

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DESENVOLVIMENTO RURAL
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - AMAZÔNIA ORIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FABRÍCIO MENEZES RAMOS

**Peixes ornamentais do rio Xingu: Manutenção e reprodução do acari zebra
Hypancistrus zebra ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES,
LORICARIIDAE) em cativeiro**

**Belém
2016**

FABRÍCIO MENEZES RAMOS

**Peixes ornamentais do rio Xingu: Manutenção e reprodução do acari zebra
Hypancistrus zebra ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES,
LORICARIIDAE) em cativeiro.**

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador Prof. Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto

Coorientador Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro

**Belém
2016**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Ramos, Fabrício Menezes, 1974-

Peixes ornamentais do rio Xingu: manutenção e reprodução do acari zebra *Hypancistrus zebra* ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) em cativeiro / Fabrício Menezes Ramos. - 2016.

Orientador: Rodrigo Yudi Fujimoto;

Coorientador: Carlos Alberto Martins

Cordeiro.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Campus de Castanhal, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, 2016.

1. Peixe ornamental -- Xingu, Rio (PA) -- Reprodução. 2. Acari Zebra (Peixe). I. Título.

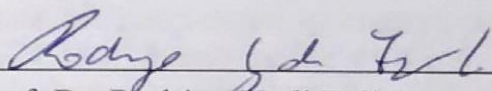
CDD 22. ed. 639.31

FABRÍCIO MENEZES RAMOS**Peixes ornamentais do rio Xingu: Manutenção e reprodução do acari zebra
Hypancistrus zebra ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES,
LORICARIIDAE) em cativeiro**

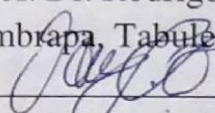
Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia.
Área de concentração: Produção Animal.

Data da aprovação. Belém - PA: 29 / 04 / 2016

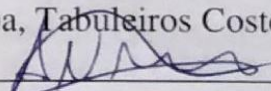
Banca Examinadora



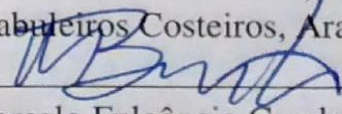
Prof. Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto
Embrapa, Tabuleiros Costeiros, Aracaju – SE



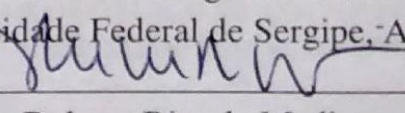
Prof. Dr. Paulo César Falanghe Carneiro
Embrapa, Tabuleiros Costeiros, Aracaju – SE



Prof. Dr. Alexandre Nizio Maria
Embrapa, Tabuleiros Costeiros, Aracaju – SE



Prof. Dr. Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito
Universidade Federal de Sergipe, Aracaju – SE



Prof. Dr. Rubens Riscala Madi
Universidade Tiradentes, Aracaju – SE

RESUMO

O *Hypancistrus zebra*, é espécie ameaçada de extinção, mas que permanece ilegalmente capturada e comercializada, na região do Médio Xingu, devido principalmente à falta de tecnologia de criação que viabilizem sua criação em cativeiros e diminua a exploração de seus estoques naturais. Assim, o principal objetivo deste trabalho é gerar protocolos de manutenção e reprodução do acari zebra, *Hypancistrus zebra* em cativeiro. Para tanto, foram obtidos 300 exemplares de acari zebra de acordo com a autorização SISBIO nº 38.215-2 e comitê de ética animal nº 03.14.00.017.00.00. O presente trabalho foi dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro relacionado a realizar um inventário das espécies do rio Xingu para selecionar a espécie prioritária para o desenvolvimento de tecnologias de cultivo; Avaliar a aceitação de diferentes abrigos e alimentos na manutenção de acari zebra mantido em laboratório; Avaliar diversas condições para a indução da reprodução do acari Zebra, em aquários e; Avaliar o manejo alimentar para os alevinos da geração F1 de *Hypancistrus zebra*. Com base na matriz foram escolhidos cinco espécies da Família Loricariidae (*Hypancistrus zebra*, *Hypancistrus* sp2, *Baryancistrus xantheus*, *Scobinancistrus* sp3 e *Ancistrus* sp4), uma espécie para Potamotrygonidae (*Potamotrygon leopoldii*) e duas espécies de Cichlidae (*Crenicichla regani* e *Teleocichla* spp.). Com relação à preferência por abrigos em acari zebra o tempo passado nos abrigos foi maior em abrigos de cerâmica (276 ± 51 min dia⁻¹) seguido pelo abrigo de pedra (198 ± 96 min dia⁻¹), fora dos abrigos (134 ± 15 min dia⁻¹), e no abrigo de PVC (70 ± 52 min dia⁻¹). Quanto a preferência por alimentos a ordem de classificação de preferência dos alimentos foi maior para a *Artemia* sp. seguido pelo alimento peixe, camarão e mexilhão. Porém, quando os peixes alimentados com *Artemia* sp. ou o mix de alimentos, estes apresentaram maior peso final, comprimento final e ganho de peso em relação aos alimentos isolados com o camarão e peixe. Com relação à frequência e taxa de alimentação, não houve interação entre a taxa e a frequência de alimentação sendo que as frequências de 2 e 3 alimentações diárias e a taxa de alimentação de 10% peso vivo dia⁻¹ promovem melhores resultados de desempenho zootécnico. Também foi observado que a melhor densidade de estocagem é de 2,00g L⁻¹ por proporcionar as melhores taxas de crescimento específico. Em relação a reprodução foram observadas cinco desovas de diferentes casais, sendo 3 para 1 macho e 2 fêmeas. O macho maior é o dominante, territorialista e apresenta cuidado parental. Postura média de 13,8±6,72 ovos, diâmetro de 4,4±0,12, volume de 41,4 mm³ e volume de vitelo 34.3 mm³. A eclosão ocorre com 7 dias pós fertilização (PF) e no 17 dias PF o saco vitelínico foi absorvido. Os diferentes valores testados de condutividade elétrica na água e tratamentos hormonais não foram suficiente para promover desovas no acari zebras. Os valores de desempenho em alevinos de acari zebra permaneceram semelhantes entre os tratamentos testados. Conclui-se assim, que o acari zebra é a espécie do rio Xingu prioritária no desenvolvimento de tecnologia. O uso de refúgios de cerâmica é o mais indicado, em *Hypancistrus zebra*. Os acaris zebras devem ser cultivados na densidade de 2g L⁻¹, sendo que sua alimentação não é aleatória, tendo preferência por artêmia, que devem ser distribuídas em 10% peso vivo dia⁻¹ em 2 alimentações diárias. Adicionalmente alimentos complementares à artêmia podem ser conjugadas para proporcionar desempenho similar. A reprodução em cativeiro é possível porém novas técnicas que propiciem o escalonamento da reprodução devem ser avaliadas. Além disso, devido a longa fase larval e com grande reserva de saco vitelínico, promove alevinos mais saudáveis e resistentes sendo que a frequência alimentar não influencia diretamente no desempenho.

Palavras-chave: Acari zebra. Bem Estar. Densidade de Estocagem. Loricariidade. Manejo Alimentar. Peixes Ornamentais. Reprodução.

ABSTRACT

The *Hypancistrus zebra* is an endangered species, but remains illegally captured and sold in the Middle Xingu region, mainly due to lack of creating technology that enable its creation in captivity and reduce the exploitation of natural stocks. Thus, the main objective of this work is to generate maintenance protocols and reproduction of zebra pleco, *Hypancistrus zebra* in captivity. Therefore, we obtained 300 copies of acari zebra according to SISBIO authorization No. 38215-2 and ethics committee animal No 03.14.00.017.00.00. This study was divided into four chapters, the first being related to conduct an inventory of the species of the Xingu River to select the priority species for the development of farming technologies; Evaluate the acceptability of different food and shelter in maintaining zebra pleco maintained in the laboratory; To evaluate various conditions for inducing playback zebra pleco in tanks and; Evaluate feeding management for fry of F1 generation *Hypancistrus zebra*. Based on the array were chosen five species of the family Loricariidae (*Hypancistrus zebra*, *Hypancistrus* sp.2, *Baryancistrus xanthelus*, *Scobinancistrus* sp.3 and *Ancistrus* sp.4), one species to Potamotrygonidae (*Potamotrygon leopoldii*) and two species of cichlid (*Crenicichla regani* and *Teleocichla* spp.). With respect to the preference for shelters acari zebra time spent in shelters was higher in clay shelters (276 ± 51 day min^{-1}) followed by the stone shelter (198 ± 96 day min^{-1}), outside the shelter (134 ± 15 day min^{-1}), and PVC under (70 ± 52 day min^{-1}). The preference for food the sort order of preference of the food was higher for *Artemia* sp. followed by food fish, shrimp and mussels. But when the fish fed with *Artemia* sp. or mix food, they had higher final weight, final length and weight gain compared to single foods with shrimp and fish. Regarding the frequency and feed rate, there was no interaction between the rate and the supply frequency and the frequency 2:03 daily feeds and feed rate of 10% day^{-1} body weight promote better results of production performance. It was also observed that the best storage density is 2.00 g L^{-1} to provide the best specific growth rate. Regarding reproduction were observed five spawns from different couples, and 3 to 1 male and 2 females. The biggest male is the dominant territorialist and have parental care. average position of 13.8 ± 6.72 eggs, diameter of 4.4 ± 0.12 , volume 41.4 mm^3 volume and calf 34.3 mm^3 . The outbreak is 7 days post fertilization (PF) and PF 17 days the yolk sac has been absorbed. The different values tested for electrical conductivity in the water and hormonal treatments were not enough to promote spawns in acari zebras. Performance figures in fingerlings acari zebra remained similar between the treatments. It follows therefore, that the zebra pleco is the kind of priority Xingu river in technology development. The use of ceramic refuges is the most suitable in *Hypancistrus zebra*. The zebra pleco should be cultivated at a density of 2 g L^{-1} , and its power is not random, with preference for brine shrimp, which must be distributed in 10% day^{-1} body weight in 2 daily feedings. In addition to complementary food brine shrimp can be combined to provide similar performance. Captive breeding is however possible new techniques that facilitate the scheduling of reproduction should be evaluated. Furthermore, due to the short larval stage and with great reserve yolk sac, promote healthier fry and being resistant to feed frequency not directly influence on performance.

Key-words: Zebra Pleco. Welfare. Density Storage. Loricariidae. Feeding management. Ornamental fish. Reproduction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1 ESTRUTURA DA TESE.....	23
2 CAPÍTULO I. Peixes ornamentais de importância econômica e biológica para o rio Xingu.	24
2.1 REFERÊNCIAS.....	28
3 CAPÍTULO II. Seleção de abrigo no acari zebra amazônico, <i>Hypancistrus zebra</i> Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requisitos em condições de criação	29
3.1 INTRODUÇÃO.....	29
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.3 RESULTADOS.....	31
3.4 DISCUSSÃO.....	32
3.5 REFERÊNCIAS.....	34
4 CAPÍTULO III. Manejo alimentar e densidade de estocagem de acari zebra em cativeiro	37
4.1 RESUMO.....	37
4.2 INTRODUÇÃO.....	39
4.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4.4 RESULTADOS	44
4.5 DISCUSSÃO.....	46
4.6 CONCLUSÕES.....	50
4.7 REFERÊNCIAS.....	50
5 CAPÍTULO VI. Aspectos reprodutivos e alevinagem do acari zebra, <i>Hypancistrus zebra</i>, criados em cativeiro	58
5.1 RESUMO.....	58
5.2 INTRODUÇÃO.....	59
5.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
5.4 RESULTADOS.....	64
5.5 DISCUSSÃO.....	67
5.6 CONCLUSÕES.....	70
5.7 REFERÊNCIAS.....	71
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	77
ANEXOS	91

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: 1º Artigo "Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River"	92
Anexo 2: 2º Artigo "Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, <i>Hypancistrus zebra</i> Isbrücker & Nijissen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions "	96

1 INTRODUÇÃO

A produção de peixes ornamentais é um segmento da aquicultura voltado para a produção de peixes coloridos e normalmente de pequeno porte, destinados ao povoamento de aquários e pequeno lagos com função paisagística, (SANCHES, 2004). É também uma atividade bastante sofisticada, que atende às necessidades de milhões de aquaristas em todo o mundo (DAVENPORT, 1996).

As primeiras citações de peixes ornamentais foram em textos de Po Wu Chin, durante a dinastia Chun (265-419 d.C.) que relatavam o surgimento de animais dourados, que contrastavam com o padrão selvagem, cinza-esverdeado e com corpo fusiforme (VIDAL JÚNIOR, 2004). É uma atividade antiga, porém foi na China e no Japão que tal prática se desenvolveu durante o período de 970 a 1.279 d.C., chegando a Portugal e depois para a Inglaterra e França, onde o Rei Luiz XV logo se tornou um aficcionado. Na América chegou um século mais tarde (MILLS, 1998). Em 1596, Chang Chi'En-Tê, escreveu o primeiro livro (Chu Sha Yu P'u ou Livro do Peixe Vermelho) sobre os peixes dourados, forma de alimentação, troca de água, cuidados contra frio, dentre outros aspectos (BOTELHO, 1997). Já as primeiras criações comerciais datam da primeira década de 1700 (VIDAL JÚNIOR, 2004). A exploração de recursos pesqueiros para fins ornamentais constam da primeira metade do século XX, sendo os primeiros registros em países asiáticos (WOOD, 1985).

Segundo VIDAL JÚNIOR (2003), a aquicultura brasileira de peixes ornamentais esteve restrita, até a década de 1940, a poucas propriedades do Estado do Rio de Janeiro. Mais tarde passou a ser praticada, também, no interior de São Paulo. No final da década de 1970 a produção passou a ser praticada também em Muriaé (MG), que rapidamente expandiu e na década de 1980, passou a ser o maior e mais importante pólo de produção de peixes ornamentais por aquicultura do país, com mais de 350 produtores.

A popularidade da aquariofilia aumentou consideravelmente em todo o mundo, através do emprego de novas técnicas e materiais, permitindo o rápido desenvolvimento de aquários públicos e particulares (ANDERSON, 2002). O retorno econômico rápido estimulou o ingresso de cerca de mil e oitocentos produtores em todo o Brasil, sendo a maioria em ambiente urbano (VIDAL JÚNIOR, 2002), aumentando em seguida para quatro mil produtores em 2003 (VIDAL JÚNIOR, 2003).

A produção de peixes ornamentais é considerada um dos ramos mais lucrativos da piscicultura (LIMA et al., 2001), com um faturamento estimado em mais US\$ 900 milhões por ano do total de peixes ornamentais comercializados no mundo no atacado, e cerca de US\$

3,5 bilhões por ano, no varejo (ALBUQUERQUE-FILHO, 2003). Um comércio que movimenta mais de 1.5 bilhão de exemplares a cada ano (PLOEG, 2007) e destes, aproximadamente 90% são criados em cativeiro e menos de 10% provêm do extrativismo (CHAPMAN, 2000). Embora o maior volume de peixes ornamentais de água doce comercializados seja de criação em cativeiro, a maior diversidade de espécies são coletadas em ambientes naturais, principalmente na bacia Amazônica, cuja atividade é responsável pela subsistência de grande parte das pequenas comunidades pesqueiras nos países englobado pela bacia (JUNK et al., 2007).

Na Amazônia, a atividade extrativista iniciou na década de 1950 com a descoberta do *Paracheirodon axelrodi* (GONÇALVES et al., 2009; PRANG, 2001), mas a aquariofilia no Brasil havia nascido há 28 anos, em 1922, com a exposição de aquários ornamentais por Japoneses durante a Exposição da Independência na cidade do Rio de Janeiro (LIMA, 2001). Nesta mesma cidade e também Japonês Sigeiti Takase montou em 1926, a primeira criação comercial de peixes ornamentais. Anos mais tarde, transferiu-se para Belém do Pará, onde o seu filho continuou a criação de peixes ornamentais, principalmente os da bacia amazônica, vindo a ser posteriormente, um dos grandes exportadores de peixes ornamentais do país (VIDAL JÚNIOR, 2007).

Em 2007, as exportações rederam ao Brasil US\$ 5.051.895,00, colocando em 18º lugar no ranking de exportador mundial. Dos nove estados brasileiros, Amazonas e Pará exportaram mais de 95% da produção, sendo o restante das exportações composto por peixes enviados por outros estados, peixes de água doce do Pantanal e peixes marinhos (RIBEIRO et al., 2008).

As exportações, além de divisas para o país, geram emprego, renda e desenvolvimento local (IGARASHI et al., 2004). Apesar disso o Brasil contribui somente com 1% das exportações de peixes ornamentais do mercado mundial e desta porcentagem, o estado de Amazonas lidera com aproximadamente 60% do total exportado no país (PRANG, 2005).

O Pará é o segundo maior produtor de peixes ornamentais da região, contribuindo com 37,2% das exportações (TORRES, 2007), sendo responsável por mais de 10% da exportação nacional (BARTHEM et al., 1995). Em Belém, foram comercializados, entre 1,5 a 3 milhões de peixes de aproximadamente 150 espécies dulcícolas, estuarinas e flúvio-estuarinas oriundas de vários municípios, sendo a pesca realizada nas bacias de drenagem dos rios Amazonas, Tapajós, Xingu, Iriri, Tocantins, Araguaia e Guamá, além das áreas situadas na região estuarina (TORRES, 2007).

A pesca ornamental na bacia do rio Xingu é uma atividade tradicional de grande importância econômica e social para as comunidades pesqueiras locais (ISSAC et al., 2015).

No ano de 2005, a pesca ornamental nesta bacia envolveu mais de 500 Famílias, que dependem dela para sua subsistência. Os pescadores apresentam baixo grau de escolaridade e não possuem perspectivas de desenvolver outra atividade (PRANG, 2007). Estes pescadores permanecem na profissão por toda a vida, sendo que 73% deles têm a atividade como principal meio de sustento (CARVALHO JÚNIOR et al., 2009).

Em seu trabalho CARVALHO JÚNIOR et al. (2009) observaram que o possível represamento do rio Xingu com a construção do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte, projeto do Governo Federal, o qual prevê a construção de barragens ao longo dessa Bacia Hidrográfica, poderá comprometer o futuro das espécies e conseqüentemente a atividade, uma vez que os animais mais valorizados no mercado internacional são da Família Loricariidae e Potamotrygonidae.

No Brasil mais de 600 barragens foram construídas, principalmente para produzir eletricidade (AGOSTINHO et al., 2005), causando alterações no ecossistema e na biota aquática, como a redução dos estoques naturais de peixes (WANG et al., 2012; ROSENVALD et al., 2014). Para amenizar esses impactos a elaboração de plano de manejo é necessária para a restauração de espécies prioritárias e de seu habitat (ROSENFELD, 2003).

A redução dos estoques naturais de espécies de peixes com importância comercial no rio Xingu pode ter grandes implicações sociais. O desaparecimento e extinção de diversas espécies pela construção da barragem da usina hidroelétrica de Belo Monte é real, pois estes peixes habitam uma área de restrita distribuição geográfica formada pela diversidade de microambientes e que ao longo do tempo levou à diferenciação, conduzindo ao endemismo (CAMARGO; GHILARDI, 2009). A região possui fundo rochoso em águas com velocidade de correnteza de moderada a alta em profundidades médias que variam entre 1 a 30m (GONÇALVES et al. 2009), e com a construção será totalmente alterado seu habitat, tornando-se um ambiente lântico e com profundidades superiores a 50 metros.

Além disso, as mudanças ambientais implicam grandes mudanças sociais, uma vez que uma parte da população local depende da pesca ornamental como uma fonte de renda. Enquanto o Brasil não desenvolve protocolos para a produção comercial em cativeiro dos peixes ornamentais, populações ribeirinhas vivem na dependência da pesca extrativista. Por outro lado, nos países asiáticos, associados como grandes importadores, foram registrados avanços tecnológicos na aquicultura de várias espécies brasileiras de alto valor comercial, como as arraias (Potamotrygonidae) e de vários tipos de acaris (Loricariidae) dentre eles, o acari zebra *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (CHAPMAN et al., 1997, 1998; OLIVIER, 2001; RIBEIRO et al., 2009). Observa-se, portanto a perda de divisas pelo Brasil.

Neste sentido, parece claro que para superar estes desafios e melhorar a atividade, é necessário expandir a produção de peixes ornamentais com qualidade para manter o comércio. O fator limitante é a pesquisa científica. A escassez de informações sobre peixes ornamentais em cativeiro no Brasil leva os produtores a muitas tentativas frustradas em manejo, que ora resultam em elevada mortalidade, ora em produtos de baixo valor agregado. Estas informações poderiam auxiliar na manutenção das espécies em cativeiro, repovoamento e no desenvolvimento de técnicas de cultivo, proporcionando formas alternativas de geração de renda às populações tradicionais que vivem da pesca ornamental.

O cultivo além de favorecer a inclusão social dos pescadores pode melhorar a competitividade do país, proporcionando alternativas para comercialização de espécies nativas. Para o desenvolvimento de técnicas de cultivo deve-se levar em conta o bem estar animal na manutenção da espécie em cativeiro, os efeitos dos fatores sociais, ambientais e hormonais na reprodução e os aspectos do manejo, como o uso de diferentes itens alimentares, frequência alimentar, araçãoamento e densidade de estocagem. Porém para peixes ornamentais, trabalhos sobre estes assuntos são pouco conhecido (OSTROWSKI; LAIDLEY, 2001; CALADO, 2006).

Os trabalhos existentes estão concentrados em espécies de alto valor comercial como alguns ciclídeos, a exemplo do acará disco, *Symphysodon* sp. (CHONG et al., 2000; CHONG et al., 2002; VIDAL JUNIOR, 2003; CAMARA, 2004; CHONG et al., 2005; BEERLI, 2009; MORAIS et al., 2010), e do acará bandeira, *Pterophyllum scalare* (DEGANI, 1993; CACHO et al., 1999; CRUZ et al., 2002; FUJIMOTO et al., 2006; RODRIGUES; FERNANDES, 2006; ZUANON et al., 2006; CACHO et al., 2007a; CACHO et al., 2007b; RIBEIRO et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008; NOROUZITALLAB et al., 2009; ZUANON et al., 2009a; CERNA-MEZA et al., 2014; FUJIMOTO et al., 2016), ambos nativos da bacia amazônica.

Existem também trabalhos com algumas espécies exóticas, que mesmo de baixo valor unitário, se destacam como os mais vendidos no mercado nacional e internacional (LIMA et al., 2001; MONVISES, et al., 2009; VIDAL JUNIOR, 2004a; 2004b), como o peixe japonês *Carassius auratus* (ROSA et al., 1994; SOARES et al., 2000; VIDAL JUNIOR, 2004b; KUNII, 2010) e o peixe-de-briga *Betta splendens* (JAMES; SAMPATH, 2003; 2004; VIDAL JUNIOR, 2004a; FARIA et al., 2006; KIM, 2007; ZUANON et al., 2007; 2009b; MONVISES, et al., 2009; FOSSE et al., 2013).

Outro entrave para o desenvolvimento de pesquisas com peixes nativos da região Amazônica é a grande diversidade de espécies de interesse ornamental. Desta forma, para se escolher a espécie considerada pela piscicultura ornamental e em especial para ser estudada

primeiramente deve-se levar em conta que ela deve apresentar uma série de características biológicas e zootécnicas, tais como: hábitos reprodutivos e alimentares, produção de ovos e larvas, e adaptação à alta densidade (BARDACH et al., 1972). Além disso, devido a características peculiares dos peixes ornamentais devem ser consideradas também as características como demanda de mercado, valor de comercialização, aspectos reprodutivos da espécie e tecnologia de produção disponível (KODAMA et al., 2011).

Na região de Altamira (PA) cerca de 200 espécies de peixes capturadas no rio Xingu são comercializados como ornamentais (ISAAC et al., 2002; ISAAC et al., 2008, CARVALHO JÚNIOR, 2008; CARVALHO JÚNIOR et al., 2009). Dentre as 10 espécies mais comercializados, oito são acaris (CARVALHO JÚNIOR et al., 2009; ALVES et al., 2011) pois, possuem maior interesse e alto valor como ornamental (ISAAC et al., 2008. CARVALHO JUNIOR et al., 2009; CAMARGO et al., 2012). Este alto valor leva ao aumento da captura pela pesca seletiva e conseqüentemente à sobrepesca. Devido a este fato, o acari zebra, situava-se como líder de comercialização em pedidos internacionais (CARVALHO JÚNIOR et al., 2009), porém teve sua pesca proibida em 2005 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O acari zebra está na lista de espécies ameaçadas de extinção pela Instrução Normativa 05/2004 do Ministério do Meio Ambiente (MMA). A espécie em questão encontra-se na Instrução Normativa 054/2007 da Secretária Execultiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTAM), atualmente Secretária de Estado de Meio Ambiente do estado do Pará (SEMA), sendo considerada em situação vulnerável e criticamente ameaçada, respectivamente, e por isso está protegido pelo Decreto Lei 802/2008, que cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero (SEMA, 2009). Está também proibida a sua captura, transportes e comercialização como exemplares vivos, para fins de ornamentação ou aquarioria, pela Instrução Normativa 203, de 22 de 2008, do IBAMA e pela Instrução Normativa Interministerial, 001, de 03 de janeiro de 2012 do Ministério de Estado de Pesca e Aquicultura.

Apesar das proibições estaduais e federais, a crescente demanda e o alto valor de mercado, superior a US\$ 450,00 por peixe (LIVEAQUARIA, 2016), o contrabando torna-se uma prática recorrente (GONÇALVES et al., 2009). Em 2011, foi reportado pela polícia federal uma apreensão de acari zebra escondidos em bagagem no aeroporto de Altamira (FURLA; BATISTA, 2011).

Em que pese os benefícios econômicos da exploração racional desta espécie ornamental para as populações ribeirinhas do rio Xingu, onde ela é endêmica com restrita

distribuição geográfica, sendo encontrada no médio e baixo Xingu, em áreas de corredeiras (ISBRÜCKER, NIJSSEN, 1991; ROSA, LIMA, 2008; CARVALHO JUNIOR, 2008; ISAAC et al., 2008; GONÇALVES et al., 2009; GONÇALVES, 2011; ROMAN, 2011; CAMARGO et al., 2012), a tendência mundial é de investimentos em aquicultura para o abastecimento regular dos mercados e diminuição da pressão de pesca sobre os estoques nativos (CAMARGO et al., 2004), gerando divisas para o país.

Todavia, a alternativa mais segura para a conservação da espécie seria: a captura controlada através do manejo sustentado e os programas de reprodução em cativeiro. Além de diminuir a pressão de pesca, os peixes cultivados possuem comportamento menos agressivo, alimentam-se facilmente de ração comercial e têm menor susceptibilidade à doenças (WITTENRICH, 2007). Assim para que o país obtenha tecnologia para criação racional dessa espécie e não perder seu material genético e econômico para os demais países é necessário o apoio nas pesquisas em sistemas de criação em cativeiro, principalmente na área da reprodução dessas espécies.

Porém, são inúmeras as dificuldades que se apresentam para a realização de protocolo de cultivo e em parte, responsáveis pelos conhecimentos escassos disponíveis na literatura. Apesar da espécie ter sido estudada no ambiente natural sobre os aspectos da sua biologia reprodutiva e dinâmica populacional (ROMAN, 2011), sua distribuição, abundância e estratégia alimentar (GONCALVES, 2011), e com observação da reprodução em aquários (SEIDEL, 1996) os protocolos para sua criação ainda são inexistentes no Brasil.

A falta de pesquisas é, portanto, um sério entrave ao desenvolvimento do setor. E é neste sentido que a pesquisa sobre manutenção e reprodução do acari zebra, visando o futuro cultivo de espécies ornamentais em cativeiro, se mostra como uma prioridade nacional, concretizado pelo fato do órgão de fomento nacional, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), abriu um edital de pesquisa contemplando essa espécie (Chamada 42/2012 - Linha II - Aquicultura).

Assim, no intuito de fornecer um pacote tecnológico para o acari zebra, a primeira exigência para o sucesso da piscicultura é o bem-estar animal. Nenhum animal pode demonstrar o melhor desempenho de crescimento ou de reprodução em condições de estresse (GALHARDO; OLIVEIRA, 2006). Em cativeiro com condições estressantes, mecanismos fisiológicos são acionados para adaptação à nova condição, no entanto, quando essas respostas excedem um limite crítico, mudanças no comportamento e natação, a redução da alimentação, aumento da agressividade (SCHRECK et al., 1997) e redução da reprodução (VAL, 2004) são observados.

Há uma preocupação pública crescente sobre o bem estar de peixes criados em cativeiro (HUNTINGFORD et al., 2006). O bem estar dos peixes é alcançado quando o peixe tem livres condições de escolha, ausência de dor ou minimização de estresse (VOLPATO et al., 2007). Neste contexto, os testes de preferência são indicados (VOLPATO et al. 2007; SULLIVAN et al., 2016), onde o animal é convidado a escolher entre diferentes recursos.

Os testes de preferência são importantes para compreender as exigências da espécie (DAWKINS 2006; SULLIVAN et al., 2016) assim como seu comportamento em cativeiro para permitir o estabelecimento de boas práticas de manejo (GALHARDO e OLIVEIRA, 2006) e alcançar o bem-estar dos peixes (VOLPATO et al., 2007). Apesar disso, a compreensão científica sobre a manutenção das espécies ornamentais em cativeiro relacionadas às preferências e exigências das espécies é limitada (WALSTER, 2008) principalmente no que diz respeito ao enriquecimento ambiental (EA) (SULLIVAN et al., 2016).

O EA é dividido em diferentes categorias, segundo YOUNG (2003): 1- Enriquecimento físico, adição de estruturas; 2- enriquecimento sensorial, estimulação dos órgãos sensoriais e cérebro; 3-enriquecimento do trabalho, redução da monotonia física e psicológica ; 4- enriquecimento social, contato e interação com indivíduos da mesma espécie; e 5- enriquecimento da dieta, variedade e formas de fornecimento de alimentos. Com o incremento da complexidade ambiental o EA objetiva mitigar os estressores ambientais e melhorar o bem estar, em ambiente de cultivo tradicionalmente pobres em estímulos sensoriais (YOUNG, 2003; WILLIAMS et al., 2009; NÄSLUND; JOHNSSON, 2014) devido aos interesses econômicos (BERGQVIST; GUNNARSSON, 2011).

Os peixes respondem ao EA com redução dos níveis de cortisol (NÄSLUND et al., 2013), das taxas metabólicas (MILLIDINE et al., 2006) e das interações agonísticas (LACHANCE et al., 2010; KADRY; BARRETO 2010, OLDFIELD, 2011; WILKES et al., 2012), assim como pode aumentar a capacidade cognitiva dos peixes (VON KROGH et al., 2010) e conseqüente aumento da capacidade de se adaptar às novas situações e aprendizagem (SALVAGENS et al., 2013). Aliado a isso podem melhorar o desempenho produtivo com aumento das taxas de sobrevivência (COULIBALY et al., 2007) e crescimento (COULIBALY et al., 2007; SPENCE et al., 2011; LANGEN, 2012).

O uso de abrigos em ambientes de cultivo pode ser utilizado como um enriquecimento ambiental do tipo estrutural (EAE) e serve para diminuir estressores ambientais, como agressões intraespecíficas e atividade humana (NÄSLUND; JOHNSSON, 2014). Se as

estruturas forem adequadas, podem produzir no peixe o estado de bem estar (VOLPATO et al., 2007; HUNTINGFORD et al., 2012)

Abrigos podem ter a mesma função a partir de uma perspectiva humana (NÄSLUND; JOHNSON, 2014), porém para os loricarídeos o comportamento de procurar um abrigo, como troncos e pedras, é uma característica biológica da Família, este comportamento está relacionado à proteção contra os predadores (POWER, 1984; CASTRO, 1999), alimentos disponíveis (POWER, 1984; BUCK; SAZIMA, 1995; CASATTI; CASTRO, 1998; SABINO, 2000) e de desova (SEIDEL, 1996; BRITO et al., 2016).

O enriquecimento da dieta através de informações dos testes de preferéncia alimentar auxiliam na promoção do bem estar em cativeiro além de fornecer subsídios para formulações de dietas. Com relação à alimentação e à nutrição dos loricarídeos, em especial o acari zebra, relata-se que a espécie na natureza pode ser considerada iliófaga-onívora, onde os itens dominantes como algas perifíticas, detritos, esponjas e restos vegetais são consumidos por toda a população. Insetos, zooplâncton, areia, moluscos bivalves, e animais não identificados foram consumidos pela maior parte da população. Nematódeos e miriápodes foram considerados itens ocasionais (GONÇALVES, 2011). Esse amplo espectro alimentar evidencia uma diversidade alimentar característica da Família Loricariidae, como em *Hypostomus ancistroides* e *Hypostomus* sp. (CASATTI et al., 2005), *H. punctatus* (MAZZONI et al., 2010) e *Neoplecostomus microps* (BRAGA et al., 2008).

A maioria das espécies de loricarídeos possuem hábitos detritívoros como *Farlowella* sp., *Rineloricaria heteroptera* e *Ancistrus* sp. (SABINO e ZUANON, 1998), *Hisonotus* sp., *Hypostomus ancistroides* e *H. nigromaculatus* (CASATTI et al., 2001) e *Hypostomus pyrineusi*, *Panaque nocturnus*, *P.* cf. *nigrolineatus* e *Pterygoplichthys disjunctivus* (GERMAN, 2009). Outros, podem ser iliófagos como *Hopliancistrus tricornis*; ser herbívoros como *Otocinclus hasemani* e *Paratocinclus* sp.; ser onívoro como *Panaque* aff. *armbrusteri*, *Oligancistrus punctatissimus*, *Parancistrus aurantiacus* e *Peckoltia vittata*; de hábito carnívoros, como *Leporacanthicus heterodon*, *Scobinancistrus aureatus* e *S. pariolispos*; com mistura de hábitos, como o *Hypancistrus* sp.1 (pão) e *Pseudacanthicus* sp.1 (assacu-pirarara), que são onívoros com tendência a carnívoro; e outros que além de serem herbívoros comem espículas de poríferas, como o *Ancistrus ranuculus*, *Baryancistrus xanthellus* e *B. chrysolomus* (CAMARGO et al., 2012).

Peixes com alta plasticidade alimentar, ou seja, a habilidade da espécie em aproveitar uma fonte alimentar mais vantajosa em um dado momento (GERKING, 1994), se destacam para criação em cativeiro, pois podem utilizar alimentos disponíveis e de fácil aquisição no

mercado. As informações sobre novos itens alimentares são importantes para subsidiar sua inclusão em rações específicas para a espécie, com consequente redução dos custos de produção (BROWDY et al., 2009).

A resposta dos peixes para as boas condições de manutenção, neste caso abrigo e alimentação, podem ser observadas, um crescimento regular, melhorias nas taxas de alimentação, longevidade e baixas taxas de mortalidade e reprodução (DUNCAN; FRASER, 1997).

Considerando que o sucesso reprodutivo é uma consequência do bem estar animal, devemos entender que a reprodução em peixes é um processo multifatorial e envolve fatores sociais, ambientais, nutricionais e endócrinos (BALDISSEROTTO, 2002; ANDRADE; YASUL, 2003; UBINARTI, 2005; UREÑA et al., 2005; CHELLAPPA et al., 2009; ARAÚJO et al., 2012). No aspecto social, as informações sobre o cuidado parental e construção de ninhos em loricarídeos são escassas e não uniformizadas, tanto de observações na natureza como em laboratório (PY-DANIEL; FERNANDES, 2005), bem como qual a melhor proporção sexual para manter a produção de forma jovens durante todo ano. Em espécies de cuidado parental a reprodução natural, fornece melhores resultados (RIBEIRO et al., 2008; CAVERO; FONSECA, 2008; ALVES et al., 2009; COLLAZOS-LASSO; ARIAS-CASTELLANOS, 2009).

No aspecto ambiental, alterações de pluviosidade, de temperatura, de fotoperíodo, de disponibilidade de alimento e de qualidade da água podem estimular a reprodução dos peixes (ANDRADE; YASUL, 2003; UBINARTI, 2005; CHELLAPPA et al., 2009; ARAÚJO et al., 2012). Essas alterações são importantes nos ambientes amazônicos que estão sujeitos a oscilação entre uma fase terrestre e outra aquática (JUNK, 1996), sendo o fenômeno de cheias e vazantes periódicas, denominado de pulso de inundação, promovido pelas descargas dos rios a maior força controladora da biota (SOARES et al., 2002). O ambiente físico-químico resultante deste pulso se caracteriza como um sistema distinto capaz de promover adaptações da biota de caráter morfológico, anatômico, fisiológico, constituindo características específicas das comunidades (JUNK, 1989; SOARES et al., 2002). Desta forma o ciclo de vida dos animais está relacionado com o período, duração e taxas de subida e descidas das águas. O regime hidrológico influencia fortemente todos os processo ecológicos (POFF; ALLAN, 1995), serve como indutor na reprodução de muitas espécies de peixes (JUNK et al., 1989) e favorece as diferentes estratégias adaptativas como um crescimento rápido, maturidade precoce e altas taxas reprodutivas (SOARES et al., 2002).

