



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – CITA**

**CARACTERIZAÇÃO HEMATOLÓGICA DA PIRAPITINGA
Piaractus brachypomus (CUVIER, 1818) EM CONDIÇÕES
DE CULTIVO**

AURYANE LANESKA GONÇALVES RODRIGUES

RIO BRANCO, AC
MAIO-2018

AURYANE LANESKA GONÇALVES RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO HEMATOLÓGICA DA PIRAPITINGA
Piaractus brachypomus (CUVIER, 1818) EM CONDIÇÕES
DE CULTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Inovação Tecnológica**.

Orientador: Prof. Dr. Lisandro Juno Soares Vieira
Coorientador: Prof. Dr. Romeu Paulo Martins Silva

RIO BRANCO, AC
MAIO-2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA
PARA A AMAZÔNIA – CITA

**CARACTERIZAÇÃO HEMATOLÓGICA DA PIRAPITINGA *Piaractus
brachypomus* (CUVIER, 1818) EM CONDIÇÕES DE CULTIVO**

AURYANE LANESKA GONÇALVES RODRIGUES

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: _____

Prof. Dr. Lisandro Juno Soares
UFAC

Dr.^a Cydia de Menezes Furtado
UFAC

Prof. Dr. Carromberth Carioca Fernandes
UFAC

Dedico,

A Deus, pela dádiva da vida.

Aos meus pais, Aurino Rodrigues Pereira e Ana Lucia Gonçalves Rodrigues e a minha Avó Raimunda Lino de Areia por terem acreditado na minha capacidade e força de vontade, e que apesar da distância sempre se fizeram presente.

A toda comunidade científica.

A todos colegas e amigos pelo apoio constante

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente nos iluminando e amparando com o seu amor.

Aos meus pais Ana Lucia Gonçalves Rodrigues e Aurino Rodrigues Pereira por sempre acreditarem em mim, e por me darem todo suporte desde os primeiros dias de vida.

Ao meu Irmão Francisco José Gonçalves Rodrigues e a minha cunhada Walquíria Rodrigues e aos meus sobrinhos Pedro Lucas e José Arthur por todo apoio e carinho.

À minha querida e amada avó Raimunda Lino de Areia, por todo amor e carinho.

Ao Professor Dr. Lisandro Juno Soares Vieira pelo acolhimento, orientação, ensinamentos, incentivos e confiança durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Romeu Paulo Martins Silva pela coorientação, pela disponibilidade do seu laboratório e confiança, mostrando-se sempre atencioso e disponível.

Aos piscicultores que cederam os peixes utilizados no estudo.

Ao Professor Dr. Carromberth Carioca Fernandes pelos ensinamentos sobre as técnicas de contagem das células.

Ao Técnico do Laboratório de Química Joelton Barata pela valiosa ajuda na parte química e no preparo das soluções e nas técnicas de contagem realizados no trabalho.

À Pesquisadora Dra. Paula Ribeiro pela amizade, ensinamentos e várias dicas que me ajudaram muito a executar o experimento.

Ao Professor Dr. Francisco Glauco de Araújo Santos, pelo auxílio dos seus livros que foram de grande ajuda para ampliar meus conhecimentos sobre o tema estudado e também pela disponibilidade e ensinamentos.

À Francisca Ricarte e ao Edinaldo Ricarte, meus pais adotivos que me acolheram como filha em sua casa.

Ao Francisco de Moraes, por me apoiar, por me fazer sorrir, pelo carinho.

À minha amiga Irmã Ralhis Bandeira Ricarte por todo seu apoio e carinho.

Ao Pedro Junior Pinheiro Mourão, meu amigo, por me ajudar nas coletas, pelas tardes de sorrisos e aperreios, sempre juntos.

Ao meu amigo Marcelo Bezerra por me ajudar na coleta e na estatística do trabalho.

À minha melhor amiga Priscilla, que mesmo longe esteve sempre presentes me incentivando, me dando forças pra realização de tudo.

À minhas amigas marombas Auriene Brasil, Roberta Silva, Sayara Oliveira por fazerem minhas tardes mais alegres.

À minha amiga Ana Claudia Lopes por todo apoio e companheirismo nos momentos de dificuldade.

À minha amiga Sabrina Oliveira por não me deixar desistir e estar sempre comigo.

Aos meus amigos do mestrado por estarem sempre dispostos a ajudar.

“Certo ou errado você tem que decidir pelo que está disposto a lutar. A escolha é sua.”

RESUMO

Os parâmetros hematológicos oferecem subsídio importante para o auxílio no diagnóstico e no prognóstico na condição fisiológica do peixe. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização hematológica da pirapitinga *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818) em condições de cultivo em pisciculturas de Rio Branco-Acre. Para realização do experimento foram avaliados os parâmetros físico-químicos da água dos tanques durante os dias das coletas, também foram analisados os valores do eritrograma, leucograma, e a contagem total dos trombócitos. Foram utilizados 90 exemplares no total de cada um dos 3 tanques de pisciculturas distintas, denominadas com A, B, C. Para a estatística, foi realizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e 30 repetições para cada tratamento. A análise das pressuposições da análise de variância foi realizada, utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade dos indivíduos, todas as análises consideraram um nível de 5% de probabilidade. Aos dados com distribuição normal, foi realizada a análise de variância seguida pelo teste de Tukey. Aos dados que não considerados normais, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Este estudo demonstrou que houve diferenças na caracterização hematológica entre os tanques A, B, C, das diferentes pisciculturas, sendo que o tratamento C se destacou em relação às demais com valores maiores tanto para o eritrograma, quanto para o leucograma e a contagem total de trombócitos. Conclui-se, que para os valores de eritrograma, o leucograma e a contagem total de trombócitos houve diferença significativa entre os tanques das diferentes pisciculturas, essa variação podendo ser acarretada pela variação dos parâmetros físico-químicos da água, a nutrição e entre outros fatores, mas ainda sim esses valores obtidos são condizentes como os valores encontrados na literatura para espécies da mesma família.

Palavras-chaves: Hematologia, Peixes, Condições de cultivo

ABSTRACT

The hematological parameters offer an important subsidy for the diagnosis and prognostic aid in the physiological condition of the fish. Therefore, the objective of this work was to perform the hematological characterization of the Pirapitinga *Piaractus brachypomus* (CUVIER, 1818) under cultivation conditions in Rio Branco-Acre fish farms. For the accomplishment of the experiment the physical-chemical parameters of the water of the tanks during the days of the collections were evaluated, also the values of the erythrogram, leucogram, and the total count of the thrombocytes were analyzed. A total of 90 specimens were used in each of the 3 different fish ponds, named A, B, C. For the statistic, a completely randomized design (DIC) with three treatments and 30 replicates was used for each treatment. Analysis of the assumptions of the analysis of variance was performed, using the Kolmogorov-Smirnov test for the normality of the individuals, all analyzes considered a level of 5% probability. To the data with normal distribution, we performed the analysis of variance followed by the Tukey test. The Kruskal-Wallis test was used for data that were not considered normal. This study showed that there were differences in the hematological characterization between the tanks A, B, C of the different fish farms, being that the treatment C stood out in relation to the others with higher values for both the erythrogram and the leukogram and the total count thrombocytes. It was concluded that for the erythrogram values, leukogram and total thrombocyte count there was a significant difference between the tanks of the different fish farms, this variation could be caused by the variation of the physical-chemical parameters of the water, nutrition and among other factors, but still these values obtained are consistent as the values found in the literature for species of the same family.

Keywords: Hematology, Fish, Culture conditions

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplar de pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)	20
Figura 2- Biometria de pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)	24
Figura 3- Coleta de sangue por meio de punção caudal em pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas e Caracterização das pisciculturas analisadas	22
Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros biométricos e do fator de condição de pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>) cultivados resultante da ANOVA seguido de teste de Tukey em diferentes pisciculturas em Rio Branco-Acre	28
Tabela 3 - Valores médios eritrograma de pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>) resultante da ANOVA seguido de teste de Tukey cultivados nas diferentes pisciculturas em Rio Branco-Acre	29
Tabela 4 - Valores médios do leucograma e trombócitos totais de pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>) cultivados nas diferentes pisciculturas de Rio Branco-Acre	33

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
Kg	Quilograma
m	Metro
mm	Milímetro
G	Gramma
Hb	Hemoglobina total
HCM	Hemoglobina corpuscular média
Ht	Hematócrito
L	Litros
ml	Mililitro
nm	Nanômetros
RBC	Contagem de eritrócitos totais
VCM	Volume globular Médio
WBM	Contagem de leucócitos totais
µL	Microlitro
CHCM	Concentração da hemoglobina corpuscular media
NEUT	Neutrófilos
LEUC	Leucócitos
TROMB	Trombócitos
EOSI	Eosinófilos
LIN	Linfócitos
LG-PAS	Leucócito granular L-Pas positive
m ³	Metros cúbicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Hematologia	14
2.2. Qualidade de água na piscicultura	17
2.3. Modelo biológico	19
3 OBJETIVOS	21
3.1 Geral	21
3.2. Específicos	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Caracterização do local de estudo e do meio aquático dos tanques.....	22
4.2 Coleta dos exemplares e amostras	23
4.3 Avaliação hematológica	25
4.4 Análises estatísticas	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 Parâmetros biométricos e fator de condição	28
5.2 Parâmetros hematológicos.....	29
5.2.1 Contagem total dos eritrócitos (RBC).....	30
5.2.2. Hemoglobina	31
5.2.3. Hematócrito	31
5.2.4. Índices hematimétricos	32
5.2.5 Contagem total e diferencial de leucócitos (WBC) e contagem total de trombócitos.....	33
6 CONCLUSÃO.....	36
7 REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A influência do ambiente sobre os peixes no decorrer do seu desenvolvimento é notória, tanto na sobrevivência quanto na reprodução. Condições inadequadas na qualidade da água causam prejuízo ao crescimento, à reprodução, à saúde, à sobrevivência e à qualidade dos peixes, interferindo no sucesso dos sistemas aquaculturais (REBOUÇAS et al., 2014). Inúmeras são as variáveis e os processos que determinam a qualidade da água, dentre elas o pH, a turbidez, o teor de oxigênio dissolvido, nitrogênio, fosforo, decomposição, dentre outras (FREITAS, 2016).

