



Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos
– PPG-CIPET

**Parâmetros fisiológicos de três espécies de tucunaré (*Cichlaspp.*) do lago de Balbina,
Presidente Figueiredo, Amazonas**

Philip Dalbert da Silva Castro

Manaus – AM
Março de 2017



Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – PPG-
CIPET

Philip Dalbert da Silva Castro

**Parâmetros fisiológicos de três espécies de tucunaré (*Cichla* spp.) do lago de Balbina,
Presidente Figueiredo, Amazonas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Rocha Aride (IFES)

Co-orientador: Prof. Dr. Adriano Teixeira de Oliveira (IFAM)

Financiamento: IFAM (Edital 008/2014 – PADCIT; Edital 001/2016 – PADCIT), FAPEAM (Edital 010/2014 – Propesca/Rio Negro) e CAPES

Manaus - AM

Março de 2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C355p Castro, Philip Dalbert da Silva
Parâmetros fisiológicos de três espécies de tucunaré (*Cichla* spp.)
do lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas / Philip
Dalbert da Silva Castro. 2017
54 f.: 31 cm.

Orientador: Paulo Henrique Rocha Aride
Coorientador: Adriano Teixeira de Oliveira
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Sangue. 2. Tucunarés. 3. Amazônia. 4. Bem estar. 5.
Comparativa. I. Aride, Paulo Henrique Rocha II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

**Parâmetros fisiológicos de três espécies de tucunaré (*Cichla* spp.) do lago de Balbina,
Presidente Figueiredo, Amazonas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Apresentada em 31 de Março de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Alzira Miranda de Oliveira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Prof. Dr. Marcio Soares Ferreira
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Profª. Dra. María Doris Escobar Lizarazo
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus pelo amor e oportunidade da vida.
A minha família (Sebastião Castro, Maria Silva, Andresa Amâncio,
Agatha Castro, Júlia Amâncio, Douglas Castro, Lorena Castro e Rodrigo Oliveira) pelo
Amor incondicional durante essa caminhada.
Aos meus fundamentais orientadores (Adriano Oliveira e
Paulo Aride) e aos tucunarés organismos ao qual desenvolvi a pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus (Jeová) maravilhoso e amoroso, pois, só sendo constituído de amor para me ajudar e me fortalecer em todos os momentos, não só nessa caminhada (mestrado) como em todas as da minha vida. Onde todas as vezes que parece que estou sem rumo, sem estímulo e sem coragem para seguir em frente, algo acontece e as portas se abrem e por essas e outras razões me sinto privilegiado e sou muito grato ao Senhor Jeová e ao seu filho Jesus, e o amor é recíproco.

A minha família que sempre acreditou em mim e sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos de minha curta e extensa vida, sempre me apoiaram em todos os sentidos. Ao meu pai Sebastião Adalberto de Castro, que sempre acreditou em mim, inclusive em alguns casos mais do que eu mesmo. Um cara de muita humildade, muita honra, sabedoria e simplicidade, é fundamental na minha vida e sempre será.

A minha mãe que com seu amor incondicional sempre colocou a família em primeiro lugar, sempre fez tudo pensando nos filhos e no seu marido, sempre com muito amor e carinho, me apoiando, me aconselhando e me ajudando. Ainda está para nascer uma mãe mais amorosa e dedicada à família do que você dona Maria Das Neves Lisboa da Silva, a senhora pode ter certeza que foi e sempre será uma fonte de inspiração pra mim.

A minha esposa Andresa dos Santos Amâncio Castro que é maravilhosa, esteve comigo em diversos momentos difíceis sempre me apoiando e demonstrando muito amor, expressando sua opinião e respeitando minhas decisões, me deu duas princesas lindas como filhas Julia Fernanda dos Santos Amâncio e Ágatha Lorena dos Santos Castro, e futuramente o Philip Dalbert da Silva Castro “Junior” (filho que ainda irá ser concebido) se Deus quiser, cada dia que passa vejo que você é cada vez mais fundamental na minha vida.

Quero agradecer também aos meus irmãos Adalberto Douglas da Silva Castro, Karina Lorena da Silva Castro e Rodrigo Lisboa de Oliveira, detalhe, os nomes estão em ordem alfabética. Por sempre me apoiarem e estarem comigo em todos os momentos da minha vida, aprendi muito com vocês, muito obrigado pelo respeito, amor, irmandade e amizade que temos. Quero fazer um agradecimento especial a Karina Lorena da Silva Castro que apesar de

não está mais entre nós, todos os dias lembro-me dela como uma fonte de inspiração, de pessoa forte e aguerrida que sempre foi, e sei que está olhando por nós lá de cima.

Quero agradecer ao meu orientador professor Doutor Paulo Henrique Rocha Aride pela oportunidade de trabalharmos juntos, pelos ensinamentos e pela disponibilidade de sempre corroborar com o desenvolvimento do referido trabalho.

Fica expresso meu agradecimento ao professor Doutor e co-orientador Adriano Teixeira de Oliveira que foi fundamental para realização da pesquisa. Por me inserir em seu grupo de pesquisa e me inspirar a ser um pesquisador como o senhor, humilde honesto e com muito conhecimento a ser compartilhado. Obrigado pelos vários dias que passou comigo corrigindo e me ensinando sobre esse trabalho e por sempre incentivar visando tirar o melhor possível dos seus alunos, sempre com ética e respeito pelo ser humano. Obrigado também por sempre me ouvir e me dar autonomia na realização da pesquisa, espero continuar trabalhando e realizando outras pesquisas com o senhor e com nosso grupo de pesquisa.

A coordenadora do PPG-CIPET professora Doutora Kedma Cristine Yamamoto pela apoio e disponibilidade de uso seu laboratório para a escrita dessa dissertação.

A professora Doutora Alzira Miranda de Oliveira, professor Doutor Marcio Soares Ferreira e professora Doutora María Doris Escobar Lizarazo, pelas valiosas contribuições na aula de qualificação e defesa de mestrado.

A todos os professores que ministraram disciplinas obrigatórias e optativas no PPG-CIPET o meu muito obrigado pelos ensinamentos.

Aos técnicos do Laboratório de Química do IFAM, Marcos Tulios Frota Ladislau e Thamiris Felipe de Souza pelo auxílio durante as análises fisiológicas.

Ao técnico do Laboratório de Controle Ambiental, Anderson Aquino Leiria pelo auxílio durante as análises fisiológicas.

Aos integrantes do grupo de pesquisa do “Núcleo de Estudos de Vertebrados Amazônicos (NEVA)” pelo auxílio durante todas as etapas desse trabalho, são eles:

mestrandos Daniel da Silva Ladislau (PPG-CIPET/UFAM), Maiko Willas Soares Ribeiro (PPG-Aquicultura/INPA-CUNL) e Franciane da Silva Andrade (PPG-BADPI/INPA); aos graduandos de Ciências Biológicas do IFAM, Lucivânia do Vale Amaral, Mônica Ferreira de Lima França, Nathalie Catão Ramos, Kelly Regina Pereira da Silva e Nathalia Reis Litaiff; e aos técnicos subsequentes em Recursos Pesqueiros do IFAM Ruben da Silva Assis e Maria Luciene Oliveira.

Aos amigos do PPG-CIPET pelos ensinamentos e companheirismo durante essa árdua jornada Jairo Ferreira, Paulo Torres, Lorenzo Barroco, Diogo Campos e Dreyfus Lincoln.

Aos amigos graduandos, Elton, Rayanne, Andreson (meu cunhado), Kleison, Josué, Adailson e Sara, pelo companheirismo e troca de ensinamentos.

A secretaria do PPG-CIPET da UFAM Antônia, pela sua atenção e disponibilidade.

Aos pescadores do lago de Balbina pelo transporte até as áreas de pesca de tucunarés.

A UFAM, pela oferta do mestrado e pela infra-estrutura.

Ao ICMbio em Balbina que nos auxiliou durante a realização de uma das coletas com estrutura e logística.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFAM), Campus Manaus Centro, pela estrutura física que permitiu que as análises laboratoriais fossem realizadas e também pelo suporte financeiro que foi concedido por meio do edital do “Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e de Inovação Tecnológica (PADCIT)”.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida que me deu tranquilidade, sustento e permitiu que pudesse concluir essa jornada de minha formação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo suporte financeiro junto ao edital Propesca/Rio que auxiliaram na execução dessa dissertação de mestrado.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), pela licença fornecida que permitiu capturar os tucunarés.

A todos que contribuíram com esse trabalho e que por um lapso não inclui nesses agradecimentos

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 1. Análise de ACP do eritrograma de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	50
Figura 2. Análise de ACP do trombograma e leucogramade três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	51
Figura 3. Análise de ACP dos metabolitos plasmáticos de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	51
Figura 4. Análise de ACP das propriedades físicas da água de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	52

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Biometria (média \pm DP; mínimo - máximo) de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	35
Tabela 2. Eritrograma (média \pm DP; mínimo - máximo) de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	35
Tabela 3. Trombograma e leucograma (média \pm DP; mínimo - máximo) de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	36
Tabela 4. Metabólitos plasmáticos (média \pm DP; mínimo - máximo) de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	37
Tabela 5. Parâmetros físicos da água (média \pm DP; mínimo - máximo) dos locais de captura de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	37

Capítulo 2

Tabela 6 (1). Biometria (média \pm desvio padrão) de três espécies de tucunarés <i>Cichla</i> spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.	49
--	----

Recursos

Tabela 7. Equipamentos	54
Tabela 8. Material de consumo	54
Tabela 9. Serviços de terceiros	55
Tabela 10. Total Geral	55

LISTA DE SIGLAS

CHCM: Concentração Hemoglobina Corpuscular Média

CT: Comprimento total

DP: Desvio padrão

Hb: Concentração de Hemoglobina

HCM: Hemoglobina Corpuscular Média

Ht: Hematócrito

N: Número amostral

RBC: Contagem de Eritrócitos Circulantes

VCM: Volume Corpuscular Médio

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	4
AGRADECIMENTOS	5
LISTA DE FIGURAS	9
Capítulo 2	9
LISTA DE TABELAS	10
Capítulo 1	10
Capítulo 2	10
Recursos	10
LISTA DE SIGLAS	11
Capítulo 1	Erro! Indicador não definido.
Capítulo 2	Erro! Indicador não definido.
ORGANIZAÇÃO GERAL DO TRABALHO.....	14
INTRODUÇÃO GERAL.....	15
Os tucunarés <i>Cichla</i> spp.	15
Aspectos biológicos e importância comercial dos tucunarés	16
O sangue como ferramenta biológica	18
Referências Bibliográficas	21
OBJETIVOS.....	24
Objetivo Geral	24
Objetivos específicos.....	24
HIPÓTESES.....	25
RESUMO	26
ABSTRACT.....	27
CAPÍTULO 1	28
Resumo	29
Abstract	29
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1.Área de Estudo	31
2.2. Captura dos animais, retirada de amostras sanguíneas e biometria	32
2.3 Parâmetros hematológicos.....	32
2.3.1 Eritrograma.....	32

2.3.2. Leucograma e Trombograma	32
2.3.3. Metabólitos plasmáticos	33
2.3.4. Análise físico-química da água	33
2.3.5. Análises estatísticas.....	33
3. RESULTADOS	33
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CAPÍTULO 2	44
Abstract	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
Conclusão	51
Agradecimentos	52
Referências Bibliográficas	52
RECURSOS	53
7. Equipamentos	53
8. Material de consumo	53
9. Serviço de Terceiros	54
10. Total Geral	54

ORGANIZAÇÃO GERAL DO TRABALHO

O presente trabalho foi desenvolvido nas áreas de pesca da porção montante da usina hidrelétrica de Balbina que se situa a cerca de 200 km da capital Manaus. O objetivo da pesquisa foi caracterizar os parâmetros hematológicos e fisiológicos de três espécies de tucunarés, são elas *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri*, com o intuito de auxiliar nas ações de manejo, conservação e futuras criações em cativeiro dessas espécies que apresentam importância para a alimentação e na atividade de pesca esportiva na região Amazônica.

Foram desenvolvidas questões voltadas à diversidade das espécies do gênero *Cichla*, aspectos da Biologia geral e da importância comercial desse grupo, bem como o uso do sangue em pesquisas com peixes e os trabalhos existentes sobre o grupo investigado na presente pesquisa.

O Capítulo I desenvolve uma caracterização e comparação do perfil hematológico das três espécies de tucunarés do lago de Balbina, com o intuito de estabelecer os intervalos hematológicos de referências que demonstram os limites de saúde das espécies de peixes. Nesse capítulo foram apresentados dados do eritrograma, leucograma, trombograma, a bioquímica plasmática e as características físicas e químicas da água dos locais onde os animais foram capturados.

O Capítulo II descreve as interações ecofisiológicas das espécies descritas agrupando ou separando por parâmetro (eritrograma, leucograma e trombograma, bioquímica plasmática e propriedades da água) constituindo-se em uma forma diferenciada de averiguar similaridades ou diferenças em uma análise estatística mais robusta e sofisticada.

INTRODUÇÃO GERAL

Os tucunarés *Cichla* spp.