Analisando as variáveis abióticas na Amazônia, percebe-se que o pH não apresenta grandes variações entre a enchente, vazante e cheia. A temperatura embora tenha apresentado variações diárias, sazonalmente, estas variações foram sutis. O valor de condutividade foi o parâmetro que apresentou as maiores alterações entre os períodos, resultante do processo de decomposição e lixiviação, liberado ou lixiviando íons inorgânicos (SOARES et al., 2002).

A condutividade é considerada dessa maneira um fator abiótico importante relacionado ao estímulo para a maturação final, ovulação e desova de diversos peixes de pequeno porte do Brasil Central (URBINATI, 2005). COLLAZOS-LASSO e ARIAS-CASTELLANOS, (2009), obtiveram sucesso na estimulação da maturação final e desovas do acari *Ancistrus triradiatus* com mudanças bruscas de condutividade. As desovas ocorreram de $24,6 \pm 1,3$ a $26,5 \pm 0,4$ horas após a diminuição da condutividade de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ para diversos valores de condutividades (80, 60, 40 e $20 \mu\text{S cm}^{-1}$). Com o aumento para 120, 160 e $180 \mu\text{S cm}^{-1}$ não foi observado desovas. Em tamoatá *Hoplosternum littorale*, a diminuição da condutividade (350 para 57,5 e de 265 para $73,2 \mu\text{S cm}^{-1}$) através de simulação de chuva durante 3 dias, com ou sem aumento do nível de água, promoveram desovas (RAMNARINE, 1995). A manipulação do ambiente natural e da condutividade teve um papel importante na reprodução do cardinal tetra *Paracheirodon axelrodi*. As desovas iniciaram após diminuição da condutividade e do pH, concomitante com o aumento do nível de água de 1 cm dia^{-1} , durante 15 dias (ANJOS; ANJOS, 2006), porém o efeito da condutividade não foi ainda avaliado para o acari zebra.

Os fatores endócrinos são considerados importantes na reprodução, pois permitem sincronização da reprodução em cativeiro e manipulação do período reprodutivo (BOCK; PADOVANI, 2000; ANDRADE; YASUL, 2003; BOMBARDELLI et al., 2006). Considerada a maneira mais eficiente e prática de se obter ovos de boa qualidade em peixes confinados.

A técnica da propagação artificial com uso de hormônios foi desenvolvida na década de trinta pelo cientista brasileiro Dr. Rodolpho Von Ihering. Esta técnica difundiu-se pelo mundo, sendo empregada até hoje, possibilitando o suprimento de ovos para uma grande variedade de peixes de importância econômica (BOCK; PADOVANI, 2000; BOMBARDELLI et al., 2006). É geralmente utilizada em peixes que realizam piracema ou que desovam em um período do ano (GODINHO, 2007).

Segundo revisão realizada por STREIT JR et al. (2002), o hormônio oriundo do extrato hipófise é o indutor mais utilizado para a reprodução na piscicultura mundial nos diversos grupos de peixes, sendo a carpa *Cyprinus carpio* a principal doadora. A posologia mais utilizada continua sendo a preconizada por WOYNAROVICH e HORVATH (1983), de

5,5 mg de extrato de hipófise/kg de peixe, fracionada em duas partes para as fêmeas em dose única para os machos. Esta técnica é constantemente melhorada e sofre adaptações para as mais diferentes espécies de peixes de cultivo (BOMBARDELLI et al., 2006; GODINHO, 2007; ZANIBONI-FILHO; WEINGARTNER, 2007). É geralmente utilizada em peixes que realizam piracema ou que desovam em um período específico do ano (GODINHO, 2007). Pode ser utilizada para algumas espécies de peixes ornamentais (VIDAL JUNIOR, 2003), mas precisa ser adaptada, estabelecendo o indutor ideal e a dose correta. Embora, por causa do alto custo dos hormônios (CREPALDI et al., 2006), é aconselhado que seu uso seja restrito a espécies de alto valor, em processo de melhoramento genético ou em risco de extinção.

Em espécies de cuidado parental como o pirarucu, acará disco, acará bandeira e apistograma, a reprodução natural é mais utilizada (CACHO et al., 1999; CAMARA, 2004; RIBEIRO et al., 2008; CAVERO; FONSECA, 2008; ALVES et al., 2009). As espécies que cuidam da prole podem depositar seus ovos sobre folhas e raízes de plantas aquáticas ou em outros tipos de substrato, cavam buracos, constroem ninhos, enterram ou incubam na própria boca. Geralmente desovam várias vezes durante o ciclo reprodutivo, são peixes prolíficos. Apesar de possuírem uma taxa de fecundidade baixa, em virtude da proteção à prole, a taxa de sobrevivência das larvas é alta (VAZZOLER, 1996; CACHO, et al., 1999).

Além da reprodução, informações sobre o manejo alimentar e a densidade de estocagem são importantes na cadeia produtiva, pois precisam fornecer alevinos de qualidade periodicamente e assim sendo, manejos que propiciem maiores taxa de sobrevivência de larvas devem ser adotados (ATENCIO-GARCÍA et al., 2003). Dentre os requisitos básicos para aumentar a taxa de sobrevivência dos peixes está um eficiente manejo alimentar. O adequado manejo alimentar, aumenta o lucro, reduz a quantidade de alimento e/ou tempo de cultivo para produção de uma mesma biomassa de peixe (CRESCÊNCIO et al., 2005) e permite ao produtor quantificar o alimento fornecido (CARNEIRO e MIKOS, 2005; RIBEIRO, 2008). A quantidade de ração adequada resultará em um efluente de menor concentração de nutriente, proporcionando uma produção tanto ecológica como econômica (FRASCA-SCORVO et al., 2007), uma vez que a alimentação tem um grande impacto no custo variável (SCORVO-FILHO, 2004) e pode representar entre 40 a 70% dos custos de criação (HISANO e PORTZ, 2007; SANTOS et al., 2009).

Porém, peixes alimentados abaixo das necessidades fisiológicas resultam em baixa produtividade e aumento no tempo de cultivo, influenciando assim no retorno econômico do empreendimento (MEURER et al., 2005). Em excesso, podem apresentar deficiências no crescimento, desperdício de alimento e diminuição da conversão alimentar, resultando no

aumento do custo de produção e deterioração na qualidade da água (BEERLI et al., 2004; LUZ; PORTELLA 2005a; SANTOS et al., 2013).

Em empreendimento aquícolas onde se almeja uma elevada produtividade, redução dos custos de produção e dos impactos ambientais, e um adequado manejo alimentar são importante (TESSER; SAMPAIO, 2006; SCORVO FILHO et al., 2010). No entanto, informações sobre manejo alimentar das espécies nativas ainda são escassas, principalmente para os loricarídeos. O nível de arraçoamento, a frequência alimentar e a densidade de estocagem são parâmetros importantes durante as fases de criação e estão entre os mais estudados no cultivo de diversas espécies (ROSENLUND et al., 2004; SCHNAITTACHER et al., 2005; PRIESTLEY et al., 2006; FRASCA-SCORVO, et al., 2007; SILVA et al., 2007; BEERLI, 2009; BISWAS et al., 2010).

A taxa alimentação ideal deve ser definida levando em consideração a espécie, o sistema e a fase de cultivo, e com uma análise de custo-benefício. Na alevinagem do peixe ornamental tricogaster *Trichogaster trichopterus* foram encontrados melhores valores de comprimento final, peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e fator de condição em peixes alimentados com ração comercial (28% PB) uma vez por dia à base de 9% p.v. dia⁻¹ em comparação aos alimentados com 3 e 6% p.v. dia⁻¹ (ZUANON et al., 2004). Diferentes taxas de alimentação foram observadas em diferentes espécies e sistemas de cultivo, como 2 e 5% p.v. dia⁻¹ no cultivo intensivo de peixe palhaço *Amphiprion ocellaris* em sistema de recirculação (KODAMA et al., 2011) e 3.5% p.v. dia⁻¹ no cultivo robalo europeu *Dicentrarchus labrax* (EROLDOĞAN et al., 2004). Taxas diferentes (2.7, 5 e 8% p.v. dia⁻¹) podem ser observadas com a mesma espécie e fase de vida, como o observado em alevinos *Rhamdia quelen* (MELO et al., 2002; LOPES et al., 2006; SIGNOR et al., 2004). As taxas alimentação podem ser dependentes também do tamanho e sistema de cultivo (CHO et al., 2003). No cultivo de tambaqui *Colossoma macropomus*, durante a alevinagem (45 dias) a taxa de 10% p.v. dia⁻¹ distribuídos em 3 refeições diárias apresentou melhores resultados em comparação a 5% p.v. dia⁻¹ (SILVA et al., 2007). Na engorda (150 dias), a taxa de 1% p.v. dia⁻¹ em 2 refeições diárias em comparação a 3 e 5% p.v. dia⁻¹ proporcionou um menor custo de produção por kilo de peixe (CHAGAS et al., 2007).

Vale ressaltar que a taxa de alimentação acima do ideal provoca redução no aproveitamento da ração e diminui a qualidade da água (MEURER et al., 2005; SALARO et al., 2008), podendo ser confirmado visualmente pelas sobras de ração no fundo dos aquários ou flutuando nos viveiros e tanques de piscicultura.

Com relação à frequência alimentar, vários autores encontraram melhores índices zootécnicos utilizando a frequência de 4 vezes dia⁻¹ em larvas de *Pterophyllum scalare* (KASIRI et al., 2011), *Rhamdia quelen* (DIEMER et al 2012; NETO et al., 2013) e *Pyrrhulina brevis* (ABE et al., 2015). Já em larvas de Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) a frequência de 3 vezes dia⁻¹, apresentou melhor desempenho para peso e comprimento em relação a menores concentrações (SANTOS et al., 2015). Em juvenis podem ser observadas diferentes frequências, 1 vez dia⁻¹ em *Rhamdia quelen* (MARTINELLI et al., 2013), 2 vezes dia⁻¹ em acará bandeira *Pterophyllum scalare* (FUJIMOTO et al., 2016), tilápias-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (SANTOS et al., 2014) e Robalo-Peva *Centropomus parallelus* (CORRÊA et al.,2010), 3 vezes dia⁻¹ em peixe-rei *Odontesthes humensis* (POUEY et al.,2012) e 4 vezes dia⁻¹ em carpa-capim *Ctenopharyngodon idella* (MARQUES et al., 2008).

A frequência alimentar adequada ao bom desempenho do peixe pode variar de espécie para espécie (CARNEIRO; MIKOS, 2005), idade dos animais, qualidade e temperatura da água (HAYASHI et al., 2002; SOARES et al., 2007) e depende dos hábitos alimentares, morfologia do trato digestório, estágio de desenvolvimento, posicionamento na coluna d'água e agrupamento dos peixes, podendo desencadear respostas positivas ou negativas no animal (POUEY et al., 2012; BITTENCOURT et al., 2013).

A adoção de uma correta frequência alimentar melhora o crescimento e sobrevivência (RABE e BROWN, 2000) e pode levar à uma melhor uniformidade no tamanho entre os peixes (PRIESTLEY et al., 2006). Atua regulando a quantidade do alimento fornecido e mão de obra direcionada para alimentação, permitindo o escalonamento da produção, o que ocasiona uma diminuição de gastos nos cultivos, com otimização no laboratório dos procedimentos de cultura (SOUZA et al., 1997; JOMORI et al., 2003; LUZ e PORTELLA, 2005b; SOARES et al., 2007; ZUANON et al., 2011).

Além disso, o peixe é estimulado a procurar pelo alimento em momentos pré-determinados quando se utiliza uma frequência alimentar adequada, momento este oportuno para observar alterações na atividade alimentar e avaliar o estado de saúde dos peixes (SANCHES e HAYASHI, 2001; CARNEIRO; MIKOS, 2005; SANTOS et al., 2014). Já a frequência alimentar inadequada pode beneficiar animais dominantes (GONÇALVES-JUNIOR et al., 2014) e alimentos em excesso permanecem na água por longos períodos perdendo seus nutrientes, deteriorando da qualidade do alimento (DWYER et al., 2002) e da água.

Já a densidade de estocagem pode se tornar um fator estressante, interferindo no crescimento, alterando o comportamento alimentar (LEFRANÇOIS et al., 2001). A densidade de estocagem está diretamente relacionada ao crescimento e sobrevivência dos animais (CAMPAGNOLO; NUÑER, 2006; SAHOO et al., 2010). A densidade ideal para o peixe expressar seu máximo desempenho zootécnico, varia de acordo com a espécie, sistema de produção, tipo e tamanho dos tanques, qualidade de água, idade e tamanho do animal, bem como do alimento disponível (PAPOUTSOGLOU et al., 1990). O uso de reduzidas densidades de estocagem pode gerar a subutilização do espaço (SANTOS, 2011), ao contrário, em altas densidades a qualidade da água pode deteriorar (SAHOO et al., 2010; FUJIMOTO et al., 2012), causando declínio da taxa de sobrevivência, do bem estar animal (RIBEIRO, 2010; ZUANON et al., 2011), diminuir o aproveitamento de nutrientes (PAPOUTSOGLOU et al., 1998) e das taxas reprodutivas.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo principal gerar informações de manutenção e reprodução do acari zebra, *Hypancistrus zebra* em cativeiro, no que se refere ao bem estar, reprodução e manejo na fase de alevinagem. Como objetivos específicos:

- Realizar um inventário das espécies do rio Xingu e selecionar a espécie prioritária para o desenvolvimento de tecnologias de cultivo;
- Avaliar a aceitação de diferentes abrigos e alimentos na manutenção de acari zebra mantido em cativeiro;
- Avaliar diversas condições para a indução da reprodução do acari Zebra, em cativeiro e;
- Avaliar o manejo alimentar para os alevinos da geração F1 de *Hypancistrus zebra* em cativeiro.

1.1 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese foi elaborada em forma de capítulos conforme formatação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará. Com os seguintes tópicos:

INTRODUÇÃO GERAL. Neste é realizado uma revisão bibliográficas que inclui os assuntos abordados ao longo dos demais capítulos de forma a permitir a compreensão dos aspectos técnicos e biológicos envolvidos na manutenção e reprodução do acari zebra *Hypancistrus zebra*, bem como os objetivos deste trabalho.

O CAPÍTULO I. Contém um artigo publicado em 2015 no Brazilian Journal of Biology “Peixes ornamentais de importância econômica e biológica para o rio Xingu”.

O CAPÍTULO II. Contém um artigo publicado em 2013 no Journal of Applied Ichthyology “Seleção de abrigo no acari zebra amazônico, *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requisitos em condições de criação”.

O CAPÍTULO III. Contém um artigo formatado para submissão no Journal of Applied Ichthyology “Manejo alimentar e densidade de estocagem de acari zebra em cativeiro”.

O CAPÍTULO VI. Contém um artigo formatado para submissão no Animal Reproduction Science “Aspectos reprodutivos e alevinagem do acari zebra, *Hypancistrus zebra*, criados em cativeiro”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS. Neste tópico são realizadas de forma sintética as considerações do presente trabalho.

2 CAPÍTULO I. PEIXES ORNAMENTAIS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E BIOLÓGICA PARA O RIO XINGU

Brazilian Journal of Biology, v.75, n.3, p.S95-S98. 2015. DOI: 10.1590/1519-6984.02614BM

Ramos, FM.^{a,b*}, Araújo, MLG.^c, Prang, G.^d and Fujimoto, RY.^e

^aPós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará – UFPA, Rua Augusto Corrêa, Guamá, CEP 66075-110, Belém, PA, Brazil; ^bEmpresa Alimento Seguro, Rua Travessa 14 de Abril, 1057, São Brás, CEP 66060-460, Belém, PA, Brazil; ^cLaboratório de Dinâmica de Populações Marinhas, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro de Dois Irmãos, CEP 52171-030, Recife, PE, Brazil; ^dThe Hartman Group, 3150 Richards Rd Suite #200, Bellevue, WA 98005, Estados Unidos; ^eEmbrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE, Brazil. *e-mail: fabriciomramos@gmail.com

Com a implantação da hidrelétrica de Belo Monte no estado do Pará, ocorrerá redução de vazão do rio e alterações do ciclo hidrológico na área, o que refletirá na diminuição da populações de peixes (ELETROBRAS, 2008).

Na cidade de Altamira, mais de 200 espécies de peixes são comercializados como peixes ornamentais (Carvalho Junior et al., 2009). O aumento do valor de mercado leva ao aumento da pesca seletiva e consecutivamente à sobrepesca. Além disso, as mudanças ambientais implicam grandes mudanças sociais, uma vez que uma grande parte da população local depende da pesca ornamental como uma fonte de renda. Enquanto o Brasil não desenvolve protocolos para a produção comercial dos peixes ornamentais, populações ribeirinhas vivem à custa da pesca extrativista. Por outro lado, nos países asiáticos, tidos como grandes importadores, foram registrados grandes avanços tecnológicos na aquicultura de várias espécies brasileiras de alto valor comercial, como as arraias (Potamotrygonidae) e de vários tipos de acaris (Loricariidae) dentre eles, o acari zebra (Chapman et al., 1997, 1998; Olivier, 2001 e Ribeiro et al., 2009). Observa-se, portanto a perda de divisas pelo Brasil.

Assim, a escolha das espécies para a criação de peixes ornamentais deve considerar características biológicas, tais como hábitos reprodutivos e alimentares, requisitos para a criação de ovos e larvas.

Este trabalho teve como objetivo selecionar espécies prioritárias para a investigação que permita o desenvolvimento de tecnologias de cultivo das espécies de interesse ornamentais da região do Xingu.

Os critérios de seleção das espécies prioritárias foram baseados nos aspectos biológicos e zootécnicos. Além disso, devido a características peculiares dos peixes ornamentais foram considerados também as características descritas por KODAMA et al. (2011) como demanda de mercado valor de comercialização, aspectos zootécnicos da espécie e tecnologia de produção disponível.

Assim, os índices foram divididos em 2 grupos: Determinante biológico/zootécnico: abundância, distribuição, potencial reprodutivo, rusticidade ao ambiente de cativeiro, facilidade de prover alimentação, facilidade de formar casais ou grupos reprodutivos e densidade de estocagem, e; Determinante econômico/Ambiental: valor de mercado e status de conservação.

Utilizou-se noventa e quatro espécies de peixes atribuídas ao rio Xingu, distribuídos em doze Famílias que ocorrem no mercado ornamental, foram classificadas em relação aos determinantes, coletadas informações de bibliografia e dos atores da cadeia produtiva de peixe ornamental, sendo seguida de uma análise de mercado. Cada critério recebeu notas: alta, média e baixa. Após esta etapa foi construída uma matriz de viabilidade, ferramenta desenvolvida utilizando a lógica Fuzzy, em virtude das incertezas existentes na dinâmica do mercado ornamental e na falta de informações biológicas sobre as espécies de peixes ornamentais do rio Xingu (Shaw e Simões, 2002).

A seleção de espécies prioritárias para a pesquisa foi restrita a três principais Famílias de peixes, com base nos interesses dos pescadores e exportadores locais: Loricariidae (Tabela 1), Potamotrygonidae e Cichlidae (Tabela 2).

Com base na matriz (Figura. 1) foram escolhidos cinco espécies a partir da Família Loricariidae (*Hypancistrus zebra*, *Hypancistrus* sp2, *Baryancistrus xantheus*, *Scobinancistrus* sp3 e *Ancistrus* sp4), uma espécie para Potamotrygonidae (*Potamotrygon leopoldii*) e duas espécies de Cichlidae (*Crenicichla regani* e *Teleocichla* spp.).

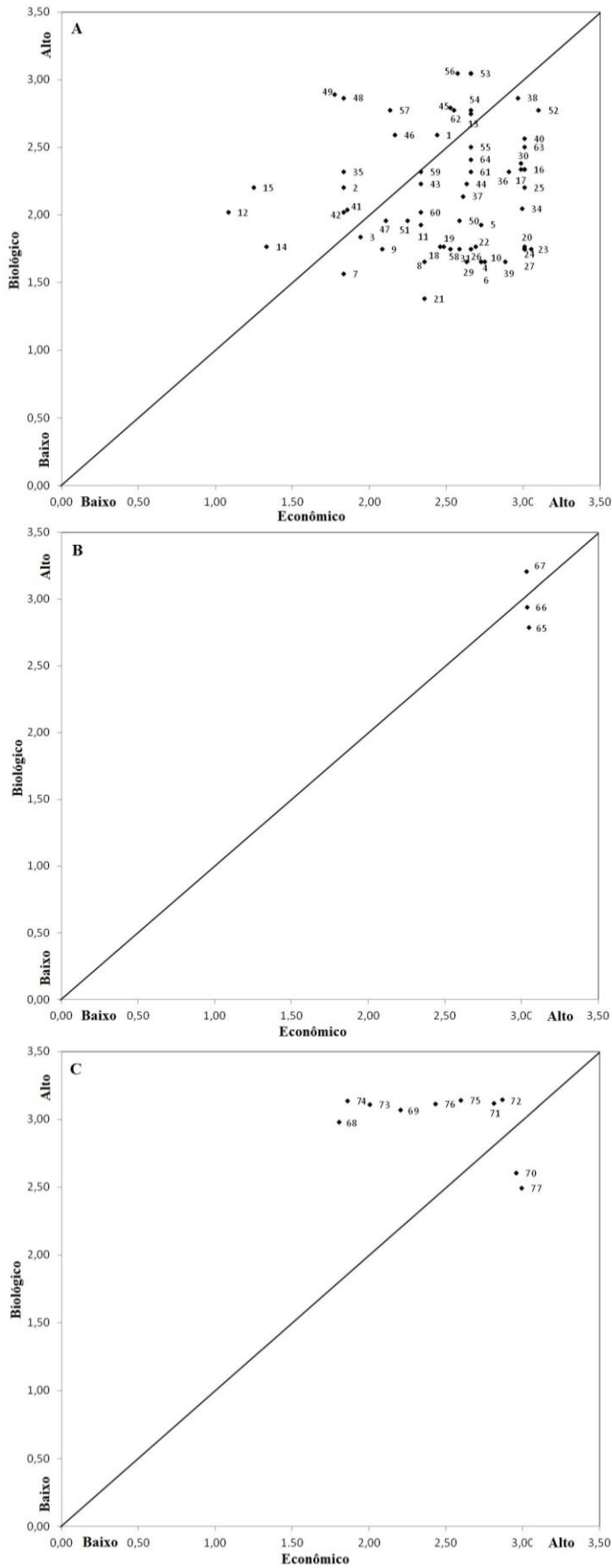


Figura 1. Ranking das espécies de maior prioridade à investigação em aquicultura. Família distribuídas: Loricariidae (A) Potamotrygonidae (B) e Cichlid (C).

Tabela 1. Lista das espécies da Família Loricariidae avaliadas.

Number	Species	L-Number	Number	Species	L-Number
1	<i>Acanthicus hystrix</i> (Spix and Agassiz, 1829)	L155	33	<i>Loricaria cataphracta</i> (Linnaeus 1758)	?
2	<i>Ancistrus ranuculus</i> (Müller, Rapp Py-Daniel and Zuanon 1994)	L034	34	New genus similar to <i>Scobinancistrus</i>	L082
3	<i>Ancistrus</i> sp1	L100	35	<i>Oligancistrus punctatissimus</i> (Steindachner 1882)	L016, L030
4	<i>Ancistrus</i> sp2	?	36	<i>Oligancistrus</i> sp1	L354
5	<i>Ancistrus</i> sp3	?	37	<i>Oligancistrus</i> sp2	L020
6	<i>Ancistrus</i> sp4	?	38	<i>Otocinclus hasemani</i> (Steindachner 195)	?
7	<i>Baryancistrus aff longipinnis</i>	L019	39	<i>Panaque aff armbrusteri</i> (Lujan, Hidalgo and Stewart 2010)	L027
8	<i>Baryancistrus chrysolomus</i> (Rapp Py-Daniel, Oliveira and Zuanon 2011)	L047	40	<i>Panaque aff. nigrolineatus</i>	?
9	<i>Baryancistrus niveatus</i> (Castelnau 1855)	L026	41	<i>Panaque</i> sp1	L002, L074
10	<i>Baryancistrus</i> sp	?	42	<i>Parancistrus aurantuacus</i> (Castelnau 1855)	L056
11	<i>Baryancistrus xantheus</i> (Rapp Py-Daniel, Oliveira and Zuanon 2011)	L018, L081, L085, L177	43	<i>Parancistrus nudiventris</i> (Rapp Py-Daniel and Zuanon 2005)	L031, L176, L300, LDA 004
12	<i>Farlowella smithi</i> (Fowler 1913)	?	44	<i>Parotocinclus</i> sp	?
13	<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i> (Kner 1853)	?	45	<i>Peckoltia compta</i>	L134
14	<i>Hopliancistrus</i> sp1	L017	46	<i>Peckoltia sabaji</i> (Armbruster 2003)	L075, L124, L301
15	<i>Hopliancistrus tricornis</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L212	47	<i>Peckoltia</i> sp1	L012, L013
16	<i>Hypancistrus</i> “complexo pão”	L236 iriri	48	<i>Peckoltia vittata</i> (Steindachner 1882)	L015
17	<i>Hypancistrus</i> “complexo pão”	L287 Xingu	49	<i>Pseudansitrus</i> sp	L067
18	<i>Hypancistrus</i> “complexo pão”	L173 Xingu	50	<i>Pseudacanthicus</i> sp1	L025
19	<i>Hypancistrus</i> “complexo pão”	L250 Iriri	51	<i>Pseudacanthicus</i> sp2	L185
20	<i>Hypancistrus</i> “complexo pão”	Baixo Xingu	52	<i>Pseudancistrus barbatus</i>	?
21	<i>Hypancistrus</i> sp1	L066	53	<i>Pseudoloricaria laeviuscula</i> (Valenciennes 1840)	?
22	<i>Hypancistrus</i> sp2	L174	54	<i>Pterygoplichthys lituratus</i> (Kner 1854)	L196
23	<i>Hypancistrus zebra</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L046/L173	55	<i>Pterygoplichthys xinguensis</i> (Weber 1991)	
24	<i>Hypoptopoma cf inexpectatum</i>	?	56	<i>Reganella depressa</i> (Kner 1853)	?
25	<i>Hypoptopoma gulares</i>	?	57	<i>Rinoloricaria platyura</i> (Müller and Troschel 1849)	L042
26	<i>Hypoptopoma incognitum</i> (Aquino and Shaefer 2010)	?	58	<i>Scobinancistrus</i> sp3	L48?
27	<i>Hypoptopoma</i> sp	?	59	<i>Scobinancistrus aureatus</i> (Burgess 1994)	L014
28	<i>Hypostomus aff. emarginatus</i>	?	60	<i>Scobinancistrus pariolispos</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L048
29	<i>Hypostomus aff. plecostomus</i>	?	61	<i>Spatuloricaria</i> sp	?

30	<i>Hypostomus hemicochliodon</i> (Armbruster 2003)	?	62	<i>Spectracanthicus murinus</i> (Nijssen and Isbrücker 1987)	L254
31	<i>Leporacanthicus heterodon</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L172	63	<i>Spectracanthicus punctatissimus</i> (Steindacher 1881)	?
32	<i>Limatulichthys griseus</i> (Eigenmann 1909)	L062	64	<i>Squaliforma emarginata</i> (Valenciennes 1840)	L011

? Nenhuma descrição válida; (L-Number) classificação da empresa Aqualog usada por hobbistas e comerciantes.

Tabela 2. Lista das espécies das Famílias Potamotrygonidae e Cichlidae avaliadas.

Number	Species	Family	Number	Species	Family
65	<i>Potamotrygon leopoldi</i> (Castex and Castello, 1970)	Potamotrygonidae	72	<i>Heros severus</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae
66	<i>Potamotrygon motoro</i> (Müller and Henle 1841)	Potamotrygonidae	73	<i>Pterophyllum scalares</i> (Lichenstein, 1840)	Cichlidae
67	<i>Potamotrygon orbgyini</i> (Castelnau 1855)	Potamotrygonidae	74	<i>Retroculus xinguenses</i> (Gosse, 1971)	Cichlidae
68	<i>Apistogramma</i> spp.	Cichlidae	75	<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae
69	<i>Crenicichla alta</i> (Eigenmann, 1912)	Cichlidae	76	<i>Symphysodom aequifasciatus</i> (Pellegrin, 1904)	Cichlidae
70	<i>Crenicichla regani</i> (Ploeg, 1989)	Cichlidae	77	<i>Teleocichla</i> spp.	Cichlidae
71	<i>Geophagus altifrons</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae			

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Norte Energia SA, a Leme Engenharia, ao CNPq (406512 / 2012-4) e a CAPES.

2.1 REFERÊNCIAS

- CARVALHO JUNIOR, JR., CARVALHO, NASS., NUNES, JLG., CAMÕES A., BEZERRA MFC., SANTANA, AR. and NAKAYAMA, L., 2009. Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso. Boletim do Instituto de Pesca, vol. 35, no. 3, p. 521-530.
- CHAPMAN, FA., 2000. Ornamental fish culture, freshwater. In STICKNEY, RE. (Ed.). Encyclopedia of aquaculture, New York: John Wiley & Sons. vol. 3, p. 602-610.
- Eletrobras, 2008. Aproveitamento hidrelétrico Belo Monte. Diagnóstico de impacto ambiental, ictiofauna e pesca. vol. 19, 433 p.
- KODAMA, G., ANNUNCIACÃO, WF., SANCHES, EG., GOMES, CHAM., and TSUZUKI, MY., 2011. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprionocellaris ocellaris*, em sistema de recirculação. Boletim do Instituto de Pesca, vol. 37, no. 1, p. 61-72.
- RIBEIRO, FAS., CARVALHO JUNIOR, JR., FERNANDES, JBK., and NAKAYAMA, L., 2009. Cadeia a produtiva do peixe ornamental. Panorama da Aquicultura, vol. 19, no. 112, p. 36-45.
- SHAW, IS. and SIMÕES, MG. (Eds.), 1999. Controle e modelagem Fuzzy. São Paulo: Edgard Blücher. 165 p.

3 CAPÍTULO II. SELEÇÃO DE ABRIGO NO ACARI ZEBRA AMAZÔNICO, *Hypancistrus zebra* ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES: LORICARIIDAE): REQUISITOS EM CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO

Journal of Applied Ichthyology, v.29, p.927-929. 2013. DOI: 10.1111/jai.12176

F. M. Ramos¹, L. B. Recuero², T. V. N. Silva², R. Y. Fujimoto³, J. T. Lee⁴ e M. Ferreira Torres²

¹Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura, Universidade Federal do Pará, Bragança, Brasil;

²Faculdade de Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal do Pará. Núcleo de Pesquisa Aplicada em Pesca e Aquicultura Norte 3, Castanhal, Brasil; ³Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Brasil;

⁴Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil.

3.1 INTRODUÇÃO

Os Loricariidae, popularmente conhecidos como acaris e cascudos, são atraentes e coloridos com valor significativo no mercado de peixes ornamentais. Muitas espécies, no entanto, estão atualmente sobreexploradas na bacia do Amazonas (Camargo e Ghilardi, 2009), provocando questões sociais e ambientais.

A grande diversidade de microhabitat na bacia do Amazonas, especificamente no Rio Xingu, favoreceu o surgimento de muitas espécies endêmicas (Camargo e Ghilardi, 2009), tais como o acari zebra *Hypancistrus zebra* ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991. Esta espécie é endêmica no rio Xingu e considerada como criticamente ameaçada pela Instrução Normativa 05/2004 do Ministério do Meio Ambiente. O risco iminente de extinção é devido principalmente ao excesso de pesca, bem como a usina de Belo Monte Hidrelétrica em construção e que irá modificar o fluxo do rio a um regime lântico.

O cultivo de loricarídeos tem sido estimulado para satisfazer a demanda do mercado e reduzir a pressão sobre as populações naturais (Camargo et al., 2004). Torres (2006) revisou a limitada literatura sobre o cultivo de loricarídeos e resumiu as tecnologias de criação disponíveis, que compreendem muitas lacunas no conhecimento. Assim, o desenvolvimento de protocolos adequados de cultivos é de grande urgência e que poderia promover uma alternativa de renda para Famílias ribeirinhas e reduzir a pressão de pesca sobre as espécies (Torres et al., 2008).

O comportamento de buscar abrigo em tronco, rochas ou sob lajes é uma característica predominante em loricarídeos, e tem sido associada como uma vantagens na proteção contra predadores (Power, 1984; Castro, 1999), a disponibilidade de alimentos (Power, 1984; Buck e Sazima, 1995; Casatti e Castro, 1998; Sabino, 2000) e a desova (Evers e Seidel, 2005). Animais em cativeiro não alcançam o seu melhor desempenho de crescimento ou de reprodução sob condições de estresse (Galhardo e Oliveira, 2006). Estressores na aquicultura

são inevitáveis, e reduzir o estresse e seus efeitos nocivos são fundamentais para o sucesso da produção, bem como o bem-estar dos peixes (Ashley, 2007). De acordo com Volpato et al. (2007), o bem-estar dos peixes é melhor avaliado com base na abordagem da preferência do peixe. É razoável aceitar esta abordagem, com base no pressuposto de que uma criatura sensível não escolhe livremente uma condição de desconforto quando são apresentados melhores condições (Volpato et al., 2007). Assim, ao considerar as condições de cultivo adequadas para reduzir o stress em cativeiro, o objetivo deste estudo foi avaliar a preferencial na utilização entre três abrigos artificiais diferentes no cultivo do acari zebra, *Hypancistrus zebra*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A restrição da autorização para coletar espécies ameaçadas limitou a captura *H. zebra* selvagens (Fig. 1A) para 20 indivíduos (Licença de Captura nº 17.760-01, IBAMA). Os espécimes foram aclimatados em aquários de 200L com aeração e um filtro de recirculação (fluxo de água 100L h^{-1}). A alimentação foi a base de Tubifex liofilizados (*Tubifex tubifex*) fornecidas *ad libitum* duas vezes ao dia (manhã e noite). Os resíduos foram removidos por sifonagem do fundo do tanque, no final do dia.

Este estudo avaliou a viabilidade da utilização de materiais encontrados comumente no mercado alternativos de abrigos para o acari zebra. A configuração experimental consistiu de três tipos de abrigo: (i) rochas naturais do rio Xingu (forma rectangular), (ii) cerâmica (tijolos retangulares de construção), e (iii) tubos de policloreto de vinil (PVC) (4 cm Ø) na cor marrom, todos possuindo volumes internos semelhantes (cerca de 80 cm^2) e foram distribuídas na área central de cada aquário (Fig. 1B).



Figura 1. A. Exemplar do acari zebra, *Hypancistrus zebra*, utilizado no trabalho. Foto: Rafaela Macedo. B. Aquário utilizado no experimento com abrigo de pedra, cano (PVC) e tijolo, da esquerda para direita. Na interface água/ar, saco plástico usado na aclimatação do exemplar. Ao fundo o filtro externo. Foto: Autor.

Para minimizar o efeito das interações competitivas na selecção da preferência dos peixes, o experimento foi realizado utilizando um único exemplar em cada tentativa. Para

evitar perturbações, cinco peixes foram selecionados aleatoriamente e cada indivíduo distribuídos em um aquário de 60L, com aeração e um filtro de recirculação (fluxo de 100 L h⁻¹). A média total de comprimentos e pesos (\pm DP) de amostras experimentais foram 6,49 \pm 0,52 cm e 3,28 \pm 0,72 g, respectivamente.

A ordem dos abrigos nos aquários foi alterada diariamente de forma aleatória, e a sequência do dia anterior não se repetiu. Três lados do aquário foram cobertos para minimizar a perturbação durante a observação visual, o que só ocorreu a partir do lado descoberto. O tempo de observação começou às 8 hs e terminou às 19 hs, e o tempo de cada peixe decorrido nos abrigos foi gravado em minutos por três observadores em diferentes turnos, de hora em hora. Os observadores ficaram a frente dos aquários a 3 m de distância de modo a não interferir no comportamento dos peixe e visualizando todos os aquários.

No final da observação os peixes foram alimentados com Tubifex e os abrigos removidos até que o próximo ensaio na manhã seguinte. Este procedimento foi concebido para minimizar a habituação do peixe antes do próximo teste. A remoção do excesso de resíduos, durante a experiência de 12 dias, foi feita exclusivamente por meio do filtro de recirculação, a fim de não aumentar o estresse dos peixes.

Os ensaios de cada amostra foram analisados por meio do coeficiente de concordância de Kendall's (W) para avaliar a plasticidade no comportamento. Foi realizada uma média das 12 observações repetidas para cada peixe, seguindo recomendações de Roa (1992) e Lockwood (1998). Os dados de múltipla oferta do experimentos foram analisados pelo teste não paramétrico de Friedman (Zar, 1996).

3.3 RESULTADOS

Durante o período experimental não houve mortalidade ou grandes mudanças do comportamento alimentar em comparação com os peixes mantidos no aquário de aclimatação. Os peixes gastaram em média 80% do seu tempo nos abrigos durante as observações. Seidel (1996) relata que acari zebra possui atividade diurna, mas nos ensaios qualquer movimento ou alterações nas redondezas do aquário leva os peixes a procurarem abrigo, demonstrando um comportamento tímido. Quando a perturbação termina, os peixes voltam a procurar comida com frequência.