Os peixes no ambiente natural tendem a fugir de condições adversas tais como baixos níveis de oxigênio e elevadas temperaturas, o que em condições de cultivo nem sempre é possível, dadas a uniformidade das variáveis físico-químicas da água e das limitações de espaço dos viveiros (ALI et al., 2003).

A hematologia é o estudo do sangue, e é considerada como um instrumento que possibilita a execução de diagnósticos de doença, que acaba servindo como eficaz indicador dos prognósticos das condições patológicas dos peixes. O sangue é composto por um líquido, o plasma, que possui três tipos celulares distintos quanto às suas funções: os leucócitos (defesa do organismo), os trombócitos (coagulação sanguínea) e os eritrócitos (transporte de oxigênio) (SATAKE et al., 2009; DRUMOND et al., 2010).

Os parâmetros hematológicos que vêm sendo estudados em peixes podem ser considerados como biomarcadores tanto para o monitoramento ambiental, quanto na avaliação da saúde de organismos. A literatura atesta que peixes expostos a efluentes contaminados, pesticidas, metais, e alterações ambientais apresentam distúrbios hematológicos, tanto em ambiente natural quanto em ambiente de cultivo (SERIANI et al., 2013; FRANÇA et al., 2007; SERIANI e RANZANI-PAIVA, 2012).

Mudanças nos valores dos parâmetros hematológicos dos peixes podem ocorrer devido a alterações nos parâmetros de qualidade da água, à presença de fatores tais como compostos orgânicos elevados, a alta densidade e os procedimentos de manuseio (BARCELLOS et al., 2004). Dessa forma, análises hematológicas de peixes são importantes no sentido de avaliar e monitorar a qualidade ambiental e sua influência na saúde dos peixes (RANZANI-PAIVA et al., 2013, SOUZA et al., 2014).

O presente estudo objetivou avaliar parâmetros hematológicos da pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818), espécie de considerável importância na piscicultura do Acre, em três empreendimentos de piscicultura do município de Rio Branco, Acre, contribuindo também para o conjunto de conhecimentos sobre a fisiologia da espécie.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Hematologia

A hematologia estuda as alterações dos padrões e dos distúrbios morfológicos das células sanguíneas, as quais respondem a modificações químicas e físicas que ocorrem no organismo, criando informação referente ao estado fisiológico e ao metabolismo geral do animal (SOUZA et al., 2014; RANZANI-PAIVA, 2007).

O sangue é um tecido líquido que possui propriedades especiais. A sua matriz extracelular é chamado de plasma e é composto por 90% de água, 7% de proteínas (globulinas e albumina), que têm um papel fundamental na manutenção da pressão coloidal, assim como por metabólitos tais como hormônios, enzimas e eletrólitos variados (RANZANI-PAIVA, 2007). O sangue possui uma porção figurada que é composta por eritrócitos, leucócitos e trombócitos, as quais são células que possuem papel indispensável no transporte de O₂, na resposta imune, na fagocitose e na coagulação (TAVARES–DIAS e MORAES, 2004).

Os eritrócitos (glóbulos vermelhos) são as células que aparecem em maior número na circulação. Sua principal função é o transporte de oxigênio e gás carbônico por meio da combinação da hemoglobina com O₂ formando oxihemoglobina, nos órgãos respiratórios, ocorrendo posterior à troca pelo CO₂ tecidual (RANZANI-PAIVA, 2007).

As células sanguíneas dos peixes são consideradas um marcador de prognóstico eficiente para o diagnóstico de doenças, pois os leucócitos, incluindo neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos, participam da imunidade inata e adaptativa em vertebrados (MOHR e LIEW, 2007).

Os leucócitos (glóbulos brancos) se subdividem em agranulócitos (linfócitos e macrófagos) e granulócitos (basófilos, neutrófilos e eosinófilos). Essas células são produzidas na medula óssea e em linfonodos e parte delas fica no sangue enquanto as outras se dirigem para tecidos periféricos, a fim de desempenhar funções de defesa. Os eosinófilos, assim como os basófilos, são encontrados com baixa frequência no sangue periférico dos peixes, já as plaquetas ou trombócitos, são resíduos celulares, oriundos da medula óssea, que participam da coagulação e manutenção da integridade dos tecidos (TAVARES e MORAES, 2003; TAVARES, 2006; TAVARES e MORAES, 2004).

A hemoglobina situada no interior dos eritrócitos é uma proteína que varia sua afinidade com o O₂ de acordo com características do sangue, como temperatura, pH e salinidade, por exemplo. Em peixes, a hemoglobina tem diversas formas e isto confere às mais variadas espécies de peixes a capacidade de sobreviver em habitats tão diversos (CHACON e LUCHIARI, 2011).

O hematócrito é definido como o volume relativo ocupado pelas hemácias, também chamado de volume celular condensado, e é expresso em porcentagem por volume (GOMES, 2007). O hematócrito avalia o aspecto evolutivo das espécies, uma vez que menores valores são observados em peixes mais primitivos da escala evolutiva, características de ambientes lênticos e maiores valores são observadas em espécies marinhas (MOREIRA, 2013).

Os índices hematimétricos são obtidos a partir de cálculos realizados com o valor do hematócrito, taxa de hemoglobina e número de eritrócitos. O volume corpuscular médio (VCM) avalia o volume dos eritrócitos e está relacionado com a dinâmica cardíaca e o fluxo sanguíneo. A hemoglobina corpuscular média (HCM) representa a quantidade de hemoglobina em cada eritrócito e demonstra como está a função respiratória. A concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) está relacionada com a concentração de hemoglobina nos eritrócitos (HOUSTON, 1990; RANZANI-PAIVA et al., 2013).

De acordo com Araújo (2011), é comum haver uma ampla variação dos parâmetros hematológicos nos peixes, que pode ocorrer devido a fatores abióticos, como a temperatura, ou fatores intrínsecos aos animais. A análise dos parâmetros

sanguíneos dos peixes auxilia na avaliação da contaminação ambiental, além de facilitar a detecção de alterações patológicas nos organismos e os desvios das condições normais do sangue observadas (OLIVEIRA, et al., 2000).

Segundo Canfield et al. (1997) é necessário estabelecer valores de referências para as diferentes espécies de peixes de importância comercial cultivados, afim de que se possa determinar seu estado de saúde, além do uso da informação no diagnóstico de doenças (TAVARES-DIAS e MORAES, 2007). Muitas doenças que acometem os peixes causam anormalidades no sangue e em seus constituintes, sendo estes distúrbios caracterizados por alterações na estrutura, função ou mecanismos de coagulação (CLAUSS et al., 2008).

A análise dos distúrbios hematológicos que surgem com a evolução dos processos patológicos é imprescindível para o estudo da patogenia de enfermidades que acometem os peixes, visto que já são amplamente explorados na hematologia clínica de mamíferos domésticos (RUANE et al., 2000; RANZANI-PAIVA, 2000; SILVA-SOUZA, 2000).

A relação peso-comprimento, por outro lado, é uma maneira fácil e rápida de descrever o crescimento, sem levar em conta a idade do peixe (NOMURA, 1962). Esta relação é uma das etapas para o estudo do fator de condição, usado como um parâmetro no estudo da biomassa para estimativas de populações naturais ou em cativeiro, e para relacioná-lo às condições ambientais e aos aspectos comportamentais das espécies (BRAGA 1986; BRAGA, 1993; BRAGA 1997).

O fator de condição é uma ferramenta importante e eficiente para evidenciar mudanças na condição dos peixes ao longo do ano, podendo ser usado para indicar o período reprodutivo, períodos de alterações alimentares, acúmulo de gordura, mudanças sazonais nas condições do ambiente, assim como para refletir as condições nutricionais recentes e/ou gastos das reservas em atividades cíclicas (BRAGA et al. 1985; GOMIERO; BRAGA 2003; GOMIERO; BRAGA, 2005; GOMIERO; BRAGA, 2006).

