

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA–UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**CULTIVO MULTITRÓFICO E MULTIESPACIAL
DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA E TILÁPIA-DO-
NILO, COM E SEM O USO DE SUBSTRATOS**

Caio Gomez Rodrigues

Jaboticabal, SP

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA–UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**CULTIVO MULTITRÓFICO E MULTIESPACIAL
DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA E TILÁPIA-DO-
NILO, COM E SEM O USO DE SUBSTRATOS**

Caio Gomez Rodrigues

Drº Wagner Cotroni Valenti

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Aquicultura do Centro de Aquicultura
da UNESP –CAUNESP, como parte
dos requisitos para obtenção do título
de Mestre

Jaboticabal – SP
2013

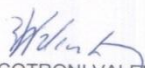
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

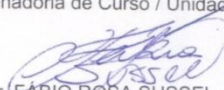
TÍTULO: Cultivo multitrófico e multiespacial do camarão-da-amazonia e tilápia-do-nylo, com e sem uso de substratos

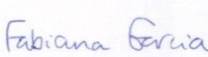
AUTOR: CAIO GOMEZ RODRIGUES

ORIENTADOR: Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI

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


Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI
Coordenadoria de Curso / Unidade do Litoral Paulista


Prof. Dr. FABIO ROSA SUSSEL
APTA - Polo Centro-leste, Pirassununga, SP


Profa. Dra. FABIANA GARCIA SCALOPPI
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Votuporanga, SP

Data da realização: 28 de maio de 2013.

Rodrigues, Caio Gomez

| Cultivo multitrófico e multiespacial do camarão-da-
696c amazônia e tilápia-do-nilo, com e sem o uso de substratos /
Caio Gomez Rodrigues. – Jaboticabal, 2013

5, 75 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Centro de Aquicultura da UNESP, 2013

Orientador: Wagner Cotroni Valenti

Banca examinadora: Fabiana Garcia Scaloppi, Fábio
Rosa Sussel

Bibliografia

1. *Macrobrachium amazonicum*. 2. Viabilidade
econômica. 3. Estratégias de produção, 4. Sem renovação
de água. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.371:639.311

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

*Dedico este trabalho a minha família, a minha
namorada, ao meu orientador, amigos e todos que
contribuíram de alguma forma para a realização da
mesma.*

*Ofereço à comunidade acadêmica e a cadeia
produtiva*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	1
APOIO FINANCEIRO	2
RESUMO	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO GERAL	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
ARTIGO I	14
ARTIGO II	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha família por todo apoio e carinho.

A minha namorada pelo apoio incondicional em todas as fases da minha vida, sendo minha família em Jaboticabal

Aos meus amigos de república que contribuíram muito no meu crescimento profissional e pessoal, obrigado também pelos diversos momentos de alegria e descontração.

Aos amigos do setor de Carcinicultura, que auxiliaram em toda a parte do processo produtivo desta dissertação, em especial ao Rafael, Baltazar, Michelle, Danilo e Bruno.

Ao meu orientador Drº Wagner Cotroni Valenti, pelo incentivo durante todo o curso e, pela orientação não só na execução do trabalho, mas também na orientação da vida, mostrando o que podemos melhorar e o caminho para tais mudanças.

A banca examinadora do exame geral de qualificação: Newton Rodrigues e Iracy Pecóra, pelas valiosas dicas.

A banca do exame geral de apresentação da dissertação: Fabiana Garcia e Fabio Sussel, pelo olhar crítico e sugestões no trabalho

A todos os funcionários do CAUNESP.

Em especial ao professor Roberto Polachini, obrigado pela ajuda hoje e sempre.

APOIO FINANCEIRO

- CNPq
- CAPES

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo, cultivados em sistemas multitróficos e multiespaciais, sem renovação de água. Avaliaram-se os parâmetros zootécnicos dos camarões e tilápias cultivados em sistemas sem substrato, com substrato natural e com substrato artificial (Artigo I). Em seguida, foram realizadas simulações para avaliar a viabilidade econômica do sistema multitrófico e multiespacial, considerando diferentes mercados e estratégias de produção (Artigo II). Os resultados observados demonstram que o uso de substrato artificial aumenta a massa média final e o comprimento final dos camarões. A massa média dos camarões produzidos, com substrato, foi 34% superior que os demais. O número de animais, com massa superior a 3,1 g e comprimento de 7 cm, também foi superior quando inclui-se o substrato. Considerando os resultados econômicos, os sistemas com e sem substratos não foram viáveis economicamente, quando o objetivo era a venda de animais para o mercado de consumo. Quando o mercado alvo era a pesca esportiva, os sistemas mostraram indicadores de viabilidade econômica favoráveis. Houve diferenças nos sistemas desenvolvidos para propriedades arrendadas e para aquelas em que era necessária a construção de viveiros. Para áreas em que são necessárias construções, os projetos se mostraram viáveis para as propriedades de pequeno, sem uso de substrato, e médio porte, com e sem o uso de substratos. As simulações indicam que, para o empreendimento se tornar viável em terras arrendadas, o valor de arrendamento deve ser menor ou igual a R\$ 600,00 ha/mês e/ou os camarões devem ser vendidos por um preço superior a R\$ 0,30 /unidade.

Palavras-chave: *Macrobrachium amazonicum*, sem renovação de água, pesca esportiva, análise econômica, resiliência.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the performance of the amazon river prawn and Nile tilapia, farmed in multitrophic and multispatial systems, without water renewal. The production parameters of prawn and fish reared were assessed in three systems: without substrate, with natural substrate and with artificial substrate (Article I). Then, economic exploratory analyses based on simulations were carried out to evaluate the economic feasibility of the multitrophic and multispatial systems, considering different markets and production strategies (Article II). The use of artificial substrate increased final mean weight, in 34%, and final length of freshwater prawns. The number of prawns with length greater than 7 cm, were 32% higher than in without substrate production. Production for human consumption market in both systems, with and without substrate, was not economically feasible. However, when tilapias were sold to fish and pay and prawn to live bait market, systems showed favorable indicators of economic feasibility. In addition, there were differences in the proposed systems when production was performed on leased land or land where it was necessary to build ponds. In simulations, the project that presents better economic results were that performed in small properties, with necessary pond building, without substrate, and in medium properties, with necessary pond building, with or without substrates. The economic results indicate that, for land lease areas, the rental value must to be less than R\$ 600,00/hectare/month and/or the prawns should be sold at a price greater than R\$ 0,30/ unit.

Key-words: *Macrobrachium amazonicum*, without water renewal, sport fishing, economic analysis, resilience.

INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura mundial produziu mais de 59 milhões de toneladas em 2010, representando 38,5% do total de pescado produzido (FAO, 2012). Os maiores produtores foram a China, Índia e Vietnã. O Brasil ocupou a 17ª posição no *ranking* da produção mundial de pescado, pela aqüicultura, no ano de 2009 (MPA, 2012), porém, se avaliarmos somente a América do Sul, o país é o segundo maior produtor. Podemos observar o crescimento da aquicultura brasileira ao considerarmos a produção dos anos 2008 (365.367 ton.), 2009 (415.649 ton.) e 2010 (479.398 ton.). Ao avaliarmos apenas a aquicultura continental, em 2010 foram produzidas 394.340 t, representando um aumento de 16,9% em relação ao ano de 2009. Em 2010, as regiões sul e nordeste foram às maiores produtoras, seguido da região sudeste. Contudo, o estado de São Paulo foi o segundo maior produtor. O estado paulista produziu, em 2010, 45.084 t de pescado oriundas da aquicultura continental. Isto representa um aumento de 17% em relação ao ano de 2009 (MPA 2012).

