

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CASCUDO-ZEBRA
Hypancistrus zebra ISBRÜKER E NIJSSEN, 1991
EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO

Danilo Araujo Soares Pereira
Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA – SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

SÃO PAULO

MAIO – 2018

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CASCUDO-ZEBRA
Hypancistrus zebra ISBRÜKER E NIJISSEN, 1991
EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO

Danilo Araujo Soares Pereira
Orientador: Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA – SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

SÃO PAULO

MAIO – 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo.

P436v Pereira, Danilo Araujo Soares
 Viabilidade econômica da produção do cascudo-zebra *Hypancistrus zebra*
 ISBRÜCKER e NIJSSEN, 1991 em sistema de recirculação. - São Paulo, 2018
 iii, 50f. ; il. ; gráf. , tab.

 Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em
 Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e
 Abastecimento.
 Orientador: Marcelo Barbosa Henriques

 1. Aquariorfilia. 2. Aquicultura. 3. *Loricariidae*. 4. Peixe ornamental.
 5. Retorno de investimento. I. Henriques, Marcelo Barbosa. II. Título.

CDD 574

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

“VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CASCUDO-
ZEBRA *Hypancistrus zebra* ISBRÜKER E NIJISSEN, 1991 EM
SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO”

AUTOR: Danilo Araujo Soares Pereira

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques



Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches



Profª. Drª. Vanessa Villanova Kuhnen

Data da realização: 15 de maio de 2018



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

*“Nothing is more easy than to tame an animal,
and few things more difficult than to get it to breed
freely under confinement (...)”*

Charles Darwin (1809–1882)

AGRADECIMENTOS

Expresso aqui os meus sinceros agradecimentos ao Instituto de Pesca e a todos os seus colaboradores que contribuem para o desenvolvimento das inúmeras e inúmeras ciências em torno das espécies aquáticas, seus ecossistemas e suas importâncias para humanidade. Agradeço profundamente a oportunidade ofertada a mim, tornando possível a realização desta pesquisa e muitas outras em torno da biologia aquática, aquicultura e da pesca, bem como não posso deixar de mencionar a gratidão pelo amadurecimento e pelos incontáveis ensinamentos aqui aprendidos, dentro e fora da instituição.

Da mesma forma, gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos os profissionais que estiveram, diretamente e indiretamente, envolvidos em trabalhos, estudos e pesquisas na criação de organismos aquáticos, que tornaram este trabalho possível.

Por fim, deixo meus cumprimentos a todas as pessoas que contribuíram diretamente e indiretamente no decorrer deste mestrado frente a situações tão difíceis.

SUMÁRIO

EPIGRAFE	I
AGRADECIMENTOS	II
SUMÁRIO	III
INTRODUÇÃO GERAL	1
MERCADO AQUARIOFILISTA: LEVANTAMENTO DE ESPÉCIES ORMENTAIS DULCÍCOLAS COMERCIALIZADAS	5
CASCUDO-ZEBRA: HISTÓRICO, PROBLEMÁTICAS E POTENCIALIDADES	10
REFERÊNCIAS	14
ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	24
RESUMO	25
ABSTRACT	26
1. INTRODUÇÃO	27
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1. CENÁRIOS NA PRODUÇÃO DE EXEMPLARES	29
2.2. ASPÉCTOS DA CRIAÇÃO E DAS CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS	29
2.4. ANÁLISE ECONÔMICA: INVESTIMENTO, CUSTEIO E RENTABILIDADE	31
2.5. LEVANTAMENTO ORÇAMENTAL	32
3. RESULTADOS	33
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÃO	42
6. REFERÊNCIAS	42
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46

INTRODUÇÃO GERAL

As interações entre os seres humanos, os ecossistemas aquáticos e, principalmente, as espécies aquáticas, remontam a tempos antigos, dada importância destes como recursos fundamentais para o pleno desenvolvimento da humanidade. Conforme BRAUNA *et al.* (2010), organismos dulcícolas diversos como peixes, tartarugas e crocodilos já faziam parte da alimentação dos homens pré-históricos há aproximadamente dois milhões de anos, desempenhando papel fundamental na história evolutiva humana.

Atualmente, os peixes e outros organismos aquáticos não são somente fontes altamente nutritivas e de importante caráter na alimentação e saúde humana, como também se destacam como fonte de renda para atores sociais diversos. O pescado é disponibilizado através da pesca por meio da captura de organismos marinhos e dulcícolas, e pela aquicultura através de técnicas criatórias em cativeiro, atividade com notório potencial sustentável do ponto de vista ambiental, social e principalmente econômico (FRANKIC e HERSNER, 2003). Ao mesmo compasso, surgem preocupações diversas acerca da biodiversidade e conservação aquática, amplamente impactadas por múltiplos fatores antrópicos (REIS *et al.*, 2016).

O interesse em organismos aquáticos acaba por se estender à manutenção de espécimes em aquários e outros reservatórios do gênero, com fins ornamentais ou não. Tal prática atua como importante ferramenta de conservação e preservação de recursos naturais e espécies, através da reprodução e criação de diversos organismos aquáticos e semiaquáticos em cativeiro (ANDREWS, 1990; BARMAN *et al.*, 2013; MEDIPALLY *et al.*, 2016; MURUGAN *et al.*, 2017) e da educação ambiental exercida em zoológicos, aquários públicos, museus, universidades e instituições diversas, atuando ainda como importante meio de pesquisa científica (MAITLAND, 1995; GONZALEZ, 2006; SALGADO e MARANDINO, 2014). Não obstante às potencialidades ambientais, a manutenção de organismos ornamentais, definida como aquariofilia (BRASIL, 2014), além de proporcionar uma série de finalidades de caráter multidisciplinar com vistas à conservação, apresenta um enorme potencial econômico (ANDREWS, 1990).

A aquicultura ornamental gera renda, criando empregos diretamente e indiretamente relacionados à atividade, através da comercialização de recursos empregados na manutenção de aquários e reservatórios do gênero e, principalmente, pela venda de organismos vivos (ANJOS *et al.*, 2009). Nos últimos quatro anos ao menos 2,3 bilhões de dólares foram movimentados entre exportações e importações no mercado internacional de organismos aquáticos ornamentais, (UN-COMTRADE, 2018) (Figura 1). Segundo a FAO (2010), estima-se que mais de 2 bilhões de espécimes são comercializados anualmente no mundo todo, englobando uma vasta biodiversidade e variedade comercial de táxons dulcícolas de interesse ornamental.

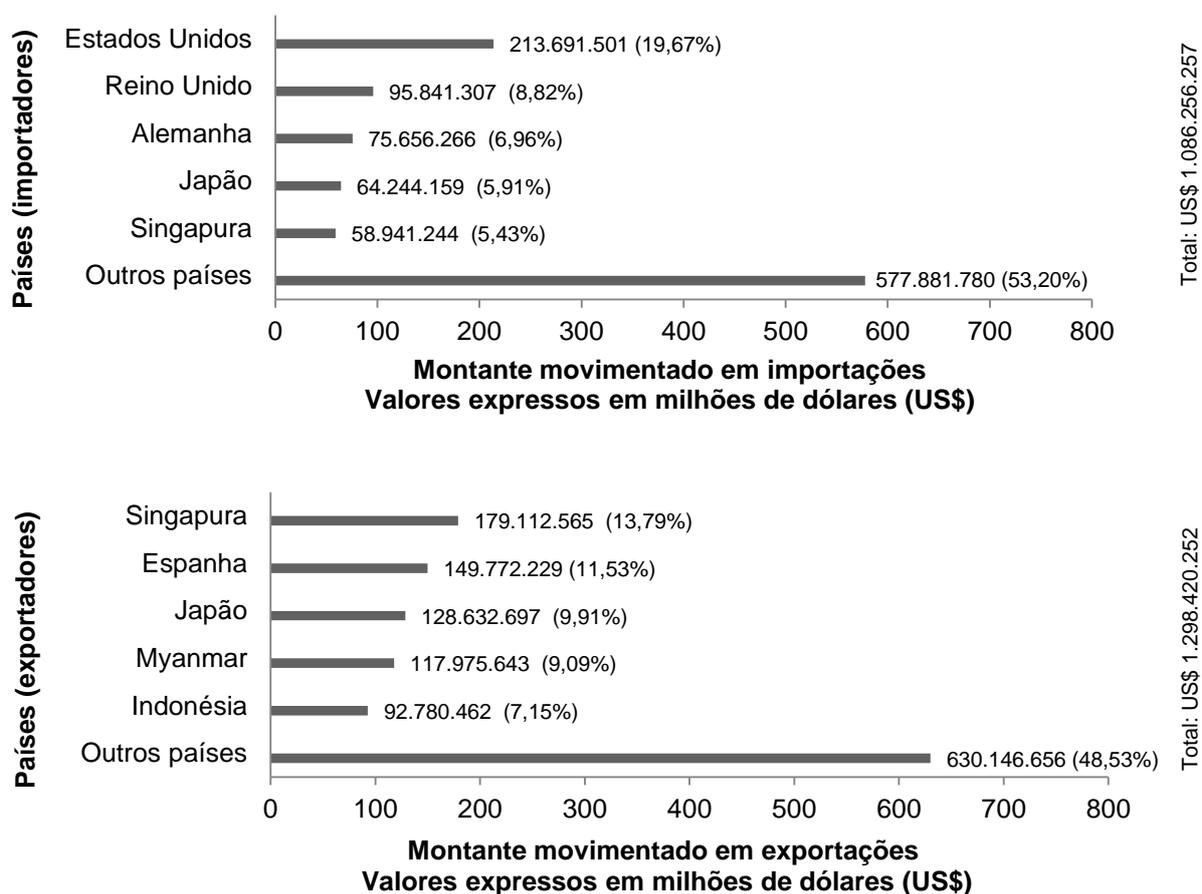


Figura 1. Valores movimentados na importação e exportação de organismos aquáticos ornamentais, compreendendo os anos 2014, 2015, 2016 e 2017. *Fonte: UNdata, United Nations Commodity Trade Statistics Database, Statistic Division.*

RIBEIRO *et al.* (2011) chamam atenção para a definição comum de “peixes ornamentais”, ou ainda, “peixes de aquário”, conhecidos classicamente como exemplares pequenos, coloridos com formas belas e elegantes, destacando que esta interpretação literal pode ser insatisfatória, uma vez que a manutenção pode envolver animais com poucas ou nenhuma das convenções destacadas. Embora a manutenção de peixes ornamentais em aquário pareça, superficialmente, uma atividade simples e inofensiva envolvendo pequenos peixes como Kinguios *Carassius auratus* Regan, 1910 e Bettas *Betta splendens* (Linnaeus, 1758), a atividade tende a englobar espécies e híbridos potencialmente invasores que podem apresentar sérios riscos à biodiversidade nativa e aos humanos, animais ameaçados de extinção ou ainda pouco e até não conhecidos pela ciência, com uma variedade de táxons dificilmente mensurável, sobretudo, em água doce (RAGHAVAN *et al.*, 2013; PAPAVALASOPOULOU *et al.*; 2014; TELETSCHEA, 2016).

A manutenção de espécimes em aquários domésticos, a aquicultura ornamental e o mercado aquarofilista são responsáveis pela introdução de organismos que não ocorriam naturalmente em diversos ecossistemas aquáticos e semiaquáticos, bem como oferecem riscos de novas disseminações (WELCOMME, 1978; DUGGAN *et al.* 2006; GERTZEN *et al.*, 2008; MACEDA-VEIGA *et al.*, 2013). As introduções decorrem de escapes em sistemas produtivos (QUEROL *et al.*, 2015) e de solturas realizadas por aquaristas amadores, motivadas pela popularização dos aquários, pela manutenção de animais que atingem grandes tamanhos, agressivos, demasiadamente fecundos e por gastos elevados na alimentação de organismos e manutenção de sistemas (DUGGAN *et al.* 2006; MOURÃO, 2012); que tendem a serem acentuadas com o comércio informal e com a falta de alertas sobre tais práticas (MAGALHÃES e JACOBI, 2010). Organismos alóctones podem gerar fortes pressões sob espécies autóctones através de competições por recursos, predações, hibridizações e disseminação de patógenos diversos (QUEROL *et al.*, 2005; HOWETH *et al.*, 2016). Na prática, a introdução de espécies invasoras se destaca como uma das maiores causas de extinção de espécies nativas, equiparando-se à degradação ambiental e à fragmentação de ecossistemas naturais (WELCOMME, 1998), onde além de poder gerar perdas ambientais irreversíveis, populações ferais podem constituir sérios prejuízos socioeconômicos (MRUGAŁA *et al.*, 2015).

A América do Sul apresenta a maior biodiversidade aquática da Terra, com mais de 5.100 peixes dulcícolas descritos e fauna continental final estimada entre 8.000 e 9.000 espécies, onde na última década ao menos 100 exemplares foram descritos anualmente (REIS *et al.*, 2016). Neste sentido, o Brasil abrange grande totalidade destas espécies, sendo um dos países que lideram novas descobertas (NELSON *et al.*, 2016).

Ao abrigar espécies endêmicas que habitam localizações únicas e específicas, sérios riscos de extinção surgem com alterações e impactos antrópicos (PETRY *et al.*, 2016). Entre 4,00 e 10,00% de todas as espécies de peixes da América do Sul estão ameaçadas de extinção, na maioria dos casos relacionados à perda de habitats e da degradação ambiental decorrentes da urbanização, deflorestação, construção de barramentos em usinas hidrelétricas, irrigação, sedimentação e sobrepesca (REIS *et al.*, 2016).

A vasta biodiversidade aquática encontrada em território Brasileiro, sobretudo nos corpos hídricos ao do Norte do país (Figura 2), traz consigo uma série de organismos aquáticos de grande interesse ornamental que atingem altos valores no mercado nacional e principalmente internacional (IGARASHI *et al.*, 2005; CARVALHO-JUNIOR, 2009). Observa-se que parte das espécies comercializadas é disponibilizada através da exploração de exemplares selvagens. Embora a pesca ornamental leve ao ganho de divisas ao país e o desenvolvimento local, e ainda, não se equipare em termos de degradação ambiental com outras atividades danosas como a mineração, deflorestação e a produção de energia via hidrelétricas (CAMARGO *et al.*, 2011; CHAMON e SOUSA, 2016), a atividade não deixa de ser preocupante. Grande parte dos animais coletados morre durante os processos de captura, seleção, transporte, quarentena e comercialização, correndo risco de remanescente chegar debilitada à aquisição final, tal como ocorre com arraias americanas de água doce do gênero *Potamotrygon* Garman, 1877 (DUCAN *et al.*, 2010). Em tese, a pesca pode levar, em situações mais extremas, à fragmentação de populações desconhecidas junto a perdas genéticas irreversíveis (PINSKY e PALUMBI, 2014; PRADO *et al.*, 2018). O cenário se agrava através de indícios do comércio de espécies não descritas e ameaçadas de extinção (ROMAN, 2011; CARDOSO *et al.*, 2016; CHAMON e SOUSA, 2016).



Figura 2. Peixes da Amazônia (TROLL, 2000).

Fonte: The Ray Troll Web Store. Disponível em: <<https://store.trollart.com/FISHES-OF-AMAZONIA-ART-POSTER.html>> Acesso: 17 mai. 2018.

Tendo em vista todas as complexidades entorno dos táxons nativos e exóticos, somada à relevância econômica destes animais no comércio internacional de organismos aquáticos junto à carência de dados sobre este mercado, nota-se que há urgente necessidade de pesquisas visando identificar as espécies movimentadas e as principais questões acerca delas, sobretudo, ao se considerar os desafios na conservação e preservação de animais ameaçadas de extinção.

Mercado Aquarífilista: Levantamento de espécies dulcícolas comercializadas

Para o presente estudo, um amplo levantamento de dados abordando o comércio de peixes e outros animais aquáticos de interesse ornamental foi desempenhado objetivando, especificamente, identificar quais são as espécies comercializadas e as principais questões acerca da prática. A pesquisa abordou Empresas que Comercializam Organismos Aquáticos Vivos (ECOAV) que tinham como atividade única ou majoritária a aquarífilia, na cidade de São Paulo/ SP (Brasil), local com maior adensamento de estabelecimentos que comercializam peixes ornamentais na América do Sul, além da observação de negociações informais em redes sociais virtuais. A coleta de dados se deu em formato de censo,

onde cada empreendimento optou voluntariamente por participar ou não, abrangendo 32 empresas físicas e 3 empresas virtuais. Foram compreendidos 12 meses entre março de 2017 e março de 2018.

