



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL**



## **Policultivo de acará-bandeira e camarão marinho**

**Felipe de Azevedo Silva Ribeiro**

**Zootecnista**

**Prof. Dr. João Batista K. Fernandes**

**Orientador**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pos-graduação em Aquicultura, do Centro de Aquicultura da Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Aquicultura.

**Jaboticabal - SP  
2010**

R484p Ribeiro, Felipe de Azevedo Silva  
Policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho / Felipe de Azevedo Silva Ribeiro. -- Jaboticabal, 2011  
xiii, 95 f. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2011  
Orientador: João Batista Kochenborger Fernandes  
Banca examinadora: Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein, Fernando André Salles, Fabiana Pilarski, Elisabeth Criscuolo Urbinati  
Bibliografia

1. Peixes ornamentais. 2. Análise Econômica. 3. Sustentabilidade.  
I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura da Unesp.

CDU 639.512

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** Policultivo de acará-bandeira e camarão marinho

**AUTOR:** FELIPE DE AZEVEDO SILVA RIBEIRO

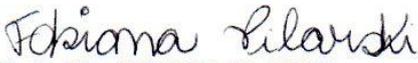
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. JOAO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Aquicultura , pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. JOAO BATISTA KOCHENBORGER FERNANDES  
Laboratorio de Peixes Ornamentais, CAUNESP, Jaboticabal, SP

  
Profa. Dra. TERESA CRISTINA RIBEIRO DIAS KOBERSTEIN  
Laboratorio de Tilapicultura, CAUNESP/Jaboticabal, SP

  
Prof. Dr. FERNANDO ANDRÉ SALLES  
Apta - Pólo Centro Leste, Ribeirão Preto, Sp

  
Profa. Dra. FABIANA PILARSKI  
Laboratorio de Patologia Animal, CAUNESP/Jaboticabal, SP

  
Profa. Dra. ELISABETH CRISCUOLO URBINATI  
Departamento de Morfol e Fisiol Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 24 de janeiro de 2011 .

## AGRADECIMENTOS

Nenhum trabalho é feito sozinho, portanto aqui agradeço àquelas pessoas que contribuíram de alguma maneira para a esta realização.

A minha família, em especial, por sempre me apoiarem em minhas decisões e terem certeza de meu sucesso: Vô Roberto, Vó Narciza, Sandra, Ademir, tio Beto, tia Teresa, tia Elza Aparecido, Flávia, Renata e a minha filha Mariana.

A minha família de Jaboticabal, Edna, Du e Marcela.

A todos os colegas de CAUNESP, em especial Bruno e família, Janaina, Pastor, Bauru, Spinha, Fabricio, Lau e Mi, Elis, Balboa, Julian.

Aos funcionários do CAUNESP, em especial a Vera Alice, Fátima, Valdecir, Seu Mauro, Marcios e Roberto.

Ao meu orientador, prof João Batista K. Fernandes

Aos membros das bancas de qualificação e defesa, professores Lilia Santos, Teresa Cristina Ribeiro, Beth Urbinati, Fabiana Pilarski, Fernando André Salles que tanto contribuíram para a melhoria desta tese.

Aos professores do CAUNESP, que contribuíram tanto para minha formação profissional, especialmente os professores Dalton, Maria Célia, Wagner Valenti, Irene, Laura, Eliane, Gilson Volpato, Lucia Sipaúba, Rose Vidoti, Marta, Maria Inez.

Aos colegas da UFERSA, professores Celicina, Rodrigo, Gustavo, Patricia Tholon, Socorro, Luiz Augusto, Barreto, Sakamoto, Ines, Alex Augusto

A equipe do Setor de Aquicultura, sem os quais, os experimentos não poderiam ser realizados: Natalia Celedonio, Alexandre Firmino, Corró, Thiago

Carvalho, Endson, José Mário, Maria Joana, Jeska, Kalyane, Isis, bolsistas atividades, Pedro, Daniel, Wesley, Natalia, Gibson, Junior, Cristiano. Ao professor Luiz da UERN pelas análises de água.

A Compescal e a Larvi pelo fornecimento das PLs e ao Alberto pelo fornecimento dos peixes.

Ao CNPq pela bolsa de estudos durante parte do doutorado.

Aos amigos Alexandre Wainberg, Marco Tulio, Karina Ribeiro e professor Marcos Camara por auxiliarem nos artigos que foram baseados ou deram origem aos dois primeiros capítulos da tese.

E finalmente a você que está lendo esta tese.

## RESUMO GERAL

O presente estudo tem o objetivo de avaliar a viabilidade técnica e econômica do policultivo do peixe ornamental acará-bandeira *Pterophyllum scalare* e do camarão-marinho *Litopenaeus vannamei* em viveiros em sistema semi-intensivo de produção. Os dois primeiros capítulos apresentam um panorama do aquarismo e da aquicultura ornamental e da situação da aquicultura no estado do Rio Grande do Norte e o potencial para o policultivo com espécies ornamentais e camarão. Foram realizados dois experimentos no Setor de Aquicultura da UFERSA, o primeiro comparou as duas espécies produzidas em monocultivo e em policultivo e o segundo avaliou o policultivo de ambas, com os peixes sendo produzidos em gaiolas de 1m<sup>3</sup> ou soltos em viveiros de 15m<sup>2</sup>. Os resultados do primeiro estudo indicam que a presença de camarões no viveiro prejudicou o desempenho dos peixes, mas o desempenho do camarão não foi afetado pela presença do peixe, indicando que o policultivo pode ser realizado pelo carcinicultor sem prejuízos. Os resultados do segundo experimento permitem concluir que a melhor estratégia de produção para o policultivo é produzir os peixes em gaiolas e os camarões soltos, pois as duas espécies apresentam melhor desempenho nesta situação.

Palavras-chave: Análise econômica, sustentabilidade, peixes ornamentais

## GENERAL ABSTRACT

This study aims at evaluate the technical and economic feasibility of polyculturing the ornamental fish Freshwater Angelfish *Pterophyllum scalare* and Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* in a semi-intensive system in earthen ponds. Chapter I and II presents a general overview of aquarium keeping and ornamental aquaculture and the state of aquaculture at Rio Grande do Norte State, Brazil, justifying the potential of the proposed system. Two experiments were performed in the Laboratory of Aquaculture of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. The first trial (Chapter III) compared both species produced in mono and polyculture and the second (Chapter IV) compared the polyculture with fish produced caged and uncaged. Both experiments were performed in 15 m<sup>2</sup> ponds. First trial results show that Angelfish was negatively affected by the presence of *L. vannamei*, but the inverse was not true, so the polyculture can be adopted by the shrimp producer without prejudice. The second trial shows the best strategy is to produce both species polycultured with caged fish, as both species are benefited with that.

Keywords: Economic feasibility, sustainability, ornamental fish.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I - PANORAMA DO MERCADO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS ORNAMENTAIS.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. HISTÓRICO.....	11
3. DESAFIOS DA MANUTENÇÃO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS ORNAMENTAIS.....	14
4. LEGISLAÇÃO.....	17
5. AQUICULTURA ORNAMENTAL.....	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
7. REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO II – AQUICULTURA NO RIO GRANDE DO NORTE E POTENCIAL DO POLICULTIVO COM ESPÉCIES ORNAMENTAIS.....	27
CAPÍTULO III - EXPERIMENTO I – VIABILIDADE DO POLICULTIVO DE ACARÁ-BANDEIRA E CAMARÃO-MARINHO EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO.....	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. OBJETIVOS.....	37
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4. RESULTADOS.....	46
5. DISCUSSÃO.....	54
6. CONCLUSÕES.....	58
7. REFERÊNCIAS.....	58
CAPÍTULO IV - EXPERIMENTO II – USO DE GAIOLAS PARA A PRODUÇÃO DE ACARÁ-BANDEIRA EM POLICULTIVO COM CAMARÃO-MARINHO.....	62
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. OBJETIVOS.....	63
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
4. RESULTADOS.....	73
5. DISCUSSÃO.....	81
6. CONCLUSÕES.....	88
7. REFERÊNCIAS.....	88
ANEXO - IMAGENS DA EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	94

**Nenhuma entrada de índice de ilustrações foi encontrada.**

# CAPÍTULO I - PANORAMA DO MERCADO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS ORNAMENTAIS

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse em peixes pode ser dividido em três áreas – para alimentação, pesca esportiva e para ornamentação (Mills, 1995). Peixes ornamentais são comumente definidos como àqueles peixes de porte pequeno, coloridos, com formas belas e elegantes. Espécies ícones do aquarismo, o kinguio (*Carassius auratus*), o betta (*Betta splendens*) e o guppy (*Poecilia reticulata*) se encaixam perfeitamente nesta descrição. Entretanto, essa definição de espécie ornamental está incompleta. Uma breve análise do rol de espécies de peixes vendidas em lojas de aquário mostra que uma parcela significativa não apresenta uma ou mesmo nenhuma das características citadas.

A classificação qualitativa de tamanho permite uma certa confusão por não haver limite biológico sobre o que é um peixe pequeno e um peixe grande. Uma avaliação as três espécies citadas acima permite constatar que duas delas, beta e guppy dificilmente ultrapassam os 10 cm de comprimento e, via de regra são consideradas peixes pequenos. Mas ao se avaliar o kinguio, peixe que comercialmente varia seu comprimento entre dois e 30 cm aproximadamente, essa definição começa a se confundir. Espécies que qualitativamente são chamadas de grandes, tais como o aruanã-prateado (*Osteoglossum bicirrhosum*) e o pangassius (*Pangasius hypophthalmus*), por exemplo, que também são usadas com fins ornamentais (Moreau & Coomes,

2006), permitem concluir que o tamanho então não pode ser usado para fins de definição de uma espécie ornamental.

A coloração, aparentemente é um critério mais claro quanto a definição de espécie ornamental. A maioria das pessoas aprecia aquários ou lagos com peixes vermelhos, azuis e amarelos, pois as cores fortes chamam atenção e destacam o ambiente. Novamente, kinguios, bettas e guppies se encaixam perfeitamente nessa característica, pois não há cor que essas espécies não possuam em suas centenas de variedades comerciais. Apesar disso, a coloração também não pode ser usada como critério na classificação de uma espécie como ornamental. Exemplares totalmente isentos de cor, como tetras (*Pristella maxillaris*) e coridoras albinos (*Corydoras* sp.) ou acarás-discos brancos (*Symphysodon* sp.), peixes acinzentados ou totalmente negros como o acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) e até espécies transparentes como o peixe-vidro (*Parabassia ranga*) são usados com fins ornamentais da mesma maneira que os muito coloridos.

Por fim, a palavra ornamental remete a beleza. Obviamente as formas belas e elegantes dos peixes são bastante apreciadas pelos aquaristas, mas da mesma maneira as formas bizarras e chocantes também o são. Portanto, todas as características usadas anteriormente para definir uma espécie de peixe como ornamental não abrangem em sua totalidade o grupo de peixes usados com este fim.

Além dos peixes, mais de 20 milhões de corais e invertebrados são comercializados anualmente para serem usados em aquários e lagos como espécies ornamentais (Wabnitz et al., 2003). Por isso, uma definição mais abrangente e que inclui, além dos peixes os demais grupos taxonômicos é:

“Organismos Aquáticos Ornamentais (OAO) são quaisquer espécies com habitat predominantemente aquático, em qualquer um dos seus estágios de desenvolvimento e que são mantidos em aquários, tanques, lagos ornamentais com fins estéticos, para diversão ou educação.”

Em suma, qualquer espécie aquática pode ser considerada como ornamental, se for mantida para este fim.

## **2. HISTÓRICO**

Diversos relatos encontrados nas culturas egípcia, romana e, especialmente, oriental mostram que a manutenção de peixes com fins estéticos é antiga (Mills, 1995). Os chamados aquários, tanques feitos de vidro e que possibilitam a contemplação dos animais pela lateral, surgiram no século XV, na Inglaterra, e eram considerados itens de luxo pela alta sociedade. A evolução do aquarismo é detalhadamente descrita por Brunner (2005) e a Tabela 1 resume os principais eventos que contribuíram para o sucesso do hobby ao longo da história.

Tabela 1. Principais eventos que contribuíram para evolução do aquarismo.

Período	Local	Ocorrência
1000 A.C.	Lycia (Turquia)	Peixes Sagrados, usados para previsão do futuro.
500 A.C.	Colônia grega de Agrigent, Sicília	Lago de peixes ornamentais conectados a rios e riachos.
500 A.C.	Vilas Costeiras do Império Romano	Tanques de mármore com água salgada e peixes.
50 D.C	Roma, Herculanaeum, Pompéia	Painéis de vidro possibilitam visão dos peixes pela lateral.
Século 10	China	Kinguio já é Pet comum.
1369	China	Imperador Hung Wu estabelece uma fábrica de tanques de porcelana para armazenar peixes ornamentais.
1500	Sakai, Japão	Kinguio chega ao Japão.
1572	Europa	Alemão Leonhard Thurneysser fabrica esferas de vidro para manter peixes.
1596	China	Publicação do “Livro do Peixe Vermelho”, primeiro livro sobre aquarismo.
1611	Portugal	Chegada do kingiuo no continente europeu.
1666	Europa	Leonhard Baldner escreve o livro “Pássaros, Peixes e Animais” em que descreve a manutenção de “Weather Loaches” ( <i>Misgurnus fossilis</i> )
1691	Grã-Bretanha	Chegada do kingiuo na ilha.
1700	Japão	Sato Sanzaemon, primeiro produtor comercial do país.
1770	Europa	Kinguio se torna popular
1790	Europa	Biólogo escocês Sir John Dalyell mantém organismos marinhos para observação, relatos de uma anêmona que viveu por mais de 60 anos.
1797	Europa	Publicado livro “Natural History of Parlor Animals”, que inclui capítulo sobre manutenção de peixes (Weather Loach e carpa).
1800	Japão	Manter kingiuos em “fishbowls” se torna popular.
1845	Grã-Bretanha	Início da produção industrial de vidro. Com a anulação de taxas houve redução de preço possibilitando acesso dos aquaristas a tanques “transparentes”.
1849	Europa	Primeiro aquário marinho balanceado de Londres, mantido por três anos, é atribuído a Anna Thynne; Robert Warington mantém um aquário de água doce.
1850	América	Kinguio chega aos EUA.
1851	Grã-Bretanha	Grande Exibição torna aquários populares.
1853	Grã-Bretanha	Primeiro grande aquário público abre no zoológico de Londres.
1854	Grã-Bretanha	Philip Henry Gosse é a primeira pessoa a usar a palavra aquário em seu livro.
1858	EUA	Henry D. Butler publica primeiro livro do país sobre aquários “The Family Aquarium”
1858	Europa	Invenção do aquário atribuída a Jeannette Power de Villepreux
1870	Alemanha	Surgem primeiras associações de aquaristas.
1876	EUA	“The New York Aquarium Journal”, primeira revista sobre aquarismo.
1883	EUA	Hugo Mulertt inicia criação de kingiuo.
1890	Europa e EUA	Casas com energia elétrica possibilitam aeração, filtração, iluminação e aquecimento da água de aquários.
1893	EUA	Primeira associação de aquaristas em Nova York.
1908	EUA	Primeira bomba de ar, momento decisivo para o hobby.
1950	-	Sacos plásticos e transporte aéreo tornaram o transporte de peixes mais fácil e aumentaram a variedade de espécies disponíveis para o aquarista.
1960	-	Silicone possibilita aquários só de vidro, impulsionando o aquarismo marinho.
2005	EUA	De acordo com o “APPMA's National Pet Owners Survey”, possuem 140 milhões de peixes de água doce e 9 milhões de peixes marinhos.
2010	EUA	13,3 milhões de casa possuem aquários de água doce e 700 mil aquários marinhos, num total de mais de 180 milhões de peixes ornamentais.

Adaptado de Brunner (2005) e APPA (2010)

Claro que, no início, as técnicas de manutenção eram precárias e perigosas. De acordo com Mills (1995), aquaristas do século 19 usavam lamparinas a óleo ou chamas a gás embaixo dos tanques para aquecimento da água. O conhecimento sobre as necessidades dos organismos mantidos era praticamente inexistente. Mas, com a evolução do conhecimento e o desenvolvimento de tecnologia, a manutenção de organismos em aquários ficou cada vez mais segura e de fácil acesso a população. Da metade do século XX em diante, com o desenvolvimento do transporte aéreo, peixes oriundos da Ásia puderam ser exportados para América e Europa (Watson & Shireman, 1996). Atualmente, qualquer loja de aquário do mundo vende espécies originárias dos quatro cantos do planeta.

Hoje é possível contemplar aquários com organismos que há poucas décadas era impossível a sua sobrevivência. E, mais importante, atualmente é possível mantê-los saudáveis e até reproduzi-los em cativeiro. Por isso, uma atividade que antes era somente exploratória passa a preservar espécies que tem seu ambiente constantemente ameaçado pelas demais atividades antrópicas.

Nos dias de hoje, o aquarista moderno já tem a facilidade de adquirir em uma loja especializada (inclusive lojas virtuais) aquários pré-fabricados com sistemas de filtragem, iluminação, controle de temperatura, alimentos industrializados e diversos insumos que popularizam cada vez mais a atividade. Na vanguarda da atividade, os aquários públicos sempre apresentam como novidades espécies desafiadoras de serem mantidas, tais como águas-vivas, baleias, tubarão-baleia. Por isso o aquarismo é hoje tão popular quanto

os PETs mais famosos, ou seja, cães e gatos.. Na verdade, o aquarismo tem algumas vantagens sobre esses últimos – os OAO podem ser mantidos em apartamentos, não fazem barulhos, não sujam o ambiente, não necessitam de passeios ou atividades físicas, não demandam tempo excessivo para cuidados e não escapam (Mills, 1995).

O Japão, berço do aquarismo mundial, importa mais de USD 25 milhões de OAO por ano e estima-se que uma em cada duas residências possua um aquário. De acordo com a APPA (2010) os EUA possuem 14 milhões de casas com aquários, totalizando mais de 180 milhões de peixes ornamentais.

### **3. DESAFIOS DA MANUTENÇÃO DE ORGANISMOS AQUÁTICOS ORNAMENTAIS**

A prática do aquarismo proporciona o desenvolvimento de habilidades e desperta interesse na busca por conhecimento. Por exemplo, o comportamento dos peixes pode despertar o interesse pelo estudo de biologia. As diferentes espécies, suas origens e habitat naturais podem proporcionar novo conhecimento sobre geografia. O aquarista precisa desenvolver habilidades em matemática para calcular o volume de água do aquário, por exemplo. Além disso, parâmetros de qualidade de água envolvem a necessidade de conhecimentos de física e química. Segundo Mills (1995) a responsabilidade pelo bem estar de outras criaturas vivas é uma parte importante do processo de aprendizagem das crianças e o aquarismo é atividade ideal para isso.

Entretanto, a popularização do aquarismo no mundo, especialmente das espécies tropicais, levanta questões sérias, que se não forem debatidas e corretamente resolvidas ameaçam a sustentabilidade do hobby. Um dos

principais deles é o risco de introdução de espécies exóticas. Já existem relatos em diversas partes do mundo da introdução de espécies marinhas e dulcícolas atribuídas ao aquarismo (Casimiro et al., 2010; Duggan et al., 2006). De acordo com Magalhães (2007) há registros de 44 espécies introduzidas na bacia do rio Paraíba do Sul, em Minas Gerais, devido a fuga de pisciculturas ornamentais localizadas no maior pólo de piscicultura ornamental do país em Muriaé.

Em alguns casos, o aquarismo é culpado erroneamente pela introdução de espécies e os riscos associados (Magalhães et al., 2010). Por exemplo, a introdução do guppy em corpos d'água no Brasil foi feita com objetivo de combater larvas de mosquitos transmissores de zoonoses (FISHBASE, 2010). O risco atribuído por Magalhães et al. (2010) a potenciais acidentes e ferimentos pela introdução de peixes cirurgiões na costa brasileira é sem fundamento, já que nossa costa conta com diversas espécies dessa família.

