

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

DESEMPENHO PRODUTIVO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE (*Macrobrachium rosenbergii*) E LAMBARIS (*Astyanax altiparanae*) EM CULTIVO INTEGRADO

Vanderson Natale Dias

Orientador: Prof. Dr. Hélcio Luís de Almeida Marques
Coorientador: Dr. Sérgio Henrique Canello Schalch

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

São Paulo

Fevereiro-2020

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

DESEMPENHO PRODUTIVO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE (*Macrobrachium rosenbergii*) E LAMBARIS (*Astyanax altiparanae*) EM CULTIVO INTEGRADO

Vanderson Natale Dias

Orientador: Prof. Dr. Hércio Luís de Almeida Marques
Coorientador: Dr. Sérgio Henrique Canello Schalch

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

São Paulo

Fevereiro-2020

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

D541d

Dias, Vanderson Natale

Desempenho produtivo de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) e lambaris (*Astyanax altiparanae*) em cultivo integrado.

viii, 29f.; il.; graf. tab.

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

Orientador: Hécio Luis Almeida Marques

1. Cultivo integrado. 2. Aquicultura. 3. Produção em cativeiro. 4. Sustentabilidade.
I. Marques, Helcio Luis de Almeida. II. Título.

CDD 595.371

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

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

"DESEMPENHO PRODUTIVO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE
Macrobrachium rosenbergii E LAMBARIS *Astyanax altiparanae* EM
CULTIVO INTEGRADO"

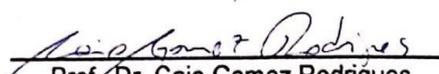
AUTOR: Vanderson Natale Dias

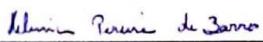
ORIENTADOR: Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Henrique Canello Schalch

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


Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques


Prof. Dr. Caio Gomez Rodrigues


Prof. Dr. Helenice Pereira de Barros

Data da realização: 10 de maio de 2019


Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

Agradecimentos

Início os meus agradecimentos, agradecendo a DEUS e meu Filho, Cauê Santiago Dias, por me darem força e determinação para concluir, mais este projeto de vida.

Deixo aqui os meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Dr. Helcio Luis de Almeida Marques, por acreditar e confiar em mim, por me dar esta oportunidade, pela sua paciência, educação, paz e carinho, pelos ensinamentos e por me dar confiança e segurança para concluir este trabalho, enfim pelo total apoio.

Agradeço muito o meu grande amigo e co-orientador, Dr. Sérgio Henrique Schalch, pela sua confiança em mim, pela sua coordenação, por seus ensinamentos que foram muitos, no decorrer desta jornada no APTA, Polo Regional de Pindamonhangaba SP.

A minha família pelo apoio, compreensão, companheirismo e por estarem prontos a me ajudar quando necessitei.

Aos docentes, funcionários e todos os amigos do Instituto de Pesca, pelo conhecimento transmitido e companheirismo.

Aos grandes amigos que fiz na APTA, Polo Regional de Pindamonhangaba SP, aos meus grandes amigos; Dr^a Adriana, Dr^a Fernanda, João Paiva, Jorge, Roberto (Sorriso), Olavo. Em especial deixo o meu agradecimento, ao meu caro e prezado amigo, Senhor João Resende (02/08/2018†), que nos deixou antes da conclusão deste trabalho, mas do qual participou muito.

A todos os companheiros do Hospital Alvorada de Jacareí, que me deram muito apoio, principalmente: As enfermeiras e supervisoras: Paula Peninnck e Mirella Faria; e aos meus companheiros de plantão e setor: Eryca Coelho, Francisco Bezerra, Marizete Moretti, Kettle Ramos. Hospital em que trabalhei, quando estava desenvolvendo este projeto.

A todos os colegas da “Pós-Graduação”, que trazem experiências e informações muito valiosas para nossa vida profissional, além de ânimo e vontade para conseguirmos concluir esta jornada, que não é fácil, mas com o apoio destes amigos ficou mais leve.

Ao meu prezado, grande amigo e secretário da pós-graduação do Instituto de Pesca, “OCIMAR”.

SUMARIO

AGRADECIMENTOS.....	i
INDICE DE FIGURAS E TABELAS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUCAO GERAL	1
1.1. Aquicultura	1
1.2. Progresso da aquicultura	1
1.3. Aquicultura no Brasil	2
1.4. Sistemas integrados na aquicultura.....	3
1.5. O camarão de água doce, <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	3
1.6. O lambari do rabo amarelo, <i>Astyanax altiparanae</i>	6
2. OBJETIVOS	7
2.1. Geral	7
2.2. Específicos	7
3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO	8
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
CAPITULO 1.....	11
Abstract	12
Resumo	13
Introdução	14
Material e Métodos	19
Resultados	22
Discussão	23
Conclusão	26
Agradecimentos	26
Referências Bibliográficas	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29

INDICE DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1 - Produção no Brasil, da aquicultura continental, por região.....	2
FIGURA 2 - Camarão adulto <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	4
FIGURA 3 - Ciclo de vida do camarão de água doce <i>M. rosenbergii</i> , em ambiente natural.....	5

Capítulo 1

Figura 1 - Desenho, sem escala, do delineamento experimental	17
--	----

Figura 2 - Curva de crescimento dos camarões <i>Macrobrachium rosenbergii</i> em monocultivo e cultivo integrado com lambaris <i>Astyanax altiparanae</i> confinados em TR. MC: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 50 peixes m ⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 25 peixes m ⁻³ de viveiro. Curva de crescimento, com linha de tendência logarítmica e marcadores com do peso. Comparando os 3 tratamentos, no povoamento, nas 3 biometrias e na despesca. Totaliza o ciclo de duração: 133 dias (Peso em Gramas).....	21
---	----

Tabela 1 - Indicadores zootécnicos (Média ± Desvio Padrão (DP)) para lambaris <i>Astyanax altiparanae</i> confinados em TR em monocultivo e em cultivo integrado com camarões <i>Macrobrachium rosenbergii</i> . ML: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado na densidade de 50 lambaris m ⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado na densidade de 25 lambaris m ⁻³ de viveiro; TCE: Taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Ciclo 1 - duração: 70 dias. Letras diferentes sobrescritas às médias significam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0.05).....	19
---	----

Tabela 2 - Indicadores zootécnicos (Média ± DP) para lambaris <i>Astyanax altiparanae</i> confinados em TR em monocultivo e em cultivo integrado com camarões <i>Macrobrachium rosenbergii</i> . ML: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado na densidade de 50 lambaris m ⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado na densidade de 25 lambaris m ⁻³ de viveiro; TCE: Taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Ciclo 2 - duração: 63 dias. Letras diferentes sobrescritas às médias significam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0.05).....	20
---	----

Tabela 3 - TCE: Taxa de crescimento específico (Média ± DP) para lambaris <i>Astyanax altiparanae</i> confinados em TR em monocultivo e em cultivo integrado com camarões <i>Macrobrachium rosenbergii</i> . ML: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado na densidade de 50 lambaris m ⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado na densidade de 25 lambaris m ⁻³ de viveiro; Análise estatística dos 2 ciclos de cultivo 70 dias e 63 dias. Letras diferentes sobrescritas às médias significam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0.05).....	20
--	----

Tabela 4 - Indicadores zootécnicos (Média ± DP) para camarões <i>Macrobrachium rosenbergii</i> em monocultivo e em cultivo integrado com lambaris <i>Astyanax altiparanae</i> confinados em TR. MC: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 50 peixes m ⁻³ de viveiro;	
---	--

CL25: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 25 peixes m⁻³ de viveiro; TCE: Taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Ciclo único - duração: 133 dias.....21

Tabela 5 - Variáveis de qualidade da água (Média ± DP). Temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total (N), Amônia Tóxica (NH₃) e fósforo total (P), com os dados de mínima e máxima, registradas ao longo do período experimental (janeiro a maio de 2017) em cada tratamento e na água de abastecimento (entrada) dos viveiros.....22

RESUMO

Aquicultura é o processo de produção em cativeiro, de organismos predominantemente aquáticos. Empreendedores que trabalham com a aquicultura buscam novas técnicas para a melhoria das práticas de manejo e redução dos danos causados ao meio ambiente. Como alternativa pode-se citar o cultivo integrado, que proporciona um melhor aproveitamento das áreas de produção, já que os resíduos gerados por uma espécie podem ser aproveitados por outra, aumentando a eficiência do sistema e mantendo a integridade dos ecossistemas. Nos últimos anos o cultivo integrado de peixes com camarões tem crescido no Brasil. Vários estudos têm demonstrado a viabilidade técnica e econômica deste sistema de criação. Existem diversas espécies nativas de camarões de água doce com potencial para criação comercial, porém a espécie exótica, *Macrobrachium rosenbergii*, introduzida no Brasil, foi a que melhor se adaptou à criação em cativeiro. O lambari do rabo amarelo, *Astyanax altiparanae*, é uma espécie rústica, de pequeno porte, que possui fácil adaptação ao ambiente confinado. Devido a estas condições, essa espécie é considerada com grande potencial para a aquicultura, tanto para consumo como para o mercado de iscas vivas para a pesca esportiva. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* livres em viveiro em cultivo integrado, com lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em tanques-rede em duas densidades de estocagem.

Palavras-chave: Cultivo integrado, Aquicultura, Produção em cativeiro, Sustentabilidade ambiental.

ABSTRACT

Aquaculture is the production process in captivity, of predominantly aquatic organisms. Entrepreneurs who work with aquaculture are looking for new techniques to improve management practices and reduce damage to the environment. As an alternative, we can mention the integrated cultivation, which provides a better use of the production areas, since the waste generated by one species can be used by another, increasing the efficiency of the system and maintaining the integrity of the ecosystems. In recent years, the integrated cultivation of fish with shrimp has grown in Brazil. Several studies have demonstrated the technical and economic viability of this breeding system. There are several native species of freshwater shrimp with potential for commercial breeding, but the exotic species, *Macrobrachium rosenbergii*, introduced in Brazil, was the one that best adapted to captive breeding. The yellow tailed lambari, *Astyanax altiparanae*, is a rustic, small species, which has easy adaptation to the confined environment. Due to these conditions, this species is considered to have great potential for aquaculture, both for consumption and for the live bait market for sport fishing. The objective of this work was to evaluate the productive performance of free freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* in an integrated nursery, with lambaris, *Astyanax altiparanae* confined in net tanks in two stocking densities.