A identificação das unidades taxonômicas comercializadas se deu através da observação de animais estocados para venda, de registros imagéticos, das nomenclaturas populares e comerciais empregadas para cada exemplar. Para tanto, a FISHBASE (2018) e literaturas específicas foram consultadas e confrontadas conforme o táxon abordado, abalizadas pelas listas de espécies de água doce permitidas para fins comerciais contidas nas Instruções Normativas Nº 13/ 2005 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), Nº 203/ 2008 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (BRASIL, 2008), Nº 1/ 2012 do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (BRASIL, 2012) e pela Portaria do Diretor de 30 de novembro 2016, do Instituto de Pesca, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SÃO PAULO, 2016). O grau de ameaça de cada espécie identificada foi verificado individualmente na Lista Vermelha de Fauna e Flora Ameaçada de Extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2018). Adicionalmente, espécies nativas foram analisadas em todos os apêndices da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2018).

Os resultados preliminares demonstraram um saldo de 317 espécies distribuídas ao longo de 183 gêneros e 58 famílias (Tabela 1). Os Siluriformes se destacam com o maior número de famílias, abrangendo essencialmente espécies nativas, com grande participação da família Loricariidae, que englobou 29 espécies e 3 variedades sem descrição científica. Do total de espécies levantadas, 14 espécies se encontraram como vulneráveis (VU), 3 como em perigo (EN) e 3 como criticamente (CR) ameaçadas de extinção, conforme consultas na (IUCN, 2018). PAPAVALASOPOULOU *et al.* (2014), como exemplo, encontra números menores em parte do mercado europeu, descrevendo apenas 214 espécies dulcícolas representadas por 40 famílias, com problemáticas acerca da comercialização de loricarídeos não identificados, reforçando preocupações com esta unidade taxonômica.

Tabela 1. Organismos aquáticos dulcícolas comercializados pelo mercado aquarífilista em São Paulo/ SP (Brasil). Março de 2017–2018.¹

Unidades taxonômicas	Famílias	Gêneros	Espécies
Animalia			
Chordata			
Reptilia			
Testudines	1	1	2
Amphibia			
Anura	1	2	2
Caudata	1	1	1
Dipneusti			
Ceratodontiformes	2	2	2
Cladistia			
Polypteriformes	1	1	8
Actinopteri			
Lepisosteiformes	1	2	3
Osteoglossiformes	5	7	9
Cypriniformes	5	28	38
Characiformes	7	23	46
Siluriformes	13	35	69
Gobiiformes	2	2	2
Synbranchiformes	2	4	5
Anabantiformes	3	7	12
Cichliformes	1	50	87
Atheriniformes	1	2	4
Cyprinodontiformes	3	6	8
Beloniformes	1	1	1
Perciformes	1	1	2
Elasmobranchii			
Myliobatiformes	1	1	8
Arthropoda			
Malacostraca			
Decapoda	4	5	5
Mollusca			
Gastropoda			
Architaenioglossa	1	2	2
Neritoidea	1	1	1
Total	58	183	317

¹ Classificações de peixes conforme ESCHMEYER e FONG (2018).

Fonte: consultas a empresas (físicas e virtuais) que comercializam organismos aquáticos vivos.

Diferentemente dos demais indivíduos da ordem dos Siluriformes, conhecidos vulgarmente por “peixe-gato”, “bagre” ou “*catfish*”, os loricarídeos são conhecidos

popularmente como “cascudos”, “acaris” e “limpa-vidros” no Brasil, ou ainda, pelas nomenclaturas comerciais “plecos”, “suckermouth”, “armored catfish”, “L-numbers” e “LDA-numbers” internacionalmente empregadas, englobando mais de 100 gêneros e 900 espécies (ESCHMEYER e FONG, 2018). Tal fato faz com que os cascudos ganhem notório espaço e interesse no mercado aquícola perante a grande variedade de tamanhos, formas, colorações e hábitos encontrados na família (LUJAN *et al.*, 2012). Tornam-se peixes que são facilmente enquadrados em diferentes aquários domésticos, comerciais e públicos, quase que independentemente dos outros espécimes que componham a fauna destes tanques, onde alguns exemplares atingem altas cifras no mercado de peixes ornamentais.

Os peixes que atingiram o maior valor unitário de comercialização são apresentados na Tabela 2. Observa-se que 9 dos 10 animais apresentam grande porte, com tendências a hábitos carnívoros e agressivos, que refletem em maiores custos na sua manutenção, justificando preços altos (MOURÃO, 2012). Neste sentido, considerando-se uma relação entre comprimento e valor de comercialização, nota-se que o cascudo-zebra *Hypancistrus zebra* Isbrücker e Nijissen, 1991 (Figura 3) apresentaria maior preço (R\$ 207,14 cm.⁻¹) e o menor tamanho quando comparado a todas as espécies nativas e exóticas apresentadas, incluindo por exemplo, o famoso aruanã-asiático *Scleropages formosus* (Müller e Schlegel, 1840) (R\$ 155,56 cm.⁻¹), exemplar ameaçado de extinção, estimado como um dos animais mais caros mundo (MEDIPALLY *et al.*, 2016). No mercado internacional, o *H. zebra* pode atingir valores próximos a US\$ 500,00 un.⁻¹ (Figura 4).

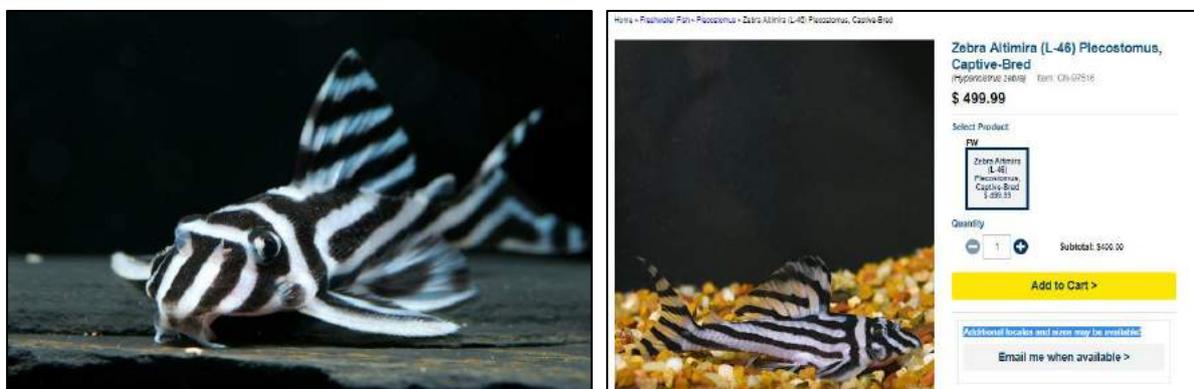


Figura 3. Exemplar de *Hypancistrus zebra*. Disponível em: <<http://goo.gl/fsgKZM>>. Acesso em: 19 mai. 2018. **Figura 4.** Comércio de exemplares cativos. Disponível em: <<http://goo.gl/doJrRT>>. Acesso: em 19 mai. 2018.

Tabela 2. Peixes de água doce que apresentaram maior valor de comercialização no mercado de organismos aquáticos ornamentais em São Paulo/ SP (Brasil), considerando-se comprimento total máximo registrado e maior valor unitário de venda alcançado para cada espécie. Março de 2017–2018.

Nomenclatura comercial e científica	Comprimento total máximo (cm) ¹	Preço (R\$ un. ⁻¹)
Protopterus albino <i>Protopterus cf. aethiopicus</i> Heckel, 1851	200,00	15.200,00
Aruanã-asiático (Red Dragon) <i>Scleropages formosus</i> (Müller e Schlegel, 1840)	90,00	14.000,00
Aruanã-prata albino <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	90,00	6.510,00
Arraia-leopoldi <i>Potamotrygon leopoldi</i> Castex e Castello, 1970	111,00	3.600,00
Arraia-henlei <i>Potamotrygon henlei</i> (Castelnau, 1855)	45,00	3.600,00
Poly (Platinum) <i>Polypterus endlicherii</i> Heckel, 1847	63,00	3.500,00
Aruanã-australiana <i>Scleropages jardinii</i> (Saville-Kent, 1892)	100,00	2.600,00
Bagre-tigrinum <i>Brachyplatystoma tigrinum</i> (Britski, 1981)	60,00	2.500,00
Pirarara albina <i>Phractocephalus hemiliopterus</i> (Bloch e Schneider, 1801)	134,00	2.000,00
Cascudo-zebra-imperial <i>Hypancistrus zebra</i> Isbrücker e Nijissen, 1991	7,00	1.450,00

¹ Comprimento total máximo conforme o valor registrado para cada espécie na FISHBASE (2018).

Fonte: dados preliminares da pesquisa considerando-se “Empresas que Comercializam Organismos Aquáticos Vivos” (ECOAV) e vendedores informais, em meios físicos e virtuais.

Dos táxons nativos encontrados no decorrer da pesquisa, três constam em algum dos apêndices da CITES, dentre eles, o *H. zebra* situa-se no apêndice III.

Cascudo-zebra: histórico, problemáticas e potencialidades

Da subfamília Ancistrinae (Loricariidae), a espécie *H. zebra* é conhecida popularmente como “cascudo-zebra”, “acari-zebra”, “zebra-imperial” ou simplesmente “L-46”, caracterizado pelo tamanho pequeno, corpo deprimido, pigmentação de fundo branco e faixas enegrecidas dispostas de forma horizontal na lateral da superfície corporal e em formato de “E” no focinho (AMBRUSTER *et al.*, 2007). Situado na Amazônia Brasileira, sua distribuição geográfica se dá de forma endêmica ao longo do baixo e médio rio Xingu (ISBRUCKER e NIJISSEN, 1991; BUCKUP *et al.*, 2007; ZUANON e PY-DANIEL, 2008; MAGALHÃES *et al.*, 2017), desde Belo Monte até a confluência dos rios Xingu e Iriri (GONÇALVES, 2011). Habitam ambientes lóticos com águas de correntezas moderadas a altas, características que lhe conferem exigência a altos níveis de oxigênio dissolvido, havendo poucas fontes de matéria orgânica e eventual presença de sedimentos (CAMARGO *et al.*, 2004; GONÇALVES, 2011). Os exemplares são normalmente encontrados em fendas e cavidades de segmentos rochosos submersos (ZUANON e PY-DANIEL, 2008; ROMAN, 2011). Considerado generalista, tende a se alimentar principalmente de algas perifíticas, detritos e restos vegetais, com ingestão ocasional de pequenos invertebrados (ROMAN, 2011). Com pouco dimorfismo sexual e fecundação externa, a reprodução ocorre nas transições de estação seca para chuvosa e chuvosa para seca, apresentando estratégia reprodutiva oportunista, segundo ROMAN (2011), com posturas entre 7 a 19 ovos por fêmea apenas (RAMOS *et al.*, 2016). Destaca-se entre a ictiofauna da Amazônia, apontado como uma das espécies ameaçadas de extinção mais sensíveis às mudanças climáticas (FREDERICO *et al.*, 2016).

Ao fim da década de 1980, exemplares de *H. zebra* foram descobertos, capturados, explorados e amplamente comercializados no mercado nacional e internacional de peixes ornamentais, sem que fossem necessariamente conhecidos pela ciência. A descrição taxonômica se deu no início da década de 1990, com o registro de um novo gênero e uma nova espécie a partir de exemplares provenientes de empresas de aquarofilia, essencialmente motivada devido ao seu alto valor alcançado na época (ISBRÜCKER e NIJISSEN, 1991; GONÇALVES, 2011). A

demasiada pesca para o comércio internacional de peixes ornamentais e a baixa fecundidade da espécie resultaram no declínio acentuado da população, sendo esta a principal hipótese e justificativa para a inserção da espécie na “Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção” em 2004 (ZUANON e PY-DANIEL, 2008) que, concomitantemente, resultou na proibição da sua captura, autorizada apenas para fins científicos (BRASIL, 2004), posto que o desmatamento das margens do Xingu e a característica presença do garimpo na região também evidenciariam potenciais ameaças a estas e outras espécies de peixes endêmicas do rio Xingu através da deposição de sedimentos no substrato rochoso e do aumento de turbidez d’água (ZUANON e PY-DANIEL, 2008). Subsequentemente, soma-se às ameaças a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, representando o maior impacto ambiental, irreversível e de larga escala para a espécie e para ictiofauna do rio Xingu (ZUANON e PY-DANIEL, 2008; CARVALHO-JÚNIOR *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2016; LEES *et al.*, 2016; MAGALHÃES *et al.*, 2017), através da construção de barramentos, perdas definitivas de habitat, transformação de regiões com regime lótico em lântico e comprometimento da cadeia trófica (GONÇALVES, 2011). Assim, a espécie avançou ao *status* “vulnerável” através da criação do “Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção” no Decreto nº. 802/2008 (PARÁ, 2008).

Atualmente, além de inserida no Apêndice III da CITES (CITES, 2016), a espécie encontra-se “criticamente ameaçado de extinção” na “Lista Nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção – Peixes e invertebrados aquáticos” desde a publicação da Portaria Nº. 445/2014 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014). A coleta, tráfico e comercialização ilegal de indivíduos selvagens são constantes, envolvendo números dificilmente estimados, resultando em registros diversas apreensões, multas e prisões por parte de órgãos públicos (ANATOLE *et. al*, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2011). Ainda que amplamente reproduzido em cativeiro na América do Norte, Europa e Ásia, a comercialização de exemplares selvagens no mercado internacional é observada com frequência (Figura 4), dada a necessidade de se renovar matrizes com a qualidade genética exigida por nichos de mercado. Embora não avaliada pela IUCN (2018), tais contextos causam grande preocupação, uma vez que os impactos ambientais

podem levar ao declínio populacional da espécie e conseqüentemente à erradicação da mesma, alcançando a próxima categoria no estado de preservação, que é “extinta na natureza” (EW).



Figura 4. Flagrante de comercialização de casais selvagens de *Hypancistrus zebra* coletados ilegalmente no Brasil, sendo comercializados por uma empresa de aquarofilia na Inglaterra pelo valor de € 395,00 (R\$ 1591,85), divulgado em rede social virtual (*Facebook inc.*).

Exemplos semelhantes ao do *H. zebra* são observados em peixes marinhos de interesse ornamental, onde a partir da reprodução em cativeiro foi possível aliviar a pressão sobre estoques pesqueiros, provendo a conservação e a economia, tal como grama *Gramma brasiliensis* Sazima, Gasparini e Moura, 1998 (LEITE, 2013), bangai *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 (VAGELLI, 2013) e os populares cavalos-marinhos *Hippocampus* Rafinesque, 1810 (FONSECA *et al.*, 2015; MURUGAN *et al.*, 2017). Em água doce, os exemplos se estendem a animais ameaçados de extinção que ao serem criados em cativeiro passaram por melhoramento genético, fornecendo variedades fenotipicamente muito mais atrativas ao público do que as encontradas na natureza, tal como ocorrido com a salamandra-axolote *Ambystoma mexicanum* (Shaw e Noddler, 1798), aruanã-asiático *Scleropages formosus* (Müller & Schlegel, 1840) (MEDIPALLY *et al.*, 2016) e, em casos mais extremos, onde se acreditava que estava extinto na natureza, como ocorrera com o labeo-bicolor *Epalzeorhynchus bicolor* (Smith, 1931) (KULABTONG

et al., 2014), amplamente disponibilizado no mercado de peixes ornamentais a preços extremamente democráticos, via aquicultura. Da mesma forma, verifica-se que trabalhos de viabilidade econômica demonstram que a produção em cativeiro de organismos aquáticos, visando a comercialização no mercado de peixes ornamentais, se destaca como atividade potencialmente lucrativa (LIM *et al.*, 2001; FONSECA *et al.*, 2015) inclusive, em criações em pequena escala (KODAMA *et al.*, 2011; MAHAPATRA e BUTTA, 2014).