O sistema de cultivo mais comum no Brasil é o monocultivo. Neste sistema, em uma unidade de produção, é utilizada apenas uma espécie. Geralmente são espécies de rápido crescimento e estocadas em elevadas densidades. Assim, são ineficientes, quanto ao uso de espaço de alimento inerte, pois desrespeitam a capacidade de carga do ambiente e apenas 20% do material fornecido pela ração é aproveitado, sendo que, 80% tornam-se poluição ou são incorporadas na biota do viveiro (Valenti, 2008). Esse desperdício gera prejuízos ambientais e financeiros, uma vez que a ração corresponde até 60% do custo de produção. Alternativas visando o melhor aproveitamento do alimento inerte já foram estudadas e uma delas é a introdução de outras espécies de peixes e/ou camarões que aproveitem os resíduos gerados ou desperdiçados pela espécie principal. Este sistema é o que chamamos de policultivo multitrófico e multiespacial, tendo como objetivo o aumento na produção, utilizando organismos com diferentes hábitos alimentares e/ou distribuição espacial (Zimmermann *et al.*, 2010).

As espécies utilizadas nos sistemas multitróficos e multiespaciais podem utilizar o mesmo espaço (ex: tilápias e carpas) ou espaços diferentes nas instalações (ex: camarões e peixes de coluna d'água), mas devem ter diferentes

nichos tróficos (ex: peixes fitoplanctófagos e zooplanctófagos). Os sistemas de policultivo são complexos, porém podem ser altamente produtivos, lucrativos e com baixo impacto ambiental (Valenti, 2002). Ocasionalmente, o interesse pelo policultivo surge após a implantação de um monocultivo, e é vista como uma estratégia para aumentar o lucro, com base nos investimentos e custos fixos (Rhodes et al., 2010). Outras razões para a mudança na estratégia de produção é a diversificação de produtos (Meriwether et al. 1984; Hsieh et al. 1989), redução da perda de alimento natural do viveiro e aumento da estabilidade ecológica (Cohen et al. 1983) e otimização de alguns custos(ex: mão de obra na despesca) (Malecha et al. 1981).

Os peixes ocupam preferencialmente a coluna d'água enquanto que os camarões, que possuem hábitos bentônicos, ocupam o fundo e as laterais dos viveiros. As tilápias exibem qualidades que elevam seu potencial para o policultivo: alimentam-se dos itens básicos da cadeia trófica, aceitam uma grande variedade de alimentos e apresentam resposta positiva à fertilização dos viveiros (Ferreira e Gontijo, 1984). De acordo com New (2000), os camarões de água doce apresentam características favoráveis ao policultivo, pois permitem aos piscicultores aumentarem sua produtividade e lucro. Ambas as espécies necessitam da mesma temperatura para alta produtividade, possuem ciclo de produção de mesmo período, atingindo massa comercial em aproximadamente 6 meses, e aproveitam de forma eficiente o alimento natural dos viveiros. Um dos sistemas mais estudados que exploram o crescimento do alimento natural do viveiro é o sistema com inclusão de substratos para desenvolvimento de perifiton (Tidwell, 1999, 2000, 2001, Azim *et al.*, 2001, 2003, 2004, Keshavanath *et al.*, 2001, 2004, Van Dam *et al.*, 2002, Azim e Little, 2006, Uddin *et al.*, 2009).

A produção de peixes e camarões com uso de substratos para desenvolvimento de perifiton oferece a possibilidade de aumento na produção primária e alimento disponível para peixes e camarões (Azim *et al.*, 2001; Azim *et al.*, 2004). O perifiton é uma comunidade de microorganismos, vivos e mortos, que está aderida a um substrato, orgânico ou inorgânico, vivo ou morto (Wetzel 2001). Em geral, práticas para desenvolver o perifiton nos viveiros visam à melhoria da qualidade da água pela retenção de sólidos suspensos, matéria orgânica e aumento da absorção de amônia e nitrato por meio do processo de nitrificação (Azim e Little 2006). Além disso, favorece a redução na taxa de

conversão alimentar aparente em camarões de água doce (Tidwell, 1999, 2000, 2001) devido ao desenvolvimento de alimento natural e o controle da comunidade aquática.

A partir da década de 90, este conceito passou a ser introduzido na aquicultura continental, permitindo a produção de pescado onde as dietas comerciais são escassas ou caras (Milstein, 2012). A viabilidade do perifiton como fonte primária de alimento foi avaliada para diversos sistemas de cultivo, sendo um deles o policultivo de tilápias e camarões (Uddin et al., 2007a; Uddin et al., 2007b, 2009). Trabalhos recentes confirmam que o perifiton é o alimento natural preferencial de peixes herbívoros e onívoros, especialmente as tilápias (Azim et al., 2003). De acordo com Schroeder (1983), em policultivo de camarões com peixes, a dieta formulada possui pouca ou nenhuma participação no crescimento dos camarões. Em face do exposto, podemos supor que o sistema multiespacial e multitrófico de cultivo com uso de substrato pode melhorar a produtividade, os resultados econômicos e a sustentabilidade da produção do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo.

O camarão-da-amazônia é uma espécie amplamente distribuída nos rios brasileiros (Holthuis, 1952) e possui uma grande importância econômica na região Amazônica e nordeste brasileiro devido à pesca artesanal. Apresenta grande potencial para a aquicultura (Moraes-Valenti e Valenti, 2007; Maciel e Valenti, 2009; Moraes-Valenti e Valenti, 2010), pois é uma espécie rústica, politrófica, resistente a doenças, de rápido crescimento e apresentam altas taxas de sobrevivência em viveiros (Marques e Valenti, 2012). Três estratégias podem ser utilizadas para seu cultivo (Preto et al., 2010): a produção em período curto (90 a 120 dias), a produção em período médio (120 a 180 dias) e a produção em longos períodos (180 a 270 dias). A primeira estratégia é mais eficiente, pois otimiza o uso da área de produção e maximiza a produtividade (Preto et al., 2010), contudo é menor que o período de produção de tilápias, assim, o período de cultivo mais utilizado para policultivos com tilápia-do-nilo é a produção em período médio.

A produção brasileira de tilápias é realizada, em pequenas e médias propriedades, que utilizam viveiros escavados e tanques rede em águas da União (Kubitza, 2011). De acordo com o mesmo autor, a produção de tilápias em viveiros e açudes, com aproveitamento adequado do alimento natural, possibilita

produzir peixes com índices de conversão alimentar de 1,0 a 1,5 e custos de produção mais competitivos do que as tilápias produzidas em tanques rede. O alimento natural pode favorecer o crescimento de tilápias em viveiro escavado, sendo necessário o desenvolvimento e a manutenção do fitoplâncton (Kubitza, 2009). Este pode ser desenvolvido por meio de adubações e correções da alcalinidade ou apenas utilizando-se água rica em nutrientes.