Apesar de não existirem estudos que mensurem a severidade do impacto causado pela introdução de espécies ornamentais no Brasil, a conscientização do aquicultor ornamental e do aquarista é um grande desafio para a continuidade da atividade. Os primeiros devem ter maior controle de fuga e preferir produzir espécies nativas a exóticas e os segundos devem descartar os animais de maneira adequada e não introduzi-los em corpos d'água próximos.

Outro problema gerado pelo comércio de espécies ornamentais é a coleta ou pesca excessiva desses organismos em seus ambientes naturais. Cerca de 95% das espécies de peixes ornamentais marinhos ainda são provenientes do extrativismo. A situação se inverte no mercado de ornamentais

dulcícolas, sendo a maioria das espécies produzidas em cativeiro. Mas mesmo assim, em alguns países, como é o caso do Brasil, o extrativismo de peixes ornamentais de água doce tem grande importância nesse comércio.

O Brasil somente se destaca como grande exportador de peixes ornamentais devido aos milhões de peixes que são coletados na Bacia Amazônica, em especial na região de Barcelos-AM, onde 60% da economia do município é atribuída à pesca de peixes ornamentais (Chao et al., 2001). No Pará esse mercado também tem grande importância na economia local, e pela primeira vez em 2009 esse Estado superou o Amazonas no valor de OAO exportados. De acordo com os dados da Secretaria de Comércio Exterior, esses dois Estados juntos correspondem a 88% do valor exportado pelo país anualmente, que em 2008, bateu o recorde e atingiu os 41 milhões de peixes ornamentais exportados (ALICEWEB, 2010). A proibição da pesca nessas regiões só resultaria em maior impacto ao ecossistema, pois os piabeiros (pescadores de peixes ornamentais) migrariam para atividades mais impactantes ao meio ambiente. Portanto, a pesca de peixes ornamentais deve ser manejada de maneira que os recursos não sejam ameaçados por sobre-exploração garantindo assim uma atividade sustentável.

Por outro lado, uma grande ameaça a essa atividade é a produção em cativeiro dessas mesmas espécies (nativas do Brasil) por aquicultores de outros países (Tlustý, 2002). O neon-tetra (*Paracheirodon innesi*) e a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) são espécies que deixaram de ser exportadas por países sul americanos por serem produzidas por países asiáticos ou europeus (Tlustý, 2004; Chuquipiondo, 2007). O neon-cardinal (*Paracheirodon axeroldi*) já é produzido por aquicultores na Tchecoslováquia e

Estados Unidos (Tlusty, 2004). O fato de 18 milhões de indivíduos dessa espécie serem exportados todo ano (IBAMA, 2007) preocupa a indústria da pesca ornamental amazônica.

No caso de espécies marinhas a dependência do extrativismo ainda é substancial. A grande dificuldade para a aquicultura está na etapa de reprodução dos animais em cativeiro. Porém, tecnologias recentes, como a proposta por Lecallion (2009), que propõe a coleta de uma quantidade insignificante, do ponto de vista ecológico, de pós-larvas de diversas espécies ornamentais no ambiente natural para posterior engorda em cativeiro, têm sido implementadas com sucesso em alguns países que dependem da pesca de OAO. Essa tecnologia reduz significativamente o impacto da pesca em populações juvenis e adultas e não causa qualquer redução no recrutamento de indivíduos pela população da espécie.

#### **4. LEGISLAÇÃO**

A definição e OAO proposta nesse artigo não é a considerada pelo órgão brasileiro atualmente responsável por regulamentar o comércio de organismos aquáticos ornamentais, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. A única referência sobre essa definição é encontrada na IN 204 de 2008 do IBAMA, que no seu segundo artigo diz que ornamentação é utilizar organismos vivos ou não, para fins decorativos, ilustrativos ou de lazer.

De acordo com as instruções normativas 202 e 203 de 2008 do IBAMA, há uma lista de 138 espécies de peixes marinhos e de 178 de água doce

nativos brasileiros que são permitidos capturar para comercialização com fins ornamentais, respectivamente. Somente as espécies marinhas apresentam cotas de número de exemplares máximos exportados por empresa por ano. As cotas variam de 250 até 1000 exemplares dependendo da espécie.

Com relação às espécies exóticas as mesmas instruções normativas apresentam listas de espécies que são permitidas ou proibidas de serem importadas. No caso das marinhas 530 espécies podem ser importadas, enquanto que 6 não são autorizadas pelos motivos de relatos de invasão em habitats de outros países ou por serem usadas prioritariamente com finalidade alimentícia. Os mesmos motivos são usados para proibir a importação de 16 espécies de peixes de água doce. A IN 203 de 2008 também autoriza importar 379 espécies de peixes de água doce.

A legislação atual não contempla a coleta de invertebrados para fins ornamentais e há uma confusão geral sobre a regularização e legalidade deste comércio. Com relação a espécies exóticas, se elas forem importadas legalmente, através de solicitação individual ao IBAMA, os comerciantes não terão problemas. A grande questão surge quando se constata que inúmeras espécies exóticas presentes no país estão sendo atualmente produzidas por aquicultores e até mesmo aquaristas para abastecer o mercado nacional. Esses mesmos produtores criam espécies nativas de alto valor ou que tem sua pesca proibida e são demandadas pelo mercado, mas não podem legalizar seus empreendimentos. Isso contribui sobremaneira para a falta de estatística referente a aqüicultura ornamental brasileira.

## 5. AQUICULTURA ORNAMENTAL

Devido ao aumento da demanda de peixes, principalmente pelos aquaristas de países desenvolvidos como EUA, Japão, Reino Unido, Alemanha, França, Itália e Bélgica, originou-se a piscicultura ornamental. Essa modalidade de aquicultura teve um grande crescimento na década de 90, cerca de 10 % ao ano de 1991 até 1996 (FISHSTAT, 2009).

É importante salientar que aquariofilia e piscicultura ornamental são atividades completamente diferentes. Enquanto a aquariofilia é um hobby, a piscicultura ornamental é produção de peixes em cativeiro – envolvendo reprodução, larvicultura e engorda – na maior parte do tempo com finalidade comercial. Os aquários e tanques usados para a produção em nada se parecem com os aquários domésticos.

Comparativamente com a pesca de OAO, a aquicultura tem diversas vantagens que justificam sua prática. Apesar de produzir um produto com maior custo monetário a aquicultura consegue produzir teoricamente quantidade de indivíduos suficiente para abastecer o mercado sem causar impactos ambientais negativos. Além disso, a aquicultura possibilita a produção de espécies exóticas para o mercado local e o desenvolvimento de variedades mais apreciadas e valorizadas. Os riscos de introdução de patógenos e da compra de espécimes debilitados são reduzidos se o produtor for idôneo e profissional.

Uma característica peculiar da aquicultura ornamental é a variedade de tecnologias e técnicas de manejo empregadas pelos aquicultores. É possível afirmar que cada aquicultor possui uma técnica diferente, e pelo alto valor do produto, muitos deles consideram suas técnicas segredos estratégicos de

produção. Atualmente, com o fácil acesso a informação, isso não é mais verdade para a maioria das espécies. Inclusive espécies marinhas exóticas que há uma década eram importadas, como os peixes-palhaços do gênero *Amphiprion*, são facilmente reproduzidas por grande número de produtores no Brasil. A habilidade em produzir grandes quantidades de peixe de boa qualidade é o que futuramente irá diferenciar os aquicultores ornamentais.

Obviamente, mesmo hoje em dia, existem espécies consideradas desafiadoras para a produção comercial e algumas nem sequer tem relatos de reprodução em cativeiro e devem ser fornecidas pelo extrativismo.

A Tabela 2 lista exemplos de espécies de peixes de água doce, marinhos e invertebrados que já possuem tecnologia de produção dominada e aquicultura comercial significativa há mais de uma década. A Tabela 3 lista espécies que recentemente obtiveram sucesso e a Tabela 4 lista espécies que, mesmo que tenham relatos de reprodução, ainda precisam ser estudadas para viabilizar a criação comercial.

Tabela 02. Espécies de Organismos Aquáticos Ornamentais que possuem tecnologias viáveis de produção em cativeiro há mais de uma década.

	Guppy <i>Poecilia reticulata</i>	Kinguio <i>Carassius auratus</i>	Acará-bandeira <i>Pterophyllum scalare</i>
	Plati, Espada <i>Xiphophorus</i> spp.	Carpa <i>Cyprinus carpio</i>	Acará-disco <i>Symphysodon</i> spp.
	Molinésias <i>Poecilia</i> spp.	Barbos <i>Puntius</i> spp.	Mexirica <i>Etroplus maculatus</i>
<b>Peixes de água doce</b>	Beta <i>Betta splendens</i>	Paulistinha <i>Danio rerio</i>	Kribensis <i>Pelvicachromis pulcher</i>
	Peixe-paraíso <i>Macropodus opercularis</i>	Tetra-preto <i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	Oscar <i>Astronotus ocellatus</i>
	Colisas <i>Colisa</i> spp.	Coridora albina <i>Corydoras</i> spp.	

	Tricogásters <i>Trichogaster</i> spp.	Killifish <i>Aphyosemion australe</i>
<b>Peixes Marinhos</b>	Peixe-palhaço <i>Amphiprion ocellaris</i>	
<b>Invertebrados</b>	Ampulária <i>Pomacea</i> spp.	

Tabela 03. Espécies de Organismos Aquáticos Ornamentais que possuem tecnologias viáveis de produção em cativeiro desenvolvidas recentemente.

	Rásbora-arlequim <i>Trigonostigma heteromorpha</i>	Acará-severo <i>Heros severus</i>	Acari-zebra <i>Hypancistrus zebra</i>
<b>Peixes de água doce</b>	Tetra-neon <i>Paracheirodon innesi</i>	Papagaio <i>Cichlasoma</i> sp. híbrido	Pangassius <i>Pangasius</i> sp.
	Tetra-imperador <i>Nematobrycon palmeri</i>	Uaru <i>Uaru amphiacanthoides</i>	Aruanãs asiáticos <i>Scleropages</i> spp.
	Tetra-pristela <i>Pristella maxillaris</i>	Duboisii <i>Tropheus duboisi</i>	Peixes-arco-íris <i>Melanotaenia</i> spp.
<b>Peixes Marinhos</b>	Neon-goby-azul <i>Elacatinus oceanops</i>	Cavalo-marinho-anão <i>Hippocampus zosterae</i>	Bangai-cardinal <i>Pterapogon kauderni</i>
	Dottybacks <i>Pseudochromis</i> spp.	Peixe-anjo <i>Centropyge loricula</i>	
<b>Invertebrados</b>	Camarão-takashi-amano <i>Caridina japonica</i>	Corais moles <i>Zoanthus</i> spp. <i>Xenia</i> spp.	Corais duros <i>Montipora</i> spp. <i>Acropora</i> spp.

Tabela 04. Espécies de Organismos Aquáticos Ornamentais que ainda não possuem tecnologias viáveis de produção em cativeiro.

	Borboleta <i>Carnegiella</i> spp.	Jacundá <i>Crenicichla</i> spp.	Panaque <i>Panaque nigrolineatus</i>
<b>Peixes de água doce</b>	Rodóstomo <i>Hemigrammus rhodostomus</i>	Acará-bandeira-altum <i>Pterophyllum altum</i>	Cascudo pepita <i>Baryancistrus</i> sp.
	Neon-cardinal <i>Paracheirodon axelrodi</i>	Ciclídeos anões <i>Apistogramma</i> spp.	Arraia-motoro <i>Potamotrygon motoro</i>
	Aruanã-prateado <i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Limpa-vidro <i>Otocinclus</i> spp.	

<b>Peixes Marinhos</b>	Grammas <i>Gramma brasiliensis</i> <i>Gramma loreto</i>	Borboletas <i>Chelmon</i> spp. <i>Chaetodon</i> spp.	Neon-goby brasileiro <i>Elacatinus figaro</i> .
	Peixes-anjo <i>Holacanthus ciliaris</i> <i>Pomacanthus paru</i>	Peixes-cirurgiões <i>Zebrasoma</i> spp. <i>Acanthurus</i> spp	Cavalos-marinhos brasileiros <i>Hippocampus reidi</i> <i>Hippocampus erectus</i>
<b>Invertebrados</b>	Camarão-limpador <i>Lysmata</i> spp.		

É evidente que a grande maioria das espécies de peixes comercializadas já é ou num futuro breve será fornecida pela aquicultura, enquanto que a aquicultura de invertebrados ornamentais é uma atividade recente, mas promissora.

Os principais problemas constatados pelos atuais aquicultores ornamentais não estão mais relacionados somente a tecnologia de produção. Questões como legalização da atividade, fontes de financiamento e transporte e comercialização do produto também começam a preocupar os produtores.

Devido à concorrência e exigência do mercado consumidor por novidades, o produtor precisa buscar sempre formas de redução de custo e valorização de seu produto. No caso de OAO, a valorização ocorre quando o produtor consegue fornecer uma nova variedade ou espécie. Os aquicultores de Cingapura produzem de sete a 10 novas variedades comerciais por ano. Essas variedades alcançam alto valor nos primeiros anos de comércio. O desenvolvimento dessas variedades só é possível graças ao domínio da reprodução da espécie e a um bom programa de cruzamento seletivo.

As espécies produzidas por um grande número de produtores têm seu preço controlado por atravessadores e/ou distribuidores e mesmo que o

produtor consiga produzir um peixe saudável e até mesmo com características fenotípicas, como cor e nadadeiras, melhores ele deve se sujeitar ao preço de mercado para vender o produto.

A melhor forma de reduzir o custo de produção é investir em tecnologia e aprimorar o manejo. Portanto, apesar de já existirem técnicas de manejo comumente empregadas, há uma constante necessidade de adaptações a realidade do mercado e da região.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Brasil apresenta um grande potencial para o desenvolvimento da cadeia de organismos aquáticos ornamentais como uma importante fonte de renda para a população rural e urbana. Apesar de ser encarada como atividade sem importância e supérflua, a produção de OAO tem excepcional capacidade de geração de emprego a população de baixa renda. Como citado em (Ribeiro, 2008), uma unidade de produção de betas pode gerar mensalmente até R\$ 30 mil por hectare. Nessa mesma área uma aquicultura ornamental que emprega sistemas semi-intensivos e intensivos de produção pode gerar emprego para mais de 25 trabalhadores, inclusive com mão-de-obra especializada. Na região de Muriaé-MG, muitos produtores rurais substituíram a produção de leite pela lucrativa atividade da aquicultura ornamental.

A cadeia produtiva de OAO em nosso país, especialmente para exportação, se baseia exclusivamente no extrativismo. Nossa aquicultura ornamental tem potencial para se tornar competitiva nesse mercado. Para tanto, é essencial haver um serviço de extensão e linhas de crédito

direcionados para a atividade. Também é fundamental que haja redução e clareza nas exigências burocráticas para regularização e licenciamento do produtor, inclusive com incentivos por parte de agências federais e estaduais. E finalmente, é necessário haver um fortalecimento entre os diversos elos da cadeia, desde o produtor/pescador até o aquarista, passando pelo setor público e universidades, para a consolidação e desenvolvimento da atividade de forma sustentável.

## 7. REFERÊNCIAS

ALICEWEB SISTEMA DE ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DO COMÉRCIO EXTERIOR - (2010).

APPA (2010) 2009/2010 APPA National Pet Owners Survey. APPA.

Brunner B (2005) *The Ocean at Home: An Illustrated History of the Aquarium*, Princeton Architectural Press.

Casimiro ACR, Ashikaga FY, Kurchevski G, Almeida FS, Orsi ML (2010) Os impactos das introduções de espécies exóticas em sistemas aquáticos continentais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia*, **38**.

Chao NL, Petry P, Prang G (2001) Project Piaba – Maintenance and sustainable development of ornamental fisheries in the Rio Negro basin, Amazonas, Brazil. In: *Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonian, Brazil- Project Piaba* (ed. by Chao NL, Petry P, Prang G, Sonneschien L, Tlustý M). Universidade do Amazonas, Manaus, pp. 3-6.

- Chuquipiondo C (2007) Alternativas de Producción de Peces Ornamentales en la Amazonía Peruana. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, **54**, 123-127.
- Duggan I, Rixon C, MacIsaac H (2006) Popularity and Propagule Pressure: Determinants of Introduction and Establishment of Aquarium Fish. *Biological Invasions*, **8**, 377-382.
- FISHBASE (2010) FishBase. World Wide Web electronic publication. (eds Froese R, Pauly. D).
- Fishstat Plus Universal software for fishery statistical time series. (2009) FAO Fisheries Department, Fisheries information, Data and Statistics Unit.
- IBAMA (2007) Diagnóstico geral das práticas de controle ligadas a exploração, captura, comercialização, exportação e uso de peixes para fins ornamentais e de aquariofilia. IBAMA, pp. 214.
- Lecallion G (2009) Post-Larval marine fish collection technology or how to significantly increase the tank raised marine species list for the marine aquarium trade. In: *World Aquaculture Society Meeting 2009*. World Aquaculture Society, Vera Cruz, México, pp. 480.
- Magalhães ALB, Barbosa NPU, Jacobi CM (2010) Peixes de aquário Animais de estimação ou peste? In: *Revista Ciência Hoje*, pp. 40-45.
- Magalhães ALB (2007) Novos registros de peixes exóticos para o Estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **24**, 250-252.
- Mills D (1995) *You and Your Aquarium: The complete guide to collecting and keeping aquarium fishes*, DK Publishers, London.

- Moreau MA, Coomes OT (2006) Potential threat of the international aquarium fish trade to silver arawana *Osteoglossum bicirrhosum* in the Peruvian Amazon. *Oryx*, **40**, 152-160.
- Ribeiro FAS (2008) Panorama mundial do mercado de peixes ornamentais. In: *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, pp. 32-37.
- Tlusty MF (2002) The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture*, **205**, 203-219.
- Tlusty MF (2004) Small scale of production does not automatically mean small scale of impact. In: *OFI Journal*, pp. 6-10.
- Wabnitz C, Taylor M, Green E, Razak T (2003) *From ocean to aquarium*, United Nations Environment Programme — World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.
- Watson CG, Shireman JV (1996) Production of Ornamental Aquarium Fish - FA35. Institute of Food and Agricultural Sciences - University of Florida, Gainesville, pp. 4.

## **CAPÍTULO II – AQUICULTURA NO RIO GRANDE DO NORTE E POTENCIAL DO POLICULTIVO COM ESPÉCIES ORNAMENTAIS**

A produção aquícola brasileira tem crescido acima da média mundial desde 1995 (Boscardin, 2008). De acordo com dados do MPA (2010), a aquicultura cresceu 43,8% entre 2007 e 2009, passando de 289 para 416 mil toneladas/ano. Comparada com outras atividades nacionais, a aquicultura apresenta resultados de crescimento relativo superiores aos da pesca, avicultura, suinocultura e bovinocultura (MPA, 2010).

Em 2009, a região Nordeste produziu 34% do pescado nacional e o estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor de camarão marinho do país, sendo que neste mesmo ano foi responsável por cerca de 40% da produção nacional.

A produção de camarão no Rio Grande do Norte teve início na década de 70 do século passado, com experimentos realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado, EMPARN, com as espécies nativas *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti* e exóticas *Marsupenaeus japonicas*, *Penaeus monodon*, *Farfantepenaeus penicillatus* e *Litopenaeus stylirostris* (Camara, 1990). Posteriormente carciniculturas foram instaladas em salinas desativadas na região de Macau.