Os Ciclídeos possuem ampla distribuição no mundo, sendo o continente Africano o mais rico em número de espécies (com aproximadamente 900 espécies), seguido pela América do Sul (com aproximadamente 290 espécies), América do Norte e Central (com aproximadamente 95 espécies), Madagascar (com aproximadamente 17 espécies), Cuba (com 4 espécies), Oriente Médio (com 4 espécies), Índia e Sri Lanka (com 3 espécies) e Irã (com 1 espécie) (KULLANDER, 1998). Como demonstrado, os ciclídeos possuem grande diversidade e ampla distribuição ao redor do planeta. Nesses quase 20 anos da revisão realizada por Kullander (1998), foram descritas novas espécies e o perfil sobre a diversidade íctica dentre os ciclídeos aumentaram significativa.

Entre os integrantes de Ciclídeos que pertencem ao gênero *Cichla*, pelo menos 15 espécies são descritas na América do Sul, são elas: *Cichla ocellaris*, *Cichla rinocensis*, *Cichla monoculus*, *Cichla nigromaculata*, *Cichla kelberi*, *Cichla leiozona*, *Cichla temensis*, *Cichla intermedia*, *Cichla mirianae*, *Cichla melaniae*, *Cichla piquiti*, *Cichla thyrorus*, *Cichla jariina*, *Cichla pinina* e *Cichla vazzoleri* (KULLANDER E FERREIRA, 2006). Do total de 15 espécies que ocorrem na América do Sul, 14 são registradas no Brasil, sendo que apenas a espécie *C. intermedia* não é encontrada. A mesma possui distribuição restrita aos rios Casiquiare e Orinoco na Venezuela (KULLANDER E FERREIRA, 2006). No lago de Balbina em Presidente Figueiredo (Amazonas) são encontrados as espécies *C. monoculos*, *C. temensis* e *C. vazzoleri*.

O estudo de Willis et al., (2007) investigando o perfil genético de espécies de tucunarés, concluiu que *C. temensis* está inserida em um clado diferente de *C. monoculos*. Por outro lado *C. vazzoleri* não é investigada no presente trabalho, no qual pode ser uma espécie que surgiu a partir de mistura genética (hibridização introgressiva), indicando assim um bom modelo de investigação para o entendimento da biodiversidade de peixes neotropicais. Assim, o estudo de Willis et al., (2012) por meio de análise molecular concluiu que existe apenas 8 espécies de tucunarés ao invés das 15 descritas por Kullander e Ferreira (2006). De fato, *C. temensis* e *C. monoculos* são espécies reconhecidas tanto por Kullander e Ferreira (2006), quanto por Willis et al., (2012), por outro lado *C. vazzoleri* deve se tratar de

uma espécie proveniente de hibridização introgressiva que é mais acentuada em habitats alterados antropicamente como ocorre no reservatório da Usina Hidrelétrica de Balbina.

As espécies de peixes que pertencem ao gênero *Cichla* apresentam coloração variável, que pode ser influenciado de acordo com os parâmetros limnológicos da água onde se encontra o tamanho do animal. Assim, a coloração torna-se um requisito para distinguir os *Cichla's* de outras espécies de Ciclídeos (NELSON, 2006) ou mesmo entre espécies do gênero *Cichla*, além da disposição da linha lateral que também é um fator determinante para diferenciar as espécies. Por exemplo, a espécie *C. temensis* possui pintas pelo corpo e linha lateral contínua em ambos os lados do peixe, entretanto, a espécie *C. vazzoleri* também possui pintas brancas pelo corpo e linhas laterais descontínuas em pelo menos um lado dos indivíduos.

No Brasil os *Cichla's* são conhecidos como tucunaré, porém em outras localidades como na Venezuela esses são denominados de pavón, no Suriname conhecidos por toekoenali, na Guiana por lukanani (KULLANDER, 2003; KULLANDER E FERREIRA, 2006) e na linhagem mundial utilizado bastante na pesca esportiva esse é denominado de peacock bass.

Os peixes desse gênero apresentam tamanho bastante variável, de pequeno à grande porte e podem ser facilmente identificados por características externas como narina única de cada lado, linha lateral contínua ou descontínua (na maioria dos casos), espinhos nas nadadeiras dorsal, anal e pélvica (KULLANDER E NIJSSEN, 1989; KULLANDER, 2003), boca larga, mandíbula prostrátil, maxila exposta, nadadeira dorsal com um entalhe, sendo a primeira porção constituída por raios duros ou espinhos (SANTOS et al., 2006).

Aspectos biológicos e importância comercial dos tucunarés

Os tucunarés possuem hábitos diurnos, são sedentários, carnívoros, classificados como predadores de topo de cadeia alimentar (SANTOS et al., 2006), auxiliando assim no equilíbrio ecológico dos ambientes onde ocorrem. Esse controle biológico está centrado nas populações de peixes que são predados, como é o caso das piabas *Hemigrammus levis* e acaras *Geophagus* sp. que são a base da alimentação desses indivíduos. Seus predadores naturais são botos *Inia geoffrensis* e ariranhas *Pteronura brasiliensis* (SANTOS et al., 2006), sendo, portanto, fundamental na cadeia alimentar de seus locais de ocorrência.

Os *Cichla's* possuem preferência por ambientes lânticos, áreas litorâneas de lagos e bancos de areias no canal principal dos rios (SANTOS et al., 2006; GOULDING et al., 1980; WINEMILLER et al., 1997), ambientes características de reservatórios das usinas hidrelétricas. Em relação ao período reprodutivo, existe um dimorfismo sexual evidente, caracterizado pelo aparecimento de uma protuberância pós-occipital de conteúdo adiposo, denominada popularmente de “gibão”, que ocorre apenas nos machos (HORIE, 2013). O acasalamento do tucunaré é caracterizado por movimentos circulares do macho ao redor da fêmea, ondulando seu corpo em forma de “S”, abrindo a boca e estendendo suas nadadeiras ao máximo (HORIE, 2013).

Durante a reprodução os tucunarés formam casais, preparam ninhos e dispersam os ovos. Além disso, essas espécies possuem desova parcelada durante o ano (SANTOS et al., 2006), auxiliando de forma mais eficiente a reposição dos estoques naturais das espécies. Outra característica dos reprodutores é o revezamento para cuidar do ninho, apresentando características de guardadores e territorialistas. A eclosão das larvas ocorre em um período de 2 a 4 dias após a fecundação, sendo influenciado por variações dos parâmetros físicos da água (ZARET, 1980; TAPHORN E BARBARINO 1993).

Além da importância ecológica dos *Cichla*, existe também o interesse comercial como peixe comestível, haja vista, o fato de esses indivíduos possuírem carne saborosa, boa aceitação no mercado e preço competitivo quando comparada a outras espécies de importância econômica para o estado do Amazonas, tais como o piraruru *Arapaima gigas*, o tambaqui *Colossoma macropomum* e o matrinxã *Brycon amazonicus*.

Podemos citar alguns fatores que colocam os tucunarés em destaque, tais como padrões de coloração diferenciados e bastante chamativos, grande porte (com espécies podendo chegar até 15 quilos), intensa luta que travam durante as pescarias quando são capturadas, além do ótimo sabor de sua carne, sendo muito explorado na forma de filés.

Os tucunarés apresentam uma importante contribuição na renda dos ribeirinhos das regiões onde esses peixes são capturados, no geral os ribeirinhos são contratados como guias, pescadores e roteiros nos pontos de pesca, tendo em vista o conhecimento que os mesmos apresentam sobre a pesca e os melhores pontos de captura desses animais.

A pesca esportiva tem se concentrado principalmente no médio Rio Negro, nas proximidades do município de Barcelos e no Lago de Balbina que se situa no município de Presidente Figueiredo, ambos localizados no estado do Amazonas. Nessa atividade, os

tucunarés constituem-se como espécies alvos, pela “luta” que os peixes realizam com os pescadores. Nesse sentido, o gênero *Cichla* exerce grande representatividade como recurso pesqueiro na região Amazônica, tanto para o pescador profissional quanto para o pescador esportivo e de subsistência (HOEINGHAUS et al., 2003).

As espécies de tucunarés apresentam grande adaptabilidade em ambientes de reservatórios como comprovado no reservatório da Usina Hidrelétrica de Balbina (UHE). Nessa localidade, três espécies são relatadas, são elas: *C. monoculos*, *C. temensis* e *C. vazzoleri* (HORIE, 2013).

As principais diferenças entre as espécies são os padrões de colorações e a diferenciação das linhas laterais, o *C. monoculus* apresenta uma característica relevante que facilita sua identificação, que é a presença de uma mancha horizontal contínua ou mesmo interrompida, na altura da base da nadadeira peitoral (SANTOS et al., 2006). Apresenta linha lateral descontínua em ambos os lados, sendo a espécie com maior distribuição geográfica entre as estudadas (KULLANDER E FERREIRA, 2006).

O *C. temensis* é a espécie que se destaca por atingir o maior tamanho, podendo alcançar cerca de 80 cm e mais de 11 Kg (SANTOS et al., 2006). Possui distribuição restrita aos rios de água preta e seus tributários (KULLANDER E FERREIRA, 2006). Dentre as três espécies estudadas, *C. vazzoleri* é a espécie com menor distribuição geográfica, com presença registrada na região do estado do Pará (Oriximiná) na foz do Rio Cuminá, nos rios Uatumã e Trombetas, além da represa de Balbina (KULLANDER E FERREIRA, 2006). Possui coloração amarelo ouro, olhos vermelhos e barras negras verticais não contínuas, os indivíduos adultos podem atingir 70 cm de comprimento e pesar 7 kg (KULLANDER E FERREIRA, 2006).

O sangue como ferramenta biológica

O sangue de peixes é um tecido complexo que circula em quase todos os órgãos do corpo exceto em alguns ossos e na epiderme. Ele é constituído por células vermelhas, células brancas (leucócitos), trombócitos e pelo plasma. Esse tecido pode apresentar alterações de acordo com as condições dos indivíduos e do ambiente. Ele pode refletir assim a homeostase de cada organismo animal, e com isso pode ser utilizado rotineiramente para determinar situações de estresse, doenças e alterações de acordo com fatores exógenos (TAVARES-

DIAS E MORAES, 2004; TAVARES-DIAS E MORAES, 2006; TAVARES-DIAS E MORAES, 2007; PAVLIDIS et al., 2007), além das estratégias adaptativas associadas as condições ambientais na região Amazônica (OLIVEIRA et al., 2017).

O uso da hematologia para estabelecer parâmetros comparativos na fisiologia dos peixes está sendo cada vez mais utilizado e recomendado especialmente, por conta da obtenção de material biológico com facilidade, tendo em vista que após a formação de uma base de dados de referências não ocorre à necessidade de sacrifício dos animais investigados, pois apenas coletas sanguíneas são necessárias.

O estudo de Ishikawa et al., (2010) descreveu os procedimentos para manuseio e colheita sanguínea em peixes de forma a orientar técnicos, alunos e profissionais de interesse na área sobre a coleta de amostras sanguíneas em peixes e o processamentos laboratorial destas amostras. Assim, após o estabelecimento de intervalos de referência e amplitude de variação, é possível traçar os limites que determinam o estado de saúde dos peixes, porém existe uma grande variação dentro da espécie e entre espécies diferentes nesses parâmetros. Ocorre então a necessidade de padronização individualizada para as espécies, inicialmente voltada para as de interesse econômico. Requerendo padronização também na coleta, processamento e análise de amostras, conforme demonstrado no presente estudo.

O perfil hematológico de várias espécies de peixes de importância econômica foi descrita por Tavares-Dias e Moraes (2004), incluindo representantes da família Cichlidae, tanto de ambiente natural como de cativeiro. Espécies como *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis mossambicus*, *Tilapia zilli* e *Tilapia rendali*. De fato, dentro dessa família, o maior conjunto de informações hematológicas existentes se refere à tilápia. O estudo de Tavares-Dias e Moraes (2003) caracterizou a hematologia de indivíduos de *Tilapia rendalli* capturadas em pesque pague no estado de São Paulo, dos quais foram descritas as concentrações de hemoglobina ($7,3 \pm 4,0$ g/dL), o hematócrito ($29,2 \pm 6,9$ %) e o CHCM ($23,9 \pm 8,0$ g/dL). Entre as variáveis pertencentes ao eritrograma, foi possível observar ampla variação conforme comentado pelos autores. A presença de trombócitos ($42,8 \pm 8,8$ %), linfócitos ($47,8 \pm 9,8$ %), neutrófilos ($5,8 \pm 4,0$ %), monócitos ($2,7 \pm 1,6$ %) e eosinófilos ($0,8 \pm 2,0$ %) também foram descritas no sangue de *T. rendalli*, além do mais foi demonstrado relação existente entre o percentual de trombócitos e linfócitos ($r= 0,901$) (TAVARES-DIAS E MORAES, 2003).

Em relação às investigações hematológicas com espécies de peixes pertencentes à família Cichlidae, alguns trabalhos foram desenvolvidos. O estudo de Maciel et al., (2016) determinou as características hematológicas do *Astronotus ocellatus*, entretanto, nesse estudo

o enfoque principal se deu na identificação dos tipos celulares sanguíneos do qual foram identificados eritrócitos, trombócitos, leucócitos granulares, neutrófilos, eosinófilos, linfócitos e monócitos.