A ordem de classificação de tempo passado nos abrigos foi maior em abrigos de cerâmica (276 \pm 51 min dia⁻¹) seguido pelo abrigo de pedra (198 \pm 96 min dia⁻¹), fora dos abrigos (134 \pm 15 min dia⁻¹), e no abrigo de PVC (70 \pm 52 min dia⁻¹) (Fig. 2).

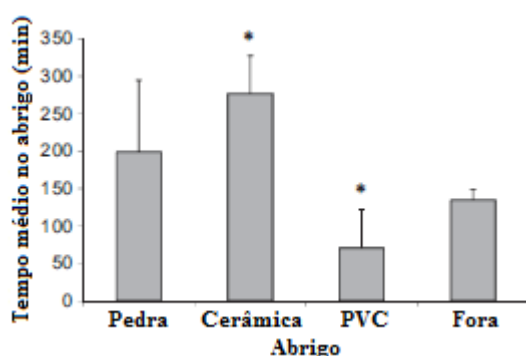


Fig. 2. Tempo médio e desvio padrão em minutos gastos em cada abrigo durante observações (N = 5 peixes). * Tratamentos com diferença significativa (P <0,05).

A variabilidade de concordância nos resultados entre os ensaios replicados para cada peixe demonstrou a plasticidade inerente à seleção de abrigos nesta espécie. Coeficiente de concordância de Kendall's para cada indivíduo testado demonstrou a variabilidade dos resultados, o que indica um nível de plasticidade na seleção de abrigos. Dois indivíduos dos cinco testados não mostraram preferência no grau de concordância entre as repetições dos ensaios (Tabela 1) e até mesmo nos três espécimes que mostraram concordância significativa ($Xr^2 > 9,371$, $P < 0,05$) a W variaram entre 0,245 e 0,323.

Tabela 1. Coeficiente de concordância de Kendall - W, para observações focais por peixe repetidos, corrigido por Friedman Qui-quadrado x^2_r , rank-r e P-valor (Zar, 1996).

Peixe	W	rank-r	x^2_r	P-valor
1	0.2851	0.2151	10.098	<0.05
2	0.0981	0.0161	3.5309	ns
3	0.1989	0.1261	7.1621	ns
4	0.3041	0.2408	10.9459	<0.05
5	0.2603	0.1931	9.3717	<0.05

Os tempos passados nos abrigos foram significativamente diferentes entre os tipos de abrigo (FR = 8,76; $P < 0,05$). No entanto, foram encontradas apenas diferenças significativas entre os tempos no abrigo de cerâmica e PVC ($P < 0,05$) (Fig. 2), indicando uma preferência baixa para os tubos de PVC.

3.4 DISCUSSÃO

Compreender os requisitos dos peixes e seu comportamento em cultivos é essencial para o estabelecimento de boas práticas de manejo (Galhardo e Oliveira, 2006) e para alcançar o bem-estar dos peixes (*sensu* Volpato et al., 2007). Os peixes respondem às condições estressantes e pobres de confinamento, desencadeando mecanismos fisiológicos para se adaptar às novas condições; quando as respostas excedem um limiar crítico, em seguida

podem ser observadas, alterações na natação, redução da alimentação, aumento da agressividade (Schreck et al., 1997) e a redução da reprodução (Val et al., 2004).

O presente estudo demonstrou que a seleção de abrigo em *Hypancistrus zebra* não é aleatória, no entanto, há falta de um entendimento nas observações de um mesmo peixe (Tabela 1) e indicam que a seleção é suficientemente para permitir a utilização de materiais alternativos na fabricação de abrigos. No entanto, a natureza do material pode afetar significativamente a aceitação, e, embora muitas vezes descritas pelos aquaristas como um abrigo apropriado, abrigos de PVC não são apropriados, pois o peixe passou o mesmo tempo tanto no interior dos abrigos como do lado de fora.

No rio Xingu, o acari zebra habita substratos rochosos em trechos de alto fluxo de água com profundidade de 1-30 m (Gonçalves et al., 2009; Roman, 2011). Os abrigos alternativos feitos com tijolos (abrigos de cerâmica) apresentaram taxas de ocupação comparáveis aos abrigos rochosos naturais e indicam que o abrigo de cerâmica poderia ser utilizado com aceitação similar. Esse material permite uma variedade de tamanhos ou formas, feito sob medida, e pode revelar-se um recurso valioso para induzir o comportamento reprodutivo das espécies.

Além disso, a presença de abrigos poderia minimizar os efeitos induzidos pelo estresse de perturbações causadas por sombras durante a limpeza do tanque. A presença de abrigos nos reservatórios de retenção do bagre jundiá reduziu significativamente os seus níveis de cortisol, o que indica níveis mais baixos de estresse (Barcellos et al., 2009). Em juvenis de *Perca fluviatilis*, a eficiência de energia para crescimento em peixes com perturbações foi reduzido em mais do que 19% em comparação com peixe sem perturbações que causou uma redução de peso de 24 - 56% (Strand et al, 2007). A diminuição na performances de crescimento em peixe cobitid, *Lefua echigonia*, um peixe bentônico em vias de extinção (Matsuzaki et al., 2012), e em salmonídeos (Millidine et al., 2006), foi atribuída à falta de abrigo. Em ambas as espécies, o aumento de manutenção no metabolismo e gasto energético foram elevado, provavelmente por causa dos altos níveis de pontencial de predação (Hawkins et al., 2004) e aumento da atividade mental (Finstad et al., 2007).

Em estágios de desenvolvimento mais vulneráveis, como em alevinos e juvenis, o fornecimento de abrigos melhorou o desempenho de crescimento nos bentônicos peixe-gato africano *Clarias gariepinus* (Hossain et al., 1998), e no Salmão do Ártico *Savelinus alpinus*. Os alevinos não só cresceram mais rapidamente, mas também foi menor a mortalidade durante o uso dos abrigos. Eles iniciaram alimentação exógena depois, demonstrando um

menor consumo de reservas de energia com a disponibilidade de abrigo (Benhaim et al., 2009).

O acari zebra possui um pequeno porte, o que sugere que esta espécie é particularmente vulnerável à predação no rio Xingu. Assim, o uso de refúgios mais aceitáveis, em *Hypancistrus zebra*, sem dúvida diminuirá os níveis de estresse e permitir que a energia potencial possa a ser dirigida para o crescimento somático ou para reprodução.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq / MPA N° 42/2012 pelo recurso financeiro. Pela financiamento da bolsa CAPES do aluno Fabricio Menezes Ramos; e James T. Lee agradece a FAPESP pela subvenção n° 010/2009 e 081/2010.

3.5 REFERENCIAS

- Ashley, P. J., 2007: Fish welfare: current issues in aquaculture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 104, 199–235.
- Barcellos, L. J. G.; Kreutz, L. C.; Quevedo, R. M.; da Rosa, J. G. S.; Koakoski, G.; Centenaro, L.; Pottker, E., 2009: Influence of color background and shelter availability on jundia (*Rhamdia quelen*) stress response. *Aquaculture* 288, 51–56.
- Benhaim, D.; Leblanc, C. A.; Lucas, G., 2009: Impact of a new artificial shelter on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L.) behaviour and culture performance during the endogenous feeding period. *Aquaculture* 295, 38–43.
- Buck, S. M.; Sazima, I., 1995: An assemblage of male catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity and feeding. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 6, 325–332.
- Camargo, M.; Ghilardi, R. J., 2009: Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu. Uma abordagem ecológica, Belém.
- Camargo, M.; Giarrizzo, T.; Isaac, V. J., 2004: Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica* 10, 123–147.
- Casatti, L.; Castro, R. M. C., 1998: A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 9, 229–242.
- Castro, R. M. C., 1999: Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Brasiliensis* 6, 139–155.
- Evers, H.-G.; Seidel, I., 2005: South American catfishes of the family Loricariidae, Cetopsidae, Nematogenyidae and Trichomycteridae. *Catfishes Atlas*. vol. 1. Mergus, Melle, Germany.

- Finstad, A. G.; Einum, S.; Forseth, T.; Ugedal, O., 2007: Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwat. Biol.* 52, 1710–1718.
- Galhardo, L.; Oliveira, R., 2006: Bem estar animal: um conceito legitimo para peixes? *Revista de Etologia* 8, 51–61.
- Gonçalves, A. P.; Camargo, M.; Carneiro, C. C.; Camargo, A. T.; Paula, G. J. X.; Giarrizzo, T., 2009: A Pesca de peixes ornamentais. In: *Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu*. M. Camargo, R. J. Ghilardi (Eds). Uma abordagem ecológica, Belém, pp. 235–264.
- Hawkins, L.; Armstrong, J.; Magurran, A., 2004: Predator-induced hyperventilation in wild and hatchery Atlantic salmon fry. *J. Fish Biol.* 65, 88–100.
- Hossain, M. A. R.; Beveridge, M. C. M.; Haylor, G. S., 1998: The effects of density, light and shelter on the growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture* 160, 251–258.
- Lockwood, J. R., 1998: On the statistical analysis of multiple-choice feeding preference experiments. *Oecologia* 116, 475–481.
- Matsuzaki, S.-i. S.; Sakamoto, M.; Kawabe, K.; Takamura, N., 2012: A laboratory study of the effects of shelter availability and invasive crayfish on the growth of native stream fish. *Freshwat. Biol.* 57, 874–882.
- Millidine, K. J.; Armstrong, J. D.; Metcalfe, N. B., 2006: Presence of shelter reduces maintenance metabolism of juvenile salmon. *Funct. Ecol.* 20, 839–845.
- Power, M. E., 1984: Depth distributions of armored catfish - predator- induced resource avoidance. *Ecology* 65, 523–528.
- Roa, R., 1992: Design and analysis of multiple-choice feeding-preference experiments. *Oecologia* 89, 509–515.
- Roman, A. P. O., 2011: *Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (siluriformes, Loricariidae) no rio xingu, amazônia brasileira*. Universidade Federal do Pará. pp. 87.
- Sabino, J., 2000: *Estudo comparative em comunidades de peixes de riachos da Amazônia Central e Mata Atlântica: Distribuição espacial, padrões de atividade e comportamento alimentar*. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. pp. 152.
- Schreck, C. B.; Olla, B. L.; Davis, M. W., 1997: Behavioral responses to stress. In: *Fish stress and health in aquaculture*. Series; Society for Experimental Biology. G. K. Iwana, A. D.

- Pickering, J. P. Sumpter, C. B. Schreck (Eds). Seminar Series 62. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 145–170
- Seidel, I., 1996: New information on the zebra pleco, *Hypancistrus zebra*. Trop. Fish. Hobbyist. 44. Available at: <http://www.forumaquario.com.br/portal/reproduzindo-cascudos-experenciacom-hypancistrus-zebra/> (accessed on 28 December 2012).
- Strand, A.; Magnhagen, C.; Alanara, A., 2007: Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch, *Perca fluviatilis*. Aquaculture 265, 163–168.
- Torres, M. F., 2006: Estudos de Conservação e Manejo de Peixes Ornamentais da Bacia do Rio Guamá: análise da Sócio-Economia e Pesca Ornamental. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Belém, pp. 77.
- Torres, M.; Giarizzo, T.; Carvalho, J.; Aviz, D.; Ataíde, M.; Andrade, M., 2008: Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. In: Diagnóstico da Pesca e da Aquicultura no Estado do Pará. O. T. Almeida (Ed) Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura, Belém, pp. 183.
- Val, A. L.; Silva, M. N. P.; Val, V. M. F. A., 2004: Estresse em peixes - Ajustes fisiológicos e distúrbios orgânicos. In: Sanidade de Organismos Aquáticos. M. J. T. Ranzani-Paiva, R. M. Takemoto, M. d. I. A. P. Lizama (Eds). Sanidade de Organismos Aquáticos, São Paulo, pp. 75–88. Editora Varela.
- Volpato, G. L.; Goncalves-de-Freitas, E., Fernandes-de-Castilho, M., 2007: Insights into the concept of fish welfare. Dis. Aquat. Org. 75, 165–171.
- Zar, J. H., 1996: Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, London, pp. 662.

4. CAPÍTULO III. Manejo alimentar e densidade de estocagem de acari zebra em cativeiro

Fabrcio Menezes RAMOS¹, Higo ABE¹, Nayara Oliveira da CRUZ², Carlos Alberto Martins CORDEIRO³, Paulo César Falanghe CARNEIRO⁴, Rodrigo Yudi FUJIMOTO⁴

4.1 RESUMO

O presente trabalho avaliou diferentes manejos alimentares e densidade de estocagem para a manutenção de acaris zebra *Hypancistrus zebra* selvagens em cativeiro. Após aclimação foram realizados quatro experimentos, avaliando: (1) a preferência alimentar; (2) o desempenho zootécnico com os diferentes alimentos; (3) diferentes taxas e frequências de alimentação, e; (4) a densidades de estocagem. Para a preferência alimentar oito exemplares foram distribuídos em aquários e alimentados com adultos de artemia *Artemia* sp., camarão *Litopenaeus vannamei*, peixe *Cynoscion* spp. e mexilhão *Perna perna*. Após a alocação dos alimentos, uma câmera filmadora registrava o tempo de permanência em cada item durante uma hora. Após determinação do melhor alimento foi realizado o segundo experimento ajustando a preferência alimentar a um “mix” alternativo de alimentos para verificar a influencia no desempenho zootécnico dos animais. Para tanto um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos (artêmia, peixe, camarão e mistura de artemia, peixe e camarão em partes iguais) e três repetições foi realizado. No terceiro experimento utilizou-se um esquema fatorial de 3X2 para avaliar diferentes frequências (1, 2 ou 3 alimentações dia⁻¹) e taxas (5 e 10% peso vivo dia⁻¹) de alimentação. No último experimento foram avaliadas quatro densidades de estocagem 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 g L⁻¹ em triplicata em 60 dias de duração. Como resultado, foi observado que o acari zebra não procura alimentos vegetais e nos alimentos de origem animal procura capturar apenas partículas, não sendo observado o comportamento de raspar característico de outros loricarídeos. A ordem de classificação de preferência dos alimentos foi maior para a artemia seguido pelo peixe, camarão e mexilhão. Porém, quando os peixes foram alimentados com artemia ou o mix de alimentos, estes apresentaram maior peso final, comprimento final e ganho de peso em relação aos alimentos isolados com o camarão e peixe. Com relação a frequência e taxa de alimentação, não houve interação entre a taxa e a frequência de alimentação sendo que as frequências de 2 e 3

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Belém - PA - Brazil. E-mail: fabriciomramos@gmail.com (autor correspondente); ²Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia, Manaus - AM - Brazil; ³Universidade Federal do Pará, Bragança - PA - Brazil. camcordeiro@ufpa.br, ⁴Pesquisador Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Av. Beira Mar, 3250 - Caixa Postal 44 - CEP: 49025-040, Aracaju - SE - Brazil. E-mail: paulo.carneiro@embrapa.br; ryfujim@hotmail.com

30 alimentações diárias e a taxa de alimentação de 10% peso vivo dia⁻¹ promovem melhores
31 resultados de desempenho zootécnico. Foi observado que a melhor densidade de estocagem é
32 de 2,00g L⁻¹ por proporcionar as melhores taxas de crescimento específico. O presente estudo
33 demonstrou que os acaris zebras devem ser cultivados na densidade de 2g L⁻¹, sendo que sua
34 alimentação não é aleatória e com preferência por artêmia, que devem ser distribuídas em
35 10% peso vivo dia⁻¹ em 2 alimentações diárias, mas que alimentos complementares como a
36 artêmia podem ser conjugadas para proporcionar desempenho similar.

37 **Palavras-chave:** Bem estar, comportamento, enriquecimento ambiental, desempenho
38 produtivo

39 Feeding management and zebra pleco stocking density in captivity

40 **ABSTRACT**

41 This study evaluated the feeding management and stocking densities for acari zebra
42 (*Hypancistrus zebra*) maintained in captivity. After acclimatization four experiments were
43 conducted: (1) assessment of feed preference; (2) assessment of fish performance subjected at
44 different foods; (3) different rate and feed frequencies, and; (4) different stocking densities.
45 For feed preference assay, eight fish were distributed in aquariums and offered brine shrimp
46 *Artemia* sp., shrimp *Litopenaeus vannamei*, fish *Cynoscion* spp. and mussels *Perna perna* as
47 feed. After placing the feed a camcorder recorded the time spent on each item for one hour.
48 After determining the best food the second experiment was performed adjusting the feed
49 preference at a "mix" alternative feed to evaluate the influence on growth of the animals.
50 Therefore a completely randomized design with 4 treatments (brine shrimp, fish, shrimp and
51 mix artemia, fish and shrimp in equal parts) and three replications was conducted. In the third
52 experiment a factorial scheme 3X2 to evaluate different fed frequencies (1, 2 or 3 feedings
53 day⁻¹) and rates (5 and 10% live weight day⁻¹) was used. The last experiment evaluated four
54 stocking densities 0.25, 0.50, 1.00 and 2.00 g L⁻¹ in triplicate in 60 days long. As a result, it
55 was observed that the zebra pleco not looking plant feeds and for the animal feeds the fish
56 only capture particles were not being observed the scraping behavior characteristic of the
57 other loricariids. The sort order of feed preference was artemia followed by food fish, shrimp
58 and mussels. But when the fish fed with artemia or mix feed, the fish had higher final weight,
59 final length and weight gain compared to single foods with shrimp and fish. With regard to
60 fed frequency and rate no interaction between the rate and the frequency was observed. The
61 frequency of 3 daily feds and fed rate of 10% live weight day⁻¹ promote better growth
62 performance. The best stocking density was 2.00 g L⁻¹ to provide the best specific growth
63 rate. This study showed that zebra pleco should be cultivated at a density of 2 g L⁻¹, and its

64 feeding is not random with preference for brine shrimp, which must be distributed in 10%
65 live weight day⁻¹ in 2 daily feedings but complementary combined feeding with brine shrimp
66 provide similar performance.

67 **Key words:** Welfare, behavior, environmental enrichment, production performance

68 4.2 INTRODUÇÃO

69 Dentre as espécies de peixes ornamentais amazônicas, destacam-se as da Família
70 Loricariidae, especialmente o *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991, conhecido como
71 acari zebra, identificada como a espécie desta Família com maior importância econômica e
72 biológica do rio Xingu para o desenvolvimento de tecnologias para criação em cativeiro
73 (Ramos et al., 2015).

74 O acari zebra é endêmico do rio Xingu e está em situação vulnerável e criticamente
75 ameaçada (Instrução Normativa 05/2004 do MMA), e protegida pelo Decreto Lei 802/2008 da
76 Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará. Embora a sua pesca seja proibida no Brasil,
77 o contrabando é uma prática recorrente (Gonçalves et al., 2009). No mercado internacional
78 um exemplar é adquirido por valores superiores a US\$ 450,00 (LiveAquaria, 2016). Os altos
79 valores praticados nos EUA e Japão para os peixes da Família Loricariidae (Gonçalves et al.,
80 2009), vem estimulando o desenvolvimento de tecnologia de criação em cativeiro desse
81 grupo, porém o Brasil não desenvolve protocolos para a produção comercial reduzindo o
82 potencial de geração de divisas para o país (Ramos et al., 2015).

83 A criação em cativeiro torna-se importante tanto para a proteção dos estoques
84 pesqueiros quanto para o fornecimento de peixes para um mercado em expansão no mundo.
85 Porém, as informações sobre a criação em cativeiro são escassas para a Família Loricariidae
86 ao contrário do observado a Famílias Cichlidae a exemplo do acará bandeira *Pterophyllum*
87 *scalare* (Fujimoto et al., 2016). Nesse sentido, o desenvolvimento de tecnologias para a
88 piscicultura dessa espécie de acari deve considerar o bem estar animal e a nutrição nas
89 situações de cativeiro, promovendo assim a reprodução e conseqüentemente a produção de
90 alevinos.

91 A dieta do acari zebra na natureza é do tipo iliófaga-onívora, possuindo amplo
92 espectro alimentar com maior frequência de ocorrência para algas perifíticas, restos vegetais,
93 esponjas e detritos (Gonçalves, 2011). Peixes com essa alta plasticidade alimentar, ou seja, a
94 habilidade da espécie em aproveitar uma fonte alimentar mais vantajosa em um dado
95 momento (Gerking, 1994), se destacam para criação em cativeiro, pois podem se utilizar de
96 alimentos disponíveis e de fácil aquisição no mercado. As informações sobre novos

97 ingredientes alimentares são importantes para subsidiar sua inclusão em rações específicas
98 para a espécie, com consequência redução dos custos de produção (Browdy et al., 2009).

99 Aliada a plasticidade alimentar inerente da espécie, um manejo alimentar eficiente
100 pode aumentar o lucro, reduzindo a oferta de alimento ou o tempo de cultivo na produção para
101 uma mesma biomassa de peixe (Crescêncio et al., 2005), (Carneiro e Mikos, 2005; Ribeiro,
102 2008).

103 Além da questão nutricional, há uma preocupação pública crescente sobre o bem estar
104 de peixes criados em cativeiro (Huntingford et al., 2006). O bem estar dos peixes é alcançado
105 quando o peixe tem livre condições (opções) de escolha, ausência de dor ou minimização de
106 estresse (Volpato et al., 2007). Neste contexto, os testes de preferência são indicados (Volpato
107 et al., 2007; Sullivan et al., 2016), onde o animal é desafiado a escolher entre diferentes
108 recursos. Testes de preferencia alimentar auxiliam na promoção do bem estar em cativeiro
109 além de fornecer subsídios para formulações de dietas. Além disso, a densidade de estocagem
110 pode se tornar um fator estressante, interferindo no crescimento, alterando o comportamento
111 alimentar (Lefrançois et al., 2001). As altas densidades de estocagem e o excesso de alimento
112 podem deteriorar a qualidade da água (Sahoo et al., 2010; Fujimoto et al., 2012), com declínio
113 da taxa de sobrevivência e do bem estar animal (Ribeiro, 2010; Zuanon et al., 2011), e
114 reduzindo o aproveitamento de nutrientes (Papoutsoglou et al., 1998) e as taxas reprodutivas.

115 Desta forma, assumindo-se a livre opção de escolha para que o animal esteja em
116 estado de bem-estar (Volpato et al., 2007) e a alta plasticidade alimentar do zebra (Gonçalves,
117 2011), o presente trabalho objetivou investigar a preferência alimentar, o desempenho
118 zootécnico com diferentes alimentos, taxas e frequência de alimentação e a densidade de
119 estocagem de acari zebra criados em cativeiro.

120 **4.3 MATERIAL E MÉTODOS**

121 Foram realizados quatro experimentos, nos quais se utilizaram exemplares capturados
122 no município de Altamira (Estado do Pará, Brasil) entre a localidade de Gorgulho de Rita e a
123 Vila de Belo Monte de acordo com a autorização SISBIO 38.215-2 e comitê de ética animal
124 (03.14.00.017.00.00). Esses animais foram aclimatados em aquários de 200 litros no
125 Laboratório de Peixes Ornamentais do Centro de Estudos Ambientais, Norte Energia, Vitória
126 do Xingu - PA. Os aquários eram providos de dois filtros biológicos (taxa de fluxo de 200 L
127 h⁻¹). Durante o período de aclimação e anteriormente aos experimentos, foi realizado um
128 teste preliminar com fornecimento de diversos alimentos de origem vegetal como: batata,
129 pepino, abóbora, alface e couve, além de microalgas bentônicas selecionadas do rio Xingu e
130 cultivadas em placas de PVC; e alimentos de origem animal como adultos de artemia *Artemia*

131 sp., camarão *Litopenaeus vannamei*, mexilhão *Perna perna* e peixe *Cynoscion* spp. escolhidos
132 devido a sua disponibilidade em âmbito nacional. Com o intuito de verificar a aceitação e a
133 forma de fornecimento dos mesmos. Os alimentos foram fornecidos *in natura*, congelados e
134 triturados.

135 A oferta de alimento foi realizada duas vezes ao dia (8 h e 20 h) *ad libitum* e uma vez
136 por semana foi oferecida ração comercial para peixes carnívoros de fundo da marca Poytara®
137 com 38% de proteína bruta. Após duas horas de alimentação os resíduos eram removidos por
138 sifonagem e renovação parcial de 30% com água do rio Xingu. Durante este período foi
139 observado o comportamento alimentar.

140 **Condição ambiental nos experimentos**

141 Nos experimentos, os aquários utilizados eram composto por um filtro biológico (100
142 L h⁻¹), um aquecedor (100W), oxigenação artificial constante e troca parcial diária de 30%
143 com água do rio Xingu, para retirada de restos de alimento e dejetos excretados pelos animais,
144 afim de manter a qualidade de água adequada para a manutenção dos peixes.

145 Diariamente foram monitorados o pH, a temperatura, o oxigênio dissolvido e a
146 condutividade elétrica (Instrutherm PH-1500) da água. A amônia total foi monitorada a cada
147 três dias (Hanna HI 93715).

148 **Experimento 1: Teste de preferência alimentar**

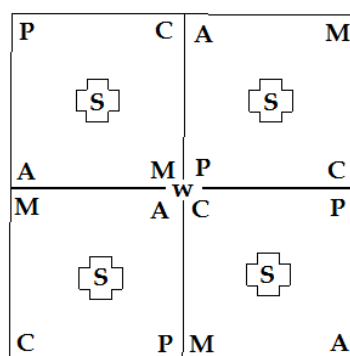
149 A partir dos testes preliminares, selecionou-se os alimentos para o teste definitivo de
150 preferência. Para avaliar a preferência alimentar do acari zebra, utilizou-se um delineamento
151 inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos consistiam nos
152 alimentos: artemia *Artemia* sp., camarão *Litopenaeus vannamei*, mexilhão *Perna perna* e
153 peixe *Cynoscion* spp.. Oito exemplares ($3,46 \pm 0,37$ g e $6,52 \pm 0,84$ cm) foram selecionados
154 aleatoriamente e cada indivíduo foi distribuído em um aquário de cerâmica de 50 litros de
155 volume útil com oxigenação artificial constante e aquecedor com termostato mantendo a
156 temperatura em 28° C, sendo cada individuo considerado uma repetição. Foi utilizado um
157 exemplar como repetição para minimizar o efeito das interações competitivas na seleção dos
158 peixes (Ramos et al., 2013).

159 Os animais foram aclimatados a esse novo ambiente durante sete dias. Após a
160 aclimação foram ofertado os alimentos testes duas vezes ao dia (8 h e 20 h). Os alimentos
161 foram congelados, triturados e pesados em porções de 1g, posteriormente presos em volta de
162 uma bola de vidro por uma tela, de modo a afundar e reduzir a perda de partículas na água.
163 Cada alimento foi posicionado em um dos cantos do aquário equidistante do centro e a
164 posição foi alterada diariamente conforme sorteio prévio para evitar a seleção por um local

165 determinado (Fig.1). No centro de cada aquário foi colocado um abrigo para os animais em
 166 formato de cruz com 5 cm de abertura confeccionado com PVC, este era retirado após o
 167 posicionamento dos alimentos. Para registrar o tempo de permanência em cada item, uma
 168 câmera filmadora (Logitech C920 Carl Zeiss Tessar Full HD 1080P 15 MB) foi posicionada
 169 de forma a filmar os animais e registrar seu movimento, através de software SACAM
 170 (JORGE et al., 2005). A filmagem foi realizada por um hora duas vezes ao dia (8 h e 20 h)
 171 para cada espécime, após a colocação dos alimentos. Após cada filmagem foi realizado o
 172 sifonamento e retirada do alimento, bem como uma troca parcial da água de 50%.

173 Foi registrado o tempo de permanência nos alimentos durante um período
 174 experimental de 10 dias. O tempo de permanência consistiu no somatório de cada período em
 175 que o peixe permanecia na área de cada alimento. Para os cálculos estatístico foi utilizado o
 176 tempo total, somatório do dia e noite, e o tempo por período (dia e noite). Cada exemplar teve
 177 seus dados de peso e comprimento registrado no início e no final dos experimentos.

178



179

180 Figura 1. Diagrama esquemático dos aquários, ao centro do conjunto localiza-se a câmera
 181 filmadora (W), abrigo em PVC na forma de cruz (S) e os alimentos testados, Artemia (A),
 182 Camarão (C), Mexilhão(M) e Peixe (P).

183 **Experimento 2:** Avaliação de desempenho zootécnico com os alimentos

184 De posse dos dados de preferência alimentar foi realizado um teste de desempenho
 185 produtivo com os três melhores alimentos. Desta forma foram escolhidos aleatoriamente 60
 186 juvenis selvagens com peso inicial de $0,373 \pm 0,112$ g e comprimento dos $3,48 \pm 0,33$ cm. Os
 187 peixes foram divididos igualmente em doze aquários de vidro 60 litros.

188 Para análise de desempenho produtivo, um experimento inteiramente casualizado com
 189 quatro tratamentos e três repetições foi realizado sendo os seguintes alimentos avaliados:
 190 artemia *Artemia* sp., camarão *Litopenaeus vannamei*, peixe *Cynoscion* spp., e mix (mistura de
 191 artemia, peixe e camarão em partes iguais). Todos os alimentos foram limpos, congelados,

192 triturados, e fornecidos até a saciedade aparente. Os alimentos foram fornecidos duas vezes
193 por dia (8 h e 20 h) durante 15 dias.

194 Os peixes foram medidos e calculados o Ganho de peso ($GP = \text{peso final} - \text{peso}$
195 inicial), Conversão alimentar ($CA = \text{Consumo aparente do alimento} / \text{ganho de peso}$) e Taxa
196 de crescimento específico peso ($TCE = 100 \times (\text{logarítmo neperiano} (\ln) \text{ peso final} - \ln \text{ peso}$
197 inicial / dias de experimento).

198 **Experimento 3:** Taxa e frequência de alimentação

199 Para avaliar o manejo alimentar foi realizado um delineamento inteiramente
200 casualizado, em esquema fatorial 3×2 , com três repetições. Foram utilizado 108 indivíduos
201 ($1,76 \pm 0,64$ g e $5,48 \pm 0,67$ cm), divididos em 18 aquários de 60 litros e com seis peixes em
202 cada. O experimento consistiu em três frequências de alimentação com alimentação a base de
203 artemia salina até saciedade aparente em 1(20 h), 2 (8 h e 20 h) ou 3 (8 h, 14 h e 20h)
204 alimentações dia^{-1} , duas taxas alimentares, 5% e 10% em relação ao peso vivo por dia (p.v.
205 dia^{-1}), durante 60 dias.

206 **Experimento 4:** Experimento de densidade de estocagem

207 Com o resultado do manejo alimentar foi avaliado a densidade de estocagem para o
208 acari zebra. Para tanto foram utilizados 147 animais ($1,71 \pm 0,23$ g e $5,54 \pm 0,17$ cm)
209 distribuídos em 09 aquários com 30 litros de volume útil. A alimentação foi realizada com
210 artemia salina a saciedade duas vezes ao dia e 10% p.v. dia^{-1} . O experimento consistiu em
211 quatro densidade de estocagem 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 g L^{-1} (correspondente a 0,16; 0,33;
212 0,50 e 0,66 peixes L^{-1}) em triplicata com 60 dias de duração.

213 **Parâmetros de desempenho avaliados**

214 Ao final dos experimentos 3 e 4 os peixes foram medidos e os índices de crescimento
215 calculados como o Ganho de peso ($GP = \text{peso final} - \text{peso inicial}$), Ganho em comprimento
216 ($GC = \text{comprimento final} - \text{comprimento inicial}$), Taxa de crescimento específico em peso
217 ($TCE = 100 \times (\text{logarítmo neperiano} (\ln) \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial} / \text{dias de experimento})$) e em
218 comprimento ($TCEc = (100 \times (\ln \text{ Comprimento final} - \ln \text{ Comprimento inicial}) / \text{dias de}$
219 experimento), uniformidade do lote (U) para comprimento e para peso (Furuya et al., 1998),
220 fator de condição relativo ($Kr = \text{Peso observado} / \text{peso esperado}$) onde peso esperado é obtido
221 a partir da regressão entre o peso e o comprimento (Le Cren, 1951) e a sobrevivência
222 ($(\text{número final de indivíduos} * 100) / \text{número inicial de indivíduos}$).

223 **Análise estatística**

224 Os dados de preferência foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-
225 Wallis para verificar a influencia do tempo de permanência nos alimentos e as medianas

226 foram comparadas pelo teste de Dunn. Para verificar a diferença das média de permanência
 227 dos alimentos por período foram comparadas pelo teste de T de duas amostras independentes
 228 a nível de probabilidade de 5%. Os dados de desempenho produtivo após verificar a premissa
 229 de normalidade, foram submetidos a Anova e quando o valor de F foi significativo, utilizou-se
 230 o teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

231 4.4 RESULTADOS

232 Nos testes preliminares, não foram observados peixes procurando os vegetais, apenas
 233 a batata em raras ocasiões. Nos alimentos de origem animal, não foram observados animais
 234 sob os alimentos, apenas procurando no seu entorno pequenas partículas e sugando com sua
 235 boca.

236 Durante o período experimental do teste de preferência não houve mortalidade,
 237 mudanças do comportamento ou alterações no peso e no comprimento em comparação com os
 238 peixes mantidos no aquário de aclimação.

239 A ordem de classificação de preferência dos alimentos foi maior para a artemia
 240 seguido pelo alimento peixe, camarão e mexilhão (Tab. 1).

241 **Tabela 1.** Preferência em minutos dos alimentos testados em *Hypancistrus zebra*, pelo teste
 242 de Kruskall Wallis e comparação *post-hoc* pelo método de Dunn (N = 8 peixes).

Alimentos	Mediana	Z
Artemia	15,492 a	9,64
Peixe	10,875 b	5,00
Camarão	9,917 b	2,57
Mexilhão	8,125 b	-0,6

243
 244 Medianas na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Dunn.

245 A procura por artemia no período manhã foi maior ($19,3 \pm 15,1 \text{ min dia}^{-1}$) em relação
 246 ao período da noite ($15,2 \pm 15,1 \text{ min dia}^{-1}$) com diferença significativa (Tab. 2). Para o camarão
 247 e peixe não houve diferença significativa entre os períodos de alimentação. E para o mexilhão
 248 a procura foi maior ($p < 0,05$) no período da noite.

249 **Tabela 2.** A média de tempo (\pm SD) em minutos gastos em cada alimento por período durante
 250 observações (N = 8 peixes).

Alimentos	Manhã	Noite	P
Artemia	$19,3 \pm 15,1$ a	$15,2 \pm 7,2$ b	0,033
Peixe	$12,3 \pm 10,3$ a	$12,3 \pm 5,8$ a	0,997
Camarão	$10,8 \pm 10,4$ a	$11,3 \pm 5,5$ a	0,690
Mexilhão	$7,7 \pm 9,0$ b	$10,1 \pm 5,1$ a	0,047

251
 252 Médias na mesma linha, seguidas de diferente letra, diferem entre si pelo teste de T a 5 % de
 253 probabilidade.

254 Nos experimentos de crescimento, manejo e densidade de estocagem, os parâmetros
255 de qualidade da água foram semelhantes às do rio Xingu (Tab. 3).

256 **Tabela 3.** Valores médios de pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD mg L⁻¹)
257 condutividade (Cond μS cm⁻¹) e amônia total (AT mg L⁻¹) dos experimentos com
258 *Hypancistrus zebra*.

Experimentos	pH	T° C	OD	Cond	AT
Diferentes alimentos	6,21±0,26	27,52±0,80	6,92±0,14	11,75±1,46	0,09±0,02
Manejo alimentar	7,23±0,56	28,60±0,57	7,05±0,71	12,63±0,06	0,05±0,07
259 Densidade de estocagem	7,01±0,78	28,59±0,64	7,12±0,38	14,22±0,13	0,02±0,24

260 Durante o experimento de avaliação de diferentes alimentos não houve mortalidade e
261 os peixes alimentados com artemia e mix apresentaram maior peso final, comprimento final e
262 ganho de peso em relação a camarão e peixe (Tab. 4). Os valores de conversão alimentar não
263 apresentaram diferença estatística. A artemia apresentou valores de taxa de crescimento
264 específico semelhante ao alimento peixe e mix, e diferente do alimento camarão.

265 Tabela 4. Valores médios (± desvio padrão) de peso final (PF), comprimento final (CF),
266 ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e taxa de crescimento específico (TCE) em
267 *Hypancistrus zebra* alimentados com Artemia (T1), Camarão (T2), Peixe (T3) e Mix
268 (Artemia, camarão e peixe).