Devido ao baixo desempenho apresentado pela maioria das espécies, a produção de camarão se tornou baseada em uma única espécie exótica, *Litopenaeus vannamei*, no início da década de 90. Esta espécie demonstrou possuir as melhores características de produção (larvicultura, reprodução e engorda) e atualmente é a espécie de camarão mais produzida no mundo.

Uma das características que mais contribuiu para o sucesso do *L. vannamei* é a possibilidade de produzi-lo em águas com baixa salinidade, o que permitiu interiorizar a carcinicultura e demonstrou o potencial da aquicultura como alternativa de renda ao produtor do Semi-Árido. Estima-se que existam cerca de 100 mil poços de água salinizada perfurados na região. A salinidade dessas águas, que varia entre 2 a 20 g/l, é considerada alta para o consumo humano e animal e para a lavoura. Uma alternativa para a obtenção de água potável de qualidade para as comunidades rurais é a instalação de dessalinizadores. Entretanto, esse equipamento produz um resíduo que deve ter o destino correto para não causar impacto ambiental negativo no solo. Portanto a água salobra do poço e o rejeito de dessalinizador são duas fontes disponíveis de água para uso potencial em aquicultura.

Mesmo hoje, a carcinicultura do estado ainda é baseada na monocultura, em sistemas com altas densidades, grandes áreas, alta tecnificação e dependência de insumos e energia externos ao ambiente de criação ou a propriedade. A produção através deste sistema “tradicional” possibilitou o desenvolvimento econômico da atividade. Entretanto, esse sistema apresenta riscos de impactos ambientais e é socialmente negativo quando desregulado e mal manejado (Soto et al., 2008). Portanto, é um sistema que não satisfaz por completo as necessidades de sustentabilidade social e ambiental.

Dentre as diversas vertentes da piscicultura, a criação de peixes ornamentais vem adquirindo status elevado no comércio aquícola, principalmente o externo. De 2002 até 2006 as exportações de peixes ornamentais cresceram em média 11,6% ao ano, chegando a mais de USD

277,0 milhões em 2006 (FISHSTAT, 2009). Dentre os 10 principais exportadores de peixes ornamentais, sete correspondem a países em desenvolvimento (Ribeiro, 2008).

No Brasil, a produção de espécies ornamentais é realizada por cerca de 1800 produtores que abastecem principalmente os mercados de São Paulo e Rio de Janeiro (Vidal Jr., 2006). Na região Nordeste, o estado do Ceará se destaca na produção de peixes ornamentais. Apesar de apresentar características semelhantes ao estado vizinho, o Rio Grande do Norte apresenta pouquíssimos aquicultores dedicados a esta atividade e é abastecido por peixes provenientes de outros Estados.

Baseado neste fato e em exemplos da aquicultura mundial e brasileira de sistemas integrados, que apresentam viabilidade técnica e econômica e maior sustentabilidade (Soto et al., 2008), conclui-se que é o momento de investir em pesquisas que possibilitem o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis para aquicultura da região.

Uma forma de diversificar a aquicultura tornando os sistemas atuais de produção aquícola mais eficientes na utilização dos recursos disponíveis no local de produção seria a introdução do sistema de policultivo de camarão com peixes ornamentais. Segundo Zimmermann et al. (2010), o policultivo consiste na criação simultânea de duas ou mais espécies aquáticas em um mesmo viveiro com o objetivo de maximizar a produção, utilizando organismos com diferentes hábitos alimentares e distribuição espacial.

Sistemas de policultivo de peixes e camarões estão sendo bastante empregados em fazendas comerciais (Zimmermann et al., 2010) por serem mais eficientes que o monocultivo. Por exemplo, no policultivo tradicional de

tilápias e camarões, os peixes, considerados principais, habitam a coluna d'água e se alimentam de ração, fito e zooplâncton. Já os camarões, espécie complementar, habitam o fundo e as laterais do viveiro e aproveita o alimento natural bentônico e as sobras e excreta dos peixes, aumentando a produtividade e a sustentabilidade do sistema (Dos Santos & Valenti, 2002).

Estudos sobre o policultivo de peixes ornamentais e camarões são escassos. Ribeiro et al. (2009) avaliaram o policultivo de acará-bandeira em gaiolas, como espécie complementar, dentro de viveiros com camarão-da-amazônia e concluíram que o desempenho produtivo de uma espécie não foi afetado pela presença da outra e que, portanto, o policultivo é uma técnica viável e economicamente.

Na literatura disponível não são encontrados estudos sobre a produção de espécies de peixes ornamentais em viveiro com camarão marinho. Apesar disso, essa alternativa de produção pode se tornar interessante quando os parâmetros produtivos estiverem estabelecidos, beneficiando tanto carcinicultores, que desejam inserir o peixe ornamental na sua criação, quanto piscicultores ornamentais que desejam produzir também o camarão.

Por ser um dos peixes tropicais mais vendidos e populares no mundo, devido ao temperamento sociável, beleza e rusticidade (Chapman et al., 1997) o acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) é a espécie de peixe ornamental com maior potencial para o policultivo com camarão-marinho. Apesar de ser originário da bacia amazônica, tolera muito bem águas alcalinas e níveis baixos de sal na água, características muito comum às águas de poço da região Semi-Árida do RN. Além disso, não é uma espécie voraz e aproveita muito bem o alimento natural presente nos viveiros sem atacar os camarões. Maiores

detalhes sobre a biologia e produção da espécie podem ser encontrados em (Chellappa et al., 2010).

É importante ressaltar que, apesar de ser uma espécie brasileira, ele é largamente produzido nos países do sudeste asiático (Chapman et al., 1997) e as variedades produzidas hoje em dia foram desenvolvidas através de cruzamentos e seleção entre suas formas selvagens.

O objetivo geral dos experimentos apresentados a seguir é avaliar técnica e economicamente o policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho.

O capítulo III tem como objetivos específicos comparar o desempenho produtivo de acará-bandeira e camarão-marinho em mono e policultivo em sistema semi-intensivo e comparar a viabilidade econômica e sustentabilidade de produção do policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho com o monocultivo.

O capítulo IV tem como objetivos específicos comparar o desempenho produtivo de acarás-bandeira produzidos em viveiros soltos e em gaiolas, em policultivo com camarão-marinho e comparar a viabilidade econômica e sustentabilidade da produção de ambos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS

- Boscardin NR (2008) A produção aquícola brasileira. In: *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer* (ed. by Borghetti JR, Soto D). Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Brasília, pp. 27-72.
- Camara MR (1990) Shrimp farming in Brazil: will it succeed? . In: *World Aquaculture*. World Aquaculture Society.

- Chapman FA, Fitz-Coy SA, Thunberg EM, Adams CM (1997) United States of America Trade in Ornamental Fish. *J. World Aquacult. Soc.*, **28**, 1-10.
- Chellappa S, Yamamoto ME, Cacho MSRF (2010) Biologia, comportamento e reprodução do peixe ornamental acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). In: *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil* (ed. by Baldisserotto B, Gomes LC). UFSM, Santa Maria, pp. 477-485.
- Dos Santos MJM, Valenti WC (2002) Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in polyculture systems in Brazil. *J. World Aquacult. Soc.*, **33**, 369-376.
- Fishstat Plus Universal software for fishery statistical time series. (2009) FAO Fisheries Department, Fisheries information, Data and Statistics Unit.
- MPA (2010) Produção Pesqueira e Aquícola: Estatística 2008 e 2009. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília.
- Ribeiro FAS (2008) Panorama mundial do mercado de peixes ornamentais. In: *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, pp. 32-37.
- Ribeiro FdAS, Preto BdL, Fernandes JBK (2009) Sistemas de criação para o acará-bandeira ( *Pterophyllum scalare* ). *Acta Scientiarum Animal Science*, **30**, 459-466.
- Soto D, Aguilar-Manjarrez J, Hishamunda N (2008) *Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/ Universitat de Iles Illes Balears Expert Workshop. 7-11 May 2007, Palma de Mallorca, Spain*, FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings, Rome.
- Vidal Jr. MVV (2006) Sistemas de produção de peixes ornamentais. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, **51**, 62-74.

Zimmermann S, Nair CM, New MB (2010) Grow-out Systems - Polyculture and Integrated Culture. In: *Freshwater Prawns: Biology and Farming* (ed. by New MB, Valenti WC, Tidwell JH, Kutty MN). Willey-Blackwell Publishing, Chicester, pp. 195-217.

## **CAPÍTULO III - EXPERIMENTO I – VIABILIDADE DO POLICULTIVO DE ACARÁ-BANDEIRA E CAMARÃO-MARINHO EM SISTEMA SEMI-INTENSIVO**

### **RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo comparar o desempenho produtivo de acará-bandeira *Pterophyllum scalare* e camarão-marinho *Litopenaeus vannamei* em mono e policultivo em sistema semi-intensivo e comparar a viabilidade econômica e sustentabilidade de produção do policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho com o monocultivo. Foram testados três sistemas de produção: monocultivo de acará-bandeira, monocultivo de camarão-marinho e policultivo de acará-bandeira com camarão-marinho em um delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 4 repetições, totalizando 12 viveiros retangulares com paredes de concreto e fundo de terra, medindo 3x5 m. Foram aplicados testes t de Student ( $\alpha=5\%$ ; bi-caudal) para comparação entre as médias de todos os parâmetros ao final do período experimental. Também foi feita uma análise de viabilidade econômica considerando dois cenários referentes à área dos viveiros (1.000 m<sup>2</sup> e 1 ha) e indicadores de sustentabilidade social e ambiental foram calculados. Conclui-se que para o aquicultor que já produz peixes ornamentais, a mudança do sistema de monocultivo de acará-bandeira para o policultivo com *L. vannamei* não é vantajoso técnica ou economicamente. Já para o carcinicultor, a adoção do sistema de policultivo com o acará-bandeira se torna uma estratégia interessante para aumentar a viabilidade econômica e diversificar a produção.

Nenhum dos sistemas de produção avaliados apresentou melhor sustentabilidade ambiental ou social com os indicadores testados.

Palavras-chave: peixes ornamentais; análise econômica; sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

This study aimed at compare the growth, economic feasibility and social and environmental sustainability of Freshwater Angelfish *Pterophyllum scalare* and marine Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* in mono and polyculture in semi-intensive system in low saline waters. Three treatments were used: Angelfish monoculture; *L. vannamei* monoculture; and polyculture of both. An entirely randomized design was used with 3 treatments and four replicates totalizing 12 concrete ponds (15 m<sup>2</sup>). Student t tests ( $\alpha=5\%$ ; two-tail) were used to compare the means between fish and shrimp growth and health parameters. An economic feasibility analysis was performed and indicators were estimated considering two scenarios (pond areas of 1,000 m<sup>2</sup> and 1 ha). Social and environmental sustainability indicators were also estimated. It is concluded that for ornamental aquaculturist changing from Angelfish monoculture to polyculture is disadvantageous. Nevertheless, polyculture with Angelfish increases economic feasibility of shrimp farming. None of the tested system presented marked better social or environmental sustainability.

Keywords: aquarium fish; economic feasibility; sustainability.

## **1. INTRODUÇÃO**

De acordo com Vidal Jr. (2006), o sistema de criação semi-intensivo em viveiros externos é o mais empregado na piscicultura ornamental brasileira. Os viveiros são menores que os utilizados na piscicultura convencional (em geral de 20 a 200 m<sup>2</sup>) e possibilitam uma grande produção primária e disponibilidade de alimento natural para os peixes. Isso reduz bastante os custos com alimentação. O manejo desse sistema é simples e consiste em adubação e calagem, povoamento, arraçamento diário e despesca com rede de arrasto (Ribeiro et al., 2008).

Ribeiro et al. (2009) relatam que a produção de acará-bandeira em viveiros externos é melhor que a produção em sistema intensivo em aquários. De acordo com os mesmos autores, a inclusão de camarões de água-doce no cultivo desse peixe não prejudica seu desempenho e permite um uso mais racional do viveiro. Além disso, gera uma receita adicional devido ao alto valor de mercado dos crustáceos (Zimmermann et al., 2010).

O policultivo de espécies originárias de ambientes dulcícolas com espécies marinhas não é novidade. Vários autores mostram a viabilidade do cultivo em policultivo de tilápias e camarão-marinho (Yuan et al., 2010; Muangkeow et al., 2007; Candido et al., 2006). Entretanto, não existem trabalhos sobre a eficiência do policultivo de peixes ornamentais e camarões marinhos. Nesse caso, a idéia é que o camarão seja a espécie principal e o peixe ornamental a espécie complementar, ao contrário do policultivo com tilápias.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo comparar o desempenho produtivo de acará-bandeira e camarão-marinho em mono e policultivo em sistema semi-intensivo e comparar a viabilidade econômica e sustentabilidade de produção do policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho com o monocultivo.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### *Material biológico e condições experimentais*

O experimento foi conduzido no Setor de Aquicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA por um período de 60 dias. Foram usados 12 viveiros retangulares com paredes de concreto e fundo de terra, medindo 3x5 m e com 0,9 m de profundidade. Para o preparo, os viveiros foram drenados e secos. Em seguida, foram realizados a adubação com esterco bovino ( $3 \text{ t.ha}^{-1}$ ) e o abastecimento com água de poço artesiano.

Após três dias os viveiros foram povoados com juvenis de camarão *Litopenaeus vannamei*, com peso médio de  $0,70 \pm 0,03 \text{ g}$  ( $n= 110$ ).

Juvenis de acará bandeira *Pterophyllum scalare* foram adquiridos de um produtor da região com peso médio de  $0,17 \pm 0,01 \text{ g}$  (média  $\pm$ EP) e comprimento padrão de  $1,5 \pm 0,02 \text{ cm}$  ( $n= 352$ ) e foram aclimatados às condições experimentais em tanques de 1.000 L por uma semana. Cinco dias após o povoamento dos camarões os peixes foram distribuídos nas unidades experimentais.

### Tratamentos

Foram testados três sistemas de produção (tratamentos): monocultivo de acará-bandeira, monocultivo de camarão-marinho e policultivo de acará-bandeira com camarão-marinho (Figura 1). No primeiro tratamento cada viveiro foi povoado com 360 juvenis de acará-bandeira, correspondendo a uma densidade de 24 peixes.m<sup>-2</sup>. No segundo tratamento cada viveiro foi povoado com 375 juvenis de camarão-marinho, correspondendo a uma densidade de 25 pós-larvas.m<sup>-2</sup>. No terceiro tratamento, cada viveiro foi povoado com as mesmas densidades de peixes e camarões (24 juvenis de acará-bandeira + 25 juvenis de camarão .m<sup>-2</sup>) e ao mesmo tempo que os tratamentos anteriores.

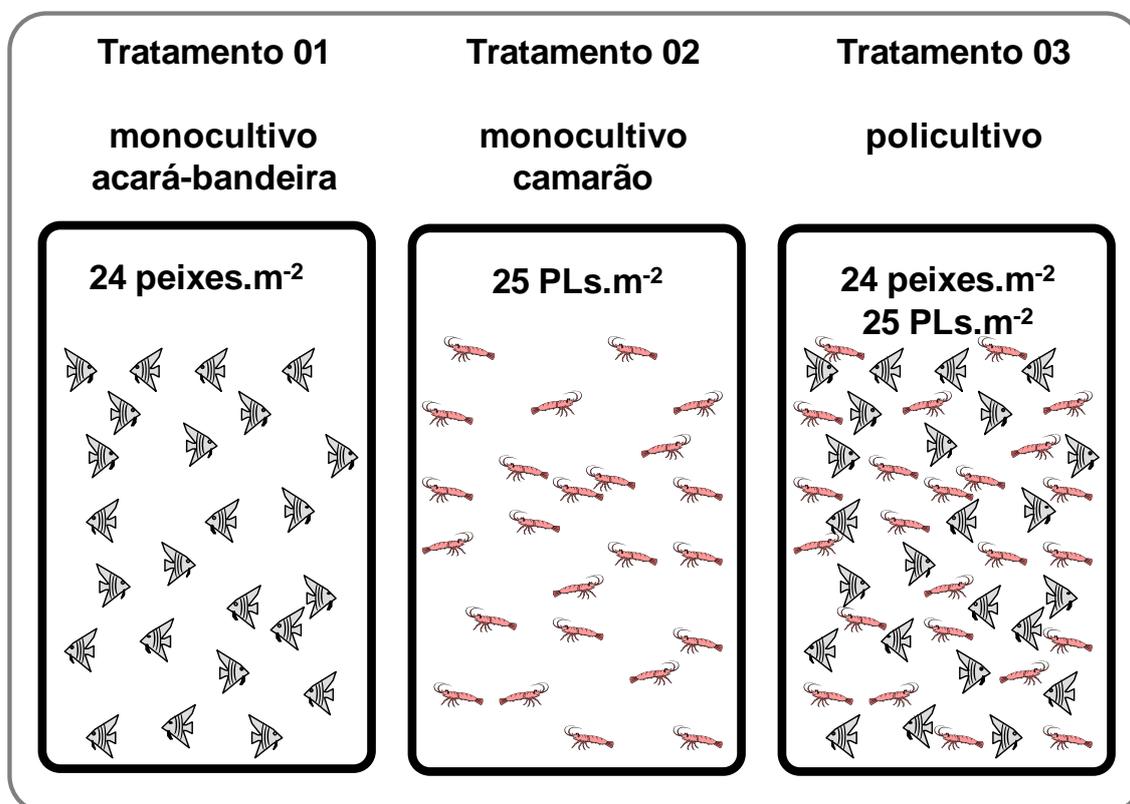


Figura 1. Esquema dos tratamentos usados no experimento “Viabilidade do policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho”.

*Variáveis físico-químicas da água*

Somente a água perdida por evaporação e infiltração foi repostada durante todo o período experimental. Semanalmente, pela manhã, foram monitorados o oxigênio dissolvido e a temperatura (oxigenômetro YSI, modelo 55), a transparência (Disco de Secchi), o pH (potenciômetro YSI, modelo pH100), a concentração de amônia e nitrato (colorimetria) e a salinidade (refratômetro) (tabela 1). Os valores de amônia e nitrato sempre ficaram abaixo do detectável pelos testes colorimétricos.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água durante o experimento.

Parâmetro	Valor
OD mg.L <sup>-1</sup>	>5,0
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> mg.L <sup>-1</sup>	<0,1
NO <sub>3</sub> mg.L <sup>-1</sup>	<0,1
pH	8,2 ±0,2
Temperatura °C	29,6 ±0,4
Transparência cm	72,5 ±6,1
Salinidade g.L <sup>-1</sup>	4 - 5

OD oxigênio dissolvido; NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> amônia total; NO<sub>3</sub> nitrato.

*Manejo alimentar*

Os animais foram alimentados duas vezes por dia. Os camarões foram alimentados com uma dieta seca comercial peletizada com 35% de proteína bruta, 7,5% de extrato etéreo, 5% de fibra bruta e 14% de matéria mineral na proporção de 9% da biomassa corrigida quinzenalmente. Por ser a espécie complementar, neste experimento os peixes foram alimentados com a mesma dieta comercial dos camarões na proporção de 6% da biomassa estimada

corrigida quinzenalmente. Entretanto, os péletes foram previamente triturados e peneirados para ajustar a granulometria adequada para a captura pelo peixe.

#### *Variáveis avaliadas*

Para avaliar ajuste da alimentação e avaliação do desempenho, a cada duas semanas uma amostra aleatória de 30 peixes e 30 camarões por viveiro foi pesada e medida. Os animais foram retirados com auxílio de uma rede de arrasto feita com tela mosquiteiro. Os parâmetros avaliados estão descritos na tabela 2.

Tabela 3. Parâmetros de desempenho avaliados ao longo do estudo para o acará-bandeira e camarão-marinho.