Key words: Integrated farming, Aquaculture, Captive farming, Environmental sustainability.

1. INTRODUCAO GERAL

1.1. Aquicultura

Atualmente, a aquicultura é considerada uma das atividades do setor produtivo que mais se desenvolveu no Brasil nas últimas décadas, o que possibilitou o desenvolvimento socioeconômico de regiões impróprias para a agricultura, criando empregos e fixando o pescador artesanal nas comunidades (EMBRAPA, 2018).

Segundo a FAO (2018), a produção total de pescado em 2016, atingiu 171 milhões de toneladas. A captura de pescado em águas continentais foi de 11,6 milhões de toneladas, representando 12,8% da produção mundial de captura de pescado. A produção na aquicultura continental de peixes, foi de 54,1 milhões de toneladas, sendo que (51,4%) do total foi proveniente da aquicultura continental e (28,7%), da aquicultura marinha. Na produção mundial da aquicultura o Brasil está em 13º lugar com 0,6 milhões de toneladas, em 1º lugar está a China, com mais de 49,2 milhões de toneladas produzidas em 2016 (FAO, 2018).

1.2. Progresso da Aquicultura.

Durante o período pré-histórico (9.000 AC), o homem começou a se fixar e criar comunidades, o que fez com que reduzisse a disponibilidade da caça ao seu redor (ATALAY e HASTORF, 2006). Durante este período, não existem sinais arqueológicos de atividade ligada ao cultivo de organismos vivos aquáticos, que não a pesca extrativista (BOWMAN, 1980). OLIVEIRA (2009) relata que foram encontrados registros históricos evidenciando a técnica da aquicultura, em documentos e manuscritos chineses datados de 4.000 anos atrás, e sendo mencionada até em hieróglifos egípcios. Empregando pouca ou nenhuma, tecnologia na aquicultura, e a piscicultura consistia em armazenar diversas espécies de peixes, em um ambiente propício, que não demandava adição de insumos ou recursos externos.

Nos dias atuais a aquicultura é uma importante fonte alimentar e, tem uma grande contribuição para os estoques alimentícios mundiais, mostrando que a aquicultura, apresenta-se como sendo uma atividade que vem compensando à prática extrativista, que tem ultrapassado seus limites sustentáveis, e revela-se como uma opção interessante para empreendedores de todos os portes (SANDOVAL JÚNIOR, 2010).

Empreendedores que trabalham com a aquicultura estão buscando novas técnicas para a melhoria das práticas de manejo e redução dos danos causados ao meio ambiente. Como alternativa pode-se citar o cultivo integrado, que proporciona um melhor aproveitamento das áreas de produção, já que os resíduos gerados por uma espécie podem ser aproveitados por outra, aumentando a eficiência do sistema (MELO *et al.*, 2016).

1.3. Aquicultura no Brasil.

A produção brasileira de pescado em 2018 foi de 722.560 toneladas com crescimento de 4,5%. E segundo dados da FAO (2018), em 2016 a região Sul brasileira, teve a maior produção, com 178.500 toneladas, seguida pela região Sudeste, com 115.300 toneladas. Figura 1 mostra a produção brasileira de pescado via aquicultura continental em 2016.

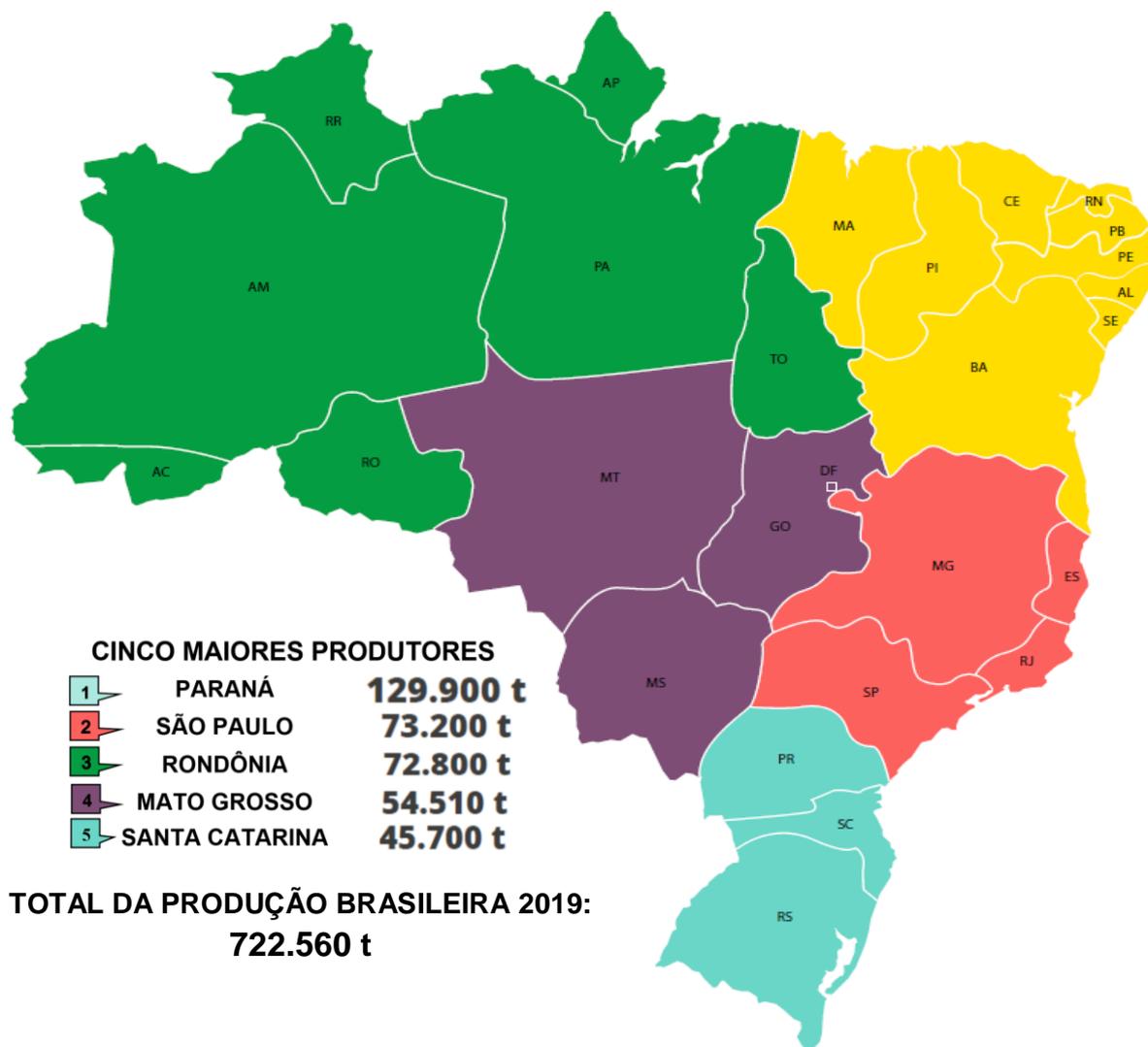


FIGURA 1 - Produção no Brasil, da aquicultura continental, por região (Mil/toneladas).
Fonte: ANUÁRIO PEIXE BR (2019)

1.4. Sistemas integrados na aquicultura

Sistemas integrados de aquicultura podem ser definidos como sistemas de aquicultura que compartilham recursos com outras atividades aquícolas ou de agricultura (FAO, 2013). Atualmente muitos autores confundem sistemas integrados com Aquicultura Sustentável, Aquicultura Responsável, e outros (Marques et al., 2016). Também não deve ser confundido com “policultivo”, que é a arte de cultivar duas espécies num mesmo viveiro, muitas vezes sem haver o compartilhamento (Zimmermann *et al.*, 2010).

O policultivo é praticado na China há mais de mil anos, estendendo-se gradativamente para outras regiões no mundo (Opuszynski e Shireman, 1995). O sistema integrado é realizado principalmente para aumentar a produção do cultivo, por meio da utilização mais eficiente dos recursos naturais disponíveis, como as fontes alimentares e o espaço de cultivo. Além disso, o sistema otimiza o uso das instalações e da mão de obra, ampliando a sustentabilidade ambiental e econômica (Silva *et al.*, 2006), podendo ser altamente produtivo, podendo ser muito lucrativo e pode diminuir, o impacto ambiental (Valenti, 2002). Nesse contexto o cultivo integrado se encaixa nos princípios da aquicultura sustentável, uma vez que visa reduzir o impacto ambiental da atividade, melhorando a eficiência da alimentação, a qualidade da água e aumentando a renda dos produtores (Martínez-Porchas *et al.*, 2010)

Nos últimos anos o cultivo integrado de peixes com camarões, vem sendo disseminada no Brasil, destacando-se o cultivo integrado de tilápias com camarão (Marques et al., 2016). Alguns estudos têm demonstrado a viabilidade técnica e econômica deste sistema de criação (Valenti, 2002; Rodrigues, 2017).

1.5. O camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii*

O *Macrobrachium rosenbergii*, mais comumente conhecido como camarão da Malásia (FIGURA 2), é uma espécie exótica originária dos países do Indo-Pacífico (Malásia, Índia, Vietnã, Bangladesh), sendo foi introduzida no Brasil em meados de 1977 (Ribeiro e Logato, 2016). Este crustáceo faz parte da macrofauna bentônica de ecossistemas aquáticos, sendo encontrado junto ao fundo de rios, lagos, reservatórios e regiões estuarinas (Holthuis, 1950; Ling, 1969). Apresenta preferência por água com temperaturas na faixa de 28 a 30°C, que é considerada ideal para seu cultivo (Valenti, 1985). Temperaturas inferiores a 15°C são letais para *M. rosenbergii*, promovendo grande mortalidade, sendo esta minimizada, no ambiente

natural, com migrações para áreas mais quentes ou de menor profundidade, onde há possibilidade, de elevar a sua temperatura corpórea (Cavalcanti *et al.*, 1986). Na natureza, sua dieta é onívora, alimentando-se de organismos zoobentônicos (vermes, moluscos, larvas e insetos aquáticos) e vegetais (algas, plantas aquáticas, folhas tenras, sementes e frutas) (Ling e Merican, 1961; Ling, 1969).