A origem da água também deve ser avaliada na aquicultura, pois a água de abastecimento atua nos viveiros incorporando material alóctone e pode afetar a qualidade da água, mantendo ou não os parâmetros ótimos para a aquicultura (Kimpura *et al.*, 2011). Moraes-Riodades *et al.*, (2006) sugerem que viveiros de cultivo semi-intensivo possuem mecanismos de manutenção de qualidade de água, como em ecossistemas naturais. Assim, a água rica em nutrientes pode ser usada, principalmente, na produção de camarões de água doce, pois o efluente gerado terá menos poluentes e reduzido potencial de eutrofização do que a água captada (Kimpura *et al.*, 2011), gerando uma externalidade positiva.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica e econômica do policultivo do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* e tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, em viveiros abastecidos com água hipereutrófica, sem renovação, com e sem a adição de substratos. O primeiro artigo irá abordar somente os aspectos de produção dos sistemas testados, avaliando o crescimento das tilápias e dos camarões, enquanto que o segundo irá tratar das análises econômicas simuladas para duas propriedades, uma de pequeno e outra de médio porte, arrendadas ou não, em dois sistemas (multitrófico e multiespacial com e sem adição de substrato) visando dois mercados de comercialização (consumo humano e pesca esportiva)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azim, M. E., Wahab, M. A., Van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M., Verdegem, M. C. J. The potential of periphyton-based culture of two Indian major carps, rohu *Labeorohita* (Hamilton) and gonia *Labeogonius* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, 2001, 32, 209-216.
- Azim, M. E., Verdegem, M. C. J., Mantingh, I., van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M. Ingestion and Utilization of periphyton grown on artificial substrates by Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 2003, 34, 85-92
- Azim, M.E., Rahaman, M. M., Wahab, M. A., Asaadaa, T., Little, D.C., Verdegem, M.C.J.. Periphyton-based pond polyculture system: a bioeconomic comparison of on-farm and on-station trials. *Aquaculture*, 2004, 234, 381–396
- Azim, M. E. and Little, D. C. Review Intensifying aquaculture production through new approaches to manipulating natural food. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2006, No. 062
- Cohen, D., Ra'Anan, Z., Barnes, A. Production of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Israel I: Integration into Fish polyculture systems. *Aquaculture*, 1983, 34, 67-76p.
- FAO– FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *FAO Statistical Yearbook: World Food and Agriculture*. Rome, FAO, 2012, 198p.
- Ferreira, R.M.A.; Gontijo, V. de P.M., Fertilização de viveiros de tilápia com adubo orgânico. *Informe Agropecuário - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais*. 1984, v.10 (110) 12-16p.
- Hsieh, C. H., Chao, N.H., Gomes, L.A.O. e Liao, I.C. 1989. Culture practices and status of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Taiwan. In. *Anais do III Simpósio Brasileiro sobre cultivo de camarão*, 15-20 outubro 1989, João Pessoa, Vol. 2: Camarão de água doce e outros (Ed. by Martins, M.M.R., Correia, E.S. e Cavalheiro, J.M.), 85-109p, MCR Aquacultura, João Pessoa.

- Holthuis. L. B., A general revision of the Palaemonidae (crustacean Decapod Natantia) of the Americas II. The subfamily Palaemanidae. Allan Hancock Foundation Publ. Occasional Paper. 1952, Nº12, 396p.
- Keshavanath, P., Gangadhar, B., Ramesh, T.J., Van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M., Verdegem, M.C.J. Effects of bamboo substrate and supplemental feeding on growth and production of hybrid red tilapia fingerlings (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 235 (2004), 303-314.
- Keshavanath, P., Gangadhar, B., Ramesh, T.J., Van Rooij, J. M. , Beveridge, M.C.M., Baird, D.J., Verdegem, M.C.J. e Van Dam, A. Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. *Aquaculture research*. 2001, 32 – 189-197
- Kimpara, J. M., Rosa, F. R. T., Preto, B. L., Valenti, W. C. Limnology of *Macrobrachium amazonicum* grow-out ponds subject to high inflow of nutrient-rich water and different stocking and harvest management. *Aquaculture Research*. 2011. 1289-1297
- Kubitza, F. Produção de Tilápias em tanques de terra: estratégias avançadas no manejo. *Revista Panorama da Aquicultura*. 2009, vol 19, nº115. Setembro/Outubro
- Kubitza, F. O status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. *Revista Panorama da Aquicultura*. 2011, vol 21, nº124. Março/Abril
- Maciel, C. R.; Valenti, W. C.. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, 2009, 17(2):61-79.
- Malecha, S. R., Buck, D. H., Baur, R. J. e Onizuka, D. R. 1981. Polyculture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosebergii*, Chinese and common carps in ponds enriched with swine manure. I. Initial trials. *Aquaculture* 25:101-16.
- Marques, H. L. A e Moraes-Valenti, P.M.C., 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*. 2012, 43, 984–992

- Meriwether, F.H., Scura, E.D. e Okamura, W.Y. 1984. Cage culture of red tilapia in prawn and shrimp ponds. *Journal of the World Mariculture Society* 15:254-65.
- MPA – MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura Brasil 2010. Brasil, 2012, MPA. 129p.
- Milstein, A., Peretz, Y., Harpaz, S. Culture of organic tilapia to market size in periphyton based ponds with reduced feed inputs. *Aquaculture Research*, 2009, 40, 55-59.
- Moraes-Riodades, P.M.C., Kimpara, J.M., Valenti, W.C., Effect of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology. *Acta Limnologica.Brasiliensia*. 2006, 18, 311–319.
- Moraes-Valenti, P., Valenti, W. C. Effect of intensification on grow out of the Amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of world aquaculture society*, 2007, Vol.38, nº4.
- Moraes-Valenti, P., Valenti, W.C.,. Culture of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abramo, L. R., Kutty, M. N. (Eds.), *Freshwater Prawns: Biology and Farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, 2010, pp. 485–501.
- New, M. B., Singholka S. e Kutty, M. N.. Prawn capture fisheries and enhancement, in: New, M. B. e Valenti, W. C. (eds) *Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii**, Blackwell Science, Oxford, 2000, 411–428p.
- Preto, B. L., Kimpara, J. M., Moraes-Valenti, P., Valenti W. C., Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* with different stocking and harvesting strategies, *Aquaculture*, 2010, 307, 206-211
- Rhodes. R. J., Hanson, T.R. e Dasgupta, S. 2010. Economics and Business Management. In. New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abramo, L.R. e Kutty, M. N. (eds) *FreshwaterPrawns: Biology and Farming*. Wiley-Blackwell Science, 2010, 448-474p.
- Scroeder, G. L.,. Sources of fish and prawn growth in polyculture pond as indicated by C analysis. *Aquaculture* 1983, 35:29-42.
- Tidwell, J. H .Coyles, S. D., Weibel, C., Evans, J.. Effects and interactions of stocking density and added substrate on production and population