Alimentos	Peso Final (g)	Comprimento Final (mm)	Ganho de Peso (g)	C.A.	T.C.E
Artemia	0,509 ± 0,136 a	37,246 ± 3,256 a	0,033 ± 0,006 a	2,830 ± 0,854 a	1,750 ± 0,554 a
Camarão	0,343 ± 0,088 c	33,728 ± 3,154 b	0,016 ± 0,001 b	19,812 ± 0,842 a	0,582 ± 0,666 b
Peixe	0,373 ± 0,109 bc	34,037 ± 3,690 b	0,009 ± 0,010 b	5,283 ± 0,493 a	0,893 ± 0,079 ab
269 Mix	0,470 ± 0,073 ab	35,589 ± 2,986 ab	0,019 ± 0,002 ab	5,776 ± 1,284 a	0,838 ± 0,163 ab

270 Letras iguais nas colunas indicam semelhança pelo teste de *Tukey* a 5 % de probabilidade.

271 No terceiro experimento, não houve interação entre a frequência e a taxa de
272 alimentação em juvenis de acari zebra (Tab. 5). O aumento na frequência de alimentação
273 refletiu em maiores GP e GC para as frequências 2 e 3 alimentações por dia, sendo
274 semelhante estatisticamente entre si. A frequência de 1 alimentação apresenta semelhança
275 estatística com a frequência 3 alimentação e diferença estatística com a frequência 2 nos
276 parâmetros de GP e GC. O GC para taxa de alimentação de 10% p.v. dia⁻¹ apresentou maiores
277 valores e difere significativamente da 5%. Os demais parâmetros apresentaram semelhança
278 significativa.

279 **Tabela 5.** Valores médios (± desvio padrão) de ganho de comprimento (GC) e de peso (GP),
280 taxa de crescimento específico para comprimento (TCEc) e para peso (TCEp), uniformidade

do lote em comprimento (Uc) e para peso (Up), fator de condição (Kr) e sobrevivência (S) em juvenis de *Hypancistrus zebra* submetidos às diferentes frequências e taxa de alimentação.

Frequência	GP	GC	TCEp	TCEc	Up	Uc	Kr	S
1	0,50±0,06 b	0,74±0,07 b	5,40±0,10 a	6,42±0,01 a	58,33±33,3 a	100 a	0,95±0,04 a	100 a
2	0,97±0,04 a	1,09±0,26 a	5,52±0,04 a	6,45±0,03 a	41,66±16,6 a	100 a	1,03±0,10 a	100 a
3	0,71±0,10 ab	0,90±0,13 ab	5,55±0,27 a	6,48±0,07 a	74,98±8,32 a	100 a	0,97±0,04 a	100 a
Taxa								
5	0,76±0,07 a	0,79±0,19 b	5,44±0,14 a	6,44±0,05 a	61,10±8,4 a	100 a	0,84±0,07 a	100 a
10	0,68±0,09 a	0,95±0,15 a	5,56±0,15 a	6,47±0,05 a	66,66±30,6 a	100 a	0,81±0,05 a	100 a

Letras iguais nas colunas indicam semelhança pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No experimento com diferentes densidade de estocagem em juvenis de acari zebra, apenas os valores de TCEp e TCEc apresentaram diferenças estatísticas com maiores valores na densidade de 2g L⁻¹ (Tab. 6).

Tabela 6. Valores médios (± desvio padrão) de ganho de comprimento (GC) e de peso (GP), taxa de crescimento específico para comprimento (TCEc) e para peso (TCEp), uniformidade do lote em comprimento (Uc) e para peso (Up), fator de condição (Kr) e sobrevivência (S) em juvenis de *Hypancistrus zebra* submetidos às diferentes densidade de estocagem.

Densidade	GP	GC	TCEp	TCEc	Up	Uc	Kr	S
0,25 g L ⁻¹	0,59±0,02 a	0,09±0,15 a	5,04±0,05 c	6,28±0,01 c	73,33±11,54 a	100 a	1,04±0,03 a	100 a
0,50 g L ⁻¹	0,67±0,08 a	0,08±0,10 a	5,11±0,10 bc	6,32±0,03 bc	81,40±6,40 a	100 a	0,93±0,05 a	100 a
1,00 g L ⁻¹	0,70±0,02 a	0,11±0,10 a	5,26±0,02 b	6,35±0,01 b	68,86±7,67 a	100 a	1,03±0,04 a	100 a
2,00 g L ⁻¹	0,84±0,02 a	0,13±0,01 a	5,65±0,00 a	6,48±0,01 a	78,33±7,63 a	100 a	1,01±0,02 a	98,33±5,21 a

Letras iguais nas colunas indicam semelhança pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5 DISCUSSÃO

Os testes de preferência são importantes para compreender as exigências da espécie (Dawkins 2006; Sullivan et al., 2016) assim como seu comportamento em cativeiro para permitir o estabelecimento de boas práticas de manejo (Galhardo e Oliveira, 2006) e alcançar o bem-estar dos peixes (Volpato et al., 2007). Nenhum animal pode demonstrar o melhor desempenho de crescimento ou de reprodução em condições de estresse (Galhardo e Oliveira, 2006).

Apesar disso a compreensão científica sobre a manutenção das espécies ornamentais em cativeiro relacionadas as preferências e exigências das espécies é limitada (Walster, 2008) principalmente no que diz respeito ao enriquecimento ambiental (EA) (Sullivan et al., 2016).

O EA é dividido em diferentes categorias, segundo Young (2003): 1- Enriquecimento físico, adição de estruturas; 2- Enriquecimento sensorial, estimulação dos órgãos sensoriais e cérebro; 3- Enriquecimento do trabalho, redução da monotonia física e psicológica ; 4- Enriquecimento social, contato e interação com indivíduos da mesma espécie; e 5-

308 Enriquecimento da dieta, variedade e formas de fornecimento de alimentos. O incremento da
309 complexidade ambiental objetiva mitigar os estressores ambientais e melhorar o bem estar,
310 em ambiente de cultivo tradicionalmente pobres em estímulos sensoriais (Young, 2003;
311 Williams et al., 2009; Näslund e Johnsson, 2014) devido aos interesses econômicos
312 (Bergqvist e Gunnarsson, 2011).

313 Os peixes respondem ao EA com redução dos níveis de cortisol (Näslund et al., 2013),
314 das taxas metabólicas (Millidine et al., 2006) e das interações agonísticas (Lachance et al.,
315 2010; Kadry e Barreto 2010; Oldfield, 2011; Wilkes et al., 2012). Pode aumentar a
316 capacidade cognitivas dos peixes (Von Krogh et al., 2010) e consequente aumento da
317 capacidade de adaptar às novas situações e aprendizagem (Salvanes et al., 2013). Assim como
318 melhorar o desempenho produtivo com aumento das taxas de sobrevivência (Coulibaly et al.,
319 2007) e crescimento (Coulibaly et al., 2007; Spence et al., 2011; Langen, 2012).

320 Nesse cenário de preferências, o acari zebra em aquário não procurou alimentos de
321 origem vegetal, mas alimentou-se com frequência de *Artemia* sp., corroborando com os
322 relatos de Seidel (1996) que observou o consumo frequente de *Artemia*, *Daphnia* sp. e
323 bloodworms (Chironomidae). Os alimentos de origem vegetal não foram consumidos pelos
324 peixes dessa espécie o que difere de outros loricarídeos que tem habito detritívoro como o
325 *Farlowella* sp., *Rineloricaria heteroptera* e *Ancistrus* sp. (Sabino e Zuanon, 1998), *Hisonotus*
326 sp., *Hypostomus ancistroides* e *H. nigromaculatus* (Casatti et al., 2001) e *Hypostomus*
327 *pyrineusi*, *Panaque nocturnus*, *P. cf. nigrolineatus* e *Pterygoplichthys disjunctivus* (German,
328 2009). Os loricarídeos utilizam seus lábios modificados em um disco oral para sua fixação ao
329 substrato e promover a raspagem ("grazers") das algas aderidas a rochas e troncos (Sabino e
330 Zuanon, 1998; Abelha et al., 2001; Casatti et al., 2001; Garavello e Garavello, 2004; Mazzoni
331 et al., 2010). Apesar do acari zebra utilizar o disco oral para fixação, a tática alimentar de
332 raspagem não foi observada, essa espécie apenas procurou por partículas em volta do
333 alimento fornecido.

334 No ambiente natural, de 12 itens encontrados no tubo digestório do zebra, sete eram de
335 origem animal, duas de vegetal, areia, detritos e material não identificado (Gonçalves, 2011).
336 Estes resultados sugerem uma plasticidade comportamental para sua dieta em relação a
337 alimentos de origem animal.

338 O acari zebra em cativeiro demonstrou atividade nos dois períodos de alimentação (dia
339 e noite) durante o experimento a depender do alimento, embora os loricarídeos sejam
340 considerados animais de hábitos noturnos (Lowe-McConnell, 1991; Seidel, 1996; Weber,
341 2003) esse padrão não é uma regra para a Família que possui elevada plasticidade em termos

342 de padrões de atividade diária e pode variar de acordo com a espécie. Em *Pterygoplichthys* sp.
343 (Nico, 2010) e *Hypostomus* sp. (Casatti et al., 2005) os espécimes permanecem ativos durante
344 os períodos diurno, noturno e crepuscular, e em *Hypostomus ancistroides* somente durante o
345 período vespertino (Casatti, 2002). Esse ritmo pode variar dependendo da fase de vida.
346 Juvenis de *Pterygoplichthys* sp. procuram epibiontes no corpo de peixe boi da Flórida
347 (*Trichechus manatus latirostris*) para sua alimentação mais no período da noite e os adultos
348 ao longo de todo o dia, respondendo a presença de predadores (Nico, 2010). Em indivíduos de
349 *Harttia kronei* o ritmo diário foi dependente do tamanho do corpo, os animais menores que 50
350 mm apresentaram hábitos diurnos e os maiores noturnos (Buck e Sazima, 1995). Os hábitos
351 diferenciados pode ser um comportamento antipredatório em loricarídeos (Power, 1984)

352 Os dados de desempenho com diferentes alimentos indicaram que a artemia é o item
353 alimentar que proporcionou melhor desempenho ao acari zebra, resultados semelhante foi
354 encontrado por Dos Santos et al. (2012), em 12 dias de larvicultura de acari preto *Rhinelepis*
355 *aspera* (Loricariidae) apresentando maiores valores de peso e TCE em comparação a ração
356 comercial (55% PB) ou em jejum, porém com taxa de sobrevivência inferior (80,5%) mas
357 semelhantes entre os tratamentos.

358 A artemia é o zooplâncton mais utilizado na aquicultura (Prieto e Atencio, 2008),
359 devido ao seu conteúdo de ácido graxos (n-3 y n-6) e mais 47% de proteína (Sorgeloos et al.,
360 2001) e digestibilidade (Diemer et al., 2012), sendo assim uma opção na alimentação de
361 larvas, reduzindo a incidência do canibalismo e elevando a sobrevivência (Kestemont et al.,
362 2007). É utilizada com água levemente salinizada em larvicultura de *Rhinelepis aspera* (Luz e
363 Santos, 2010), como primeiro alimento exógeno em peixes carnívoros de água doce como o
364 cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Furusawa, 2002) e o pintado *P. coruscans* (Guerrero-
365 Alvarado, 2003; Ayres, 2006) e promove melhor crescimento em larvicultura intensivas de
366 pacus, *Piaractus mesopotamicus* (Jomori et al., 2012). O uso de artemia além de apresentar
367 um importante papel no crescimento, atua também na melhoria das taxas de resistência ao
368 estresse em teste de exposição ao ar em relação ao uso de alimentos artificiais, em oscar
369 *Astronotus ocellatus*, *Piaractus mesopotamicus* e *Pseudoplatystoma coruscans* (Luz, 2007),
370 devido a inclusão de DHA (ácido docosahexanóico) na alimentação dos peixes (Kanazawa,
371 1997).

372 Porém, informações de estudos com juvenis de loricarídeos são escassos e a título de
373 comparação, considerando-se os trabalhos com larvas de acarís mais estudados, encontrou-se
374 também dados contrários ao observado no presente estudo onde o uso de ração proporciona
375 melhor desempenho. Em larvas do acari *Ancistrus Triradiatus* (Loricariidae) alimentados até

376 a saciedade durante 10 dias com ração comercial 35% de proteína foi observado maiores
377 ganho de peso em relação ao fornecimento de artemia, spirulina e a mistura de ambos
378 (Collazos-Lasso e Arias-Castellanos, 2009). O uso de ração em pó com 55% PB oferecida em
379 sachês em comparação ao uso de artemia resultou em maiores médias de peso e comprimento
380 final em pós larvas de cascudo preto (*Rhinelepis aspera*) (Guerreiro et al., 2011).
381 Alternativamente ao uso de artemia, Hayashi et al. (2002) observou que plâncton selvagem
382 mais levedura desidratada proporciona maior biomassa, peso médio, comprimento total e
383 sobrevivência em relação o uso de plâncton ou fermento comercial em Fleischmann[®], em 15
384 dias de larvicultura do cascudo chinelo *Loricariichthys platymetopon*.

385 Além do tipo de alimento o efeito da frequência alimentar no desempenho de peixe
386 pode variar de espécie para espécie (Carneiro e Mikos, 2005) e depende dos hábitos
387 alimentares, morfologia do trato digestório, estágio de desenvolvimento, posicionamento na
388 coluna d'água e agrupamento dos peixes, podendo desencadear respostas positivas ou
389 negativas no animal (Pouey et al., 2012; Bittencourt et al., 2013). Para o acari zebra foi
390 observado que as frequências maiores (2 e 3) apresentam maiores valores e diferença
391 estatística em comparação à alimentação de 1 vez dia⁻¹. Estes dados são inéditos para a
392 Família Loricariidae em especial para *Hypancistrus zebra*, embora possam ser encontrados
393 dados de algumas espécies da ordem Siluriformes como *Rhamdia quelen* onde a frequência de
394 1 vez dia⁻¹ apresentou melhores resultados (Martinelli et al., 2013) e no pintado
395 *Pseudoplatystoma corruscans* a frequência de 2 vezes dia⁻¹ é utilizada rotineiramente nos
396 sistemas de criação semi-intensivo e intensivo (Liranço et al., 2010).

397 Não houve interação entre as frequências alimentares e as taxas de alimentação.
398 Resultado semelhante ao presente trabalho foi encontrado na alevinagem do peixe ornamental
399 tricogaster *Trichogaster trichopterus* alimentados uma vez dia⁻¹ com ração comercial (28%
400 PB), durante 62 dias e uma taxa de alimentação de 9% p.v. dia⁻¹, em comparação aos peixes
401 alimentados com 3 e 6% p.v. dia⁻¹, com os melhores valores de comprimento final (CF), peso
402 final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e fator de condição
403 (FC) (Zuanon et al., 2004). Taxas de alimentação diferentes foram observadas na fase de
404 alevinagem em *Rhamdia quelen* (2,7; 5 e 8 % p.v. dia⁻¹) (Melo et al., 2002; Lopes et al., 2006;
405 Signor et al., 2004, respectivamente) e em diferentes fase de produção do tambaqui
406 *Colossoma macropomus*, na alevinagem (45 dias) com taxa de 10% p.v. dia⁻¹ em três
407 refeições diárias (Silva et al 2007) e na engorda (150 dias), a taxa de 1% p.v. dia⁻¹ em duas
408 refeições diárias (Chagas et al., 2007). A taxa de alimentação é uma característica espécie

409 específica e durante o desenvolvimento dos peixes essa taxa se modifica (Pouey et al., 2012;
410 Bittencourt et al., 2013).

411 A densidade de estocagem acima do ideal, pode causar estresse nos peixes (Conte,
412 2004), deteriora a qualidade de água do cultivo (Sahoo et al., 2010) afeta negativamente a
413 sanidade (Nomura et al., 2013) prejudica o desempenho (Iwana et al., 2004; Fujimoto et al.,
414 2012) e aumenta a exigência nutricional (Lefrançois et al., 2001). O sucesso de uma criação
415 está diretamente relacionado com a possibilidade de cultivar o maior número possível de
416 animais no menor volume possível (Zuanon et al., 2011), e otimização dos custos de produção
417 em relação ao capital investido (Ayroza et al., 2011). Há uma carência de dados de densidade
418 de estocagem na criação de juvenis de loricarídeos na literatura e as densidades testadas em
419 juvenis de acari zebra não foram suficientes para causar efeito deletério na qualidade de água
420 e nas variáveis de crescimento avaliadas. Sendo observado um aumento do desempenho com
421 o incremento da densidade, embora estatisticamente semelhantes aos das menores densidades.
422 Em sistemas de recirculação de água para crescimento de alevinos de catfish africano (*Clarias*
423 *gariepinus*) a densidade de estocagem de 3,95 g L⁻¹ apresentou maiores valores de peso final
424 em comparação com densidade mais elevada de 7,9 g L⁻¹ (Hossain et al., 1998).

425 **4.6 CONCLUSÃO**

426 O presente estudo demonstrou que os acaris zebras *H. zebra* devem ser mantidos em
427 cativeiro na densidade de 2g L⁻¹, sendo que sua alimentação não é ao acaso e com
428 preferência por artêmia, que devem ser distribuídas em 10% PV em 2 alimentações diárias,
429 mas que alimentos complementares à artêmia podem ser conjugados para proporcionar
430 desempenho similar.

431 **AGRADECIMENTOS**

432 Agradecemos a Norte Energia SA, a Leme Engenharia, ao CNPq (406512 / 2012-4). a
433 CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e a Poytara pelo fornecimento de rações.

434 **4.7 REFERENCIAS**

- 435 Abelha, M. C. F.; Agostinho, A. A.; Goulart, E. 2001: Plasticidade trófica em peixes de água
436 doce. Acta Sci. Biol. Sci. **23**, 425-434.
- 437 Ayres, T. J. S. 2006: Produção de juvenis de *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829)
438 com dietas vivas e formuladas. Universidade Estadual Paulista. pp. 68.
- 439 Ayroza, L. M. D. S.; Romagosa, E.; Ayroza, D. M. M. D. R.; Scorvo Filho, J. D.; Salles, F. A.
440 2011: Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-
441 rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. Rev. Bras. Zootec. **40**, 231-
442 239.

- 443 Bergqvist, J.; Gunnarsson, S. 2011: Finfish aquaculture: animal welfare, the environment, and
444 ethical implications. *J. Agr. Environ. Ethic.* **26**, 75–99.
- 445 Bittencourt, F.; Neu, D. H.; Pozzer, R.; Lui, T. A.; Feiden, A.; Boscolo, W. R. 2013:
446 Frequência de arraçoamento para alevinos de carpa comum. *Bol. Inst. Pesca* **39**, 149-
447 156.
- 448 Browdy, C. L.; Venero, J. A.; Stokes, A. D.; Leffler, J. W. 2009: Enhancing competitiveness
449 of us shrimp aquaculture through innovative scientific research. In: *J. shellfish Res.*
450 **28**, 684-685.
- 451 Buck, S.; Sazima, I. 1995: An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern
452 Brazil: distribution, activity, and feeding. *Ichthyol. Explor. Fres.* **6**, 325-332.
- 453 Carneiro, P. C. F.; Mikos, J. D. 2005: Frequência alimentar e crescimento de alevinos de
454 jundiá, *Rhamdia quelen*. *Cienc. Rural* **35**, 187-191.
- 455 Casatti, L. 2002: Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo,
456 bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* **2**, 1-14.
- 457 Casatti, L.; Langeani, F.; Castro, R. 2001. Stream fishes of the Morro do Diabo State Park,
458 Upper Paraná River basin, SP. *Biota Neotropica* **1**, 1-15.
- 459 Casatti, L.; Rocha, F. C.; Pereira, D. C. 2005: Habitat use by Two Species of *Hypostomus*
460 (Pisces, Loricariidae) in Southeastern Brazilian Streams. *Biota Neotropica*, **5**, 1-9.
- 461 Chagas, E. C.; Gomes, L. D. C.; Martins Júnior, H.; Roubach, R. 2007: Produtividade de
462 tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Cienc. Rural* **37**,
463 1109-1115.
- 464 Collazos-Lasso, L. F.; Arias-Castellanos, J. A. 2009: Respuesta de larvas de *Ancistrus*
465 *triradiatus*, a diferentes ofertas de primera alimentación. *Orinoquia* **13**, 87-92.
- 466 Conte, F. S. 2004: Stress and the welfare of cultured fish. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **86**, 205-
467 223.
- 468 Coulibaly, A.; Koné, T.; Ouattara, N. I.; N Douba, V.; Snoeks, J.; Kouamélan, E. P.; Bi, G. G.
469 2007: Évaluation de l'effet d'un système de refuge sur la survie et la croissance des
470 alevins de *Heterobranchus longifilis* élevés en cage flottante. *Belg. J. Zool*, **137**, 157-
471 164.
- 472 Crescêncio, R.; Ituassú, D. R.; Roubach, R.; Pereira Filho, M.; Cavero, B. A. S.; Gandra, A.
473 L. 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do
474 pirarucu. *Pesq. Agropec. Bras.* **40**, 1217-1222.
- 475 Dawkins, M. S. 2006: A user's guide to animal welfare science. *Trend. Ecol. Evol.* **21**, 77–82.

- 476 Diemer, O.; Neu, D. H.; Sary, C.; Finkler, J. K.; Boscolo, W. R.; Feiden, A. 2012. *Artemia* sp.
477 Na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). Cienc. Anim. Bras. **13**, 175-
478 179.
- 479 Dos Santos, J. C. E.; Pedreira, M. M.; Luz, R. K. 2012. The effects of stocking density, prey
480 concentration and feeding on *Rhinelepis aspera* (Spix & Agassiz, 1829)(Pisces:
481 Loricariidae) larviculture. Acta Sci. Biol. Sci. **34**, 133-139.
- 482 Fujimoto, R. Y.; De Castro, M. P.; De Moares, F. R.; Ramos, F. M. 2012: Suplementação
483 alimentar com carboquelato de cromo e efeito da densidade de estocagem em
484 pacus. Rev. Cienc. Agra. **54**, 172-177.
- 485 Fujimoto, R. Y.; Santos, R. F. B.; Dias, H. M.; Ramos, F. M.; Silva, D. J. F.; Honorato, C. A.
486 2016: Feeding frequency on the production viability of production and quantitative
487 descriptors of parasitism in angelfish. Cienc. Rural **46**, 304-309.
- 488 Furusawa, A. 2002: Estudos da alimentação inicial de larvas de cachara, *Pseudoplatystoma*
489 *fasciatum* (Linnaeus, 1766): frequência de alimentação, transição alimentar e efeito do
490 jejum sobre o desenvolvimento do intestino e fígado. Universidade Estadual Paulista.
491 pp. 49.
- 492 Furuya W. M.; Souza S. R.; Furuya V. R. B.; Hayashi C.; Ribeiro R. P. 1998: Dietas
493 peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis*
494 *niloticus*) na fase de terminação. Cienc. Rural **28**, 483-487.
- 495 Galhardo, L.; Oliveira, R., 2006: Bem estar animal: um conceito legítimo para peixes? Rev.
496 Etol. **8**, 51-61.
- 497 Garavello, J. C.; Garavello, J. P. 2004: Distribuição espacial e interações de quatro espécies
498 do gênero catfish *Hypostomus* Lacépède com o fundo do Rio São Francisco, Canindé
499 do São Francisco, Sergipe, Brasil (Pisces, Loricariidae, Hypostominae). Braz. J. Biol.
500 **64**, 103-141.
- 501 Gerking, S. D. 1994: Feeding ecology of fish. Califórnia: Academic Press, **597**, pp.416
- 502 German, D. P. 2009: Inside the guts of wood-eating catfishes: can they digest wood? J. Comp.
503 Physiol. B, **179**, 1011-1023.
- 504 Gonçalves, A. P. 2011: Ecologia e etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (Siluriformes:
505 Loricariidae) no rio Xingu, Amazônia brasileira. Universidade Federal do Para. pp.
506 137.
- 507 Gonçalves, A. P.; Camargo, M.; Carneiro, C. C.; Camargo, A. T.; De Paula, G. J. X.;
508 Giarrizzo, T. 2009: A Pesca de peixes ornamentais. In: Camargo, M.; Ghilardi, R. Jr.

- 509 (Ed). Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu: Uma abordagem
510 ecológica. Belém, 235-264.
- 511 Guerreiro, L. R. J., Dias, J. A. D., Fornari, D. C., Ribeiro, R. P., & Zanoni, M. A. (2011).
512 Desempenho de pós larvas de cascudo preto (*Rhinelepis aspera*), alimentadas com
513 náuplios de artemia e ração oferecida em saches. Semin. Cienc. Agrar. **32**, 781-788.
- 514 Guerrero-Alvarado, C. E. 2003: Treinamento alimentar de pintado, *Pseudoplatystoma*
515 *coruscans* (Agassiz, 1829): sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos.
516 Universidade Estadual Paulista. pp. 72.
- 517 Hayashi, C.; Soares, C. M.; Galdioli, E. M.; de Souza, S. R. 2002: Uso de plâncton silvestre,
518 fermento fresco e levedura desidratada na alimentação de larvas do cascudo chinelo,
519 *Loricariichthys platymetopon* (Isbrüchen & Nijssen, 1979)(Osteichthyes,
520 Loricariidae). Acta Sci. Biol. Sci. **24**, 541-546.
- 521 Hossain, M. A.; Beveridge, M. C.; Haylor, G. S. 1998: The effects of density, light and shelter
522 on the growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)
523 fingerlings. Aquaculture **160**, 251-258.
- 524 LiveAquaria: Quality Aquatic Life Direct To Your Door. Disponível em:
525 <<http://www.liveaquaria.com/product/aquarium-fish-supplies.cfm?c=830+837>>.
526 Acesso em: 10 fevereiro 2016.
- 527 Huntingford, F. A.; Adams, C.; Braithwaite, V.A.; Kadri, S.; Pottinger, T. G.; Sandøe, P.;
528 Turnbull, J. F. 2006: Current issues in fish welfare. J. Fish Biol. **68**, 332-372.
- 529 Iwama, G.; Afonso, L; Todgham, A.; Ackerman, P.; Nakano, K. 2004: Are hsp90 suitable for
530 indicating stressed states in fish. J. Exp. Biol. **207**, 15-19.
- 531 Jomori, R. K.; Luz, R. K.; Portella, M. C. 2012: Effect of salinity on larval rearing of pacu,
532 *Piaractus mesopotamicus*, a freshwater species. J. World Aquacult. Soc. **43**, 423-432.
- 533 Jorge, L. D. C.; Laumann, R.; Borges, M.; Moraes, M. C. B.; Cruz, R. A.; Milare, B. N.;
534 Palhares, L. 2005: Software para Avaliação do Comportamento de Insetos. Embrapa
535 Instrumentação Agropecuária. Circular Técnica, n. 30.
- 536 Kadry, V. O.; Barreto, R.E. 2010: Environmental enrichment reduces aggression of pearl
537 cichlid, *Geophagus brasiliensis*, during resident-intruder interactions. Neotrop.
538 Ichthyol. **8**, 329-332.
- 539 Kanazawa, A. 1997: Effects of docosahexaenoic acid and phospholipids on stress tolerance of
540 fish. Aquaculture **155**, 129-134.
- 541 Kestemont, P.; Xueliang, X.; Hamza, N.; Maboudou, J.; Toko, I. M. 2007: Effect of weaning
542 age and diet on pikeperch larviculture. Aquaculture **264**, 197-204.

- 543 Lachance, A. A.; Dutil, J. D.; Larocque, R.; Daigle, G. 2010: Shelter use and behaviour of
544 juvenile Spotted Wolffish (*Anarhichas minor*) in an experimental context. Environ.
545 Biol. Fish. **88**, 207-215.
- 546 Langen, E. M. A. 2012: Shoaling preferences in female zebrafish (*Danio rerio*) and the
547 effects of nonapeptides and environmental enrichment. Masters research internship
548 thesis, Utrecht University, pp. 44.
- 549 Le Cren, E. D. 1951: The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight
550 and condition in the perch (*Perca fluviatilis*) J. Anim. Ecol. **20**, 201-219
- 551 Lefrançois, C.; Claireaux, G.; Merciel, C.; Aubin, J. 2001: Effect of density on the routine
552 metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture
553 **195**, 269-277.
- 554 Lirango, A. D. D. S.; Romagosa, E.; Scorvo-Filho, J. D. 2011. Desempenho produtivo de
555 *Pseudoplatystoma corruscans* estocados em sistemas de criação: semi-intensivo
556 (viveiro escavado) e intensivo (tanque-rede). Cienc. Rural **41**, 1-7.
- 557 Lopes, P. R.; Pouey, J. L.; Enke, D. B.; Martins, C. R.; Timm, G. 2006: Desempenho de
558 alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na
559 dieta. Biodivers. Pampeana **4**. 32-37.
- 560 Lowe-McConnell, R. H. 1991: Natural history of fishes in Araguaia and Xingu Amazonian
561 tributaries, Serra do Roncador, Mato Grosso, Brazil. Ichthyol. Explor. Fres. **2**, 63-82.
- 562 Luz, R. K. 2007: Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais
563 alimentadas com diferentes dietas. Pesq. Agropec. Bras, **42**, 65-72.
- 564 Luz, R. K.; Dos Santos, J. C. E. 2010: Effect of salt addition and feeding frequency on
565 cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Pisces: Loricariidae) larviculture. J. Appl. Ichthyol.
566 **26**, 453-455.
- 567 Martinelli, S. G.; Neto, J. R.; Silva, L. P.; Bergamin, G. T.; Maschio, S.; Flora, M. A. L. D.;
568 Nunes, L. M. C.; Glauber Possani, G. 2013: Densidade de estocagem e frequência
569 alimentar no cultivo de jundiá em tanques-rede. Pesq. Agropec. Bras. **48**, 871-877.
- 570 Mazzoni, R.; Rezende, C. F.; Manna, L.R. 2010: Feeding ecology of *Hypostomus punctatus*
571 Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast
572 Brazil. Braz. J. Biol. **70**, 569-574.
- 573 Melo, J. F. B.; Raünz Neto, J.; Silva, J. D.; Trombetta, C. G. 2002. Desenvolvimento e
574 composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas
575 contendo diferentes fontes de lipídios. Cienc. Rural **32**, 323-327.

- 576 Millidine, K. J.; Armstrong, J. D.; Metcalfe, N. B. 2006 Presence of shelter reduces
577 maintenance metabolism of juvenile salmon. *Func. Ecol.* **20**, 839-845.
- 578 Näslund, J.; Johnsson, J. I. 2014: Environmental enrichment for fish in captive environments:
579 effects of physical structures and substrates. *Fish Fish.* **17**, 1-30.
- 580 Näslund, J.; Rosengren, M.; Del Villar, D.; Gansel, L.; Norrgård, J. R.; Persson, L.;
581 Winlowski, J. J.; Kvingedal, E. 2013: Hatchery tank enrichment affects cortisol levels
582 and shelter-seeking in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. Transl. Fish. Aquat. Sci.*
583 **70**, 585-590.
- 584 Nico, L. G. 2010: Nocturnal and diurnal activity of armored suckermouth catfish
585 (Loricariidae: Pterygoplichthys) associated with wintering Florida manatees
586 (*Trichechus manatus latirostris*). *Neotrop. Ichthyol.* **8**, 893-898.
- 587 Nomura, D. V.; Martins, M. L.; Moraes, F. R. D.; Ramos, F. M.; Santos, R. F. B.; Fujimoto,
588 R. Y. 2013. Pesque-solte: pesca repetitiva, variáveis hematológicas e parasitismo no
589 peixe híbrido tambacu. *Pesq. agropec. bras.* **48**, 1058-1063.
- 590 Oldfield, R. G. 2011: Aggression and welfare in a common aquarium fish, the Midas cichlid.
591 *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* **14**, 340–360.
- 592 Papoutsoglou, S.E.; Tziha, G.; Vrettos, X.; Athanasiou, A. 1998: Effects of stocking density
593 on behaviour and growth rate of european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles
594 reared in a cleoe circulated system. *Aquacul. Eng.* **18**, 138-144.
- 595 Pouey, J. L. O. F.; Rocha, C. B.; Tavares, R. A.; Portelinha, M. K.; Piedras, S. R. N. 2012:
596 Frequência alimentar no crescimento de alevinos de peixe-rei *Odontesthes humensi*.
597 *Rev. Bras. Ciênc. Agrárias* **33**, 2423-2428.
- 598 Power, M. E., 1984: Depth distributions of armored catfish-predator-induced resource
599 avoidance. *Ecology* **65**, 523-528.
- 600 Prieto, M.; Atencio, V. 2008: Zooplankton in larviculture of neotropical fishes. *Rev. Med.*
601 *Vet. Zootec.* **13**,1415-1425.
- 602 Ramos, F. M.; Araújo, M. L. G.; Prang, G.; Fujimoto, R. Y. 2015: Ornamental fish of
603 economic and biological importance to the Xingu River. *Braz. J. Biol.* **75**, 95-98.
- 604 Ramos, F. M.; Recuero, L. B.; Silva, T. V. N.; Fujimoto, R. Y.; Lee, J. T.; Torres, M. F. 2013:
605 Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrücker &
606 Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions. *J. Appl.*
607 *Ichthyol.* **29**, 927-929.
- 608 Ribeiro, F. A. S.; Carvalho Junior, J. R.; Fernandes, J. B. K.; Nakayama, L. 2008: Comércio
609 brasileiro de peixes ornamentais. *Pan. Aquicul.* **18**,54-59.

- 610 Ribeiro, F. A. S. 2010: Densidade de estocagem para produção de acará-bandeira em viveiros
611 escavados em policultivo com camarão-da-amazônia. *Rev. Caatinga*. **23**, 129-134.
- 612 Sabino, J.; Zuanon, J. 1998: A stream fish assemblage in central Amazonia: distribution,
613 activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Fres.* **8**, 201-210.
- 614 Sahoo, S. K.; Giri, S. S.; Chandra, S.; Sahu A. K. 2010: Stocking density-dependent growth
615 and survival of Asian sun catfish, *Horabagrus brachysoma* (Gunther 1861) larvae. *J.*
616 *Appl. Ichthyol.* **26**, 609–611.
- 617 Salvanes, A. G. V.; Moberg, O.; Ebbesson, L. O. E.; Nilsen, O.; Jensen, K. H.; Braithwaite,
618 V. A. 2013: Environmental enrichment promotes neural plasticity and cognitive ability
619 in fish. *P. Roy. Soc. B-Biol. Sci.* **280**, 1-7.
- 620 Seidel, I. 1996: New Information on the Zebra Pleco, *Hypancistrus zebra*. *Rev. Trop. Fish*
621 *Hobbist* **479**.
- 622 Signor, A.; Signor, A. A.; Feiden, A.; Boscolo, W. R.; Reidel, A.; Hayashi, C. 2004.
623 Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Varia Sci.* **4**,
624 79-89.
- 625 Silva, C. R.; Gomes, L. C.; Brandão, F. R. 2007: Effect of feeding rate and frequency on
626 tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the
627 first growth phase in cages. *Aquaculture* **264**, 135-139.
- 628 Sorgeloos, P.; Dhert, A.; Candreva, P. 2001: Use of the brine shrimp, *Artemia* sp., In: Marine
629 fish larviculture. *Aquaculture* **200**, 147-59.
- 630 Spence, R.; Magurran, A. E.; Smith, C. 2011: Spatial cognition in zebrafish: the role of strain
631 and rearing environment. *Anim. Cogn.* **14**, 607–612.
- 632 Sullivan, M.; Lawrence, C.; Blache, D. 2016: Why did the fish cross the tank? Objectively
633 measuring the value of enrichment for captive fish. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **174**, 181-
634 188.
- 635 Volpato, G. L.; Goncalves-de-Freitas, E.; Fernandes-de-Castilho, M. 2007: Insights into the
636 concept of fish welfare. *Dis. Aquat. Org.* **75**, 165–171.
- 637 Von Krogh, K.; Sørensen, C.; Nilsson, G. E.; Øverli, Ø. Forebrain cell proliferation, behavior,
638 and physiology of zebrafish, *Danio rerio*, kept in enriched or barren environments.
639 *Physiol. Behav.* **101**, 32–39. 2010.
- 640 Walster, C. 2008: The welfare of ornamental fish. *Fish Welfare*. Ed. E. J. Branson. Oxford,
641 Blackwell Publishing. **16**, 271-290.

