**HEMATOLÓGIA COMPARATIVA ENTRE TAMBAQUI E A HÍBRIDO TAMBATINGA CRIADOS EM TANQUE-REDE COM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM**

Márcia Valéria Silva do Couto1; Natalino da Costa Sousa1; Peterson Emmanuel Guimarães Paixão2; Juliana Oliveira Meneses3; Fernanda dos Santos Cunha3; Alexandre Nizio Maria4; Paulo César Falanghe Carneiro4; Rodrigo Yudi Fujimoto4\*

1vallcouto18@hotmail.com; natal159@yahoo.com.br. Doutorando em Ciência Animal/UFS. 2 peterson\_god@hotmail.com. Mestrando em Saúde e Ambiente/UNIT. 3 juliana\_mns27@hotmail.com; fe.cunha\_@hotmail.com. Doutorando em Saúde e Ambiente/UNIT. 4 ryfuji@hotmail.com\*. Pesquisador da Embrapa/Tabuleiros Costeiros.

**RESUMO**

O tambaqui e seus híbridos são os peixes nativos mais cultivados no Brasil, porém, pouco se conhece influência da densidade de estocagem sobre os parâmetros sanguíneos do tambaqui e seus híbridos em sistemas intensivos de produção. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar os parâmetros hematológicos do tambaqui e da tambatinga em duas densidades de estocagem em tanques-rede de pequeno volume. Foi realizado um delineamento experimental em esquema fatorial 2x2, constituído dos peixes (Tambaqui e tambatinga) em duas densidades de estocagem (20 e 40 peixes.m-3), durante sete meses. Após, o período experimental, foram coletados amostras de sangue para as análises de glicose e eritrograma (eritrócito, hematócrito, proteínas plasmáticas totais e hemoglobina), assim como determinado os índices hematimétricos (volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média). O peso médio do tambaqui foi de 435,88 ± 29,96g e da tambatinga foi 209,5 ± 35,97g. Não houve interação entre os peixes e a densidade de estocagem, porém, observou-se aumento no número de eritrócito (1,76±0,53 x 106.µL-1), hematócrito (39,67 ± 4,58%) e proteína plasmática total (5,11 ± 1,42 g.dL-1) para o híbrido tambatinga. Todavia, independentemente do tipo peixe, houve aumento (p<0,05) dos níveis de hemoglobina (Hb 10,80 ± 2,80 g.dL-1) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM 29,05 ± 8,70 g.dL-1) na densidade de 40 peixes.m-3. Conclui-se que há uma diferença hematológica entre o tambaqui e a tambatinga criados no mesmo sistema de produção e que essa diferença pode afetar o crescimento do híbrido em tanque-rede, independente da densidade utilizada.

**Palavras-chave:** *Colossoma macropomum*; Piscicultura; Eritrograma.

**ABSTRACT**

Tambaqui and its hybrids are the most cultivated native fish in Brazil, but unknown the influence of stocking density on the blood parameters of tambaqui and its hybrids in intensive production systems. Thus, the objective of the present study was to evaluate and compare the haematological parameters of tambaqui and tambatinga reared at two stocking densities in small volume cages. An experimental design was carried out in a 2x2 factorial scheme, consisting as treatment the fish type (Tambaqui and tambatinga) and the two stocking densities (20 and 40 fish.m-3), during seven months. After the experimental period, blood samples were collected and glucose, erythrogram (erythrocyte, hematocrit, total plasma proteins and hemoglobin), as well as the hematimetric indexes (mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration) were determined. The mean weight of tambaqui was 435.88 ± 29.96g and of tambatinga was 209.5 ± 35.97 g. There was no interaction between the type of fish and stocking density, however, an increase in erythrocyte number (1.76 ± 0.53 x 106. (p <0.01), hematocrit (39.67 ± 4.58%) and total plasma protein (5.11 ± 1.42 g.dL-1) were observed for the tambatinga hybrid (p <0.05). Despite of fish type the hemoglobin levels (Hb 10.80 ± 2.80 g.dL-1) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC 29.05 ± 8.70 g.dL-1) increased at the density of 40 fish.m-3. In conclusion, there are a hematological difference between tambaqui and tambatinga reared in the same production system and that this difference can affect the growth of the hybrid in the cages, regardless of the stocking density used.