- structure of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of the world aquaculture society. June 1999, Vol. 30, No. 2.
- Tidwell, J. H., Coyles, S. D., van Arnum, A., Weibel, C. Production response of freshwater Prawns *Macrobrachium rosenbergii* to increasing amounts of artificial substrate in ponds. Journal of the world aquaculture society. September 2000. Vol. 31, No. 3.
- Tidwell, J. H., Coyles, S. D.; Vanarnum, A.; Weibel, C. e D'Abramo, L.. Use of artificial substrates to maximize production of freshwater prawns in temperate climates. World Aquaculture Magazine, 2001, 32(3):40-42+60.
- Tidwell, J. H., Coyle, S. Impact of substrate physical characteristics on grown-out of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in ponds and pond microcosm tanks. Journal of the world aquaculture society. 2008. Vol. 39, nº8. 9p.
- Uddin, M. S., Rahman, S. M. S., Azim, M. E., Wahab, M. A., Verdegem, M. C. J., e Verreth, J. A. J., Effects of stocking density on production and economics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in periphyton-based systems. Aquaculture Research, 2007 a. 38, 1759-1769.
- Uddin, M. S., Farzana, A., Fatema, M. K., Azim, M. E., Wahab, M. A., Verdegem, M.C.J., Technical evaluation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) monoculture and tilapia–prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in earthen ponds with or without substrates for periphyton development. Aquaculture, 2007 b. 269, 232–240.
- Uddin, M.S., Azim, M. E., Wahab, M. A., Verdegem, M.C.J.. Effects of substrate addition and supplemental feeding on plankton composition and production in tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn(*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture. Aquaculture. 2009, 297 99–105
- Van Dam AA, Beveridge MCM, Azim ME, Verdegem MCJ.The potential of fish production based on periphyton.Reviews in Fish Biology and Fisheries 2002;12:1–31.
- Valenti, W. C.. A aqüicultura Brasileira é sustentável? Aqüicultura e Pesca, 2008, 34(4): 36-44.

- Valenti, W. C.. Aquicultura sustentável. In: Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. 2002, 111-118p.
- Zimmermann, S., Nair, C. M., New, M. B. Grow-out Systems- polyculture and integrated culture, in: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D'Abramo, L. R., Kutty, M. N. (Eds.). Freshwater prawns: Biology and Farming. Wiley-Blackwell, Oxford, 2010, 195-217p.
- Wetzel, R. G. Limnology: lake and river ecosystems. 3º ed. San Diego: Academic Press, 2001, 1003p.

Artigo I

PRODUÇÃO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA E TILÁPIA-DO-NILO EM SISTEMAS MULTITRÓFICOS E MULTIESPACIAIS

RESUMO

O objetivo do artigo foi avaliar o desempenho zootécnico do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) e tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), produzidos em sistema multitrófico e multiespacial, sem renovação de água, com e sem adição de substrato. Doze viveiros escavados de 0,01ha foram povoados com 22 camarões/m² e 1,1 tilápias/m² em três tratamentos: inclusão de manta geotêxtil como substrato; inclusão de bambu como substrato; policultivo tradicional sem uso de substratos. Ao final do cultivo, camarões e tilápias foram coletados e foram determinadas a massa média final, a sobrevivência e a produtividade. Para as tilápias, avaliou-se ainda a conversão alimentar aparente e a sobra de ração. Para os camarões avaliou-se também a distribuição dos animais em classes de massa e comprimento. Os resultados demonstraram que a inclusão de substrato artificial, aumentou a massa média dos camarões em 34% e o número de animais, com comprimento final maior que 7 cm, em aproximadamente 32%. Isso ocorre provavelmente porque o substrato diminui os encontros agonísticos entre os camarões e favorece a produção de perifiton, permitindo que mais animais tenham acesso ao alimento. Para os parâmetros produtivos das tilápias, não houve diferença estatística entre os tratamentos, contudo o desempenho observado foi maior que em demais trabalhos de monocultivo e policultivo para a mesma espécie. O uso do sistema sem renovação de água não afetou os parâmetros limnológicos da produção, sendo então o manejo de produção mais recomendado.

Palavras-chave: *Macrobrachium amazonicum*, substrato, sem renovação de água, *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

The aim of this chapter was to evaluate the feasibility of production of amazon river prawn (*Macrobrachium amazonicum*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) produced in multiespacial and multitrophic system, without water renewal, with and without addition of substrate. Twelve ponds of 0.01 hectare were stocked with 22 prawn/ m² tilapia and 1.1 / m² in three treatments: inclusion of geotextile blanket as substrate; inclusion of bamboo as substrate, traditional polyculture without the use of substrates. For prawn and tilapia was evaluated the production parameters final mean weight, survival and productivity. For fish, was evaluated feed conversion rate and feed leftover. For prawn was also evaluated the distribution of animals in length and weight classes. The results showed that the inclusion of artificial substrates has increased the prawn final mean weight by 34% and the number of animals with final mean length, above 7 cm, in 32%. Probably, because the substrate decreased agonistic encounters in prawns and increased the perifiton production, allowing the animals to have access to natural food. There was no statistically significant difference in tilapia production parameters, however the fish performance were higher than that observed in some works with tilapia monoculture and tilapia/freshwater prawn (*M. rosenbergii*). The use of system without water renewal did not effect the limnological parameters of production, being the recommended production management.

Key-words: *Macrobrachium amazonicum*, substrate, polyculture, natural food, *Oreochromis niloticus*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de tilápia-do-nylo é realizada essencialmente em viveiros escavados e tanques-rede. O peso comercial de 600 g a 1 kg é atingido em 6 a 10 meses, a partir de alevinos de 0,5 g. A produtividade em viveiros escavados varia de 8 a 10 ton/ha/ciclo e em tanques rede de 80 a 120 kg/m³ (Kubitza, 2011). O panorama geral revela que produtores e empresas buscam inovações tecnológicas que possibilitem o retorno da piscicultura e a expansão e diversificação dos empreendimentos aquícolas. O policultivo é uma possível alternativa e vem sendo utilizada no Brasil. Castellani e Barrela (2005) caracterizaram as pisciculturas do Vale do Ribeira, no estado de São Paulo, e determinaram que 48% utilizavam o policultivo como sistema de produção. O uso de camarões em policultivo é bem comum em países do oriente e parece ser uma alternativa viável para piscicultores.

Diversas características da produção do camarão de água doce favorecem o desenvolvimento de seu cultivo: não necessita de áreas costeiras para a fase de crescimento final e larvicultura, é adequado para pequenas e médias propriedades e apresentam características favoráveis ao sistema de policultivo (New, 2010). A espécie mais produzida é o camarão-da-malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), contudo, estudos com espécies nativas estão sendo desenvolvidos para que possam ser exploradas comercialmente. De acordo com New (2010), a produção de outras espécies do gênero *Macrobrachium* somadas podem exceder a produção do camarão-da-malásia.

O camarão-da-amazônia é nativo da América do Sul com distribuição nas regiões tropicais e subtropicais (Maciel e Valenti, 2009). É uma espécie rústica, politrófica, resistente a doenças, possui rápido crescimento, alta taxa de sobrevivência em viveiros (Marques e Moraes-Valenti, 2012) e seu peso comercial é similar ao do *Macrobrachium nipponense* (Moraes-Valenti e Valenti, 2010), segunda espécie de camarão de água doce mais produzida no mundo. Na última década, o camarão-da-amazônia chegou a representar 85% do total de camarões de água doce capturados no Brasil (New et al., 2000; Maciel e Valenti, 2009), demonstrando seu alto potencial para o comércio nacional e aquicultura (Kutty, 2005).

Até o presente, estudos visando a larvicultura (Vetorelli, 2004, 2008, Pavanelli, 2010), berçário (Penteado, 2011), desenvolvimento pós-embrionário (Moraes-Riodades e Valenti, 2002), identificação de morfotipos (Moraes-Riodades e Valenti, 2004), estudos liminológicos (Kimpura *et al.*, 2011) e densidades de estocagem em fase de crescimento final (Moraes-Valenti e Valenti, 2007), já foram realizados. Os resultados destes estudos sugerem que a produção desse camarão de água doce pode ser realizada em sistemas semi-intensivos, de curta duração e em água rica em nutrientes. Porém, na produção comercial de camarões, o sistema de cultivo mais comum é o semi-intensivo, com período médio de 120 a 180 dias, em água oligotrófica, com uso de adubo. O uso de água rica em nutrientes deve ser avaliado, pois a disponibilidade de água sem poluição orgânica é cada vez menor e os camarões atuam na água de cultivo incorporando material alóctone, mantendo os parâmetros da água ótimos para aquicultura (Kimpura *et al.*, 2011). Assim, são requeridas estratégias de produção que otimizem o uso da água, ração e espaço.