De fato, o perfil das pesquisas desenvolvidas sobre os parâmetros hematológicos de peixes da família Cichlidae estão concentrados na determinação do eritrograma, na identificação dos tipos celulares sanguíneos e da quantificação desses tipos celulares, por outro lado, a análise dos metabólitos plasmáticos tem sido deixada de lado para essa família de peixes.

Para espécies do gênero *Cichla* são raros os estudos descritos. Pesquisa conduzida por Ranzani-Paiva et al., (2000) avaliou os parâmetros comerciais de 23 espécies de peixes do rio Paraná, Brasil, incluindo o tucunaré *C. monoculos*. De maneira geral, os valores da série vermelha do sangue de *C. monoculos* foram os mais elevados quando comparados às demais espécies. Ht: $58,0 \pm 1,0$ %; Hb: $8,2 \pm 0,5$ g/dL; RBC: $293,8 \pm 7,8$ $10^4/\text{mm}^3$; VCM: $197,5 \pm 1,8$ μm^3 ; HCM: $27,9 \pm 1,0$ pg; CHCM: $14,1 \pm 0,6$ %). Em *C. monoculos* foram identificados linfócitos ($59,2 \pm 27,5$ %), neutrófilos ($32,1 \pm 25,4$ %), monócitos ($5,9 \pm 1,1$ %) e um tipo celular denominado de imaturos ($3,0 \pm 1,1$ %). Estes valores demonstraram que os linfócitos são os tipos celulares predominantes nessa espécie de tucunaré. Vale ressaltar que nesse estudo foram utilizados apenas dois animais como amostras (RANZANI-PAIVA et al., 2000).

Estudo de Tavares et al., (2011) descreveu a hematologia do tucunaré *C. temensis* oriundos de piscicultura em Manaus e demonstrou valores inferiores ao *C. monoculos* oriundo do rio Paraná (RANZANI-PAIVA et al., 2000). Na pesquisa conduzida por Tavares-Dias et al., (2011) os valores da série vermelha foram: (Ht: $23,9 \pm 2,1$ %; Hb: $6,3 \pm 0,6$ g/dL; RBC: $1.420 \pm 0,121$ $\times 10^6/\mu\text{L}$; VCM: $168,3 \pm 4,6$ fL; CHCM: $26,4 \pm 1,2$ g/dL), para *C. temensis*. Apesar de não serem bem empregados às relações existentes entre variáveis hematológicas, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos neste sentido. Foi observada assim a relação entre o RBC e a Hb ($r= 0,938$; $p<0,001$), bem como entre o Ht e a Hb ($r= 0,860$; $p<0,001$) (TAVARES-DIAS et al., 2011) indicando que a partir de uma variável é possível encontrar outra variável. A aplicabilidade desses métodos pode ser bem utilizada principalmente em coleta de campo como a desenvolvida no presente estudo. Em relação ao leucograma e trombograma de *C. temensis* foi demonstrado a morfologia celular de eritrócitos, eritroblastos, neutrófilos, monócitos, linfócitos e trombócitos (TAVARES-DIAS et al., 2011). Os valores de trombócitos ($28,619 \pm 13.148$ μL), leucócitos (13.163 ± 6.857 μL), linfócitos (9.308 ± 5.864 μL), monócitos (1.433 ± 842 μL) e neutrófilos (2.314 ± 1.766 μL), demonstraram a

predominância dos linfócitos em *C. temensis* (TAVARES-DIAS et al., 2011) fato também ocorrido com *C. monoculos* (RANZANI-PAIVA et al., 2000).

Tendo em vista a importância das espécies do gênero *Cichla*, a realizações de pesquisas que visem gerar informações sobre os parâmetros hematológicos buscam gerar subsídios técnicos e científicos que contribuam para estratégias de manejo, conservação e monitoramento fisiológico para futuras criações em cativeiro das espécies são fundamentais.

Referências Bibliográficas

- GOULDING, M. The fishes and the Forest. Explorations in Amazonian Natural History. University of California Press. 280 p, 1980.
- HOEINGHAUS, D.J.; LAYMAN, C.A.; ARRINGTON, D.A. E.; WINEMILLER, K.O. 2003. Movement of *Cichla* species (Cichlidae) in a Venezuelan floodplain river. Neotropical Ichthyology, 1(2): 121-126.
- HORIE, C.A.C. Biologia reprodutiva e estrutura da população do tucunaré *Cichla vazzoleri* (Perciformes: Cichlidae) no reservatório da hidrelétrica de Balbina, Amazonas, Brasil. 76 f. Dissertação de Mestrado – INPA, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Manaus, 2013.
- ISHIKAWA, M.M., PÁDUA, S.B., SATAKE, F. PIETRO, P.S., HISANO, H. Procedimentos básicos para a colheita de sangue em peixes. Circular Técnica (Embrapa Agropecuária Oeste), v. 17, p. 1-8, 2010.
- KULLANDER, S.O. Family Cichlidae (Cichlids). Pp. 605-656 in R. E. REIS, S. O. KULLANDER & C. J. FERRARIS (eds.), Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs, Porto Alegre, xi + 729 pp, 2003.
- KULLANDER, S.O. & NIJSSEN, H. (1989): The cichlids of Surinam. E.J. Brill, Leiden, XXXIII+256 pp.
- KULLANDER, S.O. 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). Pp. 461-498 in L. R. MALABARBA, R. E. REIS, R. P. VARI, Z. M. S. LUCENA & C. A. S. LUCENA (eds.), Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipucrs, Porto Alegre.

- KULLANDER, S.O.; FERREIRA, E. J. G. 2006. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17: 289-398.
- MACIEL, Patricia Oliveira; da Silva, Luiz César Cavalcanti Pereira ; RODRIGUES, Ana Paula de Castro ; Lima, FR. S. ; BARROS, Renato Clapp Do Rego ; ALMOSNY, N. R. P. ; Bidone, Edison Dausacker ; Castilhos, Zuleica Carmen . Características hematológicas de espécimes mantidos em laboratório, da espécie de peixe amazônico *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831) (Perciformes, Cichlidae), Introduzida em outras bacias hidrográficas brasileiras. *Novo Enfoque*, v. 21, p. 1-7, 2016.
- NELSON, J. S. *Fishes of the World*. 4. ed. John Wiley & Sons, 2006.
- OLIVEIRA, A.T.; ARAUJO, M. L. G. ; PANTOJA-LIM, J. ; ARIDE, P. H. R. . Ecophysiological interactions and water-related physicochemical parameters among freshwater stingrays. *Brazilian Journal of Biology (Online)*, 2016 (in press).
- PAVLIDIS, M.; FUTTER, W.C.; KATHARIO, P.; DIVANACH, P. Blood cells of six Mediterranean mariculture fish species. *J App Ichth.* 23, 70-73, 2007.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; SOUZA, A. T. S. ; PAVANELLI, G. C. ; TAKEMOTO, R. M. ; EIRAS, A. C. . Hematological evaluation in commercial fish species in the floodplain of the upper Paraná River, Brazil. *Acta Scientiarum (UEM)*, Maringá - PR, v. 22, n.2, p. 507-513, 2000.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, JA.S. 2006. *Peixes comerciais de Manaus*. Manaus: Ibama/ProVárzea. 144p.
- TAPHORN, D. C. & BARBARINO, A. (1993). Evaluación de la situación actual de los pavones, *Cichla* spp., en el Parque Nacional Capanaparo-Cinaruco, Estado Apure, Venezuela. *Natura* 96, 10–25.
- TAVARES-DIAS, M. A morphological and cytochemical study of erythrocytes, thrombocytes and leukocytes in four freshwater teleosts. *J. Fish Biol.* 68, 1822–1833, 2006
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de peixes teleósteos*. Villimpress: Ribeirão Preto, SP. 144p, 2004.

- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; ONAKA, E.M.; REZENDE, P.C.B. Changes in blood parameters of hybrid tambacu fish parasitized by *Dolopscarvalhoi* (Crustacea, Branchiura), a fish louse. *Veterinarski Arhiv* 77, 355-363, 2007.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características Hematológicas de *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) Cultivada em . *Bioscience Journal* (UFU. Impresso), Uberlândia, v. 19, n.1, p. 107-114, 2003.
- TAVARES-DIAS, MARCOS; MONTEIRO, A.M.C. ; AFFONSO, E.G. ; AMARAL, K.D.S. . Weight-length relationship, condition factor and blood parameters of farmed *Cichla temensis* Humboldt, 1821 (Cichlidae) in central Amazon. *Neotropical Ichthyology* (Impresso), v. 9, p. 113-119, 2011.
- WILLIS, S. C., J. MACRANDER, I. P. FARIAS, AND G. ORTI. 2012. Simultaneous delimitation of species and quantification of interspecific hybridization in Amazonian peacock cichlids (genus *Cichla*) using multi-locus data. *BMC Evol. Biol.* 12.
- WILLIS, S.C., M. S. NUNES, C. G. MONTANA, I. P. FARIAS, and N. R. Lovejoy. 2007. Systematics, biogeography, and evolution of the neotropical peacock basses *Cichla* (Perciformes : Cichlidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 44:291– 307.
- WINEMILLER, K. O.; TAPHORN, D. C.; BARBARINO- DUQUE, A. Ecology of *Cichla* (Cichlidae) in two blackwater rivers of Southern Venezuela. *Copeia*, v. 4, p. 690-696, 1997.
- ZARET, T. M. 1980, Life history and growth relationship of *Cichla ocellaris*, a predatory south american cichlid. *Biotropica*, 12(2): 144-157.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Caracterizar e comparar as características fisiológicas de *Cichla monoculos*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri* provenientes do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Objetivos específicos

- Caracterizar e comparar o eritrograma das três espécies de tucunaré;
- Caracterizar e comparar o leucograma e trombograma das três espécies de tucunaré;
- Caracterizar e comparar os metabólitos plasmáticos das três espécies de tucunaré;
- Verificar as interações existentes entre o eritrograma, leucograma, trombograma, metabólitos plasmáticos e propriedades da água da área de coleta das três espécies de tucunaré.

HIPÓTESES

Capítulo 1

H1: O eritrograma é diferente entre as três espécies de tucunarés (*Cichla manoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri*) do lago de Balbina;

H1: A série branca do sangue (trombograma e leucograma) é diferente entre as espécies de tucunarés (*Cichla manoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri*) do lago de Balbina;

H1: Os metabólitos plasmáticos são diferentes entre as espécies de *Cichlas* (*Cichla manoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri*) do lago de Balbina;

H1: Os parâmetros físicos da água dos locais de captura do *Cichla manoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri* do lago de Balbina são diferentes.

Capítulo 2

H1: As interações do eritrograma são existentes entre as três espécies de tucunarés do lago de Balbina;

H1: As interações da série branca (trombograma e leucograma) são existentes entre as três espécies de tucunarés do lago de Balbina;

H1: As interações referentes aos metabólitos plasmáticos são existentes entre as três espécies de tucunarés do lago de Balbina;

H1: As interações entre as propriedades físicas da água são diferentes entre as espécies de tucunarés do lago de Balbina.

RESUMO

Os *Cichlas* spp. Constitui-se em um grupo de peixes que apresentam grande importância na região Amazônica, pois, se destaca como peixes comestíveis, na pesca esportiva e também possui potencial para a utilização como peixe ornamental. O presente trabalho tem por objetivo estabelecer as características hematológicas e as relações ecofisiológicas de três espécies de tucunarés *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri* do lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas. Os animais foram capturados com auxílio de vara e carretilha, linha de mão com isca natural e artificial. O sangue foi retirado por punção caudal e os dados hematológicos foram determinados de acordo com metodologia previamente descrita na literatura. No eritrograma foram observadas diferenças somente na concentração de hemoglobina e na concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) onde a espécie *C. monoculus* apresentou diferença em relação a outras duas espécies investigadas. O trombograma demonstrou similaridade entre as três espécies investigadas, a contagem total de leucócitos demonstrou que em *C. temensis* os valores são superiores as demais espécies, foi demonstrado que os linfócitos foram as células predominantes em *C. temensis* e *C. vazzoleri*. Nos metabólitos plasmáticos, foi possível observar diferenças entre as três espécies de tucunarés nos níveis de proteínas, na glicose, nos triglicérides, na uréia, nos cloretos e no potássio. Nas propriedades físicas da água foi demonstrada que o pH foi inferior nos locais onde foram capturados os *C. temensis*. Em relação as interações ecofisiológicas a Análise de Componentes Principais (ACP) do eritrograma demonstrou uma interação de 86,26 % (eixo x= 52,70 %; y= 33,56 %). Observa-se que *C. temensis* e *C. vazzoleri* são espécies mais próximas do que *C. monoculus*. A ACP do trombograma e leucograma demonstra ausência de interação 50,73 % (eixo x= 29,31 %; y= 21,42 %). A ACP dos metabólitos plasmáticos demonstrou ausência de interação na qual apresentou apenas 51,55 % (eixo x= 29,01 %; y= 22,54 %), entretanto, houve uma tendência no eixo x, na qual *C. monoculus* parece ser uma espécie com padrões ecofisiológicos diferentes de *C. temensis* e *C. vazzoleri*. Na análise do ACP das propriedades físicas da água foi observada interação de 96,59 % (eixo x= 63,29 %; y= 33,30 %), na qual se observa que no eixo X *C. monoculus* e *C. vazzoleri* habita localidades exclusiva para cada uma das espécies. Conclui-se que as três espécies de tucunarés existentes no lago de Balbina apresentam diferenciação hematológica e no pH da água, indicando que as mesmas possuem respostas diferenciadas na captação por oxigênio, na resposta imunológica de suas células do sangue e na fisiologia da bioquímica plasmática. Para as interações ecofisiológicas evidencia-se a interação entre os aspectos biológicos, ecológicos, hematológicos e das propriedades das águas dos locais de ocorrência de três espécies de tucunarés da região Amazônica. É possível concluir que o tucunaré *C. monoculus* apresenta padrões diferenciados de *C. temensis* e *C. vazzoleri*, indicando que essa espécie apresenta aspectos ecofisiológicos diferenciados, na qual deve ser manejada e conservada de forma diferenciada das outras espécies de tucunarés da região Amazônica.