FIGURA 2 - Camarão adulto *Macrobrachium rosenbergii*. Foto tirada na dependência do APTA regional, Pindamonhangaba SP. Fonte: DIAS. V. N.

O ciclo produtivo deste animal inicia-se no rio (região de água dulcícola) e sua metamorfose se completa próximo ao mar (região de água salobra), ou seja, as fêmeas ovíferas descem os rios em direção às regiões estuarinas onde liberam as larvas através da eclosão dos ovos situados em sua cavidade abdominal. Após 20 a 28 dias as larvas se metamorfoseiam em pós-larvas e retornam às regiões de água doce, para seguir o seu ciclo de vida. A Figura 3, apresenta um desenho esquemático do ciclo de vida da espécie *M. rosenbergii*, no ambiente natural.

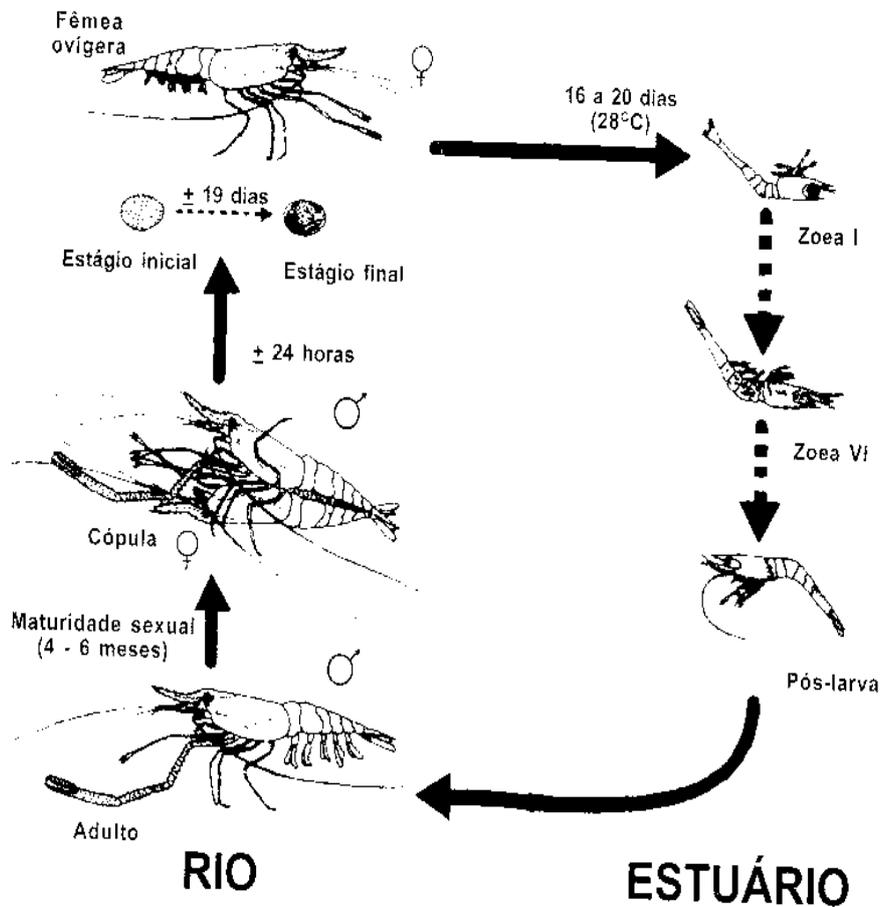


FIGURA 3 - Ciclo de vida do camarão de água doce *M. rosenbergii*, em ambiente natural. Fonte: VALENTI (1999)

No Brasil, existem diversas espécies nativas de camarões de água doce com potencial para criação comercial, porém, a espécie exótica *M. rosenbergii* melhor se adaptou a atividade de criação em cativeiro, superando as outras, devido principalmente, às suas características biológicas, tais como: fácil reprodução em cativeiro, alta fecundidade, rápida taxa de crescimento, rusticidade e resistência a doenças (Sick e Beaty, 1974; Coelho *et al.*, 1981; Valenti, 1985).

A criação desta espécie, constitui uma atividade comprovadamente lucrativa e com mercado promissor. O cultivo em cativeiro envolve duas etapas: a produção de pós-larvas ou larvicultura e a engorda. A larvicultura é a etapa mais onerosa e complexa do cultivo, devido aos altos investimentos em infraestrutura, equipamentos laboratoriais e custos operacionais, exigindo pessoal treinado para a sua execução. A engorda é realizada em viveiros escavados com água doce (rio ou minas), devido alguns animais apresentam um crescimento, mais rapidamente que os outros, em decorrência do fenômeno assincrônico (dominância). Após 5 a

7 meses, dependendo de fatores ambientais como temperatura, alimentação, teor de oxigênio dissolvido, entre outros fatores, começam a aparecer camarões de tamanho comercial, com 30g e 11cm. Por esta razão recomenda-se fazer a despesca seletivas. Esta despesca deve ser realizada a cada 15 dias, nos viveiros de engorda e após quatro ou cinco despesca seletivas, faz-se a despesca total (Valenti *et al.*, 201). Para o cultivo desta espécie e mais indicado e utilizado o sistema de cultivo semi-intensivo, uma vez que a espécie não tolera intensificação, devido ao seu comportamento territorialista.

Devido à sua biologia e comportamento, os camarões de água doce são excelente opção para cultivos integrados com peixes não carnívoros, já que são onívoros e detritívoros e ocupam o espaço bentônico dos viveiros, podendo aproveitar muito bem detritos e resíduos de ração gerados pela piscicultura (Marques *et al.*, 2016).

1.6. O lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax altiparanae*.

O nome popular “lambari” é aplicado a um grupo de peixes de pequeno porte, pertencente à família dos caracídeos, que se distribuem amplamente na região neotropical, e povoam lagos, pequenos riachos e grandes rios formadores das bacias hidrográficas (Martinez e Cólus, 2002).

O lambari *Astyanax altiparanae*, ou lambari-de-rabo-amarelo, apresenta grande importância ecológica, comercial e econômica. Esta espécie é rústica, podendo atingir 10 a 15 cm de comprimento e 60 g de peso, apresentando fácil adaptação ao ambiente de cultivo. Possui hábito alimentar onívoro, aceita bem a alimentação artificial, tem um ciclo de vida rápido, crescimento precoce, alta fecundidade, chegando à maturidade sexual com cerca de quatro meses de idade em condições de cultivo e desovando mais de uma vez por ano. Devido a essas condições, essa espécie é considerada grande potencial para a aquicultura (Porto-Foresti *et al.*, 2001; Garutti, 2003; Sabbag *et al.*, 2011). Porém, as informações na literatura, para o tempo de despesca ainda são conflitantes. A maior parte dos autores recomendam que a despesca, seja feita com 60 a 120 dias.

A produção brasileira de lambaris no ano de 2015 foi de 244 toneladas, e movimentou cerca de R\$ 1,6 milhões, sendo que a região sudeste é a maior produtora e o estado de São Paulo o maior produtor, com aproximadamente 74 toneladas correspondendo a 29% da produção nacional (IBGE, 2015).

O desenvolvimento da criação de lambari no Brasil ocorreu principalmente, pela demanda por iscas vivas para a pesca esportiva. Nos dias atuais observa-se o crescimento de vários

outros nichos de mercado voltados a lambaricultura, como: petiscos para consumo humano, peixe forrageiro em lojas de aquarofilia e para enriquecimento ambiental e ornamental e de alimento para espécies carnívoras (Silva *et al.*, 2011).

Atualmente existe alternativas tecnológicas para o cultivo de lambari, podendo se destacar a criação em sistema integrado, com outras espécies de animais como os camarões e até mesmo outros peixes, principalmente aqueles não carnívoros maiores como o pacu. Entretanto, a criação do lambari com peixes maiores apresenta uma dificuldade de manejo, principalmente durante a despesca dos peixes maiores, pode resultar em significativa mortalidade dos lambaris, devido às lesões e estresse causados durante a manipulação das redes de arrasto, sendo, por isso, mais indicada a prática do monocultivo para um melhor desempenho da criação ou cultivo integrado com os lambaris confinados em tanque rede (Porto-Foresti *et al.*, 2001). No cultivo integrado, com camarões e lambaris, os lambaris possuem ciclo de cultivo, mais curto (60 a 120 dias) do que os dos camarões (150 a 180 dias), os produtores podem optar pelo cultivo do lambari em confinamento.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o desempenho produtivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* livres em viveiro em cultivo integrado com lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em tanques-rede em duas densidades de estocagem.

2.2. Específicos

- a) Comparar o desempenho produtivo do camarões e lambaris em cultivo integrado e monocultivo, tanto de camarões como de lambaris;
- b) Comparar duas densidades de cultivo de lambaris em sistema integrado com camarões (25 e 50 peixes m⁻³ de viveiro);

3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO

Com a finalidade de publicar os resultados do presente trabalho, foi elaborado o artigo científico intitulado “Desempenho produtivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e lambaris *Astyanax altiparanae* em cultivo integrado”, o qual será apresentado a seguir, no capítulo 1 conforme as normas para publicação do periódico científico “Aquaculture Research”, classificado como o nível B-1 no QUALIS/CAPES, para a área de “Zootecnia e Recursos Pesqueiros”.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação brasileira de piscicultura. Anuário peixe BR da piscicultura. 2018. Brasil é o 4º maior produtor mundial de Tilápia. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2018/AnuarioPeixeBR2018.pdf>>. Acesso 28 maio 2018.

Associação brasileira de piscicultura. Anuário peixe BR da piscicultura. 2019. Produção brasileira cresce 4,5% e atinge 722.560 toneladas. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf?>>. Acesso 04 julho 2019.

Atalay, S.; Hastorf, C., 2006. Food, meals, and daily activities: food habitus at neolithic catalhoyuk. *American Antiquity*, v. 71, n.2, p. 283-319.

Bowman, J.C., 1980. Animais Úteis ao homem. São Paulo: EPU.

Cavalcanti, L. B.; Correia, E. S.; Cordeiro, E.A. 1986. Manual de cultivo do *Macrobrachium rosenbergii* (pitu havaiano - gigante da Malasia). Aquaconsult, Recife. 143 p.