O uso de substratos é uma estratégia que melhora a água do sistema, favorece o aumento da produção de alimento natural e o aumento na produtividade (Azim e Little, 2006; Milstein, 2005; Van Dam *et al.*, 2002). Além disso, os substratos artificiais aumentam a área de cultivo para animais com hábito bentônico, como os camarões, e reduz os encontros agonísticos dos camarões (*M. rosenbergii*) (Tidwell, 1999, 2000, 2001), aumentando a produtividade e o número de animais com peso comercial cultivados em altas densidades (Tidwell, 1999). Em sistemas de policultivo com tilápias, o uso de substratos traz vantagens às duas espécies. Uddin *et al.*, (2009) demonstraram que o uso de substratos, no policultivo de tilápia e camarão da malásia, com e sem inclusão de ração comercial, aumentou a massa média, a sobrevivência e a produtividade dos animais. Porém, nenhum trabalho acerca da utilização do camarão-da-amazônia para sistemas de policultivo foi desenvolvido até o presente.

Assim, este trabalho visa avaliar a viabilidade técnica da produção do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo, em sistemas multitróficos e multiespaciais, em viveiros escavados abastecidos com água hipereutrófica, com e sem adição de substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, câmpus de Jaboticabal (CAUNESP). Foram utilizados 12 viveiros escavados retangulares de 0,01 ha e 1m de profundidade e sem renovação de água.

O fator testado foi o uso de substrato para a fixação do perifiton e ampliação da área ocupada pelos camarões. Assim, além do policultivo sem substratos, testou-se o uso de um substrato natural, de fácil obtenção por populações de baixa renda (bambu) e um substrato artificial, a manta geotêxtil, material industrializado e de fácil aquisição no comércio. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições:

- Manta = cultivo com o uso de substrato manta geotêxtil;
- Bambu = cultivo com o uso de substrato bambu;
- Sem Substrato = cultivo sem o uso de substrato

Os substratos foram confeccionados e padronizados quanto à altura (1,5 m) e comprimento (7m), e instalados no dia do povoamento das tilápias (Fig. 1 e 2). Foram dispostos em posição vertical e corresponderam a 50% da área de espelho d'água do viveiro. Os substratos de manta geotêxtil foram comprados em empresa especializada e os bambus, plantas invasoras da Mata Atlântica, foram coletados em ambiente natural, o que é considerado um impacto ambiental positivo.



Figura 1. Substratos de manta geotêxtil (à esquerda) e bambu (à direita).



Figura 2. Disposição dos substratos nos viveiros de produção

Os viveiros foram drenados e secos ao sol durante sete dias. Após a secagem, retiraram-se as sobras de matéria orgânica e sedimento. Em seguida, realizou-se calagem, na proporção de uma tonelada por hectare, com uso de calcário agrícola. Após sete dias, houve o enchimento dos viveiros com água hipereutrófica, captada por gravidade, proveniente da represa da UNESP, câmpus

de Jaboticabal. Cada viveiro possui sistemas de entrada e drenagem independentes. Posteriormente, foi realizada a adubação química, utilizando Super Fosfato Simples (8 kg P₂O₅ ha⁻¹) e uréia (4 kg N ha⁻¹), para adequar a relação P:N às necessidades do fitoplancton.

Pós-larvas recém-metamorfoseadas, de *Macrobrachium amazonicum*, foram mantidas durante 15 dias em sistema de berçário I. A oferta de ração foi realizada duas vezes ao dia com ração comercial (35% de proteína bruta - PB). Os animais foram mantidos em tanques de fibro-cimento, com capacidade para 800 litros úteis de água, na densidade de 10 camarões por litro. Juvenis de *Oreochromis niloticus* da variedade *gift*, invertidos para machos, foram obtidos de uma fazenda comercial, transportados e estocados em tanques de fibro-cimento, com capacidade de 800 litros de água, em uma densidade de um animal por litro. Durante 40 dias, as tilápias foram alimentadas com ração comercial extrusada (40% de proteína bruta - PB).

Os viveiros foram povoados com camarões juvenis na densidade de 22 animais/m². Retirou-se, de cada lote de povoamento, uma amostra de 50 camarões para pesagem e obtenção da biomassa inicial. Uma semana após a introdução dos camarões, realizou-se o povoamento com as tilápias. A densidade foi de 1,1 peixes/m². Amostras de 30 tilápias de cada viveiro foram retiradas para pesagem, obtendo-se a biomassa inicial para cálculo da quantidade de ração a ser fornecida. Ofertou-se ração comercial extrusada para tilápias (40% PB) duas vezes ao dia, no período matinal (11:00 horas) e vespertino (17:00 horas). Considerou-se 5% da biomassa inicial de peixes até os animais atingirem 100 gramas. Em seguida, a ração oferecida continha 28% de proteína bruta (Tab. 1). Não foi fornecido alimento aos camarões durante todo o cultivo.

Tabela 1: Análise bromatológica das rações ofertadas às tilápias

Análise Bromatológica	Ração 40% PB	Ração 28% PB
Proteína Bruta (%)	41,5	27,1
Matéria Seca (%)	89,82	89,73
Matéria Mineral (%)	1,76	1,80
Energia (cal/g)	4461	3994

Mensalmente, amostras de 30 tilápias e 50 camarões foram coletadas dos viveiros, com utilização de rede de arrasto, de forma aleatória para realização das biometrias. Os animais foram pesados em balança de precisão de 0,01 g e medidos em ictiômetro com precisão de 1 mm. A cada biometria, reduziu-se 1% na taxa de alimentação.

A água de cultivo foi monitorada quanto às principais variáveis físicas e químicas de interesse para a aquicultura. O teor de oxigênio dissolvido, temperatura e pH foram monitorados diariamente por meio de sonda multiparâmetro (YSI modelo Professional Plus). As medições ocorreram logo no início da manhã, às 8:00 horas e ao final da tarde as 17:00 horas. Transparência e concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram mensuradas quinzenalmente. O primeiro por meio do uso de disco de Secchi, as concentrações de amônia e nitrito pelo método colorimétrico e a concentração de nitrato pelo método de redução por sulfato de hidrazina (APHA, 1998).

Problemas com oxigênio dissolvido, no período noturno, foram verificados após o primeiro mês de cultivo, sendo necessário o uso de aeradores (Aquahobby Bernauer 0,5 hp). O tempo de acionamento foi de 3 horas diárias, divididos em 30 minutos com intervalo de 2 horas. Os parâmetros de água se comportaram como previsto para produção em viveiros escavados para peixes e camarões (Tab. 2).

Tabela 2: Parâmetros limnológicos, médias \pm desvio padrão, e amplitudes (entre parênteses) da água dos viveiros em cada tratamento durante todo o período de cultivo.