2.2. Qualidade de água na piscicultura

O monitoramento e o controle da qualidade da água devem ser realizados nas pisciculturas, pois normalidade dos valores das variáveis ambientais podem acarretar danos ao crescimento, à reprodução, além de poderem ocasionar doenças ou a morte dos peixes. Para que haja esse controle de qualidade é realizada uma caracterização por meio de mensuração de diversos parâmetros químicos e físicos (LEIRA et al., 2017; HAKANSON et al., 2000).

Nesse contexto, Ayroza et al. (2008) afirmam que o controle da qualidade da água é de extrema relevância na implantação e manutenção do cultivo de peixes. Ceccarelli et al. (2000) afirmam que os conhecimentos das propriedades químicas, físicas e biológicas dos ambientes de criação auxiliam na produção e fornecem subsídio no conhecimento das interações entre peixes e ambiente de criação. A importância de cada fator, o método de determinação e frequência do monitoramento depende do tipo e intensidade do sistema de produção usado (WALTRICK, 2007).

Nos peixes a temperatura do corpo não é autorregulada, por isso são definidos como animais pecilotérmicos, de modo que a variação da temperatura do ambiente exerce um efeito considerável sobre a taxa de alimentação, sobre o crescimento e sobre o seu metabolismo (ARANA, 2004). Dependendo da espécie e do estágio de desenvolvimento em que o peixe se encontra existe uma faixa de conforto térmico adequado para cada uma dessas etapas, ou seja, temperatura abaixo ou acima dos limites de tolerância pode interferir no crescimento, no apetite dos peixes, e pode favorecer ao aumento de doenças (MORO et al., 2013). A temperatura da água também pode alterar o estresse oxidativo, atividade metabólica, e a cinética em peixes (MALEK et al., 2004; HEISE et al., 2006; KAMMER et al., 2011; SIMČIČ et al., 2015).

A temperatura da água é um dos fatores mais importantes nos fenômenos químicos e biológicos existentes em um viveiro. Geralmente a velocidade das reações químicas dobra ou triplica para cada 10 °C de aumento na temperatura do tanque. Isso significa que os organismos aquáticos usarão 2 ou 3 vezes mais oxigênio dissolvido a 30 °C do que a 20 °C (LEIRA et al., 2017).

O oxigênio é um gás importante para os peixes, por isso, nos tanques ou viveiros, a falta de oxigênio na água pode ser identificada através de vários “sinais”,

que alertam para melhor controle da variável, pois em razão do teor de oxigênio dissolvido estar muito baixo durante a madrugada, é muito importante o piscicultor vistoriar os tanques todas as manhãs e, se possível, medir o teor desse gás. (PREVIATO, 2010; SILVA et al., 2017). Cada espécie terá limite ideal de oxigênio dissolvido na água para sua sobrevivência. Viveiros com valores acima de 4 mg/L de oxigênio diluído apresentam boas condições para criação de organismos aquáticos (SILVA et al., 2017).

O pH, (potencial hidrogeniônico), é outro parâmetro muito importante a ser considerado em aquicultura, já que possui um efeito sobre o metabolismo e processos fisiológicos de peixes. Consiste numa medida da concentração de íons H^+ na água, sendo mensurado através de kits colorimétricos ou peagômetros digitais, onde o valor ideal de pH varia de acordo com as diferentes espécies de peixe (ARANA, 2004). Em geral, o valor recomendado para um ótimo desenvolvimento da grande maioria das espécies cultivadas varia de 6,5 a 8,5, pois valores inferiores a 6,5 ou superiores a 8,5 causam problemas fisiológicos diversos tanto no crescimento quanto na reprodução (MORO et al., 2013).

O pH na água varia de acordo com outros parâmetros de sua qualidade, como a alcalinidade e dureza, e exerce uma forte influência sobre a toxicidade de certos parâmetros químicos, tais como a amônia não ionizada, que se torna mais abundante com pH alcalino, e o ácido sulfídrico, que aumenta proporcionalmente em pH ácido (MORO et al., 2013; SILVA et al., 2017).

A condutividade elétrica é um indicador da capacidade de a água conduzir eletricidade. Sua mensuração por meio de condutímetro fornece informações sobre o metabolismo do tanque, auxiliando na detecção de fontes poluidoras no sistema. Seu valor desejável em piscicultura encontra-se entre 0,02 a 0,1 $\mu S \cdot cm^{-1}$ (MINELLO et al., 2010; SILVA et al., 2017; LEIRA et al., 2017).

A transparência da água é uma característica física que tem a água de permitir a passagem dos raios luminosos. Valores entre 1 e 30 cm para esta variável é ideal para possibilitar uma produção biológica adequada em viveiros de criação de peixes (DINIZ et al., 1996; WOYNAROVICH, 1985; LEIRA et al., 2017).

A alcalinidade total é definida como a capacidade da água de neutralizar sua acidez, dada pela soma de bases tituláveis. É expressa em mg/L de carbonato de cálcio (CaCO₃). A fertilidade natural das águas dos viveiros se eleva com o aumento da alcalinidade total até pelo menos 150 mg/L, porém, viveiros que possuem alcalinidade total acima de 20 mg/L tem uma boa em produção de peixes e outros organismos aquáticos. Se a alcalinidade for menor do que 20 mg/L é preciso fazer a calagem dos viveiros (BOYD; SCARSBROOK, 1974; JUNIOR et al., 2014).

Alterações no meio ambiente são capazes de produzir estresses que interferem na atividade hematopoiética, por exemplo: a água que possui pH alcalino induz redução do número de eritrócitos e de neutrófilos maduros no rim e no baço, enquanto hemoblastos linfoides e os reticulócitos aumentam com o grau de acidez e com o tempo de exposição (MOREIRA, 2013).

2.3. Modelo biológico

A pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (Figura 1) é considerada a terceira maior espécie entre os peixes de escamas da Amazônia, esse peixe chega a atingir 0,8 m de comprimento e pesar 20 Kg. É natural dos rios Amazonas, Solimões, Orinoco e respectivos afluentes, com hábito alimentar onívoro, tem uma propensão alimentar natural por frutas, sementes, folhas e micro crustáceos, porém na proporção em que o nível de água e os alimentos vão diminuindo, a pirapitinga apresenta características de comportamento oportunista, e acaba aproveitando todo restante alimento disponível. (LIMA, 2014).



Figura 1 - Exemplar de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*).

Fonte: belem.pa.gov.br/ver-belem/detalhe.php

Essa espécie apresenta características corporais que são atrativas para o mercado consumidor, como dimensão de cabeça diminuída, a descamação mais fácil e ainda algumas coloração das regiões peitoral e opérculos avermelhados e demais partes do corpo prateadas. Além disso, a pirapitinga proporciona uma boa produtividade já que apresenta rápido crescimento, rusticidade, resistência a altas temperaturas da água de viveiros e a níveis menores de oxigênio dissolvido, ao manuseio e a enfermidades (MEDINA, 2008; CHAGAS et al., 2005). A reprodução da pirapitinga pode ser realizada em qualquer período do ano, desde que haja em condições adequadas de manejo (BALDISSEROTTO, GOMES, 2005).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Realizar uma caracterização hematológica da pirapitinga, *Piaractus brachypomus*, em diferentes pisciculturas do município de Rio Branco, Acre.

3.2. Específicos

(i) Analisar e caracterizar parâmetros do eritrograma da pirapitinga, *Piaractus brachypomus*;

(ii) avaliar e caracterizar parâmetros do leucograma da pirapitinga, *Piaractus brachypomus*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do local de estudo e do meio aquático dos tanques

O experimento foi conduzido no período de 30 de novembro de 2017 a 30 de janeiro de 2018, em três pisciculturas de pequeno e médio porte de produção situadas no Município de Rio Branco, estado do Acre, sendo que os produtores preferiram pelo anonimato sendo denominadas no presente estudo como A, B, e C. As seguintes coordenadas e a caracterização dos tanques estão expostas na Tabela 1. As temperaturas médias anuais são de 24,5° C (ACRE, 2012), clima equatorial, quente e úmido com umidade relativa média do ar de 84% e a precipitação média anual de 1.700 a 2.400 mm.

Tabela 1. Coordenadas e Caracterização das pisciculturas analisadas

Coordenadas					
Pisciculturas	Latitude (utm)		Longitude (utm)		
A	9°55'3.52"S		67°46'56.14"O		
B	9°55'6.41"S		67°46'54.02"O		
C	9°55'6.27"S		67°43'24.99"O		
Caracterização					
Pisciculturas	Profundidade	Sup. aquosa	População	Densidade	Volume
A	2 m	10,000 m	4 mil	2,5/m ³	20 m ³
B	2 m	5,000 m	2 mil	2,5/m ³	10 m ³
C	2 m	15,000 m	6 mil	2,5/m ³	30 m ³

As variáveis analisadas da água foram: temperatura, pH, alcalinidade, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura, sendo as medidas realizadas a uma profundidade de 20 centímetros.