Coelho, P.A; M. Ramos-Porto C.M.A; Soares. 1981. Cultivo de camarões do gênero *Macrobrachium* Bate (Decapoda, Palaemonidae) no Brasil. Natal, EMPARN, 6 (1): 66p.

Costa, L.C.O; Xavier, J.A.A.; Neves, L.F.M; Azambuja, A.M.V; Wasielesky Junior, W; Figueiredo, M.R.C. 2013. Polyculture of *Litopenaeus vannamei* shrimp and *Mugil platanus* mullet in earthen ponds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(9): 605-611.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. PI (aquicultura) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. *Fisheries and Aquaculture Department. Statistics.* Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/en>>. Acesso em 10/04/2018.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e Organização Mundial da Saúde. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 17 - 19 p. (pdf).

Garutti, V., 2003. Piscicultura ecológica. São Paulo: Ed. UNESP, 332 p.

Holthuis, L.B. 1950. The Decapoda of the Siboga-Expedition. Part X. The Palaemonidae, collected by the Siboga and Snellius expeditions, with remarks on other species I. *Subfamily Palaemoninae*. Siboga Expedition, 39 (9): 1-268.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Produção da Pecuária Municipal. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 43: 1-49.

Ling, S.W; Merican, A.B. 1961. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Proc. Indo-Pacif. Fish. Counc.*, 9 (2): 55-60.

Ling, S.W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *FAG Fisheries Report*, 3 (37): 589-606.

Martínez Porchas, M; Martínez Córdova, L.R; Porchas Cornejo, M.A; López Elias, J.A. 2010. Shrimp polyculture: a potentially profitable, sustainable, but uncommon aquacultural practice. *Reviews in Aquaculture*, 2 (2): 73-85.

Martinez, C.B.R; Cólus I.M.S; E., Shibatta, A.O; Pimenta, J. A. 2002. Biomarcadores em peixes neotropicals para o monitoramento da poluição aquática na bacia do rio Tibagi. In: Medri M.E., Bianchini. Editores. Londrina: MC Gráfica; p. 551-77.

Melo, P.E; Oshiro, L.M.Y; Fugimura, M.M.S; Da Costa, T.V; Flor, H.R; Sant'ana, N F. 2016. Monocultivo e policultivo do camarão, *Litopenaeus Schmitti*, e do Parati, *Mugil Curema* em sistema de bioflocos e água clara. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 42(3): 532-547, 533p.

Oliveira R.C. 2009. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*. 2 (1):71-89.

Opuszynski, K.; Shireman, J. V. 1995. Herbivorous fishes: culture and use for weed management. *National Fisheries Research, Center*. 365 p.

Porto-Foresti, F; Castilho-Almeida, R. B; Foresti, F. 2013. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Ed.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora UFSM, p. 101-115.

Porto-Foresti, F; Oliveira, C; Foresti, F; Castilho-Almeida, R.B. 2001. Cultivo do Lambari: Uma espécie de pequeno porte e grandes possibilidades. *Panorama da Aquicultura*, v.11, n. 67, p. 15-19.

Ribeiro, P.A.P, Logato, P.V.R. 2016. Apostila: Criação de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*). Departamento de Zootecnia da UFLA.

Rodrigues, C.G. 2017. Viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas de produção de lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax lacustres* e camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Tese de doutorado, Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, 59 p.

Sabbag, O. J; Takahashi, L. S; Silveira, A. N; Aranha, A. S. 2011. Custos e Viabilidade econômica da produção de lambari-do-rabo-amarelo em Monte Castelo/ SP: Um estudo de caso. Boletim Instituto Pesca, São Paulo, 37(3): 307 – 315.

Sandoval Júnior, P. 2010. Manual de criação de peixes em tanques-rede. Brasília: CODEVASF.

Sick, L.V; Beat, H. 1974. Culture techniques and nutrition studies for larval stages of the giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Techn. Rep. Ser. 74 (5):32p.

Silva, L.B; Barcellos, L.J.G; Quevedo, R.M; Souza. S.M.G; Kreutz, L.C; Ritter, F; Finco, J.A; Bedin, A.C. 2006. Alternative species for traditional carp polyculture in southern South America: Initial growing period. Aquaculture. 255, 417-428.

SILVA, N.J.R; LOPES, M.C; FERNANDES, J.B.K; HENRIQUES, M.B. 2011. Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no Estado de São Paulo. Informações Econômicas, 41:17-28.

Valenti, W.C. 1985. Cultivo de camarões de água doce. Nobel, São Paulo, Brasil, 86p.

Valenti, W.C; 1999. Criação do camarão da Malásia. Jaboticabal: FUNEP, 53p.

Valenti, W.C. 2002. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para produção de camarões de água doce. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 12o, Goiânia, 2002. Anais...p. 99-106

Valenti, W.C. 2002. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. pp.111-118.

Valenti, W.C; New, M. B; Salin, K. R; Tidwell, J. H; D'Abramo, L. R; Kutty Eds, M. N. 2010. Grow-out Systems: Monoculture. pp. 154-179. In: Freshwater prawns: biology . Oxford: Wiley-Blackwell .

Zimmermann, S; Rodrigues, J.B.R. 1998. Policultivo do camarão de água doce com Peixes. In: Valenti, W.C. (Editor), Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões. IBAMA/FAPESP, Brasília, DF, Brazil. p. 269-278.

CAPITULO 1

Artigo Científico

(A ser encaminhado à publicação no periódico Aquaculture Research)

Desempenho produtivo de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) e lambaris (*Astyanax altiparanae*) em cultivo integrado.

**Desempenho produtivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e lambaris
Astyanax altiparanae em cultivo integrado**

**Productive performance of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* and lambaris
Astyanax altiparanae in integrated culture**

Vanderson Natale Dias, Sérgio Henrique Schalch, Helcio Luis de Almeida Marques,

Fisheries Institute – São Paulo State Agricultural Department, Av. Francisco Matarazzo 455, 05001-900 São Paulo, SP, Brazil.

Abstract

Global production of freshwater prawns has grown greatly, and there is now a trend towards sustainable forms of cultivation, such as integrated fish farming. Thus, the objective of this work was to evaluate the productive performance of free freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* in nursery in integrated cultivation with lambs *Astyanax altiparanae* confined in net tanks at two stocking densities (25 and 50 m⁻³). The experiment was carried out at the Center of Aquaculture of the Regional Pole of the Paraíba Valley, APTA, SAA, in Pindamonhangaba (SP), using 16 masonry tanks with 16 m² and tanks (TR) with 1.20 m³ for confinement two lambaris. A cycle of shrimp cultivation (133 days) and two cycles of lambaris cultivation (70 and 63 days) were carried out, following a completely randomized design with four treatments: ML: lambaris monoculture; MC: Shrimp monoculture; LC50: Integrated culture; CL25: Integrated culture. The zootechnical indicators evaluated were: survival, mean individual weight and length, biomass, productivity, specific growth rate and apparent feed conversion. Data were submitted to the Shapiro-Wilks, Bartlett, ANOVA and Tukey tests. The environmental variables analyzed were: temperature, dissolved oxygen and pH of the water, weekly in the nurseries and inside the TR. Once every 30 days, water samples were collected for the determination of the total ammonia nitrogen, total nitrogen and total phosphorus content. The results showed that there was no significant difference between the zootechnical indicators for the two species raised in monoculture or in integrated culture, and that the density of 50 m⁻³ of nursery for lambaris was better than that of 25 m⁻³ of nursery, in terms of productivity and biomass. The values of total nitrogen and total ammonia nitrogen in the

inflow water of the nurseries were always higher than in the water outlet of the nurseries. It is concluded that the integrated cultivation of the two species in the system studied is feasible from the zootechnical point of view, for growth and production.

Keywords: Integrated production, Polyculture, Environmental sustainability, Network tanks.

Resumo

A produção mundial de camarões de água doce tem crescido grandemente, sendo que atualmente há uma tendência em se praticar formas sustentáveis de cultivo, como o cultivo integrado com peixes. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* livres em viveiro em cultivo integrado com lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em tanques-rede em duas densidades de estocagem (25 e 50 m⁻³). O experimento foi realizado no Centro de Aquicultura do Polo Regional do Vale do Paraíba, APTA, SAA, em Pindamonhangaba (SP), utilizando 16 tanques de alvenaria com 16 m² e tanques rede (TR) com 1,20 m³ para o confinamento dos lambaris. Foram realizados um ciclo de cultivo de camarão (133 dias) e dois ciclos de cultivo de lambaris (70 e 63 dias), seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos: ML: Monocultivo de lambaris; MC: Monocultivo de camarões; CL50: Cultivo integrado; CL25: Cultivo integrado. Os indicadores zootécnicos avaliados foram: sobrevivência, peso e comprimento médios individuais, biomassa, produtividade, taxa de crescimento específico e conversão alimentar aparente. Os dados foram submetidos a aos testes de Shapiro-Wilks, Bartlett, ANOVA e ao teste de Tukey. As variáveis ambientais analisadas foram: temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água, semanalmente nos viveiros e no interior dos TR. Uma vez a cada 30 dias, foram coletadas amostras de água para a determinação do teor de nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total e fósforo total. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre os indicadores zootécnicos para as duas espécies criadas em monocultivo ou em cultivo integrado, e que a densidade de 50 m⁻³ de viveiro para os lambaris foi melhor do que a de 25 m⁻³ de viveiro, em termos de produtividade e biomassa. Os valores de nitrogênio total e nitrogênio amoniacal total na água de entrada dos viveiros apresentaram-se sempre maiores do que na saída da água dos viveiros. Conclui-se que o cultivo integrado

das duas espécies no sistema estudado é viável do ponto de vista zootécnico, para o crescimento e produção.

Palavras-chave: Produção integrada, Policultivo, Sustentabilidade ambiental, Tanques-rede.

Introdução

A produção mundial de camarões de água doce aumentou 12 vezes nas duas últimas décadas, ultrapassando a marca de 504 mil toneladas em 2017, com um valor de produção de US\$ 4,1 milhões (FAO, 2018). Esse crescimento se deve em grande parte ao avanço da tecnologia de produção disponível, e à sustentabilidade ambiental dessa atividade, por ser pouco impactante ao meio ambiente.