Por intermédio de uma extensa compilação de trabalhos executados e dados obtidos em conjunto com instituições públicas e privadas, sob acompanhamento das autoridades ambientais governamentais, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) fornece uma série de recomendações técnicas para a criação e reprodução do *H. zebra*, plenamente possível em cativeiro do ponto de vista técnico em sistemas de fechados (RAMOS *et al.*, 2016). Nesta continuidade, quando comparado aos sistemas de aquicultura tradicionais que envolvem ambiente exposto às variações ambientais, descarte de efluentes e renovação constante de água, sistemas de recirculação aquícola destacam-se como uma alternativa ainda mais sustentável e potencialmente econômica. Através do tratamento e reuso da água em ambiente fechado, permitem controlar os parâmetros químicos, físicos e biológicos da água com grande precisão, promovendo menor exposição a possíveis fatores estressantes aos organismos criados, além de possibilitar maior segurança ao sistema produtivo e maior intensidade produtiva. Todavia, tais sistemas tendem a experimentar elevações nos investimentos e custos de produção, o que em tese, pode inviabilizar criações conforme sua intensificação.

Trabalhos de viabilidade econômica se tornam ferramentas essenciais ao abordar variáveis de caráter multidisciplinar na avaliação de sistemas produtivos, considerando-se premissas zootécnicas, estimativas de mercado, investimentos, custos e os retornos frente a particularidades de cenários. Desta forma, para que uma atividade objetivando a reprodução, criação e comercialização de organismos vivos seja plenamente executada em cativeiro, a mesma deverá obrigatoriamente ser viável do ponto de vista financeiro, promovendo assim o desenvolvimento e, conseqüentemente, a geração de renda. A viabilidade econômica torna-se ainda mais relevante e deve ser fortemente enfatizada ao abordar espécie ameaçada de

extinção, sensível, rara, pouco acessível, altamente valorizada e que demanda recursos e manejos específicos, como é o caso do *H. zebra*, que apresenta todas estas características simultaneamente.

Haja vista que a criação em cativeiro se demonstra como uma atividade potencialmente segura para conservação e preservação de espécies aquáticas, sobretudo, visando fins comerciais, ao compasso que se inibe práticas danosas, e ainda, considerando-se todas as problemáticas, potencialidades e apontamentos levantados sobre a espécie (*H. zebra*), surgem os seguintes questionamentos:

I. A criação em cativeiro do cascudo-zebra-imperial seria viável do ponto de vista econômico?

II. Essa atividade poderia ser rentável nos diferentes cenários encontrados no mercado de peixes ornamentais da atualidade?

III. A disponibilização de exemplares em cativeiro poderia ser uma grande alternativa para se inibir práticas danosas e o mercado ilegal da espécie, além de competir com os preços do mercado internacional?

REFERÊNCIAS

- ANATOLE, H.; BESSA, J.; PY-DANIEL, L. R.; OLIVEIRA, R. 2008 *Expedição para identificação e avaliação de espécies não-descritas de loricarídeos explorados com finalidade ornamental no rio Xingú*. Disponível em: <www.ibama.gov.br/phocadownload/peixesornamentais/2008/2008relatorio_xingu.pdf> Acesso em: 3 set. 2017.
- ANDREWS, C. 1990 The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology*, 37(1): 53-59.
- ANJOS, H.D.B.; AMORIM, R.M.S.; SIQUEIRA, J.A.; ANJOS, C.R. 2009 Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(2): 259-274.

- ARMBRUSTER, J. W.; LUJAN, N. K.; TAPHORN, D. C. 2007 Four new *Hypancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) from Amazonas, Venezuela. *Copeia*, 1: 62-79.
- BARMAN, D.; KUMAR, V.; KUMAR, A.; BHATACHARJEE, P. DATTA, S. P. 2013 Larval development and embryonic study on *Colisa fasciatus*: A potential indigenous ornamental fish of North-East India. *Advances in Applied Science Research*, 4(4): 479-483.
- BRASIL, 2004 INSTRUÇÃO NORMATIVA nº. 005, de 21 de maio de 2004. Lista Oficial das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção e Sobreexplorados ou Ameaçados de Sobreexploração. Diário Oficial da União, 28 de maio de 2004, nº. 102, seção 1, p. 136.
- BRASIL, 2005 INSTRUÇÃO NORMATIVA nº. 013, de 9 de junho de 2005. Permite, para fins ornamentais e de aquarofilia, a captura, o transporte e a comercialização de exemplares vivos de peixes nativos de águas continentais. Diário Oficial da União, 13 de junho de 2005, nº. 111, seção 1, p. 85.
- BRASIL, 2008 INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 203, de 22 de outubro de 2008. Dispõem sobre normas, critérios e padrões para a exploração com finalidade ornamental e de aquarofilia de peixes nativos ou exóticos de águas continentais. Diário Oficial da União, 24 de outubro de 2008, nº. 207, seção 1, p. 87.
- BRASIL, 2014 INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 16, de 11 de agosto de 2014. Estabelece critérios e procedimentos para concessão de autorização de captura de exemplares selvagens de organismos aquáticos para constituição de plantel de reprodutores em empreendimentos de aquicultura. Diário Oficial da União, 13 de agosto de 2007, nº. 154, Seção 1, p. 126.
- BRASIL, 2014 PORTARIA nº. 445, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos. Diário Oficial da União, 18 de dezembro de 2014, nº. 245, Seção 1, p. 126.
- BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL Nº. 001, de 3 janeiro de 2012. Estabelece normas, critérios e padrões para a exploração de peixes nativos ou exóticos de águas continentais com finalidade ornamental ou de

- aquariofilia. Diário Oficial da União, 04 de janeiro de 2012, nº03, Seção 1, p. 26.
- BRAUNA, D.R. HARRIS, J.K.H.; LEVIN, N.E.; MCCOY, J.T.; HERRIES, M.K.B.; BISHOP, L.C.; RICHMOND, B.G.; KIBUNJIA, M. 2010 Early hominin diet included diverse terrestrial and aquatic animals 1.95 Ma in East Turkana, Kenya. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(22): 10002–10007.
- BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S.A. (2007) *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195p.
- CAMARGO, M.; CARVALHO-JÚNIOR, J.; ESTUPIÑAN, R.A. 2011 Peixes Comerciais da Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós. In: CASTILHOS, Z.C; BUCKUP, P. A. Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós, CETEM, Rio de Janeiro. p.175-192.
- CAMARGO, M.; GIARRIZO, T.; ISAAC, V. 2004 Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu river basin, Brazil. *Ecotropica*, 10: 123-147.
- CARDOSO, A.L.; CARVALHO, H.L.S.; BENATHAR, T.C.M.; SERRAO, S.M.G.; NAGAMACHI, C.Y.; PIECZARKA, J.C.; NORONHA, R.C.R. 2016. Integrated Cytogenetic and Mitochondrial DNA Analyses Indicate That Two Different Phenotypes of *Hypancistrus* (L066 and L333) Belong to the Same Species. *Zebrafish*, 13(3), 209-216.
- CARVALHO-JÚNIOR, J.R.; CARVALHO, N.A.S.D.S.; NUNES, J.L.G., CAMÕES, A.; BEZERRA, M.F.D.C.; SANTANA, A.R.D.; NAKAYAMA, L. 2009. Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(3): 521-530.
- CHAMON, C.C.; SOUSA, L. M. 2016 A new species of leopard pleco genus *Pseudacanthicus* (Siluriformes: Loricariidae) from the Rio Xingu, Brazil. *Journal of Fish Biology*, 90(1):356-369.
- CITES – Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora 2016 *Notification to the parties No 2016/06*. Disponível em: <<https://cites.org/sites/default/files/notif/E-Notif-2016-056.pdf>> Acesso: 09 dez. 2017.

- CITES – Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2018 Appendices I, II and III. Disponível em: <<https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>> Acesso: 29 mai. 2018.
- DUCAN, W.P.; INOMATA, S.O.; FERNANDES, M.N. 2010 Comércio de raias de água doce na região do médio rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 5(2): 13-22.
- DUGGAN, I.C.; RIXON, C.A.M.; MACISACC, H.J. 2006 Popularity and propagule pressure: determinants of introduction and establishment of aquarium fish. *Biological Invasions* 8(2): 377–382.
- ESCHMEYER, W.N.; FONG, J.D. 2018 Catalog of fishes. Species by Family/Subfamily. Updated internet version. Catalog databases of California Academy of Sciences. Disponível em: <<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>> Acesso em: 6 ago. 2018.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010 *The Ornamental Fish Trade*. Disponível em: <www.fao.org/in-action/globefish/publications/details-publication/en/c/347680/> Acesso: 13 abr. 2018.
- FONSECA, F.; DAVID, F.S.; RIBEIRO, F.A.S.; WAINBERG, A.A.; VALENTI, W. C. 2015 Technical and economic feasibility of integrating seahorse culture in shrimp/oyster farms. *Aquaculture Research*, 48(2): 655-664.
- FISHBASE. 2018 *A Global Information System on Fishes*. Disponível em: <<https://www.fishbase.de/home.htm>>. Acesso em: 29 mai. 2018.
- FRANKIC, A.; HERSNER, C. 2003 Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquaculture International*, 11(6):517-530.
- FREDERICO, R.G.; OLDEN, J.D.; ZUANON, J. 2016 Climate change sensitivity of threatened, and largely unprotected, Amazonian fishes. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(1): 91-102.
- GERTZEN, E.; FAMILIAR, O.; LEUNG, B. 2008 Quantifying invasion pathways: fish introductions from the aquarium trade. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(7): 1265-1273.
- GONÇALVES, A.P. 2011 Ecologia e etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (SILURIFORMES: LORICARIIDAE) no rio Xingu, Amazônia Brasileira. 137f.

- Dissertação de Mestrado (Instituto de Ciências Biológicas, UFPA). Disponível em: <ppgeap.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2011/PPGEAP_Dissertacao_Alany_Goncalves_2009%20a%202011.pdf>: Acesso em: 29 mai. 2018.
- GONZALEZ, M. M. B. 2006 Censo sul-americano de elasmobrânquios em cativeiro: tubarões e raias como recursos para pesquisa e educação. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 1(1): 11-19
- HOWETH, J.G.; GANTZ, C.A.; ANGERMEIER, P. L.; FRIMPONG, E. A.; HOFF, M. H.; KELLER, R. P.; MANDRAK, N. E.; MARCHETTI, M. P.; OLDEN, J.D.; ROMAGOSA, C. M.; LODGE, D.M. 2016 Predicting invasiveness of species in trade: climate match, trophic guild and fecundity influence establishment and impact of non-native freshwater fishes. *Diversity and Distributions*, 22: 148–160.
- IGARASHI, M.A.; OLIVEIRA, M.A.; GURGEL, J.J.S.; MELO-JÚNIOR, A.P.; PENAFORT, J.M.; SOUZA, R. A. L. 2004 Potencial econômico do agronegócio na produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. *Revista de Ciência Agrárias*, 42(1): 293-313.
- IP – Instituto de Pesca. PORTARIA, de 30 de novembro de 2016. Dispõe sobre a lista de espécies aquícolas alóctones, exóticas e híbridas cultiváveis no Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 01 de dezembro de 2016, nº. 224, Seção 1, p. 34.
- ISBRÜCKER, I.J.H.; NIJSSEN, H. 1991 *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of uniquely pigmented ancistrine loriciid fish from the Rio Xingu, Brazil (Pisces: Siluriformes: Loricariidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 1(4): 345-350.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature 2018 *The IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 29 mai. 2018.
- KODAMA, G.; ANNUNCIACÃO, W.F.; SANCHES, E.G.; GOMES, C.H.A.M.; TSUZUKI, M,Y. 2011 Viabilidade econômica do cultivo do Peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistemas de recirculação. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(1): 61-72.

- KULABTONG, S.; SKUSRI, S.; NONPAYOM, C.; SOONTHORNKIT. 2014 Rediscovery of the critically endangered cyprinid fish *Epalzeorhynchus bicolor* (Smith,1931) from West Thailand (Cypriniformes Cyprinidae). *Biodiversity Journal*, 5(2): 371-373.
- LEES, A. C.; PERES C. A.; FEARNESIDE, P. M.; SCHNEIDER, M.; ZUANON, J. A. S. 2016 Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 25(3): 451-466.
- LEITE, J. R. 2013 Biologia reprodutiva e etologia de *Granna brasiliensis* Sazima, Gasparini & Moura, 1998. 102 f. (Tese de Doutorado, UFPS). Disponível em:<<http://goo.gl/KygzdL>>. Acesso: 16 abr. 2018.
- LIM, L.C.; SOH, A.; DHERT, P.; SORGELOOS, P. 2001 Production and application of on-grown Artemia in freshwater ornamental fish farm. *Aquaculture Economics & Management*, 5(3-4): 211-228.
- LUJAN, N.K.; WINEMILLER, K.O.; ARMBRUSTER; J.W. 2012 Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. *BioMed Central Evolutionary Biology*, 12(1): 124.
- MACEDA-VEIGA, A. 2014 The aquarium hobby: can sinners become saints in freshwater fish conservation? *Fish and Fisheries*, 17(3): 860-874.
- MACEDA-VEIGA, A.; ESCRIBANO-ALACID, J.; SOSTOA, D. A.; GARCÍA-BERTHOU, E. 2013 The aquarium trade as a potential source of fish introductions in southwestern Europe. *Biological Invasions*, 15(12): 2707-2716.
- MAGALHÃES, A.L.B.; JACOBI, C.M. 2010 E-commerce of freshwater aquarium fishes: potential disseminator of exotic species in Brazil, *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 32(2): 243-248.
- MAGALHÃES, M. G.; MOREIRA, D. A.; FURTADO, C.; PARENTE, T. E. 2017 The mitochondrial genome of *Hypancistrus zebra* (Isbrücker & Nijssen, 1991) (Siluriformes: Loricariidae), an endangered ornamental fish from the Brazilian Amazon. *Conservation Genetics Resources*, 9(2): 319-324.
- MAHAPATRA, B.K.; BUTTA, S. 2014 Breeding and Rearing of an Exotic Ornamental Catfish, *Corydorus aeneus* (Gill, 1858) in Kolkata, West Bengal and Its Economics. *Proceeding of Zoological Society*, 68(2): 159-163.