- 642 Weber, C. 2003. SubFamília Hypostominae. Check list dos peixes de água doce da América
643 do Sul e Central, In: Reis R. E.; Kullander, S. O.; Ferraris Jr C. J. Editora da Pontifícia
644 Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 351-372.
- 645 Wilkes, L.; Owen, S. F.; Readman, G. D.; Sloman, K. A.; Wilson, R. W. 2012: Does
646 structural enrichment for toxicology studies improve zebrafish welfare? Appl. Anim.
647 Behav. Sci. **139**, 143-150.
- 648 Williams, T. D.; Readman, G. D.; Owen, S. F. 2009: Key issues concerning environmental
649 enrichment for laboratory-held fish species. Lab. Anim. **43**, 107-120.
- 650 Young, R. J. 2003: Environmental enrichment for captive animals. Blackwell Publishing,
651 Oxford. pp. 240.
- 652 Zuanon, J. A. S.; Assano, M.; Fernandes, J. B. K. 2004: Desempenho de tricogaster
653 (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arraçoamento e
654 densidades de estocagem. Rev. Bras. Zootec. **33**, 1639-1645.
- 655 Zuanon, J. A. S.; Salaro, A. L.; Furuya, W. M. 2011: Produção e nutrição de peixes
656 ornamentais. Rev. Bras. Zootec. **40**, 165-174.
- 657
- 658
- 659
- 660
- 661
- 662
- 663
- 664
- 665
- 666
- 667
- 668
- 669
- 670
- 671
- 672
- 673

1 **5 CAPÍTULO IV.** Aspectos reprodutivos e alevinagem do acari zebra, *Hypancistrus*
2 *zebra*, criados em cativeiro

3
4 Fabrício Menezes RAMOS¹, Higo Andrade ABE¹, Nayara Oliveira da CRUZ², Thiago
5 da Graça HOLLATZ³, Carlos Alberto Martins CORDEIRO⁴, Marcelo Ferreira
6 TORRES⁵, Paulo César Falanghe CARNEIRO⁶, Rodrigo Yudi FUJIMOTO⁶

7
8 **5.1 RESUMO**

9 O objetivo deste trabalho foi avaliar diversas condições para a indução da reprodução e
10 avaliar frequências alimentares para os alevinos da geração F1 de *Hypancistrus zebra*
11 em cativeiro. Animais coletados em ambiente natural foram aclimatados em laboratório
12 e então posteriormente foram realizados três experimentos para avaliação da reprodução
13 e um experimento de alevinagem. O primeiro experimento testou diferentes relações
14 macho/fêmea (1:1, 1:2, 2:2) na reprodução da espécie em cativeiro. O segundo
15 experimento avaliou a condutividade elétrica da água sobre a reprodução, para tanto
16 foram utilizados três níveis de condutividade (10, 100 e 300 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Para o último
17 experimento de reprodução avaliou-se a técnica de indução hormonal sendo utilizados,
18 para tanto, 20 machos e 40 fêmeas que receberam extrato hipofisiário de carpa, ovopel,
19 extrato de busarelina e Soro fisiológico (controle). Após obtenção de desovas e
20 produção dos alevinos realizou-se o experimento de alevinagem onde analisou-se
21 diferentes frequências alimentares (1, 2 ou 3 dia^{-1}) utilizando artemia salina como
22 alimento para 12 alevinos que foram individualizados sendo considerados uma repetição
23 cada. Cinco desovas foram observadas de diferentes casais, sendo 3 para 1 macho e 2
24 fêmeas. O macho maior é o dominante, territorialista e apresenta cuidado parental.
25 Postura média de $13,8 \pm 6,72$ ovos, diâmetro de $4,4 \pm 0,12$, volume de $41,4 \text{ mm}^3$ e volume
26 de vitelo $34,3 \text{ mm}^3$. A eclosão ocorre com 7 dias pós fertilização (PF) e aos 17 dias PF o
27 saco vitelínico foi absorvido. Os diferentes valores testados de condutividade elétrica na
28 água e tratamentos hormonais não foram suficientes para promover desovas no acari
29 zebras. E os valores de desempenho em alevinos de acari zebra permaneceram
30 semelhantes entre os tratamentos testados. Nesse sentido a reprodução em cativeiro é
31 possível porém novas técnicas que propiciem o escalonamento da reprodução devem ser
32 testadas, além disso devido a longa fase larval e com grande reserva de saco vitelínico
33 promove alevinos mais saudáveis e resistentes sendo que a frequência alimentar não
34 influencia diretamente no desempenho.

35 **Palavras-chave:** Cuidado parental, desova natural, Loricariidae, manejo alimentar,
36 peixes ornamentais.

37
38 Reproductive aspects and fingerling culture of zebra pleco, *Hypancistrus zebra* bred in
39 captivity
40
41

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Belém - PA - Brasil. E-mail: fabriciomramos@gmail.com (autor correspondente); ²Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia, Manaus - AM - Brasil. E-mail: nayara.ocr35@gmail.com ³Universidade Federal de Sergipe, Aracaju - SE - Brasil. email: tghollatz@gmail.com ⁴Universidade Federal do Pará, Bragança - PA - Brasil. camcordeiro@ufpa.br, ⁵Faculdade de Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal do Pará. Castanhal - PA - Brasil. E-mail: marcelotorresifpa@gmail.com; ⁶Pesquisador Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Aracaju - SE - Brasil. E-mail: paulo.carneiro@embrapa.br; ryfujim@hotmail.com

42 ABSTRACT

43 The objective of this study was to evaluate several conditions for the induction of
44 reproduction and evaluate food frequencies for fingerlings of F1 generation
45 *Hypancistrus zebra* in captivity. collected from nature animals they were acclimated in
46 the laboratory and then were subsequently conducted three experiments to evaluate the
47 play and one experiment hatcheries. The first experiment evaluated different
48 relationships male / female (1:1, 1:2, 2:2) in the reproduction of the species in captivity.
49 The second experiment evaluated the electrical conductivity of the water on
50 reproduction, for both were used three levels of conductivity (10, 100 and 300 $\mu\text{S cm}^{-1}$).
51 For the last breeding experiment evaluated the hormonal induction technique is used for
52 both, 20 males and 40 females from the pituitary extract carp, ovopel, busserelin extract
53 and saline (control). After getting spawns and production of fingerlings held the nursery
54 experiment where we evaluated different feeding frequencies (1, 2 or 3 day^{-1}) using
55 brine shimp as food for 12 fingerlings how individual being considered a repeat each.
56 Five egg masses were observed for different couples, and 3 to 1 male and 2 females.
57 The biggest male is the dominant territorialist and have parental care. average position
58 of 13.8 ± 6.72 eggs, diameter of 4.4 ± 0.12 , volume 41.4 mm^3 volume and calf 34.3
59 mm^3 . The outbreak is 7 days post fertilization (PF) and PF 17 days the yolk sac has
60 been absorbed. The different values of electrical conductivity tested in the water and
61 hormonal treatments were not enough to promote spawns in zebras pleco. And the
62 performance values in fingerlings zebra pleco remained similar between the treatments.
63 In this sense the captive breeding is possible but new techniques that facilitate the
64 scheduling of reproduction should be evaluated further because of short larval stage and
65 large yolk sac reserves promotes healthier fry and resistant and the food often not
66 influence directly in performance.

67 **Key words:** Parental care, natural spawning, Loricariidae, feed management,
68 ornamental fish.

69 5.2 INTRODUÇÃO

70 Dentre as espécies de peixes da Família loricariidae, destaca-se o acari zebra
71 *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991, endêmico da região do médio e baixo
72 rio Xingu (Camargo et al., 2012), situa-se como líder de comercialização em pedidos
73 internacionais (Carvalho Júnior et al., 2009), e encontra-se em situação vulnerável e
74 criticamente ameaçada (IUCN, 2014) sendo inclusive protegida pelo Decreto Lei
75 802/2008 da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará. Apesar da proibição, o
76 contrabando é uma prática recorrente no Brasil, que possui como destino final os
77 mercados internacionais de aquarismo (Gonçalves et al., 2009).

78 Concomitante com a pesca ilegal, o Complexo Hidrelétrico de Belo Monte no
79 rio Xingu poderá comprometer o futuro da espécie (Carvalho Júnior et al., 2009) e
80 consequentemente a pesca ornamental uma atividade tradicional de grande importância
81 econômica e social para as comunidades pesqueiras locais (Issac et al., 2015).

82 Alternativas para a conservação dessa espécie seriam: a captura controlada
83 através do manejo sustentado e os programas de reprodução em cativeiro. E nesse
84 sentido o acari zebra foi considerado a espécie prioritária com maior relevância
85 econômica e biológica no rio Xingu para desenvolvimento de tecnologias de criação em
86 cativeiro (Ramos et al., 2015a).

87 Para o desenvolvimento de técnicas de cultivo deve-se considerar a reprodução e
88 os aspectos do larvicultura e alevinagem em cativeiro. A reprodução em peixes é um
89 processo multifatorial que envolve fatores sociais, ambientais, nutricionais e endócrinos
90 (Ureña et al., 2005). A reprodução dos peixes pode ser estimulada por alterações

91 ambientais (como precipitação, temperatura e fotoperíodo), disponibilidade de alimento
92 e alterações na qualidade da água (Ubinarti, 2005; Chellappa et al., 2009; Araújo et al.,
93 2012). Essas condições devem ser retratadas em cativeiro para proporcionar o bem estar
94 animal de forma que o indivíduo expresse seu potencial produtivo e reprodutivo em
95 condição de cativeiro.

96 Técnicas de indução hormonal podem ser realizadas permitindo a sincronização
97 da reprodução e a manipulação do período reprodutivo (Bombardelli et al., 2006), sendo
98 considerada a maneira mais eficiente e prática de se obter ovos de boa qualidade em
99 peixes confinados. Em acari *Ancistrus triradiatus* (Collazos-Lasso e Arias-Castellanos,
100 2009) e em tamoatá *Hoplosternum littorale* (Ramnarine, 1995) a reprodução foi
101 induzida com alterações nos parâmetros de condutividade. Porém para o acari zebra não
102 existem relatos científicos sobre os aspectos de sua reprodução em cativeiro.

103 Já na natureza o acari zebra apresenta o tamanho de 3 e 3,8 cm para primeira
104 maturação em machos e fêmeas, respectivamente. Sendo que acima de 5,5 cm 100% da
105 população encontra-se apta a reprodução. A espécie possui dois picos de desova ao
106 longo de todo o ano, ocorrendo no período de transição entre o seco e chuvoso e outro
107 no chuvoso para o seco e não possuem diferença na proporção sexual (Roman, 2011).

108 Além da reprodução, a larvicultura e alevinagem são estágios importantes na
109 cadeia produtiva, pois precisam fornecer alevinos de qualidade periodicamente e assim
110 sendo, manejos que propiciem maiores taxa de sobrevivência de larvas devem ser
111 adotados (Atencio-García et al., 2003). Dentre os requisitos básicos para aumentar a
112 taxa de sobrevivência dos peixes está um eficiente manejo alimentar, que melhora a
113 lucratividade, reduz a quantidade de alimento e/ou tempo de cultivo para produção de
114 uma mesma biomassa de peixe (Crescêncio et al., 2005), permitindo ao produtor
115 quantificar o alimento fornecido (Carneiro e Mikos, 2005; Ribeiro, 2008), uma vez que
116 o alimento pode representar cerca de 60% dos custos de criação (Scorvo Filho, 2007).

117 Neste sentido o presente trabalho objetivou avaliar diversas condições em
118 cativeiro para possibilitar a reprodução considerando os aspectos comportamentais e
119 reprodutivos assim como avaliar frequências alimentares para os alevinos da geração F1
120 de *Hypancistrus zebra*, criados em cativeiro.

121

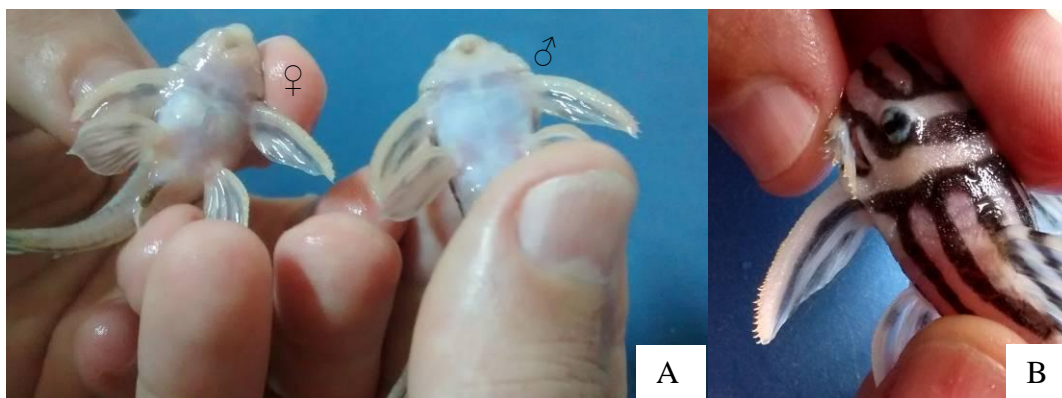
122 **5.3 MATERIAL E MÉTODOS**

123 Este estudo foi realizado em dois locais, no Laboratório de Peixes Ornamentais
124 do Centro de Estudos Ambientais, Norte Energia, Vitória do Xingu - PA em parceria
125 com a empresa Alimento Seguro Consultoria e Treinamento e a Empresa Brasileira de
126 Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), de acordo com a autorização SISBIO nº 38.215-2
127 e comitê de ética animal nº 03.14.00.017.00.00. E posteriormente os reprodutores foram
128 transferidos para o Laboratório de Peixes Ornamentais do Instituto Federal do Pará -
129 *Campus* Castanhal para a realização dos estudos com diferentes condutividades elétricas
130 da água.

131 **Manutenção dos reprodutores**

132 Previamente aos ensaios, 300 exemplares de *Hypancistrus zebra* foram
133 capturados no município de Altamira entre a localidade de Gorgulho de Rita e a Vila de
134 Belo Monte. Os animais foram aclimatados em aquários de 200 litros de volume útil na
135 densidade de um peixe para 6.5 L⁻¹, durante seis meses. Os aquários eram providos de
136 dois filtros biológicos (taxa de fluxo de 200 L h⁻¹). A alimentação foi realizada duas
137 vezes ao dia (8:00 e 20:00) com *Artemia* sp. congelada e ração comercial Poytara® para
138 peixes carnívoros de fundo (38% PB) fornecidas *ad libitum*. Após duas horas os
139 resíduos eram removidos por sifonagem do fundo do aquário e renovação parcial de

140 30% com água do rio Xingu. A qualidade de água foi mantida numa temperatura média
 141 de $29,5 \pm 0,23$ °C, oxigênio dissolvido $7,50 \pm 0,52$ mg L⁻¹, condutividade $12 \pm 0,07$ µS cm⁻¹,
 142 pH $6,53 \pm 0,76$ e amônia total $0,06 \pm 0,02$ mg L⁻¹. Durante o experimento observou-se o
 143 comportamento e as características morfológicas dos animais para a separação por sexo
 144 (Seidel, 1996) e tamanho de primeira maturação (Roman, 2011). Antes de cada
 145 experimento de reprodução os animais sexualmente maduros foram separados de acordo
 146 com as seguintes características: os machos apresentaram odontódeos proeminentes no
 147 espinho da nadadeira peitoral e no opérculo e as fêmeas abaulamento da região ventral e
 148 uma menor largura da cabeça (Fig. 01).



149
 150 Figura 1. Caracteres sexuais dimórficos em *Hypancistrus zebra* utilizado na
 151 diferenciação de machos e fêmeas. A: notar fêmea apresentando abaulamento do
 152 abdômen em comparação com o macho. B: macho apresentando odontódeos
 153 proeminentes. Imagem: Autor.

154 Para alcance dos objetivos foram realizados 4 experimentos sendo 3 avaliando
 155 aspectos reprodutivos e 1 avaliando o desempenho durante a fase de alevinagem.

156 Em todos os experimentos, os parâmetros abióticos da água dos aquários foram
 157 analisados diariamente, duas vezes ao dia. Foram monitorados diariamente, o pH, a
 158 temperatura, oxigênio dissolvido, e a condutividade elétrica (INSTRUTHERM PH-
 159 1500). A amônia total foi monitorada a cada 3 dias (Hanna HI 93715).

160 Aspectos reprodutivos

161 Avaliação da interação social sobre a reprodução

162 O primeiro experimento avaliou diferentes proporção macho/fêmea na
 163 reprodução da espécie. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com 3
 164 tratamentos, sendo: Tratamento 1: 01 macho e 01 fêmea; T2: 01 macho e 02 fêmeas e
 165 T3: 02 machos e 02 fêmeas. Cada tratamento teve oito repetições e cada casal foi
 166 considerado uma repetição, totalizando 24 casais e 72 animais (32 machos e 40 fêmeas),
 167 com duração de 240 dias. Apresentando peso médio $4.963 \pm 1,13$ e $3.370 \pm 0,70$ mg,
 168 comprimento médio de $7,41 \pm 0,29$ e $6,91 \pm 0,05$ cm, macho e fêmea, respectivamente.

169 Cada grupo reprodutivo foi colocado em um aquário de 60 litros de volume útil
 170 contendo um filtro biológico com airlift e oxigenação artificial constante, um aquecedor
 171 (100 W), uma bomba submersa (100 L h^{-1}) para promoção de correnteza e dois abrigos
 172 de cerâmica, para refugio e desova, de acordo do Ramos et al. (2013). Os vidros laterais
 173 dos aquários tiveram a passagem de luz bloqueada. Apenas o vidro frontal possibilitava
 174 a visualização da alimentação dos animais e registro do comportamento reprodutivo,
 175 territorial e cuidado parental, realizada três vezes ao dia, duas horas após cada
 176 alimentação (12:00 a 14:00 h), por 180 dias consecutivos.

177 Foi também realizado o acompanhamento do desenvolvimento das larvas até a
178 completa absorção do saco vitelínico, registrando em dias pós fertilização. O registro foi
179 conduzido através de fotografias em estereomicroscópio e as medições conforme
180 descrito abaixo no item Parâmetros avaliados para experimentos de reprodução.

181 Os ovos da primeira desova, permaneceram no abrigo até a eclosão para registro
182 do comportamento reprodutivo. Nas demais, todos os ovos foram retirados no primeiro
183 dia de confirmação da desova para coleta de dados biométricos com auxílio de um
184 paquímetro e balança digital. Os mesmos foram acondicionados no aquário dos
185 reprodutores na parte superior do aquário de desova, em criadeira para peixes vivíparos
186 adaptado com uma airlift de pedra porosa, para promover a troca de água e um leve
187 fluxo de água.

188 **Avaliação da condutividade elétrica sobre a reprodução**

189 Esse experimento objetivou avaliar diferentes níveis de condutividade elétrica da
190 água para a indução da desova natural do acari zebra em aquários. O procedimento
191 foram adaptados de Collazos-Lasso e Arias-Castellanos, (2009) que obtiveram sucesso
192 na reprodução do acari *Ancistrus triradiatus* com condutividade de 20 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e
193 Ramos et al. (2015b) na reprodução do peixe folha com condutividade de 40 a 300 $\mu\text{S cm}^{-1}$.
194 Desta forma foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com três
195 níveis de condutividade, sendo: Tratamento 1: $10 \pm 0,83 \mu\text{S cm}^{-1}$ (água de osmose
196 reversa); T2: $100 \pm 5,72 \mu\text{S cm}^{-1}$ (mistura entre água de osmose reversa e água do poço
197 artesiano) e T3: $300 \pm 12,40 \mu\text{S cm}^{-1}$ (água do poço artesiano). Cada tratamento possuía
198 seis repetições, sendo cada trio (um macho e duas fêmeas) considerado uma repetição,
199 totalizando 18 aquários e 18 machos e 36 fêmeas, com peso médio $5.137 \pm 0,92$ e
200 $3.385 \pm 2,41$ mg, comprimento médio $7,62 \pm 0,71$ e $6,89 \pm 1,32$ cm, respectivamente, com
201 duração de 180 dias.

202 Cada trio foi colocado em um aquário de 120 litros de volume útil com substrato
203 de pedra (seixo). Em cada aquário foram instalados dois sistemas de filtragem biológica,
204 um com dois litros de mídias Siporax Sera[®] e outro de placa de fundo, abaixo do
205 substrato de pedras. Em ambos os sistemas uma bomba submersa de 1000 L h⁻¹ foi
206 utilizada. Em cada aquário foi colocado um abrigo de cerâmica (Ramos et al., 2013) e a
207 passagem da luz bloqueada nas laterais. Os animais foram alimentados diariamente com
208 artemia e ração comercial. Era realizada renovação parcial um vez por semana de 30%
209 com água de mesma característica. A observação e registro do comportamento
210 reprodutivo, foram realizadas após cada alimentação, seguindo a metodologia anterior.

211 **Indução hormonal sobre a reprodução**

212 Nesse experimento foram utilizadas 20 unidades experimentais compostas de um
213 trio por aquário, totalizando 60 animais, (20 machos e 40 fêmeas com peso médio
214 $5.063 \pm 1,07$ e $3.491 \pm 1,12$ mg, comprimento médio $7,61 \pm 0,47$ e $6,92 \pm 1,05$ cm,
215 respectivamente) distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado composto
216 por quatro tratamentos (Extrato hipofisiário de carpa - EPC, Ovopel, Extrato de
217 Buserelina - EB e Soro fisiológico - controle) e 5 repetições.

218 Para tanto preparou-se uma solução mãe para todos os indutores diluindo-os em
219 solução fisiológica de forma que a concentração avaliada estivesse presente em 0,1ml
220 da solução mãe. Todas as fêmeas receberam uma dose preparatória de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ do
221 EPC. Os tratamentos foram: EPC - Após 12 horas as fêmeas receberam a segunda dose
222 de $5,0 \text{ mg kg}^{-1}$ e os machos uma única dose de 2 mg kg^{-1} de EPC, (Adaptado de
223 Harvey e Carolsfeld, 1993); Ovopel - Após 12 horas as fêmeas receberam a segunda
224 dose de 0,4 pellet e os machos uma única dose de 0,2 pellet kg^{-1} de Ovopel de peixe

225 (Adaptado de Araújo et al., 2014); EB - Após 12 horas as fêmeas receberam a segunda
226 dose 75 ml kg⁻¹ de EB e os machos uma única dose de 25 ml kg⁻¹ de EB (Adaptado de
227 Paulino et al., 2011). No grupo controle os animais recebem 0,1 ml de soro fisiológico a
228 cada 2,5 g de peixe.

229 Em cada etapa do manejo, os peixes foram anestesiados com Eugenol a uma
230 concentração 120 mg L⁻¹ durante 10 segundos (Ramos et al., 2015c). Cada trio
231 permaneceu em um aquário de 60 litros de volume útil com água do rio Xingu, aeração
232 forçada através de bombas submersas, um filtro biológico externo, aquecedor (100W) e
233 abrigo de cerâmica para refugio e desova (Ramos et al., 2013).

234 **Parâmetros avaliados para experimentos de reprodução**

235 As variáveis reprodutivas observadas para a avaliação das condições de
236 reprodução foram, o número desovas, números ovos em cada desova, taxa de eclosão
237 (número de larvas *100 / número total de ovos) e fecundidade relativa (número de ovos
238 por desova / peso da fêmea) (Godinho, 2007).

239 A observação do comportamento reprodutivo e ocorrência das desovas foram
240 registrados considerando padrões relatados para *Ancistrus* sp. (Sabaj et al., 1999) e acari
241 das carvenas *Ancistrus cryptophthalmus* (Secutti e Trajano, 2005)

242 Para as características do ovos foram determinados o peso de ovo, volume de
243 ovo e o volume de vitelo. Para determinação desse volume utilizou-se a fórmula
244 Volume = $1/6 * \pi * d1 * d2^2$, onde d1 = diâmetro 1 do ovo ou vitelo e d2 = diâmetro 2 do
245 ovo ou vitelo (Korzelecka-Orkisz et al., 2012). Foram utilizados os ovos da quinta
246 desova.

247 Para os parâmetros das larvas foram avaliados o comprimento, o peso da larva e
248 o volume do saco vitelínico = $1/6 * \pi * l * h^2$ (Korzelecka-Orkisz et al., 2012), onde l =
249 comprimento do saco vitelínico, h2 = altura do saco vitelínico. Além disso, com as
250 larvas da quinta desova foi avaliado o consumo do saco vitelínico das larvas no 9º e 17º.
251 dia Pós fertilização (PF).

252 As análises de comprimento e diâmetro foram realizadas com o auxílio de uma
253 lupa ZEISS acoplada a uma câmera. As medidas foram obtidas por meio do software
254 ZEISS AxioVision Release 4.8. Para a pesagem, os ovos e larvas foram secos em papel
255 toalha e colocadas em placas de Petri e pesadas em balança analítica.

256 **Alevinagem**

257 **Diferentes frequências alimentares durante a alevinagem**

258 Devido ao tamanho do saco vitelínico e a imobilidade das larvas durante o
259 período de absorção do saco vitelínico, os experimentos foram realizados com os
260 alevinos, pois somente nesta fase demonstraram natação à procura de alimentos.

261 A frequência alimentar foi avaliada com a utilização de 12 alevinos (135±31,28
262 mg e 2,379±0,092 cm) distribuídas em três aquários de 60 litros de volume útil. Foi
263 utilizado um delineamento inteiramente casualizado com três frequências de
264 alimentação e 4 repetições, considerando cada alevino uma réplica com animais
265 individualizados. Devido a baixa fecundidade da espécie (Seidel, 1996) os animais
266 foram individualizados através das marcas naturais (Dala-Corte et al., 2016) para
267 permitir medidas zootécnicas confiáveis. Os alevinos foram oriundos de duas desovas
268 naturais consecutivas ocorridas no laboratório.

269 Os tratamentos consistiram no fornecimento de nauplio de *Artemia* sp.
270 congelada até a saciedade aparente, nas frequências de alimentação de 1 (20:00 h), 2
271 (08:00 e 20:00 h) e 3 dia⁻¹ (08:00; 14:00 e 20:00 h) durante 71 dias. A artemia foi

272 descongelada separadamente em um recipiente com água do aquário e durante seu
273 fornecimento a aeração foi desligada até a completa decantação do alimento.

274 Cada aquário do experimento era composto por um filtro biológico, oxigenação
275 artificial constante e troca parcial diária de 10% com água do rio Xingu, para retirada
276 de restos de alimento e dejetos excretados pelos animais, afim de manter uma boa
277 qualidade de água. O monitoramento da qualidade de água foi semelhante aos
278 experimentos anteriores.

279 Ao final do experimento todos os animais foram medidos e pesados e então
280 obtidos os parâmetros de ganho de peso (GP = peso final – peso inicial), ganho em
281 comprimento (GC = comprimento final – comprimento inicial), taxa de crescimento
282 específico em peso (TCEp) e em comprimento (TCEc) sendo TCEp = ((ln (Peso final) –
283 ln (Peso inicial))/número de dias) *100 e TCEc = ((ln (Comprimento final) – ln
284 (Comprimento inicial)) / número de dias) *100.

285 **Análise Estatística**

286 Para análise estatística, os dados de qualidade de água foram avaliados pelo teste de
287 Shapiro Wilk (normalidade) e submetidos a Anova, quando o valor de F foi
288 significativo, usou-se o teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

289 Após verificar a premissa de normalidade, os dados de desempenho reprodutivo
290 e produtivo foram submetidos a Anova e quando o valor de F foi significativo, utilizou-
291 se-se o teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

292 Para a relação entre comprimento de larva e volume do saco vitelínico, usou-se a
293 representação gráfica de regressão linear simples com base no modelo $y = a + bx + \varepsilon$,
294 no qual o comprimento de larva foi a variável dependente, o nível de confiança foi de
295 5%.

296 **5.4 RESULTADOS**

297 **Interação social sobre a reprodução**

298 As diferentes quantidades de animais devido a proporção sexual, dois, três e
299 quatro indivíduos por aquários, não interferiram nos parâmetros de qualidade de água. A
300 condição de água foi mantida nos parâmetros apresentados na tabela 1.

301 **Tabela 1.** Valores médios de pH, temperatura (T °C), oxigênio dissolvido (OD mg l⁻¹)
302 condutividade (Cond μS cm⁻¹) e amônia total (AT mg L⁻¹) nos experimentos com
303 *Hypancistrus zebra*.

Experimentos	pH	T° C	OD	Cond	AT
Interação social	7,50±0,16	29,44±0,22	7,64±0,28	13,64±0,09	0,02±0,01
Indução hormonal	7,42±0,52	29,06±1,34	7,42±0,36	15,35±0,12	0,05±0,07
T1 - 10	7,52±0,16	32,84±2,53	7,62±0,28	11,07±0,13	0,04±0,01
T2 - 100	7,45±0,32	32,73±2,24	7,45±0,09	109,14±1,25	0,03±0,02
T3 - 300	7,47±0,18	32,86±2,52	7,54±0,32	304,27±6,32	0,04±0,02
Frequência alimentares	6,83±0,47	28,99±0,72	7,21±0,34	11,80±0,08	0,05±0,12

304
305 Durante o período experimental, cinco desovas foram observadas de diferentes
306 casais (Tab. 2). A primeira ocorreu no início do experimento após 40 dias da formação
307 dos grupos e, a segunda com 150 dias, e desovas 3, 4 e 5 aos 151, 153 e 230 dias
308 respectivamente.

309 **Tabela 2.** Dados biometricos dos reprodutores, número de ovos, fecundidade relativa,
310 taxa de eclosão e biometria dos ovos de *Hypancistrus zebra* provenientes de desova em
311 condições de cativeiro.

Data da desova	Proporção Macho: Fêmea	Peso (mg) M: F	Comp. (cm) M: F	Nº de ovos	Freq. relativa	Taxa de eclosão	Peso (g)	Diametro (cm)
11/07/2014	1: 2	3662: 2353	7,20: 6,19	14	5,957	100	*	*
31/10/2014	1: 2	4198: 3174	7,37: 6,91	10	3,155	100	0,047±0,005	0,406±0,005
30/10/2014	1: 1	4812: 3215	7,91: 6,97	6	1,869	100	0,049±0,007	0,407±0,005
03/11/2014	2: 2	4320: 3173	7,46: 6,91	15	4,732	33,3	0,047±0,002	0,406±0,005
20/01/2015	1: 2	6290: 4056	7,90: 6,80	24	5,926	100	0,044±0,002	0,404±0,005

* Ovos mantidos com o macho.

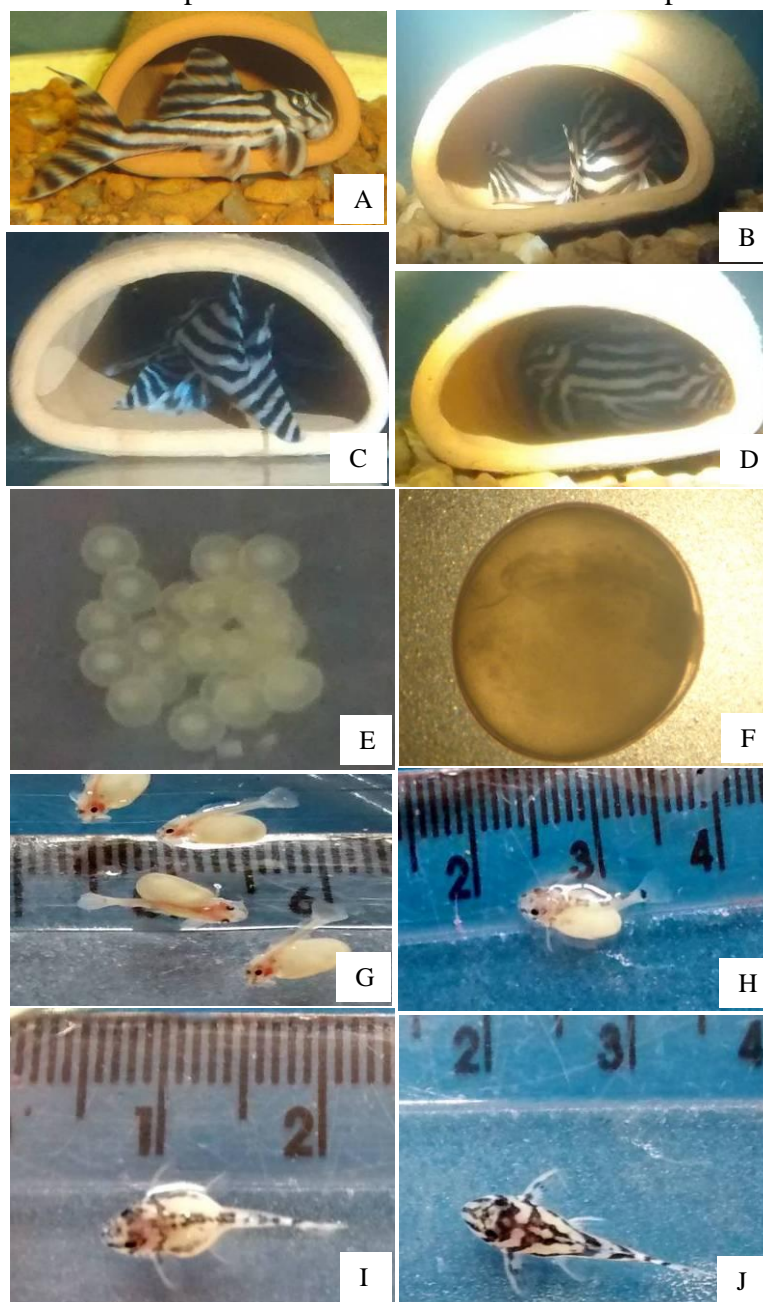
Pela análise comportamental, o macho maior é o dominante, apresenta comportamento territorialista e escolhe um abrigo para utilizar como ninho, permanecendo no seu interior retirando areia ou matéria orgânica com movimento das nadadeiras caudal e peitorais. Quando não está no interior do abrigo fica em frente do mesmo, perpendicularmente, como comportamento de proteção do abrigo e da área de entorno (Fig. 2A). No momento da alimentação é o primeiro a procurar o alimento, expulsando os demais, apresentando encontros agosnísticos em 82% dos registros, com movimento lateral do corpo, batendo sua cabeça e o espinho da nadadeira peitoral nos oponentes.

Próximo ao período da desova o dimorfismo de todos os machos dominantes fica mais evidente, os odontódeos da nadadeira peitoral e do opérculo aumentam de tamanho. Já a fêmea apresenta dilatação da região ventral, sendo possível observar a coloração amarelada dos ovócitos. Uma semana antes da desova, o casal entra e sai do abrigo diversas vezes ao dia. Até o momento em que permanecem em seu interior por dois dias, inicialmente ficam lado a lado em posição de pareamento (Fig. 2B), depois a fêmea fica no centro do abrigo e o macho posicionado acima com o corpo em "L", impedindo sua saída (Fig. 2C). Quando a fêmea inicia a postura de um lote, fica inquieta, realizando movimento para frente e para trás, sinalizando o macho para fertilizar os ovos. Foi possível observar até 5 posturas, durante esse período. Após a postura o macho expulsa a fêmea do ninho e permanece protegendo a prole (Fig. 2D). Após a desova o macho fica mais tolerante com os demais no aquário, permanecendo por até 12 dias sem sair do abrigo, até o aparecimento das primeiras larvas livre-natantes.

O maior número de ovos em uma desova foi 24 ovos e a menor de 6 (Tab. 2). A média foi de $13,8 \pm 6,72$ ovos. Apenas uma desova apresentou baixa taxa de eclosão, com o consumo de 10 ovos pelo macho um dia após a desova. Não foi possível observar neste período desovas subsequentes para um mesmo casal. As desovas ocorreram em 60% ($n = 3$) nos aquários do T2. A fecundidade relativa média foi de $4,32 \pm 1,78$ ovos g^{-1} fêmea.

Os ovos são adesivos com coloração âmbar e formato elíptico (Fig. 2E e F). Possuem peso médio de $0,046 \pm 0,002$ g, um diâmetro 1 = $4,4 \pm 0,1$ mm, diâmetro 2 = $4,22 \pm 0,2$ mm, um volume de ovo médio de $41,4 \pm 3,1$ mm³ e volume de vitelo médio de $34,3 \pm 3,7$ mm³. A eclosão ocorre com 7 dias pós fertilização (PF), as larvas possuem o mesmo peso inicial do ovo porém com 12,76 mm de comprimento e os olhos totalmente pigmentados (Fig. 2G). A abertura da boca ocorre no 8º dia PF. O tempo de eclosão dos ovos com os pais ou sem os pais nas criadeiras não apresentou diferenças. No 9º dia PF é possível observar adensamento de cromatóforo na região dorsal, na cabeça, até o pedunculo caudal (Fig. 2H). No 11º dia observam-se duas faixas na nadadeira caudal e manchas escuras na lateral do corpo (Fig. 2I), com padrão característico de coloração no 13º dia PF (Fig. 2J). Durante esse período a nutrição das larvas foi apenas das reservas vitelínicas, com pouca e limitada mobilidade devido ao grande volume do saco vitelínico, permanecendo no fundo da criadeira. A alimentação exógena foi iniciada aos 15 dias PF mas somente aos 17º dias PF o saco vitelínico foi absorvido por completo proporcionando animais de $0,052 \pm 0,008$ g e $17,22 \pm 0,719$ mm. A alimentação exógena

356 foi realizada com zooplâncton congelado, nauplio de *Artemia* sp. recém eclodido e
 357 *Daphnia* sp.. A alimentação foi baseada em relatos informais com produtores e registros
 358 na rede mundial de computadores e oferidas até saciedade aparente.



395 Figura 2. Comportamento territorial, reprodutivo e desenvolvimento do ovo e larvas de
 396 acari zebra, *Hypancistrus zebra*. A: Macho protegendo abrigo. B: Macho pareado com a
 397 fêmea dentro do abrigo. C: Macho sobre a fêmea impedindo a saída do abrigo. D:
 398 Macho protegendo os ovos. E: Ovos adesivos em grupos. F: Espaço vitelínico. G: Larva
 399 recém eclodida. H: Larva com início de pigmentação (9° PF). I: Larvas com listras no
 400 abdome (11° PF) e J: Alevino com pigmentação característica da espécie (13° PF).
 401 Imagem: Autor.