Em cada tanque foram obtidos os valores de oxigênio dissolvido e da temperatura, em quatro pontos dos tanques com o auxílio do equipamento medidor Automático de PH / ORP / Condutividade / Temperatura / TDS / Oxigênio Dissolvido Digital Portátil - PH-1500. Para determinar a transparência da água utilizou-se o disco de Secchi.

As amostragens da água para análises físico químicas foram realizadas coletando-se 250 ml de água de cada tanque em frascos de vidro minutos antes da

realização da coleta de peixes. Os frascos utilizados foram previamente lavados três vezes com a água do tanque, e posteriormente preenchidos, deixando sempre um espaço de ar no frasco para garantir melhor homogeneização antes da análise. Os frascos foram colocados sob refrigeração até o momento do envio para o Laboratório de Química na Universidade Federal do Acre.

As análises de pH foram realizadas utilizando pH-metro da QUIMIB em equipados com eletrodo duplo de vidro e previamente calibrados com soluções padrões. Os testes de alcalinidade foram realizados pelo método de titulação (JUNIOR et al., 2013). A turbidez das soluções foi medida em turbidímetro AP2000 marca PiloControl, que foi calibrado com água deionizada.

A condutividade das amostras foi mensurada em medidor automático de condutividade da marca DDS-120W Microprocessor Conductivity Meter. A transparência foi medida em centímetros através do disco de Secchi (MÂMAR; CYRINO, 1988).

Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água, que mensuram o ambiente no qual os peixes estavam expostos durante o período experimental, que também determinam de forma direta o desempenho produtivo e sanidade dos organismos que estão em contato direto com o meio obtiveram variações entres os tanques, para a variável pH os valores obtidos foram de 4,40 a 7,00, temperatura foi de 30,8 °C a 30,0 °C, o oxigênio dissolvido oscilou entre 2,3 mg/L a 4,7 mg/L, a turbidez esteve entre 32,1 UNT a 359,0 UNT, a transparência com valores de 20 cm a 50 cm, e a alcalinidade variou entre 9,0 mg/L 22,0 mg/L.

4.2 Coleta dos exemplares e amostras

Todos os procedimentos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco, Acre, Protocolo nº 51/2016. A espécie escolhida para o estudo foi o pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Foram utilizados 90 exemplares para a realização do estudo, sendo 30 de cada tanque.

Os peixes foram retirados do tanque com auxílio de uma rede de arrasto e foram colocados em uma caixa com circulação constante de água para que houvesse

a diminuição do estresse da retirada do tanque. Em seguida um exemplar de cada vez foi submerso em um balde com o anestésico Eugenol, dissolvido na proporção de 1,0 a 1,5 ml por litro de água. Após o exemplar apresentar ausência de movimento foi retirado do balde, pesado e colocado em cima de uma esponja umedecida para obtenção do comprimento total e parcial (Figura 2).



Figura 2- Biometria de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Fonte: arquivo pessoal.

O fator de condição dos exemplares foi estimado conforme a fórmula (1) apresentada por LEGENDRE e KERDCHUEN (1995):

$$(1) FC = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Comprimento total}} * 100$$

Para a realização dos procedimentos de campo, o exemplar permaneceu em cima da esponja umedecida coberto com um pano úmido sobre a região dos olhos para evitar estresse na hora da coleta. A amostra de sangue foi coletada por meio de punção caudal (Figura 3) utilizando-se uma seringa impregnada com uma gota de EDTA anticoagulante (TAVARES-DIAS et al., 2000a; TAVARES-DIAS et al., 2001). O sangue coletado foi colocado em um tubo com EDTA. Após o manuseio, cada exemplar foi acondicionado em uma caixa para recuperação antes de ser devolvido para o tanque.

As amostras de sangue coletadas foram armazenadas numa caixa térmica resfriada e foram transportadas para o Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Veterinário, localizado na Universidade Federal do Acre.



Figura 3- Coleta de sangue por meio de punção caudal em pirapitinga (*Piaractus brachypomus*). Fonte: arquivo pessoal.

4.3 Avaliação hematológica

A contagem total dos eritrócitos foi realizada por meio de contagem na câmara de Neubauer utilizando solução e o método de Natt e Herrick (1952) como diluente na proporção de 1:200. Os eritrócitos foram quantificados nos cinco quadrantes secundários do quadrado central da Câmara de Neubauer utilizando a objetiva de 40x no microscópio óptico conforme metodologia de Hrubé e Smith (1998).

A contagem total e diferencial dos leucócitos foi realizada por método indireto (HRUBE e SMITH; op. cit.) tendo sido utilizadas as extensões sanguíneas coradas com *kit* panótico. Para obtenção do número de leucócitos, eritrócitos e trombócitos, foram contadas aproximadamente 2.000 células de cada extensão, cuja leitura foi realizada sob microscópio óptico na objetiva de 100x com auxílio de óleo de imersão. O número total de leucócitos (formula 2), contagem diferencial dos leucócitos (formula 3) e de trombócitos foi estimado por meio da fórmula (4) (id. Ibid.).

Contagem total dos leucócitos:

$$(2) \text{ Leucócitos totais (por } \mu\text{L)} = \frac{\text{NL} \times \text{NE}}{2000}$$

Contagem diferencial dos leucócitos:

$$(3) \text{ Número absoluto de neutrófilo} = \frac{\text{NL} \times \text{NN} (\%)}{100}$$

Contagem total de trombócitos:

$$(4) \text{ Trombocitos totais (por } \mu\text{L)} = \frac{\text{NT} \times \text{NE (por } \mu\text{L)}}{2000}$$

Onde,

NL: número de leucócitos

NT: número de trombócitos

NN: número de neutrófilos

NE: número de eritrócitos (Câmara de Neubauer)

2000= células contadas na extensão sanguínea

100= células contadas na extensão sanguínea

A concentração de hemoglobina foi estimada pelo o método da cianometahemoglobina (COLLIER, 1944), onde 20 μL de sangue foram homogeneizados com 5,0 mL da solução de Drabkin (COLLIER, id. Ibid.). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Bioplus 2000) com comprimento de onda igual a 540 nm.

O volume globular foi determinado pela técnica do hematócrito preconizado por Goldenfarb et al. (1971), onde 2/3 de um micro capilar sem anticoagulante, foram preenchidos com a amostra sanguínea e depois centrifugados à 12.000 rpm por cinco minutos, sendo o resultado expresso em porcentagem.

Os índices hematimétricos foram calculados de acordo com o preconizado por Wintrobe (1934) utilizando-se as equações (5), (6), (7).

$$(5) \text{ VCM} = \frac{H_t}{n \text{ eritrócitos}} \times 1$$

$$(6) \text{ HCM} = \frac{H_b}{n \text{ eritrócitos}} \times 10$$

$$(7) \text{ CHCM} = \frac{H_b}{H_t} \times 100$$

Onde,
VCM = Volume corpuscular médio
H_t = Hematócrito
HCM = Hemoglobina corpuscular média
H_b = Hemoglobina
CHCM = Concentração da hemoglobina corpuscular média

4.4 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e 30 repetições (n=90). Na análise das variáveis referentes à biometria, fator de condição e parâmetros sanguíneos, todos os parâmetros foram tabulados no programa da Microsoft Excel 2013, e a análise estatística dos dados foi realizada pelo pacote computacional SISVAR (FERREIRA, 2010). A análise das pressuposições da análise de variância foi realizada, utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade. Todas as análises consideraram um nível de 5% de probabilidade. Aos dados com distribuição normal análise de variância foi realizada, e em seguida foi aplicado o teste de Tukey. Aos dados que não foram considerados normais, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros biométricos e fator de condição

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de peso (kg), comprimento parcial (cm) e comprimento total (cm) que caracterizam os parâmetros biométricos utilizados e, ainda, fator de condição (%) calculado a partir dos dados biométricos obtidos nas pisciculturas A, B e C.

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros biométricos e do fator de condição de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) cultivados resultante da ANOVA seguido de teste de Tukey em diferentes pisciculturas em Rio Branco-Acre.

Tratamentos	Variáveis			
	Peso (kg)	Com. Padrão (cm)	Com. Total (cm)	F. condição (%)
A	0,569 a	24,6 a	29,37 b	1,93 a
B	0,627 a	24,0 a	31,45 a	1,98 a
C	0,597 a	23,8 a	30,74 a	1,93 a
CV(%)	16,59	17,95	6,72	12,59

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$). CV%: Coeficiente de variação.

Diante do exposto (Tabela 3), não se observou diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos (pisciculturas) para as variáveis, peso, comprimento parcial e fator de condição. Somente para o fator de comprimento total houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos, apontando a piscicultura A como inferior às demais.

Izel; Melo et al. (2004), avaliando tambaqui em tanques escavados durante oito meses com temperatura média de 28,9 °C, observaram peso médio de 1,8 kg. Também em experimento, tambaquis criados sob temperatura 28,9 durante 170 dias, em viveiros com baixa renovação de água, os indivíduos atingiram peso médio de 883,7 g (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002).

Diferente dos valores encontrado no presente estudo com 140 dias, alcançando médias de 569 g a 667 g para as diferentes pisciculturas respectivamente, demonstrando valor bem inferior ao encontrado por outros autores em períodos de criação aproximados, isso caracteriza um ambiente de criação menos favorável do que o descrito pelos autores citados anteriormente.