O uso de tecnologias sustentáveis é uma interessante estratégia para agregar valor de mercado para camarões de água doce, como por exemplo os cultivos com baixa renovação da água e a redução no uso de ração artificial, além do cultivo integrado com peixes (Marques e Moraes-Valenti, 2012). Com a demanda por proteína animal de boa qualidade e com a preocupação com o meio ambiente, existe um consenso global de que a aquicultura deve ser desenvolvida de acordo com princípios sustentáveis, com uso racional dos recursos humanos e ambientais (Costa-Pierce, 2010).

Atualmente são priorizadas práticas sustentáveis de cultivo de camarões de água doce em quase todos os países do mundo. Uma delas é a integração entre peixes não predadores e camarões, convivendo livremente no mesmo viveiro, no qual geralmente o peixe é a espécie-alvo no cultivo e o camarão a espécie secundária. Uma alternativa recente a esse sistema é o cultivo integrado de peixes confinados em tanques rede e camarões livres no viveiro (Danaher *et al.*, 2007). Com este sistema de produção pode-se aumentar a variedade de espécies de peixes a ser utilizada, como peixes carnívoros e espécies com ciclo de cultivo mais curto do que os camarões, como por exemplo os lambaris.

O lambari do rabo amarelo *Astyanax altiparanae*, é uma espécie nativa do Brasil comum nos rios e córregos da bacia do alto rio Paraná e em todo o Estado de São Paulo (Garutti e Britski, 2000). Essa espécie apresenta bom potencial para a piscicultura, pois é bem aceita como alimento e bastante procurada como isca para a pesca esportiva. Há um grande mercado para a venda de lambaris como iscas vivas nas bacias dos rios Tietê, Grande e Paraná, em S. Paulo,

onde o produtor recebe o valor de R\$ 0,13 a R\$ 0,20 a unidade para os tamanhos pequeno e grande respectivamente, com comprimento variando entre 4 e 8 cm (Silva *et al.*, 2011).

O manejo alimentar de *A. altiparanae* em sistema de criação foi estudado por Hayashi *et al.* (2004) mas ainda são necessárias mais pesquisas sobre as técnicas de criação, como crescimento, densidades de estocagem, avaliações da qualidade da água e a relação custo benefício do sistema. Por outro lado, o policultivo de lambaris confinados em tanques-rede com camarões *M. amazonicum* livres em viveiro foi testado com sucesso por Sussel *et al.* (2009) e Rodrigues (2017) que sugerem a possibilidade de realizar dois ciclos de produção de lambaris (60 dias cada) para o mercado de iscas vivas no mesmo viveiro onde são produzidos camarões em um ciclo de 120 a 150 dias. Marques e Boock (2012) também estudaram de forma preliminar o cultivo de lambaris e camarões *M. rosenbergii*, ambos confinados em tanques rede. Assim, são necessários estudos para confirmar essas possibilidades e também comparar o desempenho produtivo do cultivo integrado com o monocultivo, tanto de lambaris como de camarões. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* criados em viveiro, em sistema de integração com lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em tanques rede, em duas diferentes densidades de estocagem.

Material e métodos

Local do experimento e estruturas utilizadas

O experimento foi conduzido no Setor de Aquicultura do Polo Regional do Vale do Paraíba, APTA, SAA, localizado em Pindamonhangaba (SP), utilizando-se 16 viveiros de alvenaria com fundo natural, cada um medindo 16 m² de área e 0,6 m de profundidade (volume útil de 9,6 m³), com vazão de 0,1 L/s. O experimento ocorreu no período de dezembro de 2016 a maio de 2017, consistindo em um ciclo de cultivo de camarão com 133 dias e dois ciclos de cultivo de lambaris, com 70 e 63 dias de duração. Os viveiros foram previamente tratados com cal virgem (100 g m⁻²) para desinfecção e eliminação de predadores, sendo posteriormente preenchidos com água e esvaziados para retirada do excesso de cal e em seguida preenchidos novamente com água. No dia seguinte ao completo preenchimento, foi realizado o povoamento com pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii* adquiridos de uma larvicultura comercial, com 30 dias de idade, com peso médio de 0,11 ± 0,08 g e comprimento médio de 2,28 ± 0,53 cm.

Todos os tanques rede (TR) utilizados no confinamento dos lambaris mediram 2x1x1 m, sendo constituídos de uma armação de ferro revestida com tela tipo “sombrite” com 1 a 2 mm de abertura de malha. Semanalmente os tanques-rede foram limpos externamente com uma escova para a retirada do material de colmatação que poderia dificultar a troca de água com o exterior do tanque.

No primeiro ciclo de cultivo, os alevinos de lambaris, com $3,6 \pm 0,5$ cm de comprimento médio e $0,58 \pm 0,25$ g de peso médio, foram produzidos na unidade de pesquisa e desenvolvimento (UPD) de Pirassununga, APTA-SAA-SP e encaminhados para Pindamonhangaba (SP). Após a chegada, os animais foram aclimatados por 3 a 4 dias em tanques-rede, antes de serem colocados nos tanques de experimentação. No segundo ciclo os alevinos foram produzidos no setor de aquicultura da APTA Regional, no Polo do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba SP, tendo no dia do povoamento $2,8 \pm 0,3$ cm de comprimento médio e $0,31 \pm 0,12$ g de peso médio.

Delineamento experimental e amostragens

No primeiro ciclo os lambaris foram confinados em TR instalados nos viveiros no mesmo dia do povoamento com os camarões, seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado (Figura 1), com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas experimentais da seguinte forma:

1. Tratamento MC - Monocultivo de camarões no viveiro, na densidade de 7 camarões m^{-2} ($400m^{-3}$) de viveiro;
2. Tratamento ML - Monocultivo de lambaris confinados em TR na densidade de 50 lambaris m^{-3} de viveiro, totalizando 480 lambaris distribuídos em 2 TR com 240 lambaris cada, ou seja, 200 lambaris m^{-3} .
3. Tratamento CL50 - Cultivo integrado de lambaris confinados em TR na densidade de 50 lambaris m^{-3} de viveiro, também distribuídos em 2 TR e camarões no viveiro, na densidade de 7 camarões m^{-2} .
4. Tratamento CL25 - Cultivo integrado de lambaris confinados em TR na densidade de 25 lambaris m^{-3} de viveiro, totalizando 240 lambaris confinados em um único TR (200 lambaris m^{-3}) e camarões no viveiro, na densidade de 7 camarões m^{-2}

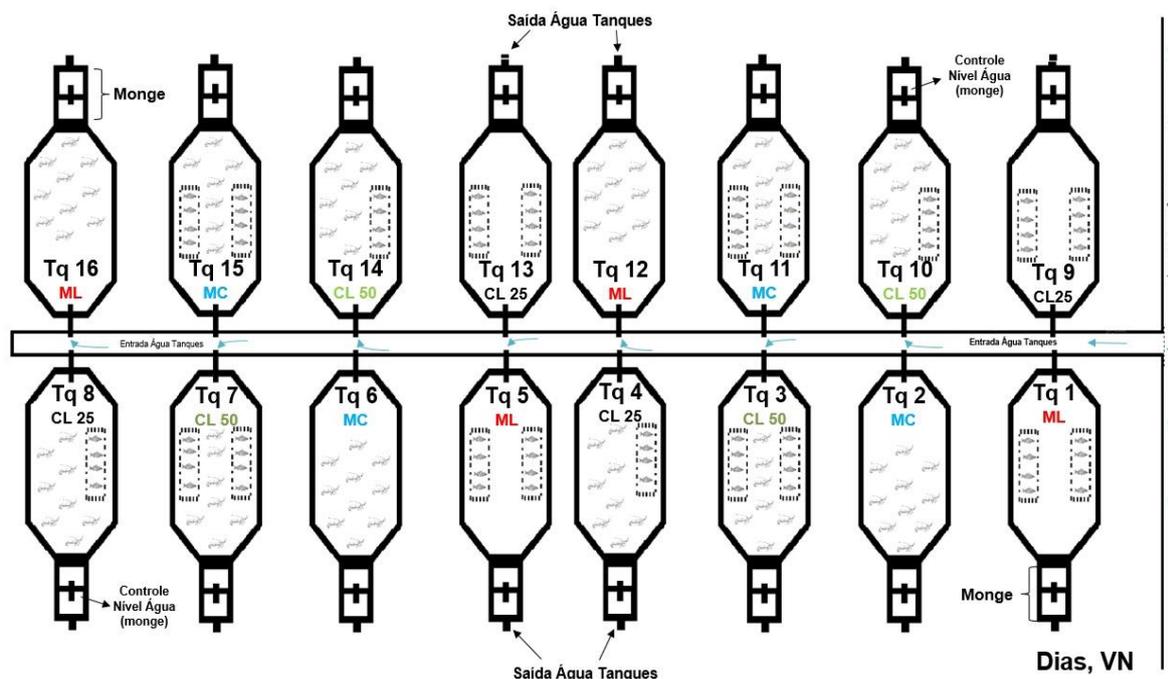


Figura 1 - Desenho, sem escala, do delineamento experimental (desenhado pelos autores).

As densidades de lambaris confinados foram baseadas em informações de Sussel *et al.* (2009) que obtiveram 100% de sobrevivência em lambaris cultivados por 4 meses em densidades de até 320 lambaris m^{-3} de TR. Já a densidade dos camarões foi menor do que a geralmente utilizada por produtores, que é de 10 animais por m^{-2} . Isto foi feito devido aos tratamentos com cultivo integrado, que normalmente requerem uma densidade mais baixa de camarões, e à opção por realizar o tratamento do monocultivo com a mesma densidade dos demais.

No segundo ciclo de cultivo seguiu-se exatamente o mesmo delineamento experimental, e outros lambaris foram colocados nos mesmos TR e nos mesmos viveiros utilizados durante o primeiro ciclo, sendo que os TR foram previamente lavados com água clorada da rede pública de abastecimento para retirada do excesso de colmatação. Os camarões permaneceram nos respectivos viveiros durante os dois ciclos de cultivo dos lambaris.

