparado ao tratamento com dieta à base de ração comercial.

O quociente ou índice hepatossomático, de acordo com Tavares-Dias e Mataquero (2004), pode ser utilizado como parâmetro para avaliação das reservas energéticas dos peixes e pode indicar a deficiência ou eficiência nutricional da dieta (Santos et al., 2009). Assim, no presente trabalho com aumento do índice hepatossomático, mesmo que o ganho de peso dos peixes não tenha sido significativamente aumentado com a suplementação do milheto, pode-se inferir que existe uma

reserva de energia no fígado, ou ainda pode ser consequência do aumento do fígado em função de excesso ou ausência de algum nutriente.

Tabela 4 – Valores médios e desvio padrão (±) da Relação esplenossomática (RSS), hepatossomática (RHS), Índice de gordura visceral (IGV) e Quociente intestinal (QI) de exemplares de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*), alimentadas com diferentes dietas.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS		
	Ração comercial	Ração Comercial + Milheto	Milheto
RSS (%)	0,24 ± 0,03[a]	0,13 ± 0,04[b]	0,05 ± 0,03[c]
RHS (%)	1,12 ± 0,2[a]	1,60 ± 0,1[b]	1,57 ± 0,3[b]
IGV (%)	0,76 ± 0,08[a]	0,63 ± 0,04[a]	0,85 ± 0,02[a]
QI	1,30 ± 0,3[a]	1,22± 0,2[a]	1,21± 0,6[a]

Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P> 0,05).

Quanto ao índice de gordura visceral (IGV), embora tenha ocorrido um pequeno acréscimo para o tratamento T3, não foi observada diferença significativa para nenhum dos tratamentos, ficando abaixo do observado por Lemoset al. (2011) que utilizaram uma ração com farelo de coco em substituição ao farelo de sojaparao tambaqui, e superiores aos valores encontrados por Lui et al. (2012), que utilizaram trigo orgânico na dieta de tilápia. Por ser a tambatinga um peixe com tendência a acumular gordura visceral, característica de peixes redondos como o tambaqui, por exemplo, podemos considerar que no presente trabalho o índice de gordura visceral dos peixes alimentados com milheto foi baixo, porém semelhante ao índice para peixes alimentados com ração.

A tabela 5 mostra os resultados para a composição bromatológica do filé de tambatinga nos diferentes tratamentos. Ogawa e Koike (1987) afirmaram ser a composição química do pescado, bastante variável podendo conter entre, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de lipídeos e 1 a 2% de minerais. O teor de proteína no presente estudo apresentou valores elevados nos três tratamentos.

Brazilian Journal of Development

Tabela 5 – Composição bromatológica do filé de tambatinga, (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) submetidos à alimentação com ração e milheto.

PARÂMETRO	TRATAMENTOS		
	T1	T2	T3
Proteína (%)	39,72	41,16	40,62
Cinzas (%)	0,95	0,96	0,92
Lipídeos (%)	0,68	0,86	0,88

Segundo Ogawa e Maia (1999) o teor proteico da carne do pescado pode variar em função da espécie, sexo, tamanho e época do ano. Botelho et al. (2017) descreveram valores superiores de proteína bruta (MS) aos encontrados no presente estudo para os peixes redondos *Colossoma macropomum* (50,95%), *Piaractus brachypomus* (60,36%) e *Piaractus mesopotamicus* (57,74%).

Nossos resultados sugerem ser viável a utilização do milheto como substituição parcial na dieta de tambatinga, porém são necessários estudos posteriores no intuito de se determinar a melhor proporção de inclusão do mesmo, evitando assim o excesso de nutrientes que possam prejudicar o bom funcionamento dos órgãos internos.

REFERÊNCIAS

ABREU, R.C.; KIEFER, C.; ALVES, F.V. et al. Milheto em dietas de suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v. 44, n.9, p. 1639-1644, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of analysis. 12.ed. Washington, D.C.: Association of Analytical Chemistry, 1975. 1094 p.

BASTOS, A.O.; MURAKAMI, I.M.A.E.; OLIVEIRA, G.C. et al. Utilização do milheto (Pennisetum glaucum (L.) R. Brown) grão na alimentação de suínos na fase inicial (15-30kg de peso vivo). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1915-1919, 2004.

BOTELHO, H.A.; COSTA, A.C.; FREITAS, R.T.F. et al. Análise bromatológica de filé de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 4, n. 2, p. 158-165, 2017.

BURTLE, G.J.; NEWTON, G.L.; HANNA,W. Pearl millet replaces corn in channel cat fish diets. In: 84 TH ANNUAL MEETING, 1992, Lexington. Journal of Animal Science. Champaign: **American Society Animal Science**, 1992. v.70., n.1, p.137.

CASTRO, P.F. **Utilização do milheto *Pennisetum americanum* (L.) Leeke como substituto do milho, em rações para a tilápia do Nilo *(Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1757)**.1999. São Carlos,110 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos.

CRESSEY, D. Aquaculture: future fish. **Nature**, v. 458, p. 398-400, 2009.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, Á.D.A.; SADO, R.Y. et al. 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.

FARIA, R.H.S.A.; MORAIS, M.; SORANNA, M.R.G.S. et al. **Manual de criação de peixes em viveiros**. Brasília: Codevasf, 2013. 136 p.