Parâmetros	Período	Tratamento		
		Manta	Bambu	Sem Substrato
OD (mg/L)	Manhã	4,0 \pm 1,5 (0,8-9,1)	4,1 \pm 1,2 (0,8-9,0)	4,5 \pm 1,3 (0,8-9,4)
	Tarde	10,4 \pm 0,4 (2,5-17,3)	10,9 \pm 0,3 (2,6-18,7)	11,4 \pm 0,3 (2,6-17,3)
pH	Manhã	7,9 \pm 0,1 (7,2-8,8)	7,7 \pm 0,2 (7,1-8,2)	7,9 \pm 0,4 (7,2-9,1)
	Tarde	9,1 \pm 0,1 (7,6-9,5)	9,2 \pm 0,6 (7,7-9,6)	9,3 \pm 0,1 (8,1-9,8)
T (°C)	Manhã	27,1 \pm 0,9 (20,5-29,3)	27,1 \pm 0,9 (22,7-29,5)	27,1 \pm 0,9 (20,5-29,4)
	Tarde	29,9 \pm 0,9 (24,1-33,0)	30,1 \pm 1,0 (24,7-33,8)	30,1 \pm 1,0 (24,1-33,3)
N - Amônia (μ g/L)		143 \pm 30 (26-465)	109 \pm 24 (7-304)	138 \pm 35 (17-561)
N - Nitrito (μ g/L)		10,2 \pm 2,9 (0,6-70,7)	5,2 \pm 1,6 (0,4-21,1)	7,4 \pm 3,3 (0,2-69,4)
N - Nitrato (μ g/L)		68,8 \pm 18,0 (1,5-270)	34,6 \pm 21,0 (1,4-169)	36,5 \pm 19,2 (1,8-242)
Transparência (cm)		39 \pm 5 (13-82)	35 \pm 5 (13-74)	35 \pm 2 (8-74)

Após 140 dias de produção, os viveiros foram drenados, os camarões e as tilápias despescados e insensibilizados em gelo. Para avaliar os parâmetros de produção e estrutura populacional dos camarões, foram obtidas amostras aleatórias de 10% do total de animais despescados em cada viveiro. Os parâmetros produtivos das tilápias foram obtidos por meio da pesagem de todos os peixes sobreviventes. Foram calculados, para cada tratamento, a massa média final, sobrevivência, produtividade dos camarões, produtividade das tilápias, produtividade total (tilápias + camarões) e conversão alimentar. Além disso, determinou-se para os camarões a distribuição de frequência em classes de massa e comprimento. Para a formação de classes de massa foram adotados os seguintes intervalos: camarões entre 0,1 a 3 gramas, 3,1 a 5 gramas, 5,1 a 7

gramas e animais maiores que 7 gramas. Para as frequências de comprimento, os camarões foram separados em animais com comprimento menor que 7 cm e igual ou maior que 7 cm. O valor de 7 cm foi adotado pois é o limite inferior para que os animais possam ser comercializados como iscas-vivas (informação obtida junto aos isqueiros).

A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente. Sendo atendidas essas premissas, as médias foram submetidas ao teste de análise de variância (ONE-WAY ANOVA) paramétrica. Quando a diferença foi significativa entre as médias, os dados foram submetidos ao teste Tukey ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arcoseno da raiz quadrada de x ($\arcsen \sqrt{x}$). As análises foram realizadas com uso do software Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., versão 9.0). Para a análise das distribuições das classes dos camarões em tamanho e massa, utilizou-se o Teste G.

RESULTADOS

1. Parâmetros produtivos das tilápias

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos quanto aos parâmetros massa média final, sobrevivência, produtividade e conversão alimentar aparente (Tab. 3). Contudo a massa final do tratamento sem substrato foi numericamente superior ao tratamento bambu em 6% e ao tratamento manta em 10%. A sobrevivência dos tratamentos manta e bambu foram semelhantes, sendo numericamente superiores ao tratamento sem substrato em 10%. A produtividade foi próxima a cinco ton/ha em todos os tratamentos e a conversão alimentar aparente ao redor de 1,7. O consumo de ração foi semelhante em todos os tratamentos (Tab. 4).

Tabela 3: Parâmetros produtivos (Média \pm DP) das tilápias, após 140 dias de cultivo.

Parâmetros	Tratamentos		
	Manta	Bambu	Sem substrato
Massa média inicial (g)	30 \pm 4,7	29 \pm 1,5	30 \pm 2,1
Massa média final (g)	493,2 \pm 37,8	475,7 \pm 58,5	521,7 \pm 42,8
Sobrevivência (%)	89 \pm 1	90 \pm 3	81 \pm 7
Produtividade (kg/ha)	4988 \pm 404	4853 \pm 461	4794 \pm 196
Conversão Alimentar Aparente	1,7 \pm 0,2	1,8 \pm 0,4	1,7 \pm 0,3

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

Tabela 4: Consumo de ração (Média \pm DP) em cada tratamento durante o período de cultivo

Ração	Tratamentos		
	Manta	Bambu	Sem Substrato
Ofertada (kg)	128,7 \pm 21,5	129,9 \pm 6,1	132,7 \pm 19,0
Consumida (kg)	128,5 \pm 21,4	129,5 \pm 6,5	129,3 \pm 17,9
Sobra (kg)	0,2 \pm 0,3	0,4 \pm 0,5	3,5 \pm 2,8

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

2. Parâmetros produtivos dos camarões

Não houve diferença estatisticamente significativa para massa média inicial, sobrevivência, e produtividade (Tab. 5). Diferenças estatísticas foram encontradas para valores de massa média final, sendo maior no tratamento

manta. A massa média final foi 34% superior que no tratamento sem substrato e 15% maior que no tratamento bambu. O valor para o tratamento bambu não diferiu dos demais tratamentos (Tab. 5)

Tabela 5: Parâmetros produtivos (Média ± DP) dos camarões *Macrobrachium amazonicum* após 140 dias de cultivo.

Parâmetros	Tratamentos		
	Manta	Bambu	Sem substrato
Massa inicial (g)	0,030 ± 0,004	0,040 ± 0,002	0,040 ± 0,003
Massa final (g) *	3,5 ± 0,4 ^a	3,1 ± 0,5 ^{ab}	2,6 ± 0,2 ^b
Sobrevivência (%)	65 ± 17	74 ± 9	76 ± 4
Produtividade (kg/ha)	435 ± 15	489 ± 29	483 ± 115
Produtividade (nº de animais/ha)	143.000	162.800	167.200
Animais maiores que 7 cm (%) **	77 ^a	54 ^b	45 ^c

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% ($P < 0,05$) de significância pelo teste de Tukey.

** Valores seguidos de letras diferentes diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste G.

Todos os tratamentos apresentaram valores de sobrevivência acima de 60%. O tratamento sem substrato apresentou os maiores valores para o parâmetro produtividade total (camarões + tilápias), sendo 5471 ± 439 kg/ha, seguido do tratamento bambu (5333 ± 479 kg/ha) e depois o tratamento manta (5230 ± 200).

Nos tratamentos com inclusão de substratos, os animais apresentaram maior comprimento em relação ao tratamento sem substrato (Fig. 3). O aumento foi de 32% no número de animais com comprimento maior que 7 cm entre os tratamentos manta e sem substrato e de 9% entre os tratamentos bambu e sem substrato. O número de animais com massa superior a 3,1 gramas também aumentou com a inclusão de substratos (Fig. 4), correspondendo respectivamente a 55% do total de animais no tratamento manta, 40% do total de animais no tratamento bambu e 25% no tratamento sem substrato.