Espécie	Parâmetros avaliados	
	A cada duas semanas	Ao final
Acará-bandeira	Peso médio Comprimento padrão médio	Taxa de crescimento específico Sobrevivência Biomassa Fator de Condição Uniformidade do lote Conversão alimentar aparente
Camarão-marinho	Peso médio	Taxa de crescimento específico Sobrevivência Biomassa Conversão alimentar aparente

Ao final do período experimental, os viveiros foram despescados e todos os animais retirados e contados. A sobrevivência foi calculada dividindo-se o número final pelo número inicial de animais e, posteriormente, multiplicando por 100 para obtenção do valor em porcentagem. A biomassa (BIO) foi calculada multiplicando o peso médio final pelo número final de animais.

Para avaliar o fator de condição (K) foi realizada uma adaptação da fórmula de cálculo do fator de condição alométrico (Vazzoler, 1996), substituindo-se o comprimento total pelo comprimento padrão (CP). Além disso, o coeficiente de regressão entre peso (P) e comprimento padrão (b) de acará-bandeira é estimado em 2,95.

$$K = \frac{P}{CP^{2,95}} \times 100$$

A uniformidade dos lotes de peixes (U) foi calculada por uma adaptação de uma equação proposta por Furuya et al. (1998) usando o número final de peixes em cada unidade experimental (NF) e número de animais com peso total  $\pm 20\%$  em torno da média da unidade experimental ( $N \pm 20$ ).

$$U(\%) = \frac{N \pm 20}{NF} \times 100$$

A conversão alimentar aparente (CAA) foi obtida dividindo-se o consumo da ração pelo ganho de peso obtido ao final do período experimental.

#### *Delineamento experimental e análise dos dados*

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais. Foi verificada normalidade e homocedasticidade dos dados e não foi necessária nenhuma transformação. Foram aplicados testes t de Student ( $\alpha=5\%$ ; bi-caudal) para comparação entre as médias de todos os parâmetros ao final do período experimental.

Os parâmetros de desempenho do acará-bandeira foram comparados entre os tratamentos monocultivo de acará-bandeira e policultivo. Os

parâmetros de desempenho do *L. vannamei* foram comparados entre o monocultivo de *L. vannamei* e o policultivo.

#### *Análise de viabilidade econômica*

Além da avaliação do desempenho, foi realizada uma análise de viabilidade econômica dos três sistemas produtivos. Foi elaborado um fluxo de caixa com dados de saídas (investimentos, reinvestimentos e despesas operacionais) e de entradas (receita da venda da produção, e valor residual dos bens de capital com vida útil superior ao horizonte do planejamento, estimado em dez anos). Um valor suficiente para suprir os três primeiros meses de despesas operacionais foi considerado como capital de giro no momento zero (saída de caixa) e como valor recuperado no último ano do horizonte de planejamento (entrada de caixa).

Os preços utilizados para a análise econômica foram os praticados no município de Mossoró, no mês de setembro de 2010. A estrutura de produção necessária à criação dos camarões foi considerada como investimento e a depreciação correspondente foi contabilizada. O preço de compra dos alevinos de acará-bandeira foi o praticado em um produtor de peixes ornamentais da região (R\$ 0,20 por alevino). O preço de compra de pós-larvas (PLs) de *L. vannamei* foi o preço médio praticado na região (R\$ 5,00 o milheiro). O preço de venda atualizado do peixe foi obtido junto a um atacadista de Recife-PE que sinalizou possibilidade de compra da produção (super pequeno SP < 3 cm de CP R\$ 0,40; pequeno P= 3-4 cm R\$0,50; médio M= 4-6 cm R\$0,60; grande G= 6-7 cm R\$1,00). O preço de venda do camarão foi o praticado no mercado local (R\$ 8,00 por kg).

Foram avaliados dois cenários relacionados com a área dos viveiros. O primeiro cenário retratou um aquicultor com quatro viveiros de 1.000 m<sup>2</sup> de lamina d'água cada e considerou no caso do acará-bandeira em mono e policultivo a produção correspondente a 100% da área de viveiros. O segundo cenário retratou um aquicultor com quatro viveiros de 10.000 m<sup>2</sup> de lâmina d'água cada e considerou no caso do acará-bandeira em mono e policultivo a produção correspondente a 10% da área de viveiros. .

Os indicadores de viabilidade econômica, determinados a partir do fluxo líquido de caixa foram: Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Recuperação do Capital (PRC), Relação Benefício Custo (RBC) e Valor Presente Líquido (VPL).

A TIR é definida como a taxa de juros que iguala as inversões de recursos aos retornos ou benefícios totais obtidos durante a vida útil do investimento. A TIR pode ser demonstrada pela relação:

$$\sum_{j=0}^n FLC_j(1 + TIR)^{-j} = 0$$

Onde:

FLC<sub>j</sub> = Fluxo Líquido de Caixa no ano j

j= 1, 2, 3, 4, ... 10 (horizonte do projeto em anos)

Um projeto será economicamente viável se a TIR for superior à taxa de juros normalmente paga pelo mercado financeiro na captação de recursos, conhecida também como TMA que neste caso foi de 12% ao ano.

O Período de Retorno de Capital (PRC) pode ser definido como o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado, ou refere-se ao tempo em que a soma do Fluxo Líquido de caixa torna-se nulo.

$$PRC = \sum_{j=0}^k FLC_j = 0$$

Onde:

FLC<sub>j</sub> = Fluxo Líquido de Caixa no ano j

k = Período de Recuperação do Capital (em anos)

A Relação Benefício Custo (RBC) é um método de avaliação econômica que indica a relação entre o valor presente dos benefícios (entradas de caixa) e o valor presente dos custos (saídas de caixa). Assim, a viabilidade do projeto será alcançada com uma RBC maior do que 1.

$$RBC = \frac{\sum_{j=0}^n \frac{B_j (1+i)^{-j}}{C_j (1+i)^j}}$$

O Valor Presente Líquido (VPL) reflete o valor dos fluxos líquidos de caixa trazidos a valor presente considerando-se uma taxa de desconto, determinado da seguinte forma:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FLC_j}{(1+i)^j}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FLC<sub>j</sub> = Fluxo Líquido de Caixa no ano j

i = taxa de desconto ao ano

j = 1, 2, 3, 4, ... 10 (horizonte do projeto)

*Indicadores de Sustentabilidade*

Além da análise de viabilidade econômica, os seguintes indicadores de sustentabilidade social e ambiental foram calculados a partir dos resultados obtidos no experimento, como proposto por Valenti (2008):

A Produtividade demonstra a produção em biomassa por unidade de área e tempo e é expressa em kg/ha/ano.

O Uso de Energia indica qual a quantidade de energia necessária para se produzir uma unidade de biomassa e é expresso em KJ/kg. Neste estudo consideramos apenas o uso de energia elétrica (UEE).

O Custo Proporcional ao Trabalho (CPT) indica quanto das despesas operacionais totais corresponde a mão-de-obra (salários, encargos e benefícios) e é expresso em porcentagem.

A Distribuição de Renda (DR) é a relação entre o valor gasto com mão-de-obra e lucro gerado com a produção e também é expresso em porcentagem.

A Remuneração de Trabalho por Unidade de Produção (RT) indica quanto de mão-de-obra é gasto por unidade de biomassa produzida e é expresso em R\$/kg.

A Geração de Emprego (GE) indica quantos empregos são gerados por unidade monetária gasta no investimento e é expresso em empregos/R\$100.000,00.

## 4. RESULTADOS

### *Parâmetros produtivos*

Após 30 dias de experimento, uma repetição do monocultivo de acará-bandeira apresentou mortalidade excessiva de peixes. Não foi possível identificar o fator causador, entretanto esse viveiro havia sido recentemente reparado de um vazamento e pode ter ocorrido a contaminação por alguma substância que foi tóxica aos peixes. Essa repetição foi excluída de todas as análises, portanto os resultados apresentados consideram três repetições para o tratamento monocultivo de peixes e quatro repetições para os demais (graus de liberdade = 5).

Os parâmetros de crescimento do acará-bandeira, peso final, comprimento padrão, taxa de crescimento específico e biomassa apresentaram diferença estatística entre o mono e policultivo. Todos esses parâmetros apresentaram médias maiores no tratamento monocultivo (figura 2).

A sobrevivência dos peixes também foi maior para o tratamento monocultivo. O fator de condição e a uniformidade do lote não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. A conversão alimentar aparente dos peixes apresentou piores resultados para o policultivo (figura 3).

Com relação aos parâmetros de desempenho do camarão-marinho, nenhum dos parâmetros avaliados apresentou diferença estatisticamente significativa entre as médias (figura 4). A conversão alimentar média foi de 1,7 ( $p=0,63$ ).

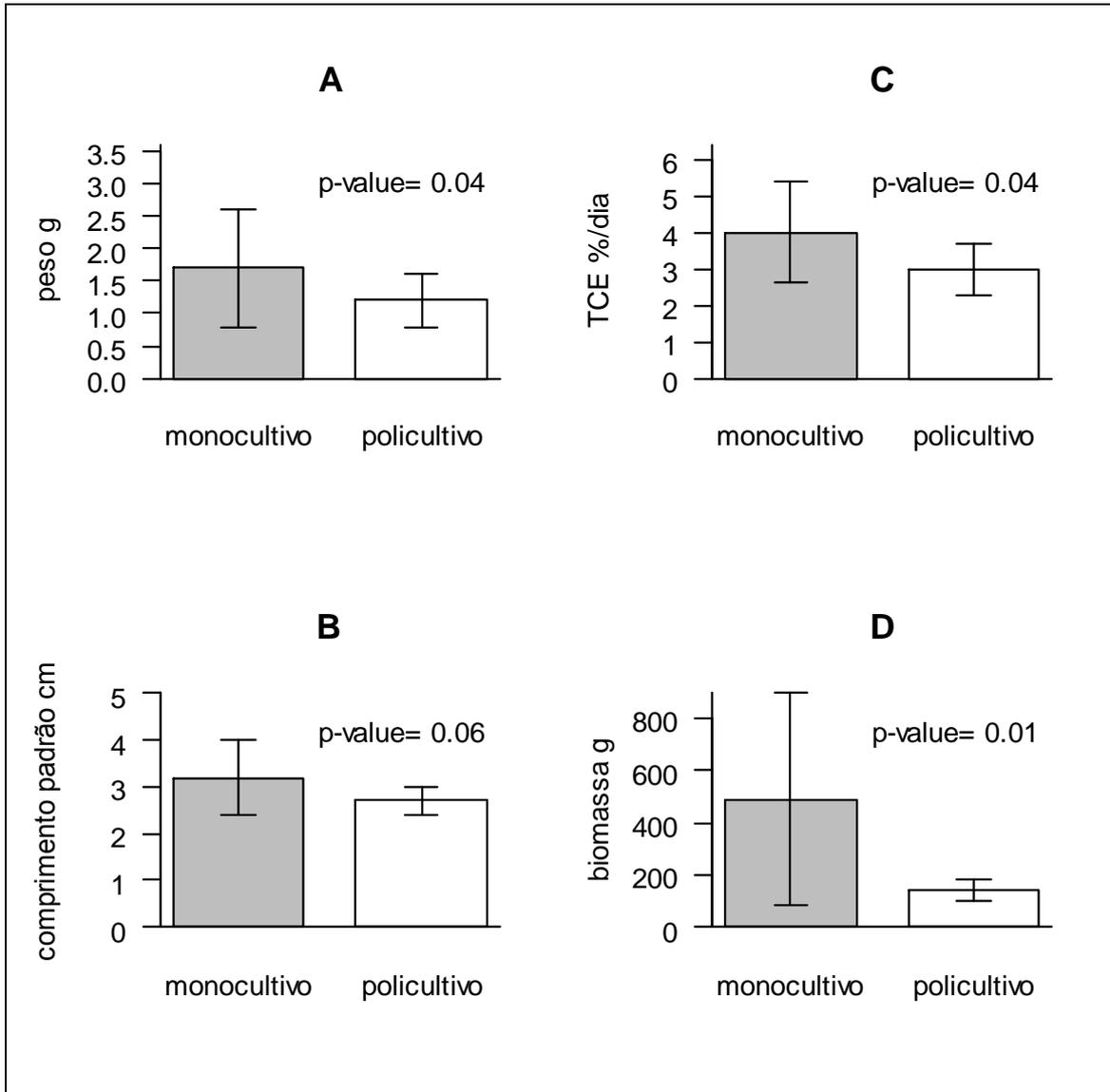


Figura 2. Parâmetros de desempenho avaliados ao final do experimento para acará-bandeira *Pterophyllum scalare* em monocultivo ou em policultivo com camarão-marinho *Litopenaeus vannamei*. A. peso médio final; B. comprimento padrão médio final; C. taxa de crescimento específico; D. biomassa. Figuras com  $p\text{-value} < 0,05$  apresentam médias diferentes estatisticamente de acordo com teste T de Student (bi-caudal,  $\alpha=0.05$ , 5 graus de liberdade). Barras de erro indicam IC 95%.

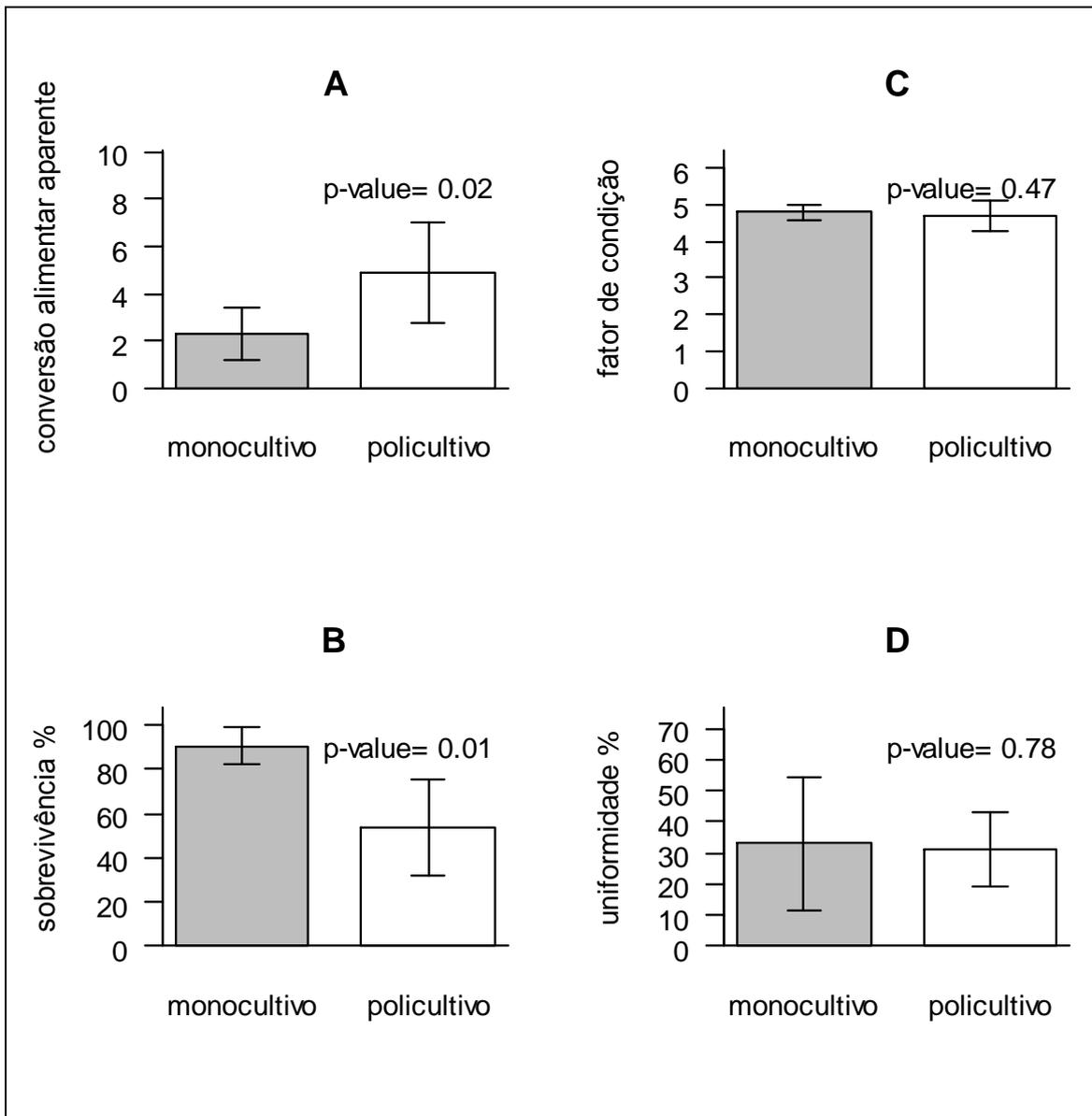


Figura 3. Parâmetros de desempenho avaliados ao final do experimento para acará-bandeira *Pterophyllum scalare* em monocultivo ou em policultivo com camarão-marinho *Litopenaeus vannamei*. A. conversão alimentar aparente; B. sobrevivência; C. fator de condição; D. uniformidade do lote. Figuras com p-value<0,05 apresentam médias diferentes estatisticamente de acordo com teste T de Student (bi-caudal,  $\alpha=0.05$ , 5 graus de liberdade). Barras de erro indicam IC 95%.

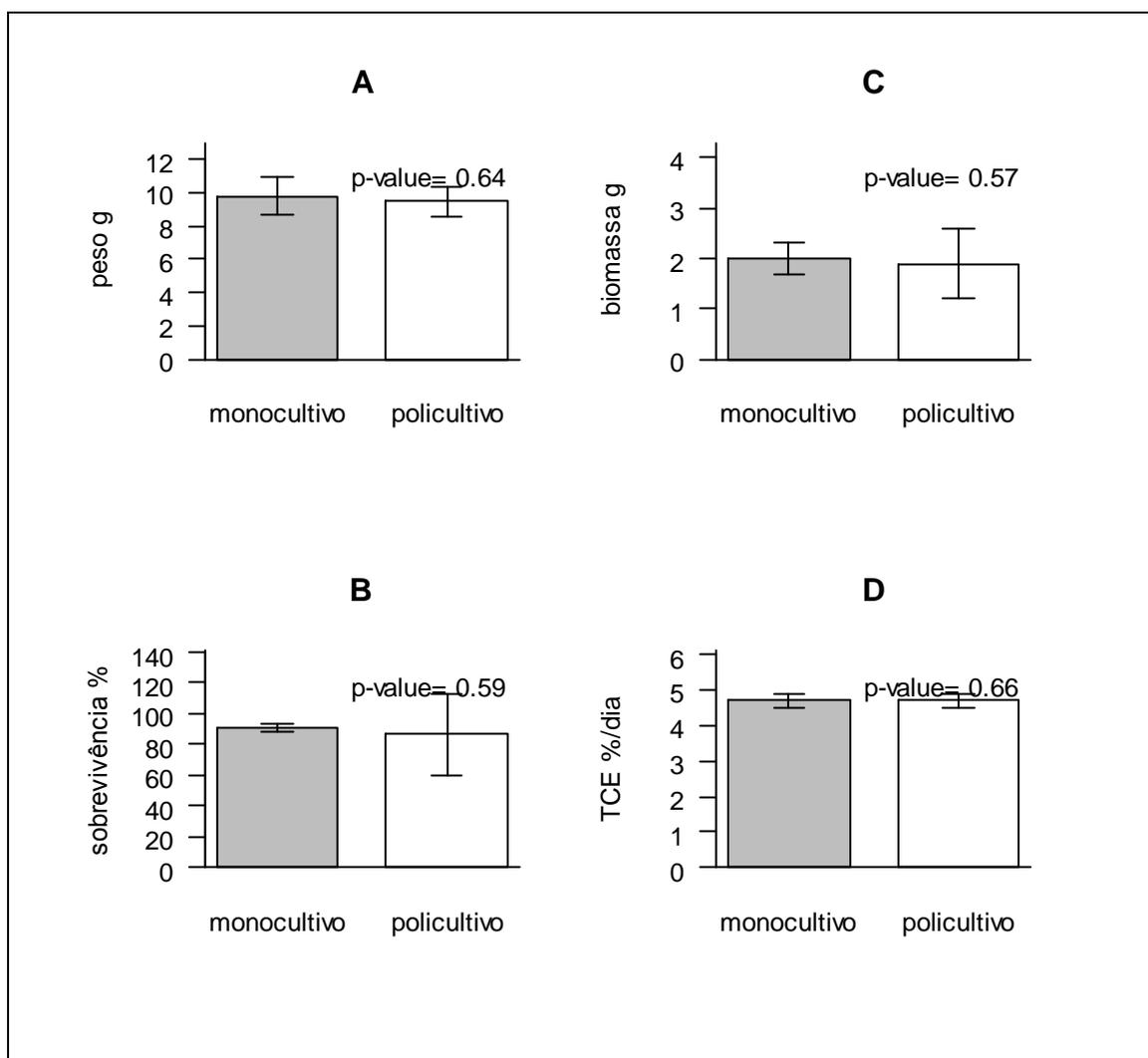


Figura 4. Parâmetros de desempenho avaliados ao final do experimento para camarão-marinho *Litopenaeus vannamei* em monocultivo ou em policultivo com acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. A. peso. B. sobrevivência; C. biomassa; D. taxa de crescimento específico. Figuras com  $p\text{-value} < 0,05$  apresentam médias diferentes estatisticamente de acordo com teste T de Student (bi-caudal,  $\alpha = 0,05$ , 8 graus de liberdade). Barras de erro indicam IC 95%.