- MAITLAND, P. S. 1995 The role of zoos and public aquariums in fish conservation. *International Zoo Yearbook*, 34: 6–14.
- MEDIPALLY, S.R.; YOSOFF, F.M.; SHARIFHUDDIN, N.; SHARIFF, M. 2016 Sustainable aquaculture of Asian arowana - a review. *Journal of Environmental Biology*, 37(4): 829-838.
- MILLS, D. 1995 *You and Your Aquarium: The complete guide to collecting and keeping aquarium fishes*, DK Publishers.
- MOURÃO, C. F. G. 2012 Aquariorfilia como vector de introdução de peixes dulçaquícolas: características das lojas e das espécies na avaliação do potencial de invasão. 62 f. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa). Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7031/1/ulfc093073_tm_carlos_mourao.pdf> Acesso em: 19 mai. 2018.
- MRUGAŁA, A.; KOZUBÍKOVÁ-BALCAROVÁ, E.; CHUCHOLL, C.; RESINO, C.S.; VILJAMAA-DIRKS, S.; VUKIĆ, J.; PETRUSEK, A. 2015 Trade of ornamental crayfish in Europe as a possible introduction pathway for important crustacean diseases: crayfish plague and white spot syndrome. *Biological Invasions*, 17(5): 1313-1326.
- MURUGAN, A.; SREEPADA, R.A.; SANAYE, S.V.; PAWAR, H.B. 2017 Captive breeding and rearing of the yellow seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker, 1852) in support of the marine ornamental fish industry and conservation. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 46: 1996-2002.
- NELSON, J.S.; GRANDE, T.C.; WILSON, M.V.H. 2016 *Fishes of the world*. 5 ed. John Wiley & Sons. 752p.
- PAPAVLASOPOULOU, I.; VARDAKAS, L.; PERDIKARIS, C.; KOMMATAS, D.; PASCHOSO, I. 2014 Ornamental fish in pet stores in Greece: a threat to biodiversity? *Mediterranean Marine Science*, 15(1): 126-134.
- PARÁ, 2008 DECRETO ESTADUAL nº 802, de 20 de fevereiro de 2008. Cria o Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero, declara as espécies da fauna e flora silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Pará, e dá outras providências. Imprensa Oficial do Estado do Pará, Belém, fev. 2008. Disponível em:

- <http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2000&idcoluna=7&titulo_conteudocoluna=80> Acesso: 14 abr. 2018.
- PETRY, A.C.; GUIMARÃES, T.F.R.; VASCONCELLOS, F.M.; HARTZ, S.M.; BECKER, F.G.; ROSA, R.S.; GOYENOLA, G.; CARAMASCHI, E.P.; DÍAZ DE ASTARLOA, J.M.; SARMENTO-SOARES, L.M.; VIEIRA, J.P.; GARCIA, A.M.; MELLO, T.F.; MELO, F.A.M.; MEERHOFF, M.; ATTAYDE, J.L.; MENEZES, R.F.; MAZZEO, N.; DI DARIO, F. 2016 Fish composition and species richness in eastern South American coastal lagoons: additional support for the freshwater ecoregions of the world. *Journal of Fish Biology*, 89(1): 280-314.
- PINSKY, M.L.; PALUMBI, S.R. Meta-analysis reveals lower genetic diversity in overfished populations. *Molecular Ecology*, 23(1): 29-39.
- PRADO, F.D.; FERNANDEZ-CEBRIÁN, R.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C.; MARTÍNEZ, P.; PORTO-FORESTI, F. 2018 Genetic structure and evidence of anthropogenic effects on wild populations of two Neotropical catfishes: baselines for conservation. *Journal of Fish Biology*, 92(1): 55-72.
- QUEROL, M.V.M.; QUEROL, E.; PESSANO, E.F.C.; AZEVEDO, C.L.O. 2005 Ocorrência da carpa húngara, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) e disseminação parasitária, no Arroio Felizardo, bacia do médio rio Uruguai, Uruguiana, RS, Brasil. *Biodiversidade Pampeana*, 3(1): 21-23.
- RAGHAVAN, R.; DAHANUKAR, M.; TLUSTY, F.N.; RHYNE, A.L.; KUMAR, K.K. 2013 Uncovering an Obscure Trade: Threatened Freshwater Fishes and the Aquarium Pet Markets. *Biological Conservation*, 164: 158-169.
- RAMOS, F. M. 2016 Peixes ornamentais do rio Xingu: manutenção e reprodução do Acari zebra *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae) em cativeiro. 98 f. Tese de Doutorado (Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia). Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9059>> Acesso: 01 mar. 2018.
- RAMOS, F.M.; TORRES, M.F.; CARNEIRO, P.F.; MARIA, A.N.; ABE, H.A.; SOUSA, N.C.; COUTO, M.V.S.; GUIMARÃES, P.E.; MENEZES, J.O.; REZENDE, F. P.; FUJIMOTO, R.Y. 2016 *Recomendação para criação do acari-zebra em cativeiro*. Embrapa Tabuleiros Costeiros - Circular Técnica. Disponível em:

- <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1065530/1/CT82.pdf>> Acesso: 19 ago. de 2017.
- REIS, R.E.; ALBERT, J.S.; DARIO, D.F.; MINCARONE, M.M.; PETRY, P.; ROCHA, L. A. 2016 Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of fish Biology*, 89: 12-47.
- RIBEIRO, F.A.S.; LIMA, M.T.; FERNANDES, C.J.B.K. 2011 Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. *Boletim Sociedade Brasileira de Limnologia*, 38(2):1-15. Disponível em: <[http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38\(2-3\).pdf](http://www.ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38(2-3).pdf)> Acesso em: 29 mai. 2018.
- ROMAN, A.P.O. 2011 Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no rio Xingu, Amazônia brasileira. 104 f. Dissertação de Mestrado (Instituto de Ciências Biológicas, UFPA). Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3499>> Acesso: 18 set. de 2017.
- SALGADO, M. de M.; MARANDINO, M. 2014 O mar no museu: um olhar sobre a educação nos aquários. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 21(3): 867-882.
- TELETSCHEA, F. 2016 Domestication level of the most popular aquarium fish species: is the aquarium trade dependent on wild populations? *International Journal of Ichthyology*, 40(1): 21-29.
- UN-COMTRADE – United Nations Commodity Trade Statistics Database. 2018 Total import and export of ornamental fish, live (030110) - 2014, 2015, 2016 and 2017. Disponível em: <comtrade.un.org/db/ce/ceSnapshot.aspx?px=H3&cc=030110> Acesso: 6 jun. 2018.
- VAGELLI, A.A. 2011. *The Banggai cardinalfish: natural history, conservation, and culture of Pterapogon kauderni*. Chichester, Wiley-Blackwell. 224 p.
- WELCOMME, R. L. International Introductions of Inland Aquatic Species. 1988 <www.fao.org/docrep/X5628E/X5628E00.htm> Acesso em: 19 mai. 2018.
- ZUANON, J.; PY-DANIEL, L.H.R. 2008 *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*, Ministério do Meio Ambiente/ Fundação Biodiversitas, Brasília, p. 220-221.

Artigo para publicação

“Viabilidade econômica da produção do Cascudo-zebra
Hypancistrus zebra Isbrüker e Nijissen, 1991
em sistema de recirculação”

Artigo redigido nas normas do periódico científico
Boletim do Instituto de Pesca

Qualis B1

VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO CASCUDO-ZEBRA

Hypancistrus zebra ISBRÜKER E NIJISSEN, 1991 EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO

Danilo Araujo Soares PEREIRA¹, Marcelo Barbosa HENRIQUES²

RESUMO

O Cascudo-zebra-imperial (*Hypancistrus zebra*) desperta grande interesse comercial no mercado mundial de peixes ornamentais, chamando atenção por se tratar de espécie criticamente ameaçada de extinção, endêmica do rio Xingu (Amazônia Brasileira). Considerando que criações em sistemas de recirculação são potenciais ferramentas para conservação de espécies aquáticas através da reprodução em cativeiro, e, uma alternativa de renda, o presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade econômica da produção de *H. zebra* em sistemas de recirculação, em diferentes cenários: criação residencial (C1), loja varejista (C2) e criatório em larga escala atacadista (C3). Os principais indicadores de rentabilidade empregados foram: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e *payback period* (PP), considerando-se despesas advindas dos investimentos iniciais e dos custos de produção. Os valores de comercialização unitária foram fixados em R\$900,00 (C1/C2) e R\$540,00 (C3). Os maiores investimentos foram com aquisição de matrizes (C1/C2) e imóvel (C3), enquanto os maiores custeios foram com mão-de-obra (C2/C3) e impostos (C1). Somente o C1 apresentou viabilidade econômica (VPL 8,50% = R\$97.515,86; TIR = 74,71%; PP = 1,80 anos). Conclui-se que a produção é altamente rentável em pequena escala e questionavelmente viável em escalas maiores ao se reduzir despesas e praticar valores de comercialização maiores.

Palavras-chave: aquarofilia; aquicultura; Loricariidae; peixe ornamental; retorno do investimento.

26 ECONOMIC FEASIBILITY OF IMPERIAL ZEBRA PLECO *Hypancistrus zebra*
27 ISBRÜKER AND NIJISSEN, 1991 PRODUCTION IN RECIRCULATION SYSTEM
28

29 ABSTRACT
30

31 The Imperial Zebra Pleco (*Hypancistrus zebra*) receives great commercial interest in the
32 international ornamental fish market, drawing attention as critically endangered species,
33 endemic of the Xingu River (Brazilian Amazon). Considering that the rearing in recirculation
34 systems can provides a potential tool to conservation trough the captive breeding of aquatic
35 species and an alternative to generate income, the present work has the objective to verify
36 the economic feasibility in the production of *H. zebra* in indoor systems, in different scenarios
37 of rearing: residential (S1), retail store (S2) and large scale producer as wholesaler (S3). The
38 main profitability indicators used were: net present value (NPV), internal rate of return (IRR)
39 and payback period (PP), considering the initial investments and production costs. The
40 selling price per unit was fixed in US\$ 260.15 (S1/S2) and US\$ 156.09 (S3). The largest
41 investments were made with the acquisition of broodstocks (S1/S2) and property (S3), while
42 the highest costs were labor (S2/S3) and impost (S1). Only the S1 demonstrated economic
43 profitability (NPV 8.50% = US\$ 38,790.95; IRR = 78.91%; PP =1.51 years). Conclusion: the
44 production is highly profitable in small scales and questionably feasible in large scales by
45 reducing costs and increasing the selling price.

46 **Key words:** aquarium, aquaculture, Loricariidae, ornamental fish, return on investment.
47

48 ¹ Pós-graduação em Aquicultura e Pesca. Instituto de Pesca. Av. Francisco Matarazzo, 455 - Caixa
49 Postal 61070 - CEP: 05001-970 - São Paulo - SP - Brasil. e-mail: daniloaraujo.sp@hotmail.com

50 ² Centro APTA do Pescado Marinho. Instituto de Pesca. Av. Bartolomeu Gusmão, 192 - Ponta da
51 Praia - CEP: 11030-500 - Santos - SP - Brasil. e-mail: henriquesmb@pesca.sp.gov.br

52 INTRODUÇÃO

53

54 Apesar de classicamente definida como *hobby* e atividade cujos fins visam
55 essencialmente o entretenimento, ou ainda, fins ornamentais, o manejo de organismos
56 aquáticos em aquários se destaca como atividade multipotencial. No âmbito econômico, a
57 prática gera renda através da criação de empregos, venda de recursos empregados na
58 manutenção de aquários e, principalmente, através da comercialização peixes ornamentais
59 (RAMOS, 2016). Estima-se que mais de 2 bilhões de espécimes são comercializados
60 anualmente no mundo, movimentando valores dificilmente mensuráveis (FAO, 2010),
61 englobando uma vasta biodiversidade dulcícola que pode abranger espécies ameaçadas
62 (RAGHAVAN *et al.*, 2013).

63 Neste sentido, espécimes da família Loricariidae, conhecidos internacionalmente
64 como “*L-numbers*” destacam-se perante a grande variedade de tamanhos, formas, colorações
65 e hábitos encontrados (LUJAN *et al.*, 2012), englobando mais de 930 espécies distribuídas na
66 América do Sul e Central (FISHBASE, 2018). Dentre os populares loricarídeos, o amazônico
67 “cascudo-zebra-imperial” ou “*L-046*”, *Hypancistrus zebra* Isbrücker e Nijissen, 2001, endêmico
68 do rio Xingu (BUCKUP *et al.*, 2007), ganha destaque no mercado internacional de peixes de
69 aquário, alcançando valores de comercialização superiores a US\$ 400,00.

70 Exemplares de *H. zebra* foram descobertos habitando cavidades rochosas (ZUANON
71 e PY-DANIEL, 2008) ao fim da década de 1980 e intensamente exportados, motivado pelo
72 alto valor comercial da espécie, sem que fossem necessariamente conhecidos pela ciência,
73 sendo descritos cientificamente por ISBRÜCKER e NIJSSEN (1991). Anos depois, surgiram os
74 primeiros relatos da reprodução da espécie em cativeiro, com o primeiro amplo registro feito
75 por SEIDEL (1996).

76 A degradação ambiental causada pelo garimpo somada à sobre-exploração e a baixa
77 fecundidade da espécie resultaram no declínio acentuado da população (ZUANON e PY-
78 DANIEL, 2008), levando a proibição da extração de novos indivíduos após a inserção da
79 espécie na “Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de
80 extinção” (BRASIL, 2004). Frente à ameaça da construção da Usina Hidrelétrica de Belo
81 Monte, representando o maior impacto ambiental irreversível para ictiofauna do rio Xingu
82 (MAGALHÃES *et. al.*, 2017), a espécie tornou-se classificado como “vulnerável” através da
83 criação do “Programa Estadual de Espécies Ameaçadas de Extinção” no Decreto n°.
84 802/2008 (SMA-PARÁ, 2008).

85 Atualmente, embora não tenha sido avaliada pela União Internacional para a
86 Conservação da Natureza (IUCN, 2018), o *H. zebra* consta no Brasil como “criticamente
87 vulnerável” na “Lista Nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção –
88 peixes e invertebrados aquáticos” da Portaria Nº. 445/2014 do Ministério do Meio Ambiente
89 (BRASIL, 2014) e inserida no apêndice III da Convenção sobre o Comércio Internacional das
90 Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2016). Ainda que
91 reproduzidos e criados na América do Norte, Europa e principalmente na Ásia, flagrantes,
92 multas, prisões e denúncias envolvendo a coleta ilegal, tráfico e apreensões de exemplares de
93 *H. zebra* são constantes e uma realidade com números desconhecidos acerca da espécie.

94 A criação de organismos aquáticos ameaçados de extinção se mostra como excelente
95 ferramenta para estudos, conservação, preservação e proteção de estoques pesqueiros
96 (RAMOS *et. al.*, 2016) através da educação ambiental exercida em zoológicos, aquários
97 públicos, instituições diversas (MAITLAND, 1995) e principalmente através da reprodução
98 em cativeiro. Exemplos são vistos com o aruanã-asiático *Scleropages formosus* (Müller e
99 Schlegel, 1840) MEDIPALLY *et al.* (2016), grama *Gramma brasiliensis* Sazima, Gasparini e
100 Moura, 1998 (LEITE, 2013), Bangai *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 (VAGELLI, 2013) e os
101 populares cavalos-marinhos *Hippocampus Rafinesque*, 1810 (FONSECA *et al.*, 2015) – peixes
102 ameaçados de extinção conforme a IUCN (2018) de grande interesse ornamental e alto valor
103 comercial.

104 Sistemas de recirculação aquícolas são alternativas de aquicultura sustentável, apesar
105 de demandar maiores manutenções em relação a sistemas convencionais que são abertos e
106 empregam renovação constante de água (MEDIPALLY *et al.*, 2016). Para que uma criação em
107 cativeiro visando a geração de renda tenha sucesso é imprescindível que a mesma seja viável
108 do ponto de vista financeiro. Trabalhos de viabilidade econômica atuam como ferramenta
109 indispensável na aferição de projetos de aquicultura comercial através da contextualização
110 do mercado, premissas produtivas e desempenho zootécnico de espécies, considerando-se
111 saídas e entradas de capital ao longo dos anos, sobretudo, em criações de exemplares
112 sensíveis e pouco disponíveis no mercado, cuja aquisição é altamente custosa (AFERO *et al.*,
113 2010), justificando a utilização de sistemas de recirculação de modo a aferir maior segurança
114 e intensidade produtiva (CASTILHO-BARROS *et al.*, 2014, CASTILHO-BARROS *et al.*, 2018),
115 como é o caso do *H. zebra*.

116

117 O presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade econômica da
118 reprodução e criação em cativeiro de *H. zebra* em sistemas de recirculação, frente a diferentes
119 cenários de produção que podem influenciar a rentabilidade, visando a sua comercialização
120 no mercado de peixes ornamentais, sob preços competitivos ao mercado informal.

121

122 MATERIAL E MÉTODOS

123

124 *Cenários na produção de exemplares*

125 Estabeleceram-se três cenários vislumbrando as principais características do mercado
126 de peixes ornamentais: “Cenário 1” (C1), criação residencial, varejista, com produção em
127 pequena escala conduzida apenas por um empreendedor; “Cenário 2” (C2), lojista, varejista,
128 com produção moderada e exposição de animais aberta ao público, demandando aluguel de
129 um local, equipamentos mais precisos e mão-de-obra formada por um empreendedor e um
130 profissional com nível superior, e; “Cenário 3” (C3), criatório em larga escala, atacadista,
131 visando o abastecimento de empresas de aquarofilia, demandando a aquisição de uma
132 propriedade, um veículo para efetuar entregas e mão-de-obra integral formada por três
133 empregados, sendo um graduado. Três desempenhos produtivos foram estimados de modo
134 a simular o aperfeiçoamento da Produção Anual (PA) ao longo dos anos (Tabela 1): 60,00%
135 (1º ao 3º ano), 80,00% (4º ao 6º ano) e 100,00% (7º ao 9º ano).