**Keywords:** *Colossoma macropomum*; Fish farm; Erythrogram.

**Introdução**

A intensificação nos sistemas de cultivo impulsionou o crescimento da aquicultura mundial, que em 2014 contribuiu com uma produção de 73,8 milhões de toneladas de pescado (FAO, 2016). No Brasil, no mesmo ano, a piscicultura produziu 474 mil toneladas de peixes, sendo que dentre as espécies cultivadas, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos tornaram-se nacionalmente os peixes mais cultivados com produtividade de 139 mil toneladas e 40 mil toneladas, respectivamente (IBGE, 2015).

O tambaqui é uma espécie nativa da região amazônica, com características propicias para cultivo, como rusticidade, adaptação aos diversos sistemas de criação, fácil manejo, alta produtividade, aceitabilidade de rações comerciais, valor de mercado, qualidade de carne e sabor (BORGES et al., 2013; SANTOS et al., 2013; SILVA et al., 2013; SOUZA e SALLES, 2015). Já o híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *Piaractus brachypomum*) é relatado como um peixe promissor com características produtivas superiores à de seus parentais, apresentando crescimento rápido, maior rendimento corporal, alta produtividade, pode ser cultivado em diversos sistemas de produção e é resistente a infecções parasitárias (HASHIMOTO et al., 2012; PINHEIRO et al., 2015; RODRIGUES et al., 2016).

Dentre os tipos de sistemas de criação intensivos, o uso de tanques-rede vem sendo destacado por utilizar alta densidade de estocagem, maior rentabilidade, menor custo de implantação e rapidez na instalação (ONO e KUBITZA, 2003; CHAGAS et al., 2007; BRANDÃO et al., 2004; AYROZA et al., 2011). Com isso, diversas espécies nativas estão sendo cultivadas neste tipo de sistema, como *C. macropomum* (SANTOS et al., 2013); *Brycon amazonicus* (BRANDÃO et al., 2005); *Piaractus mesopotamicus* (BITTENCOURT et al., 2010), *Arapaima gigas* (CAVERO et al., 2003) e *Piaractus brachypomus* (RODRIGUES et al., 2016).

Entretanto, alguns fatores podem comprometer a produtividade neste tipo de sistema, tais como qualidade de água, nutrição, sanidade e densidade de estocagem (CHAGAS et al., 2007; SIGNOR et al., 2010; SANTOS et al., 2013; SILVA e FUJIMOTO et al., 2015). Isso acontece porque a energia que seria utilizada para o ganho de peso do animal é realocada para as adaptações fisiológicas que garantam a sobrevivência do animal ao agente estressor (BRANDÃO et al., 2004; LABARRERE et al., 2012; DIETERICH et al., 2013).

Por esse motivo, a hematologia é uma ferramenta que pode ser utilizada para avaliação do bem estar dos peixes nas condições intensivas de produção, podendo indicar alterações fisiológicas causadas por estresse, em resposta a alta densidade, má nutrição, manejos inadequados e até mesmo por infestações parasitárias (MARTINS et al., 2002; BRANDÃO et al., 2006; SOUZA et al., 2016). Diante deste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar os parâmetros hematológicos do tambaqui e seu hibrido tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) submetidos em duas densidades de estocagem em sistema de tanques-rede de pequeno volume.

**Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na Embrapa-SE, e foi conduzido de acordo com os princípios de ética animal aprovado pela Comissão de ética no Uso de Animais (CEUA) da Unidade Embrapa Tabuleiros Costeiros (número 02.13.09.002.00.00). Os tambaquis e tambatingas foram adquiridos de um mesmo fornecedor com a mesma idade e mesmas condições de cultivo, e então transportados para as unidades experimentais.