Palavras chave: sangue, tucunarés, fisiologia, ecofisiologia, Amazônia.

ABSTRACT

Cichlas spp. constitute a group of fish that present great importance in the Amazon region, since they stand out as edible fish, in sport fishing and also have potential to be used as ornamental fish. The present work aims to establish the hematological characteristics and the ecophysiological relationships of three species peacock bass *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* and *Cichla vazzoleri* from Lake Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas. The animals were captured with the help of rod and reel, hand line with natural and artificial bait. Blood was drawn by caudal puncture and hematological data were determined according to methodology previously described in the literature. In the erythrogram, only the hemoglobin concentration and the Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) were observed, where *C. monoculus* presented a difference in relation to the other two species investigated. The thrombogram showed similarity among the three species investigated, the total count of leukocytes showed that in *C. temensis* the values are larger to the other species, it was demonstrated that lymphocytes were predominant in *C. temensis* and *C. vazzoleri*. In plasma metabolites, it was possible to observe differences among the three species of peacock bass in the levels of proteins, glucose, triglycerides, urea, chlorides and potassium. In the physical properties of the water it was demonstrated that pH was lower in the places where the *C. temensis* were captured. Regarding the ecophysiological interactions, the Principal Component Analysis (PCA) of the erythrogram showed an interaction of 86.26% (x axis = 52.70%, y = 33.56%). It is observed that *C. temensis* and *C. vazzoleri* are species closer than *C. monoculus*. The PCA of the thrombogram and leukogram showed no interaction 50.73% (x axis = 29.31%, y = 21.42%). The PCA of the plasma metabolites showed no interaction in which it presented only 51.55% (axis x = 29.01%, y = 22.54%), however, there was a tendency in the x axis, in which *C. monoculus* appears to be a species with different ecophysiological patterns of *C. temensis* and *C. vazzoleri*. In the analysis of the physical properties of the water, interactions of 96.59% (axis x = 63.29%, y = 33.30%) were observed, in which X *C. monoculus* and *C. vazzoleri* inhabit exclusive locations for each species. It is concluded that the three species of peacock bass present in the lake of Balbina present hematological differentiation and in the pH of the water, indicating that they have differentiated responses in oxygen uptake, in the immune response of their blood cells and in the physiology of the plasma metabolites. The interaction between the biological, ecological, hematological and water properties of the occurrence sites of three species of peacock bass from the Amazon region is evidenced for the ecophysiological interactions. It is possible to conclude that the *C. monoculus* presents differentiated patterns of *C. temensis* and *C. vazzoleri*, indicating that this species presents differentiated ecophysiological aspects, in which it must be managed and conserved in a differentiated way of the other species of peacock bass of the Amazon region.

Keywords: Blood, tucunarés, physiology, ecophysiology, Amazon.

CAPÍTULO 1

Parâmetros hematológicos de três espécies de tucunarés (*Cichla* spp.) do lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas

Philip Dalbert da Silva Castro¹, Daniel da Silva Ladislau¹, Maiko Willas Soares Ribeiro², Lucivânia do Vale Amaral³, Paulo Henrique Rocha Aride⁴, Adriano Teixeira de Oliveira⁵

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueira nos Trópicos (CIPET), Universidade Federal do Amazonas (UFAM). E-mail: philip_engpesca@outlook.com, daniel-ladislau@hotmail.com,

²Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Nilton Lins Instituto (UNL). E-mail: maikowillas@hotmail.com

³Graduando em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro (CMC). E-mail: lvaleamaral@gmail.com

⁴Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus Piúmas. E-mail: paulo.aride@ifes.edu.br

⁵Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro (CMC). E-mail: adriano.oliveira@ifam.edu.br

Resumo

Tendo em vista a importância econômica e ecológica dos *Cichlas*, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar e comparar as variáveis hematológicas (eritrograma, trombograma, leucograma e metabólitos plasmáticos) e as propriedades físicas da água de três espécies de tucunarés *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri*. Um total de 67 animais foram capturados no lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas, com auxílio de vara e carretilha, linha de mão com isca natural e artificial, sendo 30 *C. monoculus*, 22 *C. temensis* e 15 *C. vazzoleri*. O sangue foi retirado por punção caudal e os dados hematológicos foram determinados de acordo com metodologia previamente descrita na literatura. No eritrograma foram observadas diferenças somente na concentração de hemoglobina e na concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) onde a espécie *C. monoculus* apresentou diferença em relação a outras duas espécies investigadas. O trombograma demonstrou similaridade entre as três espécies investigadas, a contagem total de leucócitos demonstrou que em *C. temensis* os valores são superiores as demais espécies, foi demonstrado que os linfócitos foram às células predominantes em *C. temensis* e *C. vazzoleri*, fato que não se repetiu em *C. monoculus* que apresentou como leucócito predominante os monócitos. Nos metabólitos plasmáticos, foi possível observar diferenças entre as três espécies de tucunarés nos níveis de proteínas, na glicose, nos triglicerídeos, na uréia, nos cloretos e no potássio. Nas propriedades físicas da água foi demonstrada que o pH foi inferior nos locais onde foram capturados os *C. temensis*, nos valores de temperatura e oxigênio dissolvido houve similaridade nos locais de captura nas três espécies de tucunarés investigadas. Conclui-se que as três espécies de tucunarés existentes no lago de Balbina apresentam diferenciação hematológica e no pH da água, indicando que as mesmas possuem respostas diferenciadas na captação por oxigênio, na resposta imunológica de suas células do sangue e na fisiologia dos metabólitos plasmáticos.

Palavras-chave: sangue, tucunarés, Amazônia, bem estar, comparativa.

Abstract

In view of the economic and ecological importance of the *Cichlas*, the present study aims to characterize and compare hematological variables (erythrogram, thrombogram, white blood cells and plasma metabolites) and the physical properties of water of three species of peacock bass *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* and *Cichla vazzoleri*. A total of 67 animals were caught in Lake Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas, with the help of a rod and reel, line with natural bait and artificial, being 30 *C. monoculus*, 22 *C. temensis* and 15 *C. vazzoleri*. The blood was taken by flow rate and hematological data were determined in accordance with the methodology previously described in the literature. In erythrogram were only differences in the concentration of hemoglobin and Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) where the species *C. monoculus* presented difference compared to the other two species investigated. The thrombogram demonstrated similarity between the three species investigated, the total leukocyte count showed that in *C. temensis* values are larger to other species, it has been shown that lymphocytes were the predominant cells in *C. temensis* and *C. vazzoleri*, a fact that was not repeated in *C. monoculus* presented as leukocytes prevalent monocytes. In plasma metabolites, it was possible to observe differences between the three species of peacock bass in the levels of protein, in glucose, triglycerides, urea, potassium and chlorides. The physical properties of the water has been demonstrated that the pH was lower than in the places where they were captured the *C. temensis*, on the values of temperature and dissolved oxygen there was similarity in capture locations in three species of peacock bass investigated. It is concluded that the three existing species of peacock bass on Lake Balbina

feature differentiation and hematological in pH of water, indicating that the same have differentiated responses in oxygen uptake, in the immune response of blood cells and plasma metabolites physiology.

Keywords: Blood, peacock bass, Amazon, welfare, comparative.

1. INTRODUÇÃO

As espécies de tucunarés pertencem à ordem dos Perciformes e a família Cichlidae, sendo uma das famílias que se destacam dentro dos peixes ósseos, não apenas pelo número de espécies que é estimada em 1300, mas também pela sua ampla distribuição geográfica (KULLANDER, 1998). Compreendem indivíduos que apresentam variação no tamanho de pequeno à grande porte, bem como amplas diferenças nos padrões de coloração. (KULLANDER, 1998).

Em meio às espécies representantes da família dos Ciclídeos destacam-se os indivíduos do gênero *Cichla*, pois, apresentam grande importância ecológica, sendo considerados como peixes predadores de topo de cadeia alimentar. Estes indivíduos se alimentam basicamente de peixes como os acarás (*Geophagus* sp.) e as piabas (*Hemigramus levis*) (KULLANDER E FERREIRA, 2006; SANTOS et al., 2006) exercendo assim o equilíbrio ecológico nas suas localidades de origem. Além da importância ecológica as espécies do gênero *Cichla* são bastante utilizadas como peixes comestíveis, bem como na pesca esportiva na região Amazônica. Apresenta também potencial para a utilização como peixe ornamental, embora essa última não seja autorizada pelos órgãos de fiscalizações brasileiros.

Devido aos fatores acima listados, estudos técnicos e científicos que contribuam para estratégias de manejo, conservação e monitoramento fisiológico para futuras criações em cativeiro das espécies de tucunaré são fundamentais, pois visa auxiliar na exploração ordenada das espécies e gerar informações que auxiliam para a construção de um pacote tecnológico de conhecimento biológico sobre as espécies, oferecendo suporte para a produção em cativeiro.

Dentre as informações biológicas fundamentais, destaca-se o uso dos parâmetros sanguíneos (hematologia), que rotineiramente tem sido utilizado para monitorar o estado de saúde dos peixes, determinando situações de estresse e, auxiliando na análise do estado geral de saúde de populações de peixes (TAVARES-DIAS E MORAES, 2004; TAVARES-DIAS E MORAES, 2006; TAVARES-DIAS E MORAES, 2007; PAVLIDIS et al., 2007).

Entre as informações analisadas na hematologia o eritrograma constitui-se na análise vermelha do sangue. Pode ser usado para diagnosticar anemia, bem como para caracterizar as distintas estratégias em populações de peixes sobre a demanda metabólica por oxigênio (WILHELM FILHO et al., 1992), além de ser o principal indicador sobre as distintas estratégias fisiológicas adaptativas relacionadas às variações ambientais (VAL et al., 1992; ALMEIDA-VAL et al., 1999). A quantificação de células leucocitárias que é denominada de seria branca do sangue é indicadora de defesa imunológica (TAVARES-DIAS E MORAES, 2007; PAVLIDIS et al., 2007) e a análise dos metabólitos plasmáticos constitui-se uma associação com a alimentação e também da regulação corpórea de íons, bem como na integração entre organismo e ambiente.

Um aspecto característico dos peixes é a ampla variação hematológica interespecífica (PARMA-CROUX, 1994; TAVARES-DIAS et al., 2004; KORI-SIAKPERE et al., 2005; TAVARES-DIAS E MORAES, 2007). De modo geral, estas variações são atribuídas a fatores como variação genética, estado nutricional, sexo, idade, estresse de captura, procedimentos de manipulação e amostragem sanguínea (TAVARES-DIAS E MORAES, 2004; KORI-SIAKPERE et al., 2005). Embora a hematologia de peixes seja uma ferramenta valiosa, o progresso no estabelecimento de parâmetros hematológicos é lento e a literatura é fragmentada e frequentemente incompleta (KORI-SIAKPERE et al., 2005), incluindo nestas lacunas, dados relacionados aos tucunarés. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar e comparar a hematologia de três espécies de tucunarés *Cichla monóculos*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri* oriundos do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A Usina Hidrelétrica (UHE) de Balbina está localizada no rio Uatumã, Distrito de Balbina, município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas, a 155 km ao norte da capital do Amazonas (Manaus). O represamento foi iniciado no ano de 1987, na qual possui aproximadamente uma área de 2.360 km², as alterações ocasionadas pela construção da barragem ocasionaram a transformação de um ambiente lótico para ambiente lêntico, que se constitui no que é denominado de lago de Balbina. Quando se trata das espécies de tucunaré presentes no lago, houve grande adaptabilidade e proliferação destes indivíduos a esse ambiente modificado, por conta das características biológicas que esses indivíduos de

Ciclídeos apresentam. Esses animais constituem a ictiofauna da região Amazônica e exercem grande importância ecológica e econômica para o estado do Amazonas.