136

137 *Aspectos gerais da criação e das características zootécnicas*

138 Definiu-se para base de elaboração do custeio do sistema, das premissas zootécnicas e
139 da produção, as recomendações técnicas para criação em cativeiro do *H. zebra*, desenvolvidas
140 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) por intermédio de uma
141 compilação de trabalhos executados e dados obtidos em conjunto com instituições públicas e
142 privadas sob acompanhamento das autoridades ambientais governamentais (RAMOS *et al.*,
143 2016; RAMOS, 2016). Conferiram-se, complementarmente, informações obtidas de criadores
144 da espécie do Reino Unido (n = 5) e Singapura (n = 2).

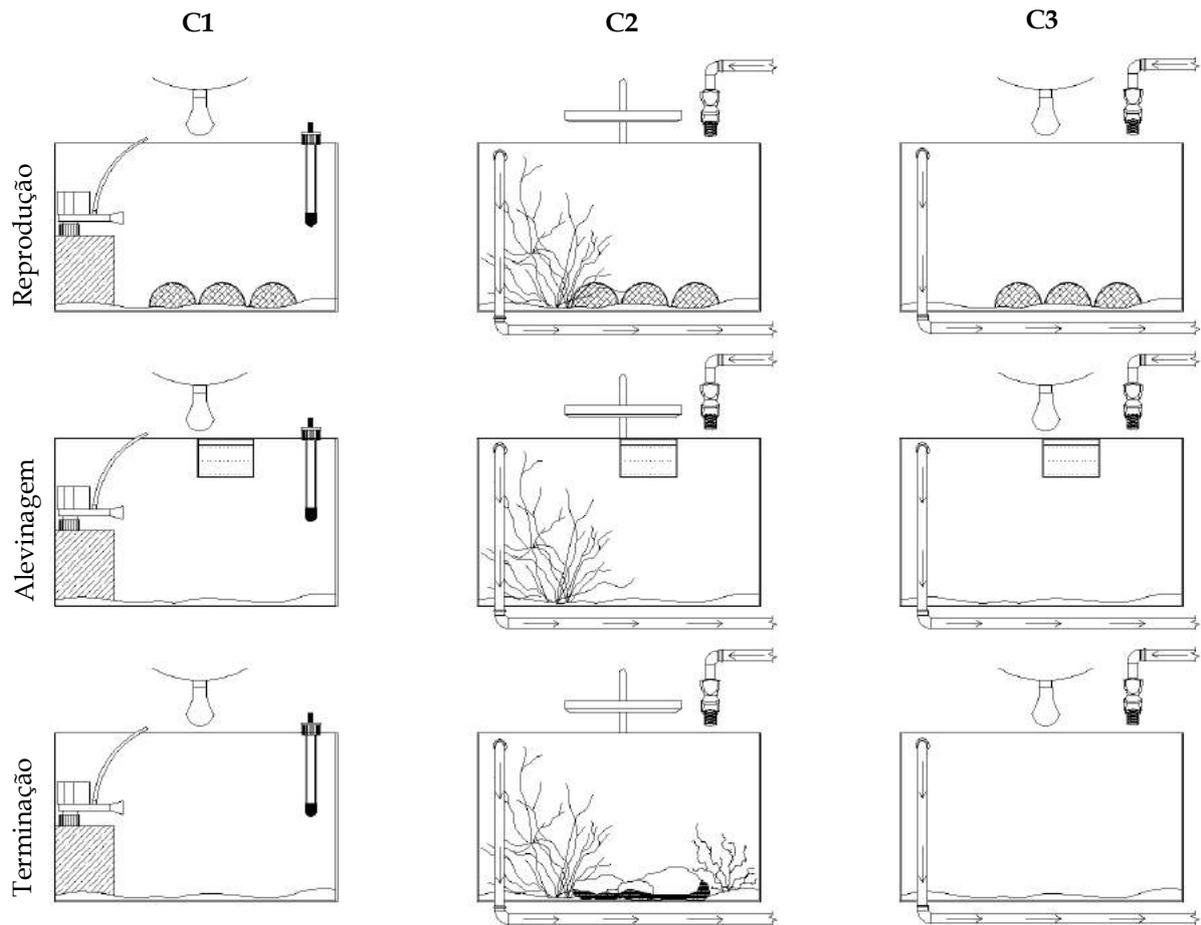
145 No setor de reprodução, de acordo com o cenário proposto, utilizaram-se trios na
146 proporção de 1M:2F (Tabela 1), com peso médio de 5,00 g e 3,50 g respectivamente, em
147 aquários com capacidade de 60 L, equipados com abrigos para reprodução. No setor de
148 alevinagem, os exemplares recém-eclodidos, separados dos tanques dos reprodutores,
149 recebem oferta de alimentação exógena 15 dias após a eclosão, e passam para tanques de

150 terminação ao atingir peso e comprimento médio de 2,00 g e 4,00 cm. No setor de terminação
151 os juvenis permanecem até atingirem 4,00 g e 6,00 cm. Estabeleceu-se dieta de 86,00% de
152 *bloodworms* (Chironomidae) úmido e 14,00% *mix* de ração com Sera Plankton (47,80%
153 proteína, 8,50% lipídio, Alemanha), Tetra Tablets (43,00% proteína, 5,00% lipídio, Alemanha),
154 Alcon Bottom Fish (36,00% proteína, 3,50% lipídio, Brasil), Poytara Carnívoros de Fundo
155 (39,00% proteína, 8,00% lipídios, Brasil) na proporção de 5,00% e 2,50% do peso vivo
156 respectivamente, para fase de reprodução e terminação, 86,00% náuplios de artêmias
157 (*Artemia* spp.) 14,00% e *mix* de dáfnias (*Daphnia* sp.) e *bloodworms* com oferta *ad libitum* na
158 alevinagem.

159 Consideraram-se os seguintes parâmetros recomendados para criação de *H. zebra*:
160 vazão = 500 L h⁻¹; fotoperíodo = 12 horas escuro; temperatura = 28° C (± 2°C); condutividade
161 elétrica = < 100 µS cm⁻¹; oxigênio dissolvido = > 7 mg L⁻¹; pH = 7,0 (± 0,25); NH₃ = < 0,10 mg
162 L⁻¹ e NO₂ = < 0,25 mg L⁻¹ (RAMOS *et al.*, 2016). O controle de temperatura se deu através do
163 uso de termostatos individuais em C1 na proporção 1,25w L⁻¹ (Boyu, HT-875, China) e em
164 sistemas de recirculação interligados com até seis aquários (1w L⁻¹) no C2 (Eheim,
165 Thermocontrol, Alemanha) e C3 (Acepset, AP-802, China). A vazão e oxigenação foram
166 estabelecidas via bombas submersas de 500 L h⁻¹ em aquário individuais em C1 (Sarlo Better,
167 B-500, Brasil) e de 3000 L h⁻¹ em C2 (Sunsun, CTP-2800u, China) e C3 (Alife, AF-3200, China)
168 considerando-se as perdas de vazão por recalque, com controle dos compostos nitrogenados
169 e da qualidade de água via filtragem mecânica e biológica executada no filtro modular
170 interno individual para C1 e nos *sumps* para C2 e C3, passando por mídias de filtragem
171 mecânica (mantas sintéticas) e biológicas (cerâmicas). O pH foi mantido via tamponantes
172 (Seachem, Neutral Regulator, Estados Unidos da América). A mensuração dos parâmetros
173 físico-químico da água foi feita com testes comerciais (Sera, Aqua-test Box, Alemanha) e com
174 auxílio de medidores digitais de pH e condutividade (Juanjuan, PH-009/EC-963, China).

175 Optou-se pela subestimativa do desempenho zootécnico da espécie e do potencial
176 produtivo, a fim de se prever carências na criação, onde o ciclo de produção foi fixado em
177 seis meses, sendo três meses destinados às fases de reprodução/alevinagem e três meses à
178 terminação. Considerou-se média de desova de sete ovos por uma única fêmea em trio, com
179 duas desovas anuais. Os aquários e cenários de criação são observados na Figura 1, 2 e 3.

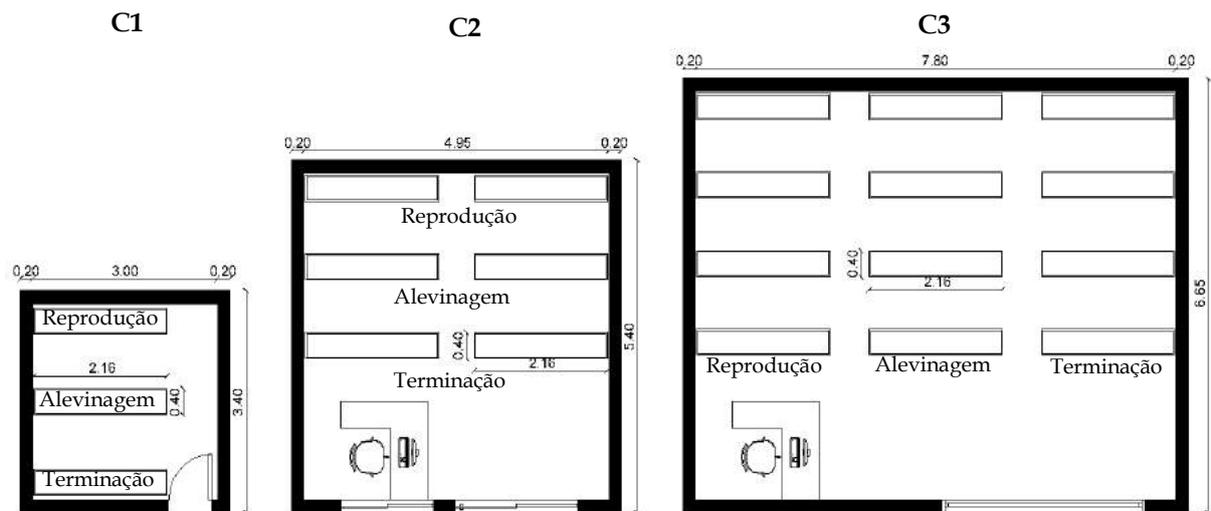
180 De modo a aferir possíveis falhas de manejo, a taxa de sobrevivência de exemplares
181 produzidos foi estabelecida em 70,00% (1° ao 3° ano), 80,00% (4° ao 6° ano) e 90,00% (7° ao 9°
182 ano) ao fim de cada ano de produção, simulando maior precisão no processo criatório.



183

184 **Figura 1.** Vista frontal dos esquemas de aquário disponibilizado para cada setor na produção
 185 de exemplares de cascudo-zebra *Hypancistrus zebra*: criação residencial (C1), loja varejista
 186 (C2) e criatório em larga escala (C3).

187



188

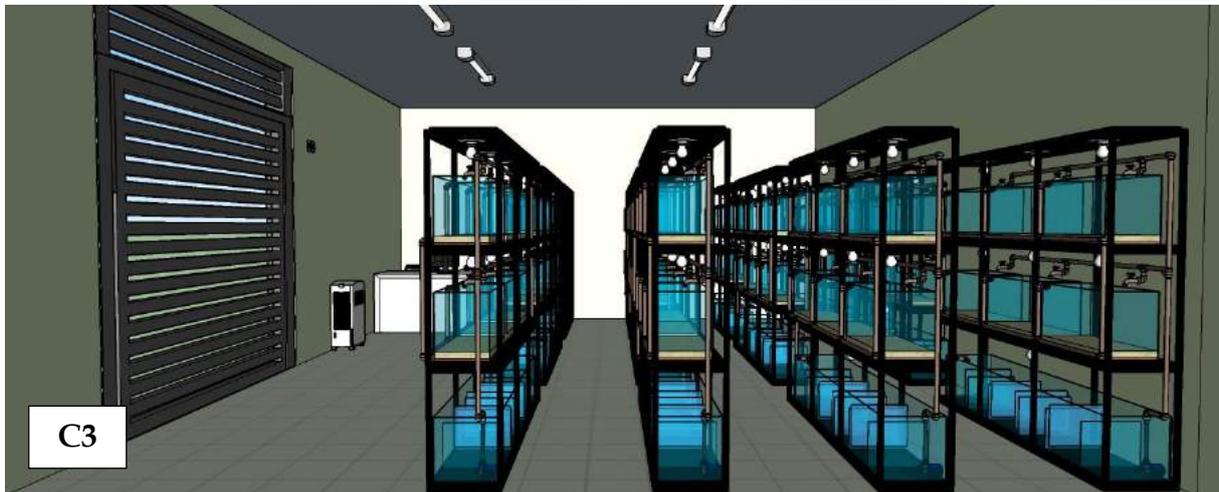
189 **Figura 2.** Planta baixa técnica de cada cenário proposto na produção de exemplares de
 190 *Hypancistrus zebra*: criação residencial (C1), loja varejista (C2) e criatório em larga escala (C3).



191



192



193

194 **Figura 3.** Perspectiva tridimensional de cada cenário proposto na produção de exemplares de
195 cascudo-zebra (*Hypancistrus zebra*): criação residencial (C1), loja varejista (C2) e criatório em
196 larga escala (C3).

197

198 Considerou-se também, uma situação de perda completa de todos exemplares no 6º
199 ano para todos os cenários, o que poderia ocorrer devido a fatores adversos não esperados,
200 tais como contaminações, falhas na manutenção do sistema de recirculação e quedas de
201 energia elétrica.

202

203 *Análise econômica: investimento, custeio e rentabilidade*

204 As estruturas de investimento, custeio e indicadores de rentabilidade basearam-se em
205 metodologias já aplicadas e validadas em diferentes estudos de viabilidade econômica de
206 projetos aquícolas dulcícolas e marinhos (MATSUNAGA *et al.*, 1976; KODAMA *et al.*, 2011;
207 CASTILHO-BARROS *et al.*, 2014; CASTILHO-BARROS *et al.*, 2018).

208 Abalizou-se para tanto na análise de expensas: 1) Investimento necessário para
209 formação do sistema de criação, contabilizando-se depreciações, reposições e juros do capital
210 investido; 2) Custo operacional efetivo (COE), abrangendo todos os insumos consumidos ao
211 longo de ciclo de produção, o pagamento dos funcionários, taxações e gastos com a
212 manutenção do sistema; 3) Custo operacional total (COT), somatória dos encargos
213 financeiros decorrentes da depreciação das estruturas (aferidos como taxas de juros anuais
214 sobre a metade do COE) e dos encargos sociais (40% da mão-de-obra) (KODAMA *et al.*,
215 2014); 4) Custo total de produção (CTP), somatória entre o COT, as depreciações das
216 instalações e os juros anuais do montante investido, definindo-se taxa de juros 8,5% ao ano –
217 valores encontrados no Banco do Brasil para linhas de financiamento destinadas ao custeio
218 de atividades aquícolas e pesqueiras relacionadas à captura, cultivo, conservação ou à
219 criação comercial de organismos aquáticos; 5) Custo de produção unitário através da divisão
220 dos valores de COE, COT e CTP pelo número de exemplares produzidos por cenário e
221 produção por ciclo anual.

222 Utilizou-se para investigação de retornos: 6) Receita bruta (RB), resultante da
223 quantidade de exemplares produzidos multiplicada pelos preços de comercializações
224 unitárias; 7) Fluxo de caixa (FC), soma algébrica das entradas (RB) e saídas advindas das
225 despesas (CTP) do empreendimento; 8) Lucro operacional (LO), subtração do COT nos
226 rendimento bruto dos empreendimentos; 9) Margem bruta (MB), margem de lucro
227 percentual após arcar com o COT; 10) Índice de lucratividade (IL), taxa receita disponível ao
228 se quitar o COT; 11) Ponto de nivelamento (PN), produção mínima necessária até que se
229 pague o COT; Valor presente líquido (VPL), montante do fluxo de caixa descontando-se as
230 taxas que representam os custos de capital, onde valores de VPL superiores a zero indicam

231 recuperação mínima do capital aplicado; 12) Taxa interna de retorno (TIR), taxa de juros
 232 adquirida no investimento durante intervalos de tempo regulares em um horizonte pré-
 233 estabelecido - neste estudo de 10 anos, devendo ser superior a 8,5%; 13) *Payback period*,
 234 tempo de retorno do capital obtido através do FC. Análises de sensibilidade foram
 235 executadas visando aferir os impactos de possíveis flutuações no preço de venda.