Nos primeiros 30 dias do primeiro ciclo de cultivo, os lambaris foram alimentados na proporção de 7% da biomassa estocada/dia, com ração comercial extrusada com pellets de 1,5 mm e 36% de proteína bruta, fornecida uma vez ao dia, a partir das 16 horas, sete dias por semana. Verificou-se que essa quantidade era suficiente para a saciedade aparente dos animais. Com o andamento do experimento esta quantidade diminuiu para 3% da biomassa estocada. Nos primeiros 30 dias do segundo ciclo, devido ao menor tamanho dos lambaris,

estes foram alimentados na proporção de 12% da biomassa estocada/dia, com redução para 6% na metade final do ciclo. Verificou-se que essas proporções também foram suficientes para a saciedade aparente dos animais. Para fins do cálculo da conversão alimentar, toda a ração fornecida foi pesada. Em ambos os ciclos, biometrias mensais foram realizadas em amostras de pelo menos 10% dos animais em cada TR, para acompanhamento do crescimento e ajuste da quantidade de ração fornecida.

Para a alimentação dos camarões nos tratamentos, MC, CL25 e CL50, foi utilizada ração específica para camarões marinhos, com teor proteico de 32%, sendo a ração fornecida uma vez ao dia, a partir das 16 horas, onde os camarões apresentam-se mais ativos, sendo esta na proporção diária de 10% da biomassa estocada no primeiro mês, 5% no segundo mês e 3% até o final do experimento. Para acompanhamento do crescimento e ajuste da quantidade de ração fornecida, foi realizada biometria mensal dos camarões, em aproximadamente 20% da população estocada em cada viveiro.

Ao termino do primeiro ciclo de lambari (70 dias) e do experimento todos os lambaris e os camarões, individualmente foram contados, medidos utilizando régua graduada de metal “Stainless AN-036” (0,5mm) e pesados utilizando balança de precisão “GEHAKA BG 4400”, para determinação dos principais índices zootécnicos (sobrevivência, peso e comprimento médios individuais, biomassa, produtividade, taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar aparente (CAA)). Os valores de TCE e CAA foram calculados pelas equações abaixo:

$$\text{TCE (\% dia}^{-1}\text{)} = 100 \times (\ln W_f - \ln W_i) / N$$

Onde: W_i e W_f são os pesos médios nos instantes (dias) inicial e final do período considerado e N é o número de dias de duração do período (Danaher et al., 2007).

$$\text{CAA} = \text{Rc} / (\text{Bf} - \text{Bi})$$

Onde: Rc é o peso da ração consumida ao longo do experimento, e Bf e Bi , são as biomassas finais e iniciais respectivamente.

Nos dois experimentos, os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks e Bartlett, para verificar a existência de normalidade e a homocedasticidade respectivamente. Uma vez satisfeitas essas condições, os mesmos foram submetidos a uma ANOVA seguida do teste de Tukey, para avaliar se ocorreu significância 5% ($P < 0.05$) entre os tratamentos. Estes testes foram realizados utilizando o programa estatístico Statistica 7.

Variáveis ambientais

No início da manhã, uma vez por semana, nos viveiros de monocultivo foram medidos os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água. No interior dos TR, onde se supõe que a qualidade da água era pior do que externamente aos mesmos), também foram medidos os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água. Estes valores foram medidos com o auxílio de um oxímetro de campo “AKSO AK87” e peagômetro “AKSO AK90”. Uma vez por mês, foram coletadas amostras de água de todos os viveiros (abastecimento e descarga) para a determinação do teor de nitrogênio amoniacal total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$), nitrogênio total (Nt) e fósforo total (Pt) com a finalidade de monitorar a qualidade da água. Essa determinação foi realizada pela empresa Bioma Ambiental - Laboratório e Engenharia Ltda, situada em Cruzeiro (SP) e devidamente acreditada para a realização de análises de qualidade de água, pela metodologia descrita em APHA (2005). O teor de amônia tóxica (NH_3) foi determinado com base nos teores de amônia total associado aos valores e pH e temperatura.

Resultados

Indicadores zootécnicos

Os indicadores zootécnicos para os dois ciclos de lambari não apresentaram valores significativamente diferentes entre si ($P < 0.05$), com exceção da biomassa e produtividade, que foram maiores nos tratamentos com maiores densidades (Tabelas 1 e 2). No segundo ciclo, os peixes apresentaram peso médios e comprimentos ligeiramente menores do que no primeiro ciclo, o que pode ser atribuído à menor duração do ciclo e ao menor peso e comprimento inicial dos peixes. Porém o valor da TCE foi significativamente maior ($P < 0.05$) para o segundo ciclo, o que mostra uma recuperação do crescimento no mesmo (Tabela 3).

Tabela 1 - Indicadores zootécnicos (Média \pm Desvio Padrão (DP)) para lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em TR em monocultivo e em cultivo integrado com camarões *Macrobrachium rosenbergii*. ML: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado na densidade de 50 lambaris m^{-3} de viveiro; CL25: Cultivo integrado na densidade de 25 lambaris m^{-3} de viveiro; TCE: Taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Ciclo 1 - duração: 70 dias. Letras diferentes sobrescritas às médias significam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

Indicadores	ML	CL50	CL25
Sobrevivência (%)	90,52 ± 6,46	93,64 ± 1,47	94,79 ± 2,16
Peso médio (g)	4,68 ± 0,18	4,93 ± 0,67	4,64 ± 0,47
Peso inicial (g)	0,56 ± 0,26	0,56 ± 0,26	0,56 ± 0,26
Biomassa (kg)	2,037 ± 0,191 ^a	2,216 ± 0,304 ^a	1,057 ± 0,118 ^b
Comprimento (cm)	6,9 ± 0,1	6,9 ± 0,3	6,8 ± 0,2
Comprimento inicial (cm)	3,63 ± 0,47	3,63 ± 0,47	3,63 ± 0,47
TCE (% / dia)	2,98 ± 0,05	3,05 ± 0,20	2,97 ± 0,15
CAA	1,16 ± 0,11	1,08 ± 0,15	1,13 ± 0,13
Produtividade (kg / ha / ano)	1.273 ± 119 ^a	1.385 ± 190 ^a	660 ± 74 ^b
Produtividade (milheiros / ha / ano)	217 ± 16 ^a	225 ± 4 ^a	114 ± 3 ^b

Tabela 2 - Indicadores zootécnicos (Média ± DP) para lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em TR em monocultivo e em cultivo integrado com camarões *Macrobrachium rosenbergii*. ML: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado na densidade de 50 lambaris m⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado na densidade de 25 lambaris m⁻³ de viveiro; TCE: Taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Ciclo 2 - duração: 63 dias. Letras diferentes sobrescritas às médias significam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0.05).

Indicadores	ML	CL50	CL25
Sobrevivência (%)	87,76 ± 7,79	91,56 ± 4,70	93,33 ± 7,34
Peso médio (g)	4,05 ± 0,53	3,42 ± 0,70	4,12 ± 0,40
Peso inicial (g)	2,09 ± 0,88	2,09 ± 0,88	2,09 ± 0,88
Biomassa (kg)	1,706 ± 0,262 ^a	1,495 ± 0,278 ^a	0,923 ± 0,113 ^b
Comprimento (cm)	6,2 ± 0,3	6,0 ± 0,4	6,3 ± 0,1
Comprimento inicial (g)	5,13 ± 0,63	5,13 ± 0,63	5,13 ± 0,63
TCE (% / dia)	4,07 ± 0,20	3,78 ± 0,34	4,10 ± 0,15
CAA	1,31 ± 0,16	1,54 ± 0,28	1,17 ± 0,14
Produtividade (kg / ha / ano)	1.066 ± 163 ^a	954 ± 174 ^a	577 ± 71 ^b
Produtividade (milheiros / ha / ano)	211 ± 19 ^a	275 ± 14 ^a	140 ± 11 ^b

Tabela 3 - TCE: Taxa de crescimento específico (Média ± DP) para lambaris *Astyanax altiparanae* cultivados nos três tratamentos nos dois ciclos de cultivo (70 e 63 dias). Letras diferentes sobrescritas às médias significam diferenças significativas pelo teste de Tukey (P<0.05).

TCE (%/dia)					
ML		CL50		CL25	
1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
2,98 ± 0,05 ^b	4,07 ± 0,2 ^a	3,04 ± 0,2 ^b	3,78 ± 0,34 ^a	2,97 ± 0,15 ^b	4,1 ± 0,15 ^a

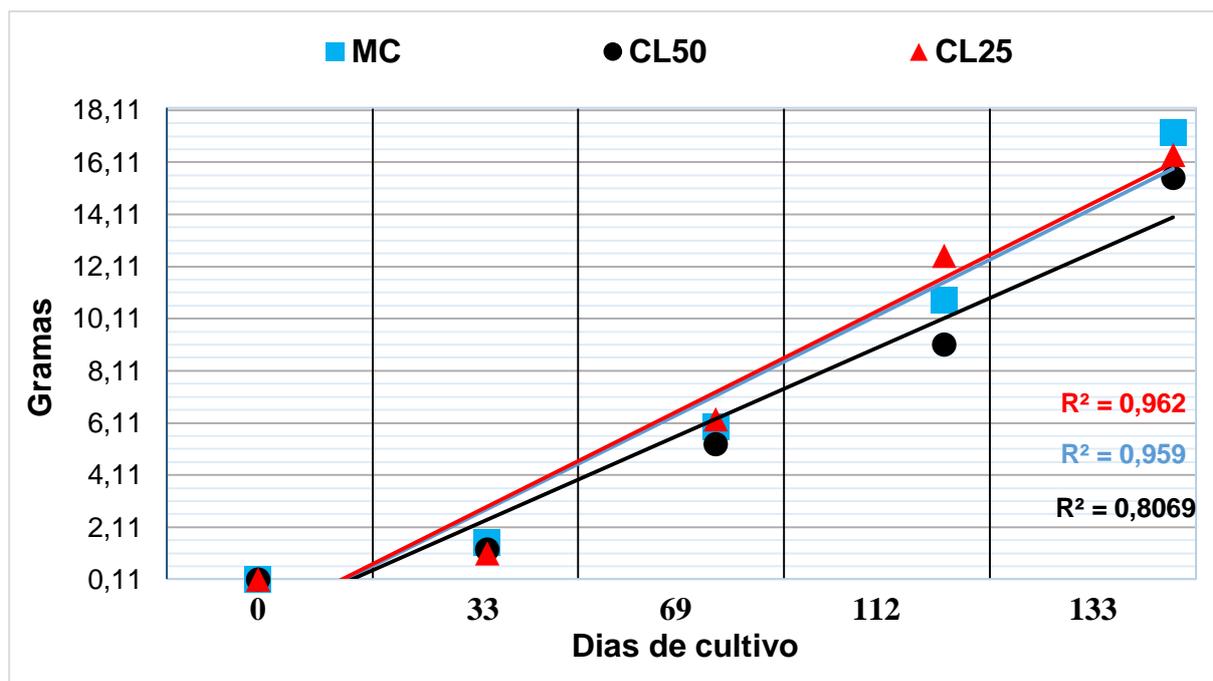
Para os camarões, os indicadores igualmente não apresentaram diferenças significativas entre o monocultivo e o cultivo integrado (Tabela 4). As sobrevivências apresentaram valores diferentes entre si, mas provavelmente a alta variabilidade das médias não possibilitou a detecção de diferenças significativas entre as mesmas.