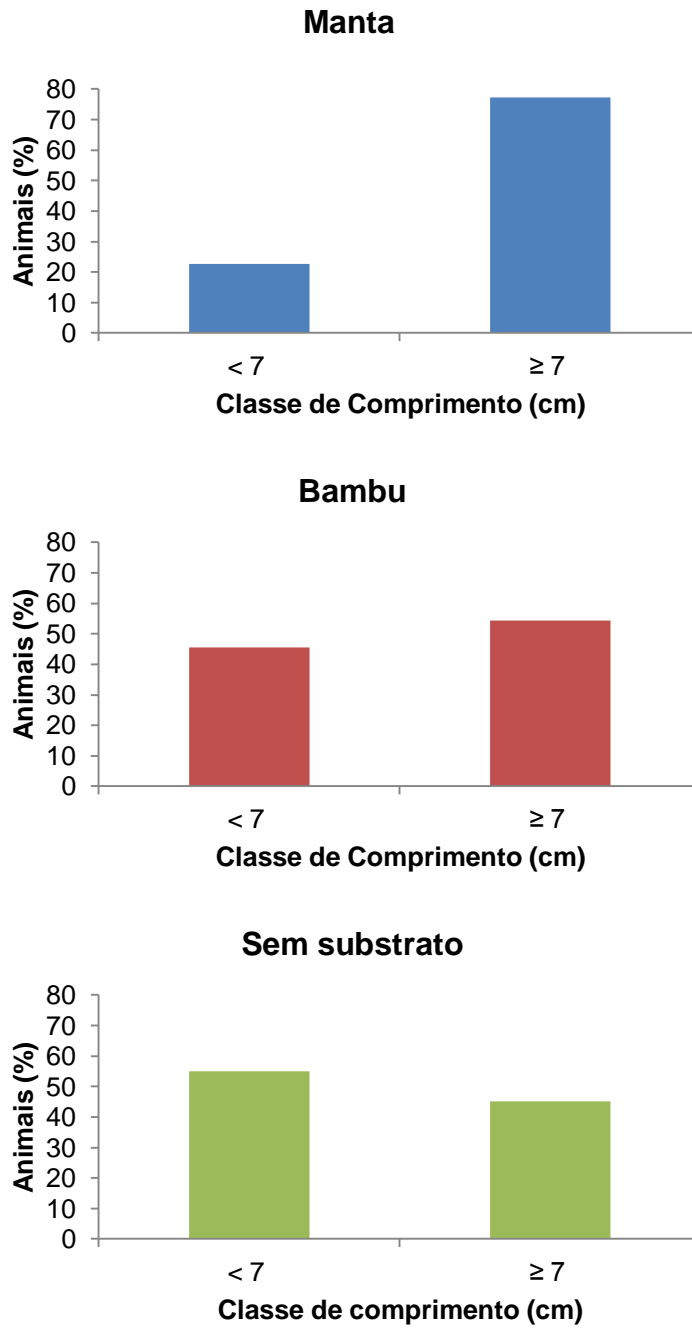


Figura 3: Distribuição em classes de comprimento dos camarões *M. amazonicum* após 140 dias de cultivo ($N=2958$, $G=250$, $P=5\%$).

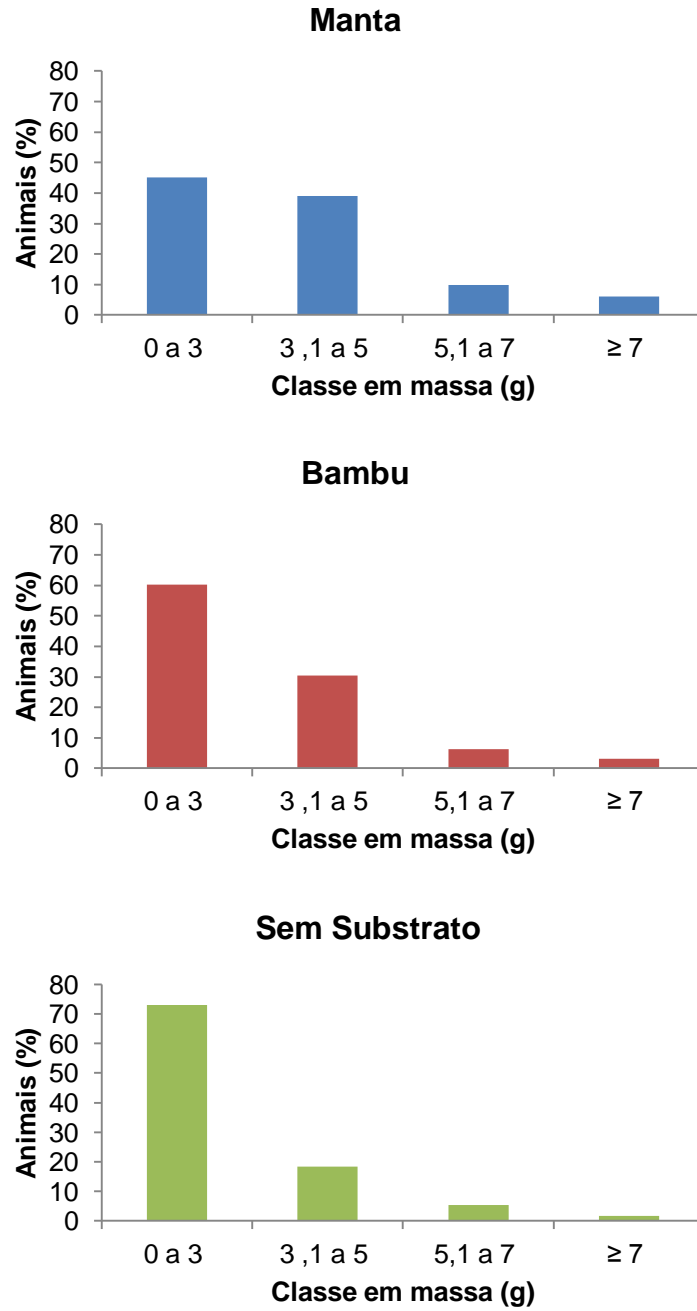


Figura 4: Distribuição em classes de massa dos camarões *M. amazonicum* após 140 dias de cultivo. ($N=2958$, $G=194$, $P=5\%$).

DISCUSSÃO

A inclusão e o tipo de substrato tiveram pouco efeito sobre o desenvolvimento e produtividade das tilápias, mas afetaram o crescimento dos camarões. A inclusão de substrato aumentou a massa média final dos camarões, o número de animais com massa maior que 3,1 g e o número de animais com comprimento maior que 7 cm. No tratamento manta, mais de 75% dos animais apresentaram comprimento maior que 7 cm, 23% e 32% maior que nos tratamentos bambu e sem substrato, respectivamente. No tratamento manta 55% dos animais apresentaram massa superior a 3,1 g, 15% e 30% a mais que nos tratamentos bambu e sem substrato, respectivamente.