236

237 *Levantamento orçamental*

238 Os orçamentos foram feitos com base nos preços praticados no mercado da grande
 239 São Paulo de organismos ornamentais aquáticos e empresas específicas conforme o recurso
 240 requisitado, além de consultas a profissionais prestadores de serviços de diferentes áreas que
 241 atuam na aquicultura ornamental. As taxas e impostos incidentes na produção e
 242 comercialização foram obtidos em diferentes órgãos públicos e privados conforme o cenário
 243 proposto. Observou-se no comércio paulista o custo por exemplar de *H. zebra* de R\$ 600,00,
 244 R\$ 800,00 e R\$1000,00 para atacadistas, varejistas e criador residencial, respectivamente.

245 Os preços de comercialização propostos no presente estudo: R\$ 540,00 (C3) e R\$
 246 900,00 (C1 e C2) foram estabelecidos de modo a concorrer diretamente com os preços
 247 praticados para exemplares originários do mercado informal e do mercado internacional,
 248 que tende a variar entre US\$ 110.00 a US\$ 500.00, aproximadamente.

249

250 **Tabela 1.** Variáveis zootécnicas na reprodução exemplares de cascudo-zebra (*Hypancistrus*
 251 *zebra*) em sistemas de recirculação em diferentes cenários de criação: criação residencial (C1),
 252 loja varejista (C2) e criatório em larga escala (C3)¹.

Variáveis consideradas	C1	C2	C3
Ano 1 ao 3 (60,00% dos reprodutores ativos)			
Total de trios reprodutores ativos	4	7	14
Número inicial de ovos produzidos	56	98	196
Taxa de sobrevivência (70,00%)	39	69	137
Ano 3 ao 6 (80,00% dos reprodutores ativos)			
Total de trios reprodutores ativos	5	10	19
Número inicial de ovos produzidos	70	140	266
Taxa de sobrevivência (80,00%)	56	112	213
Ano 6 ao 9 (100,00% dos reprodutores ativos)			
Total de trios reprodutores ativos	6	12	24
Número inicial de ovos produzidos	84	168	336
Taxa de sobrevivência (90,00%)	76	151	302

253 ¹ Considerando-se postura de 7 ovos por uma única fêmea do trio com duas desovas anuais.

254 *Fonte: dados da pesquisa.*

255

256 **RESULTADOS**

257

258 A aquisição de matrizes foi o item que demandou o maior investimento inicial (C1 =
 259 59,47%; C2= 44,44%; C3 = 20,07%), com exceção do C3, onde as aquisições do imóvel e do
 260 veículo somaram 59,09% do montante desprendido, seguido pelo investido na montagem
 261 dos sistemas no C1 e C3 (C1 = 18,51%; C2 = 18,37%; C3 = 11,06%), menor no C2 em
 262 decorrência do alto valor investido em equipamentos sofisticados (C1 = 17,26%; C2 = 32,43%;
 263 C3 = 5,01%), como bombas, termostatos, luminárias e climatização do ambiente para
 264 exposição de exemplares à venda e recepção de pessoas (Tabela 2).

265

266 **Tabela 2.** Investimento necessário para iniciar a produção de exemplares cascudo-zebra
 267 (*Hypancistrus zebra*) em sistemas de recirculação, conforme os cenários: criador amador (C1),
 268 lojista (C2) e criatório em larga escala (C3). Março de 2018.¹

Segmento	Investimento bruto			Depreciação anual ²			Juros anuais do capital ³		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Imóvel			120.000,00						10.200,00
Sistema de recirculação	3.734,76	11.905,62	23.811,24	394,14	720,81	1.441,61	158,73	505,99	1.011,98
Equipamentos	3.483,32	21.018,74	10.772,86	730,67	3.949,78	2.792,04	148,04	893,30	457,85
Reprodutores	12.000,00	28.800,00	43.200,00	4.000,00	9.600,00	14.400,00	510,00	1.224,00	1.836,00
Motocicleta			7.165,00			716,50			304,51
Documentação ⁴	960,90	3.086,22	10.247,46				81,68	262,33	871,03
Total	20.178,98	64.810,58	215.196,56	5.124,81	14.270,58	19.350,15	898,45	2.885,61	14.681,37

269 ¹ Valores expressos em reais.

270 ² Depreciação dada em anos.

271 ³ Taxa de Juros de 8,5% a. a. (Banco do Brasil – Mar. 2018)

272 ⁴ 5% do investimento bruto.

273 *Fonte: Dados da pesquisa.*

274

275 Excluindo-se os valores com remunerações da mão-de-obra (C2 = 40,93%; C3 =
 276 47,43%), o custeio com Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) (18% un.
 277 -1) foi o maior gasto realizado (C1 = 41,47%; C2 = 17,03%; C3 = 16,58%) seguido pela
 278 reposição de matrizes (C1 = 12,93%; C2 = 6,41%; C3 = 7,80%) e pelas taxações, sobretudo,
 279 devido ao alto consumo de energia elétrica (C1 = 10,71%; C2 = 6,62%; C3 = 7,39 %),
 280 considerando o CTP dos três últimos anos (Tabela 3 e Figura 4). O aluguel de um local para
 281 produção de exemplares demandou 15,45% do CTP nos últimos ciclos no C2.

282 **Tabela 3.** Custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e custo total de
 283 produção (CTP) anual na produção de exemplares de cascudo-zebra (*Hypancistrus zebra*)
 284 frente diferentes cenários de criação: criador amador (C1), lojista (C2) e criatório em larga
 285 escala (C3). Março de 2018.¹

Segmento	COE			COT ²			CTP ³		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Mão-de-obra		42.000,00	60.000,00		61.299,00	87.570,00		61.299,00	87.570,00
Dieta									
1º ao 3º ano	827,20	982,16	1.137,11	862,36	1.023,90	1.185,44	862,36	1.023,90	1.185,44
4º ao 6º ano	1.499,46	1.964,31	2.274,22	1.563,18	2.047,80	2.370,87	1.563,18	2.047,80	2.370,87
7º ao 9º ano	2.998,91	3.773,67	4.548,43	3.126,37	3.934,05	4.741,74	3.126,37	3.934,05	4.741,74
Produtos									
Químicos	370,80	741,60	1.483,20	386,56	773,12	1.546,24	386,56	773,12	1.546,24
Filtrantes	170,80	341,60	683,2	178,06	356,12	712,24	178,06	356,12	712,24
Taxações									
Eletricidade	3.180,48	9.507,36	13.093,80	3.315,65	9.911,42	13.650,29	3.315,65	9.911,42	13.650,29
Uso da água	579,60	579,60	579,6	604,23	604,23	604,23	604,23	604,23	604,23
Telefonia	2.997,60	2.997,60	2.997,60	3.125,00	3.125,00	3.125,00	3.125,00	3.125,00	3.125,00
Aluguel		22.200,00			23.143,50			23.143,50	
Impostos	1.298,15	3.798,15	6.920,36	1.353,32	3.959,57	7.214,48	1.353,32	3.959,57	7.214,48
ICMS									
1º ao 3º ano	6.318,00	11.178,00	13.316,40	6.586,52	11.653,07	13.882,35	6.586,52	11.653,07	13.882,35
4º ao 6º ano	9.072,00	18.144,00	20.703,60	9.457,56	18.915,12	21.583,50	9.457,56	18.915,12	21.583,50
7º ao 9º ano	12.312,00	24.462,00	29.354,40	12.835,26	25.501,64	30.601,96	12.835,26	25.501,64	30.601,96
Combustível									
1º ao 3º ano			473,47			493,59			493,59
4º ao 6º ano			631,3			658,13			658,13
7º ao 9º ano			789,12			822,66			822,66
Depreciações				1.124,81	4.670,58	4.950,15	1.124,81	4.670,58	4.950,15
Reposição de matrizes				4.000,00	9.600,00	14.400,00	4.000,00	9.600,00	14.400,00
Juros do investimento							898,45	2.885,61	14.681,37
Total									
1º ao 3º ano	15.742,63	94.326,07	100.684,74	21.536,51	130.119,50	149.333,99	22.434,95	133.005,12	164.015,36
4º ao 6º ano	19.168,89	102.274,22	109.366,87	25.108,38	138.405,46	158.385,11	26.006,82	141.291,07	173.066,48
7º ao 9º ano	23.908,34	110.401,58	120.449,71	30.049,26	146.878,23	169.938,97	30.947,70	149.763,84	184.620,35

286 ¹ Valores expressos em reais.

287 ² Encargos sociais (40% a. a.) somados encargos financeiros (8,5%) no COE.

288 ³ COT somados aos custos fixos dos juros (8,5% a. a.) sobre o capital investido.

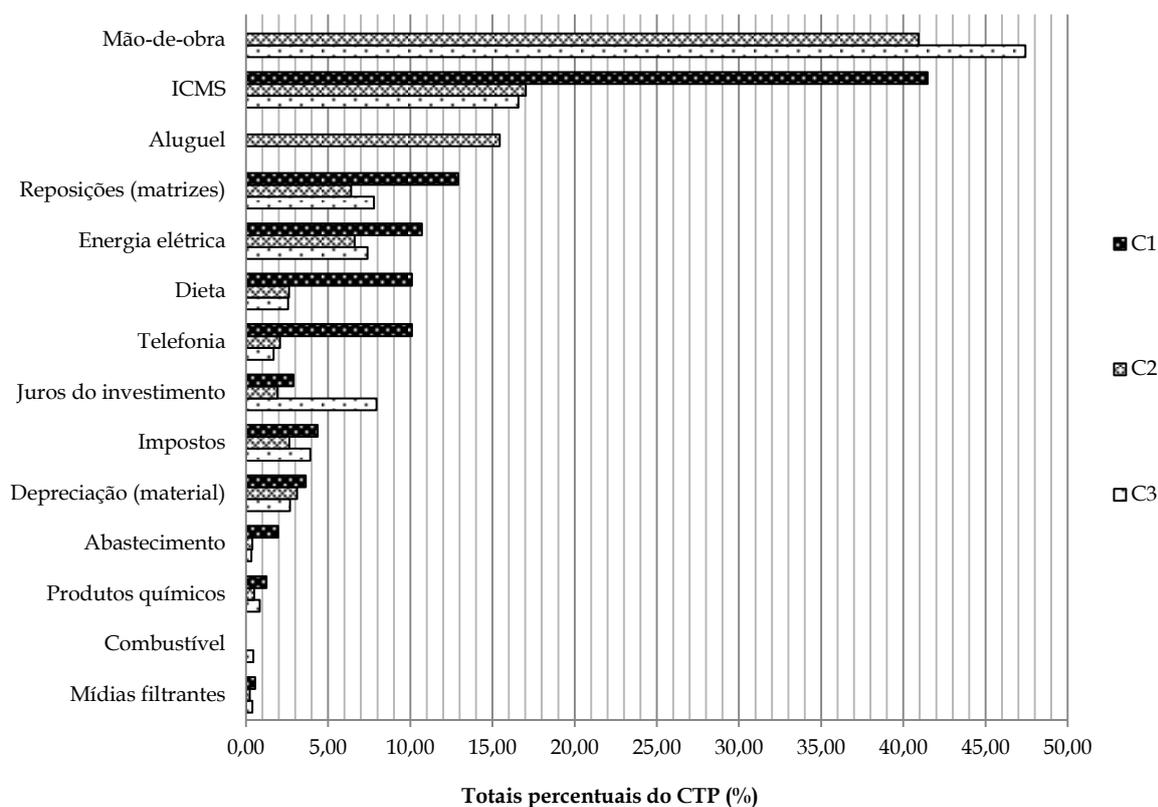
289 *Fonte: Dados da pesquisa.*

290

291 O custo de produção unitário é observado na Tabela 4, de acordo com a interpretação
 292 dos custeios anuais empregados na atividade, com valores menores no C1, valores
 293 intermediários no C3, com valores mais altos no C2. A quantidade mínima de exemplares
 294 produzidos anualmente necessários para que o lucro passe a existir, foi encontrada no C1,
 295 nos primeiros anos de criação, exigindo a comercialização de apenas 24 exemplares, enquanto no

296 C3 há demanda de venda 277 exemplares (+253 un.) em comparação com C1, sob as mesmas
 297 condições de PA (Tabela 5).

298



299

300 **Figura 4.** Porcentagens por segmento do Custo Total de Produção (CTP) na produção de
 301 exemplares de cascudo-zebra (*Hypancistrus zebra*) aos três últimos anos de ciclo nos cenários:
 302 Criador amador (C1), Lojista (C2) e Criatório em larga escala atacadista (C3) (Março de 2018).

303

304 **Tabela 4.** Custo de produção unitária de cascudo-zebra (*Hypancistrus zebra*) (R\$ un.-1)
 305 considerando-se o custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e o custo
 306 total de produção (CTP) em diferentes cenários: criador amador (C1), lojista (C2) e criatório
 307 em larga escala (C3) - sob diferente produção anual (PA). Março de 2018.

Ano e produção anual Cenário proposto	1º ao 3º ano (PA = 60%)			4º ao 6º ano (PA = 80%)			7º a 9º ano (PA = 100%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
COE	281,12	962,51	513,7	273,84	730,53	411,15	284,62	657,15	358,48
COT	384,58	1.327,75	761,91	358,69	988,61	595,43	357,73	874,28	505,77
CTP	400,62	1.357,2	836,81	371,53	1009,22	650,63	368,43	891,45	549,47

308

Fonte: dados da pesquisa.

309

310 **Tabela 5.** Ponto de nivelamento na produção de exemplares de cascudo-zebra (*Hypancistrus*
 311 *zebra*), dados em unidades conforme a produção anual (PA), nos cenários: criação amadora
 312 (C1), uma loja (C2) e um criatório em larga escala (C3) considerando-se o custo operacional
 313 total (Março de 2018).

Cenário proposto	C1	C2	C3
1º ao 3º ano (PA = 60%)	24	145	277
4º ao 6º ano (PA = 80%)	28	154	293
7º ao 9º ano (PA = 100%)	33	163	315

314 *Fonte: Dados da pesquisa.*

315
 316 Embora o rendimento bruto tenha dobrado progressivamente conforme a
 317 intensificação da atividade de um cenário ao outro, apenas o C1 apresentou indicadores de
 318 rentabilidade de uma atividade economicamente viável independente de se considerar perda
 319 ao sexto ano ou não (Tabela 6), com TIR 8,05 vezes maior do que o estipulado para o presente
 320 estudo (8,5% a. a.) considerando-se perda de todas as matrizes, juvenis e adultos ao sexto ano
 321 de ciclo.

322
 323 **Tabela 6.** Indicadores de rentabilidade final na produção de exemplares de cascudo-zebra
 324 (*Hypancistrus zebra*) em sistemas de recirculação nos cenários: criação amadora (C1), loja
 325 (C2) e criatório em larga escala (C3) (Março de 2018).