Tabela 4. Produção de acará-bandeira nas classes de tamanho comercial de acordo com o sistema de produção empregado.

Comprimento Total (cm)	Frequência de produção %	
	Monocultivo	Policultivo
<3	-	2,2
3-4	41,6	80,3
4-6	58,4	17,5
Total	100	100

*Viabilidade econômica e sustentabilidade*

As tabelas de 4 a 7 mostram os resultados da Análise de Viabilidade Econômica e os Indicadores de Sustentabilidade calculados para os três tratamentos considerando os cenários de produção de viveiros de 1.000 m<sup>2</sup> e 10.000 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Os investimentos para a produção em viveiros de 10.000 m<sup>2</sup> são cerca de três vezes maiores do que para viveiros de 1.000 m<sup>2</sup>. As maiores despesas operacionais foram obtidas nos cenários de policultivo. Porém, as maiores receitas também foram obtidas nestes cenários.

Nos cenários de monocultivo de acará-bandeira e policultivo o maior contribuinte para as despesas operacionais foi a aquisição de alevinos da espécie. A venda dos peixes representa a maior participação na receita no caso de viveiros de 1.000 m<sup>2</sup>, entretanto a situação se inverte em viveiros de 1 ha.

De acordo com os indicadores de viabilidade econômica calculados, o monocultivo o policultivo de camarão e em viveiros de 1.000 m<sup>2</sup> não são viáveis, portanto para esse cenário a melhor alternativa para o produtor é realizar o monocultivo de acará-bandeira.

Quando se analisa o cenário de produção em viveiros de 1 ha, os melhores indicadores são obtidos com o policultivo. Nesse caso, o monocultivo de acará-bandeira não é viável economicamente.

Os indicadores de sustentabilidade ambiental e social foram semelhantes entre o monocultivo de camarão e o policultivo dentro de cada cenário de área de viveiro, alguns tendo sido bastante diferentes do monocultivo de acará-bandeira.

Tabela 5. Despesas com implantação, operacionais e receitas da produção de acará-bandeira, camarão-marinho e policultivo de ambos em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 1.000 m<sup>2</sup>. Valores em R\$ por ciclo

	Unidade	Monocultivo		Policultivo
		acará-bandeira	camarão	
<b>Implantação</b>	<b>R\$</b>	<b>211.984,50</b>	<b>204.949,50</b>	<b>217.234,50</b>
<b>Despesas Operacionais</b>				
Alimentação		133,17	615,51	710,70
Mão-de-obra		911,63	911,63	911,63
Energia e combustível		375,40	375,44	375,44
Embalagem e Gelo		18,00	106,86	124,86
Químicos		30,00	30,00	30,00
Outros (alev., PLs, manut.)		4.966,45	288,52	5.093,64
Depreciação		317,59	301,06	324,88
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>6.752,23</b>	<b>2.629,02</b>	<b>7.571,15</b>
<b>Receitas</b>				
acará-bandeira				
CP<3 cm		-	-	113,82
3-4 cm		4.534,23	-	5.192,84
4-6 cm		7.638,44	-	1.358,03
Camarão			1.709,76	1.709,76
<b>Receita Bruta</b>	<b>R\$</b>	<b>12.172,67</b>	<b>1.709,76</b>	<b>8.374,44</b>
<b>Receita Líquida</b>	<b>R\$</b>	<b>5.420,44</b>	<b>-919,26</b>	<b>803,29</b>

Tabela 6. Indicadores de viabilidade econômica e de sustentabilidade da produção de acará-bandeira, camarão-marinho e policultivo de ambos em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 1.000 m<sup>2</sup>.

	Unidade	Monocultivo		Policultivo
		acará-bandeira	camarão	
<b>Indicadores de Viabilidade Econômica</b>				
PRC	Ano	1,70	-	9,42
VPL 12%	R\$	536.476,86	-305.710,06	-95.846,46
RBC	R\$	1,48	0,43	0,92
TIR	%	58	-	1
<b>Indicadores de Sustentabilidade Ambiental</b>				
Produtividade	kg/ha/ano	2.171,20	12.823,20	13.537,13
UEE	kJ/kg	76.105,37	12.888,04	12.208,34
<b>Indicadores de Sustentabilidade Social</b>				
CPT	% MO/DOT	13,50	34,68	12,04
DR	% MO/lucro	16,82	-99,17	113,49
RT	MO/kg	0,42	0,07	0,07
GE	Num empregos/ R\$ 100 mil	0,94	0,98	0,92

PRC: Período de Retorno do Capital; VPL: Valor Presente Líquido; RBC: Relação Benefício Custo; TIR: Taxa Interna de Retorno; UEE: Uso de Energia Elétrica; CPT: Custo Proporcional ao Trabalho; DR: Distribuição de Renda; RT: Remuneração do Trabalho por unidade de produção; GE: Geração de Empregos.

Tabela 7. Despesas com implantação, operacionais e receitas da produção de acará-bandeira, camarão-marinho e policultivo de ambos em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 1 ha. Valores em R\$ por ciclo

	Unidade	Monocultivo		Policultivo
		acará-bandeira	camarão	
<b>Implantação</b>	<b>R\$</b>	<b>737.404,50</b>	<b>635.869,50</b>	<b>742.654,50</b>
<b>Despesas Operacionais</b>				
Alimentação		133,17	6.155,14	6.250,33
Mão-de-obra		911,63	2.005,58	2.005,58
Energia e combustível		375,40	375,44	375,44
Embalagem e Gelo		18,00	1.068,60	1.086,60
Químicos		300,00	300,00	300,00
Outros (alev., PLs, manut.)		5.185,38	1.593,07	6.437,56
Depreciação		985,09	781,06	992,38
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>7.908,66</b>	<b>12.278,89</b>	<b>17.447,89</b>
<b>Receitas</b>				
acará-bandeira				
CP<3 cm		-	-	113,82
3-4 cm		4.534,23	-	5.192,84
4-6 cm		7.638,44	-	1.358,03
Camarão			17.097,60	17.097,60
<b>Receita Bruta</b>	<b>R\$</b>	<b>12.172,67</b>	<b>17.097,60</b>	<b>23.762,28</b>
<b>Receita Líquida</b>	<b>R\$</b>	<b>4.264,01</b>	<b>4.818,71</b>	<b>6.314,39</b>

Tabela 8. Indicadores de viabilidade econômica e de sustentabilidade da produção de acará-bandeira, camarão-marinho e policultivo de ambos em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 1 ha.

	Unidade	Monocultivo		Policultivo
		acará-bandeira	camarão	
<b>Indicadores de Viabilidade Econômica</b>				
PRC	Ano	6,13	5,08	4,57
VPL 12%	R\$	-56.710,76	79.051,40	188.957,41
RBC	R\$	0,97	1,04	1,06
TIR	%	10	15	18
<b>Indicadores de Sustentabilidade Ambiental</b>				
Produtividade	kg/ha/ano	217,12	12.823,20	12.894,59
UEE	kJ/kg	76.105,37	1.288,80	1.281,67
<b>Indicadores de Sustentabilidade Social</b>				
CPT	% MO/DOT	11,53	16,33	11,49
DR	% MO/lucro	21,38	41,62	31,76
RT	MO/kg	4,20	0,16	0,16
GE	Num empregos/ R\$ 100 mil	0,27	0,31	0,27

PRC: Período de Retorno do Capital; VPL: Valor Presente Líquido; RBC: Relação Benefício Custo; TIR: Taxa Interna de Retorno; UEE: Uso de Energia Elétrica; CPT: Custo Proporcional ao Trabalho; DR: Distribuição de Renda; RT: Remuneração do Trabalho por unidade de produção; GE: Geração de Empregos.

## 5. DISCUSSÃO

### *Parâmetros produtivos*

Quando o acará-bandeira é produzido em policultivo com o *L. vannamei* os parâmetros de desempenho são afetado negativamente. A diferença no crescimento observada neste estudo pode ser atribuída à competição por alimento natural com o camarão, especificamente por organismos bentônicos.

A qualidade da água não foi fator limitante na diferença de desempenho dos peixes, já que os parâmetros mais importantes não apresentaram valores

prejudiciais em nenhum tratamento, em nenhum momento do experimento. Para os camarões, as características da água de poço usada são adequadas para a criação (Freitas et al., 2008).

O espaço disponível também é um fator que não afeta o desempenho, já que os camarões, por serem animais bentônicos, ocupam o fundo e as laterais do viveiro (Wickins & Lee, 2002) e os peixes ocupam a coluna d'água (Chellappa et al., 2010).

Após a despesca e esgotamento dos viveiros, uma quantidade grande de larvas de quironomídeos foi observada apenas no solo dos viveiros de monocultivo de peixe. Nos dois outros tratamentos a ocorrência foi nula. Esses insetos são bastante apreciados e podem contribuir significativamente como parte da alimentação de camarões e peixes (Wickins & Lee, 2002; (Masters, 1975).

No sistema tradicional de policultivo de peixes e camarões, a alimentação artificial é fornecida somente aos peixes, pois estes são a espécie principal (Zimmermann et al., 2010; Souza et al., 2009; Dos Santos & Valenti, 2002). A pequena biomassa de peixe ornamental no viveiro não possibilita o uso desse manejo alimentar (Ribeiro et al., 2009). Portanto, no sistema de policultivo proposto neste estudo, a espécie principal é o *L. vannamei* e a maior parte do alimento artificial é fornecida a estes animais. O peixe, portanto, sendo uma espécie complementar depende do alimento artificial, sobra do alimento do camarão, e alimento natural.

Neste estudo, ambas as espécies receberam somente uma ração comercial formulada para camarões, e o desempenho do acará-bandeira foi pior no policultivo. Caso o peixe seja alimentado com uma dieta artificial que

atenda as suas exigências nutricionais, seu desempenho poderá ser melhor em policultivo.

Ao verificar que o desempenho do camarão não é afetado pela presença do acará no viveiro, conclui-se que as eventuais sobras de ração do camarão não contribuíram diretamente para o crescimento do acará em policultivo. O tamanho do pélete e seu rápido afundamento dificultam a ingestão deste pelo peixe, que tem o hábito de ingerir o alimento inteiro principalmente na superfície e a meia água.

#### *Viabilidade econômica e sustentabilidade*

A melhor alternativa para o produtor com viveiros de 1.000 m<sup>2</sup> é o monocultivo de acará-bandeira. Esse tratamento não se mostra viável economicamente com viveiros de 10.000 m<sup>2</sup>, pois foi considerado o uso de apenas 10% da área do viveiro nos cálculos de produção. Essa decisão foi tomada considerando que existe um limite de demanda da espécie pelo mercado de aquarismo e que a produção de apenas um viveiro de 10.000 m<sup>2</sup> seria muito grande para ser absorvida por este mercado.

O item de maior contribuição nas despesas operacionais é a aquisição de alevinos de acará-bandeira. Portanto, seria interessante ao produtor buscar alternativas à compra, como a produção na propriedade. Esta produção deve envolver investimentos em infra-estrutura e demais despesas adequados ao produtor (Valenti, 2008) e diferentes dos tradicionais sistemas intensivos, que têm se demonstrado inviáveis economicamente para esta espécie (Ribeiro et al., 2010).

Dentre os cenários que apresentam viabilidade econômica, os melhores indicadores foram obtidos com o monocultivo de acará-bandeira em viveiros de 1.000m<sup>2</sup>. Entretanto, os indicadores de sustentabilidade ambiental para este cenário foram piores quando comparados a produção de camarão e ao policultivo em viveiros de 10.000 m<sup>2</sup> devido à baixa biomassa de peixe produzida quando comparado com o camarão. Possivelmente o uso de biomassa para cálculo de indicadores com peixes ornamentais não seja a maneira mais adequada de expressar os valores.

Nenhum dos três cenários apresenta clara vantagem em relação à sustentabilidade social. O monocultivo de acará-bandeira em viveiros de 1.000m<sup>2</sup> apresenta melhor remuneração de trabalho por unidade de produção e geração de ocupação direta. Já o monocultivo de camarão em viveiros de 10.000 m<sup>2</sup> apresenta melhor custo proporcional ao trabalho e distribuição de renda. Entretanto, Valenti (2008) apresenta outros indicadores de sustentabilidade, tais como uso eficiente da água, carga de nutrientes dispensados e acumulados, emissão de gases poluentes, porcentagem de auto-emprego, uso de mão-de-obra local, fixação de renda na economia local, consumo local do produto, que podem ser usados para avaliar um sistema de produção aquícola. Já Mayer (2008) considera que os atuais indicadores de sustentabilidade podem ser melhorados para produzir resultados menos tendenciosos e discrepantes entre si. Portanto, futuros estudos aplicando diversos métodos de avaliação da sustentabilidade (Pelletier et al., 2009; Mayer, 2008; Vassallo et al., 2007) podem ser mais conclusivos.

## 6. CONCLUSÕES

A alimentação é o fator determinante na redução do desempenho do acará-bandeira quando produzido em policultivo com *L. vannamei*. Por isso, para o aquicultor que já produz peixes ornamentais, a mudança do sistema de monocultivo de acará-bandeira para o policultivo com *L. vannamei* não é vantajoso técnica ou economicamente.

Para o carcinicultor, que produz o *L. vannamei* em sistema semi-intensivo, em viveiros de 1 ha em monocultivo em baixa salinidade, a adoção do sistema de policultivo com o acará-bandeira se torna uma estratégia interessante para aumentar a viabilidade econômica e diversificar a produção.

Nenhum dos sistemas de produção avaliados apresentou melhor sustentabilidade ambiental ou social com os indicadores testados.

## 7. REFERÊNCIAS

- Candido AS, Melo Júnior AP, Santos CHA, Costa HJMS, Igarashi MA (2006) Policultivo do Camarão Marinho (*Litopenaeus Vannamei*) com Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*). *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoológicas da UNIPAR*, **1**, 9-14.
- Chellappa S, Yamamoto ME, Cacho MSRF (2010) Biologia, comportamento e reprodução do peixe ornamental acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). In: *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil* (ed. by Baldisserotto B, Gomes LC). UFSM, Santa Maria, pp. 477-485.
- Dos Santos MJM, Valenti WC (2002) Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at

- different densities in polyculture systems in Brazil. *J. World Aquacult. Soc.*, **33**, 369-376.
- Freitas AVL, Azevedo CMSB, Simão BR, Oliveira HV, Sales RBS (2008) Desempenho produtivo do camarão branco *Litopenaeus vannamei* com fertilizantes orgânicos e substratos artificiais. In: *Aquaciência 2006 Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura II* (ed. by Cyrino JEP, Scorvo-Filho JD, Sampaio LA, Cavalli RO). Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, pp. 261-269.
- Furuya WM, Souza SR, Furuya VRB (1998) Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, **3**, 483-487.
- Masters CO (1975) *Encyclopedia of Live Foods*, TFH Publications, Neptune City.
- Mayer AL (2008) Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment International*, **34**, 277-291.
- Muangkeow B, Ikejima K, Powtongsook S, Yi Y (2007) Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. *Aquaculture*, **269**, 363-376.
- Pelletier N, Tyedmers P, Sonesson U, Scholz A, Ziegler F, Flysjo A, Kruse S, Cancino B, Silverman H (2009) Not All Salmon Are Created Equal: Life Cycle Assessment (LCA) of Global Salmon Farming Systems. *Environ. Sci. Technol.*, **43**, 8730-8736.

- Ribeiro FAS, Carvalho Jr. JR, Fernandes JBK, Nakayama L (2008) Comércio brasileiro de peixes ornamentais. *Panorama da Aqüicultura*, **110**, 54-59.
- Ribeiro FAS, Giannecchini LG, Pereira TS, Fernandes JBK, Martins MIEG (2010) Viabilidade da produção de acará-bandeira *Pterophyllum scalare* e acará-disco *Symphysodon aequifasciatus* em sistema intensivo indoor. In: *Aquaciência 2008: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura III* (ed. by Cyrino JEP, Furuya WM, Ribeiro RP, Scorvo Filho JD). Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, pp. 113-123.
- Ribeiro FAS, Preto BL, Fernandes JBK (2009) Sistemas de criação para o acará-bandeira ( *Pterophyllum scalare* ). *Acta Scientiarum Animal Science*, **30**, 459-466.
- Souza BE, Stringuetta L, Bordignon AC, Bohnonberger L, Boscolo WR, Feiden A (2009) Policultivo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) com a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações peletizada e farelada. *Semina: Ciências Agrárias*, **30**, 225-232.
- Valenti WC (2008) A aqüicultura brasileira é sustentável? In: *Aqüicultura & Pesca*, pp. 36-44.
- Vassallo P, Bastianoni S, Beiso I, Ridolfi R, Fabiano M (2007) Emergy analysis for the environmental sustainability of an inshore fish farming system. *Ecological Indicators*, **7**, 290-298.
- Vazzoler AEAM (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*, EDUEM, Maringá.

- Vidal Jr. MVV (2006) Sistemas de produção de peixes ornamentais. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, **51**, 62-74.
- Wickins JF, Lee DOC (2002) *Crustacean Farming Ranching and Culture*, Blackwell Science, Oxford.
- Yuan DR, Yi Y, Yakupitiyage A, Fitzimmons K, Diana JS (2010) Effects of addition of red tilapia (*Oreochromis* spp.) at different densities and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks. *Aquaculture*, **298**, 226-238.
- Zimmermann S, Nair CM, New MB (2010) Grow-out Systems - Polyculture and Integrated Culture. In: *Freshwater Prawns: Biology and Farming* (ed. by New MB, Valenti WC, Tidwell JH, Kutty MN). Willey-Blackwell Publishing, Chicester, pp. 195-217.

## **CAPÍTULO IV - EXPERIMENTO II – USO DE GAIOLAS PARA A PRODUÇÃO DE ACARÁ-BANDEIRA EM POLICULTIVO COM CAMARÃO-MARINHO**

### **1. INTRODUÇÃO**

De acordo com Ribeiro & Fernandes (2008) o uso de gaiolas pode ser empregado para a produção de peixes ornamentais. Assim como para peixes de consumo (Tidwell et al., 2010 ; Sun et al., 2010), a gaiola para produção de ornamentais também pode ser colocada dentro de viveiros escavados. Além disso, pode ser confeccionada com materiais de baixo custo.