O experimento foi realizado em esquema fatorial 2x2, constituído de dois tipos de peixes (tambaqui e tambatinga) e duas densidades de estocagem (20 peixes.m-³ e 40 peixes.m-³) em tanque-rede (1m³), com três repetições, durante sete meses. Foram utilizados 120 tambaquis (*C. macropomum*) e 120 tambatingas com pesos iniciais semelhantes de (42,6± 1,8g), alimentados duas vezes ao dia (9:00 e 15:00 h) com taxa de arraçoamento de 3% da biomassa com ração comercial Presence Nutricis 32% PB. Durante o período experimental, os parâmetros de qualidade da água se mantiveram em: oxigênio dissolvido: 8,85±0,67 mg.L-1, temperatura: 28,91±0,51 ºC e pH: 8,14±0,21.

No final do experimento, para as análises hematológicas, foram coletados sangues de cinco peixes de cada repetição. Os animais foram anestesiados com imersão em eugenol (60mg.L-1), pesados, e então o sangue foi coletado por punção da veia caudal com seringas contendo EDTA (3%). Com uma alíquota do sangue foram confeccionadas extensões sanguíneas e posteriormente coradas panoticamente pelo método Rosenfeld (1947), para contagem total e diferencial de leucócitos e trombócitos.

A glicemia (mg.dL-1) foi mensurada utilizando o medidor automático Accu chek active®. Para a contagem de eritrócito, uma alíquota de sangue (10µL) foi adicionada em 1000µL de água salina (0,65%) para contagem em câmara de Neubauer; a determinação do porcentual de hematócrito foi realizada pelo método de microhematócrito; a concentração de hemoglobina (Hb g.dL-1) pelo método de cianometahemoglobina (Collier, 1944) em analisado no analisador bioquímico Thermo plate plus® e os níveis plasmáticos de proteínas totais (g.dL-1) foi determinado utilizando um refratômetro (Quimis®). De posse dos dados, os índices hematimétricos foram calculados segundo metodologia descrita por Vallada (1999): volume corpuscular médio (VCM = Ht x 10/nº eritrócitos = fl), hemoglobina corpuscular média (HCM = taxa Hb x 10/nº eritrócitos = pg) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM = taxa Hb x 100/Ht = g.dL-1).

 Os dados obtidos foram então submetidos às premissas de normalidade de Shapiro-Wilk e homocedasticidade de Bartlett e submetidos à análise de variância (ANOVA) – fatorial a x b, e sendo F significativo foi realizado o teste de Tukey (5% de probabilidade) para comparação das médias.

**Resultados e Discussão**

 Os parâmetros de qualidade de água foram similares aos encontrados por Silva e Fujimoto (2015) nas mesmas condições do presente experimento e estes afirmaram que nessas condições os parâmetros estavam adequados para a criação do tambaqui. Porém, ao final do experimento o tambaqui apresentou peso de 435,88 ± 29,96g e o híbrido tambatinga um menor peso de 209,5 ± 35,97g, correspondendo a valores inferiores aos encontrados por Silva e Fujimoto (2015) em mesmo período de crescimento, o que pode indicar outras fontes de variação que impediram o crescimento. De qualquer forma observou-se que o maior desempenho dos peixes esperado pela hibridação (BARTLEY et al., 2001) não foi observado no presente estudo, demonstrando que a hibridação artificial de peixes de corte além de ser prejudicial para o meio ambiente (ALLENDORF et al. 2001), nem sempre reflete em melhorias no desempenho zootécnico. Animais híbridos podem possuir características biológicas distintas às dos seus parentais (BARTLEY et al., 2001)

No presente trabalho foram observadas alterações hematológicas decorrentes de diferenças interespecíficas com aumento (p<0,05) no número de eritrócito (1,76±0,53 x 106.µL-1), hematócrito (39,67 ± 4,58%) e proteína plasmática total (5,11 ± 1,42 g.dL-1) para o híbrido tambatinga (Tabela 1). Esse é o primeiro relato de diferenças sanguíneas entre a espécie parental nativa e seu híbrido, quando em mesmas condições de cultivo.