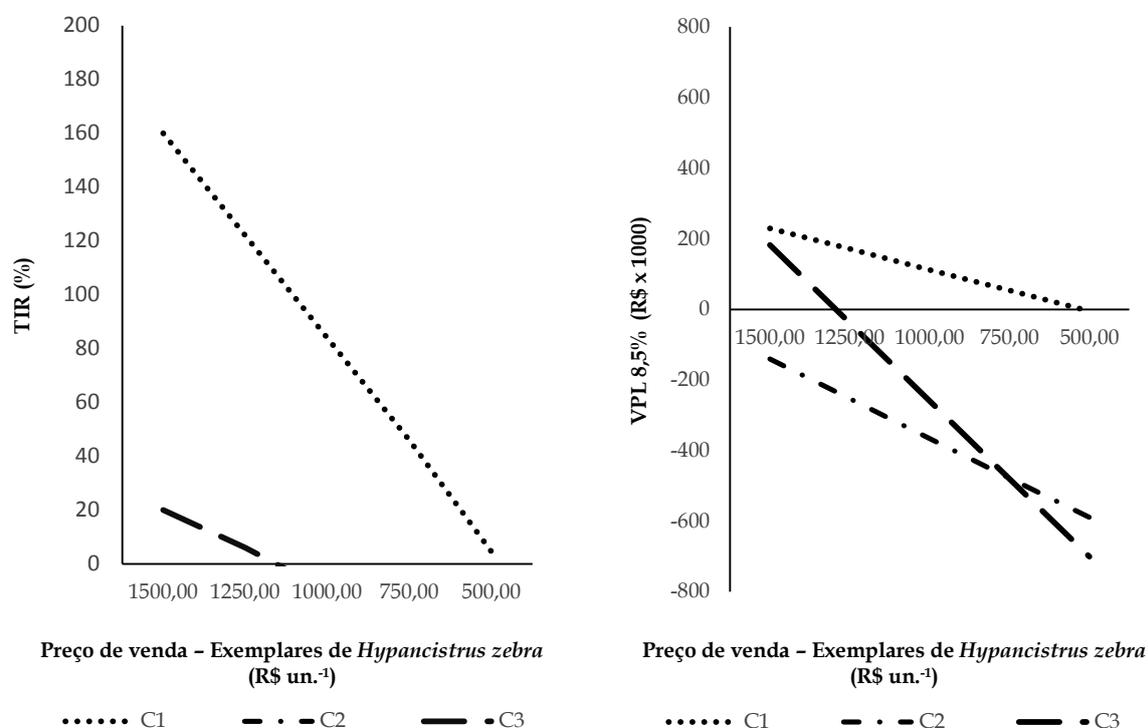
Condição de produção Cenário proposto	Sem perdas			Perda ao 6º ano		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Valor de comercialização unitária	900,00	900,00	540,00	900,00	900,00	540,00
Receita bruta (R\$)	461.700,00	896.00,00	1.056.240,00	411.300,00	795.600,00	941.220,00
Lucro operacional (R\$)	231.617,56	-349.809,58	-376.734,24	181.217,56	-450.609,58	-491.754,24
Margem bruta (R\$)	100,67	-28,07	-26,29	78,76	-36,16	-34,32
Índice de lucratividade (%)	50,17	-39,02	-35,67	44,06	-56,64	-52,25
Valor presente líquido (8,5% a.a.) (R\$)	119.574,22	-348.571,87	-594.937,47	88.701,27	-410.237,07	-665.513,11
Valor presente líquido (12% a.a.) (R\$)	97.515,86	-321.205,39	-556.829,39	71.982,72	-372.152,65	-615.228,45
Taxa interna de retorno (%)	74,71	-	-	68,45	-	-
Payback period descontado (anos)	1,80	-	-	1,80	-	-

326 *Fonte: dados da pesquisa.*

327
 328 Na análise de sensibilidade, foi possível verificar viabilidade econômica sob preços
 329 superiores aos estabelecidos no estudo para o C3. O C1 demonstrou resiliência para valores

330 de venda inferiores, enquanto o C2 não apresentou viabilidade financeira sob nenhum valor
 331 de comercialização (Figura 5).

332



333

334 **Figura 5.** Análise sensibilidade na comercialização de exemplares de cascudo-zebra
 335 (*Hypancistrus zebra*) produzidos em sistemas de recirculação considerando os efeitos da
 336 variação dos preços unitários sobre a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido
 337 (VPL), frente diferentes cenários de criação (Março de 2018).

338

339 DISCUSSÃO

340

341 A subestimação do desempenho zootécnico da espécie pode ter corroborado para a
 342 inviabilidade econômica no C2 e C3. A utilização de um período de desova menor, conforme
 343 os valores encontrados para criadores internacionais da espécie, aumentaria o número de
 344 ciclos de dois para três ciclos ao ano, levando-se em consideração que o maior período entre
 345 desovas observado foi de quatro meses e o menor de apenas cinco dias. Fêmeas de *H. zebra*
 346 em condições laboratoriais apresentaram média de 14 ovos por postura (RAMOS *et al.* 2016;
 347 RAMOS, 2016) - o dobro assumido para o presente estudo, o que tenderia a aumentar a
 348 produtividade e os retornos, sobretudo, ao se considerar apenas uma única fêmea ativa no
 349 trio. A utilização de estimativas de crescimento menores, semelhantes o encontrado em

350 exemplares selvagens, que atingem valores em torno de 3,00 cm com 3 a 4 meses de idade
351 (ROMAN, 2011), poderia diminuir os custos operacionais e ampliar os retornos somados à
352 vendas precoces.

353 As atuais pesquisas recomendam a oferta de dietas ricas em proteínas, compostas
354 majoritariamente por artêmias e *bloodworms*, com valores ofertados em proporções
355 consideráveis. Vale ressaltar que manejos alimentares *ad-libitum*, metodologia frequente na
356 criação de peixes ornamentais, pode deteriorar rapidamente a qualidade da água e elevar os
357 níveis de nitrogenados. Assim, novos estudos acerca das necessidades nutritivas acerca da
358 espécie devem ser levados em consideração, uma vez que a utilização de dietas secas com
359 maiores níveis de digestibilidade pode favorecer o crescimento animal, melhorar a qualidade
360 e o número de ninhadas, conservar a qualidade da água, diminuir o arraçamento e
361 diminuir o custo de produção, sobretudo, ao abordar sistemas fechados (GROSSET e
362 LARRAT, 2017).

363 Diferente de MAHAPATRA e DUTTA (2014), o montante gasto na aquisição de
364 matrizes para formação de reprodutores tomou grande parte do investimento inicial da
365 atividade (C1 = 59,47%; C2= 44,44%; C3 = 20,07%), enquanto a produção de coridora albina
366 *Corydoras aeneus* (Gill, 1858), em sistemas de recirculação, alcançou apenas 8,33% do total
367 investido. Os valores aqui obtidos também diferiram ao encontrado no cultivo do peixe-
368 palhaço *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830 que tomou 5,82% do total geral de implantação
369 (KODAMA *et al.*, 2011). Tal fato se justifica perante a grande oferta desses exemplares no
370 mercado, enquanto o *H. zebra* é um animal de rara disponibilidade, além de apresentar alto
371 custo de importação via frete aéreo. Esses valores poderiam ser ainda menores se
372 considerada a coleta de exemplares selvagens para formação do plantel inicial, como sugere
373 FONSECA *et al.* (2015) na produção de cavalo-marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933, o
374 que seria interessante para *H. zebra*. Além de diminuir despesas com aquisição e reposição de
375 reprodutores, poderia contornar riscos de cruzamentos endogâmicos entre exemplares
376 importados. Todavia, critérios deveriam ser muito estabelecidos uma vez que se trata de
377 uma espécie ameaçada, tal como o número de exemplares coletados e o controle de possíveis
378 patologias, visando evitar mortalidades.

379 O percentual investido com o sistema de criação (C1 = 18,51% e C2 = 18,37%;) tomou
380 parcela semelhantes às encontradas por LIM *et al.* (2001) (19,21%) no capital total investido
381 na adaptação de produção de *Artemia* spp. em fazendas de peixes ornamentais dulcícolas.
382 Adaptações improvisadas para diminuir os gastos com construção de sistemas de

383 recirculação são interessantes do ponto de vista econômico ao empregar materiais de fácil
384 obtenção e baixo custo na substituição de equipamentos sofisticados, todavia, tais
385 intervenções devem ser muito bem planejadas, tendo que podem vir a colocar em risco a
386 segurança do sistema de criação.

387 Em termos comparativos, os gastos empregados com mão-de-obra para este tipo de
388 sistema de recirculação (ornamental) foram expressivamente maiores aos empregados na
389 produção de camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) como isca viva, que
390 abrangem 28,92% do CTP (CASTILHO-BARROS *et al.*, 2013) enquanto C2 e C3 abrangeram
391 40,93% e 47,43% do CTP consideração produção anual total, respectivamente. Valores
392 próximos são encontrados por KOMADA *et al.* (2011) e FONSEACA *et al.* (2015) na produção
393 de peixes ornamentais marinhos, sendo o custo justificado pela necessidade de ao menos um
394 profissional qualificado (nível superior), que tende a ser indispensável no pleno
395 funcionamento da atividade, sobretudo, em sistemas que passam a experimentar maior
396 intensificação.

397 Enquanto o C1 apresentou 10,98% do CTP destinado à dieta, valores que coincidem
398 com criação em menor escala obtidos por KOMADA *et al.* (2011), AFERO *et al.* encontra
399 taxas percentuais expendidos na dieta no CTP (14,40%) maiores que na criação de peixes
400 de alto valor, destinados a alimentação humana, de potencial ornamental. A venda de peixes
401 ornamentais vivos quando comparados aos destinados para alimentação humana tende ser
402 mais favorecida ao comercializar por unidade e não por quilograma, empregando menor
403 volume de ração ao compasso que se incrementam outras despesas.

404 Ainda que a receita bruta tenha aumento diretamente proporcional à produtividade
405 de um cenário a outro ($C1 < C2 < C3$), todos os outros indicadores de rentabilidade apontam
406 para valores negativos no C2 e C3. Os gastos no C3 altamente afetados pelo investimento no
407 imóvel e veículo impactaram diretamente a viabilidade do negócio, agravando-se com a
408 remuneração de funcionários e ICMS, assim como o custeio com aluguel onerou
409 consideravelmente a atividade no C2. A utilização de imóveis ociosos poderia ser uma
410 alternativa para as grandes despesas com aquisição e locação de propriedade. Se o C2 e C3
411 não arcassem com mão-de-obra, assim como em C1, aplicando metade do ICMS (9% sobre o
412 valor de venda), apresentariam VPL (8,5% a.a.) = de R\$ 80.273,75 e R\$ 4.168,87, TIR = 21,67%
413 e 8,82%, respectivamente. Isso indica que políticas públicas que visassem dispor assessoria
414 técnica e diminuição de impostos, ou até mesmo cooperativismo, poderiam gerar viabilidade
415 econômica para criações em escalas maiores ao se diminuir custeios.

416 A TIR encontrada para o C1 considerando perdas (68,45%) foi maior do que o
417 encontrado na criação de peixe-palhaço (TIR = 58,23%; R\$ un.⁻¹ = R \$30,00) (KODAMA *et al.*,
418 2011) e menor que o obtido em criações alternativas de cavalo-marinho (TIR = 131,10%; R\$
419 un.⁻¹ = R\$22,00) (FONSECA *et al.*, 2015), onde respectivamente, ambos obtiveram VPL de R\$
420 431.514,00 e R\$ 1.640.638,30 – maiores do que o presente estudo. LIM *et al.* (2001) também
421 encontrou valores superiores na criação intensiva de *Artemia* spp. em sistemas de criação de
422 peixes ornamentais (VPL = US\$ 414.527,00; TIR = 88,00%; PP = 1,23 anos, VPL= US\$
423 414.527,00). Isso demonstra que tais atividades podem ser mais atrativas ao ofertar menos
424 riscos ao empreendedor, considerando-se a ampla oferta de animais a preços mais acessíveis
425 que os empregados no comércio de *H. zebra*, que teoricamente atenderia nichos de mercado.
426 Entretanto, estes empreendimentos demandam muito mais despesa, recurso e espaço
427 quando comparados aos empregados na criação de *H. zebra*, além de estarem suscetíveis à
428 concorrência maior com outros produtores.

429 Observou-se no histórico da espécie que a proibição da coleta de exemplares
430 selvagens levou a um notório interesse econômico no *H.zebra* junto à hiperinflação da mesma
431 no mercado nacional e internacional de peixes de aquário em decorrência da queda de oferta
432 dela até o presente momento. Assim, o movimento contrário deve ser considerado: a oferta
433 de exemplares nos primeiros anos de produção poderia obter retornos interessantes, porém,
434 a tendência é que preço unitário caia ao compasso do aumento da oferta e diminuição da
435 demanda. Desta forma, o melhoramento genético através da criação de novos exemplares
436 com colorações e formas diferenciais é uma alternativa que deve ser levada em consideração
437 para se agregar valor às futuras unidades produzidas, assim como foi as variedades com os
438 peixes-palhaços (Ora Farm, Estados Unidos da América). Situação semelhante foi relatada
439 por empresários do ramo com outros táxons, onde o domínio das técnicas de criação de
440 espécies de alto valor proporcionou grande oferta de unidades no mercado diminuindo seu
441 valor de venda, como por exemplo, o acará-disco *Symphysodon* spp. Heckel, 1840 e os
442 camarões “red cherry” *Neocaridina davidi* Bouvier, 1904.

443 Através da análise de sensibilidade, foi possível notar que o C3 teria ainda uma
444 viabilidade econômica questionável ao praticar os valores atualmente encontrados para a
445 espécie no território nacional, porém, com alta sensibilidade diante a decadência nos valores
446 de comercialização. O C1 apresentou a maior resiliência na análise de sensibilidade, o que
447 demonstra que atividades familiares poderiam ter um bom espaço no mercado. Neste
448 mesmo sentido, os resultados obtidos em C1 abre caminho uma questão complexa: a

449 presença de criadores amadores, ou até mesmo informais, poderia gerar preços
450 extremamente competitivos e impraticáveis para empresas, levando-as a cenários
451 insustentáveis que culminariam no perecimento destas. Neste sentido, criações em pequena
452 escala, que tendem a ser atualmente cada vez mais frequentes, não arcariam com uma série
453 de investimentos e custos operacionais. Por exemplo: se o C1 não assumisse os impostos na
454 comercialização, o que é uma tendência do mercado informal, a TIR ascenderia de 74,71%
455 para 116,14% (+ 41,42%).

456 Apesar de algumas espécies atingirem valores iguais ou superiores aos exemplares de
457 *H. zebra*, tais como L-056 *Parancistrus aurantiacus* (Castelnau, 1855), Panaque-de-olhos-azuis
458 *Panaque cochliodon* (Steindachner, 1879) e principalmente as espécies do gênero
459 *Pseudacanthicus* Bleeker, 1862, nenhum dos valores praticados na análise de sensibilidade
460 aproximaram da média de preços empregados no território nacional para o L-260, L-333 e L-
461 066 do mesmo gênero do Cascudo-zero (R\$ 65,40 ± R\$ 16,82).

462 Pouco conhecidos pela ciência, exemplares do gênero *Hypancistrus* apresentam
463 pigmentações diversificadas e formas que atraem aquaristas diversos, sendo
464 majoritariamente advindos da pesca, possuindo poucos estudos sobre seus aspectos
465 biológicos e ecológicos, tampouco se sabe sobre seus desempenhos zootécnicos em cativeiro
466 (CARDOSO *et al.*, 2016). O mesmo ocorre com outros loricarídeos, como o recém-descrito L-
467 25 *Pseudacanthicus pirarara* Chamon e Sousa, 2016, de grande importância ornamental cuja
468 exploração existe desde a década 1980 como atividade economicamente viável em diversas
469 comunidades do rio Xingu, que pode vir sofrer consequências em decorrência do
470 detrimento ambiental causado pela mineração, deflorestação, construção de hidrelétricas e,
471 em baixa escala, pela pesca ornamental (CHAMON e SOUSA, 2016). Todos esses fatores
472 tornando a criação em cativeiro uma alternativa e um desafio.

473 Embora a criação do *H. zebra* seja possível em cativeiro e uma potencial ferramenta
474 para conservação, sua criação é proibida no Brasil por ser considerada uma espécie
475 ameaçada de extinção. Em tese, isso estimula diversos atores sociais de diferentes camadas a
476 corromper legislações vigentes fomentando a exploração indiscriminada e o comércio ilegal
477 da espécie, uma vez que este acaba sendo o único meio disponível a atender nichos de
478 mercado.

479 Neste sentido, o presente trabalho demonstrou que a reprodução e comercialização
480 da espécie pode ser extremamente rentável conforme as particulares aqui descritas,
481 confirmando a hipótese da rentabilidade sofrer alterações conforme os cenários propostos.

482 Pesquisas focadas no melhoramento zootécnico e na viabilização de sistemas de criações
483 destinados ao *H. zebra*, atreladas a mudanças nas atuais políticas e legislações acerca da
484 criação de organismos aquáticos, poderiam corroborar na viabilização de projetos e
485 conseqüentemente gerar renda, recolhimento de impostos, desenvolvimento local e
486 oportunidades de geração de empregos diretamente e indiretamente relacionados a
487 produção aquícola, podendo ainda desestimular práticas danosas tal como o comércio ilegal
488 de exemplares selvagens se demonstra.

489

490 CONCLUSÃO

491

492 A produção do *H. zebra* em sistemas de recirculação aquícola é altamente rentável
493 para criações em pequena escala. Mudanças nos valores de comercialização podem tornar a
494 produção economicamente viável em larga escala, enquanto a diminuição de despesas pode
495 tornar a atividade lucrativa em lojas varejistas de aquarofilia, com grande risco frente a
496 depressões nos valores de comercialização.