402

403 As larvas da quinta desova foram acompanhadas e apresentaram comprimento
 404 médio após eclosão de $12,03 \pm 0,2$ mm e volume de saco vitelínico = $20,54 \pm 5,3$ mm³ no

405 dia da eclosão (7 PF), dois dias após apresentaram comprimento médio de 12,96±0,6
 406 mm e volume de saco vitelínico de 3,05±0,5 mm³. No 17º. dia PF com a absorção
 407 completa do saco vitelínico, o comprimento médio foi de 18,67±0,5 mm. O consumo
 408 médio do saco vitelínico foi de 85,16% da eclosão para 7 PF em comparação a 9 PF e o
 409 crescimento da larva, foi de 7,7%, e de 30,6% entre os 9 PF para 17 PF. Não houve
 410 correlação significativa entre o crescimento de larva e o volume do saco vitelínico (p =
 411 0,0513).

412 **Efeito das Condições ambientais sobre a reprodução**

413 Os diferentes valores testados de condutividade elétrica da água não foram
 414 suficientes para promover desovas no acari zebras. Apenas comportamento territorial
 415 nos machos dominantes foi observado durante o período, semelhante aos já citado
 416 anteriormente. Não houve diferença nos valores de qualidade de água analisados, a não
 417 ser para o parâmetro condutividade elétrica (Tab. 1).

418 **Efeito da indução hormonal sobre a reprodução**

419 Os animais não responderam positivamente aos tratamento, sem ocorrência de
 420 desova natural e do comportamento reprodutivo durante o período. Não foram
 421 observadas mortalidades ou ocorrência de doenças após os procedimentos. Após leve
 422 massagem abdominal não foi possível nos machos obter sêmen e nas fêmeas este
 423 processo não foi realizado por precaução devido ao tamanho dos ovócitos. Após o efeito
 424 do anestésico e dos procedimentos de indução os animais se comportavam
 425 normalmente. Os parâmetros de qualidade de água permaneceram dentro da
 426 normalidade (Tab 1.).

427 **Diferentes frequências alimentares durante a alevinagem**

428 As diferentes frequências alimentares não refletiram em alterações significativas
 429 nos parâmetros físicos e químicos da água (Tab. 1). Um indivíduo morreu no tratamento
 430 na frequência de 3 vezes dia⁻¹. E os valores de desempenho em alevinos de acari zebra
 431 permaneceram semelhantes entre os tratamentos testados (Tab. 3).

432 **Tabela 3.** Valores médios (± desvio padrão) de ganho de peso (GP) e comprimento
 433 (GC) , taxa de crescimento específico para peso (TCEp) e comprimento (TCEc) em
 434 larvas de *Hypancistrus zebra* submetidos às diferentes frequências alimentares.

Frequência	GP	GC	TCEp	TCEc
1	0,163±0,05	0,720±0,24	1,400±0,24	0,436±0,08
2	0,132±0,05	0,838±0,09	1,032±0,49	0,511±0,10
3	0,201±0,07	0,749±0,11	1,621±0,53	0,456±0,11

435 Média sem diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.
 436

437 **5.5 DISCUSSÃO**

438 A reprodução dos peixes é um processo fisiológico multifatorial que depende da
 439 estimulação exógena tanto ambiental quanto biológica para ocorrer (Ubinarti, 2005;
 440 Ureña et al., 2005; Chellappa et al., 2009; Araújo et al., 2012). O estímulo à reprodução
 441 por alterações da qualidade de água e por interações entre machos e fêmeas são
 442 reportadas para Loricarídeos como *Ancistrus triradiatus* (Collazos-Lasso e Arias-
 443 Castellanos, 2009), outros siluriformes como tamoatá *Hoplosternum littorale*
 444 (Ramnarine, 1995), coridoras *Corydoras aeneus* (Mahapatra e Dutta, 2014) e *Corydoras*
 445 *paleatus* (Pruzinszky e Ladich, 1998), e em characídeos como cardinal tetra
 446 *Paracheirodon axelrodi* (Anjos e Anjos, 2006). Além desses fatores o bem estar animal
 447 também é fator crucial para o sucesso das reproduções. Os parâmetros abióticos
 448 mensurados durante o experimento estiveram dentro das variações observadas por

449 (Seidel, 1996), o que propiciou condições adequadas para ocorrer a reprodução em
450 cativeiro.

451 O acari zebra possui boa adaptação a diversos parâmetros de água, mas além da
452 temperatura e pH, considera-se ainda importante um excelente filtragem biológica, forte
453 aeração e uma renovação diária de 10% de água (Seidel, 1996). Essas informações
454 corroboram com o presente trabalho que apresentou valores semelhantes resultando em
455 desovas e altas taxa de sobrevivência da prole.

456 Os loricarídeos de forma geral apresentam maior tolerância às condições
457 diversas de parâmetros ambientais. Larvas do cascudo chinelo *Loricariichthys*
458 *platymetopon* e de cascudo preto *Rhinelepis aspera* foram cultivadas em ambientes com
459 grande amplitude e variação dos parâmetros abióticos (Hayashi et al., 2002; Guerreiro et
460 al., 2011), respectivamente.

461 Dentre os parâmetros de qualidade de água, a condutividade é um estímulo
462 adequado para a maturação final, ovulação e desova de diversos peixes de pequeno
463 porte (Urbinati, 2005). Collazos-Lasso e Arias-Castellanos, (2009), obtiveram sucesso
464 na estimulação da maturação final e desovas do acari *Ancistrus triradiatus* com
465 mudanças bruscas de condutividade. As desovas ocorreram de $24,6 \pm 1,3$ a $26,5 \pm 0,4$
466 horas após a diminuição brusca da condutividade de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ para diversos
467 valores de condutividades avaliados (80 , 60 e $40 \mu\text{S cm}^{-1}$). Porém, com aumentos de
468 condutividade acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ assim como em condutividades baixas de $20 \mu\text{S}$
469 cm^{-1} não foram observadas desovas.

470 Em tamoatá *Hoplosternum littorale*, a diminuição da condutividade (350 para
471 $57,5$ e de 265 para $73,2 \mu\text{S cm}^{-1}$) através de simulação de chuva durante 3 dias, com ou
472 sem aumento do nível de água, proporcionou a ocorrência de desovas (Ramnarine,
473 1995). No cardinal tetra um peixe ornamental de pequeno porte da Família Characidae,
474 as desovas iniciaram após 15 dias de diminuição diária da condutividade (de 70 ± 19 para
475 $25 \pm 8 \mu\text{S cm}^{-1}$) e do pH (de $7,0 \pm 0,1$ para $5,5 \pm 0,4$), concomitante com o aumento do
476 nível de água em 1 cm dia^{-1} . Esses resultados são contrários aos do presente trabalho,
477 onde não foram observadas desovas com alteração da condutividade elétrica da água.
478 Observou-se que a diminuição da condutividade seria o estímulo à reprodução, porém
479 no rio Xingu a bacia de drenagem é formada por rochas pré-cambrianas
480 geoquimicamente pobres em carbonatos (Furch, 1984) e íons de cálcio (Payne, 1986).
481 Como consequência da baixa precipitação no período seco a concentração de íons
482 alcança o máximo de $75,67 \mu\text{S cm}^{-1}$ e diminui os valores de condutividade no período
483 chuvoso para $14,33 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Sidagis-Galli et al., 2015). Porém apesar da variação na
484 condutividade, as desovas não ocorreram. Além disso, a metodologia de manutenção
485 constante da condutividade utilizada no presente trabalho ao invés de mudanças bruscas
486 de condutividade possam causar estímulos reprodutivos diferentes.

487 Embora o padrão de desovas parceladas seja encontrado na maioria dos
488 loricarídeos (Nakatani et al., 2001) isso não foi verificado ao longo dos experimentos de
489 reprodução com acari zebra, apresentando somente uma desova por casal. O acari zebra
490 em ambiente natural realiza duas desovas em ciclo anual, porém não se constitui em
491 uma desova parcelada, sendo classificado então como uma espécie oportunista por
492 combinar picos reprodutivos, nas transições entre as estações seca e chuvosa, chuvosa e
493 seca, período com nível mediano de água do rio (Roman, 2011). Dessa forma faixas
494 menores de condutividade além de outros parâmetros de água devem ser avaliados na
495 indução da reprodução para essa espécie.

496 A presença de ambos os sexos no mesmo ambiente pode ser considerado um
497 estímulo natural a reprodução, hormônios são liberados pelos animais dominantes que

498 proporcionam a maturação das fêmeas e podem inibir em alguns casos a reprodução dos
499 animais concorrentes (Murgas et al., 2009; Mahapatra e Dutta, 2014). Para loricarídeos
500 a proporção de um macho para duas fêmeas é empiricamente utilizado por produtores de
501 diversos acarís em Singapura (comunicação pessoal: Rajanta Sinardja Rahardja), e vem
502 surtindo resultado exitoso, como na reprodução do acari *Ancistrus triradiatus* (Collazos-
503 Lasso e Arias-Castellanos, 2009). Apesar desta proporção sexual não apresentar
504 diferenças significativas foi aquela que apresentou maior número de desovas para o
505 acari zebra em cativeiro.

506 O comportamento reprodutivo do acari zebra foi descrito por métodos não
507 científico pela primeira vez por Seidel (1996) e corrobora com o observado no presente
508 trabalho. Sendo que o cuidado parental observado nos acarís do presente trabalho, é
509 relatado para outros loricarídeos como exemplo do *Ancistrus cryptophthalmus* (Secutti e
510 Trajano, 2009), cascudo chinelo *Loricariichthys platymetopon* (Marcucci et al., 2005),
511 cascudo ferro *Hypostomus auroguttatus* (Gomes et al., 2015) e cascudo canoa *Loricaria*
512 *uracantha* (Eric et al., 1982). O cuidado parental é observado em muitas espécies que
513 habitam ambientes lênticos como alguns ciclídeos neotropicais e que possuem baixa
514 fecundidade (Alves et al., 2009; Queiroz, 2013), semelhante aos loricarídeos, como o
515 acari do presente trabalho com fecundidade de 4,3 ovos g⁻¹ e *Hypostomus auroguttatus*
516 com 2,29 ovos g⁻¹ (Gomes et al., 2015).

517 Espécies que apresentam cuidado parental têm menos ovos os ovos, são maiores,
518 levam mais tempo para eclodir e geram filhotes mais viáveis (Balon, 1975; Nakatani, et
519 al., 2001). Os ovos do acari zebra apresentaram maior tamanho ao observado em
520 *Ancistrus cryptophthalmus* (Secutti e Trajano, 2009). Estes autores realizaram uma
521 revisão sobre o número de ovos e o tamanho em 21 acarís e observaram que os
522 loricarídeos possuem ovos grandes de 1,48 até 5,8 mm. O número de ovos em uma
523 postura varia de 63 ovos e tamanho de 4 mm em *Ancistrus cryptophthalmus*, 850 ovos e
524 2,52 a 4,14 mm em *Loricariichthys platymetopon* e o máximo registrado em
525 *Hypostomus watwata* com 3.902 ovos e 4,5 a 5,8 mm. Sendo o acari zebra menos
526 prolífico com 12 (Seidel, 1996) a 24 ovos (registrado no presente trabalho), porém com
527 ovos comparativamente maiores de 4,4 mm.

528 Esses tamanho de ovo permite a espécie, produção de larvas com alta viabilidade
529 pois permanecem imóveis consumindo o saco vitelínico gerando indivíduos de maior
530 tamanho, com o sistema digestório completo e aptos a alimentação exógena (Prieto e
531 Atencio, 2008; Portella e Dabrowski, 2008). Outras espécies de peixes mais prolíficas
532 como tambaqui apresentam larvas menores, tem fecundidade de 78 ovos g⁻¹ e ovos com
533 1.3 mm de tamanho (Gomes et al., 2010). Larvas menores, possuem reversas vitelínicas
534 escassas (Altriciais) e são dependentes do alimento exógeno para completar seu
535 desenvolvimento digestório, o que ocasiona mortalidades na larvicultura (Prieto e
536 Atencio, 2008; Portella e Dabrowski, 2008).

537 Com relação à reprodução com indução hormonal, a única espécie de
538 loricarídeos cuja reprodução artificial é realizada com sucesso é a *Rhinelepis aspera*,
539 através da indução hormonal com o uso de hipófise de carpa. Na dose preparatória, as
540 fêmeas recebem 1 mg Kg⁻¹ e na definitiva 6 mg Kg⁻¹, os machos recebem uma única
541 dose de 2,5 mg Kg⁻¹ concomitante com a aplicação da dose definitiva da fêmea (Dos
542 Santos et al., 2008). Porém é uma espécie de loricarídeo de grande porte comparado ao
543 acari zebra, alcançando pesos acima de 1kg, sendo esse um fator que deve ser melhor
544 pesquisado para espécies de pequeno porte, tanto quanto a outras concentrações de
545 indução quanto formas de inoculação das substâncias, dificuldades estas encontradas no
546 presente trabalho.

547 A reprodução como mencionado é um processo multifatorial, o bem estar
548 animal, a nutrição e as condições ambientais são importantes para proporcionar o
549 desenvolvimento gonadal. Assim, o sucesso da estimulação hormonal necessita, além
550 dos requisitos de bem estar, que os espécimes estejam no final do processo de
551 vitelogênese, em condições ideais para o ovócito entrar na etapa de maturação
552 (Gondinho, 2007) comprovada pela observação da posição central das vesícula
553 germinativa no núcleo (Felizardo et al., 2012).

554 Os Siluriformes em cativeiro não apresentam comportamento sinalizando o
555 momento da desova (Crepaldi et al., 2006). Nesse sentido, a dificuldade em se avaliar o
556 real estágio de maturação dos acaris zebra assim como a não descoberta de todos as
557 influências possíveis da qualidade de água para a reprodução podem ter contribuído
558 para a não ocorrência de desovas pelo método artificial de indução hormonal. Este fato
559 prejudica a decisão de quando começar o protocolo de indução hormonal e indica a
560 importância da execução de pesquisas nessa área, visando ao sucesso na criação
561 comercial neste grupo.

562 Outro fator hipotético seria a ausência de sêmen após massagem no acari zebra
563 podendo ser uma disfunção reprodutiva como ocorre em pirarucu (Monteiro et al.,
564 2010). Desta forma, recomenda-se futuros estudos com diferentes concentrações de
565 hormônios e diferentes doses preparatórias.

566 Como já relatado, a larvicultura dessa espécie apresenta vantagens em relação a
567 outras espécies reofílicas de alta prolificidade no que concerne a obtenção de larvas
568 maiores e mais resistentes com uma fase larval precoce onde devido ao seu suprimento
569 endógeno e período prolongado de embrião livre natante, os embriões se desenvolvem
570 em comprimento diretamente para o fenótipo definitivo com comportamento alimentar
571 semelhante aos adultos (Jamawan et al., 2014).

572 Nesse sentido a alevinagem dessa espécie passa a ser uma preocupação no
573 cativeiro pois é o período onde inicia-se a alimentação exógena. Esta fase deve
574 proporcionar o máximo de crescimento com o mínimo de mortalidade, nesse sentido o
575 alimento correto, assim como seu manejo alimentar são importantes. A frequência de
576 alimentação acima do ideal pode elevar o custo de produção e deteriorar os parâmetros
577 de qualidade de água (Zuanon et al., 2011; Kodama et al., 2011). No entanto, no
578 experimento com alevinos de *Hypancistrus zebra* o aumento da frequência alimentar
579 diária não influenciou o desempenho dos peixes. Esse resultado foi semelhante ao
580 encontrado na larvicultura do cascudo preto *Rhinelepis aspera*, utilizando frequência de
581 2 e 4 vezes dia⁻¹ (Luz e Dos Santos, 2010).

582 Dados de frequência de alimentação em alevinos de loricarídeos são escassos e a
583 título comparativo, melhores índices zootécnicos para larvas foram observados
584 utilizando-se a frequência de 4 vezes dia⁻¹, em *Pterophyllum scalare* (Kasiri et al.,
585 2011), *Rhamdia quelen* (Diemer et al 2012; Neto et al., 2013) e *Pyrrhulina brevis*
586 (Lebiasinidae) (Abe et al., 2015).

587

588 **5.6 CONCLUSÕES**

589 A desova em acari zebra ocorre com mais frequência quando utiliza-se a
590 proporção sexual de 1macho: 2 fêmeas. Possuem cuidado parental e produzem poucos
591 ovos e de tamanho grande. Os alevinos podem ser cultivadas com até três alimentações
592 diárias. Apesar disso outros protocolos na promoção para indução da desova devem ser
593 testadas, como diferentes tempo para dose preparatória, uso de pellets subcutâneo de
594 liberação lenta de hormônio e mudança brusca de condutividade e pH.

595

596 **AGRADECIMENTOS**

597 Agradecemos a Norte Energia SA, a Leme Engenharia, ao CNPq (406512 / 2012-4) a
598 CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e a Poytara pelo fornecimento de rações.

599 **5.7 REFERENCIAS**

- 600 Abe. H.A., Dias, J.A.R., Cordeiro, C.A.M., Ramos, F.M., Fujimoto, R.Y. 2015.
601 *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876) como uma nova opção para a piscicultura
602 ornamental nacional: larvicultura. Boletim do Instituto de Pesca 41, 113-122.
- 603 Alves, F.C.M., Rojas, N.E.T., Romagosa, E. 2009. Reprodução do “ciclídeo-anão
604 amazônico”, *Apistogramma cacatuoides*, Hoedeman, 1951 (Perciformes: Cichlidae)
605 em laboratório. Boletim do Instituto de Pesca 35, 587-596.
- 606 Anjos, H.D.B.; Anjos, C.R. 2006. Biologia reprodutiva e desenvolvimento embrionário
607 e larval do cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* Schultz, 1956 (characiformes:
608 characidae), em laboratório. Boletim do Instituto de Pesca 32, 151-160.
- 609 Araújo, A.S., Lima, L.T.B., Nascimento, W.S., Yamamoto, M.E., Chellappa, S. 2012.
610 Características morfométricas-merísticas e aspectos reprodutivos da sardinha de
611 água doce, *Triporthus angulatus* (Osteichthyes: Characiformes) do rio Acauã do
612 bioma Caatinga. Biota Amazônia 2, 59-73.
- 613 Araújo, J.Ê.X.S., Streit Jr, D.P., Ribeiro, J.S.D.A., Martins, E.D.F.F., Souza, F.N.,
614 Oliveira, C.A.L.D., Ribeiro, R.P., Barreto, N.M.L., Povh, J.A. 2014. Ovopel and
615 Carp Pituitary Extract as Spawning Inducers in Males of the Amazon Catfish
616 *Leiarius marmoratus* (Gill, 1970). Brazilian Archives of Biology and
617 Technology 57, 882-886.
- 618 Atencio-García, V., Zaniboni-Filho, E., Pardo-Carrasco, S., Arias-Castellanos, A 2003.
619 Influência da primeira alimentação na larvicultura do yamú *Brycon siebenthalae*
620 (Characidae). Acta Scientiarum Animal Sciences 25, 61-72.
- 621 Balon, E.K. 1975. Terminology of intervals in fish development. Journal of the
622 Fisheries Research Board of Canada 32, 1663-1679.
- 623 Bombardelli, R.A., Syperrek, M., Sanches, E.A. 2006. Hormônio liberador de
624 gonadotrofinas em peixes: aspectos básicos e suas aplicações. Arquivos de ciências
625 Veterinárias e Zoologia da UNIPAR 9, 59-65.
- 626 Camargo, M., Junior, H.G., Py-Daniel, L.R. 2012. Acaris Ornamentais do Médio Rio
627 Xingu – Ornamental Plecos of the Middle Xingu river, pp. 177.
- 628 Carneiro, P. C. F., Mikos, J. D. 2005. Freqüência alimentar e crescimento de alevinos de
629 jundiá, *Rhamdia quelen*. Ciência Rural 35, 187-191.
- 630 Carvalho Junior, J.R., Carvalho, N.A.S.S., Nunes, J.L.G., Camões A.; Bezerra M.F.C.;
631 Santana, A.R., Nakayama, L. 2009. Sobre a pesca de peixes ornamentais por
632 comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso. Boletim do Instituto de
633 Pesca 35, 521-530.
- 634 Chellappa, S., Bueno, R.M.X., Chellappa, T., Chellappa, N.T., Val, V.M.F.A. 2009.
635 Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semiarid Brazilian
636 reservoirs. Limnologica 39, 325-329.
- 637 Collazos-Lasso, L. F., Arias-Castellanos, J. A. 2009. Estimulación a la maduración final
638 y el desove de *Ancistrus triradiatus*. Orinoquia 13, 14-19.
- 639 Crepaldi, D.V., Faria, P.M.C., Teixeira, E.A., Ribeiro, L.P., Costa, A.A.P., Melo, D.C.,
640 Cintra, A.P.R., Prado, S.A., Costa, F.A.A., Drumond, M.L., Lopes, V.E., Moraes,
641 V.E. 2006. Utilização de hormônios na reprodução induzida do surubim
642 (*Pseudoplatystoma* spp.). Revista Brasileira de Reproducao Animal 30, 168-173.

- 643 Crescêncio, R., Ituassú, D.R., Roubach, R., Pereira Filho, M., Cavero, B.A.S., Gandra,
644 A. L. 2005. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do
645 pirarucu. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40, 1217-1222.
- 646 Dala-Corte, R.B., Moschetta, J.B., Becker, F.G. 2016. Photo-identification as a
647 technique for recognition of individual fish: a test with the freshwater armored
648 catfish *Rineloricaria aequalicuspis* Reis & Cardoso, 2001 (Siluriformes:
649 Loricariidae). Neotropical Ichthyology 14.
- 650 Diemer, O., Neu, D.H., Sary, C., Finkler, J.K., Boscolo, W.R., Feiden, A. 2012. *Artemia*
651 sp. na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). Ciência Animal
652 Brasileira 13, 175-179.
- 653 Eric, G., Moodie, E., Power, M. 1982. The reproductive biology of an armoured catfish,
654 *Loricaria uracantha*, from Central America. Environmental Biology of Fishes 7,
655 143-148.
- 656 Felizardo, V.O., Murgas, L.D.S., Andrade, E.S., López, P.A., Freitas, R.T.F., Ferreira,
657 M.R. 2012. Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in
658 lambari (*Astyanax bimaculatus*). Theriogenology 77, 1570-1574.
- 659 Furch, K., 1984. Water chemistry of the Amazon basin: the distribution of chemical
660 elements among freshwaters. In: Sioli, H. (Ed.). The Amazon: limnology and
661 landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht: Dr. W. Junk
662 Publishers. 56 167-199.
- 663 Godinho, H.P. 2007. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases
664 para o desenvolvimento de tecnologias de produção. Revista Brasileira de
665 Reprodução Animal 31, 351-360.
- 666 Gomes, I.D., Araújo, F.G., Do Nascimento, A.A., Sales, A. 2015. Equilibrium
667 reproductive strategy of the armored catfish *Hypostomus auroguttatus*
668 (Siluriformes, Loricariidae) in a tropical river in Southeastern
669 Brazil. Environmental Biology of Fishes 98, 249-260.
- 670 Gomes, L.C., Simões, L.N., Araujo-Lima, C.A.R.M. 2010. Tambaqui (*Colossoma*
671 *macropomum*). In: Baldisserotto, B., Gomes, L.C. (Ed). Espécies nativas para
672 piscicultura no Brasil. UFSM, Santa Maria, 175-204.
- 673 Gonçalves, A. P., Camargo, M., Carneiro, C.C., Camargo, A.T., De Paula, G.J.X.,
674 Giarrizzo, T. 2009. A Pesca de peixes ornamentais. In: Camargo, M., Ghilardi, R.
675 Jr. (Ed). Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu: Uma
676 abordagem ecológica. Belém, 235-264.
- 677 Guerreiro, L.R.J., Dias, J.A.D., Fornari, D.C., Ribeiro, R.P., Zanoni, M.A. 2011.
678 Desempenho de pós larvas de cascudo preto (*Rhinelepis aspera*), alimentadas com
679 náuplios de artemia e ração oferecida em saches. Semina: Ciências Agrárias 32,
680 781-788.
- 681 Harvey. B., Carolsfeld, J. 1993. Induced breeding in tropical fish culture. Ottawa:
682 IDRC, pp.144.
- 683 Hayashi, C., Soares, C.M., Galdioli, E.M., de Souza, S.R. 2002. Uso de plâncton
684 silvestre, fermento fresco e levedura desidratada na alimentação de larvas do
685 cascudo chinelo, *Loricariichthys platymetopon* (Isbrüchen & Nijssen,
686 1979)(Osteichthyes, Loricariidae). Acta Scientiarum Biological Sciences 24, 541-
687 546.
- 688 Isaac, V.J., Almeida, M.C., Cruz, R.E.A., Nunes, L.G. 2015. Artisanal fisheries of the
689 Xingu River basin in Brazilian Amazon. Brazilian Journal of Biology 75 125-137.

- 690 Isbrücker, I.J.H., Nijssen, H. 1991. *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of
691 uniquely pigmented ancistrine loricariid fish from the Rio Xingu, Brazil (Pisces:
692 Siluriformes: Loricariidae). Ichthyology Exploration Freshwaters 1, 345-350.
- 693 IUCN, 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1..
694 <http://www.iucnredlist.org>.
- 695 Jumawan, J.C., Herrera, A.A., Vallejo, B. 2014. Embryonic and larval developmen t of
696 the sucker mouth sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* from Marikina river,
697 Phillippines. EurAsian J Bioscience 8, 38-50.
- 698 Kasiri, M., Farahi, A., Sudagar, M. 2011. Effects of Feeding Frequency on Growth
699 Performance and Survival Rate of Angel Fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes:
700 Cichlidae) Veterinary Research Forum 2, 97-102.
- 701 Kodama, G., Annuniação, W.F., Sanches, E.G., Gomes, C.H.A.M., Tsuzuki, M.Y.
702 2011. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*,
703 em sistema de recirculação. Boletim do Instituto de Pesca 37, 61-72.
- 704 Korzelecka-Orkisz, A., Szalast, Z., Pawlos, D., Smaruj, I., Tański, A., Szulc, J.,
705 Formicki, K. 2012. Early ontogenesis of the angelfish, *Pterophyllum scalare*
706 Schultze, 1823 (Cichlidae). Neotropical Ichthyology 10, 567-576.
- 707 Luz, R.K., Dos Santos, J.C.E. 2010. Effect of salt addition and feeding frequency on
708 cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Pisces: Loricariidae) larviculture. Journal of
709 Applied Ichthyology 26, 453-455.
- 710 Mahapatra, B.K.; Dutta, S. 2014. Breeding and Rearing of an Exotic Ornamental
711 Catfish, *Corydoras aeneus* (Gill, 1858) in Kolkata, West Bengal and Its Economics.
712 In: Proceedings of the Zoological Society 68, 159-163.
- 713 Marcucci, K.M.I., Orsi, M.L., Shibatta, O.A. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos
714 de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da
715 represa Capivara, médio rio Paranapanema. Iheringia - Série Zoológica 95, 197-
716 203.
- 717 Monteiro, L.B.B., Soares, M.D.C.F., Catanho, M.T.J., Honczaryk, A. 2010. Aspectos
718 Reprodutivos e Perfil Hormonal dos Esteróides Sexuais do Pirarucu, *Arapaima*
719 *gigas* (Schinz, 1822), em Condições de Cativoiro. Acta Amazônica 40, 435-450.
- 720 Murgas, L.D.S., Drumond, M.M., Pereira, G.J.M., Felizardo, V.O. 2009. Manipulação
721 do ciclo e da eficiência reprodutiva em espécies nativas de peixes de água doce.
722 Revista Brasileira de Reprodução Animal Suplemento 6,70-76.
- 723 Nakatani, K., Agostinho, A.A., Baumgartner, G., Bialecki, A., Sanches, P.V.,
724 Makrakis, M.C., Pavanelli, C.S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce:
725 Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, EDUEM, pp. 378.
- 726 Neto, P.G.B., Dutra, F.M., Ballester, E.L.C., Portz, L. 2013. Crescimento e
727 sobrevivência de larvas do jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentadas com alimento vivo
728 enriquecido e dieta artificial. Revista Brasileira de Ciência Veterinária 20, 216-221.
- 729 Paulino, M.S., Sampaio, M., Miliorini, A.B., Murgas, L.D.S., Felizardo, V.O. 2011.
730 Desempenho reprodutivo do pacu, piracanjuba e curimba induzidos com extrato de
731 buserelina. Boletim do Instituto de Pesca 37, 39-45.
- 732 Payne, AI., 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. New York: John Wiley &
733 Sons. pp. 301.
- 734 Portella, M.C., Dabrowski, K. 2008. Diets, physiology, biochemistry and digestive tract
735 development of freshwater fish larvae. In: Cyrino, J.E.P., Bureau, D., Kapoor, B.G.
736 (Ed.). Feeding and digestive functions of fishes. Enfield: Science Publishers,
737 227-279.

- 738 Prieto, G., Atencio, G. 2008. Zooplankton en la larvicultura de peces
739 neotropicales. Revista MVZ Córdoba 13, 1415-1415.
- 740 Pruzsinszky, I., Ladich, F. 1998. Sound production and reproductive behaviour of the
741 armoured catfish *Corydoras paleatus* (Callichthyidae). Environmental Biology of
742 Fishes 53, 183-191.
- 743 Queiroz, F.A. 2013. Estudos sobre os comportamentos reprodutivos e cuidados
744 parentais em ciclídeos neotropicais. Graduação em Ciências Biológicas
745 Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP. pp. 45.
- 746 Ramnarine, I.W. 1995. Induction of nest building and spawning in *Hoplosternum*
747 *littorale*. Journal of Fish Biology 47, 555-557.
- 748 Ramos, F. M., Sousa, N.C., Couto, M.V.S., Reis, R.G.A., Cruz, C., Recuero, L.B.,
749 Carneiro, P.C.F., Fujimoto, R.Y. 2015 C. Uso de eugenol como anestésico para três
750 espécies de acaris ornamentais amazônicos In: XIX Congresso Brasileiro de
751 Engenharia de Pesca, São Luís.
- 752 Ramos, F.M., Abe, H.A., Hollatz, T.G., Fujimoto, R.Y. 2015 A. Efeito da
753 condutividade na reprodução e oferta de alimento em juvenis de peixe folha,
754 *Monocirrhus polyacanthus* (HECKEL, 1840) (POLYCENTRIDAE,
755 PERCIFORMES). Brazilian Journal of Fishing Engineering 8, 34-38.
- 756 Ramos, F.M., Araújo, M.L.G., Prang, G., Fujimoto, R.Y. 2015 B. Ornamental fish of
757 economic and biological importance to the Xingu River. Brazilian Journal of
758 Biology 75, 95-98.
- 759 Ramos, F.M., Recuero, L.B., Silva, T.V.N., Fujimoto, R.Y., Lee, J.T., Torres, M.F.
760 2013. Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrücker
761 & Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing
762 conditions. Journal of Applied Ichthyology 29, 927-929.
- 763 Ribeiro, F.A.S., Carvalho Junior, J.R., Fernandes, J.B.K., Nakayama, L., 2008.
764 Comércio brasileiro de peixes ornamentais. Panorama da Aquicultura 18, 54-59.
- 765 Roman, A.P.O. 2011. Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus*
766 *zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no rio Xingu,
767 Amazônia brasileira. In: Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca.
768 Universidade Federal do Pará, Belém, PA. pp. 87.
- 769 Sabaj, M.H., Armbruster, J.W., Page, L.M. 1999. Spawning in *Ancistrus* (Siluriformes:
770 Loricariidae) with comments on the evolution of snout tentacles as a novel
771 reproductive strategy: larval mimicry. Ichthyological Exploration of Freshwaters
772 10, 217-229.
- 773 Santos, J.C.E., Luz, R.K., Pedreira, M.M., Sato, Y. 2008. Reprodução e larvicultura do
774 Cascudo Preto. Panorama da Aquicultura 110, 26-31.
- 775 Scorvo Filho, J.D., Frascá-Scorvo, C.M.D., Alves, J.M.C., Souza, F.R.A. 2010. A
776 tilapicultura e seus Insumos, Relações Econômicas. Revista Brasileira de Zootecnia
777 39, 112-118.
- 778 Secutti, S., Trajano, E. 2009. Reproductive behavior, development and eye regression in
779 the cave armored catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987 (Siluriformes:
780 Loricariidae), breed in laboratory. Neotropical Ichthyology 7, 479-490.
- 781 Seidel, I. 1996. New Information on the Zebra Pleco, *Hypancistrus zebra*. Revista
782 Tropical Fish Hobbist 479.
- 783 Sidagis-Galli, C., Abe, D.S., Rodrigues-Filho, J.L., Blanco, F.P., Medeiros, G.R., Faria,
784 C.R.L., Tundisi, J.G. 2015. Ionic characterization of the Xingu River water's in the
785 region of the future UHE Belo Monte (PA). Brazilian Journal of Biology 75, 30-33.

- 786 Urbinati, E.C. 2005. Bases fisiológicas de la reproducción en peces
787 tropicales. Reproducción de los peces en el trópico, pp. 23.
- 788 Ureña, F., Ávila. E., Rodríguez, L., Landines, M., Kohrdis, U. 2005. Guías de
789 producción de peces ornamentales de la Orinoquía colombiana. Loricaridos.
790 Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
791 Bogotá, pp. 85.
- 792 Zaniboni Filho, E., Weingartner, M. 2007. Técnicas de indução da reprodução de peixes
793 migradores. Revista Brasileira de Reprodução Animal 31, 367-373.
- 794 Zuanon, J.A.S., Salaro, A.L., Furuya, W.M. 2011. Produção e nutrição de peixes
795 ornamentais. Revista Brasileira de Zootecnia 40, 165-174.
- 796
- 797
- 798
- 799
- 800
- 801
- 802
- 803
- 804
- 805
- 806
- 807
- 808
- 809
- 810

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os trabalhos duas parasitose acometaram os peixes: O ictio ou doença dos pontos brancos (*Ichthyophthirius multifiliis*) ocorreu quando apresentava nos aquários um oscilação da temperatura diária ou quando a temperatura dos aquários permanencia baixa (abaixo dos 26°C). A solução foi a utilização de aquecedores com termostato para manter a temperatura acima dos 28°C. Esta doença não sendo tratada, as bactérias oportunistas apareciam e causavam vermelhidão nas extremidades dos animais (Fig. 1) e a morte do peixe.

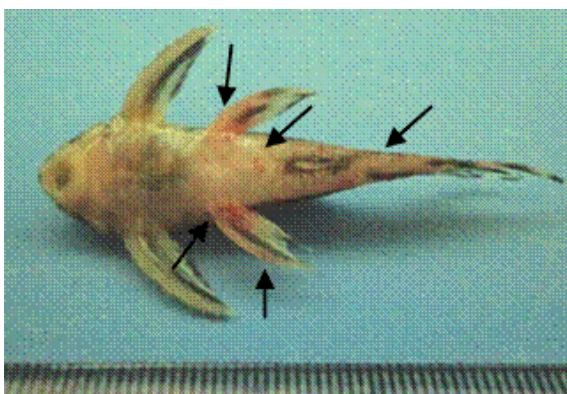


Figura 1. Infestação por bactéria que causa vermelhidão nas extremidades em *Hypancistrus zebra*. Imagem: Autor.

A outra parasitose foi devido a ocorrência do parasita *Argulus* sp. ou piolho de peixe. Encontrado nos animais recém coletados da natureza. O parasita fica aderido no ventre do animal e provoca severas escoriações e estressando os mesmos, fazendo com que não se alimentem, provocam a morte com o decorrer do tempo. A melhor maneira de controlar foi rompendo seu ciclo reprodutivo com a catação manual, limpando o aquário com cloro e passando o peixe para um aquário limpo. Já que a concentração de cloreto de sódio (NaCl), formalina e outras substâncias ainda não foram determinadas para a espécie e não poderíamos perder animais experimentos deste tipo.

Como medida profilática adotamos a limpeza de todo instrumental utilizado no manejo e separando-os por aquário ou por estantes, para não disseminar doenças. E estes periodicamente, dependendo do uso, foram cuidadosamente higienizado com lavagem através de água e sabão, e desinfetados com solução de NaCl a 5%.

O presente estudo possui relevância na geração de informações tanto para subsidiar trabalhos de criação em cativeiro da espécie como para fins conservacionista, utilizadas para minimizar os impactos da Hidrelétrica de Belo Monte. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que é possível a criação do acari zebra em cativeiro,

para tal deve-se utilizar abrigos de cerâmicas, ser alimentado com *Artemia* sp. (nauplio e adultos) e com ração. O manejo alimentar deve ser realizado com uma taxa de alimentação de 10% peso vivo dia⁻¹ nas frequências de 2 alimentações diárias. A melhor densidade de estocagem é de 2g L⁻¹ por proporcionar as melhores taxas de crescimento específico. Em relação a reprodução a proporção de 1 macho e 2 fêmeas é a recomendada na promoção de desovas.

A cadeia produtiva da espécie deve ser estimulada pois é uma espécie que possui alto valor de mercado e alta demanda, tanto do mercado interno como dos mercados da Ásia e da Europa. Informações complementares são necessárias no controle das desovas e assim possibilitar a produção de animias de qualidade durante todo ano. Desta forma sugere-se que estudos futuros avaliem diferentes concentrações de hormônios e diferentes doses preparatórias para estabelecer o melhor indutor e o método para à reprodução artificial.