A variação dos parâmetros hematológicos em peixes pode acontecer por diferentes fatores como àqueles relacionadas ao hábitat, peso, idade, maturação sexual e nutrição do animal (ERONDU et al., 1993; NASCIMENTO et al., 2016, GUIMARÃES et al., 2014), porém como os animais do presente estudo apresentavam a mesma idade, alimentação e condições de cultivo, infere-se que a diferença hematológica é decorrente da hibridação. O aumento do número de eritrócito, hematócrito e proteína plasmática total apresentada pela tambatinga podem estar associados ao fator da hibridação, uma vez que os híbridos podem apresentar crescimento ou estado de saúde diferente dos seus ancestrais (HELFMAN et al., 2009).

Tabela 1. Parâmetros sanguíneos (média ± desvio padrão) de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) cultivados em tanque rede em diferentes densidades de estocagem. VCM: volume corpuscular médio, HCM: hemoglobina corpuscular média, CHCM: concentração média de hemoglobina corpuscular.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | **Tambaqui** | **Tambatinga** |
| Glicose (mg.dL-1) | 51,72 ± 12,51a | 58,56 ± 8,18a |
| Eritrócitos (x 106.µL-1) | 1,49 ± 0,50b | 1,76±0,53a |
| Hematócrito (%) | 36,15 ± 3,07b | 39,67 ± 4,58a |
| Proteína plasmática (g.dL-1) | 4,23 ± 0,35b | 5,11 ± 1,42a |
| Hemoglobina (g.dL-1) | 10,19 ±2,99a | 9,66 ± 2,66a |
| VCM (fL) | 300,59 ± 200,10a  | 255,39 ± 124,0a |
| HCM (g.dL-1) | 82,43 ± 54,15a  | 61,80 ± 34,50a  |
| CHCM (g.dL-1) | 28,47 ± 9,25a  | 24,59 ± 7,37a  |

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativas (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Tavares-dias et al. (2000) encontrou valores de hematócrito, hemoglobina e CHCM superiores para o híbrido tambacu em relação as suas espécies progenitoras *C. macropomum* e *Piaractus mesopotamicus*. Em contrapartida estudo semelhante, utilizando híbrido de *Cyprinus carpio* e *Carassius gibelio*, apresentou características sanguíneas intermediárias em relação às espécies parentais (SYMKOVÁ et al., 2015). Isso demonstra como as características de descendência hematológica na hibridação de peixes ainda não são completamente elucidadas.

Nos últimos anos, vêm sendo realizado diferentes estudos com sistemas de criação e densidade de estocagem para o cultivo de tambaqui e seus híbridos (BRANDÃO et al., 2004; GOMES et al., 2004; CHAGAS et al., 2005; SILVA et al., 2013; INOUE et al., 2014; SANTOS et al., 2013; SILVA e FUJIMOTO, 2015, RODRIGUES et al., 2016), entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos da densidade de estocagem nos aspectos hematológicos desses peixes, sendo inexistentes trabalhos hematológicos com o híbrido tambatinga nessas condições.

No presente estudo, não foi encontrada diferença (p<0,05) nos valores de glicose entre as densidades testadas (Tabela 2), mostrando que elas não foram suficientes para ocasionar efeito estressor no cultivo do tambaqui e da tambatinga. Brandão et al. (2004) estudando a densidade de juvenis de *Colossoma macropomum* criados em tanque-rede, durante 60 dias, também não encontraram aumento da glicose, único parâmetro hematológico analisado, mesmo em densidade de 500 peixes/m³. Estudo utilizando o *P. mesopotamicus* também indicou que apesar do uso de densidade superior (80 peixes/m³) às utilizadas para o tambaqui e seu híbrido neste trabalho nenhum dos parâmetros hematológicos foram afetados (BITTENCOURT et al., 2010).

A densidade de estocagem influencia os parâmetros hematológicos dos peixes. Essas alterações sanguíneas em peixes submetidos a altas densidades de estocagem estão relacionadas à diminuição da higidez dos animais, resultante do estresse (WEDEMEYER, 1976; BITTENCOURT et al., 2010; DICU (STROE) et al., 2013). O estresse desencadeia uma série de mecanismos fisiológicos para o retorno homeostático do animal, com liberação de catecolaminas, elevação dos valores de cortisol e glicose plasmática (KPUNDEH et al., 2013). No entanto, em um estudo com pacu *Piaractus mesopotamicus* e seu híbrido tambacu (*Colossoma macropomum x Piaractus mesopotamicus*) avaliando diferentes estímulos estressores, mostrou que há falha na resposta do cortisol em resposta ao agente estressor, permanecendo seus valores reduzidos mesmo sob presença dos estímulos estressores, em contrapartida a glicemia apresentou aumento, independentemente se os estímulos estressores foram agudos ou crônicos (MARTINS et al., 2000; MARTINS et al., 2002).