Tabela 4 - Indicadores zootécnicos (Média ± DP) para camarões *Macrobrachium rosenbergii* em monocultivo e em cultivo integrado com lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em TR. MC: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 50 peixes m⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 25 peixes m⁻³ de viveiro; TCE: Taxa de crescimento específico; CAA: conversão alimentar aparente. Ciclo único - duração: 133 dias.

Indicadores	MC	CL50	CL25
Sobrevivência (%)	72,38 ± 5,65	90,40 ± 3,37	79,49 ± 11,02
Peso médio (g)	17,24 ± 2,36	15,52 ± 2,49	16,40 ± 0,73
Peso inicial (g)	0,113 ± 0,080	0,113 ± 0,080	0,113 ± 0,080
Biomassa (kg)	1,408 ± 0,282	1,575 ± 0,285	1,461 ± 0,263
Comprimento (cm)	9,3 ± 0,4	8,8 ± 0,3	9,1 ± 0,1
Comprimento inicial (cm)	2,28 ± 0,53	2,28 ± 0,53	2,28 ± 0,53
TCE (%/dia)	3,78 ± 0,10	3,69 ± 0,12	3,74 ± 0,03
CAA	1,39 ± 0,25	1,27 ± 0,23	1,29 ± 0,25
Produtividade (kg / ha / ano)	880 ± 176	984 ± 178	913 ± 164

O crescimento dos camarões *M. rosenbergii* (Figura 2). A linha de tendência mostra que o crescimento entre os tratamentos foi linear e com pouca diferença entre os R².

Figura 2 - Curva de crescimento em gramas dos camarões *Macrobrachium rosenbergii* em monocultivo e cultivo integrado com lambaris *Astyanax altiparanae* confinados em TR. MC: Monocultivo; CL50: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 50 peixes m⁻³ de viveiro; CL25: Cultivo integrado com lambaris na densidade de 25 peixes m⁻³ de viveiro. Curva de crescimento, com linha de tendência linear e marcadores do peso. Comparando os 3 tratamentos, no povoamento, nas 3 biometrias e na despesca. Totaliza o ciclo de duração: 133 dias (Peso em Gramas).



Variáveis ambientais

Verificou-se que as variáveis ambientais monitoradas não diferiram significativamente entre os tratamentos, mostrando não terem influenciado nos resultados do experimento (Tabela 5). Os valores de nitrogênio total e nitrogênio amoniacal total na água de entrada dos viveiros apresentaram-se sempre maiores do que na saída da água dos viveiros, demonstrando uma má qualidade da água de abastecimento nesse aspecto.

Tabela 5 - Variáveis de qualidade da água (Média ± DP). Temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total (N), Amônia Tóxica (NH₃) e fósforo total (P), com os dados de mínima e máxima, registradas ao longo do período experimental (janeiro a maio de 2017) em cada tratamento e na água de abastecimento (entrada) dos viveiros. Entre parênteses estão os valores mínimos e máximos observados

Variáveis	MC	ML	CL50	CL25	Entrada
O ₂ D (mg L ⁻¹)	2,5 ± 0,3 ^b (2,9 a 3,2)	3,1 ± 0,1 ^b (2,1 a 2,8)	2,5 ± 0,2 ^b (2,4 a 2,8)	2,8 ± 0,3 ^b (2,4 a 3,1)	4,2 ± 0,7 ^a (3,0 a 4,8)
pH	6,5 ± 0,4 (6,2 a 6,9)	6,5 ± 0,3 (6,1 a 7,0)	6,5 ± 0,4 (6,0 a 7,0)	6,5 ± 0,4 (6,1 a 6,9)	6,7 ± 0,3 (6,3 a 7,1)
T (°C)	25,7 ± 2,4 (22,8 a 27,6)	25,9 ± 2,3 (22,4 a 27,6)	25,7 ± 2,5 (22,3 a 27,7)	25,9 ± 2,4 (22,4 a 27,6)	25,4 ± 1,9 (23,1 a 27,4)
N-NH ₃ + N-NH ₄ (mg L ⁻¹)	0,09 ± 0,05 (0,04 a 0,27)	0,12 ± 0,09 (0,04 a 0,18)	0,14 ± 0,11 (0,04 a 0,32)	0,15 ± 0,19 (0,04 a 0,49)	0,24 ± 0,15 (0,1 a 0,5)

N total (mg L ⁻¹)	0,92 ± 1,00 (0,14 a 4,26)	1,24 ± 1,71 (0,14 a 2,67)	0,92 ± 0,94 (0,14 a 2,51)	1,30 ± 1,71 (0,14 a 4,31)	1,60 ± 2,64 (0,14 a 6,13)
P total (mg L ⁻¹)	0,07 ± 0,03 (0,04 a 0,12)	0,07 ± 0,03 (0,04 a 0,11)	0,05 ± 0,01 (0,04 a 0,06)	0,06 ± 0,03 (0,04 a 0,10)	0,04 ± 0,00 (0,04 a 0,04)
NH ₃ (mg L ⁻¹)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Discussão

Não se observou diferença significativa entre os indicadores para lambaris no cultivo integrado e no monocultivo, indicando que a presença dos camarões externamente aos tanques rede não influenciou o desempenho dos peixes e vice versa. Essa observação difere da de Rodrigues (2017), que encontrou menor crescimento para lambaris confinados do que em monocultivo. No entanto esse autor utilizou alta densidade de estocagem de lambaris em TR (650 m⁻³), o que pode explicar essa diferença.

Vilela e Hayashi (2001) trabalharam com lambaris confinados em TR, em um ciclo de 45 dias nas densidades de 31 a 124 m⁻³ de TR, obtendo sobrevivência total de 100%, comprimentos médios de 5,8 a 6,3 cm e CAA de 1,18 a 1,27. O presente experimento mostra que os indicadores obtidos no primeiro ciclo deste experimento foram melhores, com exceção da sobrevivência que foi inferior. No segundo ciclo, além da sobrevivência que também foi menor, o comprimento dos lambaris foi semelhante, assim como a CAA. Além disso as densidades do presente experimento foram de 2 a 8 vezes maiores se consideradas como número de animais m⁻³ de TR. Em outro experimento (Hayashi *et al.*, 2004), desta vez na densidade de 62 m⁻³ e com menos tempo de cultivo (30 dias), obteve sobrevivências de 100 a 86,6%, com conversões alimentares aparentes de 1,8 a 2,1. O presente experimento mostra que os indicadores do primeiro e segundo ciclo foram melhores, com exceção a sobrevivência que foi inferior.

Verificou-se também que a sobrevivência dos lambaris neste experimento foi maior do que a registrada por Rodrigues (2017), que observou valores de 78% em densidade de 30 lambaris m⁻² de viveiro e em ciclo de cultivo semelhante (67 dias), intermediária à do presente experimento. Já os pesos médios foram similares aos observados pelo mesmo autor, bem como os comprimentos médios. As CAA registradas no primeiro ciclo de cultivo foram melhores do que a registrada por Rodrigues (2017), que obteve o valor de 1,27. Já as CAA do segundo ciclo apresentaram valores piores no ML e CL50 e melhor no CL25.

Como o foco para venda dos lambaris foi o mercado de iscas vivas, avaliou-se principalmente o comprimento atingido pelos animais. O comprimento atingido em ambos foi compatível com o tamanho demandado pelo mercado de iscas, que é acima de 4 cm (RODRIGUES, 2017). Verificou-se ainda que no primeiro ciclo, praticamente todos os lambaris produzidos apresentou comprimento maior que 6 cm (87,1%), o que pode representar um preço diferenciado na ocasião da venda pelo produtor. No segundo ciclo, devido ao menor tamanho inicial e ao ciclo de cultivo reduzido em uma semana, essa frequência diminuiu para 46,41%. Contudo, a quase totalidade dos animais (96,28%) apresentou comprimento superior a 5 cm.

De forma geral, os resultados obtidos no presente trabalho foram similares aos dados registrados na literatura para o cultivo de *M. rosenbergii*, já que Valenti *et al.* (2010) informam produtividades médias de 1.000 a 1.500 kg/ha⁻¹, sobrevivências de 70 a 80%, pesos médios de 18 a 22 g para o monocultivo de camarões dessa espécie em ciclos de cultivo de 150 a 180 dias. A menor duração do ciclo deste experimento (133 dias) pode explicar os menores pesos médios aqui obtidos. E a menor densidade utilizada no cultivo integrado (7 camarões m⁻², contra 10 m⁻² recomendada por aqueles autores), pode explicar a menor produtividade registrada neste experimento. As linhas de crescimento apresentaram semelhança com as obtidas por Marques *et al.* (1999) para *M. rosenbergii* em monocultivo, que registrou pesos médios de 16 a 20 g em 150 dias de cultivo. No presente experimento as linhas de crescimento foram bastante semelhantes para os sistemas testados, concordando com os resultados das análises estatísticas.

Apesar de não diferirem significativamente, os indicadores zootécnicos, mostraram uma tendência de melhora do desempenho dos camarões com a presença dos TR no interior dos viveiros, tanto em termos de crescimento como de sobrevivência. Provavelmente os TR podem, nesse caso, ter funcionado como substratos para abrigo dos camarões durante as fases de muda, além de fornecimento de alimento extra, representado pelas sobras de ração dos lambaris e pela fauna existente no perifiton formado sobre os TR.