FISHELSON, L. Cytomorphological alerations of thymus, spleen, head-kidney, and liver in cardinal fish (apogonidae, Teleostei) as bioindicators of stress. **Journal of Morphology**, v. 267, n. 1, p. 57-69, 2006.

FOGAÇA, F.H.S. **Caracterização do surimi de tilápia (*Oreochromis niloticus*): morfologia e propriedades físicas, químicas e sensoriais**. 2009. Jaboticabal, 75 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

FOOD AND AGRICULTURE OF THE UNITED NATIONS - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: Meeting the sustainable development goals**. Rome: FAO, 2018. 227p.

FURLAN, A.C.; SCAPINELLO, C. TORAL, F.L.B. Valor nutritivo e desempenho de coelhos alimentados com rações contendo milheto (*Pennisetum glaucum* L. RBr). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.1, p.123-131, 2003.

HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. et al. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v. 4, n. 2, p. 108-118, 2012.

KAVATA, L.C.B.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Substituição do milho *Zea mays* por milheto *Pennisetum americanum* em rações para alevinos de carpa-capim *Ctenopharyn godonidella*. Acta Scientiarum Biological Sciences, v. 27, n. 1, p. 91-94, 2005.

LUI, T.A.; NEU, D.H.; BOSCOLO, W.R. et al. Uso de trigo orgânico na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 383-389, 2012.

Lemos, A. M. V.; Guimarães, I. G.; Miranda, E. C. D. Farelo de coco em dietas para o tambaqui ("Colossoma macropomum"). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12(1): 188-198, 2011.

MACIEL, P.O.; RODRIGUES, A.P.O.; GANECO, L.N. et al. 2012. Anatomia e histologia funcional do rim e baço de alevinos de pirarucu (*Arapaima gigas*). In: Congresso da sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática, 5, 2012, Palmas. **Anais**... Palmas: AQUABIO, 2012.

MAKUN, H.A.; GBODI, T.A.; TIJANI, A.S. et al. Toxicologic screening of fungi isolated from millet (*pennisetum* spp.) during the rainy and dry harmattan seasons in Niger state, Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 34-40, 2007.

NAGAE, M.Y.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Inclusão do milheto (*Pennisetum americanum*) em rações para alevinos de piavuçu *(Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1875-1880, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington: The National Academies Press, 2011. 376 p.

NWOGOR, U.A.; NDIDIAMAKA, O.P. Effect of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) and Garlic Meal (*Allium sativum* L.) on Growth Performance of Broiler Chicks**. American Journal of Zoological Research**, v. 6, n.1, p. 8-11, 2018.

OGAWA, M.; KOIKE, J. **Manual de pesca.** Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do Estado do Ceará, 1987. 800 p.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. Química do pescado. In: OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, 1999, Cap. 4, p. 27-71.

OSTRENSKI, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.

PARIS-PALÁCIOS, S.; BIAGIANTI-RISBOURG, S.; VERNET, G. Biochemical and (ultra) structural hepatic perturbations of Brachydanio rerio (Teleostei, Cyprinidae) exposed to two sublethal concentrations of cooper sulfate. **AquaticToxicology**, v. 50, p. 109-124, 2000.

PINHEIRO, M.H.P.; SILVA, J.W.M.; NOBRE, M.I.S. et al. Cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *Colossoma brachypomum* Cuvier, 1818, na densidade de 5000 peixes⁄Ha**. Revista Ciência Agronômica**, v. 22, p. 77-87, 1991.

QUENTEL, C.; OBACII, A. The cellular composition of the blood and haematopoietic organs of turbot *Scophthalmus maximus* L. **Journal of Fish Biology**, v. 41, n. 5, p. 709-716, 1992.

SANTOS, E.L.; LUDKE, M. C.M.M; BARBOSA, J.M. et al. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 390-397, 2009.

SILVA, J.W.M.; CAMINHA, M.I.O.; NOBRE, M.I.S. et al. Resultados de um ensaio sobre o cultivo do híbrido do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, realizado no centro de pesquisas ictiológicas ‘‘Rodolpho von Ihering’’ (Pentecoste, Ceará, Brasil). **Revista Ciência Agronômica**, v. 17, n. 2, p. 7-18, 1986.

SILVA, P.C.; FRANÇA. A.F.S.; PÁDUA, D.M.C. et al. Avaliação do uso de grãos de milheto (*Pennisetum americanum*) e milho (*Zea mays*) na alimentação de peixes na fase de recria, em sistema de policultivo. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária UFG**, v. 24, n. 1, p. 7-89, 1994.

SILVA, P.C.; FRANÇA, A.F.S.; PÁDUA, D.M.C. et al. Milheto (*Pennisetum americanum*) como substituto do milho (*Zea mays*) na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 24 (no especial), p. 125-131, 1997.

SILVA, D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**, 3rd ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, A.G. **Alterações histopatológicas de peixes como biomarcadores de contaminação aquática**. 2004. Paraná, 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Relação hepatosomática e esplenosomática em peixes teleósteos de cultivo intensivo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 1, p. 273-281, 2000.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUERO, M.I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichtyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, p. 157-162, 2004.