Quando produzido solto no viveiro o acará-bandeira tem acesso ao fundo e talude do viveiro, onde se encontram organismos usados para sua alimentação (Chellappa et al., 2010). O uso de gaiolas restringe o acesso a esse potencial alimento e pode reduzir o desempenho e a sobrevivência ao final da produção

Entretanto, para carcinicultores que também desejam produzir peixes ornamentais a gaiola apresenta vantagens de maximizar o uso da área do viveiro e facilitar o manejo diário. Além disso, por aproveitarem o alimento natural que se desenvolve nesse substrato (Wickins & Lee, 2002), os camarões podem auxiliar na limpeza dos tanques-rede e, portanto, apresentarem melhor desempenho (Danaher et al., 2007).

Finalmente, além das vantagens já apresentadas, o uso da gaiola possibilita produzir peixes de idades e tamanhos diversos dentro de um mesmo viveiro e facilita a despesca dos peixes, que pode ser feita a qualquer momento

do ciclo de produção sem a necessidade de rede de arrasto ou esgotamento parcial do viveiro.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo comparar o desempenho produtivo de acarás-bandeira produzidos em viveiros soltos e em gaiolas, em policultivo com camarão-marinho, e comparar a viabilidade econômica e sustentabilidade da produção de ambos os tratamentos.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### *Material biológico e condições experimentais*

O experimento foi conduzido no Setor de Aquicultura da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA por um período de 60 dias. Foram usados 10 viveiros retangulares com paredes de concreto e fundo de terra, medindo 3x5 m e com 0,9 m de profundidade. Para o preparo, os viveiros foram drenados e secos. Em seguida, foram realizados a adubação com superfosfato simples e nitrato de amônio ( $3 \text{ t.ha}^{-1}$ ) e o abastecimento com água de poço artesiano.

Após três dias, os viveiros foram povoados com PL13 de *Litopenaeus vannamei*, adquiridas de uma larvicultura comercial da região, a uma densidade de 25 camarões por  $\text{m}^2$ .

Os peixes foram adquiridos de um produtor da região com peso médio de 0,14 g e comprimento padrão médio de  $1,4 \pm 0,07 \text{ cm}$  ( $n= 33$ ; média  $\pm$ EP) e

foram aclimatados às condições experimentais por cinco dias antes de serem distribuídos nas unidades experimentais. O povoamento dos peixes foi feito cinco dias após o dos camarões.

### *Tratamentos*

Foram testados dois tratamentos: policultivo de acará-bandeira com camarão-marinho com os peixes soltos e policultivo com os peixes em gaiolas. Para o primeiro tratamento cada viveiro foi povoado com 360 juvenis de acará-bandeira, correspondendo a uma densidade de 24 peixes.m<sup>-3</sup>. No segundo tratamento, foram instaladas duas gaiolas de 1m<sup>3</sup> em cada viveiro e colocados 180 peixes por gaiola. A densidade foi de 180 peixes.m<sup>-3</sup> se for considerado somente o volume das gaiolas. As gaiolas foram feitas com tela de nylon do tipo mosquiteiro de abertura de malha aproximada de 1 mm e cor verde. As laterais das gaiolas foram limpas quinzenalmente com uma escova para evitar colmatação excessiva e entupimento das telas.

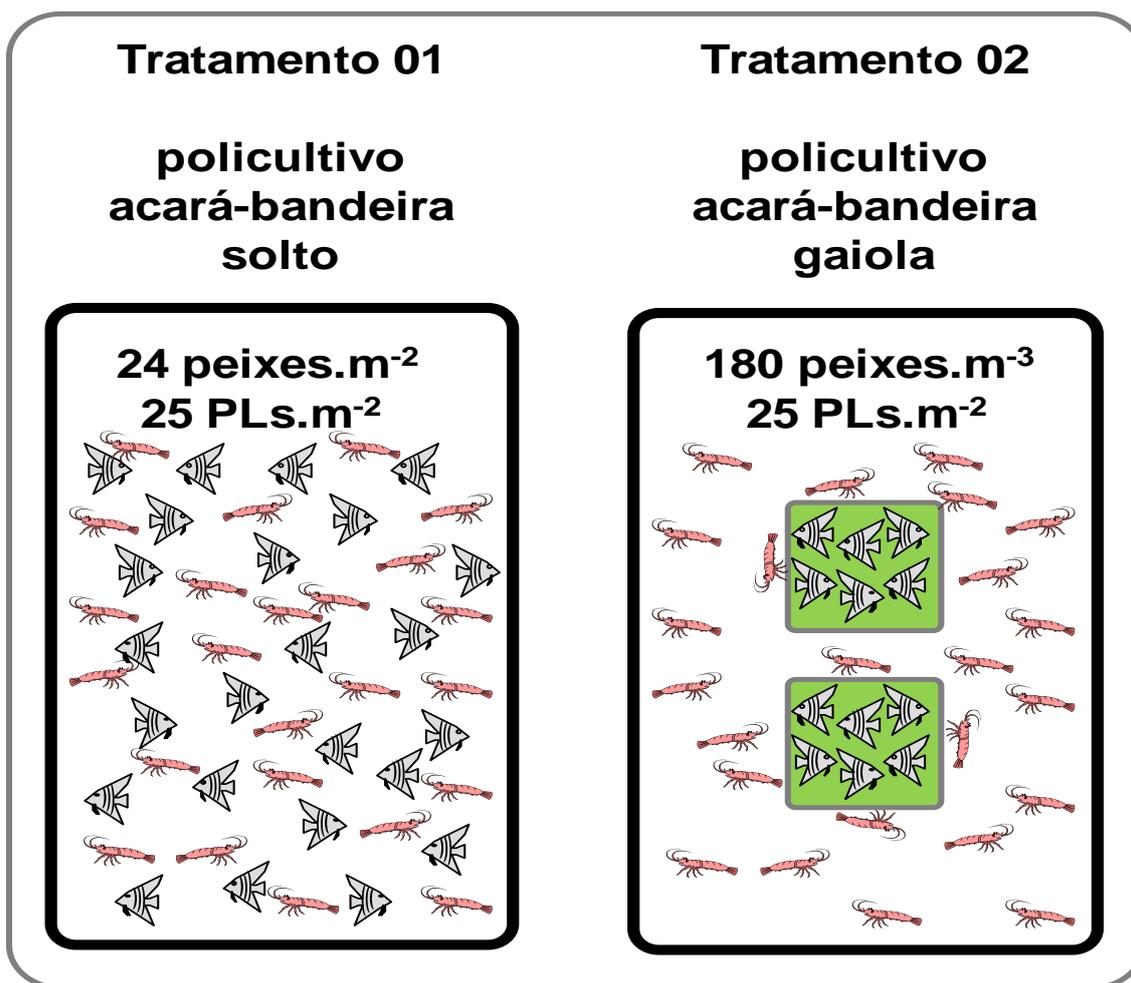


Figura 1. Esquema dos tratamentos usados no experimento “Uso de gaiolas para produção de acará-bandeira em policultivo com camarão-marinho”.

#### *Variáveis físico-químicas da água*

Somente a água perdida por evaporação e infiltração foi repostada durante todo o período experimental. Semanalmente, pela manhã, foram monitorados o oxigênio dissolvido (oxigenômetro YSI, modelo 55), a transparência (Disco de Secchi), o pH (potenciômetro YSI, modelo pH100), a turbidez (espectrofotometria), a concentração de amônia (espectrofotometria) e a salinidade (refratômetro). A temperatura foi monitorada diariamente através de

termômetro de máxima e mínima. todos os parâmetros avaliados se mantiveram dentro do aceito para ambas as espécies.

Tabela 9. Parâmetros de qualidade de água durante o experimento.

Parâmetro	Valor
OD mg.L <sup>-1</sup>	>5,0
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> mg.L <sup>-1</sup>	<0,1
NO <sub>2</sub> mg.L <sup>-1</sup>	<0,1
NO <sub>3</sub> mg.L <sup>-1</sup>	3,3 ±0,9
pH	7,7 ±0,1
Temperatura °C	30,1 ±0,4
PO <sub>4</sub> mg.L <sup>-1</sup>	<0,1
Salinidade g.L <sup>-1</sup>	4 – 5

OD oxigênio dissolvido; NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> amônia total; NO<sub>2</sub> nitrito; NO<sub>3</sub> nitrato ; PO<sub>4</sub> fosfato.

### *Manejo alimentar*

Os peixes e camarões foram alimentados duas vezes ao dia. Os peixes receberam uma dieta seca extrusada com 32% de proteína bruta, 4.500 kcal EB.kg<sup>-1</sup> e granulometria de 0,8 mm na proporção de 6% da biomassa estimada que foi corrigida quinzenalmente. Os camarões foram alimentados com uma dieta seca peletizada com 35% de proteína bruta, 7,5% de extrato etéreo, 5% de fibra bruta e 14% de matéria mineral na proporção de 9% da biomassa durante a primeira semana. A partir desse período a ração foi fornecida 50% a lanço e 50% em uma bandeja de alimentação. A quantidade foi corrigida diariamente de acordo com as sobras de alimento encontrados na bandeja pela manhã, antes da primeira alimentação. Caso as sobras fossem maior que 60%

a alimentação era reduzida em 20%. Caso as sobras fossem menores que 20% a alimentação era aumentada em 20% (Nunes et al., 2010).

#### *Variáveis avaliadas*

Para avaliar o desempenho, a cada duas semanas uma amostra aleatória de 30 peixes e 30 camarões por viveiro foi pesada e medida. Os animais foram retirados com auxílio de uma rede de arrasto feita com tela mosquiteiro. Os parâmetros avaliados ao longo do estudo e ao final estão descritos na tabela 2.

Tabela 10. Parâmetros de desempenho avaliados ao longo do estudo para o acará-bandeira e camarão-marinho.

Espécie	Parâmetros avaliados	
	A cada duas semanas	Ao final
Acará-bandeira	Peso médio Comprimento padrão médio	Taxa de crescimento específico Sobrevivência Biomassa Fator de Condição Uniformidade do lote Conversão alimentar aparente
Camarão-marinho	Peso médio	Sobrevivência Biomassa Consumo aparente Conversão alimentar aparente

Ao final do período experimental, os viveiros foram despescados e todos os animais retirados e contados. A sobrevivência foi calculada dividindo-se o número final pelo número inicial de animais e, posteriormente, multiplicando por

100 para obtenção do valor em porcentagem. A biomassa (BIO) foi calculada multiplicando o peso médio final pelo número final de animais.

Para avaliar o fator de condição (K) foi realizada uma adaptação da fórmula de cálculo do fator de condição alométrico (Vazzoler, 1996), substituindo-se o comprimento total pelo comprimento padrão (CP). Além disso, o coeficiente de regressão entre peso (P) e comprimento padrão (b) de acará-bandeira é estimado em 2,95.

$$K = \frac{P}{CP^{2,95}} \times 100$$

A uniformidade dos lotes de peixes (U) foi calculada por uma adaptação de uma equação proposta por Furuya et al. (1998) usando o número final de peixes em cada unidade experimental (NF) e número de animais com peso total  $\pm 20\%$  em torno da média da unidade experimental ( $N \pm 20$ ).

$$U(\%) = \frac{N \pm 20}{NF} \times 100$$

A conversão alimentar aparente (CAA) foi obtida dividindo-se o consumo da ração pelo ganho de peso obtido no final do período experimental.

#### *Delineamento experimental e análise dos dados*

O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e cinco repetições, totalizando dez unidades experimentais. Foi verificada normalidade e homocedasticidade dos dados e não foi necessária nenhuma transformação. Foram aplicados testes t de Student ( $\alpha=5\%$ ; bi-caudal) para comparação entre as médias de todos os parâmetros ao final do período experimental.

### *Análise de zooplâncton*

Durante o período experimental foram coletadas amostras de zooplâncton dos viveiros com uma rede de plâncton de abertura de 30 cm de diâmetro e malha de 200 micrômetros. As amostras foram fixadas em solução de formaldeído 4% tamponado com tetraborato de sódio (bórax). Após a coleta em campo, as amostras de zooplâncton foram levadas ao laboratório, sub-amostradas com o auxílio do fracionador de Folsom ("Folsom Plankton Splitter") e contadas em câmaras de contagem sob microscópio estereoscópio (lupa). Foram feitas as identificações dos principais grupos zooplanctônicos presentes. A densidade desses grupos foi estimada com base nas contagens, no fator de diluição da sub-amostras e no cálculo do volume filtrado.

### *Análise de viabilidade econômica*

Além da avaliação do desempenho, foi realizada uma análise de viabilidade econômica dos três sistemas produtivos. Foi elaborado um fluxo de caixa com dados de saídas (investimentos, reinvestimentos e despesas operacionais) e de entradas (receita da venda da produção, e valor residual dos bens de capital com vida útil superior ao horizonte do planejamento, estimado em dez anos). Um valor suficiente para suprir os três primeiros meses de despesas operacionais foi considerado como capital de giro no momento zero (saída de caixa) e como valor recuperado no último ano do horizonte de planejamento (entrada de caixa).

Os preços utilizados para a análise econômica foram os praticados no município de Mossoró, no mês de setembro de 2010. A estrutura de produção necessária à criação dos camarões foi considerada como investimento e a depreciação correspondente foi contabilizada. O preço de compra dos alevinos de acará-bandeira foi o praticado em um produtor de peixes ornamentais da região (R\$ 0,20 por alevino). O preço de compra de PLs de *L. vannamei* foi o preço médio praticado na região (R\$ 5,00 o milheiro). O preço de venda atualizado do peixe foi obtido junto a um atacadista de Recife-PE que sinalizou possibilidade de compra da produção (SP < 3 cm de CP R\$ 0,40; P= 3-4 cm R\$0,50; M= 4-6 cm R\$0,60; G= 6-7 cm R\$1,00). O preço de venda do camarão foi o praticado no mercado local (R\$ 8,00 por kg).

Foram avaliados dois cenários relacionados com a área dos viveiros. O primeiro cenário retratou um aquicultor com quatro viveiros de 1.000 m<sup>2</sup> de lamina d'água cada e considerou no caso do acará-bandeira em mono e policultivo a produção correspondente a 100% da área de viveiros. O segundo cenário retratou um aquicultor com quatro viveiros de 10.000 m<sup>2</sup> de lâmina d'água cada e considerou no caso do acará-bandeira em mono e policultivo a produção correspondente ao uso de gaiolas somente em 10% da área de viveiros.

Os indicadores de viabilidade econômica, determinados a partir do fluxo líquido de caixa foram: Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Recuperação do Capital (PRC), Relação Benefício Custo (RBC) e Valor Presente Líquido (VPL).

A TIR é definida como a taxa de juros que iguala as inversões de recursos aos retornos ou benefícios totais obtidos durante a vida útil do investimento e calculada pela relação:

$$\sum_{j=0}^n \text{FLC}_j (1 + \text{TIR})^{-j} = 0$$

Onde:

FLC<sub>j</sub> = Fluxo Líquido de Caixa no ano j

j= 1, 2, 3, 4, ... 10 (horizonte do projeto)

Um projeto será economicamente viável se a TIR for superior à taxa de juros normalmente paga pelo mercado financeiro na captação de recursos, conhecida também como TMA que neste caso foi de 12% ao ano.

O Período de Retorno de Capital (PRC) pode ser definido como o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado, ou refere-se ao tempo em que a soma do Fluxo líquido de caixa torna-se nulo.

$$\text{PRC} = \sum_{j=0}^k \text{FLC}_j = 0$$

Onde:

FLC<sub>j</sub> = Fluxo Líquido de Caixa no ano j

k= Período de Recuperação do Capital (em anos)

A Relação Benefício Custo (RBC) é um método de avaliação econômica que indica a relação entre o valor presente dos benefícios (entradas de caixa) e o valor presente dos custos (saídas de caixa). Assim, a viabilidade do projeto será alcançada com uma RBC maior do que 1.

$$\text{RBC} = \sum_{j=0}^n \frac{B_j (1 + i)^{-j}}{C_j (1 + i)^j}$$

O Valor Presente Líquido (VPL) reflete o valor dos fluxos líquidos de caixa trazidos a valor presente considerando-se uma taxa de desconto, determinado da seguinte forma:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{FLC_j}{(1+i)^j}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido

FLC<sub>j</sub> = Fluxo Líquido de Caixa no ano j

i = taxa de desconto ao ano

j = 1, 2, 3, 4, ... 10 (horizonte do projeto)

#### *Indicadores de Sustentabilidade*

Além da análise de viabilidade econômica, os seguintes indicadores de sustentabilidade social e ambiental foram calculados a partir dos resultados obtidos no experimento, como proposto por Valenti (2008):

A Produtividade demonstra a produção em biomassa por unidade de área e tempo e é expressa em kg/ha/ano.

O Uso de Energia indica qual a quantidade de energia necessária para se produzir uma unidade de biomassa e é expresso em KJ/kg. Neste estudo consideramos apenas o uso de energia elétrica (UEE).

O Custo Proporcional ao Trabalho (CPT) indica quanto das despesas operacionais totais corresponde a mão-de-obra (salários, encargos e benefícios) e é expresso em porcentagem.

A Distribuição de Renda (DR) é calculada dividindo-se o valor gasto com mão-de-obra pelo lucro gerado com a produção e também é expresso em porcentagem.

A Remuneração de Trabalho por Unidade de Produção (RT) indica quanto de mão-de-obra é gasto por unidade de biomassa produzida e é expresso em R\$/kg.

A Geração de Emprego (GE) indica quantos empregos são gerados por unidade monetária gasta no investimento e é expresso em empregos/R\$100.000,00.

## **4. RESULTADOS**

### *Parâmetros produtivos*

Os parâmetros de crescimento do acará-bandeira, peso final, comprimento padrão, taxa de crescimento específico e biomassa apresentaram diferença estatística entre os tratamentos soltos e em gaiolas. Todos esses parâmetros apresentaram médias maiores quando os peixes foram produzidos em gaiolas (figura 2).

A sobrevivência e o fator de condição também apresentaram resultados melhores para os animais produzidos em gaiolas. A uniformidade do lote não foi influenciada pelos tratamentos (figura 3).

A conversão alimentar aparente apresentou pior média para os animais produzidos soltos.

Com relação aos camarões, estes também apresentaram melhores médias de peso médio final e consumo aparente de alimento no tratamento em que os peixes foram produzidos em gaiolas (figura 4).