2.2. Captura dos animais, retirada de amostras sanguíneas e biometria

As capturas foram realizadas com o auxílio de pescadores profissionais, com uso de vara e carretilha, isca natural e artificial. Foi realizado um total de quatro coletas de campo. Durante esse período foram capturados 67 espécimes de tucunarés, sendo 30 *Cichla monoculus*, 22 *Cichla temensis* e 15 *Cichla vazzoleri*. A retirada de amostras sanguíneas foi realizada por meio de punção caudal na aorta dorsal com seringas descartáveis contendo anticoagulante heparina (5000 UI) após imobilização prévia dos animais. Imediatamente após a coleta sanguínea foi realizada a biometria na qual foi determinando o comprimento total (CT, cm) com o uso de fita métrica e o peso corpóreo (g) com o uso de balanças portáteis. Após os procedimentos de manuseio os animais foram devolvidos ao ambiente.

2.3 Parâmetros hematológicos

2.3.1 Eritrograma

O hematócrito (Ht, %) foi determinado pelo método do microhematócrito, utilizando-se amostras de sangue contidas em tubos capilares contendo heparina. A contagem de eritrócitos (RBC, milhões/mm³) foi determinada por meio de leitura óptica em câmara de Neubauer, em amostras de sangue fixadas em formol-citrato. A concentração de hemoglobina sanguínea (Hb, g/dL) foi determinada pelo método da cianometahemoglobina e os índices hematológicos: volume corpuscular médio (VCM, fL), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM, g/dL) foram calculados de acordo com metodologia de Wintrobe (1934).

2.3.2. Leucograma e Trombograma

A caracterização e identificação morfológica das células sanguíneas seguiram o catálogo de células descrito por Tavares-Dias e Moraes (2004) após confecção de extensões e coloração com May Grünwald-Giemsa-Wright (MGGW) (TAVARES-DIAS e MORAES, 2003). A contagem diferencial de leucócitos foi realizada em extensões sanguíneas, onde

foram contadas até 100 células, estabelecendo-se o percentual de cada componente celular. Essas extensões sanguíneas também foram usadas para estimar o número de leucócitos e trombócitos totais (TAVARES-DIAS et al., 2004).

2.3.3. Metabólitos plasmáticos

Após a separação do sangue por centrifugação, as amostras de plasma foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido até o momento das análises laboratoriais. Os níveis de glicose (g/dL), proteínas totais (g/dL), triglicerídeos (mM/L), colesterol (mM/L) e ureia (mM/L) foram determinados com o uso de kits enzimáticos Labtest® específico para cada constituinte que foi dosado com o auxílio de espectrofotômetro. Também foi determinado os íons plasmáticos sódio (mEq/L), potássio (mEq/L) e cloretos (mM/L), com o uso de kits enzimáticos labtest®específicos para cada constituinte, que foi dosado com o auxílio de espectrofotômetro.

2.3.4. Análise físico-química da água

Amostras de água para a avaliação das propriedades físicas, como temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (mg/L), foram determinados no local de captura de cada animal, utilizando-se aparelho digital multi-paramétrico WTW-310i (WTW, Alemanha).

2.3.5. Análises estatísticas

A comparação dos valores do eritograma, leucograma, trombograma, metabólitos plasmáticos e parâmetros físicos e químicos da água. Após o teste de normalidade, os dados foram testados com o emprego da Análise de Variância (ANOVA) *one way*, seguidos de teste t de Student ($P < 0,05$). Os dados foram apresentados sob a forma de média, desvio padrão (DP), mínimo e máximo.

3. RESULTADOS

Os valores médios e o desvio padrão das medidas biométricas do *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri* estão descritos na tabela 1. Foi observada diferença

estatística no comprimento total de *C. temensis* quando comparado ao *C. vazzoleri* e apresentam similaridade entre *C. temensis* e *C. monoculus*. Porém quanto ao peso não foi observada diferença estatística entre as espécies.

Tabela 1. Biometria (média \pm DP; mínimo - máximo) de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Variáveis	<i>C. monoculus</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. vazzoleri</i>
Comprimento total (cm)	26,44 \pm 2,68 ^{ab}	29,16 \pm 6,63 ^a	25,16 \pm 3,01 ^b
	(21,00 – 30,00)	(18,00 – 48,00)	(21,00 – 29,00)
Peso (g)	425,72 \pm 93,03 ^a	457,95 \pm 273,26 ^a	313,50 \pm
	(260,00 – 620,00)	(148,00 – 1054,00)	75,75 ^a (220,00 – 430,00)

Os parâmetros da série vermelha das três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do lago de Balbina, Amazonas, estão apresentados na Tabela 2. Foram observadas diferenças estatísticas na Hb e na CHCM na qual *C. monoculus* apresentaram valores superiores do que as demais espécies de tucunarés.

Tabela 2. Eritrograma (média \pm DP; mínimo – máximo) de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Variáveis	<i>C. monoculus</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. vazzoleri</i>
Hematócrito (Ht, %)	40,3 \pm 0,92 ^a	41,21 \pm 1,93 ^a	40,43 \pm 1,10 ^a
	(39,00 - 42,00)	(37,00 – 45,00)	(39,00 – 42,00)
Concentração de hemoglobina (Hb, g/dL)	5,92 \pm 0,17 ^a	5,61 \pm 0,34 ^b	5,66 \pm 0,33 ^b
	(5,50 – 6,20)	(4,90 – 6,10)	(5,10 – 6,12)
RBC ($\times 10^6$ /uL)	1,72 \pm 0,11 ^a	1,74 \pm 0,25 ^a	1,66 \pm 0,14 ^a
	(1,54 – 2,00)	(1,40 – 2,30)	(1,40 – 1,90)
VCM (fL)	227,93 \pm 24,97 ^a	241,28 \pm 36,94 ^a	238,4 \pm 31,00 ^a
	(177,30 – 262,80)	(169,60 – 314,30)	(178,90 – 280,00)

HCM (pg)	33,00 ± 3,85 ^a (24,40 – 39,60)	32,85 ± 5,10 ^a (21,30 – 40,00)	34,44 ± 2,96 ^a (28,90 – 40,00)
CHCM (g/dL)	14,71 ± 0,50 ^a (14,00 – 15,90)	13,64 ± 1,00 ^b (11,80 – 15,30)	14,20 ± 1,10 ^{ab} (12,40 – 16,20)

Nas amostras de sangue das três espécies de tucunarés foram observados a presença de eritrócitos, trombócitos, linfócitos, heterófilos e basófilos. O trombograma demonstrou similaridade entre as três espécies investigadas (Tabela 3). A contagem total de leucócitos demonstrou que em *C. temensis* os valores são superiores as demais espécies, foi demonstrado que os linfócitos foram às células predominantes em *C. temensis* e *C. vazzoleri*, fato que não se repetiu em *C. monoculos* que apresentou como leucócito predominante os monócitos (Tabela 3).

Tabela 3. Trombograma e leucograma (média ± DP; mínimo – máximo) de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Variáveis	<i>C. monoculos</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. vazzoleri</i>
Trombócitos (uL)	1.442,70 ± 74,83 ^a (12.97,00 – 1.567,00)	1.520,04 ± 86,06 ^a (1.364,00 – 1.672,00)	1.116,00 ± 592,44 ^b (120,00 – 1.700,00)
Leucócitos (uL)	4.387,16 ± 1.046,56 ^a (2.345,00 – 6.579,00)	5.211,50 ± 389,37 ^b (4.444,00 – 5.874,00)	4.794,20 ± 918,40 ^{ab} (2.647,00 – 5.938,00)
Linfócitos (uL)	1.114,29 ± 217,18 ^a (789,00 – 1.500,00)	2.231,71 ± 792,42 ^b (789,00 – 3.829,00)	1.832,21 ± 943,21 ^b (789,00 – 3.829,00)
Monócitos (uL)	1.660,10 ± 1.025,68 ^a (390,00 – 4.058,00)	1.486,71 ± 604,81 ^a (390,00 – 2.748,00)	1.664,70 ± 654,50 ^a (564,00 – 2.748,00)
Heterófilos (uL)	824,80 ± 101,63 ^a (609,00 – 1.009,00)	906,94 ± 224,82 ^a (476,00 – 1.211,00)	944,90 ± 136,56 ^a (768,00 – 1.204,00)
Basófilos (uL)	106,826 ± 25,87 ^a (60,00 – 141,00)	66,50 ± 6,48 ^b (56,00 – 78,00)	105,91 ± 28,73 ^a (64,00 – 135,00)

Na Tabela 4 estão demonstrados os resultados dos metabólitos plasmáticos. Podemos observar diferenças entre as três espécies de tucunarés em quase todos os parâmetros analisados, a exceção dos níveis de colesterol e sódio que foram similares.

Tabela 4. Metabólitos plasmáticos (média \pm DP; mínimo – máximo; $P < 0,05$) de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Variáveis	<i>C. monóculos</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. vazzoleri</i>
Proteínas totais (g/dL)	0,90 \pm 0,23 ^a (0,50 – 1,50)	0,77 \pm 0,14 ^a (0,55 – 1,10)	0,71 \pm 0,21 ^b (0,50 – 1,10)
Glicose (mg/dL)	25,48 \pm 4,96 ^a (18,00 – 36,00)	32,88 \pm 4,20 ^b (23,00 – 41,00)	26,10 \pm 1,96 ^a (23,00 – 28,00)
Triglicerídeos (mmol/L)	0,53 \pm 0,11 ^a (0,30 – 0,78)	0,66 \pm 0,17 ^b (0,40 – 1,10)	0,53 \pm 0,08 ^a (0,40 – 0,67)
Colesterol total (mmol/L)	1,16 \pm 0,25 ^a (0,78 – 1,76)	1,02 \pm 0,29 ^a (0,56 – 1,76)	0,97 \pm 0,25 ^a (0,56 – 1,40)
Uréia (g/dL)	0,6 \pm 0,13 ^a (0,40 – 0,90)	0,53 \pm 0,11 ^a (0,35 – 0,76)	0,47 \pm 0,03 ^b (0,40 – 0,05)
Cloreto (mmol/L)	135,46 \pm 7,88 ^a (123,00 – 150,00)	120,00 \pm 9,36 ^b (101,00 – 138,00)	127,00 \pm 11,71 ^b (101,00 – 146,00)
Sódio (mmol/L)	122,86 \pm 7,88 ^a (109,00 – 139,00)	120,90 \pm 5,45 ^a (109,00 – 132,00)	118,20 \pm 5,06 ^a (109,00 – 125,00)
Potássio (mmol/L)	8,54 \pm 0,35 ^a (7,80 – 9,30)	10,07 \pm 1,30 ^b (8,00 – 12,30)	9,40 \pm 1,50 ^b (8,00 – 12,30)

Nas propriedades físicas da água foi demonstrada que o pH é inferior nos locais onde foram capturados os *C. temensis*, por outro lado os valores de temperatura e oxigênio dissolvido foi similar entre as espécies (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros físicos da água (média ± DP; mínimo – máximo) dos locais de captura de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Variáveis	<i>C. monoculos</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. vazzoleri</i>
pH	5,21 ± 0,50 ^a (4,50 – 6,20)	4,84 ± 0,05 ^b (4,80 – 4,90)	5,21 ± 0,36 ^a (4,80 – 5,70)
Temperatura (°C)	29,62 ± 1,29 ^a (28,00 – 32,00)	30,18 ± 0,95 ^a (29,00 – 35,00)	30,07 ± 1,39 ^a (28,00 – 32,00)
Oxigênio Dissolvido (OD, mg/L)	5,21 ± 0,50 ^a (4,50 – 6,20)	5,01 ± 0,16 ^a (4,90 – 5,30)	5,14 ± 0,20 ^a (4,90 – 5,50)

4. DISCUSSÃO

Em relação à biometria, houve diferença estatística significativa no comprimento total entre a espécie *C. temensis* e *C. vazzoleri*, e similiaridade em ambas as espécies com o *C. monoculos*. Os resultados do presente estudo demonstram que, em relação ao comprimento total e ao peso corpóreo, foram superiores aos retratados em estudo conduzido por Tavares-Dias et al., (2011) com o tucunaré *C. temensis* de sistema de cultivo na qual apresentaram comprimento total (média ± desvio padrão) de 22,2 ± 2,5 e peso corpóreo de 130,8 ± 44,2 g. No estudo de Ranzani-Paiva et al. (2000) para a hematologia de *C. monóculos*, não foram determinados a biometria dos animais, porém, em um estudo conduzido por Gomieiro et al., (2009) com *Cichla kelberi* é possível inferirmos que os animais coletados no presente estudo são indivíduos adultos.

No eritrograma os valores do Ht foram similares entre as espécies de tucunarés do lago de Balbina. Esses indivíduos apresentaram valores superiores ao *C. temensis* (23,9 ± 2,1 %) (TAVARES-DIAS et al., 2011) e inferiores ao *C. monoculos* (58,0 ± 1,0 %) (RANZANI-PAIVA et al., 2000).

A Hb foi superior no tucunaré *C. monoculos* quando comparada a *C. temensis* e *C. vazzoleri*, entretanto, quando comparada a *C. monoculos* de sistema de piscicultura esses foram superiores (6,3 ± 0,6 g/dL) as espécies investigadas no presente estudo, fato que também foi descrito no estudo de Ranzani-Paiva et al., (2000) que descreveram valores de 8,2 ± 0,5 g/dL em *C. monoculos* oriundo do rio Paraná.