Segundo Le-Cren (1951) e Guidelli et al. (2011), o fator de condição do peixe é usado para avaliação das diferentes formas de condições alimentares, interferências da densidade populacional e outras condições ambientais, é definido como um indicador quantitativo de condições corporais.

5.2 Parâmetros hematológicos

Na observação dos valores de eritrograma, pôde-se ver uma grande variação dos valores expostos (Tabela 4), tanto entre as diferentes pisciculturas estudadas, quanto para as variáveis, assim sendo, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, demonstrando grande variação entre as diferentes pisciculturas estudadas.

Para peixes não há valores de referencias específicos para os parâmetros hematológicos, esses valores oscilam de acordo com as espécies, idade, e com os ambientes em que os peixes vivem. Porém ha trabalhos que apresentam valores obtidos em situações semelhantes do presente estudo. Esses valores estão descritos no decorrer da discussão.

Tabela 3. Valores médios eritrograma de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) resultante da ANOVA seguido de teste de Tukey cultivados nas diferentes pisciculturas em Rio Branco-Acre.

Variáveis	Tratamentos			CV%
	A	B	C	
RBC ($\times 10^6 \mu\text{L}$)	2,46 b	1,79 a	3,13 c	33,04
Hg (g dL ⁻¹)	12,03 a	12,94 a	14,12 b	10,58
HT(%)	36,34 a	38,92 a	42,47 b	10,43
VCM (μm^3)	168,80 a	237,90 b	146,70 a	36,05
CHCM ((gdL ⁻¹))	33,11 a	33,24 a	33,25 a	0,74

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). CV%: Coeficiente de variação. RBC: Contagem de eritrócitos totais; Hg: Hemoglobina; HT: Hematócrito; VCM: Volume corpuscular médio; CHCM: Concentração de hemoglobina corpuscular media;

5.2.1 Contagem total dos eritrócitos (RBC)

O número médio de eritrócitos totais observados nesse experimento para o *Piaractus brachypomus* foram de $1,79 \times 10^6$; $2,46 \times 10^6$ e $3,13 \times 10^6$ e foram semelhante aos valores encontrados para O *Oreochromis niloticus* por Azevedo et al.

(2006) $1,5 \times 10^6 \mu\text{L}$; Tran-Duy et al. (2008) $1,87 \times 10^6$ Nagata et al. (2009) 2,0 a $2,7 \times 10^6 \mu\text{L}$; e inferior ao visto por Ighwela et al. (2012) $4,3 \times 10^6$ também para o *Oreochromis niloticus*.

Elevadas temperaturas causam aumento do número dos eritrócitos, hemoglobina e do hematócrito, devido à tentativa de aumentar a demanda de oxigênio nos tecidos (OLIVEIRA, 2014).

Tavares dias; Mataqueiro (2004) estudando as características hematológicas, bioquímicas e biométricas em *Piaractus mesopotamicus* de cultivo intensivo, encontrou valores de $2,96 \text{ g}/\mu\text{L}$ para contagem de eritrócitos totais. Valor esse que corrobora com o desse trabalho.

Os valores de contagem total dos eritrócitos (RBC) expostos no presente trabalho para as diferentes pisciculturas apresentaram-se diferente ao observado por Roiriz et al. (2015), onde afirmam não terem observado mudanças significativas no número de eritrócitos (RBC) de *Piaractus brachypomus* expostos ao ar, havendo apenas uma tendência à elevação no número destas células circulantes nos animais sob esta condição estressora.

Diante disso acredita-se que, os indivíduos contidos nessa unidade de estudo (tanques) que em ambiente de estresse, levando em consideração a afirmação de (ROIRIZ et al. 2015). Os achados de RBC desse trabalho estão todos acima dos valores descritos como normais por esses autores. Ainda assim, existe variação entre as pisciculturas, demonstrando haver maior exposição ao estresse em uma que em outras.

Estudos hematológicos em peixes tambatingas híbridos (resultado do cruzamento de tambaqui com pirapitinga). Relatam que não se observou diferença entre os tratamentos, resultando em valores de $1,05 \pm 0,30$; $1,20 \pm 0,25$ para contagens total de eritrócitos (OBA-YOSHIOKA et al, 2015).

5.2.2. Hemoglobina

Observou-se entre os tratamentos que, os valores de Hb (Tabela 4) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), de modo que, a piscicultura C apresentou o maior valor entre as demais.

Sabe-se que no decorrer da resposta ao estímulo estressante há o aumento do consumo de oxigênio que, conseqüentemente, causa a elevação dos níveis da hemoglobina, hematócrito, e também da contagem dos eritrócitos. Nikinmaa et al. (1983) explica que na tentativa de suprir a elevação da demanda de energia na situação de estresse, os níveis de hemoglobina aumentam para que haja maior transporte de oxigênio.

Segundo Weiss et al. (2010) a concentração de hemoglobina em peixes pode variar de 5 a 10 g/d. No presente trabalho, os valores médios deste índice ficaram entre 12,03 e 14,42, sendo considerados valores mais altos que os valores estabelecidos por Weiss et al. (op. cit.), mas foram semelhantes aos valores de referência encontrados por Arévalo e Castellanos (2003) avaliando a hematologia e bioquímica de *Brycon siebenthalae* encontrou valor de hemoglobina de 13,7 g/dL, diferente de Tavares-dias et al. (2009), que analisou a hematologia como ferramenta para monitoramento da saúde de peixes em cultivo em *Colossoma macropomum* e encontrou valores de hemoglobina 6,3 - 13,7. g/dL e ainda *Brycon amazonicus* com valores de 5,5 - 17,7 g/dL.

5.2.3. Hematócrito

Na observância dos valores de hematócritos, houve efeito significativo ($p < 0,05$) entre os tratamentos, com resultados semelhantes entre as pisciculturas A e B, seguido da piscicultura C com maior valor de resultado. Essa variação se deve principalmente a exposição dos peixes a baixos níveis de oxigênio, o qual exibem valores mais altos de hematócrito, provavelmente pra distribuir eficientemente o pouco gás disponível (VAL et al., 1990).

Os níveis de oxigênio dissolvido encontrados nas pisciculturas A e B, apresentaram valores abaixo do normal (acima de 4 mg /L) em relação a piscicultura

C que teve seu valor dentro da normalidade, ainda assim, os valores de hematócritos das pisciculturas A e B não mostraram-se superiores ao da piscicultura C, supostamente essa alteração se deve a outros fatores não relacionados com a variação do oxigênio dissolvido.

Os valores de hematócrito também podem ser alterados em função da composição nutricional da ração ou fatores antinutricionais, má qualidade da água, principalmente presença de metais pesados como chumbo.

Os níveis de hematócrito das espécies estudada no presente estudo são superiores a 32,4% relatados por Garay et al. (2011) para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criados em cativeiro, Centeno et al. (2007) estudando *Colossoma macropomum* também apresentou valores mais baixos em pacu que estão entre 27,67% a 33,5%. Resultados relatados por Hilbig (2010) com valores entre 36,76% e 37,24% em *Piaractus mesopotamicus*, criados em gaiolas sob diferentes taxas de alimentação, corroboram com os dados obtidos no presente estudo, onde a variação da taxa de hematócrito de uma piscicultura pra outra pode estar relacionada com diferentes taxas de alimentação que os peixes são submetidos durante o cultivo.

5.2.4. Índices hematimétricos

Diante do exposto na Tabela 4, observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos no resultado das amostras para os valores de VCM, com destaque para a piscicultura B, que apresentou maior valor de contagem. Não se observou influência significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para os valores de CHCM, mostrando igualdade entre as pisciculturas para esse parâmetro avaliativo.

Tavares-dias et al. (2008) trabalhando com *Brycon amazonicus* (Matrinxã) criados em cativeiro encontraram valores de 220.0 ± 16.4 para VCM, e 24.0 ± 16.4 para CHCM. Os valores descritos por estes autores estão de acordo com os encontrados por este trabalho, levando em consideração a medida de dispersão.

Tavares-dias; Moraes (2006) encontraram em *Brycon orbignyanus* juvenis valores de $3.28 \pm 0.48 \times 10^6/\mu\text{L}$ para RBC, 10.7 ± 1.3 g/dL para Hb, $40.2 \pm 3.1\%$ para Ht, 125.0 ± 22.0 fL para VCM e 26.9 ± 3.9 g/dL para CHCM.

5.2.5 Contagem total e diferencial de leucócitos (WBC) e contagem total de trombócitos

A Tabela 5 apresenta os valores (ranks) do leucograma e trombócitos totais de pirapitinga, dos locais de estudo, o qual expõe a influência de exposição ao ambiente de criação no contexto fisiológicos dos organismos testados, os quais estão discutidos a seguir.