A sobrevivência, biomassa e conversão alimentar aparente não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A média de conversão alimentar dos camarões foi de 1,8 ( $p=0,17$ )

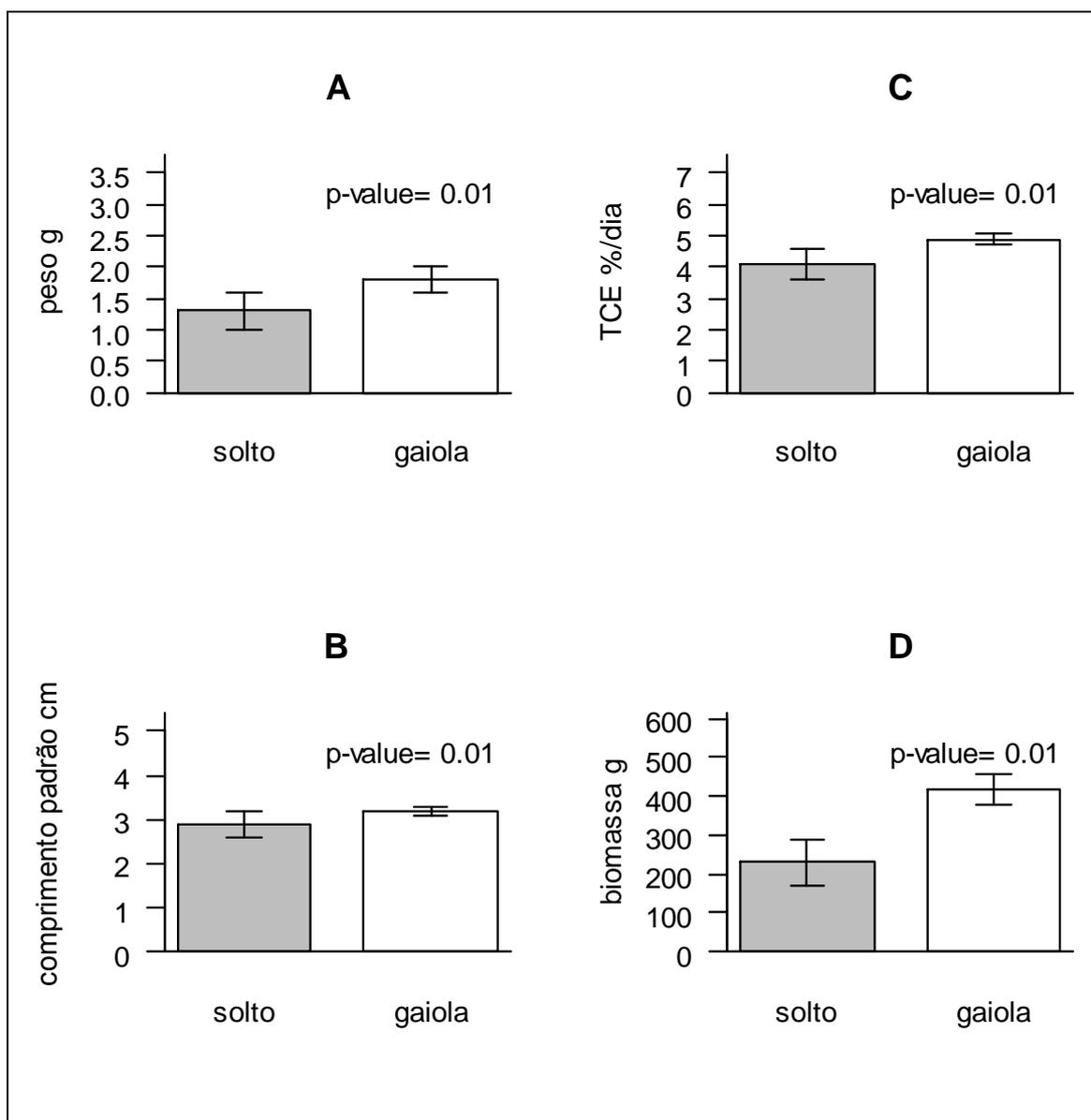


Figura 2. Parâmetros de desempenho avaliados ao final do experimento para acará-bandeira *Pterophyllum scalare* em policultivo soltos ou em gaiolas com camarão-marinho *Litopenaeus vannamei*. A. peso médio final; B. comprimento padrão médio final; C. taxa de crescimento específico; D. biomassa. Figuras com  $p\text{-value}<0,05$  apresentam médias diferentes

estatisticamente de acordo com teste T de Student (bi-caudal,  $\alpha=0.05$ , 8 graus de liberdade).

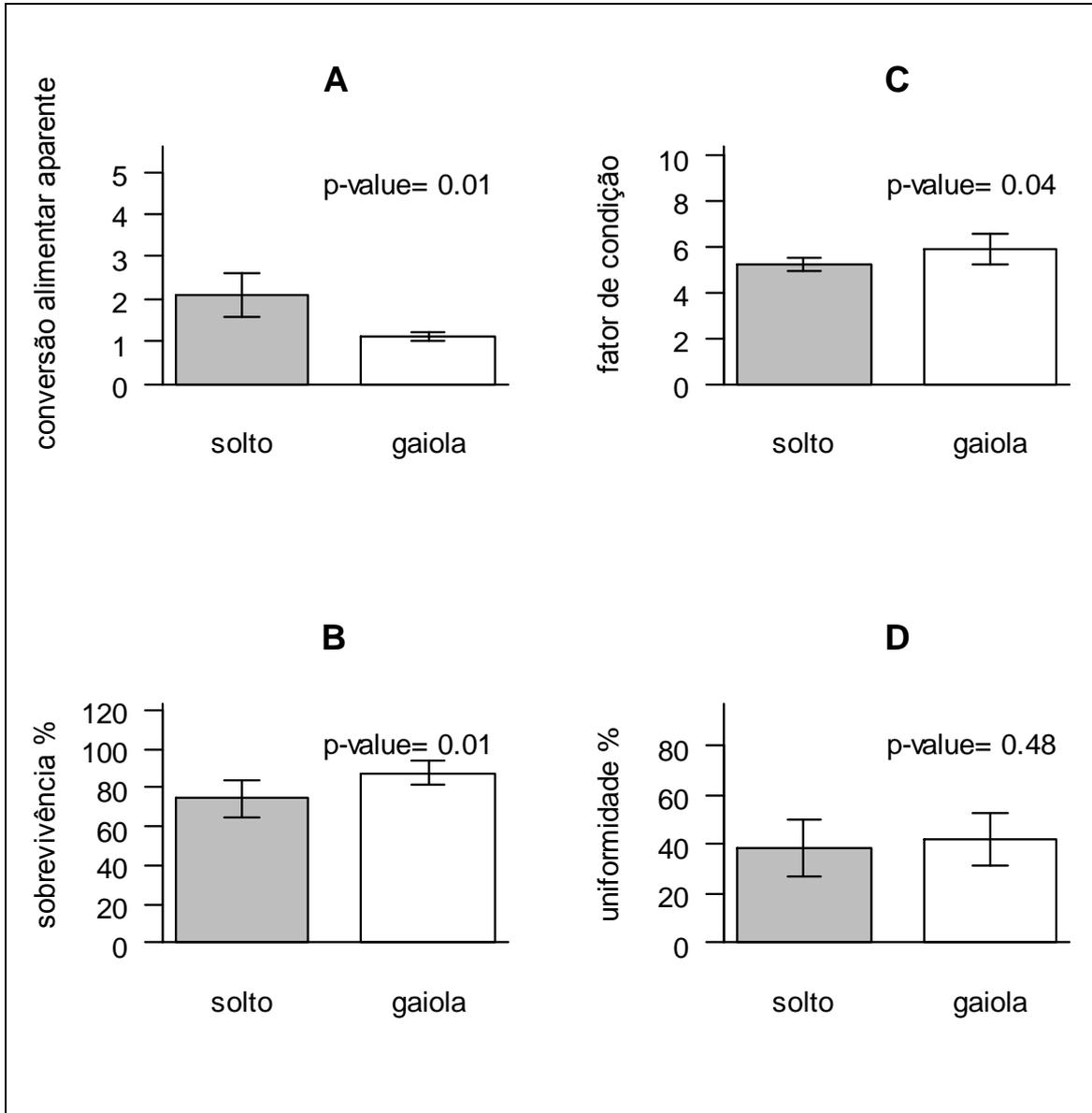


Figura 3. Parâmetros de desempenho avaliados ao final do experimento para acará-bandeira *Pterophyllum scalare* em policultivo soltos ou em gaiolas com camarão-marinho *Litopenaeus vannamei*. A. conversão alimentar aparente; B. sobrevivência; C. fator de condição; D. uniformidade do lote. Figuras com  $p\text{-value}<0,05$  apresentam médias diferentes estatisticamente de acordo com teste T de Student (bi-caudal,  $\alpha=0.05$ , 8 graus de liberdade).

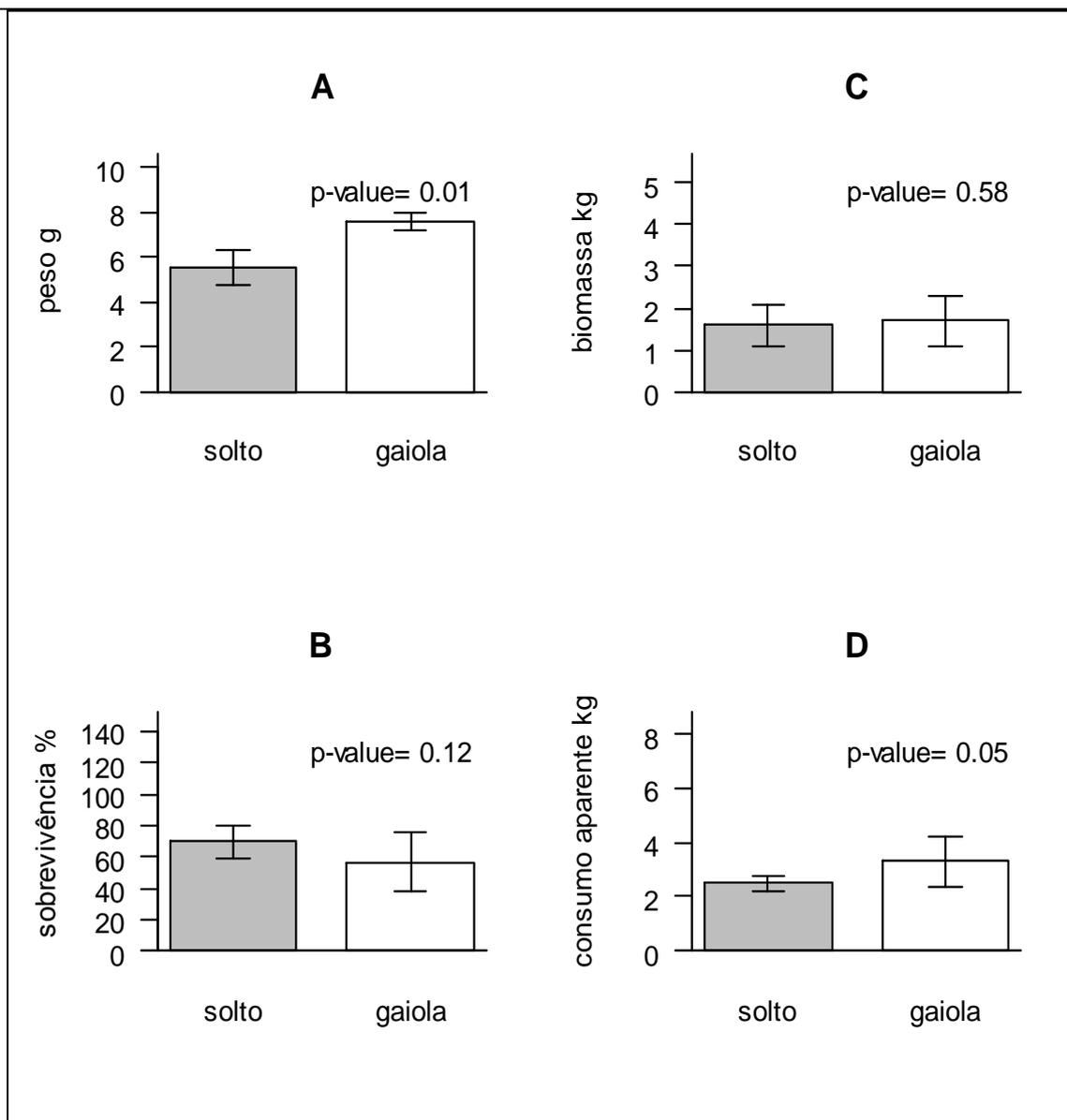


Figura 4. Parâmetros de desempenho avaliados ao final do experimento para camarão-marinho *Litopenaeus vannamei* em policultivo com acará-bandeira *Pterophyllum scalare* soltos no viveiro ou em gaiolas. A. peso. B. sobrevivência; C. biomassa; D. consumo de ração aparente. Figuras com p-value<0,05 apresentam médias diferentes estatisticamente de acordo com teste T de Student (bi-caudal,  $\alpha=0.05$ , 8 graus de liberdade).

#### Análise de zooplâncton

A análise de zooplâncton demonstrou maior frequência de rotíferos e baixas frequências de cladóceros e copépodos nos viveiros, independente do tratamento.

Tabela 11. Valores médios da concentração de grupos de organismos zooplancônicos durante o experimento.

Grupo	org.mL <sup>-1</sup>
Cladóceros	11 ±10
Copépodos	3 ±4
Rotíferos	73 ±28

Tabela 12. Produção de acará-bandeira nas classes de tamanho comercial de acordo com o sistema de produção empregado.

Comprimento Total (cm)	Frequência de produção %	
	Solto	Gaiola
<3	2,7	1,1
3-4	65,3	34,1
4-6	32,0	64,8
6-7	0	0
Total	100,0	100,0

#### *Viabilidade Econômica e Sustentabilidade*

As tabelas de 5 a 8 mostram os resultados da Análise de Viabilidade Econômica e os Indicadores de Sustentabilidade calculados para os três tratamentos considerando os cenários de produção de viveiros de 1.000 m<sup>2</sup> e 10.000 m<sup>2</sup>, respectivamente.

A análise de investimentos demonstra que os investimentos para implantação do policultivo são praticamente os mesmos com ou sem o uso de gaiolas para viveiros de 1000 m<sup>2</sup>, no caso de viveiros de 10.000 m<sup>2</sup> o investimento é quase R\$100.000,00 mais barato quando se usa as gaiolas para produção dos peixes. As despesas operacionais dos dois sistemas são idênticas, mas a receita bruta e conseqüentemente o lucro com a venda dos peixes e do camarão é maior com o uso de gaiolas.

Independente do sistema usado, a aquisição dos alevinos de acará-bandeira é o item com maior participação nas despesas operacionais. A

participação da alimentação artificial de ambas as espécies é bastante semelhante dentro de cada cenário.

Os indicadores de sustentabilidade ambiental e social foram semelhantes entre os tratamentos dentro de cada cenário de área de viveiro.

Tabela 13. Despesas com implantação, operacionais e receitas da produção de acará-bandeira e camarão-marinho em policultivo com o peixe solto e em gaiolas em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 1.000 m<sup>2</sup>. Valores em R\$ por ciclo exceto quando indicado.

	Unidade	solto	gaiola
<b>Implantação</b>	<b>R\$</b>	<b>217.234,50</b>	<b>213.034,50</b>
<b>Despesas Operacionais</b>			
Alimentação		351,71	377,68
Mão-de-obra		692,84	692,84
Energia		375,44	375,44
Embalagem		66,28	71,64
Químicos		30,00	30,00
Outros (alev., PLs, manutenção)		5.093,64	5.091,89
Custo Operacional Efetivo		6.609,91	6.639,49
Depreciação		324,88	329,05
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>6.934,79</b>	<b>6.968,54</b>
<b>Receitas</b>			
acará-bandeira			
CP<3 cm		192,92	92,55
3-4 cm		5.832,33	3.586,23
4-6 cm		3.429,73	8.177,86
camarão		772,54	858,19
<b>Receita Bruta</b>	<b>R\$</b>	<b>10.227,53</b>	<b>12.714,83</b>
<b>Receita Líquida</b>	<b>R\$</b>	<b>3.292,74</b>	<b>5.746,30</b>

Tabela 14. Indicadores de viabilidade econômica e sustentabilidade da produção de acará-bandeira e camarão-marinho em policultivo com o peixe solto e em gaiolas em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 1.000 m<sup>2</sup>.

	Unidade	solto	gaiola
<b>Indicadores de Viabilidade Econômica</b>			
PRC	ano	2,93	1,85
VPL 12%	R\$	243.645,18	577.632,41
RBC	R\$	1,21	1,50
TIR	%	0,34	0,61
<b>Indicadores de Sustentabilidade Ambiental</b>			
Produtividade	kg/ha/ano	7.133,80	8.758,55
UEE	kJ/kg	386,11	314,48
<b>Indicadores de Sustentabilidade Social</b>			
CPT	%MO/COT	9,99	9,94
DR	MO/lucro	21,04	12,06
RT	MO/kg	0,10	0,08
GE	Num empregos/ R\$ 100 mil	0,92	0,94

PRC: período de retorno de capital; VPL: valor presente líquido; RBC: relação benefício custo; TIR: taxa interna de retorno; UEE: uso de energia elétrica; CPT: Custo Proporcional ao Trabalho; DR: Distribuição de Renda; RT: Remuneração do Trabalho por unidade de produção; GE: Geração de Empregos.

Tabela 15. Despesas com implantação, operacionais e receitas da produção de acará-bandeira e camarão-marinho em policultivo com o peixe solto e em gaiolas em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 10.000 m<sup>2</sup>. Valores em R\$ por ciclo exceto quando indicado.

	Unidade	solto	gaiola
<b>Implantação</b>	<b>R\$</b>	<b>742.654,50</b>	<b>643.954,50</b>
<b>Despesas Operacionais</b>			
Alimentação		2.854,74	3.158,23
Mão-de-obra		2.005,58	2.005,58
Energia		375,44	375,44
Embalagem		500,84	554,37
Químicos		300,00	300,00
Outros (alev., PLs, manutenção)		6.437,56	6.396,44
Custo Operacional Efetivo		12.474,16	12.790,05
Depreciação		992,38	809,05
<b>DO Totais</b>	<b>R\$</b>	<b>13.466,55</b>	<b>13.599,10</b>
<b>Receitas</b>			
acará-bandeira			
CP<3 cm		192,92	92,55
3-4 cm		5.832,33	3.586,23
4-6 cm		3.429,73	8.177,86
camarão		7.725,41	8.581,92
<b>Receita Bruta</b>	<b>R\$</b>	<b>17.180,40</b>	<b>20.438,56</b>
<b>Receita Líquida</b>	<b>R\$</b>	<b>3.713,86</b>	<b>6.839,46</b>

Tabela 16. Indicadores de viabilidade econômica e sustentabilidade da produção de acará-bandeira e camarão-marinho em policultivo com o peixe solto e em gaiolas em sistema semi-intensivo em viveiros escavados de 10.000 m<sup>2</sup>.

	Unidade	solto	gaiola
<b>Indicadores de Viabilidade Econômica</b>			
PRC	ano	7,03	3,78
VPL 12%	R\$	-151.745,31	341.590,03
RBC	R\$	0,94	1,14
TIR	%	0,07	0,23
<b>Indicadores de Sustentabilidade Ambiental</b>			
Produtividade	kg/ha/ano	5.928,03	6.668,65
UEE	kJ/kg	464,65	413,04
<b>Indicadores de Sustentabilidade Social</b>			
CPT	%MO/COT	14,89	14,75
DR	MO/lucro	54,00	29,32
RT	MO/kg	0,34	0,30
GE	Num empregos/ R\$ 100 mil	0,27	0,31

PRC: período de retorno de capital; VPL: valor presente líquido; RBC: relação benefício custo; TIR: taxa interna de retorno; UEE: uso de energia elétrica; CPT: Custo Proporcional ao Trabalho; DR: Distribuição de Renda; RT: Remuneração do Trabalho por unidade de produção; GE: Geração de Empregos.

## 5. DISCUSSÃO

### *Parâmetros produtivos*

Ao contrário do esperado, os resultados indicam claramente que o uso de gaiola é preferível para o policultivo de acará-bandeira e *L. vannamei* em viveiros. A produção em gaiolas permitiu maior crescimento, melhor aproveitamento do alimento artificial e maior lucro.

A concentração da mesma quantidade de peixes nas gaiolas em comparação ao viveiro (2m<sup>3</sup> em comparação a 15 m<sup>3</sup>) não apresentou a

esperada redução do crescimento e sobrevivência, como observado com esta (Ribeiro et al., 2010; Ribeiro et al., 2009) e com outras espécies de peixes quando se aumenta a densidade de estocagem (Prithwiraj & Sudip, 2005; Feldlíte & Milstein, 2000; Soares et al., 2002, Sampaio et al., 2001), mesmo mantendo a qualidade da água do cultivo (Jomori et al., 2003; Ellis et al., 2002). Neste último caso o efeito é atribuído às interações agonísticas, territorialidade e dominância. Por outro lado outros autores observam redução destes efeitos com o aumento da densidade (Saxby et al., 2010). O acará-bandeira é uma espécie que vive em cardumes quando jovem e se torna agressiva somente na idade adulta (Chellappa et al., 2010). Portanto outros fatores podem ter maiores influência no crescimento do animal.