Tabela 2. Parâmetros sanguíneos (média ± desvio padrão) de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) cultivados em tanque rede em diferentes densidades de estocagem. VCM: volume corpuscular médio, HCM: hemoglobina corpuscular média, CHCM: concentração média de hemoglobina corpuscular.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **20 peixes/m³** | **40 peixes/m³** |
| Glicose (mg.dL-1) | 57,44 ± 10,30ª | 52,33 ± 11,43a |
| Proteína plasmática (g.dL-1) | 4,83 ± 1,42ª | 4,51 ± 0,68a |
| Hematócrito (%) | 37,97 ± 4,08ª | 37,85 ± 4,48a |
| Eritrócitos (x 106.µL-1) | 1,51 ± 0,48ª | 1,73 ± 0,54a |
| Hemoglobina (g.dL-1) | 9,04 ± 2,58b | 10,80 ± 2,80a |
| VCM (fL) | 299,60 ± 171,84a | 256,38 ± 161,18a |
| HCM (pg) | 72,22 ± 48,35a | 72,01 ± 44,75a |
| CHCM (g.dL-1) | 24,00 ± 7,67b | 29,05 ± 8,70a |

Diferentes letras na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa (p<0,05) pelo teste de Tukey.

 No presente trabalho, os peixes cultivados nas maiores densidades apresentaram aumento (p<0,05) dos níveis de hemoglobina sanguínea (Hb 10,80 ± 2,80 g.dL-1) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM 29,05 ± 8,70 g.dL-1) (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados para esturjão estrelado (*Acipenser stellatus*) criados em diferentes densidades, apresentando aumento da hemoglobina e da concentração de hemoglobina corpuscular média com o aumento da densidade (Dicu (Stroe) et al., 2013). Labarrère et al. (2012) estudando o efeito da densidade (47,5 – 107,5 peixes/m³) nos parâmetros hematológicos, para híbridos de surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* X *P. coruscans*) também encontraram aumento nos valores da concentração de hemoglobina corpuscular média. O aumento da hemoglobina em peixes pode ocorrer em respostas ao estresse e aos níveis de oxigênio no cultivo; este último, quando em menor quantidade se associa a elevação do número de eritrócitos e hematócrito do animal (VAL e ALMEIDA-VAL et al., 1993; OBA e SANTOS, 2009), características não alteradas no presente trabalho. Esses maiores valores de hemoglobina e CHCM na tambatinga podem ser decorrentes de uma maior necessidade de captação e distribuição de oxigênio, não herdando assim a característica parental do tambaqui de possuir uma hemoglobina com alta afinidade com o oxigênio, adaptação essa decorrente do ambiente hipóxico que a espécie parental habita na natureza devido aos pulsos de inundação (VAL, 1986; BRAUNER et al., 2001).

 Dessa forma observou-se que existe uma diferença hematológica interespecífica que pode ter interferido no desempenho da tambatinga. Isso ressalta a importância do conhecimento prévio dos parentais e do programa de seleção das matrizes e reprodutores e a que fim se destinam pois, um programa de cruzamento inadequado resulta em perdas genéticas que não garantem o fenótipo desejado, além de ser perigoso para a população parental caso ocorra um processo de invasão ou escape. Essa preocupação com a hibridação desenfreada é notória em outros países (ALLENDORF et al. 2001, BARTLEY et al., 2001) e precisa ser melhor discutida e padronizada no Brasil.

**4- CONCLUSÃO**

Conclui-se que há uma diferença hematológica entre o tambaqui e a tambatinga criados no mesmo sistema de produção e que essa diferença afetou o crescimento do híbrido em tanque rede, independente da densidade utilizada.