Tabela 4 – Valores médios do leucograma e trombócitos totais de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) cultivados nas diferentes pisciculturas de Rio Branco-Acre

Variáveis	Tratamentos		
	A	B	C
WBC ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	12,7 c	27,2 b	49,1 a
TROMB ($\times 10^3 \mu\text{L}^{-1}$)	11,2 c	34,0 b	43,8 a
LINF (%)	13,4 c	27,0 b	48,7 a
MONO (%)	44,7 a	19,0 b	26,9 b
EOSI (%)	34,2 a	28,0 b	28,0 b
LG-PAS (%)	11,5 c	28,6 b	48,8 a
NEUT (%)	22,8 b	21,1 b	45,7 a

Médias (ranks) pela mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$). WBC: Contagem de leucócitos totais; TROMB: Trombócitos totais; LINF: Linfócitos; MONO: Monócitos; EOSI: Eosinófilos; LG-PAS: Leucócito granular PAS positivo;

Em peixes juvenis os tecidos hematopoiéticos continuam a se desenvolver, por isso, deve-se aguardar o desenvolvimento do sistema imunológico até a fase adulta (HRUBEC et al. 2001) para uma maior estabilidade nos resultados dos parâmetros hematológicos. Tendo isso em vista, no decorrer do seu desenvolvimento vários fatores poderão alterar os parâmetros hematológicos de formas diretas e indiretas.

Diante dos valores de leucócitos (WBC) e trombócitos totais exposto na tabela 5, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O WBC e o TROMB encontrados no presente estudo corroboram com os valores citados por Tavares-Dias et al., (2008) que estudando os parâmetros hematológicos de *Brycon amazonicus* apresentou valores de 13.32 ± 7.677 para contagem de leucócitos totais (WBC) e 30.69 ± 11.633 para trombócitos totais (TROMB).

Os trombócitos dos peixes possuem ligações com a imunidade, ou seja, a sua função não se limita em apenas a agregação plaquetária, mas também tem papel no

potencial de fagocitose (PASSANTINO et al., 2005). (KOLMAN et al., 2003; TAVARES-DIAS e MORAES, 2004; TAVARES DIAS et al., 2007).

Os peixes possuem um sistema de resistência não específico, que realiza a defesa do organismo contra fatores patogênicos e ambientais (STOSIK *et al.*, 2001; PASSANTINO *et al.*, 2005). As diferenças nas contagens de leucócitos e trombócitos podem ser atreladas a vários fatores, como patógenos, idade, estação, temperatura da água, oxigênio dissolvido, fase de maturação e sexo, pH, e também ao estresse. (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004; TAVARES-DIAS e MORAES, 2007; PAVLIDIS et al., 2007).

Os leucócitos normalmente encontrados na circulação dos peixes são os linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos e basófilos (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004), envolvidos em mecanismos de defesa não específicos (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004; TAVARES-DIAS e MORAES, 2007; PAVLIDIS *et al.*, 2007). Monócitos e linfócitos estão atrelados a produção de anticorpos na resposta imune, os neutrófilos são unidades efetoras da imunidade inespecífica, pois são as primeiras células que migram para o local para o reconhecimento e destruição dos patógenos (TAVARES-DIAS e MORAES, 2004; TAVARES-DIAS, 2006; TAVARES-DIAS e MORAES, 2007; PAVLIDIS et al., 2007).

O valor de WBC para tratamento A no presente estudo foi semelhante ao encontrado para *Brycon amazonicus* juvenis $13.324 \pm 7.677 \mu\text{L}$, o tratamento B se assemelha com os juvenis de *Brycon orbignyanus* $23.290 \pm 7.041 \mu\text{L}$, e o tratamento C apresentou valor superior ao autor citado (TAVARES-DIAS E MORAES, 2006a). Embora o mesmo método de contagem tenha sido utilizado para ambos os experimentos, possivelmente há uma variação interespecífica na contagem tanto dos leucócitos totais quanto os trombócitos totais.

A contagem diferencial dos leucócitos de Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* mostrou poucas variações quando comparada com algumas espécies da família Caracidae na literatura, como por exemplo, na contagem diferencial de leucócitos de *Piaractus brachypomus* nas três fases distintas, descobriu-se que as células que tem predominâncias são os linfócitos (CORREA et al., 2009).

De acordo com Silva et al. (2012) a contagem total das células leucocitárias apresentou valores progressivamente menores de acordo com o aumento do período de exposição (estresse mais intenso), sendo observada uma predominância linfocitária.

Visto isso, os valores de leucócitos encontrados nas diferentes pisciculturas estudadas mostram uma discrepância entre os valores, com altos valores para a piscicultura C, deduz-se que, essa unidade de estudo tem alguma fonte de estresse, sendo expressa tal afirmação nos altos valores leucocitários.

6 CONCLUSÃO

Os valores de eritrograma obtidos no presente estudo apresentou diferença entre os tanques, sendo que o tanque C se destacou em relação aos demais apresentando maiores valores.

Os valores de leucograma e contagem total de trombócitos também apresentaram diferença entre os tanques, e novamente o tanque C apresentou maiores valores que os demais tanques.

Os valores mais altos no tanque C podem ter influencia das variáveis físicas químicas da água, nutrição, manejos, fatores esses que podem causar alterações nos parâmetros hematológicos.

Os valores de caracterização dos parâmetros hematológicos da Pirapitinga, *Piaractus brachypomus*, são condizentes com os valores encontrados na literatura para espécies da mesma família.

7 REFERÊNCIAS

- ACRE. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente**. Plano estadual de recursos hídricos do Acre - Rio Branco: SEMA, p. 356, 2012.
- ALI M., NICIEZA A., WOOTTON R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and Fisheries**, v.4 n.1 p.147-190,2003.
- ARANA, L.V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 2004, 231 p.
- ARAUJO, D. DE M. et al. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 294–302, 2011.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em Igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1059-1069, 2002.
- ARÉVALO, M.B.B.G.H.; CASTELLANOS, J.A. 2003. **Hematology and sanguine chemistry of yamú *Brycon siebenthalae***. In. WORD AQUACULTURE 2003, Salvador, BA. Anais. Salvador Word Aquaculture Society, pp. 50
- AYROZA, D.M.M.R.; FURLANETO, F.P.B.; AYROZA, L.M.S. Regularização de Projetos de Piscicultura no Estado de São Paulo. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v.1, n.1 p.33-41, 2008.
- AZEVEDO, T.M.P.; MARTINS, M.L.; BOZZO, F.R. et al. Hematological and gill responses in parasitized tilapia from Valley of Tijucas River, SC, Brazil. **Scientia Agricola.**, v.63, p.115-120, 2006.
- BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2005. 470p.
- BARCELLOS, L.J.G. et al. Haematological changes in jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard: Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. **Aquaculture**, v. 237, n.1-4, p. 229-236, 2004.
- BRAGA, F.M.S. Estudo entre fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Braz. J. Biol.** v.46, n.2, p.339-346, 1986.
- BRAGA, F.M.S. Análise do fator de condição de *Paralichthys brasiliensis* (Perciformes, Sciaenidae). **Rev. UNIMAR** , v.15 n.2, p.99-115, 1993.
- BRAGA, F.M.S.. Análise da equação alométrica na relação peso e comprimento e o fator de condição em *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae). **Braz. J. Biol.** v.57, n.3, p.417-425, 1997.

BRAGA, F.M.S. & GENNARI FILHO, O. Contribuição para o conhecimento da reprodução de *Moenkhausia intermedia* (Characidae, Tetragonopterinae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba, SP. **Naturalia**, n.15, p.171-188, 1990.

BRAGA, F.M.S., BRAGA, M.A.S. & GOITEIN, R. Fator de condição e alimentação de *Paralanchurus brasiliensis* (Osteichthyes, Sciaenidae) na região da ilha Anchieta (lat. 23° 33'S - long. 45° 05'W) Ubatuba, Estado de São Paulo. **Naturalia**, n.10, p.1-11, 1985.

CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Ed.Artmed, 2003

CANFIELD, P.J.; QUARTARARO, N.; GRIFFIN, D.L.; TSOUKALAS, G.N.; COCARO, S.E.. Haematological and biochemical reference values for captive Australian snapper, *Pagrus auratus*, **Journal of Fish Biology**. v.44, n.5, p.849-856, 1997.

CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. 2000. **Dicas em piscicultura; perguntas e respostas**. Botucatu: Santa Gráfica Editora, 247 p.
CENTENO, L. et al. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. **Zootecnia Tropical**, v. 25, n. 4, p. 237–243, 2007.

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

CHACON, D. M. M. e LUCHIARI, A.C. 2011. **Fisiologia e Comportamento de Peixes**. Disponível em < www.geefaa.com > Acesso em 15 de agosto de 2017

CHAGAS, E. C., et al. 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.

CLAUSS, T. M.; DOVE, A. D. M.; ARNOLD, J. E. Hematologic disorders of fish. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v.11, n.3, p.445-462, 2008.

COLLIER, H. B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, v. 50, p. 550-552, 1944.

CORREA NEGRETE, J. C. et al. Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. **Zootecnia Tropical**, v. 27, n. 4, p. 393–405, 2009.

DAÑINO, A. & O. NASH. 2008. **Crecimiento, sobrevivencia y parámetros hematológicos de juveniles de paco, *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* cultivados en dos tipos de ambiente**. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú, 91 pp.