A cultivo comercial e conseqüentemente a conservação do material genético do acari zebra pode se tornar uma realidade desde que ocorra a diminuição da pesca e do tráfico, através da adoção de práticas de exploração sustentáveis baseadas em estratégias bem definidas de manejo da pesca, aumento da fiscalização do comércio ilegal, e incentivo e legalização de criatórios dentro de normas baseadas em critérios técnico e elaboradas por profissionais da área.

REFERÊNCIAS

- ABE, H.A.; DIAS, J.A.R.; CORDEIRO, C.A.M.; RAMOS, F.M.;FUJIMOTO, R.Y., *Pyrrhulina brevis* (steindachner, 1876) como uma nova opção para a piscicultura ornamental nacional: larvicultura. Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo, 41(1): 113 – 122. 2015.
- ALBUQUERQUE-FILHO, A.C. Análise dos dados biológicos e comerciais de peixes ornamentais no Brasil/Fortaleza. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 93p. 2003.
- AGOSTINHO, Â.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p.70-78, 2005.
- ALVES, F.C.M.; ROJAS, N.E.T.; ROMAGOSA, E. Reprodução do “ciclídeo-anão amazônico”, *Apistogramma cacatuoides*, Hoedeman, 1951 (Perciformes: Cichlidae) em laboratório. Boletim Instituto de Pesca, v.35, n.4 p.587–596. 2009.
- ANDERSON, R.C. Elasmobranchs as a recreational resource, 46-51p. In: Fowler, S.L.; Reed, T.M.; Dipper, F.A. (Eds.) Elasmobranch biodiversity, conservation and management: Proceedings of the International Seminar and Workshop. Sabah, Malasya, july 1997. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland & Cambridge, UK. 258p. 2002.

- ANDRADE, D.R.; YASUI, G.S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal.*, v.27, n.2, p.166-172. 2003.
- ANJOS, H.D.B.; ANJOS, C.R. Biologia reprodutiva e desenvolvimento embrionário e larval do cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* Schultz, 1956 (characiformes: characidae), em laboratório. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.32, 151-160. 2006.
- ARAÚJO, A.S.; LIMA, L.T.B.; NASCIMENTO, W.S.; YAMAMOTO, M.E.; CHELLAPPA, S. Características morfométricas-merísticas e aspectos reprodutivos da sardinha de água doce, *Triporthus angulatus* (Osteichthyes: Characiformes) do rio Acauã do bioma Caatinga. *Biota Amazônia*, v.2, 59-73. 2012.
- ATENCIO-GARCÍA, V.; ZANIBONI-FILHO, E.; PARDO-CARRASCO, S., ARIAS-CASTELLANOS, A Influência da primeira alimentação na larvicultura do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v.25, 61-72. 2003.
- BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: Editora UFSM. 212p. 2002.
- BARDACH, J.E. RYTHER, J.H.; McLarney, W.O. Aquaculture - The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. New York: John Wiley & Sons. 868p. 1972.
- BARTHEM, R.B.; GUERRA, H.; VALDERRAMA, M. Diagnóstico de los recursos hidrobiológicos de la Amazonia. 2 ed. TCA - Secretaria Pro Tempore, 162p. 1995.
- BEERLI, E.L. Estratégia alimentar e densidade de estocagem para Acará Disco (*Symphysodon aequifasciata*). Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 78p. 2009.
- BERGQVIST, J.; GUNNARSSON, S. Finfish aquaculture: animal welfare, the environment, and ethical implications. *J. Agr. Environ. Ethic.* v.26, p.75-99. 2011.
- BISWAS, G.; THIRUNAVUKKARASU, A.R.; SUNDARAY J.K.; KAILASAM, M. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. *Aquaculture*, v.305, p. 26-31. 2010
- BITTENCOURT, F.; NEU, D.H.; POZZER, R.; LUI, T.A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R. Frequência de arraçamento para alevinos de carpa comum. *Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo*, v.39, p.149-156. 2013.
- BOCK, C.L.; PADOVANI, C.R. Considerações sobre a reprodução artificial e alevinagem de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) em viveiros. *Acta Scientiarum*, v.22, n.2, p.495-501. 2000.
- BOMBARDELLI, R.A.; SYPERREK, M.; SANCHES, E.A. Hormônio liberador de gonadotrofinas em peixes: aspectos básicos e suas aplicações. *Arquivos de ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v.9, p.59-65. 2006.
- BOTELHO, G. Síntese da História da Aquariofilia. *Interciência* 88p. 1997.
- BRAGA, F. M. S.; GOMIERO, L. M.; SOUZA, U. P. 2008. Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (Loricariidae, Neoplecostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (Estado de São Paulo). *Acta Scientiarum Biological Sciences*. v.30, n.4, p.455-463. 2008.
- BROWDY, C.L.; VENERO, J.A.; STOKES, A.D.; LEFFLER, J.W. Enhancing competitiveness of us shrimp aquaculture through innovative scientific research. In: *J. shellfish Res.* v.28, p.684-685. 2009.

- BRITO, M.F.G.; LAZZAROTTO, H.; CARAMASCHI, E.P. Life-history features of a rapids-dwelling loricariid catfish from Atlantic forest streams, Brazil. *Biota Neotropica*, v.16, n.2, 2016.
- BUCK, S.; SAZIMA, I. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity, and feeding. *Ichthyol. Explor. Fres.* v.6, p.325-332. 1995.
- CACHO, M.S.R.F.; CHELLAPPA, S.; YAMAMOTO, M.E. Efeitos da experiência de machos no sucesso reprodutivo em acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823 (Osteichthyes, Cichlidae). *Revista Brasileira de Zociências*, v.9, n.1, p.41-47. 2007a.
- CACHO, M.S.R.F.; YAMAMOTO, M.E.; CHELLAPPA, S. Comportamento reprodutivo do acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Cuvier & Valenciennes (Osteichthyes, Cichlidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.16, n.1, p.653-664. 1999.
- CACHO, M.S.R.F.; YAMAMOTO, M.E.; CHELLAPPA, S. Mating system of the amazonian cichlid angel fish, *Pterophyllum scalare*. *Brazilian Journal of Biology*, v.67, n.1, p.161-165. 2007b.
- CALADO, R. Marine ornamental species from European waters: a valuable overlooked resource or a future threat for the conservation of marine ecosystems? *Science Marine*. v.70, p.389-398. 2006.
- CAMARA, M.R. Biologia reprodutiva do ciclideo neotropical ornamental, acará disco, *Symphysodon discus* Heckel, 1840 (Osteichthyes: Perciformes: Cichlidae), Tese (Doutorado em Ciência). Universidade de São Carlos. 147p. 2004.
- CAMARGO, M.; GHILARDI, R.J. Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu. Uma abordagem ecológica, Belém. 2009:
- CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. J., 2004: Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica* 10, 123–147.
- CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica*. v.10, p.123–147. 2004.
- CAMARGO, M.; JUNIOR, H.G.; PY-DANIEL, L.R. Acaris Ornamentais do Médio Rio Xingu – Ornamental Plecos of the Middle Xingu river, pp. 177. 2012.
- CAMPAGNOLO, R.; NUÑER, A.P.O. Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum*, v.28, p.231-237. 2006
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.187-191. 2005.
- CARVALHO JUNIOR, J.R. A Composição e Distribuição da Ictiofauna de Interesse Ornamental no Estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém/PA. 99p. 2008.
- CARVALHO JUNIOR, J.R.; CARVALHO, N.A.S.S.; NUNES, J.L.G.; CAMÕES A.; BEZERRA M.F.C.; SANTANA, A.R.; NAKAYAMA, L. Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*. v.35, n.3, p.521-530, 2009.
- CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do alto rio Paraná, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* v.2, p.1-14. 2002.
- CASATTI, L.; CASTRO, R.M.C., A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyological exploration of freshwaters*, v.9, p.229-242. 1998.

- CASATTI, L.; LANGEANI, F.; CASTRO, R. Stream fishes of the Morro do Diabo State Park, Upper Paraná River basin, SP. *Biota Neotropica* v.1, p.1-15. 2001.
- CASATTI, L.; ROCHA, F.C.; PEREIRA, D.C. Habitat use by Two Species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in Southeastern Brazilian Streams. *Biota Neotropica*. v.5, n.2, p.1-9. 2005.
- CASTRO, R.M.C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Brasiliensis*, v.6, p.139-155. 1999:
- CAVERO, B.A.S.; FONSECA, F.A.L. Pirarucu: Situação atual e perspectivas na região amazônica. *Panorama da Aquicultura*, v.18, n.110. 2008.
- CERNA-MEZA, L.; FRED, C.K.; ALCÁNTARA-BOCANEGRA, F.; LUIS, M.P. Efecto de tres dietas comerciales en el crecimiento y sobrevivencia de alevinos de pez ángel, *Pterophyllum scalare* (Perciformes, cichlidae) variedad marmoleada. *Folia Amazónica*, 23(1), 79-86. 2014.
- CHAGAS, E.C.; GOMES, L.D.C.; MARTINS JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, v.37, p.1109-1115. 2007.
- CHAPMAN, F.A. Ornamental fish culture, freshwater. In: STICKNEY, R.E. (Ed.). *Encyclopedia of aquaculture*, Wiley-Interscience, *Encyclopedia of Aquaculture*. USA, v.3, p.602-610. 2000.
- CHAPMAN, F.A.; COLLE, D.E.; ROTTMANN, R.W.; SHIREMAN, J.V. Controlled spawning of the Neon Tetra. *The Progressive Fish-Culturist*, Bethesda, v.60, n.1, p.32-37. 1998.
- CHAPMAN, F.A.; FITZ-COY, S.A.; THUNBERG, E.M.; ADAMS, C.M. United States of America trade in ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, USA, v.28, n.1, p.1-10. 1997.
- CHELLAPPA, S.; BUENO, R.M.X.; CHELLAPPA, T.; CHELLAPPA, N.T.; VAL, V.M.F.A. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semiarid Brazilian reservoirs. *Limnologica*, v.39, p.325-329. 2009.
- CHOG, A.S.C.; HASHIM, R.; ALI, A.B. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodon spp.*) using *in vivo* and *in vitro* methods. *Aquaculture Nutrition*. v.8, p.229-238. 2002.
- CHOG, A.S.C.; HASHIM, R.; ALI, A.B. Dietary protein requirements for discus (*Symphysodon spp.*). *Aquaculture Nutrition*. v.6, p.275-278. 2000.
- CHOG, K.; YING, S.T.; FOO, J.; JIN, L.T.; CHOG, A. Characterisation of proteins in epidermal muçus of discus fish (*Symphysodon spp.*) during parental phase. *Aquaculture*. v.249, p.469-476. 2005.
- COLLAZOS-LASSO, L.F., ARIAS-CASTELLANOS, J.A. Estimulación a la maduración final y el desove de *Ancistrus triradiatus*. *Orinoquia*, v.13, p.14-19. 2009.
- COLLAZOS-LASSO, L.F.; ARIAS-CASTELLANOS, J.A. Respuesta de larvas de *Ancistrus triradiatus*, a diferentes ofertas de primera alimentación. *Orinoquia*, v.13, p.87-92. 2009.
- COULIBALY, A.; KONÉ, T.; OUATTARA, N.I.; N DOUBA, V.; SNOEKS, J.; KOUAMÉLAN, E.P.; BI, G.G. Évaluation de l'effet d'un système de refuge sur la survie et la croissance des alevins de *Heterobranchus longifilis* élevés en cage flottante. *Belg. J. Zool*, v.137, p.157-164. 2007.
- CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A.P.; MELO, D.C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S.A.; COSTA, F.A.A.; DRUMOND, M.L.; LOPES, V.E.; MORAES, V.E. Utilização de hormônios na

- reprodução induzida do surubim (*Pseudoplatystoma* spp.). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.30, p.168-173. 2006.
- CRESCÊNCIO, R.; ITUASSÚ, D.R.; ROUBACH, R.; PEREIRA FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; GANDRA, A. L. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.1217-1222. 2005.
- CRUZ, M.E.P.; SALAS, I.M.; QUEZADAS, H.O. Frecuencia de desove de diferentes variedades del Pez Angel *Pterophyllum scalare* (Pisces: Cichlidae). *Revista Aquatic*. n.16, 2002.
- DAVENPORT, K.E. Characteristics of the current international trade in ornamental fish, with special reference to the European Union. *Reviews in Science and Technology Off. int. Epiz.* v.15, n.2, p. 435-443, 1996.
- DAVENPORT, K.E. Characteristics of the current international trade in ornamental fish, with special reference to the European Union. *Reviews in Science and Technology Off. int. Epiz.* v.15, n.2, p. 435-443, 1996.
- DAWKINS, M. S. A user's guide to animal welfare science. *Trend. Ecol. Evol.* 21, 77–82. 2006.
- DEGANI, G. Growth and body composition of juveniles of *Pterophyllum scalare* at different densities and diets. *Aquaculture and Fisheries Management*. v.24, n.6, p.725-730. 1993.
- DIEMER, O.; NEU, D.H.; SARY, C.; FINKLER, J.K.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. *Artemia* sp.. Na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Ciência Animal Brasileira*, v.13, n.2, p.175-179. 2012.
- DUNCAN, I. J. H.; FRASER, D. Understanding animal welfare. In: APPLEBY, M.; HUGHES, B. O. (Eds.), London: CABI Publishing. *Animal welfare*, p.19-32. 1997.
- DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. *Aquaculture*, 213: 279-292. 2002.
- EL-HAWARRY, W.N.; NEMAATALLAH, B.R.; SHINAWAY, A.M. Induced Spawning of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* using hormones/hormonal analogue with dopamine antagonists. *Online Journal of Animal and Feed Research*. v.2, n.1, p.58-63. 2012.
- FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; SOUZA, A.B.; CARVALHO, D.C.; MELO D.C.; SALIBA, E.O.S. Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens* (Regan 1910). *Revista Brasileira Reprodução Animal*. v.30, p.134-149. 2006.
- FOSSE, P. J., Mattos, D. C., Cardoso, L. D., Motta, J. H. S., Jasper, A. P. S., Radael, M. C., ... & Júnior, V. Estratégia de coalimentação na sobrevivência e no crescimento de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. *Arq. bras. med. vet. zootec*, 65(6), 1801-1807. 2013.
- FRASCA-SCORVO, C.M., CARNEIRO, D.J., MALHEIROS, E.B. Efeito do manejo alimentar no desempenho do matrinxã *Brycon amazonicus* em tanques de cultivo. *Acta Amazônica*, p.621-628. 2007.
- FUJIMOTO, R. Y., VENDRUSCOLO, L., SCHALCH, S. H. C., & Moraes, F. R.. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogenéticos e *Capillaria* sp.(Nematoda: Capillariidae) parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare* Liechtenstein, 1823). *Boletim do Instituto de Pesca*, 32(2), 183-190. 2006.

- FUJIMOTO, R. Y.; DE CASTRO, M. P.; DE MOARES, F. R.; RAMOS, F. M. Suplementação alimentar com carboquelato de cromo e efeito da densidade de estocagem em pacus. *Rev. Ciência Agra.* 54, 172-177. 2012.
- FUJIMOTO, R.Y.; SANTOS, R.F.B.; DIAS, H.M.; RAMOS, F.M.; SILVA, D.J.F.; HONORATO, C.A. Feeding frequency on the production viability of production and quantitative descriptors of parasitism in angelfish. *Ciência Rural*, 2013 v.46, p.304-309. 2016.
- FURLA, V.; BATISTA, L. Apreensão de peixes ornamentais. Disponível: <http://altamirahoje.blogspot.com/2011/06/apreensao-de-peixes-rnamentais.htm> Acesso em 10 de outubro de 2011.
- GALHARDO, L.; Oliveira, R. Bem estar animal: um conceito legítimo para peixes? *Rev. Etol.* 8, 51–61. 2006:
- GERKING, S.D. Feeding ecology of fish. Califórnia: Academic Press, 597, pp.416 1994.
- GERMAN, D. P. 2009: Inside the guts of wood-eating catfishes: can they digest wood? *J. Comp. Physiol. B*, 179, 1011-1023.
- GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aqüicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 31, 351-360. 2007.
- GONÇALVES JÚNIOR, L.P.; PEREIRA, S.L.; MATIELO, M.D.; MENDONÇA P.P. Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65: 1176-1182. 2013.
- GONÇALVES JUNIOR, P.L.; MENDONÇA, P.P.; PEREIRA, S.L.; Matielo, M.D.; AMORIM I.R.S. Densidade de estocagem durante a larvicultura do kinguio. *Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo*, 40(4): 597– 604. 2014.
- GONÇALVES, A. P., CAMARGO, M., CARNEIRO, C. C., CAMARGO, A. T. D., PAULA, G. J. X. D. e GIARRIZO, T. A Pesca de Peixes Ornamentais. In: M. Camargo e R. Ghilardi, Jr. *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio Rio Xingu*. Belém, p.329. 2009.
- GONÇALVES, A. P.; CAMARGO, M.; CARNEIRO, C. C.; CAMARGO, A. T.; DE PAULA, G. J. X.; GIARRIZO, T. A Pesca de peixes ornamentais. In: CAMARGO, M.; GHILARDI, R. Jr. (Ed). *Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu: Uma abordagem ecológica*. Belém. p.235-264, 2009.
- GONÇALVES, A.P.O. Ecologia e etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (Siluriformes: Loricariidae) no rio Xingu, Amazônia brasileira. *Universidade Federal do Para.* pp.137. 2011.
- HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M.; SOUZA, S.R. Uso de plâncton silvestre, fermento fresco e levedura desidratada na alimentação de larvas do cascudo chinelo, *Loricariichthys platymetopon* (Isbrüchen & Nijssen, 1979) (Osteichthyes, Loricariidae) *Acta Scientiarum Maringá.* v.24, n.2, p.541-546, 2002.
- HISANO, H. e PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. *Bahia Agrícola*, 8(1): 42-45. 2007.
- HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. *Bahia Agrícola*, v.8, n.1, p.42-45. 2007.
- LiveAquaria: Quality Aquatic Life Direct To Your Door. Disponível em: <http://www.liveaquaria.com/product/aquarium-fish-supplies.cfm?c=830+837>>. Acesso em: 10 fevereiro 2016.

- HUNTINGFORD, F. A.; ADAMS, C.; BRAITHWAITE, V.A.; KADRI, S.; POTTINGER, T. G.; SANDØE, P.; TURNBULL, J. F. Current issues in fish welfare. *J. Fish Biol.* 68, 332-372. 2006.
- HUNTINGFORD, F.; KADRI, S.; JOBLING, M. Introduction: Aquaculture and Behaviour. In: *Aquaculture and Behavior* (Eds HUNTINGFORD, F.; JOBLING, M.; KADRI, S.). Blackwell Publishing Ltd., Chichester, pp.1–35. 2012.
- IGARASHI, M.A.; OLIVEIRA, M.A.; GURGEL, J.J.S.; MELO JÚNIOR, A.P.; PENAFORT, J.M.; SOUZA, R.A.L. Potencial econômico do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém. v.42, p.293-313, 2004.
- ISAAC, V. et al. Levantamento da ictiofauna na região da UHE de Belo Monte, Altamira - PA. Relatório. Eletronorte. 144p. 2002.
- ISAAC, V.J. Diagnóstico-Estudo de impacto ambiental sobre a fauna e flora da região do Médio Rio Xingu – UHE Belo Monte. 433p. 2008.
- ISAAC, V.J.; ALMEIDA, M.C.; CRUZ, R. E. A.; NUNES, L. G. Artisanal fisheries of the Xingu River basin in Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n.3, p.125-137. 2015.
- ISBRÜCKER, I.J.H., NIJSSEN, H. *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of uniquely pigmented ancistrine loricariid fish from the Rio Xingu, Brazil (Pisces: Siluriformes: Loricariidae). *ichthyology exploration freshwaters* v.1, p.345-350. 1991.
- IUCN, 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <http://www.iucnredlist.org>.
- JAMES, R.; SAMPATH, K. Effect of animal and plant protein diets on growth and fecundity in ornamental fish, *betta splendens* (Regan). *The Israeli Journal of Aquaculture*, v.55, n.1, p.39-52. 2003.
- JUNK, W.J., SOARES, M.G.M., & BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(2), 153-173. 2007
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, v.106, p.110-127. 1989.
- KADRY, V. O.; BARRETO, R.E. Environmental enrichment reduces aggression of pearl cichlid, *Geophagus brasiliensis*, during resident-intruder interactions. *Neotrop. Ichthyol.* 8, 329-332. 2010.
- KASIRI, M.; FARAH, A.; SUDAGAR, M. Effects of Feeding Frequency on Growth Performance and Survival Rate of Angel Fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) *Veterinary Research Forum*, v.2, n.2, p.97-102. 2011.
- KIM, C.Y. Efeito de Dietas e Altura da Coluna d'Água na Sobrevivência de Larvas de *Betta splendens* e o Aporte de Nitrogênio e Fósforo. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura), Universidade Estadual Paulista. 64p. 2007.
- KODAMA, G.; ANNUNCIACÃO, W.F.; SANCHES, E.G.; GOMES, C.H.A.M.; TSUZUKI, M.Y. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistema de recirculação. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo. v.37, n.1, p.61–72, 2011.
- KUNII, E.M.F. Frequência alimentar e taxa de alimentação para kinguio criado em hapa: desempenho produtivo e avaliação econômica. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista. 57p. 2010.

- LACHANCE, A. A.; DUTIL, J. D.; LAROCQUE, R.; DAIGLE, G. Shelter use and behaviour of juvenile Spotted Wolffish (*Anarhichas minor*) in an experimental context. *Environ. Biol. Fish.* 88, 207-215. 2010.
- LANGEN, E. M. A. 2012: Shoaling preferences in female zebrafish (*Danio rerio*) and the effects of nonapeptides and environmental enrichment. Masters research internship thesis, Utrecht University, pp. 44.
- LEFRANÇOIS, C.; CLAIREAUX, G.; MERCIEL, C.; AUBIN, J. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 195, 269-277. 2001.
- LIMA, A.O. Aquicultura ornamental. *Panorama da Aqüicultura*. v.14, n.83, p.58-59, 2004.
- LIMA, A.O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C.E.M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. *Revista Panorama da Aqüicultura*. v.11, n.65, p.14-24, 2001.
- LOPES, P. R.; POUHEY, J. L.; ENKE, D. B.; MARTINS, C. R.; TIMM, G. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. *Biodivers. Pampeana* 4. 32-37. 2006.
- LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Diferentes densidades de estocagem na larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae* *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, 27(1): 95-101. 2005a
- LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*) *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34: 1442-1448. 2005b
- LUZ, R.K.; PORTELLA, M.C. Feeding frequency throughout trairão *Hoplias lacerdae* larval rearing. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.34, p.1442-1448. 2005.
- MARCUCCI, K.M.I.; ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. *Iheringia - Série Zoológica*. v.95, n.2, p.197-203. 2005.
- MARQUES, N.R.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E.M.; SOARES, T.; FERNANDES, C.E.B. 2008. Frequência de alimentação diária para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*, V.) *Boletim do Instituto da Pesca*, 34(2): 311 – 317.
- MARTINELLI, S.G.; NETO, J.R.; SILVA, L.P.; BERGAMIN, GT.; MASCHIO, S.; FLORA, M.A.L.D.; NUNES, L.M.C.; GLAUBER POSSANI, G. Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanques rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 871-877. 2013.
- MAZZONI, R.; REZENDE, C. F.; MANNA, L.R. Feeding ecology of *Hypostomus punctatus* Valenciennes, 1840 (Osteichthyes, Loricariidae) in a costal stream from Southeast Brazil. *Braz. J. Biol.* 70, 569-574. 2010.
- MELO, J. F. B.; RAÜNZ NETO, J.; SILVA, J. D.; TROMBETTA, C. G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. *Ciência Rural* 32, 323-327. 2002.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; KAVATA, L.B.; LACERDA, C.H.F. Nível de arraçoamento para alevinos de lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira Zootecnia*, 34(6): 1835-1840. 2005.
- MILLIDINE, K. J.; ARMSTRONG, J. D.; METCALFE, N. B. Presence of shelter reduces maintenance metabolism of juvenile salmon. *Func. Ecol.* 20, 839-845. 2006.

- MONVISE, A.; NUANGSAENG, B.; SRIWATTANAROTHAI, B.P. The Siaamese fighting fish: Well-known generally but little-known scientifically. *Science Asia*, v.35, p.8-16. 2009.
- MORAIS, F.B.; SANTOS, A.J.G.; LUZ, R.K. Cría de Discus en sistema de recirculación de água. *Infopesca Internacional*. v.43, p.20-23. 2010.
- NÄSLUND, J.; JOHNSON, J. I. Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish Fish*. 17, 1-30. 2014.
- NÄSLUND, J.; ROSENGREN, M.; DEL VILLAR, D.; GANSEL, L.; NORRGÅRD, J. R.; PERSSON, L.; WINLOWSKI, J. J.; Kvingedal, E. Hatchery tank enrichment affects cortisol levels and shelter-seeking in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. Transl. Fish. Aquat. Sci.* 70, 585-590. 2013.
- NETO, P.G.B., DUTRA, F.M., BALLESTER, E.L.C., PORTZ, L. 2013. Crescimento e sobrevivência de larvas do jundiá, *Rhamdia quelen*, alimentadas com alimento vivo enriquecido e dieta artificial. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 20, 216-221.
- NOROUZITALLAB, P., et al. Comparing the efficacy of dietary a-tocopherol with that of DL-a-tocopheryl acetate, both either alone or in combination with ascorbic acid, on growth and stress resistance of angelfish, *Pterophyllum scalare*, juveniles *Aquaculture International*. v.17, p.207–216. 2009.
- OLDFIELD, R.G. Aggression and welfare in a common aquarium fish, the Midas cichlid. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 14, 340–360. 2011.
- OLIVIER, K. The ornamental fish market. Rome: FAO/GLOBEFISH Research programme. v. 67, p.91. 2001.
- OLIVEIRA, C.; TABOGA, S.R.; SMARRA, A.L.S.; BONILLA-RODRIGUEZ, G.O. Microscopical aspects of accessory air breathing through a modified stomach in the armoured catfish *Liposarcus anisitsi* (Siluriformes, Loricariidae). *Cytobios*. v.105, n.410, p.153-162. 2001.
- OSTROWSKI, A.C.; LAIDLEY, C.W. Application of marine food fish techniques in marine ornamental aquaculture: Reproduction and larval fish feeding. *Aquatic Science Conservation*. v.3, p.191-204, 2001.
- PAPOUTSOGLU, S.E.; TZIHA, G.; VRETTOS, X.; ATHANASIOU, A. 1998 Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. *Aquaculture Engineering*, 18: 135–144.
- PAPOUTSOGLU, S.E.; VOUSINOS, G.A.; PANETSOS, F. The effect of photoperiod and density on growth rate of *Oreochromis aureus* (Steindachner) reared in a closed water system. *Animal Science Review*, 11: 73–87. 1990.
- PLOEG, A. The volume of the ornamental fish trade. *International Transport of Live Fish in the Ornamental Aquatic Industry* Ornamental Fish International Publication, n. 2, 2007.
- POFF, N. L.; Allan, J.D. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology*, v.76, n.2, p.606-627. 1995
- POUEY, J.L.O.F.; ROCHA, C.B.; TAVARES, R.A.; PORTELINHA, M.K.; PIEDRAS, S.R.N. 2012 Frequência alimentar no crescimento de alevinos de peixe-rei *Odontesthes humeni*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 33(6): 2423-2428.
- POWER, M. E., Depth distributions of armored catfish-predator-induced resource avoidance. *Ecology* 65, 523-528. 1984.
- PRANG, G Some Basic issues concerning the export of ornamental fishes from Brazil generally and Amazonia specifically. *Project Sustainable Development of*

- Ornamental Fish Species in Mamirauá, Brazil Conservation Programs. Relatório interno. 15p. 2005.
- PRANG, G. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of Brazilian freshwater ornamentals to the UK market. *Uakari*, v.3, n.1, p.7-51. 2007.
- PRANG, G. Aviamento and the ornamental fishery of the Rio Negro, Brazil: implications for sustainable resource use. In: CHAO, N. L. et al (Ed.). Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil: Project Piaba. Manaus: Universidade do Amazonas, 2001.
- PRIESTLEY, S.M.; STEVENSON, A.E.; ALEXANDER, L.G. The influence of feeding frequency on growth and body condition of the common goldfish (*Carassius auratus*). *The Journal of nutrition*, v.136, n.7, p.1979S-1981S. 2006.
- PY-DANIEL, L.H.R.; FERNANDES, C.C. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazonica*, v.35, n.1, p.97-110. 2005.
- RABE, J.; BROWN, J. A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. *Aquaculture* v.191, p.289–302. 2000.
- RAMNARINE, I.W. 1995. Induction of nest building and spawning in *Hoplosternum littorale*. *Journal of Fish Biology* 47, 555-557.
- RIBEIRO, F.A.S. Panorama mundial do mercado de peixes ornamentais. *Panorama da Aquicultura*. v.18, n.108, p.32-37. 2008.
- RIBEIRO, F.A.S., CARVALHO JUNIOR, J.R., FERNANDES, J.B.K., NAKAYAMA, L., Comércio brasileiro de peixes ornamentais. *Panorama da Aquicultura* 18, 54-59. 2008.
- RIBEIRO, F.A.S.; CARVALHO JUNIOR, J.R.; FERNANDES, J.B.K.; NAKAYAMA, L. Cadeia a produtiva do peixe ornamental. *Panorama da Aquicultura*. v.19, n.112, p.36-45. 2009.
- RIBEIRO, F.A.S.; FERNANDES, J.B.K. Sistemas de criação de peixes ornamentais. *Panorama da Aquicultura*, 18(108): 34-39, 2008.
- RIBEIRO, F.A.S.; PRETO, B.L.; FERNANDES, J.B.K. Sistemas de criação para o acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. *Acta Scientiarum*, v.30, n.4, p.459-466. 2008.
- RIBEIRO, F.A.S.; RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K. Desempenho de juvenis de acará bandeira *Pterophyllum scalare* com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. *Boletim Instituto de Pesca*. v.33, n.2, p.195-203. 2007.
- RIBEIRO, F.A.S; JORGE, P.H; FERNANDES J.B.K; SAKOMURA, N.K. Densidade de estocagem para produção de acará-bandeira em viveiros escavados em policultivo com camarão da Amazônia. *Revista Caatinga, Mossoró*. v.23, n.4, p.129-134, 2010.
- RIBEIRO, F.F. e TSUZUKI, M.Y. Compensatory growth responses in juvenile fat snook, *Centropomus parallelus* Poey, following food deprivation. *Aquaculture Research*, 41: 226-233. 2010.
- RIBEIRO, F. A. 2010: Densidade de estocagem para produção de acará-bandeira em viveiros escavados em policultivo com camarão-da-amazônia. *Rev. Caatinga*. 23, 129-134.
- RIBEIROS, F.A.S. Sistemas de criação para o acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. Dissertação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista 52p. 2007.
- RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K. Influencia do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Acta Scientiarum*, v.28, n.1, p.113-119. 2006.

- ROMAN, A.P.O. Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no rio Xingu, Amazônia brasileira. In: Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca. Universidade Federal do Pará, Belém, PA. pp. 87. 2011.
- ROSA, J.C.S.; SILVA, J.W.B.; OLIVEIRA, J.W.B. Propagação artificial do peixe japonês, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1766, Gunther, 1870), com extrato de hipófise. *Ciência Agrônômica*. v.25, n.1/2, p.44-52. 1994.
- ROSA, R.S.; LIMA, F. C. T. Peixes. In: A. B. M. Machado, G. M. Drummond, *et al.* Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Brasília, DF: MMA, v.2, p.1420. 2008.
- ROSENFELD, J. Assessing the habitat requirements of stream fishes: an overview and evaluation of different approaches. *Transactions of the American Fisheries Society*. 132:953-968. 2003.
- ROSENLUND, G.; KARLSEN, K.; TVEIT, A. Effect of feed composition and feeding frequency on growth, feed utilization and nutrient retention in juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture Nutrition*, 10: 371-378. 2004.
- SABINO, J. Estudo comparativo em comunidades de peixes de riachos da Amazônia Central e Mata Atlântica: Distribuição espacial, padrões de atividade e comportamento alimentar. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de Campinas. 152p. 2000.
- SABINO, J.; ZUANON, J. A stream fish assemblage in central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol. Explor. Fres.* 8, 201-210. 1998.
- SAHOO, S.K.; GIRI, S.S.; CHANDRA, S.; SAHU A.K. Stocking density-dependent growth and survival of Asian sun catfish, *Horabagrus brachysoma* (Gunther 1861) larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 609-611. 2010.
- SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; SAKABE, R.; KASAI, R.Y.D.; LAMBERTUCCI, D.M. 2008 Níveis de arraçamento para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(6): 967-970.
- SALVANES, A. G. V.; MOBERG, O.; EBBESSON, L. O. E.; NILSEN, O.; JENSEN, K. H.; BRAITHWAITE, V. A. 2013: Environmental enrichment promotes neural plasticity and cognitive ability in fish. *P. Roy. Soc. B-Biol. Sci.* 280, 1-7.
- SANCHES, E.G. Centro de Comunicação e transferência do conhecimento / Instituto de Pesca: 2004. Disponível: <http://www.pesca.sp.gov.br> Acesso em 10 de outubro de 2012.
- SANCHES, L.E.F. e HAYASHI, C. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. *Acta Scientiarum*, 23(4): 871-876. 2001.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.M.; BARBOSA, M.C.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, J.V., COSTA WINTERLI, W.M.; SILVA, E.G. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, n.2, p.390-307. 2009.
- SANTOS, E.L.; SANTOS, I.V.V.S.; LIRA, R.C.; SILVA, C.F.; MOURA, S.C.S.; FERREIRA, A.J.S.; SILVA, R.M.S. Frequência de arraçamento para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) *Revista Agropecuária Técnica* 35(1): 171-177. 2014.
- SANTOS, J.A.; AZEVEDO, F.V.S.T.M.; ALVES, I.T.F.; SILVA, G.P. Influência das densidades de estocagem na qualidade da água e no desempenho produtivo de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) cultivados em tanques-rede. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16): 170-177. 2013.

- SANTOS, J.C.E.; CORREIA, E.S.; LUZ, R.K. 2015 EFFECT OF DAILY Artemia NAUPLII CONCENTRATIONS DURING JUVENILE PRODUCTION OF *Lophiosilurus alexandri*. Boletim do Instituto da Pesca, 41 : 771 – 776.
- SANTOS, L.; FILHO, M.P.; SOBREIRA, C.; ITUASSÚ, D.; FONSECA, F.A.L. 2010 Exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. Acta Amazônica, 40(3): 597-604.
- SANTOS, L.E.; SANTOS, F.V.V.I.; LIRA, C.R.; SILVA, F.C.; MOURA, S.C.S.; FERREIRA, S.J.A.; SILVA, M.R. 2014 Frequência de arraçoamento para alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Agropecuaria Técnica, 35(1): 171-177.
- SANTOS, R.F.B. Pivação e frequência alimentar no desempenho de acará bandeira. Monografia – Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará. 43p. 2011.
- SCHNAITTACHER, G.; KING, V.W.; BERLINSKY, D. 2005 The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. Aquaculture Research, 36: 370-377.
- SCHRECK, C.B.; OLLA, B.L.; DAVIS, M.W. Behavioral responses to stress. In: Fish stress and health in aquaculture. Series; Society for Experimental Biology. IWANA, G.K.; PICKERING, A.D.; SUMPTER, J.P.; SCHRECK C.B. (Eds). Seminar Series 62. Cambridge University Press, Cambridge, pp.145–170. 1997.
- SCORVO FILHO, J.D.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; ALVES, J.M.C.; SOUZA, F.R.A. A tilapicultura e seus Insumos, Relações Econômicas. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(supl. especial): p.112-118. 2010.
- SEIDEL, I. New Infirmination on the Zebra Pleco, *Hypancistrus zebra*. Revista Tropical Fish Hobbist, n.479. 1996.
- SIGNOR, A.; SIGNOR, A. A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; REIDEL, A.; HAYASHI, C. Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). Varia Sci. 4, 79-89. 2004.
- SILVA, C.R.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. Aquaculture 264, 135-139. 2007.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G.S.; GALDIOLI, E.M.; BOSCOLO, W.R. *Artemia* sp., dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. Acta Scientiarum, v.22, n.2, p.383-388. 2000.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SCHAMBER, C.R. Efeito da densidade de estocagem do quinguio, *Carassius auratus* L., 1758 (Osteichthyes, Cyprinidae), em suas fases iniciais de desenvolvimento. Acta Scientiarum 24(2): 527-532. 2002.
- SOARES, E.C.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; SOARES, R.C. Condicionamento alimentar no desempenho zootécnico do tucunaré. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, 2: 35-48. 2007.
- SODOMA, D.Y. Análise econômica de sistemas alternativos de produção de tilápias em tanques rede para diferentes mercados. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba/SP. 77 p. 2002.
- SOUZA, V.L.; URBINATI, E.C.; OLIVEIRA, E.G. Restrição alimentar, realimentação e as alterações no desenvolvimento de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887). Boletim do Instituto de Pesca, 24: 19-24. 1997.
- SPENCE, R.; MAGURRAN, A. E.; SMITH, C. Spatial cognition in zebrafish: the role of strain and rearing environment. Anim. Cogn. 14, 607–612. 2011.