O sistema de confinamento em TR pode ter contribuído para o bom desempenho zootécnico dos animais, especialmente para os lambaris, pois evitou a competição por território e alimento, uma vez que os lambaris estavam confinados. ALMEIDA *et al.*; (2015) em um trabalho de cultivo integrado de curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) e camarão canela (*Macrobrachium acanthurus*) em diferentes densidades de estocagem com os animais soltos, demonstram que a presença do camarão sob alta densidade de estocagem pode ter

influenciado negativamente no desempenho zootécnico dos peixes, com exceção da sobrevivência. Por sua vez, RODRIGUES (2017) não observou predação de lambaris sobre camarões quando as duas espécies foram cultivadas livres no viveiro. No entanto os lambaris são muito mais rápidos que os camarões na apreensão do alimento fornecido, e assim, em cultivo integrado com as duas espécies livres, a competição por alimento pode favorecer o crescimento dos lambaris e prejudicar o desempenho dos camarões.

As variáveis ambientais mantiveram-se dentro do intervalo considerado adequado para o crescimento de *Macrobrachium rosenbergii*, conforme Valenti *et al.* (2010). A concentração de oxigênio dissolvido não foi ideal para o cultivo de lambari onde esta concentração deve ser superior a 4 mg/L (Porto-Foresti *et al.*, 2013). A média dos valores de oxigênio dissolvido, em todos os sistemas e dentro dos TR foi de 2,5 a 3,1 mg L⁻¹. No entanto o bom desempenho verificado para os lambaris mostrou que essa deficiência não foi limitante para o desenvolvimento da espécie.

Verificou-se que o sistema funcionou como um exportador de fósforo para o meio ambiente, embora tenha que ser considerado que a água de abastecimento já apresentava uma carga de fósforo no limite recomendado pela resolução CONAMA 357 (2012) para água de cultivo de organismos aquáticos, que é de 0,04 mg L⁻¹. Isto pode ter ocorrido pois à água que foi utilizada no experimento, antes de chegar ao setor de aquicultura, recebe dejetos de estábulos bovinos. Segundo Sipaúba-Tavares *et al.* (2008) o aumento do fósforo no ambiente aquático também pode ser explicado pela densidade de animais no viveiro, pelo dejetos destes animais e restos de ração, uma vez que o fósforo pode ser disponibilizado na água pela adição de ração ao meio de cultivo.

Os valores de nitrogênio total e nitrogênio amoniacal total na água de entrada dos viveiros foram sempre maiores do que na saída, demonstrando a má qualidade da água de abastecimento também nesse aspecto. Por outro lado, nota-se que os sistemas, tanto de monocultivo e no cultivo integrado, atuaram como redutores da carga de nitrogênio na água, proporcionando um efluente de melhor qualidade nesse aspecto.

Levando-se em consideração o bom desempenho de ambas as espécies estudadas, conclui-se que, do ponto de vista zootécnico, o cultivo integrado de camarões livres e lambaris confinados em TR é viável, podendo assim otimizar o espaço nos viveiros de cultivo, com melhoria na sustentabilidade da atividade.

Conclusão

Todos os tratamentos apresentaram bons resultados para a produção de lambari destinado ao mercado de iscas-vivas, porém, a densidade de lambaris de 50 m⁻³ de viveiro no cultivo integrado, apresentou maior biomassa e produtividade, podendo ser recomendada nessa modalidade de cultivo.

A produção de camarões não foi afetada pelo cultivo integrado, tornando viável a realização desse sistema com os lambaris confinados em TR nas condições experimentais deste trabalho.

Recomenda-se a realização de estudos de viabilidade econômica para o sistema aqui estudado.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo auxílio regular à pesquisa, Processo 2015/21193-7.

Ao APTA – Regional do Vale do Paraíba de Pindamonhangaba aos os funcionários do Setor de Aquicultura: Dr^a Adriana Sacioto, Dr^a Fernanda, Andreia Galvão, Fernando Cesar, João Simões, Jorge Alves, Luiz Roberto (Sorriso), Newton Ventura, Olavo Monteiro. Em especial deixo o meu sincero agradecimento, ao meu prezado amigo, Senhor João Resende (02/08/2018[†]), que nos deixou antes de concluirmos este trabalho.

Referencias bibliográficas

Amato, J.R.F; Boeger, W.A. Amato, S.B. 1991. *Protocolos para laboratórios – Coleta e processamento de parasitas e pescados*. Imprensa Universitária, UFRRJ, Rio de Janeiro, 81p.

Boock, M.V; Sussel, F.R; Ferreira, T.M; Laudelino, J.D; Marques, H.L.A. 2015. Desempenho produtivo do camarão *Macrobrachium rosenbergii* em viveiro escavado revestido com geomembrana. *Revista Cultivando o Saber*, Cascavel, 8(4): 384-391

Bueno, S.L.S; Gastelú, J.C.G. 1998. Doenças em camarões de água doce. In: *Carcinicultura de Água Doce*, (Valenti, W.C., ed.), IBAMA, Brasília, pp. 309-339.

Costa-Pierce, B.A. 2010. Sustainable ecological aquaculture systems: the need for a new social contract for aquaculture development. *Marine Technology Society Journal*, 44: 88-112.

Danaher, J.J; Tidwell, J.H; Coyle, S.D; Dasgupta, S. 2007. Effect 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 Aquaculture Soc.*, 38(3): 367-382 (2007).

Eiras, J.C, Takemoto, R.M; Pavanelli, G.C. 2006. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*, 2nd ed. EDUEM, Maringá, 199 p.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2015. Fishstat Plus (v. 2.32). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. In: www.fao.org. Access oem 07.05.2016.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e Organização Mundial da Saúde., 2018. FAO. 2018. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 17 - 19 p. (pdf).

Garutti, V; Britski, H.A. 2000. Descrição de uma espécie nova de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. *Comum. Mus. Ciênc. Tecnol.*, PUCRS, Série Zoologia, Porto Alegre, 13: 65-88.

Hayashi, C; Meurer, F; Boscolo, W.R; Lacerda, C.H.F; Kavata, L.C.B. 2004. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 33(1): 21-26.

Lom, J. 1993. The adhesive disc of *Trichodinella epizootica*: Ultrastructure and injury to the host tissue. *Folia Parasitologica*(Praga), 20: 193-202.

Marques, H.L.A; Boock, M.V. 2012. Estudo preliminar sobre o policultivo de lambaris (*Astyanax altiparanae*) e camarões da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) em gaiolas. In: Aquaciência 2012, 5^o Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Palmas (TO), 1-5 jul. Anais em CD não paginado.

Marques, H.L.A; Moraes-Valenti, P.M.C. 2012. Current status and prospects of farming the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) and the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in Brazil. *Aquaculture Research*, 43: 984-992.

Martins, M.L; Souza, V.N; Moraes, F.R. 1998. Infecção por *Myxobolus colossomatis* (Myxozoa: Myxobolidae) em alevinos de "Tambacus" oriundos de piscicultura comercial, "Lambaris" como possível fonte de infecção. *ARS Veterinária*, 14(3): 324-330.

Muzzall, P.M. 1995. Parasites of pond-deared yellow perch from Michigan. *Prog. Fish-Culturist*, 57: 168-172.

Porto-Foresti, F; Castilho-Almeida, R. B; Foresti, F. 2013. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Ed.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, p. 101-115.

Rodrigues, C.G. 2017. Viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas de produção de lambari-do-rabo-amarelo, *Astyanax lacustres* e camarão-da-amazônia, *Macrobrachium*

amazonicum. Tese de doutorado, Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, 59 p.

Silva, N.J.R; Lopes, M.C; Fernandes, J.B.K; Henriques, M.B. 2011. Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. *Informações Econômicas*, 41(9): 23-27.

Sussel, F.R. 2012. *Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica*. Tese de Doutorado, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 105 p.

Sussel, F.R; Cestarolli, M.A; Boock, M.V; Barros, H.P; Mallasen, M; Salles, F.A; Marques, H.L.A. 2009. Influência da densidade de estocagem na produção de lambari *Astyanax altiparanae* em tanques-rede instalados em viveiro povoado com camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. In: 9ª Reunião Científica do Instituto de Pesca, S.Paulo, resumo 29

Sussel, F.R; Cestarolli, M.A; Boock, M.V; Barros, H.P; Mallasen, M; Salles, F.A; Marques, H.L.A. 2011. Production of lambari *Astyanax altiparanae* in cages placed in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* pond. In: Abstracts of the World Aquaculture 2011, Natal, p. 1098.

Thatcher, V.E.; Brites-Neto, J. 1994. Diagnóstico, prevenção e tratamento de enfermidades de peixes neotropicais de água doce. *Revista Brasileira Veterinária* (16):3.

Tavares-Dias, M; Martins, M.L; Moraes, F.R. 2001. Fauna parasitária de peixes oriundos de pesque-pague do município de Franca, São Paulo, Brasil. I. Protozoários. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18 (supl): 67-79.

Vilela, C; Hayashi, C. 2001. Desenvolvimento de juvenis de lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), sob diferentes densidades de estocagem em tanques rede. *Acta Scientiarum Ciências Biológicas*, Maringá, 23(2): 491-496.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aquicultura moderna está necessitando de novas alternativas de produção que gerem receita sem aumentar o impacto ambiental e uma destas alternativas é o cultivo integrado. O cultivo de camarões integrado com a piscicultura é uma atividade que se enquadra nos preceitos da sustentabilidade, pois otimiza os recursos naturais, principalmente espaço, água e alimento.

O cultivo integrado de camarões de água doce com lambaris, uma espécie nativa de alto valor comercial, pode vir a ser uma alternativa de produção para aquicultores que não dispõem de espaço suficiente na propriedade para realizar o monocultivo das duas espécies. Com a crescente expansão da piscicultura em tanques rede, existem hoje no Brasil centenas de hectares de viveiros escavados que se tornaram ociosos ou ineficientes, os quais podem perfeitamente serem utilizados para a realização de cultivos integrados entre peixes e camarões. O cultivo integrado em sistema de confinamento parcial (no caso, os lambaris) mostrou ser uma alternativa viável do ponto de vista zootécnico, pois possibilita a realização de dois ou mais ciclos de produção de lambaris sem a necessidade de drenar completamente o viveiro de produção.

Com o presente trabalho espera-se disseminar a técnica do cultivo integrado entre os produtores brasileiros, contribuindo assim para uma aquicultura mais sustentável e eficiente.