DINIZ, A. C.; CARVALHO, W.; ESTEVES, J. A. **Noções básicas de piscicultura**. São Paulo: CEETPS, 1996. 39p.

DRUMOND, G. V. F.; et al. Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 591-596, 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FRANÇA, JG; RANZANI-PAIVA, MJT; LOMBARDI, JV; CARVALHO, S.; SERIANI, R. Toxicidade crônica do cloreto de mercúrio (HgCl₂) associada ao selênio, através do estudo hematológico em tilápia *Oreochromis niloticus*. **Bioikos**, v. 21, p. 11-19, 2007.

FREITAS, L. M. D. E. **Qualidade da água em sub-bacias com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Rio São João**. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016.

GARAY, M. y PAREDES, L. (2011). **Caracterización hematológica del paco (*Piaractus brachypomus* Characidae) en tres etapas de crecimiento (alevinos juveniles y adultos) bajo condiciones de cultivo en edistrito de José Crespo y Castillo**. Tesis, Universidad Nacional Agraria de la selva – Tingo María. 9 pág.

GARCIA, F.; PILARSKI, F.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. Hematology of *Piaractus mesopotamicus* fed diets supplemented with vitamins C and E, challenged by *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture**, v. 271, n. 1-4, p. 39-46, 2007.

GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROUSIUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v.56, n.1, p.35-39,1971.

GOMES J.M.M., RIBEIRO H.J., PROCÓPIO M.S. ALVARENGA B.M., CASTRO A.C.S., DUTRA W.O., ET AL. What the Erythrocytic Nuclear Alteration Frequencies Could Tell Us about Genotoxicity and Macrophage Iron Storage, **Plos One** v.10,n.11,p. e0143029. doi:10.1371/journal.pone.0143029 ,2015.

GOMES, R. A. 2007. **Bioacumulação de mercúrio e caracterização histológica e ultraestrutural do tecido nervoso de *Hoplias malabaricus* (traíra-Block, 1794) sob o efeito da exposição in vivo por mercúrio**. Dissertação de mestrado. Centro de Biociência e Biotecnologia. UENF, 43p.

GOMIERO, L.M. & BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla* cf. *ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande - MG/SP. **Acta Sci.** v.25, n.1, p.79-86, 2003.

GOMIERO, L.M. & BRAGA, F.M.S. The condition factor of fishes from two river basins in São Paulo State, Southeast of Brazil. **Acta Sci.**, v.27, n.1, p.73-78, 2005.

GOMIERO, L.M. & BRAGA, F.M.S. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Brycon opalinus* (Pisces, Characiformes) no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo

Santa Virgínia, Mata Atlântica, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Sci.**, v.28 n.2, p.135-141, 2006.

GUIDELLI, G. et al. Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 177, n. 1–2, p. 145–151, 2011.

HAKANSON, L.; PAPAROV, A.; HAMBRIGHT, K.D. Modeling the impact of water level fluctuations on water quality (suspended particulate matter) in Lake Kinneret, Israel. **Ecological Modeling**, v.128, n.2000, p.101-125, 2000.

HEISE, K. et al. Oxidative stress during stressful heat exposure and recovery in the North Sea eelpout *Zoarces viviparus* L. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, n. 2, p. 353–363, 2006.

HILBIG, C. (2010). **Taxa de arracoamento para o pacu *Piaractus mesopotamicus* criado em tanques- rede no reservatorio de itaipu**. Tesis do Maestría. Universidade Estadual do Oeste do Parana- Campus de Marechal Candido Rondon. Centro de Ciencias Agrarias Programa de Pos-Graduacao em Zootecnia. Brasil. 45 pág.

HOUSTON, A.H. (1990) Blood and Circulation. In: Schreck, C.B. and Moyle, P.B., Eds., **Methods in Fish Biology**, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 335 p.

HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A.; ROBERTSON, J.L. Age-related changes in hematology and plasma chemistry values of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*). **Veterinary Clinical Pathology**, v.30, p.8-15. 2001.

HRUBEC, T.C; SMITH, S.A. Hematology of fish. In: FELDMAN.B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C **Schalm's Veterinary Hematology**.5.ed. Sydney: W.W. Lippincott, 1998, p.1120-1125.

IGHWELA, K.A.; AHMAD, A.B.; ABOL-MUNAF, A.B. Haematological Changes in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed with Varying Dietary Maltose Levels. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v. 4, n.4, p.376-381, 2012.

IZEL, A.C.U.; MELO, L.A.S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas. [on-line]. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental,2004.Disponívelem:http://www.cpaa.embrapa.br/servicos/livraria/arquivos_gratis/Doc_32.pdf. Acesso em: 08 maio 2018.

JUNIOR G. P., PEREIRA E. M. O., M.; FILHO P., BARBOSA P. S., BRASIL E. M., E. S. Parâmetros Hematológicos De Juvenis De Tambaqui Alimentados Com Rações Contendo Farinha De Cruera De Mandioca. **Acta Biomedica Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 1–11, 2013.

JUNIOR, G. P. et al. CARACTERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE JUVENIS DE TAMBACUI (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala*). **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 5, n. 2, p. 15–24, 2014.

JUNQUEIRA L C, CARNEIRO J, **Histologia básica**, Rio de Janeiro, Guanabara Kongan, 2004.

KAMMER, A. R.; ORCZEWSKA, J. I.; O'BRIEN, K. M. Oxidative stress is transient and tissue specific during cold acclimation of threespine stickleback. **Journal of Experimental Biology**, v. 214, n. 8, p. 1248–1256, 2011.

KOLMAN, H et al. The ingestion of *Aeromonas salmonicida* susp. *Salmonicida* by fish blood phagocytes in vitro under influence of herbicides. **Acta Cientiarum Polonorum**, v.2, p.123-130, 2003.

LE-CREN E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v.20, n.13, p.201-219, 1951.

LEGENDRE, M.; KERDCHUEN, N. Larval rearing of an African Catfish *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Claridae): effect of dietary lipids on growth survival and fatty acid composition of fry. **Aquatic Living Resources**, v.8, p.355-363, 1995.

LEIRA, M. H. et al. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas Water quality and its use fish farms. **Pubvet**, v. 11, n. 1, p. 11–17, 2017.

LIMA, Mayanny Carla de Carvalho. **Desenvolvimento embrionário e larval de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus* e do híbrido tambatinga**. 2014. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

MÃMAR, R.M. E CYRINO, J.E.P. **Piscicultura**. Governo do estado de São Paulo, Secretaria da Agricultura, CATI, Campinas, S.P., 1988.102 p.

MALEK, R. L. et al. The effects of temperature reduction on gene expression and oxidative stress in skeletal muscle from adult zebrafish. **Comparative Biochemistry and Physiology. Toxicology & Pharmacology**, v.138, n.3, p.363-73. 2004.

MEDINA, Sandra Piedad Velásquez **Criopreservação do sêmen de pirapitinga *Piaractus brachypomus* (Pisces, Characidae)**, 2008, 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2008.

MINELLO, M. C. DA S. et al. Avaliação Sazonal De Alguns Parâmetros Indicadores Da Qualidade De Água No Reservatório Da Usina Hidrelétrica De Ilha Solteira-Sp, Brasil. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 98–104, 2010.

MOHR, S.; LIEW, C. C. The peripheral-blood transcriptome: new insights into disease and risk assessment. **Trends in Molecular Medicine**, v. 13, n. 10, p. 422–432, 2007.

MOREIRA, Ana Paula, **Efeito dos metais pesados em organismos aquáticos: o uso do *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) como bioindicador**, f.39 Trabalho de conclusão de curso (Bacharel, no curso de Ciências Biológicas) Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, Santa Catarina, 2013.

MORO, G.V.; TORATI, L.S.; LUIZ, D.B.; MATOS, F.T. Monitoramento e qualidade da água em pisciculturas. In: **Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF. Embrapa pesca e aquicultura, 2013.

NAGATA, M.M.; ZANUZZO, F.S.; SAITA, M.V.; BILLER, J. da B.; URBINATI, E.C.; TAKAHASHI, L. S. **Efeito da perseguição e exposição aérea nos parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-Nilo**. V Simpósio de Ciências da UNESP e VI Encontro de Zootecnia – UNESP Dracena, 22 a 24 de setembro de 2009.

NATT, M.P.; HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. **Poultry Science**, v.31, n.4, p.735-738, 1952.

NIKINMAA, M.; SOVIO, A.; NAKARI, T.; LINDGREN, S. Handling stress in brown trout (*Salmo trutta*): physiological responses to transport in fresh water. And recovery in natural brackish water. **Aquaculture**, v. 34, p. 93-99, 1983.

NOMURA, H. Length-weight tables of some fish species from southern Brazil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo n.2, p.1-84, 1962.

OBA-YOSHIOKA et al., Substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos e sua influência sobre o cultivo de híbridos tambatingas. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 61-67, 2015.

OLIVEIRA RIBEIRO, C. A. et al. Comparative uptake, bioaccumulation, and gill damages of inorganic mercury in tropical and nordic freshwater fish. **Environmental Research**, v. 83, n. 3, p. 286–292, 2000.