**5 - AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a R.Y. Fujimoto (305195 / 2016-6).

**6- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

ALLENDORF, F. W.; LEARY, R. F.; SPRUELL, P.; WENBURG, J. K. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. **Trends in ecology & evolution**, v. 16, n.11, p.613-622; 2001.

AYROZA, L. M. D. S.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, D. M. M. D. R.; SCORVO FILHO, J. D.; SALLES, F. A. Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.231-239, 2011.

BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.10, n.3, p.325-337, 2000.

BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; LORENZ, E. K.; MALUF, M. L. F. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p. 2323-2329, 2010.

BORGES, A.; MEDINA, B. G.; CONTE-JUNIOR, C. A.; FREITAS, M. Q. Aceitação sensorial e perfil de textura instrumental da carne cozida do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do seu híbrido tambacu eviscerados e estocados em gelo. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v 20, n. 3, p.160-165, 2013.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, 357-362, 2006.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.3, p.299-303, 2005.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, 349, 2006.

BRAUNER, C. J.; WANG, T.; VAL, A. L.; JENSEN, F. B. Non-linear release of Bohr protons with haemoglobin-oxygenation in the blood of two teleost fishes; carp (*Cyprinus carpio*) and tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 24, n. 2, 97-104. 2001.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, 103-107, 2003.

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, 833-835, 2005.

CHAGAS, E. C.; GOMES, L. D. C.; MARTINS-JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Tambaqui productivity reared in cages with different feeding rations. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p.1109-1115, 2007.

COLLIER, H. B. Standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, v. 50, n. 6, p. 550, 1944.

DIETERICH, T. G.; POTRICH, F. R.; LORENZ, E. K.; SIGNOR, A. A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Parâmetros zootécnicos de juvenis de pacu alimentados a diferentes frequências de arraçoamento em tanques‑rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p.1043-1048, 2013.

ERONDU, E. S.; NNUBIA, C.; NWADUKWE, F. O. Haematological studies on four catfish species raised in freshwater ponds in Nigeria. **Journal of applied Ichthyology**, v. 9, n. 3‐4, p.250-256, 1993.

FAO. Food and Agriculture Organization. [FAO].  **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**. Rome, Italy. 200p. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>. Acesso: 26 agosto 2017.

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

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2ª. Ed. Editora UFSM, Santa Maria, 2010. p.175-204.

GUIMARÃES, I. G.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; LI, M. H.; KLESIUS, P. H. Effects of dietary levels of vitamin A on growth, hematology, immune response and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to Streptococcus iniae. **Animal feed science and technology**, v. 188, p. 126-136, 2014.

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

HELFMAN, G.; COLLETTE, B. B.; FACEY, D. E.; BOWEN, B. W. **The diversity of fishes**: biology, evolution, and ecology. John Wiley & Sons, 2009. 736p.

INOUE, L. A. K. A.; BOIJINK, C. D. L.; RIBEIRO, P. T.; SILVA, A. D.; AFFONSO, E. G. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, 327 – 332, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal.** vol 43. Rio de Janeiro, RJ, Brazil. 2015. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>>. Acesso em: 13 agosto 2017.

KPUNDEH, M. D.; XU, P.; YANG, H.; QIANG, J.; HE, J. Stocking densities and chronic zero culture water exchange stress’ effects on biological performances, hematological and serum biochemical indices of gift tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*).**J Aquac Res Development***,* v. 4, n. 189, 2p., 2013.

LABARRÈRE, C. R.; TEIXEIRA, E. A.; MELO, M. M. Erythrogram of hybrids surubins (Pseudoplatystoma coruscans X P. reticulatum) kept at different stocking densities. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n. 2, p. 510-514, 2012.

MARTINS, M. L.; MORAES, F. R.; MORAES, J. R. E.; MALHEIROS, E. B. Falha na resposta do cortisol ao estresse por captura e por carragenina em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae). **Acta Scientiarum****Biological Sciences**, v. 22, p. 545-552, 2008.