497

498 REFERÊNCIAS

499

- 500 AFERO, F.; MIAO, S.; PEREZ, A.A. 2010 Economic analysis of tiger grouper *Epinephelus*
501 *fuscoguttatus* and humpback grouper *Cromileptes altivelis* commercial cage culture in
502 Indonesia. *Aquaculture International*, 18: 725-739.
- 503 CASTILHO-BARROS, L.C.; BARRETO, O.J.S.; HENRIQUES, M. B. 2014 The economic
504 viability for the production of live baits of White Shrimp (*Litopenaeus schmitti*) in
505 recirculation culture system. *Aquaculture international*, 22(6): 1925-1935.
- 506 CASTILHO-BARROS, L; ALMEIDA, F.H.; HENRIQUES, M.B.; SEIFFERT, W.Q. 2018
507 Economic evaluation of the commercial production between Brazilian samphire and
508 whiteleg shrimp in an aquaponics system. *Aquaculture international*,
509 <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0277-8>
- 510 BRASIL, 2004 INSTRUÇÃO NORMATIVA nº. 005, de 21 de maio de 2004. Lista Oficial das
511 Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção e
512 Sobreexplotados ou Ameaçados de Sobreexplotação. *Diário Oficial da União*, 28 de
513 maio de 2004, nº. 102, seção 1, p. 136.

514 BRASIL, 2014 Portaria nº. 445, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional das Espécies da
515 Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos. *Diário*
516 *Oficial da União*, 18 de dezembro de 2014, nº. 245, Seção 1, p. 126.

517 BUCKUP, P.A.; MENEZES, N.A.; GHAZZI, M.S.A. (2007) *Catálogo das espécies de peixes de*
518 *água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195p.

519 CARDOSO, A.L.; CARVALHO, H.L.S.; BENATHAR, T.C.M.; SERRAO, S.M.G.;
520 NAGAMACHI, C. Y.; PIECZARKA, J. C.; NORONHA, R. C. R. 2016. Integrated
521 Cytogenetic and Mitochondrial DNA Analyses Indicate That Two Different
522 Phenotypes of *Hypancistrus* (L066 and L333) Belong to the Same
523 Species. *Zebrafish*, 13(3), 209-216.

524 CHAMON, C.C.; SOUSA, L. M. 2016 A new species of leopard pleco genus *Pseudacanthicus*
525 (Siluriformes: Loricariidae) from the Rio Xingu, Brazil. *Journal of Fish Biology*,
526 90(1):356-369.

527 CITES. 2016 *Notification to the parties No 2016/06*. Disponível em:
528 <<https://cites.org/sites/default/files/notif/E-Notif-2016-056.pdf>> Acesso: 09 dez.
529 2017.

530 FAO – Food and Agriculture Organization. 2010 *The Ornamental Fish Trade*. Disponível em:
531 <www.fao.org/in-action/globefish/publications/detailspublication/en/c/347680/>
532 Acesso: 13 abr. 2018.

533 FISHBASE. *Family Loricariidae - Armored catfishes*. Disponível em:
534 <www.fishbase.org/summary/FamilySummary.php?ID=157> Acesso: 13 mar. de
535 2018.

536 FONSECA, F.; DAVID, F.S.; RIBEIRO, F.A.S.; WAINBERG, A.A.; VALENTI, W. C. 2015
537 Technical and economic feasibility of integrating seahorse culture in shrimp/oyster
538 farms. *Aquaculture Research*, 48(2): 655-664.

539 GROSSET, C.V.; LARRAT, S. 2017 Evidence-Based Advances in Aquatic Animal Medicine.
540 *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 20(3): 839-856.

541 ISBRÜCKER, I.J.H.; NIJSSEN, H. 1991 *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of
542 uniquely pigmented ancistrine loricariid fish from the Rio Xingu, Brazil (Pisces:
543 Siluriformes: Loricariidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters*, 1(4): 345-350.

544 IUCN – International Union for Conservation of Nature. 2018 *The IUCN Red List of*
545 *Threatened Species*. Disponível em: < www.iucnredlist.org>. Acesso em: 21 abr. 2018.

546 KODAMA, G.; ANNUNCIACÃO, W.F.; SANCHES, E.G.; GOMES, C.H.A.M.; TSUZUKI,
547 M.Y. 2011 Viabilidade econômica do cultivo do Peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*,
548 em sistemas de recirculação. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(1): 61-72.

549 LEITE, J. R. 2013 Biologia reprodutiva e etologia de *Gramma brasiliensis* Sazima, Gasparini &
550 Moura, 1998. 102 f (Tese de Doutorado, Universidade Federal do Espírito Santo).
551 Disponível em:<<http://goo.gl/KygzdL>>. Acesso: 16 abr. 2018.

552 LIM, L.C.; SOH, A.; DHERT, P.; SORGELOOS, P. 2001 Production and application of on-
553 grown Artemia in freshwater ornamental fish farm. *Aquaculture Economics &*
554 *Managment*, 5(3-4): 211-228.

555 LUJAN, N.K.; WINEMILLER, K.O.; ARMBRUSTER; J.W. 2012 Trophic diversity in the
556 evolution and community assembly of loricariid catfishes. *BioMed Central Evolutionary*
557 *Biology*, 12(1): 124.

558 MAHAPATRA, B.K.; BUTTA, S. 2014 Breeding and Rearing of an Exotic Ornamental Catfish,
559 *Corydorus aeneus* (Gill, 1858) in Kolkata, West Bengal and Its Economics. *Proceeding of*
560 *Zoological Society*, 68(2): 159-163.

561 MAITLAND, P. S. 1995 The role of zoos and public aquariums in fish conservation.
562 *International Zoo Yearbook*, 34: 6-14.

563 MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. 1976 Metodologia de custo de
564 produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, 23(1): 123 - 139.

565 MEDIPALLY, S.R.; YOSOFF, F.M.; SHARIFHUDDIN, N.; SHARIFF, M. 2016 Sustainable
566 aquaculture of Asian arowana - a review. *Journal of Environmental Biology*, 37(4): 829-
567 38.

568 PARÁ, 2008 Decreto Estadual nº 802, de 20 de fevereiro de 2008. Cria o Programa Estadual
569 de Espécies Ameaçadas de Extinção - Programa Extinção Zero, declara as espécies da
570 fauna e flora silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Pará, e dá outras
571 providências. Imprensa Oficial do Estado do Pará, Belém, fev. 2008. Disponível em:
572 <[http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2000&idcoluna=7&ti](http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2000&idcoluna=7&titulo_conteudocoluna=802)
573 [tulo_conteudocoluna=802](http://www.sema.pa.gov.br/interna.php?idconteudocoluna=2000&idcoluna=7&titulo_conteudocoluna=802)> Acesso: 14 abr. 2018.

574 RAGHAVAN, R.; DAHANUKAR, M.; TLUSTY, F. N.; RHYNE, A. L.; KUMAR, K. K. 2013
575 Uncovering an Obscure Trade: Threatened Freshwater Fishes and the Aquarium Pet
576 Markets. *Biological Conservation*, 164: 158-169.

577 RAMOS, F. M. 2016 Peixes ornamentais do rio Xingu: manutenção e reprodução do Acari
578 zebra *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae) em

579 cativeiro. 98f (Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira
580 de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia). Disponível
581 em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9059>> Acesso: 01 mar. 2018.

582 RAMOS, F.M.; TORRES, M.F.; CARNEIRO, P.F.; MARIA, A.N.; ABE, H.A.; SOUSA, N.C.;
583 COUTO, M.V.S.; GUIMARÃES, P.E.; MENEZES, J.O.; REZENDE, F. P.; FUJIMOTO,
584 R.Y. 2016 *Recomendação para criação do acari-zebra em cativeiro*. Embrapa Tabuleiros
585 Costeiros - Circular Técnica. Disponível em: <[https://www.infoteca.
586 cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1065530/1/CT82.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1065530/1/CT82.pdf)> Acesso: 19 ago.
587 de 2017.

588 ROMAN, A.P.O. 2011 *Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra**
589 Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no rio Xingu, Amazônia
590 brasileira. 104f. (Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará).
591 Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3499>> Acesso: 18 set.
592 de 2017.

593 SEIDEL, I. 1996. New information on the zebra pleco, *Hypancistrus zebra*. *Tropical Fish*
594 *Hobbyist*, 44(5): 10-28.

595 VAGELLI, A.A. 2011. *The Banggai cardinalfish: natural history, conservation, and culture of*
596 *Pterapogon kauderni*. Chichester, Wiley-Blackwell. 224 p.

597 ZUANON, J.; PY-DANIEL, L.H.R. 2008 *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991. In:
598 MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. *Livro Vermelho da Fauna*
599 *Brasileira Ameaçada de Extinção*, Ministério do Meio Ambiente/ Fundação
600 Biodiversitas, Brasília, p. 220-221.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

I. A criação em cativeiro do Cascudo-zebra seria viável do ponto de vista econômico?

Sim, a atividade é economicamente viável. O presente trabalho demonstrou que criações em pequenas escalas seriam rentáveis, além demandar pouco espaço quando comparadas com outras atividades aquícolas. Todavia, alguns aspectos básicos poderiam impulsionar ainda mais a rentabilidade.

A disponibilização de exemplares selvagens seguindo critérios rígidos, ou ainda, reproduzidos em cativeiro via universidades e outras instituições públicas ou privadas, seriam alternativas muito interessantes para formação do plantel inicial e para renovação de matrizes. Isto diminuiria drasticamente os custos com importação de exemplares, que tende a ser elevado dado a valorização da espécie e as despesas com frete aéreo, assim como teria grande relevância ao promover a plena renovação de matrizes, variedade e manutenção de estoques genéticos, evitando posteriores problemas com endogamia, consanguinidade e perdas de padrões de interesse ornamental.

Estudos acerca das necessidades nutricionais da espécie fariam total diferença na manutenção destes animais visando fins comerciais. As rações atualmente disponibilizadas especificamente para peixes ornamentais tendem a ser bastante custosas quando comparadas às dietas de peixes comerciais destinados para alimentação humana, sobretudo, ao se levar em consideração que as atuais recomendações técnicas para o *H. zebra* visam a oferta de invertebrados em grandes proporções. A verificação das reais exigências nutricionais permitiria a produção de rações específicas aos exemplares em diferentes etapas de produção, diminuindo significativamente os custos de produção, além de poupar a capacidade de suporte do ambiente de criação através de menores volumes de arraçoamento.

O melhoramento genético da espécie também seria um forte aliado aos retornos financeiros, seja via exemplares que apresentariam maior desempenho zootécnico, com grandes taxas reprodutivas e crescimento acentuado, ou agregando valor a animais com formatos, tamanhos e colorações de interesse ao mercado.

II. Essa atividade poderia ser rentável nos diferentes cenários encontrados no mercado de peixes ornamentais da atualidade?

Embora esta possa ser uma oportunidade interessante como uma fonte alternativa de renda, a viabilidade econômica se demonstra questionável em escalas maiores e mais formalizadas encontradas no mercado brasileiro de peixes ornamentais, como lojas varejistas e criadores atacadistas, principalmente, considerando despesas com mão-de-obra, propriedades e impostos.

O alcance do desempenho zootécnico mediano descrito para a espécie, tal como maior que número de ovos por postura (média = 14 ovos) associados ao rápido desenvolvimento das ninhadas maiores do que apresentado no presente estudo poderia cobrir despesas diversas e proporcionar novos lucros.

Dado ao pequeno tamanho dos animais e a demanda de pouco espaço para estocagem, implantações de sistemas de criação improvisados em empresas de aquarofilia ou em aquários domésticos são alternativas para se diminuir custos e reutilizar recursos empregados em outras atividades. Da mesma forma, o uso de espaços ociosos e mão-de-obra alternativa, como em sistemas familiares ou reaproveitada de outras atividades (tal como profissionais de empresas de aquarofilia), possibilitariam facilmente a viabilização da atividade em escalas maiores, somando renda secundária ao empreendimento. Diminuições nas taxações de ICMS e outros impostos também poderiam estimular a atividade.

Adicionalmente, outras variáveis futuras devem ser esperadas. Além da criação em cativeiro de exemplares de *H. zebra* ser uma atividade de alto risco por se tratar de uma espécie notoriamente sensível aos parâmetros ambientais, os riscos financeiros também são grandes. Criadores em pequena escala tendem a informalidade, sobretudo, no Brasil, tendo em vistas as burocracias e os entraves postos por legislações, além do tempo e dos ganhos financeiros perdidos nos processos de formalização. Desta forma, ao não arcar com diversos custos e exigências, configurando maior grau de liberdade para atividade, criações residenciais poderiam promover valores de venda impraticáveis empresas. Assim, qualquer grande investimento na atividade deve ser muito ponderado antes de ser realizado, mesmo que aparentemente demonstre viabilidade econômica.

III. A disponibilização de exemplares produzidos em cativeiro poderia ser uma grande alternativa para se inibir práticas danosas e o mercado ilegal da espécie, além de competir com os preços do mercado internacional?

Através do levantamento bibliográfico e do histórico da espécie observado neste estudo somados aos relatos de profissionais, empresários e demais atores sociais da área, torna-se nítido que a proibição de atividades comerciais acerca do *H. zebra* levou a um notório interesse econômico na espécie junto à hiperinflação no mercado nacional e internacional de peixes de aquário, em decorrência da queda de oferta. Isso estimulou, e ainda estimula, diferentes pessoas provenientes de diferentes camadas sociais a corromper as legislações vigentes, fomentando a exploração indiscriminada e o comércio ilegal da espécie, fortalecendo a biopirataria e o tráfico internacional de animais. Ao mesmo compasso, se perde em recolhimentos de impostos, desenvolvimento local, oportunidades de geração de empregos, renda e riquezas inestimáveis.

Observa-se que há forte absorção de exemplares provenientes da exploração ilegal no mercado internacional de peixes ornamentais que, infelizmente, tem este como um dos únicos meios para se renovar matrizes com qualidades genéticas particulares, uma vez que há um alto risco de endogamia entre os reprodutores cruzados no exterior. Isto é preocupante, pois tal prática demonstra e fomenta a esta cultura, levando a marginalização de atores sociais a se arriscarem infringir leis, havendo periodicamente relatos de flagrantes, apreensões e prisões acerca deste exercício, colocando uma espécie em risco para atender demandas que poderiam ser facilmente supridas através de medidas simples e potencialmente sustentáveis.

O presente trabalho demonstra que a atividade em pequena escala pode ser potencialmente lucrativa na comercialização de animais a valores notoriamente inferiores aos preços praticados no mercado informal e internacional da espécie. Além de ganho financeiro na aquisição de exemplares cativos, há ganho na qualidade desses exemplares. Quando explorados, exemplares selvagens tendem a seguir dois vieses na comercialização: a venda por valores altos em locais com grande demanda na formação de novas matrizes e dada a raridade do animal, ou, a venda por preços baixos, dado a decadência do animal alcançada frente aos fatores

estressantes expostos ao longo da cadeia de comercialização, que tende a apresentar animais desnutridos, com olhos fundos e abdome retraído, onde a venda imediata pode garantir lucros ao invés de perdas posteriores. Desta forma a aquicultura inclina-se a disponibilizar animais mais resistentes, padronizados e saudáveis quando comparados aos indivíduos provenientes da pesca, sendo a preferência por aquisição de animais nascidos em cativeiro uma tendência contínua no mercado de peixes ornamentais.

Fica evidente que as medidas tomadas pelo poder público acerca da espécie não protegeram plenamente o declínio do estado de conservação e que a criação em cativeiro visando fins comerciais, entravada pela legislação, não só seria uma alternativa em potencial para se inibir práticas danosas como já deveria ter sido executada há muito mais tempo, sobretudo, agora que a espécie corre sério risco de ser extinta na natureza.

Novas revisões acerca da legislação que envolve a espécie e a criação de organismos aquáticos devem ser executadas com urgência, e assim, possibilitar que criações em cativeiro sejam possíveis do ponto de vista legal, objetivando a conservação ambiental, a geração de renda de forma sustentável e o desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre esta e outras espécies.