Os valores de RBC foram similares entre as três espécies de tucunarés do lago de Balbina indicando assim uma produção de células vermelhas similares entre as espécies investigadas. Em *C. temensis* os valores de RBC encontrados foram de $1,42 \pm 0,12 \times 10^6/\mu\text{L}$, sendo portanto inferior aos dos tucunarés do lago de Balbina. No VCM os valores foram similares entre as espécies, por outro lado, foram superiores a *C. monoculos* ($197,5 \pm 1,8$ fL) (RANZANI-PAIVA et al., 2000) e *C. temensis* ($168,3 \pm 4,6$ fL) (TAVARES-DIAS et al., 2011).

O HCM foi similar entre as espécies de tucunarés do lago, porém foi superiores aos resultados descritos por Tavares-Dias et al., (2011) para *C. monoculos* ($27,9 \pm 1,0$ pg). Para a CHCM houve diferença entre a espécie *C. monoculos* e *C. temensis*, entretanto, o CHCM das três espécies de tucunarés foram inferiores ($26,4 \pm 1,2$ g/dL) aos encontrados em *C. temensis* por Tavares-Dias et al., (2011) e similares ao *C. monoculos* ($14,1 \pm 0,6$ g/dL) descritos no estudo de Ranzani-Paiva et al., (2000).

É possível observar que o eritrograma entre *C. monoculos*, *C. temensis* e *C. vazzoleri* apresenta basicamente uma similaridade entre as espécies, entretanto, quando comparada a *C. temensis* oriundo de piscicultura (TAVARES-DIAS et al., 2011) os valores foram superiores; e quando comparados ao *C. monoculos* oriundo de ambiente natural (rio Paraná) (RANZANI-PAIVA et al., 2000), esses foram inferiores. Pelo fato dos tucunarés serem classificados como peixes carnívoros esses apresentam preferência por ambientes de águas lânticas, demandando assim altas demandas de oxigênio dissolvido na água que está diretamente associado aos perfis do eritrograma (TAVARES-DIAS et al., 2011).

As variáveis referentes ao trombograma e leucograma estão associadas ao processo de coagulação sanguínea às células de defesa de espécies de peixes teleósteos (TAVARES-DIAS E MORAES, 2004). No presente estudo, os trombócitos foram similares entre as espécies de tucunarés. Para *C. monoculos* não foram identificados a presença desse tipo celular (RANZANI-PAIVA et al., 2000). Em *C. temensis* a quantidade de trombócitos foi superior (28.619 ± 13.148 μL) (TAVARES-DIAS et al., 2011), indicando que naquela estudo existe aumento acentuado desse tipo celular que pode estar associado ao tipo de ambiente, no caso o ambiente de cativeiro.

No número de leucócitos totais de *C. monoculos* os valores foram inferiores as demais espécies no presente estudo. No estudo de Ranzani-Paiva et al., (2000), conduzido com *C. monóculos* esse tipo de análise não foi empregado porém, para *C. temensis*, o perfil dos

leucócitos totais também foram superiores (13.163 ± 6.857 uL), demonstrando uma diferenciação entre espécies, bem como entre ambientes (cativeiro x natural), demonstrando que o processo de coagulação sanguínea e a defesa imunológica em espécies de tucunarés é mais acentuada naquelas mantidas em cativeiro.

Na diferenciação dos tipos celulares sanguíneos foram encontrados linfócitos, monócitos, heterófilos e basófilos nas três espécies de tucunarés do lago de Balbina. Os valores de linfócitos foram em *C. temensis* e *C. vazzoleri*, indicando que nessas espécies são os linfócitos os principais leucócitos existentes no sangue. Nas pesquisas desenvolvidas por Ranzani-Paiva et al., (2000) também foram os linfócitos que apresentaram o maior percentual no sangue de *C. monóculos* ($59,2 \pm 27,5$ %). Em *C. temensis* os linfócitos também foram as principais células sanguíneas (9.308 ± 5.864 uL), entretanto, esses valores foram bem elevados quando comparadas as espécies de tucunarés existentes no lago de Balbina.

Não houve diferença significativa nos valores de monócitos das três espécies investigadas, entretanto, para *C. monóculos* o principal leucócito são os monócitos, demonstrando que essa espécie apresenta um perfil diferenciado em suas células sanguíneas de defesa imunitária ou ainda que possam ocorrer alterações ocasionadas pelo perfil sexual ou ontogenia fato que não foi comprovado no presente estudo. Para *C. monóculos* foi observado que os monócitos foram o terceiro leucócito predominante ($5,9 \pm 1,1$ %) no sangue (RANZANI-PAIVA et al., 2000), porém, para *C. temensis* os monócitos também se constituíram no segundo tipo leucocitário predominante (9.308 ± 5.864 uL) (TAVARES-DIAS et al., 2011). Esses valores foram bem mais elevados que os tucunarés do presente estudo.

Para os heterófilos a similaridade também ocorreu nos tucunarés. Esse tipo leucocitário granulocítico não esteve presente no sangue de *C. monóculos* (RANZANI-PAIVA et al., 2000) e nem em *C. temensis* (TAVARES-DIAS et al., 2011). Para os basófilos o *C. temensis* foi à espécie que apresentou menores valores em relação as demais espécies. Também não foram observadas no sangue a presença desse tipo leucocitário em *C. temensis* (TAVARES-DIAS et al., 2011) e *C. monóculos* (RANZANI-PAIVA et al., 2000). Estudos conduzidos sobre a hematologia de peixes teleósteos, esse tipo de granulocítico é o leucócito mais difícil de encontrar nas extensões sanguíneas (TAVARES-DIAS E MORAES, 2004).

Para os níveis de proteínas totais foram observados valores inferiores na espécie *C. vazzoleri* em comparação com as demais espécies de tucunarés, o que pode ser reflexo de

mobilização reduzida deste composto bioquímico na via sanguínea, que em última análise pode ser ocasionada por anemia, fato não comprovado no presente estudo, ou ainda aspectos reprodutivos e outros fatores bióticos que ainda necessitam de mais esclarecimentos. Os valores de proteínas totais encontrados no presente estudo foram inferiores aos encontrados para o tambaqui *Colossoma macropomum* ($2,8 \pm 0,2$ g/dL) (INOUE et al., 2016). A glicose foi maior em *C. temensis* indicando fonte de energia a partir da quebra do glicogênio mais eficiente para essa espécie, ou ainda devido à variação intraespecífica que foi demonstrado nessa espécie por conta da maior variação existente entre o valor mínimo e o máximo. Para *C. macropomum* os níveis de glicose plasmática foram superiores ($45,4 \pm 7,2$ mg/dL) (INOUE et al., 2016) que os tucunarés do lago de Balbina.

Os valores de triglicerídeos foram superiores em *C. temensis*, que deve possuir alguma reserva energética, ou ainda os animais coletados poderiam estarem período reprodutivo, fato que altera significativamente os níveis de triglicerídeos no sangue destes animais. Para o colesterol total houve similaridade entre as três espécies estudadas, assim como descrito por Ramos et al., (2014) para o piraruru *Arapaima gigas* oriundos de água preta, onde foi observado que os valores de colesterol total foram superiores ($6,74 \pm 1,85$ mmol/L) as espécies de tucunarés. Essas diferenças podem ser ocasionadas pelo hábito de vida mais ativo dos tucunarés ou ainda pelo perfil corpóreo diferenciados das mesmas. Os níveis de uréia foram menores apenas em *C. vazzoleri*. Essa característica também foi observada nos níveis de proteínas totais, fato que justifica essa redução, pois, a uréia é um produto do processo de excreção das proteínas. No presente estudo os valores de uréia foram superiores aos observados no pirarucu ($0,12 \pm 0,01$ g/L) (RAMOS et al., 2014).

De maneira geral, os compostos iônicos são de extrema importância na homeostase de peixes seja em ambiente natural ou em situações de cativeiro (Aride et al., 2007). Nos tucunarés houve variações nos valores de cloretos de *C. temensis*, que apresentaram valores menores que os demais tucunarés. Isto pode estar relacionado às diferenças sazonais existentes no lago de Balbina, ou ainda a diferenças de microhábitas dos pontos de coleta, pois, em algumas situações foi possível capturar apenas a espécie *C. temensis* nas atividades de campo, fato que não foi considerado no presente estudo, mais que abre perspectivas de continuação de pesquisas sobre o entendimento da regulação iônica desses ciclídeos em associação as condições desse ambiente modificado pela construção da barragem que proporcionou.

Para os níveis de sódio e potássio houve similaridade de resultados nas três espécies de tucunarés, os valores de sódio encontrados no presente estudo foram maiores que os encontrados em *A. gigas* pirarucu ($105,3 \pm 6,7$ mmol/L) (RAMOS et al., 2014). Para os níveis de potássio os valores das espécies de tucunarés foram similares aos do pirarucu ($11,8 \pm 0,9$ mmol/L) (RAMOS et al., 2014).

Nas propriedades da água *C. temensis* tem como características habitar águas mais ácidas, que as demais espécies, entretanto, os valores da temperatura da água e do oxigênio dissolvido foi similar entre *C. monoculos*, *C. temensis* e *C. vazzoleri*. Em um estudo conduzido com *C. temensis* no próprio reservatório de Balbina demonstrou resultados similares as propriedades físicas da água em relação à temperatura ($29,8 \pm 1,0$ °C), pH ($5,5 \pm 0,5$) e oxigênio dissolvido ($6,2 \pm 2,2$ mg/L).

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que as três espécies de tucunarés existentes no lago de Balbina apresentam diferenciação hematológica em relação ao pH da água, indicando que as mesmas possuem respostas diferenciadas na captação por oxigênio, na resposta imunológica de suas células do sangue e na fisiologia dos metabólitos plasmáticos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-VAL, V.M.F.; VAL, A.L.; WALKER, I. Long-and short-term adaptation of Amazon fishes to varying O₂-levels: intra-specific phenotypic plasticity and interspecific variation. In: Biology of tropical fishes. pp. 185-206. Manaus, 1999
- ARIDE, P.H.R.; ROUBACH, R.; VAL, A.L.. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER) to water pH. Aquaculture Research (Print), v. 38, p. 588-594, 2007.
- HOEINGHAUS, D.J.; LAYMAN, C.A.; ARRINGTON, D.A. E.; WINEMILLER, K.O. 2003. Movement of *Cichla* species (Cichlidae) in a Venezuelan floodplain river. Neotropical Ichthyology, 1(2): 121-126.
- INOUE, L. A. K. A.; OLIVEIRA MACIEL, P. ; GUSMÃO AFFONSO, E. ; DE LIMA BOIJINK, C.; TAVARES-DIAS, M..Growth, parasitic infection and hematology in Cuvier, 1818 fed diets containing. Journal of Applied Ichthyology **JCR**, v. 32, p. 1-5, 2016.

- KORI-SIAKPERE, O.; AKE, J.E.G.; IDOGE, E. Haematological characteristics of the African snakehead, *Parachanna obscura*. African J. of Biotech., 4, 527-530, 2005.
- KULLANDER, S.O. 1998. A phylogeny and classification of the South American Cichlidae (Teleostei: Perciformes). Pp. 461-498 in L. R. MALABARBA, R. E. REIS, R. P. VARI, Z. M. S. LUCENA & C. A. S. LUCENA (eds.), Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Edipucrs, Porto Alegre.
- KULLANDER, S.O.; FERREIRA, E. J. G. 2006. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters, 17: 289-398.
- NELSON, J. S. Fishes of the World. 4. ed. John Wiley & Sons, 2006.
- PARMA-CROUX, M.J. Some haematological parameters in *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae). Rev de Hydrobiologia Trop. 27, 113-119, 1994.
- PAVLIDIS, M.; FUTTER, W.C.; KATHARIO, P.; DIVANACH, P. Blood cells of six Mediterranean mariculture fish species. J App Ichth. 23, 70-73, 2007.
- RAMOS, C. A.; RAULINO, J. C. N.; MENEZES, G. C.; CARMO, I. B.; BRASIL, E. M.; AFFONSO, E. G.; COSTA, O. T. F.; FERNANDES, M. N. Amazonian white and black waters influences on the hematological and biochemical plasma features of *Arapaima gigas* (Osteoglossiforme). Journal of Life Sciences, v. 8, p. 252-261, 2014.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S. 2006. Peixes comerciais de Manaus. Manaus: Ibama/ProVárzea. 144p. z6
- SVOBODOVA, Z.; PRAVDA, D.; PALACKOVA, J. Unified methods of haematological examination of fish. Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology, Vodnany, Edition Methods N. 22, 31 p, 1991.
- TAVARES-DIAS, M. MORAES, F.R.; Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "pesque-pague" de Franca, São Paulo, Brasil. Biosc. J., 19:103-110, 2003.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de peixes teleósteos*. Villimpress: Ribeirão Preto, SP. 144p, 2004.

- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; ONAKA, E.M.; REZENDE, P.C.B. Changes in blood parameters of hybrid tambacu fish parasitized by *Dolops carvalhoi* (Crustacea, Branchiura), a fishlouse. *Veterinarski Arhiv* 77, 355-363, 2007.
- TAVARES-DIAS, MARCOS; MONTEIRO, A.M.C. ; AFFONSO, E.G. ; AMARAL, K.D.S. . Weight-length relationship, condition factor and blood parameters of farmed *Cichla temensis* Humboldt, 1821 (Cichlidae) in central Amazon. *Neotropical Ichthyology* (Impresso), v. 9, p. 113-119, 2011.
- VAL, A.L.; AFFONSO, E.G.; ALMEIDA-VAL, V.M.F. Adaptive features of Amazon fishes: blood characteristics of curimatã (*Prochilodus* cf. *nigricans*, Osteichthyes). *Physiological Zoology* 65(4): 832-843, 1992.
- WILHELM FILHO, D.; EBLE, G.J.; KASSNER, G.; CAPRARIO, F.X.; DAFRÉ, A.L.; OHIRA, M. Comparative Hematology in Marine Fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Vol. 102A, p. 311-321, 1992.
- WINEMILLER, K. O. 2001. Ecology of peacock cichlids (*Cichla* spp.) in Venezuela. *Journal of Aquatic Sciences*, 9: 93-112.
- WINTROBE, M.M. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, Leipzig, v.51, p.32-49, 1934.

CAPÍTULO 2

Interações ecofisiológicas em espécies de tucunarés *Cichla* spp. da Amazônia

Philip Dalbert da Silva Castro¹, Daniel da Silva Ladislau¹, Jairo Ferreira da Silva¹, Maiko Willas Soares Ribeiro², Iurych Nicolau Barros Bussons¹, Lucivânia do Vale Amaral³, Paulo Henrique Rocha Aride⁴, Adriano Teixeira de Oliveira⁵

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueira nos Trópicos (CIPET), Universidade Federal do Amazonas (UFAM). E-mail: philip_engpesca@outlook.com, daniel-ladislau@hotmail.com, bussonsinb@gmail.com

²Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Nilton Lins Instituto (UNL). E-mail: maikowillas@hotmail.com

³Graduando em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro (CMC). E-mail: lvaleamaral@gmail.com

⁴Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus Piúmas. E-mail: paulo.aride@ifes.edu.br

⁵Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro (CMC). E-mail: adriano.oliveira@ifam.edu.br

Resumo

Os tucunarés exercem grande importância econômica na Amazônia, sendo utilizada como peixe comestível, na pesca esportiva e também como peixe ornamental. O presente estudo tem por objetivo investigar o perfil fisiológico (eritrograma, trombograma e leucograma e metabólitos plasmáticos) e os parâmetros físicos da água, comparando e correlacionando ecologicamente entre três espécies de tucunarés *Cichla monoculus*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri*. Um total de 45 animais foram capturados no lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas, com auxílio de vara e carretilha, linha de mão com isca natural e artificial, sendo 15 *C. monoculus*, 15 *C. temensis* e 15 *C. vazzoleri*. O sangue foi retirado por punção caudal e os dados hematológicos foram determinados de acordo com metodologia previamente descrita na literatura. Análise das propriedades físicas da água foram dosadas durante as coletas de campo. O emprego de Análise de Componentes Principais (ACP) foi empregado para observações das interações existentes, admitindo-se 60% como indicação. A ACP do eritrograma demonstram uma interação de 86,26 % (eixo x= 52,70 %; y= 33,56 %). Observa-se que *C. temensis* e *C. vazzoleri* são espécies mais próximas do que *C. monoculus*. A ACP do trombograma e leucograma das espécies de tucunarés demonstra ausência de interação 50,73 % (eixo x= 29,31 %; y= 21,42 %). A ACP dos metabólitos plasmáticos demonstrou ausência de interação na qual apresentou apenas 51,55 % (eixo x= 29,01 %; y= 22,54 %), entretanto, houve uma tendência no eixo x, na qual *C. monoculus* parece ser uma espécie com padrões ecofisiológicos diferentes de *C. temensis* e *C. vazzoleri*. Na análise do ACP das propriedades físicas da água foi observado interações de 96,59 % (eixo x= 63,29 %; y= 33,30 %), na qual observa-se que no eixo X *C. monoculus* e *C. vazzoleri* habita localidades exclusiva para cada uma das espécies. É possível concluir que o tucunaré *C. monoculus* apresenta padrões diferenciados de *C. temensis* e *C. vazzoleri*, indicando que essa espécie apresenta aspectos ecofisiológicos diferenciados, na qual deve ser manejada e conservada de forma diferenciada das outras espécies de tucunarés da região Amazônica.

Abstract

The Peacock bass exercise great economic importance in the Amazon, being used as edible, fish on fly fishing and also as ornamental fish. The present study aims to investigate the physiological profile (Haematology, trombograma and leukocyte count and plasma metabolites) and the physical parameters of the water, comparing and correlating ecologically between three species of Peacock bass *monoculus Cichlatemensis Cichla*, and *Cichla vazzoleri*. A total of 45 animals were catches in Lake Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas, with the help of a rod and reel, line with natural bait and artificial, being 15 *c. monoculus*, *c. temensis* 15 and 15 *C. vazzoleri*. The blood was taken by flow rate and Hematological data were determined in accordance with the methodology previously described in the literature. Analysis of physical properties of water were dosed for field collections. The use of principal component Analysis (ACP) was employed for comments from existing interactions, assuming 60% as an indication. The ACP of Haematology demonstrate an interaction of 86.26% (x-axis = 52.70%; y = 33.56%). It is observed that *c. temensis* and *c. vazzoleri* are closer than species *c. monoculus*. The ACP the trombograma and leukocyte count of species of Peacock bass demonstrate absence of interaction 50.73% (x-axis = 29.31%; y = 21.42%). PCA plasma metabolites showed absence of interaction in which presented just 51.55% (x-axis = 29.01%; y = 22.54%), however, there was a trend on the x axis, in which *c. monoculus* seems to be a species with ecofisiológicos different patterns of *c. temensis* and *c. vazzoleri*. The ACP analysis of physical properties of water was observed 96.59% interactions (x-axis = 63.29%; y = 33.30%), in which it is observed that in the x-axis *c. monoculus* and *c. vazzoleri* inhabits locations unique to each species. It can be

concluded that the Peacock bass *c. monoculos* presents different patterns of *c. temensis* and *c. vazzoleri*, indicating that this species presents ecofisiológicos differentiated aspects, which must be handled and stored differently from other species of Peacock bass in the Amazon region.

1. INTRODUÇÃO

Entre os integrantes da ictiofauna Amazônica os tucunarés *Cichla* spp. exercem grande importância econômica, ecológica e social, principalmente devido a pesca esportiva, o qual a sua exploração vem ocorrendo no médio rio Negro (Barcelos) e ao longo no rio Uatumã, incluindo o reservatório de Balbina. Os tucunarés também são apreciados pelo sabor, devido às características organolépticas de sua carne, considerada muito saborosa, além disso, essas espécies também apresentam atratividade no mercado de peixes ornamentais, pois, apresentam grandes variações nos seus padrões de coloração.

As espécies de tucunarés apresentam grande adaptabilidade em ambientes de reservatórios, como no caso do reservatório da Usina Hidrelétrica de Balbina (UHE). Nessa localidade, três espécies são relatadas, são elas: *Cichla monoculos*, *Cichla temensis* e *Cichla vazzoleri* (HORIE, 2013). As principais diferenças entre as espécies são os padrões de coloração e a diferenciação das linhas laterais. Os indivíduos de *C. monoculus* apresentam uma característica relevante que facilita sua identificação, que é a presença de uma mancha horizontal contínua ou mesmo interrompida, na altura da base da nadadeira peitoral (SANTOS et al., 2006). Apresenta linha lateral descontínua em ambos os lados, sendo a espécie com maior distribuição geográfica entre as estudadas (KULLANDER E FERREIRA, 2006).

Os indivíduos de *C. temensis* se destacam por atingir o maior tamanho, podendo alcançar cerca de 80 cm e mais de 11 Kg (SANTOS et al., 2006). Possui distribuição restrita aos rios de água preta e seus tributários (KULLANDER E FERREIRA, 2006). Dentre as três espécies estudadas, *C. vazzoleri* é a espécie com menor distribuição geográfica, com presença registrada na região do estado do Pará (Oriximiná) na foz do Rio Cuminá, nos rios Uatumã e Trombetas, além da represa de Balbina (KULLANDER E FERREIRA, 2006). Possui coloração amarelo ouro, olhos vermelhos e barras negras verticais não contínuas. Os indivíduos adultos podem atingir até 70 cm de comprimento e pesar 7 kg (KULLANDER E FERREIRA, 2006).

Apesar das diferenças merísticas e morfológicas existentes entre as espécies supracitadas, não existe qualquer investigação sobre as interações e diferenças entre os aspectos fisiológicos e as características da água de seus locais de ocorrência natural. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo elucidar o perfil fisiológico (eritrograma, trombograma e leucograma e metabólitos plasmáticos) em relação aos parâmetros físicos da água, comparando e correlacionando ecologicamente entre os tucunarés *C. monoculus*, *C. temensis* e *C. vazzoleri*

2. MATERIAL E MÉTODOS

O lago de Balbina local de área do presente estudo está situado no município de Presidente Figueiredo. A UHE de Balbina foi construída na década de 1980 barrando o rio Uatumã a 155 km de Manaus. O reservatório possui uma área de 2.360 km². No ano de 1990, foi criada a Reserva Biológica do rio Uatumã (REBIO), com o objetivo de proteger a fauna e a flora dos rios Uatumã e Jatapu. A REBIO localiza-se à margem esquerda do reservatório da UHE Balbina, abrangendo os municípios de São Sebastião do Uatumã, Urucará e Presidente Figueiredo.

Um total de 45 animais foram capturas com auxílio de vara e carretilha, linha de mão com isca natural e artificial, sendo 15 *C. monoculos*, 15 *C. temensis* e 15 *C. vazzoleri*. Após a captura o sangue foi coletado por meio de punção caudal. Posteriormente foi realizada a biometria determinando o comprimento total (CT, cm) com o uso de fita métrica e o peso corpóreo (g) com o uso de balanças portáteis. Após os procedimentos de manuseio os animais foram devolvidos ao ambiente.

Imediatamente após a retirada do sangue dos animais, realizada com o auxílio de seringas descartáveis contendo Heparina 5000 UI, foi determinado o hematócrito (Ht, %) através do método do microhematócrito (tubos capilares contendo heparina). A contagem de eritrócitos (RBC, milhões/mm³) foi determinada por meio de leitura óptica em câmara de Neubauer, em amostras de sangue fixadas em formol-citrato. A concentração de hemoglobina sanguínea (Hb, g/dL) foi determinada pelo método da cianometahemoglobina e os índices hematológicos: volume corpuscular médio (VCM, fL), hemoglobina corpuscular média (HCM, pg) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM, g/dL) foram calculados de acordo com metodologia de Wintrobe (1934).

Extensões sanguíneas foram preparadas em campo e coradas em laboratório para a contagem total de leucócitos e de trombócitos (TAVARES-DIAS; MORAES, 2006), bem como para a contagem diferencial dos leucócitos que se baseia na contagem de 100 tipos leucocitários e posterior determinação do percentual de cada tipo celular existente.

Após a separação sanguínea por centrifugação a 12000 G, as amostras de plasma foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido até o momento das análises laboratoriais. Os níveis de glicose (g/dL), proteínas totais (g/dL), triglicerídeos (mM/L), colesterol (mM/L) e ureia (mM/L) foram determinados com o uso de kits enzimáticos Labtest® específico para cada constituinte que foi dosado com o auxílio de espectrofotômetro. Também foram determinados os metabólitos plasmáticos: sódio (mM/L), potássio (mM/L) e cloretos (mM/L), com o uso de kits enzimáticos labtest® específicos para cada constituinte, que foi dosado com o auxílio de espectrofotômetro. Amostras de água para a avaliação das propriedades físico, como temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (mg/L), foram determinados no local de captura de cada animal, utilizando-se aparelho digital multi-paramétrico WTW-310i (WTW, Alemanha).

Para averiguação das interações ou diferenças dos aspectos hematológicos e das propriedades físicas da água foi empregada estatística multivariada exploratória por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Essas análises foram divididas em eritograma (6 variáveis), trombograma e leucograma (6 variáveis), metabólitos plasmáticos (8 variáveis) e propriedades físico da água (3 variáveis), as interações foram consideradas significativas quando a soma dos eixos X e Y foram maiores ou iguais a 60%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do comprimento total e do peso corpóreo estão representados na Tabela 1, o que demonstram que os tucunarés da espécie *C. monóculos* possuem menor comprimento total e maior peso corpóreo.