A disponibilidade de alimento é diretamente proporcional ao crescimento. Os peixes produzidos soltos, além de terem mais espaço, têm acesso às laterais e ao fundo do viveiro, o que teoricamente, possibilitaria acesso a maior quantidade de alimento natural. Na produção em viveiros escavados a alimentação natural pode chegar a contribuir com até 80% do total consumido pelo animal e por isso tem uma grande importância neste sistema de produção (Carmo et al., 2008). De acordo com Sipaúba-Tavares & Rocha (2003), o aproveitamento do alimento natural depende das características de cada espécie e ainda da sua fase de vida. A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) têm modificações em seus rastros branquiais que os permitem capturar as células microscópicas do plâncton e direcioná-las ao esôfago (Sun et al., 2010; Silva et al., 2007). O acará-bandeira é uma espécie onívora-carnívora que consome organismos bentônicos e zooplanctônicos, além de pequenas larvas de peixes.

A análise de zooplâncton revelou maior frequência de rotíferos em todos os viveiros. Os rotíferos são considerados alimentos de alto valor nutritivo para larvas de peixes (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003). Porém, a abertura de boca dos peixes usados neste estudo, de pelo menos 1000  $\mu\text{m}$ , torna o tamanho do rotífero, que varia entre 40 e 100  $\mu\text{m}$ , muito pequeno para ser ingerido com eficiência.

Os cladóceros e copépodos, que possuem tamanho de até 3 mm, são considerados melhor alimento que os rotíferos por serem mais acessível aos juvenis de acará-bandeira. Como a análise de zooplâncton revelou baixa frequência de cladóceros e copépodos e somente em algumas amostras, esses microcrustáceos não contribuíram como o desejado para o crescimento dos peixes.

No policultivo, o camarão é um potencial competidor pelo alimento bentônico, especialmente larvas de quironomídeos, que são alimento de ambas as espécies. O capítulo III da presente tese evidenciou a ausência destas larvas em viveiros de camarão, enquanto que em viveiros de monocultivo de bandeira apresentaram claramente maior quantidade destes insetos no solo.

Na produção em viveiros, em sistema semi-intensivo, é esperado que o plâncton tenha contribuição significativa na alimentação dos animais cultivados. A composição de zooplâncton é extremamente variável entre regiões e até mesmo entre viveiros de mesma propriedade. Por isso, o conhecimento das espécies de zooplâncton existentes, juntamente com um adequado manejo de adubação e controle de qualidade de água que favoreça o crescimento das espécies desejáveis, aumentaria o aproveitamento do zooplâncton do viveiro pelo peixe.

Segundo Sipaúba-Tavares & Rocha (2003) por ser um ambiente que não propicia total controle das variáveis há uma imprevisibilidade e devido, principalmente, ao florescimento indesejado de algas a produção de alimento natural pode ser comprometida.

Apesar de não ser possível determinar a exata contribuição do alimento natural no crescimento do acará-bandeira, fica evidente que os potenciais alimentos disponíveis ao peixe foram escassos em todos os viveiros e a contribuição do alimento artificial foi mais importante.

O fornecimento de alimento artificial aos peixes foi feito a lanço. No arraçoamento dos viveiros sem gaiolas, o alimento se espalhava pela superfície e parte afundava lentamente e não foi possível verificar o consumo destes grãos. Aparentemente os peixes tiveram mais dificuldades em encontrar a dieta no viveiro. Nas gaiolas toda a ração era fornecida no espaço de 1m<sup>2</sup> e os peixes prontamente subiam a superfície para se alimentar. Mesmo os grãos que afundavam rapidamente eram consumidos imediatamente. De acordo com Saxby et al. (2010), cardumes de acará-bandeira compostos por maior número de peixes procuram o alimento mais rapidamente. Portanto houve maior aproveitamento do alimento artificial nessas condições, o que ficou evidenciado nas médias de conversão alimentar aparente.

As médias de sobrevivência dos peixes produzidos soltos nos viveiros indicaram que a interação agonística, especificamente a predação de peixes pelo camarão, é baixa ou inexistente. É possível observar que neste estudo, como os camarões foram povoados menores, a sobrevivência final dos peixes foi maior do que o estudo anterior (comparação numérica apenas). Isso pode

ser contribuição de predação do peixe pelo camarão. Com o uso de gaiola, esse problema foi eliminado.

Além de proporcionar melhor crescimento para o peixe, houve um efeito positivo da gaiola no peso médio dos camarões. Este efeito foi observado também por Tidwell et al. (2010) com o policultivo de tilápias *Oreochromis niloticus* e camarão-da-malásia *Macrobrachium rosenbergii*. De acordo com estes autores, há duas explicações para esse resultado, a diminuição da competição pelo alimento e aumento da área superficial do viveiro. Neste estudo, constatou-se que o consumo de ração peletizada pelo peixe é insignificante, já que este afunda rapidamente e possui um pélete de tamanho grande para captura pelo peixe. Portanto, o efeito de aumento de área disponível e, conseqüentemente, da produção de perifiton deve ter sido o principal fator responsável pelo aumento do peso dos camarões no tratamento com gaiolas.

Por ser um animal bentônico, a área de superfície disponível para os camarões é extremamente importante. Em sistemas semi-intensivos e intensivos que usam altas densidades de estocagem, é comum o uso de substratos artificiais para aumentar a área do viveiro disponível para o camarão e conseqüentemente a produtividade. O substrato pode ser feito de tela de construção, bambus, troncos e telas mosquiteiros (Tidwell et al., 2010; Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003). Os viveiros usados neste estudo possuem área de superfície de apoio total (fundo e laterais) de aproximadamente 26 m<sup>2</sup>. Com a adição de duas gaiolas de 1m<sup>3</sup>, de acordo com o cálculo normalmente empregado para estimativa de área de substratos artificiais (Tidwell et al.,

2002; Ballester et al., 2007; Tidwell et al., 2000), essa área subiu para cerca de 36 m<sup>2</sup>, ou seja, um aumento de 38% da área.

O crescimento do camarão, sobrevivência e produtividade com a presença do acará-bandeira estão dentro do normalmente obtido em produções comerciais – monocultivo - em águas oligohalinas, como demonstrado por Spanghero et al. (2009). O *Litopenaeus vannamei* tolera uma alta amplitude de salinidade (0,05 a 50 g.L<sup>-1</sup>) (Esparza-Leal et al., 2010), sendo que a composição iônica da água parece ser mais importante do que esse parâmetro para o sucesso da produção (Davis et al., 2004; Saoud et al., 2003). Os íons Ca, Mg e K são fundamentais para o adequado desenvolvimento da espécie (Davis et al., 2005). A água de poço oligohalina usado neste estudo possui todos esses íons em concentrações adequadas ao *L. vannamei*. Por isso, o uso de policultivo demonstrou ser uma estratégia interessante ao carcinicultor.

#### *Viabilidade Econômica e Sustentabilidade*

A análise de viabilidade econômica confirma os dados de desempenho produtivo, pois o sistema que proporciona melhores indicadores é o de gaiolas, independente do tamanho dos viveiros. Quando comparado ao capítulo III, o policultivo em gaiolas demonstrou ser a melhor estratégia, com exceção do monocultivo de acará-bandeira, que não é uma estratégia interessante ao carcinicultor.

Quando se comparou os valores de investimento necessários no cenário de 10.000 m<sup>2</sup>, verifica-se que cerca de R\$ 100.000,00 são gastos a mais no policultivo solto devido à obrigatoriedade de instalação de telas anti-pássaros

para reduzir a predação dos peixes. A produção em gaiolas dispensa esse investimento porque a própria gaiola possui uma tela de cobertura para proteger os animais.

O sistema proposto neste estudo apresenta grande dependência do fornecimento de alevinos de peixe, já que este corresponde a mais de 70% das despesas operacionais no cenário de produção com viveiros de 1.000 m<sup>2</sup>. Mesmo no cenário considerando viveiros maiores essa despesa (cerca de 35% das DO) é maior que o gasto com ração para o camarão, geralmente o maior componente nas despesas do monocultivo semi-intensivo ou intensivo (Shang et al., 1998). O carcinicultor pode optar por produzir os próprios alevinos, mas para isso é necessário realizar uma análise de viabilidade econômica e verificar se os custos serão menores. O sistema de larvicultura intensivo, com uso de aquários, apresentado no trabalho de Ribeiro (2007) apresenta um custo operacional total de R\$ 0,203 por alevino, o que iguala ao preço pago neste trabalho. Neste mesmo estudo, o alevino representou 55% das despesas operacionais. Portanto, sistemas de larvicultura de acará-bandeira mais baratos devem ser pesquisados para viabilizar a atividade. Alguns produtores já utilizam sistemas extensivos de larvicultura e outra opção seria realizá-la em gaiolas também no próprio viveiro.

Os indicadores de sustentabilidade não demonstraram clara vantagem para nenhum dos sistemas ou cenários apresentados. Entretanto, Valenti (2008) apresenta outros indicadores de sustentabilidade ambiental e social que podem ser usados para avaliar um sistema de produção aquícola. Entre os indicadores ambientais podem ser citados o uso do espaço, uso da água, proporção de energia renovável, eficiência no uso de nitrogênio e fósforo. Entre

os indicadores sociais há a equidade salarial, inclusão racial e de gênero, escolaridade, uso de mão-de-obra local. Por isso, um estudo que considere outros indicadores (Mayer, 2008) ou em que outros métodos sejam aplicados, tais como Análise de Ciclo de Vida (Pelletier et al., 2009) ou Análise Emergética (Vassallo et al., 2007), pode gerar indicadores mais relevantes possibilitando uma avaliação mais completa e conclusiva sobre esses sistemas.

## 6. CONCLUSÕES

Apesar de nenhum dos sistemas de produção avaliados apresentar melhor sustentabilidade ambiental ou social com os indicadores testados, o policultivo de acará-bandeira e camarão-marinho, em viveiros escavados em sistema semi-intensivo de produção, deve ser feito com o uso de gaiolas para a produção dos peixes. Este sistema apresenta melhor desempenho e viabilidade econômica do que produzir ambas as espécies soltas, independente do tamanho do viveiro.

## 7. REFERÊNCIAS

- Ballester ELC, Wasielesky Jr W, Cavalli RO, Abreu PC (2007) Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. *Aquaculture*, **269**, 355-362.
- Chellappa S, Yamamoto ME, Cacho MSRF (2010) Biologia, comportamento e reprodução do peixe ornamental acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*).

- In: *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil* (ed. by Baldisserotto B, Gomes LC). UFSM, Santa Maria, pp. 477-485.
- Danaher JJ, Tidwell JH, Coyle SD, Dasgupta S, Zimba PV (2007) Effects of Two Densities of Caged Monosex Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, on Water Quality, Phytoplankton Populations, and Production When Polycultured with *Macrobrachium rosenbergii* in Temperate Ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, **38**, 367-382.
- Davis DA, Boyd CE, Rouse DB, Saoud IP (2005) Effects of Potassium, Magnesium and Age on Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Post-Larvae Reared in Inland Low Salinity Well Waters in West Alabama. *J. World Aquacult. Soc.*, **36**, 416-419.
- Davis DA, Samocha TM, Boyd CE (2004) Acclimating pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity waters. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC), pp. 8.
- Ellis, T, North, B, Scott, A P, Bromage, N R, Porter, M, Gadd, D (2002) The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Anglais*, **61**.
- Esparza-Leal HM, Ponce-Palafox JT, Valenzuela-Quiñónez W, Arredondo-Figueroa JL, García-Ulloa Gómez M (2010) Effects of Density on Growth and Survival of Juvenile Pacific White Shrimp, *Penaeus vannamei*, Reared in Low-salinity Well Water. *J. World Aquacult. Soc.*, **41**, 648-654.
- Feldlite M, Milstein A (2000) Effect of density on survival and growth of cyprinid fish fry. *Aquac. Int.*, **7**, 399-411.

- Furuya WM, Souza SR, Furuya VRB (1998) Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, **3**, 483-487.
- Jomori RK, Carneiro DJ, Malheiros EB, Portella MC (2003) Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. *Aquaculture*, **221**, 277-287.
- Mayer AL (2008) Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment International*, **34**, 277-291.
- Nunes AJP, Sá MVC, Sabry-Neto H (2010) Growth performance of the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed on practical diets with increasing levels of the Antarctic krill meal, *Euphausia superba*, reared in clear-versus green-water culture tanks. *Aquaculture Nutrition*, no-no.
- Pelletier N, Tyedmers P, Sonesson U, Scholz A, Ziegler F, Flysjo A, Kruse S, Cancino B, Silverman H (2009) Not All Salmon Are Created Equal: Life Cycle Assessment (LCA) of Global Salmon Farming Systems. *Environ. Sci. Technol.*, **43**, 8730-8736.
- Prithwiraj J, Sudip B (2005) The Effect of Stocking Density on Growth, Survival Rate, and Number of Marketable Fish Produced of Koi Carps, *Cyprinus carpio* vr. koi in Concrete Tanks. *Journal of Applied Aquaculture*, **17**, 89 - 102.
- Ribeiro FAS (2007) Sistemas de produção para o acará-bandeira *Pterophyllum scalare*. In: *Centro de Aquicultura*. Unesp, Jaboticabal, pp. 50.
- Ribeiro FAS, Fernandes JBK (2008) Sistemas de produção de peixes ornamentais. In: *Panorama da Aqüicultura*, Rio de Janeiro, pp. 35-39.

- Ribeiro FAS, Giannecchini LG, Pereira TS, Fernandes JBK, Martins MIEG (2010) Viabilidade da produção de acará-bandeira *Pterophyllum scalare* e acará-disco *Symphysodon aequifasciatus* em sistema intensivo indoor. In: *Aquaciência 2008: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura III* (ed. by Cyrino JEP, Furuya WM, Ribeiro RP, Scorvo Filho JD). Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, pp. 113-123.
- Ribeiro FAS, Preto BL, Fernandes JBK (2009) Sistemas de criação para o acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Acta Scientiarum Animal Science*, **30**, 459-466.
- Sampaio LA, Ferreira AH, Tesser MB (2001) Efeito da densidade de estocagem no cultivo de tainha, *Mugil platanus* (Gunther, 1880) em laboratório. *Acta Scientiarum Animal Science*.
- Saoud IP, Davis DA, Rouse DB (2003) Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, **217**, 373-383.
- Saxby A, Adams L, Snellgrove D, Wilson RW, Sloman KA (2010) The effect of group size on the behaviour and welfare of four fish species commonly kept in home aquaria. *Applied Animal Behaviour Science*, **125**, 195-205.
- Shang YC, Leung P, Ling B-H (1998) Comparative economics of shrimp farming in Asia. *Aquaculture*, **164**, 183-200.
- Silva AMDd, Gomes LdC, Roubach R (2007) Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **42**, 733-740.

- Sipaúba-Tavares LH, Rocha O (2003) *Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos*, Rima, São Carlos.
- Soares CM, Hayashi C, Meurer F, Schamber CR (2002) Efeito da densidade de estocagem do quinguio, *Carassius auratus* L., 1758 (Osteichthyes, Cyprinidae), em suas fases iniciais de desenvolvimento. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, **24**.
- Spanghero DBN, Silva UL, Pessoa MNC, Medeiros ECA, Oliveira IR, Mendes PP (2009) Utilização de modelos estatísticos para avaliar dados de produção do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivados em águas oligohalina e salgada. *Acta Scientiarum Animal Science*, **30**, 451-458.
- Sun WM, Dong SL, Zhao XD, Jie ZL, Zhang HW, Zhang LC (2010) Effects of zooplankton refuge on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and plankton dynamics in pond. *Aquac. Int.*, **18**, 647-655.
- Tidwell JH, Coyle S, Van Arnum A, Weibel C (2000) Production Response of Freshwater Prawns *Macrobrachium rosenbergii* to Increasing Amounts of Artificial Substrate in Ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, **31**, 452-458.
- Tidwell JH, Coyle SD, Bright LA (2010) Polyculture of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Either Confined in Cages or Unconfined in Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, Ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, **41**, 616-625.
- Tidwell JH, Coyle SD, Van Arnum A, Weibel C (2002) Effects of Substrate Amount and Orientation on Production and Population Structure of Freshwater Prawns *Macrobrachium rosenbergii* in Ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, **33**, 63-69.

Valenti WC (2008) A aqüicultura brasileira é sustentável? In: *Aqüicultura & Pesca*, pp. 36-44.

Vassallo P, Bastianoni S, Beiso I, Ridolfi R, Fabiano M (2007) Emergy analysis for the environmental sustainability of an inshore fish farming system. *Ecological Indicators*, **7**, 290-298.

Vazzoler AEAM (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*, EDUEM, Maringá.

Wickins JF, Lee DOC (2002) *Crustacean Farming Ranching and Culture*, Blackwell Science, Oxford.

## ANEXO - IMAGENS DA EXECUÇÃO DOS EXPERIMENTOS



Figura 1. Embalagem com alevinos de acará-bandeira usados nos experimentos.



Figura 2. Viveiro de 15 m<sup>2</sup> usado nos experimentos com tela anti-pássaro.



Figura 3. Alimentação dos camarões em bandejas.



Figura 4. Alimentação dos peixes nas gaiolas.



Figura 5. Despesca com rede de arrasto com malha de 1mm.



Figura 6. Retirada da gaiola para despesca dos peixes.



Figura 7. Figura 05. Pesagem e medição dos peixes.



Figura 8. Detalhe da retirada de peixes remanescentes e presença de material orgânico no fundo da gaiola.



Figura 9. Abate dos camarões no gelo.



Figura 10. Instalação das gaiolas para o experimento II

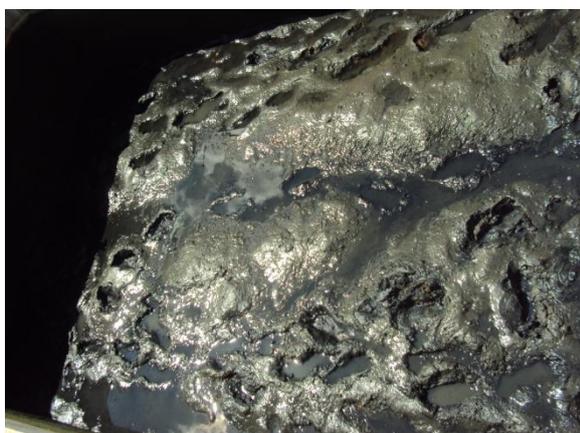


Figura 11. Solo do viveiro imediatamente após a despesca.

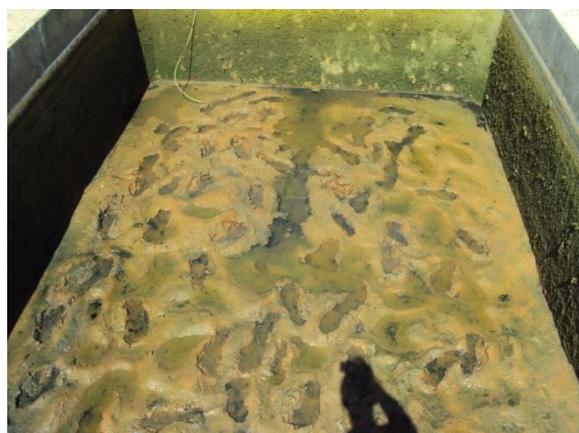


Figura 12. Solo do viveiro um dia após a despesca.