OLIVEIRA, Alzira Miranda **Influência da temperatura ambiental e dos cenários climáticos futuros sobre o metabolismo dos ácidos graxos e desempenho zootécnico do tambaqui (*Colossoma macropomum*) 2014**, 136 f Tese (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA, Manaus – AM, 2014.

OLIVEIRA, Alzira Miranda **Influência da temperatura ambiental e dos cenários climáticos futuros sobre o metabolismo dos ácidos graxos e desempenho zootécnico do tambaqui (*Colossoma macropomum*) 2014**, 136 f Tese (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA, Manaus – AM, 2014.

PASSANTINO, L. et al., Do fish thombocytes play an immunological role? Their cytoenzimatic profiles and fuction during an accidental piscine candidiasis in aquarium. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, v.27, n.27, p.345-356, 2005.

PAVLIDIS, M. et al. Blood cell profile of six Mediterranean mariculture fish species. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, n. 1, p. 70–73, 2007.

PEREIRA, D. S. P. et al. Comparação de metodologias utilizadas na análise dos parâmetros sanguíneos e da proteína total de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Revista Brasileira de Saúde e Produção**, v.16, n.4, p. 893–904, 2015.

PREVIATO, Vanderlei. **Influência de uma piscicultura em tanques rede na qualidade da água do Rio São José dos Dourados no município de Ilha**

Solteira/SP. 2009. 109 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2009.

RANZANI-PAIVA, M. J. T. et al. Hematological characteristics and relative condition factor (Kn) associated with parasitism in *Schizodon borellii* (Osteichthyes , Anostomidae) and *Prochilodus lineatus* (Osteichthyes , Prochilodontidae) from Paraná River , **Blood**, v. c, n. 2, p. 515–521, 2000.

RANZANI-PAIVA, M. J. T., S. B. PÁDUA, M. TAVA-RES-DIAS, M. I. EGAMI: **Métodos para análise hematológica em peixes.** EDUEM, Brazil, 135pp. 2013.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. **Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes.** In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. Anais. 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p. 2007.

REBOUÇAS, P. M. et al. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. **Journal of Animal Behaviour and Biometry**, v. 42, n. 2, p. 35-42, 2014.

ROCHE, H. E BOGÉ, G. Fish blood parameters as a potential tool for indentification os stress caused by enviromental factors and chemical intoxication, **Marina Environ**, v.41, n. 1, p. 23-43, 1996.

RORIZ B. C. et al., Efeitos do estresse de exposição ao ar sobre parâmetros sanguíneos de juvenis de caranha, *Piaractus brachypomus*, **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21; p. 2231, 2015.

RUANE, N. M. et al., Experimental exposure of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) to the infective stages of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer) influences the physiological response to an acute stressor. **Fish & Shellfish Immunology**, v.10, p.451-463, 2000.

SATAKE, F., BENITES DE PÁDUA, S. E ISHIKAWA, M. M. **Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica.** In: TAVARES-DIAS,M (Ed). **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo.** Amapá: Embrapa, 2009. cap 13, p. 330-345.

SCHALCH, S. H. C.; DE MORAES, J. R. E.; DE MORAES, F. R. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Guariba, São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 291-297, 2006.

SERIANI, R. & RANZANI-PAIVA, M.J.T. Alterações hematológicas em peixes: Aspectos fisiopatoló- gicos e aplicações em ecotoxicologia aquática In: SILVA-SOUZA, A.T.; PEREZ LIZAMA, M. A.; TAKEMTO, R.M. (Org). Patologia e sanidade de organismos aquáticos, **ABRAPOA**, p.221-242, 2012.

SERIANI, R. et al. Influence of seasonality and pollution on the hematological parameters of the estuarine fish *Centropomus parallelus*. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 61, n. 2, p. 105–111, 2013.

SERIANI, R. et al., Hematological analysis of *Micropogonias furnieri*, Desmarest, 1823, Scianidae, from two Estuaries of Baixada Santista, São Paulo, Brazil **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n.4, p. 87-92, 2010.

SILVA, A. T. et al. Cyprinid swimming behaviour in response to turbulent flow. **Ecological Engineering**, v. 44, p. 314–328, 2012.

SILVA, Vanessa Karla; FERREIRA, Milena Wolff; LOGATO, Priscila Vieira Rosa. Qualidade da água na Piscicultura. Acesso em: 08 set. 2017. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:booot5PoElkJ:www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/56-boletins-deextensao?download=1164:boletinsextensao+&cd=2&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br>>.

SILVA-SOUZA, A. T.; ALMEIDA, S. C.; MACHADO, P. M. Effect of the infestation by *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda, Lernaeidae) on the leucocytes of *Schizodon intermedius* Garavello & Britski, 1990 (Osteichthyes, Anostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, p. 217–220, 2000.

SIMČIČ, T., JESENŠEK, D., BRANCELJ, A. Effects of increased temperature on metabolic activity and oxidative stress in the first life stages of marble trout (*Salmo marmoratus*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.41,n.4, p.1005-1014, 2015.

SOUZA, M. G.; SEABRA, A. G. L.; BALEN, R. E.; COSTA, M. M.; SANTOS, L. D.; Fábio MEURER, F. Avaliação da exigência de proteína bruta para alevinos de pacamã *Lophosilurus alexandri* Steindachner, 1876. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.9,n.2, p.264-268, 2014.

STOSIK, M.; DEPTULA, W.; TRÁVNIČEK, M. Studies on the number and ingesting ability of thrombocytes in sick carps (*Cyprinus carpio* L.). **Veterinarni Medicina**, v. 46, n. 1, p. 12–16, 2001.

TAVARES – DIAS, M.; RUAS DE MORAES, F. **Livro de hematologia de peixes teleósteos**, Ribeirão Preto: M.Tavares-Dias, 2004. p.144.

TAVARES DIAS, M.; ISHIKAWA, M.M.; MARTINS, M.L. et al. **Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo**. In: SARAN-NETO; MARIANO, W.S.; POZZOBON-SORIA. Tópicos Especiais em Saúde e Criação Animal. São Carlos: Pedro & João Editores, 2009. cap. 3, 43-80 p.

TAVARES-DIAS M, MARTINS M.L. ; MORAES F.R. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pague” do município de Franca, São Paulo, Brasil. I. Protozoários. **Ver. Bras. Zool.** 18: 67–79, 2001

TAVARES-DIAS M; MATAQUEIRO MI. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.26, n.2, p.157-162, 2004.

TAVARES-DIAS, M. et al. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 799-805, 2008.

TAVARES-DIAS, M.; AFFONSO, E. G.; OLIVEIRA, S.R.; MARCON, J. L.; EGAMI, M. I. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon*

amazonicus Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. **Revista Acta Amazonica**. v.38, n.4, p.799 – 806,2008.

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. V. Variáveis do piauçú *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae). **Naturalia**, v.25, p.39-52. 2000a.

TAVARES-DIAS, M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G.; MORAES, F. R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros. IV. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.693-698, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características Hematológicas de *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em “pesque-pague” de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**, v.19, n.1p.107-114,2003.

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

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes: Characidae) intensively bred. **Hidrobiológica**, v.16, p.271-274, 2006^a.

TAVARES-DIAS, M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A.A.; MARCON, J.L. Methodological limitations of counting total leukocytes and thrombocytes in reptiles (*Amazon turtle, Podocnemis expansa*): an analysis and discussion. **Acta Amazonica**, v.38, p.351-356, 2008.

TAVARES-DIAS, M.; ONO, E.A.; PILARSKI, F.; MORAES, F.R. Can thrombocytes participate in the removal of cellular debris in the blood circulation of teleost fish? A cytochemical study and ultrastructural analysis. **J. Appl. Ichthyol.**, v. 23, p. 709–712, 2007

TAVARES-DIAS, M; DAMATTA, R.A.; RIBEIRO, M.L.S.; CARVALHO, T.M.U.; NASCIMENTO, J.L.M. **Caracterização Morfológica e Funcional de Leucócitos de Peixes**. Embrapa Macapá/AP. 2009.

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. e AFFONSO, E. G. Adaptative features of Amazon fishes: hemoglobina, hematology, intraerythrocytic of *Ptergoplichthys multiradiatus* (Siluriformes). **Comp. Biochem. Physiol.** v. 97b, n. 3, p. 435-440,1990.

WALTRICK, Vanessa Peressoni, **Avaliação ambiental de igarapés influenciados pela criação de matrinxã (*Brycon amazonicus*) e por peixes ornamentais em Manaus-AM**, 2007, 76 f, Dissertação (Mestrado em Ciências biológicas) Instituto Nacional de Pesquisa do Amazonas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas,2007.

WEISS D.J. & WARDROP JK. 2010. **Schalm’s Veterinary Hematology**. 6th ed. Blackwell Publishing, Iowa, p.347-360.

WINTROBE, M. M. Variations in the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. **Folia Haematologica**, v.51, p.32-49, 1934.

WOYNAROVICH, E. **Manual de piscicultura**. Brasília, DF: Ministério do Interior- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, Divisão de Piscicultura e Pesca-ODEVASF, 1985, 75p.