Tabela 6. Tabela 1. Biometria (média ± desvio padrão) de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Variáveis	<i>C. monóculos</i>	<i>C. temensis</i>	<i>C. vazzoleri</i>
Comprimento total (cm)	26,20 ± 1,42	29,30 ± 4,27	28,20 ± 6,83
Peso (g)	448,93 ± 113,88	408,33 ± 183,24	446,80 ± 289,71

A ACP do eritrograma (Figura 1) das espécies de tucunarés demonstra uma interação de 74,27% (eixo x= 39,84 %; y= 34,43 %). Em relação ao eixo X observa-se que *C. temensis* e *C. vazzoleri* são espécies mais próximas do que *C. monoculos*, ao ser analisado o eixo Y observa-se a mesma característica do eixo X na qual o padrão de “núvem” concentrada é mais perceptível em *C. monoculos*, diferente de *C. temensis* e *C. vazzoleri* que possuem distribuição mais expansiva. Assim observa-se que a demanda por oxigênio nessas três espécies de tucunarés é diferenciada, na qual *C. monoculos* possui capacidade respiratória diferenciada de *C. temensis* e *C. vazzoleri*, embora as mesmas aparentemente habitem as mesmas localidades dentro de um mesmo ecossistema. No estudo de Tavares- Dias et al., (2011) na qual também foi investigada o tucunaré *C. temensis* oriundas de sistemas de pisciculturas da Amazônia Central, foi descrito que a análise do eritrograma está associada a capacidade respiratória de peixes.

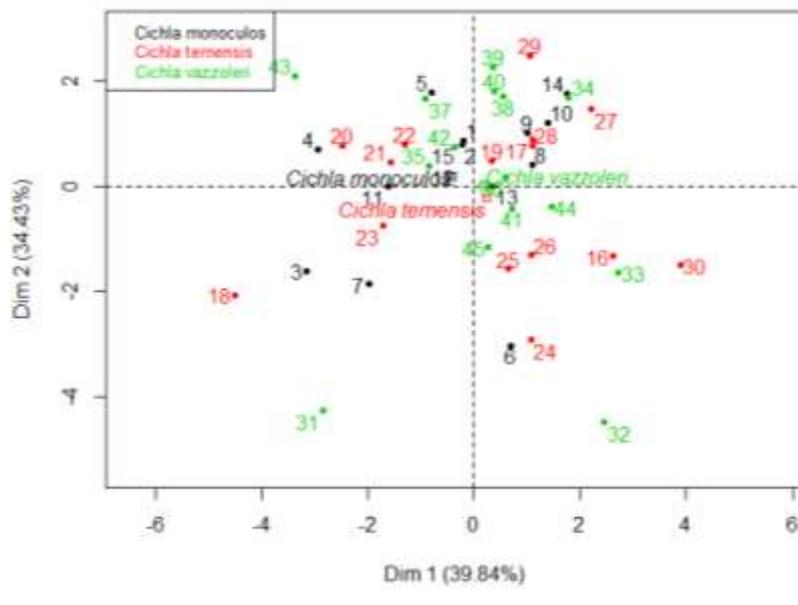


Figura 1. Análise de ACP do eritrograma de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

A ACP do trombograma e leucograma (Figura 2) das espécies de tucunarés demonstra ausência de interação 50,73 % (eixo x= 29,31 %; y= 21,42 %), entretanto, observa-se uma tendência no eixo x de diferenciação na qual *C. monoculos* é diferente de *C. temensis* e *C. vazzoleri*. Portanto, ainda não é possível afirmar que *C. monoculos* apresenta um sistema imunológico diferente das espécies *C. temensis* e *C. vazzoleri*, devendo essa tendência ser ocasionada por algum outro fator endógeno que não foi considerado no presente estudo.

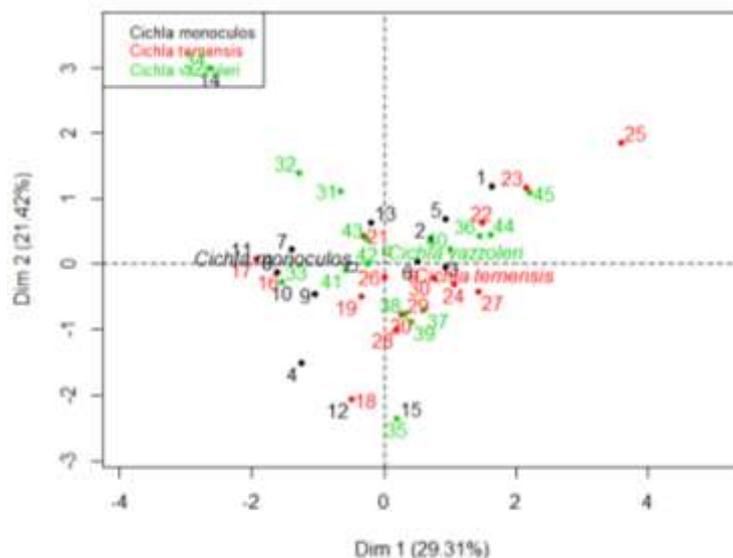


Figura 2. Análise de ACP do trombograma e leucogramade três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

A ACP dos metabolitos plasmáticos (Figura 3) demonstrou ausência de interação na qual apresentou apenas 51,55 % (eixo x= 29,01%; y= 22,54 %), entretanto, houve uma tendência no eixo x, na qual *C. monóculos* parece ser uma espécie com padrões ecofisiológicos diferentes de *C. temensis* e *C. vazzoleri*. Porém, essas características não são confirmadas haja vista as três espécies de tucunarés do presente estudo são carnívoras alimentando-se basicamente de peixes (SANTOS et al., 2006; KULANDER E FERREIRA 2006) e os padrões dos íons plasmáticos são similares a outras espécies de peixes amazônicos.

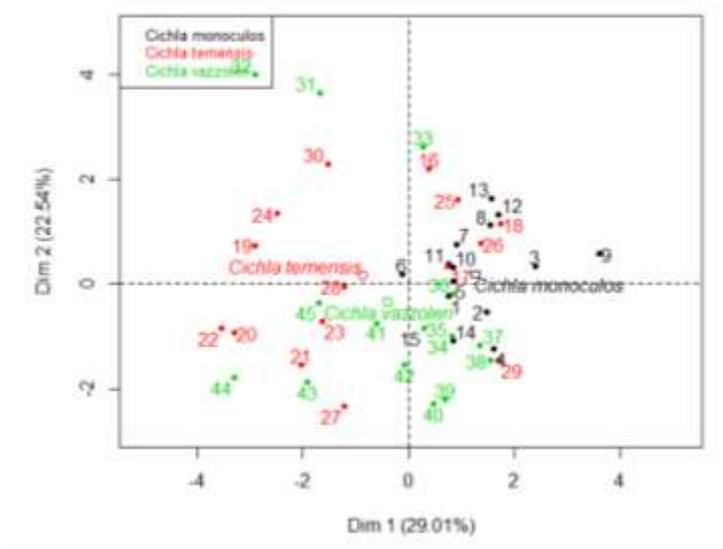


Figura 3. Análise de ACP dos metabolitos plasmáticos de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Na análise do ACP das propriedades físicas da água (Figura 4) foi observadas interações de 96,59 % (eixo x= 63,29 %; y= 33,30 %). As espécies *C. monoculos* e o *C. vazzoleri* habitam localidades distintas para cada uma das espécies. Por outro lado foram encontrados sobreposições das propriedades da água em várias situações quando averiguados as três espécies de tucunarés do presente estudo. Ao ser averiguado as interações no eixo y, podemos observar que o *C. vazolleri* é uma espécie mais generalista que as demais, mesma tendência registrada por Horie (2013).

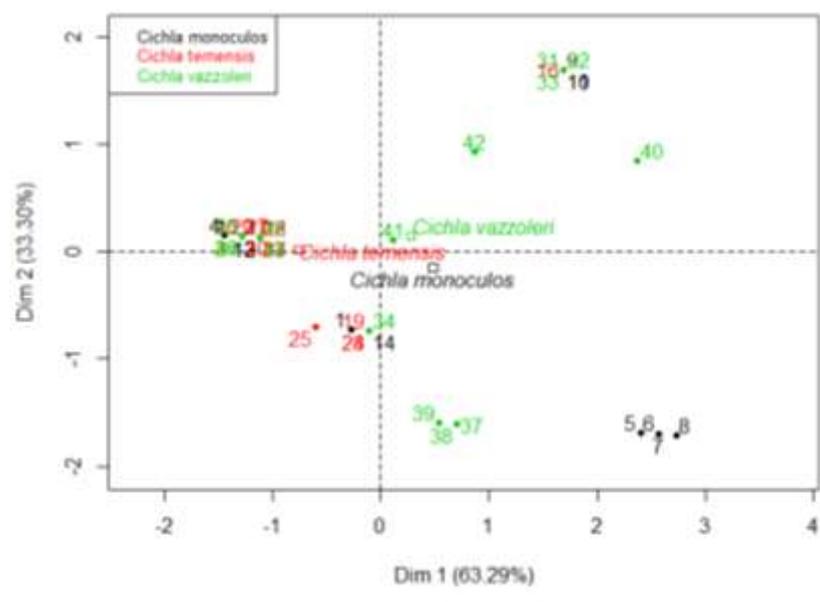


Figura 4. Análise de ACP das propriedades físicas da água de três espécies de tucunarés *Cichla* spp. do Lago de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas.

Conclusão

O presente trabalho evidência a interação entre os aspectos biológicos, ecológicos, hematológicos e das propriedades físicas das águas dos locais de ocorrência de três espécies de tucunarés da região Amazônica. É possível inferir que o tucunaré *C. monoculos* apresenta padrões diferenciados de *C. temensis* e *C. vazzoleri*, indicando que essa espécie apresenta aspectos ecofisiológicos diferenciados, na qual deve ser manejada e conservada de forma diferenciada das outras espécies de tucunarés da região Amazônica.

Agradecimentos

Ao financiamento da pesquisa por meio do edital Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCIT) junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM). PDSC, DSL e INBB agradecem a concessão das bolsas de mestrados concedidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). MWSR agradece a concessão da bolsa de pesquisa DCTA-C concedida pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM). LVA agradece a concessão da bolsa de iniciação científica concedida pelo IFAM. ATO agradece a concessão da bolsa de produtividade em pesquisa concedida pelo IFAM.

Referências Bibliográficas

- HORIE, C.A.C. Biologia reprodutiva e estrutura da população do tucunaré *Cichla vazzoleri* (Perciformes: Cichlidae) no reservatório da hidrelétrica de Balbina, Amazonas, Brasil. 76 f. Dissertação de Mestrado – INPA, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Manaus, 2013.
- KULLANDER, S.O.; FERREIRA, E. J. G. 2006. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17: 289-398.
- SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.J.G.; ZUANON, J.A.S. 2006. Peixes comerciais de Manaus. Manaus: Ibama/ProVárzea. 144p.
- TAVARES-DIAS, M.A. morphological and cytochemical study of erythrocytes, thrombocytes and leukocytes in four freshwater teleosts. *J. Fish Biol.* 68, 1822–1833. 2006.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de peixes teleósteos*. Villimpress: Ribeirão Preto, SP. 144p, 2004.
- TAVARES-DIAS, MARCOS; MONTEIRO, A.M.C. ; AFFONSO, E.G. ; AMARAL, K.D.S. . Weight-length relationship, condition factor and blood parameters of farmed *Cichla temensis* Humboldt, 1821 (Cichlidae) in central Amazon. *Neotropical Ichthyology* (Impresso), v. 9, p. 113-119, 2011.
- WINTROBE, M.M. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, Leipzig, v.51, p.32-49, 1934.

RECURSOS

Projeto intitulado “Parâmetros fisiológicos e aspectos citoquímicos de espécies do tucunaré (*Cichla* spp.) do lago de Balbina: subsídios para o manejo, a conservação e aplicabilidade na piscicultura” junto ao edital N. 008/2014 – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e de Inovação Tecnológica (PADCIT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) no valor total de R\$ 36.800,00.

Projeto intitulado “Monitoramento do bem estar de peixes de importância econômica para o estado do Amazonas” junto ao edital N. 001/2016 – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e de Inovação Tecnológica (PADCIT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) no valor total de R\$ 21.200,00.

7. Equipamentos

Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Centrifuga de micro hematócrito	01	5.500,00	5.500,00
Mini centrifuga	01	1.300,00	1.300,00
Gerador de energia portátil	01	1.000,00	1.800,00
Pipetas Automáticas	02	1.400,00	2.800,00
Total			11.400,00

8. Material de consumo

Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Ponteiras de 10-100 uL (1000 unidades)	2	50,00	100,00
Tubo de ensaio (jogo com 50 tubos)	4	100,00	400,00
Estante de tubos de ensaio	5	40,00	200,00
Seringas descartáveis com agulhas	500	2,00	1.000,00
Tubo de plástico tipo ependorf 2 mL (200 unidades)	1	200,00	200,00

Tubos de criogenia 2 mL (100 unidades)	2	200,00	400,00
Heparina sódica	10	35,00	350,00
Corantes para lâminas	1	409,50	409,50
Éter etílico	2	50,00	100,00
Drabkin (1 L)	5	120,00	600,00
Reagentes de análises bioquímicas (Labtest)	12	150,00	1.800,00
Gasolina	530	3,85	2.040,50
Mantimentos alimentícios diversos	12	200,00	2.400,00
Total			10.000,00

9. Serviço de Terceiros

Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Serviço pescador	21	100,00	2.100,00
Aluguel de embarcação	21	100,00	2.100,00
Total			4.200,00

10. Total Geral

Item	Valor Total (R\$)
Equipamentos	11.400,00
Material de consumo	10.000,00
Serviços de terceiros	4.200,00
Total Geral	26.600,00