- STREIT Jr, D.P.; MORAES, G.V.; RIBEIRO, R.P.; CARDOZO, R.M.; MOREIRA, H.L.M. As tendências da utilização do extrato de hipófise na reprodução de peixes – Revisão. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v.5, n.2, p.231-238. 2002.
- SULLIVAN, M.; LAWRENCE, C.; BLACHE, D. Why did the fish cross the tank? Objectively measuring the value of enrichment for captive fish. Appl. Anim. Behav. Sci. 174, 181-188. 2016.
- TESSER, M.B. e SAMPAIO, L.A. Criação de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) em diferentes taxas de arraçamento. Ciência Rural, 36(4): 1278-1282. 2006.
- TORRES, M.F. A Pesca Ornamental na Bacia do Rio Guamá: Sustentabilidade e Perspectivas ao Manejo. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Belém. 264p. 2007.
- URBINATI, E.C. 2005. Bases fisiológicas de la reproducción en peces tropicales. Reproducción de los peces en el trópico, pp. 23.
- UREÑA, F., ÁVILA, E., RODRÍGUEZ, L., LANDINES, M., KOHRDIS, U. Guías de producción de peces ornamentales de la Orinoquía colombiana. Loricaridos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá, pp. 85. 2005.
- VAL, A.L.; SILVA, M.N.P.; VAL, V.M.F.A. Estresse em peixes – Ajustes fisiológicos e distúrbios orgânicos. In: Sanidade de Organismos Aquáticos. RANZANI-PAIVA, M.J.T.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.D.L.A.P. (Eds). Sanidade de Organismos Aquáticos, São Paulo, Editora Varela. pp. 75-88. 2004.
- VAZZOLER, A.E.A.M. Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. Maringá, Editora da Universidade Estadual de Maringá, 169p. 1996.
- VIDAL JUNIOR, M.V. Acará-disco – O rei dos aquários. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v.13, n.80, p.35-37, 2003.
- VIDAL JUNIOR, M.V. As boas perspectivas para a piscicultura ornamental. Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, n.71, 2002.
- VIDAL JUNIOR, M.V. Sistema de Produção de Peixes Ornamentais. Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia, n.51, p.62-74, 2006.
- VIDAL-JÚNIOR, M.V. Betta: Um peixe bom de briga pelo mercado. Panorama da Aquicultura, n.82. 2004a.
- VIDAL-JÚNIOR, M.V. Indução a Reprodução de Kinguios, Panorama da Aquicultura, n.85. 2004b.
- Volpato, G. L.; Goncalves-de-Freitas, E.; Fernandes-de-Castilho, M. Insights into the concept of fish welfare. Dis. Aquat. Org. 75, 165–171. 2007.
- VON KROGH, K.; SØRENSEN, C.; NILSSON, G.E.; ØVERLI, Ø. Forebrain cell proliferation, behavior, and physiology of zebrafish, *Danio rerio*, kept in enriched or barren environments. Physiology & Behavior, v.101, p.32–39. 2010.
- Walster, C. The welfare of ornamental fish. Fish Welfare. Ed. E. J. Branson. Oxford, Blackwell Publishing. 16, 271-290. 2008.
- Wilkes, L.; Owen, S. F.; Readman, G. D.; Sloman, K. A.; Wilson, R. W. Does structural enrichment for toxicology studies improve zebrafish welfare? Appl. Anim. Behav. Sci. 139, 143-150. 2012.
- WILLIAMS, T. D.; READMAN, G. D.; OWEN, S. F. Key issues concerning environmental enrichment for laboratory-held fish species. Lab. Anim. 43, 107-120. 2009.

- WITTENRICH, M.L.T.F.H. The Complete Illustrated Breeder's Guide to Marine Aquarium Fishes. Mating, Spawning & Rearing Methods for Over 90 Species. TFH Publications, Incorporated. 2007.
- WOOD, E.M. Exploitation of Coral Reef Fishes for the Aquarium Trade. Marine Conservation Society, Ross-on-Wye, UK, 121p. 1985.
- WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq. 225p. 1983.
- YOUNG, R.J. Environmental enrichment for captive animals. Blackwell Publishing, Oxford. pp. 240. 2003.
- ZANIBONI FILHO, E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migradores. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.31, n.3, p.367-373. 2007.
- ZUANON, J.A.S., et al. Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angelfish. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.6, p.989-993, 2009a.
- ZUANON, J.A.S., et al. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. Revista Brasileira de Zootecnia. v.36, p.987-991. 2007.
- ZUANON, SALARO, A. L., BALBINO, E. M., SARAIVA, A., QUADROS, M., & FONTANARI, R. L. Níveis de proteína bruta em dietas para acará-bandeira. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.5, p.1893-1896. 2006.
- ZUANON, J.A.S., et al. Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.11, p.2106-2110, 2009b.
- Zuanon, J.A.S., Salaro, A.L., Furuya, W.M. 2011. Produção e nutrição de peixes ornamentais. Revista Brasileira de Zootecnia 40, 165-174.
- ZUANON, J.A.S.; ASSANO, M.; FERNANDES, J.B.K. 2004. Desempenho de tricogaster (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arraçoamento e densidades de estocagem. Revista Brasileira de Zootecnia. 33(6): 1639-1645.
- ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; FURUYA, W.M. 2011. Produção e nutrição de peixes ornamentais. Revista Brasileira de Zootecnia, 40: 165-174.

ANEXOS

Anexo 1: 1º Artigo "Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River".

http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.02614BM

Notes and Comments

Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River

Ramos, FM.^{a,b}, Araújo, MLG.^c, Prang, G.^d and Fujimoto, RY.^e*

^aPós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará – UFPA, Rua Augusto Corrêa, Guamá, CEP 66075-110, Belém, PA, Brazil

^bEmpresa Alimento Seguro, Rua Travessa 14 de Abril, 1057, São Brás, CEP 66060-460, Belém, PA, Brazil

^cLaboratório de Dinâmica de Populações Marinhas, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro de Dois Irmãos, CEP 52171-030, Recife, PE, Brazil

^dThe Hartman Group, 3150 Richards Rd Suite #200, Bellevue, WA 98005, Estados Unidos

^eEmbrapa Tabuleiros Costeiros. Av. Beira Mar 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE, Brazil

*e-mail: fabriciomramos@gmail.com

Received: May 6, 2014 – Accepted: July 14, 2014 – Distributed: August 31, 2015

(With 1 figure)

The deployment of the Belo Monte's Hydroelectric Power Plant, in the state of Pará, influences and makes changes to the river flow and hydrological cycle in the area, which reflects in the decrease of fish populations (Eletrobras, 2008).

In the city of Altamira, over 200 species of fish are traded as ornamentals (Carvalho Junior et al., 2009). The increase of the market value leads to increased selective fishing and consecutively to overfishing. Furthermore, environmental changes imply major social changes, since a large part of the local population depends on ornamental fishery as a source of income. While Brazil does not develop protocols for the commercial production of ornamental fish, these populations live off extractive fishing. On the other hand in Asian countries, considered major importers, technological advances have been recorded in aquaculture for several Brazilian species of high commercial value, such as stingrays (Potamotrygonidae) and several species of plecos (Loricariidae), among them the zebra pleco (Chapman, 2000; Ribeiro et al., 2009). Hence, a loss in profits for Brazil can be observed.

Thus the choice of species for ornamental fish farming should consider biological characteristics such as reproductive and dietary habits, requirements for the creation of eggs and larvae.

This paper aims to select priority species for research to enable the development of species of ornamental interest from the Xingu region of cultivation technologies.

The indices of species selection were based on biological and zootechnical aspects. Furthermore, due to peculiar characteristics of ornamental fishes. characteristics

described by Kodama et al. (2011) were also considered, such as market demand, value marketing, zootechnical aspects of species and the available production technology.

Thus the indexes were divided into 2 groups: Biological/zootechnical: abundance, distribution, reproductive potential, the rusticity of captive conditions, capacity to form groups and couples, reproductive and stocking density, and Economic/ecologic: market value and conservation status.

Ninety-four species of fish from the Xingu were used, distributed in twelve families occurring in the ornamental market, which were classified according to the index, bibliography and collected information of the actors in the productive chain of ornamental fish, followed by a Marketplace analysis. Each index received grades: high, medium and low. After this step, we constructed a feasibility matrix, a tool developed using Fuzzy logic, because of uncertainties in the dynamics of the ornamental market and the lack of biological information on the species of ornamental fish from the Xingu River (Shaw and Simões, 1999).

The selection of priority species for research was restricted to three main fish families, based on the interests of local fishermen and exporters: Loricariidae (Table 1), Potamotrygonidae and Cichlidae (Table 2).

Based on the array (Figure 1) of five species, one species of Potamotrygonidae (*Potamotrygon leopoldi*) and two species of Cichlidae (*Crenicichla regani* and *Teleocichla* spp) were chosen from the family loricariidae (*Hypancistrus zebra*, *Hypancistrus* sp2, *Baryancistrus xantheus*, *Scobimancistrus* sp3 and *Ancistrus* sp4).

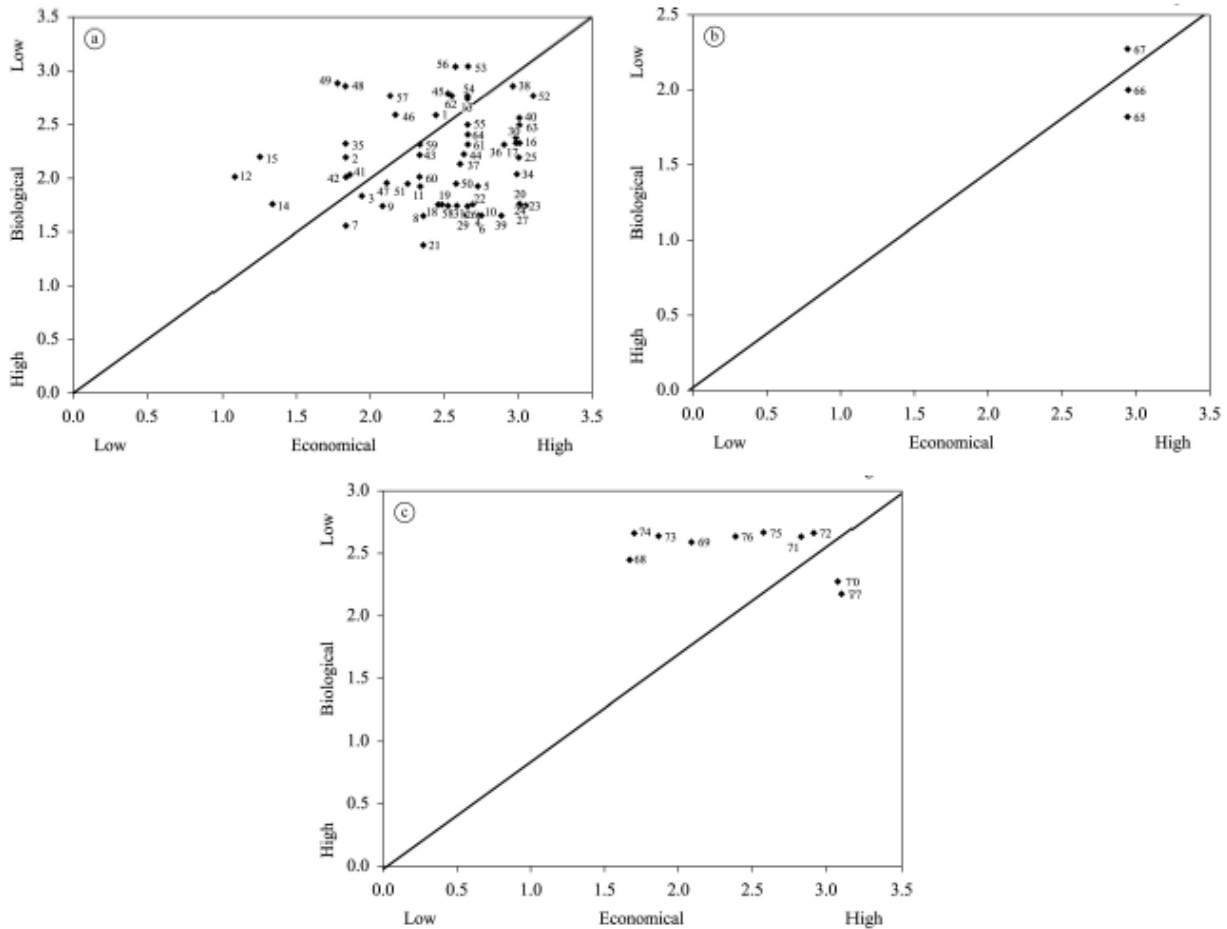


Figure 1. Ranking higher priority species for aquaculture research. Distributed family: Loricariidae (a); Potamotrygonidae (b) and Cichlid (c).

Table 1. List of the species assessed from the family Loricariidae.

Number	Species	L-Number	Number	Species	L-Number
1	<i>Acanthicus hystrix</i> (Spix and Agassiz, 1829)	L155	33	<i>Loricaria cataphracta</i> (Linnaeus 1758)	?
2	<i>Ancistrus ranunculus</i> (Müller, Rapp Py-Daniel and Zuanon 1994)	L034	34	New genus similar to <i>Scobinancistrus</i>	L082
3	<i>Ancistrus</i> sp1	L100	35	<i>Oligancistrus punctatissimus</i> (Steindachner 1882)	L016, L030
4	<i>Ancistrus</i> sp2	?	36	<i>Oligancistrus</i> sp1	L354
5	<i>Ancistrus</i> sp3	?	37	<i>Oligancistrus</i> sp2	L020
6	<i>Ancistrus</i> sp4	?	38	<i>Otocinclus hasemani</i> (Steindachner 1915)	?
7	<i>Baryancistrus</i> aff <i>longipinnis</i>	L019	39	<i>Panaque</i> aff <i>armbrusteri</i> (Lujan, Hidalgo and Stewart 2010)	L027
8	<i>Baryancistrus chrysolomus</i> (Rapp Py-Daniel, Oliveira and Zuanon 2011)	L047	40	<i>Panaque</i> aff. <i>Nigrolineatus</i>	?
9	<i>Baryancistrus niveatus</i> (Castelnau 1855)	L026	41	<i>Panaque</i> sp1	L002, L074
10	<i>Baryancistrus</i> sp	?	42	<i>Parancistrus aurantuaucus</i> (Castelnau 1855)	L056
11	<i>Baryancistrus xantheus</i> (Rapp Py-Daniel, Oliveira and Zuanon 2011)	L018, L081, L085, L177	43	<i>Parancistrus nudiventris</i> (Rapp Py-Daniel and Zuanon 2005)	L031, L176, L300, LDA 004

? No valid description. (L-Number) classification Aqualog company used by the hobbyist and trade.

Table 1. Continued...

Number	Species	L-Number	Number	Species	L-Number
12	<i>Farlowella smithi</i> (Fowler 1913)	?	44	<i>Parotocinclus</i> sp	?
13	<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i> (Kner 1853)	?	45	<i>Peckoltia compta</i>	L134
14	<i>Hopliancistrus</i> sp1	L017	46	<i>Peckoltia sabaji</i> (Armbruster 2003)	L075, L124, L301
15	<i>Hopliancistrus tricornis</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L212	47	<i>Peckoltia</i> sp1	L012, L013
16	<i>Hypancistrus</i> "complexo pão"	L236 iriri	48	<i>Peckoltia vittata</i> (Steindachner 1882)	L015
17	<i>Hypancistrus</i> "complexo pão"	L287 Xingu	49	<i>Pseudansistrus</i> sp	L067
18	<i>Hypancistrus</i> "complexo pão"	L173 Xingu	50	<i>Pseudacanthicus</i> sp1	L025
19	<i>Hypancistrus</i> "complexo pão"	L250 Iriri	51	<i>Pseudacanthicus</i> sp2	L185
20	<i>Hypancistrus</i> "complexo pão"	Baixo Xingu	52	<i>Pseudancistrus barbatus</i>	?
21	<i>Hypancistrus</i> sp1	L066	53	<i>Pseudoloricaria laeviuscula</i> (Valenciennes 1840)	?
22	<i>Hypancistrus</i> sp2	L174	54	<i>Pterygoplichthys lituratus</i> (Kner 1854)	L196
23	<i>Hypancistrus zebra</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L046/L173	55	<i>Pterygoplichthys xinguensis</i> (Weber 1991)	
24	<i>Hypoptopoma</i> cf <i>inexpectatum</i>	?	56	<i>Reganella depressa</i> (Kner 1853)	?
25	<i>Hypoptopoma</i> <i>gulares</i>	?	57	<i>Rinoloricaria platyura</i> (Müller and Troschel 1849)	L042
26	<i>Hypoptopoma incognitum</i> (Aquino and Shaefer 2010)	?	58	<i>Scobinancistrus</i> sp3	L48?
27	<i>Hypoptopoma</i> sp	?	59	<i>Scobinancistrus aureatus</i> (Burgess 1994)	L014
28	<i>Hypostomus</i> aff. <i>Emarginatus</i>	?	60	<i>Scobinancistrus pariolispos</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L048
29	<i>Hypostomus</i> aff. <i>Placostomus</i>	?	61	<i>Spatuloricaria</i> sp	?
30	<i>Hypostomus hemicochliodon</i> (Armbruster 2003)	?	62	<i>Spectracanthicus murinus</i> (Nijssen and Isbrücker 1987)	L254
31	<i>Leporacanthicus heterodon</i> (Isbrücker and Nijssen 1989)	L172	63	<i>Spectracanthicus punctatissimus</i>	?
32	<i>Limatulichthys griseus</i> (Eigenmann 1909)	L062	64	<i>Squaliforma emarginata</i> (Valenciennes 1840)	L011

? No valid description. (L-Number) classification Aqualog company used by the hobbyist and trade.

Table 2. List of the species assessed from the Potamotrygonidae and Cichlidae families.

Number	Species	Family	Number	Species	Family
65	<i>Potamotrygon leopoldi</i> (Castex e Castello, 1970)	Potamotrygonidae	72	<i>Heros severus</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae
66	<i>Potamotrygon motoro</i> (Müller and Henle 1841)	Potamotrygonidae	73	<i>Pterophyllum scalares</i> (Lichenstein, 1840)	Cichlidae
67	<i>Potamotrygon orbigny</i> (Castelnau 1855)	Potamotrygonidae	74	<i>Retroculus xinguenses</i> (Gosse, 1971)	Cichlidae
68	<i>Apistogramma</i> spp	Cichlidae	75	<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae
69	<i>Crenicichla alta</i> (Eigenmann, 1912)	Cichlidae	76	<i>Symphysodom aequifasciatus</i> (Pellegrin, 1904)	Cichlidae
70	<i>Crenicichla regani</i> (Ploeg, 1989)	Cichlidae	77	<i>Teleocichla</i> spp	Cichlidae
71	<i>Geophagus altifrons</i> (Heckel, 1840)	Cichlidae			

Acknowledgements

We thank Norte Energia SA, LEME Engenharia, and CNPq (406512/2012-4) and CAPES.

References

- CARVALHO JUNIOR, JR., CARVALHO, NASS., NUNES, JLG., CAMÕES A., BEZERRA MFC., SANTANA, AR. and NAKAYAMA, L., 2009. Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 35, no. 3, p. 521-530.
- CHAPMAN, FA., 2000. Ornamental fish culture, freshwater. In STICKNEY, RE. (Ed.). *Encyclopedia of aquaculture*, New York: John Wiley & Sons. vol. 3, p. 602-610.
- Eletrobras, 2008. *Aproveitamento hidrelétrico Belo Monte. Diagnóstico de impacto ambiental, ictiofauna e pesca*. vol. 19, 433 p.
- KODAMA, G., ANNUNCIACÃO, WF., SANCHES, EG., GOMES, CHAM., and TSUZUKI, MY., 2011. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprionocellaris ocellaris*, em sistema de recirculação. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 37, no. 1, p. 61-72.
- RIBEIRO, FAS., CARVALHO JUNIOR, JR., FERNANDES, JBK., and NAKAYAMA, L., 2009. Cadeia a produtiva do peixe ornamental. *Panorama da Aquicultura*, vol. 19, no. 112, p. 36-45.
- SHAW, IS. and SIMÕES, MG. (Eds.), 1999. *Controle e modelagem Fuzzy*. São Paulo: Edgard Blücher. 165 p.

Anexo 2: 2º Artigo "Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijissen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions".

Short communication

Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijissen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions

By F. M. Ramos¹, L. B. Recuero², T. V. N. Silva², R. Y. Fujimoto³, J. T. Lee⁴ and M. Ferreira Torres²

¹Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura, Universidade Federal do Pará, Bragança, Brazil; ²Faculdade de Tecnologia em Aquicultura, Instituto Federal do Pará. Núcleo de Pesquisa Aplicada em Pesca e Aquicultura Norte 3, Castanhal, Brazil;

³Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Brazil; ⁴Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil

Introduction

Loricariidae, popularly known as plecos, are attractive and colourful armoured catfishes with significant value in the ornamental fish market. Many species, however, are currently overexploited in the Amazon basin (Camargo and Ghilardi, 2009), provoking social and environmental issues.

The great diversity of microhabitat in the Amazon basin, specifically in the Xingu River, has favoured the rise of many endemic species (Camargo and Ghilardi, 2009) such as the zebra pleco *Hypancistrus zebra*. This species is endemic in the Xingu River and considered as critically threatened in the national Red List (IN 05/2004 of the Ministério do Meio Ambiente). The imminent risk of extinction is mainly owed to overfishing as well as the Belo Monte Hydroelectric Power plant under construction, and which will modify the river flow to a lentic regime.

The culture of loricariids has been stimulated to satisfy market demands and to reduce the pressure on natural populations (Camargo et al., 2004). Torres (2006) reviewed the limited literature on loricariid culture and summarised the available rearing technologies, which comprise many gaps in knowledge. Thus, the development of adequate culture protocols is of great urgency and which could promote an alternative income for riverine families and lower the fishing pressure on the species (Torres et al., 2008).

The behaviour of seeking shelter in burrows, logs or under rocks is a prevalent characteristic in loricariids, and has been associated with the advantages of protection against predators (Power, 1984; Castro, 1999), food availability (Power, 1984; Buck and Sazima, 1995; Casatti and Castro, 1998; Sabino, 2000) and spawning (Evers and Seidel, 2005). Animals in captivity do not achieve their best growth performance or reproductive output under stress conditions (Galhardo and Oliveira, 2006). Stressors in aquaculture are unavoidable, and reducing stress and its harmful effects is fundamental to successful production as well as fish welfare (Ashley, 2007). According to Volpato et al. (2007), fish welfare is best evaluated based on the fish-preference approach. Accepting this approach is reasonable, based on the assumption that a sentient creature does not freely choose a condition of discomfort when presented with better conditions (Volpato et al., 2007). Therefore, in considering adequate culture conditions to reduce captivity stress, the aim of this study was to evaluate the preferential use

amongst three different artificial shelters in the cultivation of the zebra pleco, *Hypancistrus zebra*.

Materials and methods

Permit restrictions to collect endangered species limited the capture of wild zebra plecos *Hypancistrus zebra* to 20 individuals (Collection License n° 17760-01, IBAMA). Specimens were acclimated in 200-L aquaria with aeration and a recirculation filter (water flow rate 100 L h⁻¹). Feed were dried 'bloodworms' (*Tubifex tubifex*) provided *ad libitum* twice a day (early morning and evening). Residues were removed by siphoning the bottom of the tank at the end of the day.

This study evaluated the feasibility of using materials found commonly in the market for alternative shelters for the zebra pleco. The experimental setup consisted of three types of shelter: (i) natural rock from the Xingu River (rectangular shaped shelter), (ii) clay (rectangular bricks from construction work), and (iii) polyvinyl chloride (PVC) pipes (4 cm ø), all having similar internal volumes (ca. 80 cm³) and which were distributed in the centre area of each aquarium. To minimise the effect of competitive interactions in the fish selection preference, experiments were carried out using a single specimen in each trial. To avoid disturbances, five fish were randomly selected and each individual distributed into a 60-L aquarium provided with aeration and a recirculation filter (flow rate 100 L h⁻¹). Mean total lengths and weights (\pm SD) of experimental specimens were 6.49 \pm 0.52 cm and 3.28 \pm 0.72 g, respectively.

The order of the shelters in the tank was randomly permuted daily, and the sequence of the previous day was not repeated. Three sides of the aquarium were covered to minimise disturbance during visual observation, which took place only from the uncovered side. Observation time began at 8 h and finished at 19 h, and the time each fish spent in the shelters was recorded in minutes by three different observers taking hourly turns. The observers stood in front of the three aquaria at 3 m distance so as to not interfere with the fish behaviour and with a view covering all aquaria.

At the end of the observation the fish were fed with dried bloodworms and the shelters removed until the next trial the following morning. This procedure was intended to minimise habituation by the fish prior to the next trial. The removal of excess residues during the 12-day experiment was made

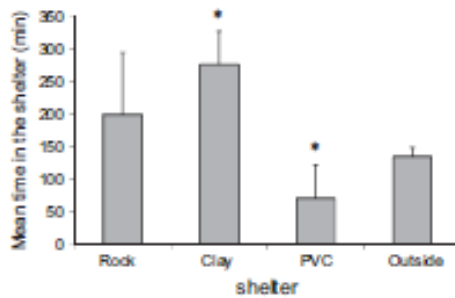


Fig. 1. Mean time (\pm SD) in minutes spent in each shelter during day-time observations ($n = 5$ fish). *treatments with significant differences ($P < 0.05$)

Table 1

Kendall's coefficient of concordance W for replicated focal observations per fish, Friedman corrected Chi-square χ^2 , rank-r and P-value (Zar, 1996)

Fish	W	rank-r	χ^2	P-value
1	0.2851	0.2151	10.098	<0.05
2	0.0981	0.0161	3.5309	ns
3	0.1989	0.1261	7.1621	ns
4	0.3041	0.2408	10.9459	<0.05
5	0.2603	0.1931	9.3717	<0.05

solely by the recirculation filter in order not to increase fish stress.

The trials for each specimen were analysed using Kendall's coefficient of concordance (W) to evaluate plasticity in behaviour. The 12 repeated observations for each fish were then averaged and followed the recommendations of Roa (1992) and Lockwood (1998); data of multiple-offer experiments were analysed by Friedman's nonparametric test (Zar, 1996).

Results

During the experimental period no mortalities or major feeding behaviour changes were observed compared to fish maintained in the acclimation aquarium. Fish spent on average 80% of their time in the shelters during the observations. Seidel (1996) reported that zebra plecos have diurnal activity, but in the trials any alterations in the surroundings or movements near the aquarium drove the fish to seek shelter, demonstrating a shy behaviour. When the disturbance ended, the fish frequently returned to search for food.

The ranking order of time spent in shelters was the longest in clay shelters (276 ± 51 min day⁻¹; mean \pm SD) followed by the rock shelter (198 ± 96 min day⁻¹), outside the shelters (134 ± 15 min day⁻¹), and in the PVC shelter (70 ± 52 min day⁻¹) (Fig. 1). The variability in the results of concordance amongst the replicated trials for each fish demonstrated the inherent plasticity of the shelter selection in this species. Kendall's concordance coefficient for each individual tested demonstrated the variability of the results, which indicates some level of plasticity in the refuge selection. Two individuals in five tests showed no preference in the degree of concordance amongst the repetitions of the trials (Table 1) and even in the three specimens that showed significant concordance ($\chi^2 > 9.371$, $P < 0.05$) the W ranged between 0.245 and 0.323.

Times spent in the refuges were significantly different amongst the shelter types ($F = 8.76$; $P < 0.05$). Nonetheless,

only differences between times spent in the clay and PVC shelters were significantly different ($P < 0.05$) (Fig. 1), indicating a low preference for the PVC pipes.

Discussion

Understanding fish requirements and behaviour in cultivations are essential for the establishment of good handling practices (Galhardo and Oliveira, 2006) and to achieve fish welfare (*sensu* Volpato et al., 2007). Fish respond to poor and stressful confinement conditions by triggering physiological mechanisms to adapt to the new conditions; when responses exceed a critical threshold, then changes in swimming behaviour, feed reduction, an increase in aggression (Schreck et al., 1997) and reproduction reduction can all be observed (Val et al., 2004).

The present study demonstrated that shelter selection in *Hypancistrus zebra* is not random, however, lack of agreement in observations of the same fish (Table 1) indicate that selection is sufficiently amenable to allow alternative materials for shelter use. Nevertheless, the nature of the material can significantly affect acceptance, and although often described by aquarists as a suitable shelter, PVC pipes were not appropriate because the fish spent as much time inside the pipes as outside of the shelters.

In natural habitats, zebra pleco inhabit rocky substrates in high water flow stretches of the Xingu River at depths between 1-30 m (Gonçalves et al., 2009; Roman, 2011). Our alternative shelters made of bricks (clay shelters) showed occupation rates comparable to natural rocky shelters and indicated that clay shelter could be used with similar acceptance. Such material enables a range of sizes or shapes to be tailor-made, and could prove a valuable asset to induce reproductive behaviour in the species.

In addition, the presence of refuges could minimise the stress-induced effects of disturbances caused by shadows or during tank cleaning. The presence of shelters in holding tanks of the catfish *Rhamdia quelen* significantly lowered their cortisol levels, indicating lower stress levels (Barcellos et al., 2009). In juvenile perch, *Perca fluviatilis*, the energy growth efficiency for disturbed fish was reduced by more than 19% compared to undisturbed fish that caused a weight reduction of 24 – 56% (Strand et al., 2007). Decreasing growth performances of the cobitid fish, *Lefua echigonia*, an endangered benthic dweller (Matsuzaki et al., 2012), and salmonids (Millidine et al., 2006) were also attributed to the absence of shelter. In both species, increased metabolism maintenance and elevated energy expenditure were probably caused by high levels of flight readiness (Hawkins et al., 2004) and increased mental alertness (Finstad et al., 2007).

In more vulnerable developmental stages such as in fry and early juveniles, the provision of shelter improved growth performance in the benthic African catfish *Clarias gariepinus* (Hossain et al., 1998), and the Arctic char. Alevins in the latter not only grew faster, but mortality was also lower within shelter treatments. They initiated exogenous feeding later, demonstrating a lower consumption of energy reserves with the availability of shelter (Benhaim et al., 2009).

Zebra pleco show a reduced maximum size, which suggests that this species is particularly vulnerable to predation in the Xingu River. Hence, the use of more acceptable refuges will undoubtedly lower stress levels in *Hypancistrus zebra* and potentially allow the assimilated energy to be directed toward somatic growth or reproduction.

Acknowledgements

The authors thank CNPq / MPA No. 42/2012 for financial resource. Fabrício R. Menezes was funded by a CAPES PhD scholarship; and James T. Lee acknowledges the FAPESPA grants no. 010/2009 and 081/2010.

References

- Ashley, P. J., 2007: Fish welfare: current issues in aquaculture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **104**, 199–235.
- Barcellos, L. J. G.; Kreutz, L. C.; Quevedo, R. M.; da Rosa, J. G. S.; Koakoski, G.; Centenaro, L.; Pottker, E., 2009: Influence of color background and shelter availability on jundia (*Rhamdia quelen*) stress response. *Aquaculture* **288**, 51–56.
- Benhaim, D.; Leblanc, C. A.; Lucas, G., 2009: Impact of a new artificial shelter on Arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L.) behaviour and culture performance during the endogenous feeding period. *Aquaculture* **295**, 38–43.
- Buck, S. M.; Sazima, I., 1995: An assemblage of male catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribuição, activity, and feeding. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* **6**, 325–332.
- Camargo, M.; Ghilardi, R. J., 2009: Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu. Uma abordagem ecológica, Belém.
- Camargo, M.; Giarrizzo, T.; Isaac, V. J., 2004: Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica* **10**, 123–147.
- Casatti, L.; Castro, R. M. C., 1998: A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, southeastern Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* **9**, 229–242.
- Castro, R. M. C., 1999: Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. *Oecologia Brasiliensis* **6**, 139–155.
- Evers, H.-G.; Seidel, I., 2005: South American catfishes of the family Loricariidae, Cetopsidae, Nematogenyidae and Trichomycteridae. *Catfishes Atlas*. vol. 1. Mergus, Melle, Germany.
- Finstad, A. G.; Einum, S.; Forseth, T.; Ugedal, O., 2007: Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. *Freshwat. Biol.* **52**, 1710–1718.
- Galhardo, L.; Oliveira, R., 2006: Bem estar animal: um conceito legítimo para peixes? *Revista de Etologia* **8**, 51–61.
- Gonçalves, A. P.; Camargo, M.; Carneiro, C. C.; Camargo, A. T.; Paula, G. J. X.; Giarrizzo, T., 2009: A Pesca de peixes ornamentais. In: Entre a terra, as águas, e os pescadores do médio Rio Xingu. M. Camargo, R. J. Ghilardi (Eds). Uma abordagem ecológica, Belém, pp. 235–264.
- Hawkins, L.; Armstrong, J.; Magurran, A., 2004: Predator-induced hyperventilation in wild and hatchery Atlantic salmon fry. *J. Fish Biol.* **65**, 88–100.
- Hossain, M. A. R.; Beveridge, M. C. M.; Haylor, G. S., 1998: The effects of density, light and shelter on the growth and survival of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture* **160**, 251–258.
- Lockwood, J. R., 1998: On the statistical analysis of multiple-choice feeding preference experiments. *Oecologia* **116**, 475–481.
- Matsuzaki, S.-i. S.; Sakamoto, M.; Kawabe, K.; Takamura, N., 2012: A laboratory study of the effects of shelter availability and invasive crayfish on the growth of native stream fish. *Freshwat. Biol.* **57**, 874–882.
- Millidine, K. J.; Armstrong, J. D.; Metcalfe, N. B., 2006: Presence of shelter reduces maintenance metabolism of juvenile salmon. *Funct. Ecol.* **20**, 839–845.
- Power, M. E., 1984: Depth distributions of armored catfish - predator-induced resource avoidance. *Ecology* **65**, 523–528.
- Roa, R., 1992: Design and analysis of multiple-choice feeding-preference experiments. *Oecologia* **89**, 509–515.
- Roman, A. P. O., 2011: Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (sluriformes, loricariidae) no rio xingu, amazônia brasileira. Universidade Federal do Pará, pp. 87.
- Sabino, J., 2000: Estudo comparativo em comunidades de peixes de riachos da Amazônia Central e Mata Atlântica: Distribuição espacial, padrões de atividade e comportamento alimentar. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, pp. 152.
- Schreck, C. B.; Olla, B. L.; Davis, M. W., 1997: Behavioral responses to stress. In: Fish stress and health in aquaculture. Series; Society for Experimental Biology. G. K. Iwana, A. D. Pickering, J. P. Sumpter, C. B. Schreck (Eds). Seminar Series **62**. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 145–170.
- Seidel, I., 1996: New information on the zebra pleco, *Hypancistrus zebra*. *Trop. Fish. Hobbyist*. **44**. Available at: <http://www.forumaquario.com.br/portal/rep/produzindo-cascudos-experiencia-com-hypancistrus-zebra/> (accessed on 28 December 2012).
- Strand, A.; Magnhagen, C.; Alanara, A., 2007: Effects of repeated disturbances on feed intake, growth rates and energy expenditures of juvenile perch, *Perca fluviatilis*. *Aquaculture* **265**, 163–168.
- Torres, M. F., 2006: Estudos de Conservação e Manejo de Peixes Ornamentais da Bacia do Rio Guamá: análise da Sócio-Economia e Pesca Ornamental. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Belém, pp. 77.
- Torres, M.; Giarrizzo, T.; Carvalho, J.; Aviz, D.; Ataíde, M.; Andrade, M., 2008: Diagnóstico, Tendência, Análise e Políticas Públicas para o Desenvolvimento da Pesca Ornamental no Estado do Pará. In: Diagnóstico da Pesca e da Aquicultura no Estado do Pará. O. T. Almeida (Ed) Secretaria de Estado de Pesca e Aquicultura, Belém, pp. 183.
- Val, A. L.; Silva, M. N. P.; Val, V. M. F. A., 2004: Estresse em peixes – Ajustes fisiológicos e distúrbios orgânicos. In: Sanidade de Organismos Aquáticos. M. J. T. Ranzani-Paiva, R. M. Takemoto, M. d. I. A. P. Lizama (Eds). Sanidade de Organismos Aquáticos, São Paulo, pp. 75–88. Editora Varela.
- Volpato, G. L.; Gonçalves-de-Freitas, E., Fernandes-de-Castilho, M., 2007: Insights into the concept of fish welfare. *Dis. Aquat. Org.* **75**, 165–171.
- Zar, J. H., 1996: *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, London, pp. 662.

Author's address: Fabrício M. Ramos, Laboratório de Ictioparasitologia e Piscicultura, Universidade Federal do Pará, Bragança. Al. Leandro Ribeiro, S/N, Aldeia, 68600-000, Bragança/PA, Brazil.
E-mail: fabriciomramos@gmail.com