MARTINS, M. L.; MORAES, F. R.; FUJIMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, D.; NOMURA, J. F. J. Respostas do híbrido tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 macho x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fêmea) a estímulos simples ou consecutivos de captura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 195-204, 2002.

NASCIMENTO, N. F.; NAKAGHI, L. S. O.; HILBIG, C. C.; VENTURA, A. S.; AZEVEDO, A. C. B. D.; DEAN, A. F.; BOMBARDELLI, R. A. Influences of Sex and Age on the Hematological Profile of the Jundiá (Silver Catfish) Rhamdia quelen. **Journal of aquatic animal health**, v. 28, n. 3, p.161-165, 2016.

OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Macapá: Embrapa Amapá**, p. 226-247, 2009.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 2ª Ed. Rev. Ampliada. Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 68 p.

PINHEIRO, D. A.; SANTOS, E. F.; NEVES, L. R.; TAVARES-DIAS, M. Ectoparasitos em híbrido tambatinga provenientes de piscicultura em tanque-rede no estado do Amapá (Brasil). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 4, n. 2, p.409-417, 2015.

RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; MACIEL, P. O.; SANTOS, P. R. R.; FLORES, R. M. V.; SILVA, A. P. Densidade de estocagem durante a recria da tambatinga em tanque-rede. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p.163-168, 2016.

ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clínica: nova combinação dos componentes do May-Grunwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 20, n. 1, p.329-34, 1947.

SANTOS, E. F.; TAVARES-DIAS, M.; PINHEIRO, D. A.; NEVES, L. R.; MARINHO, R. D. G. B.; DIAS, M. K. R. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no Estado do Amapá, Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 1, p. 105 -111, 2013.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2336-2341, 2010.

SILVA, A. D. R.; SANTOS, R. B.; SOARES, E. C. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, p. 517 – 524, 2013.

SILVA, C. A. D.; FUJIMOTO, R. Y. Tambaqui growth in response to stocking density in cages. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 323-332, 2015.

SIMKOVÁ, A.; VOJTEK, L.; HALACKA, K.; HYRSL, P.; VETESNÍK, L. The effect of hybridization on fish physiology, immunity and blood biochemistry: A case study in hybridizing *Cyprinus carpio* and *Carassius gibelio* (Cyprinidae). **Aquaculture**, [v. 435](http://www.sciencedirect.com/science/journal/00448486/435/supp/C), n. 1 p.381-389, 2015.

SOUSA, R. G. C., SALLES, D. N. S. Avaliação de diferentes taxas de povoamento sobre o ganho de peso de juvenis de tambaqui produzidos em Presidente Médici-Rondônia. **Biota Amazônia (Biote Amazonie)**, v. 5, n. 4, p. 97-101, 2015.

NEVES, M. S.; COUTO, M. V. S.; SOUSA, N. C.; SANTOS, R. F. B.; TAVARES-DIAS, M.; FUJIMOTO, R. Y. Estresse de transporte em cascudos amazônicos ornamentais *Cochliodon* sp.(L145) e *Hypostomus* sp.(L28)(Loricariidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 4, p. 749-758, 2017.

TAVARES-DIAS, M.; SCHALCH, S. H. ; MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R. Haematological characteristics of Brazilian Teleosts. III. Parameters of the hybrid tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg x *Colossoma macropomum* Cuvier) (Osteichthyes, Characidae). **Revta bras. Zool.**,v.17, n. 4, p. 899 - 906, 2000.

VAL, A. Hemoglobinas de *Colossoma macropomum* Cuvier, 1918 (Characoide, Pisces): aspectos adaptativos (Ilha da Marchantaria, Manaus, AM)*.* **Tese (Doutorado)** - PPG Inpa / FUA, Manaus).

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. **Fishes of the Amazon and their environment**: Physiological and biochemical aspects. vol. 32). Springer Science & Business Media. 1993, 224p.

VALLADA, E. P. Manual de Técnicas Hematológicas. São Paulo: Atheneu, 1999, 423p.

WEDEMEYER, G. A. Physiological response of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to handling and crowding stress in intensive fish culture. **Journal of the Fisheries Board of Canada**, v. 33, n. 12, 2699-27, 1976.