As produtividades dos camarões encontradas no presente experimento foram ligeiramente inferiores às encontradas por Keppeler e Valenti (2006) em sistema de monocultivo. Esses autores obtiveram 500 a 700 kg/ha, estocando animais de 0,4 g na densidade de 20 animais/m², em 145 dias e cultivo. No presente estudo, as produtividades variaram de 435 a 489 kg/ha, estocando animais com massa média inicial de 0,04 g e sem fornecimento de ração. Moraes-Valenti e Valenti (2007) observaram em monocultivo de 5,5 meses de cultivo, estocando 20 camarões/m², camarões com 6 gramas de massa média final, 875 kg/ha de produtividade e 73% de sobrevivência. Estes resultados indicam que a produção de camarão-da-amazônia pode ser maior em sistema de monocultivo, entretanto, Rodrigues (2011) testando duas densidades (10 e 20 animais/m²) com e sem adição de ração em monocultivo do camarão-da-amazônia, observou que a densidade e a fonte de alimento não afetaram o crescimento dos animais até o 120º dia de cultivo. A autora observou camarões com massa média final de 4 g em 120 dias de cultivo, para o tratamento com adição de ração, semelhante ao encontrado neste experimento, quando houve adição de substrato. Assim, apesar de apresentarem menores valores de produtividade, os camarões em cultivo multitrófico e multiespacial, sem renovação de água, com uso de substratos atingem a mesma massa média que aquela obtida em monocultivo, de mesma densidade e em mesmo período de produção. O crescimento foi associado somente ao consumo de alimento natural presente nos viveiros e substratos, aproveitando de forma mais consciente o desperdício de ração e os resíduos gerados pela produção de tilápias.

A massa média e a sobrevivência dos camarões foram semelhantes ao observado por Preto *et al.* (2011) estocando 40 camarões/m² por 120 dias em sistema de monocultivo. Ao final do cultivo os animais apresentavam massa média entre 3,37 e 4,03 g, sobrevivência de 68% a 76% e produtividade de 1.026 a 1.140 t/ha. No presente experimento, não foi fornecida alimentação aos camarões e a densidade utilizada foi de 22 camarões/m², sendo o crescimento obtido, apenas com alimento natural e resíduo do cultivo de tilápias. Assim, o monocultivo de camarão-da-amazônia com aumento da densidade gera maior produtividade, entretanto os animais atingem a mesma massa média que aquela obtida em sistemas multitróficos e multiespaciais com tilápia-do-nilo e uso de substratos. Estudos devem ser realizados para determinar a densidade ideal de camarões (*M. amazonicum*) para os sistemas multitróficos e multiespaciais.

Uma vez que permitem produzir camarões com a mesma massa média final que em monocultivo de mesma densidade e em mesmo período de produção, o sistema multitrófico e multiespacial sem renovação de água pode ser uma alternativa para aumentar a sustentabilidade ambiental. No presente estudo utilizou-se água hipereutrófica e a produção foi realizada sem renovação de água. Este manejo é interessante, pois contraria a premissa da aquicultura de que a produção de peixes e camarões deve ser feita em água oligotrófica com uso de fertilizantes. O uso de água hipereutrófica não alterou de forma significativa os parâmetros de água e o desempenho do camarão-da-amazônia em sistema de monocultivo com renovação (Kimpara, 2011). No presente estudo foram observados valores baixos de oxigênio dissolvido (Tab. 2), contudo, não foram associados ao uso de água hipereutrófica. Foram casos isolados e não influenciaram nos parâmetros produtivos dos peixes e camarões. Assim, o uso de água hipereutrófica sem renovação de água, não afeta o desempenho do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo em sistema multitrófico e multiespacial. Sendo então, o manejo mais indicado para a produção, podendo-se eliminar o manejo de adubação, e a utilização de água é mais racional, reduzindo o impacto de eutrofização de novos cursos de água.

De acordo com Uddin *et al.* (2009), a inclusão de substrato e o fornecimento de ração comercial para as tilápias melhoraram o desempenho de camarões *M. rosenbergii* em policultivo com tilápias. Tidwell (2008) observou que

camarões da mesma espécie não apresentaram diferenças nos parâmetros produtivos em cultivos com diferentes tipos de substratos, porém, a massa média final dos camarões foi em média 41% maior que no cultivo sem substrato. No presente estudo, a inclusão de substrato aumentou a massa média final dos camarões da espécie *M. amazonicum* em 34%, além de aumentar o número de animais com massa maior que 3,1 g, desempenhando um papel fundamental no crescimento dos mesmos. Então, também para o *M. amazonicum*, a inclusão de substratos em sistema multitrófico e multiespacial com tilápias, provavelmente diminui os encontros agonísticos dos camarões e favorece uma maior produção de perifiton, aumentando a oferta de alimento natural e permitindo maior acesso dos animais.

Os parâmetros produtivos das tilápias, no presente estudo, apresentam-se semelhantes àqueles observados em outros trabalhos de policultivo. Santos e Valenti (2002) observaram massa média final de tilápias entre 520 e 540 gramas, sobrevivência de 67% e produtividade de 3.673 kg/ha, quando cultivados com camarão-da-malásia por 175 dias. No presente trabalho, a massa média final das tilápias foi menor, porém, o tempo de cultivo foi de 140 dias. Contudo, os valores de sobrevivência e produtividade foram maiores e a taxa de conversão alimentar aparente foi menor. Uddin *et al.*, (2006) observaram que tilápias em sistema de monocultivo, em viveiros escavados, durante 125 dias apresentaram massa média final de 135 gramas e sobrevivência de 57%, valores abaixo do esperado para um monocultivo, em produções comerciais em áreas tropicais. Garcia Perez *et al.*, (2000) avaliaram a produção de tilápias em sistema de monocultivo em Porto Rico (1 tilápia/m²), durante 145 dias de cultivo, sendo os valores de massa média final e sobrevivência observados pela autora, respectivamente, 348 gramas e 85%, inferiores aos observados no presente estudo.

CONCLUSÃO

O uso de substratos no cultivo multitrófico e multiespacial de tilápia-do-nylo e camarão-da-amazonia, em sistema com uso de água hipereutrófica e sem renovação, aumentou, a massa média final dos camarões em 34%, em 32% o número de animais com tamanho superior a 7 cm e em 30% o número de animais com massa superior a 3,1g. Não foi observado diferença nos parâmetros produtivos da tilápia-do-nylo, contudo estes foram superiores aqueles observados, em monocultivo da mesma espécie, em densidades de 1 peixe/m², e policultivo com *M. rosenbergii*.

REFERÊNCIAS

- APHA, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Work Association, Water Environmental Association, 20th ed. Washington. 1998
- Avnimelech, Y., Kochva, M., Hargreaves, J. A. Sedimentation and resuspension in earthen fish ponds. *Journal of Aquaculture Society*. 1999, Vol. 30. nº4. 9p.
- Azim. M. E., Little, D. C. 2006. Review: Intensifying aquaculture production through new approaches to manipulating natural food. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. nº 062.
- Castellani, D., Barrela, W. Caracterização da piscicultura na região do Vale do Ribeira. *Ciência agrotecnica*. Lavras, 2005, v. 29, n. 1, 168-176p., jan./fev.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.. The state of world fisheries and aquaculture 2010. Rome, FAO,197p.
- Garcia Perez, A. Growth, Survival, Yield, and Size distribution of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, and Tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Polyculture and Monoculture Systems in Puerto Rico. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2000, Vol.31, nº3, September.
- Kimpara, J. M., Rosa, F. R. T., Preto, B. L., Valenti, W. C. Limnology of *Macrobrachium amazonicum* grow-out ponds subject to high inflow of nutrient-rich water and different stocking and harvest management. *Aquaculture Research*. 2011. 1289-1297
- Kubitza, F. O status atual e as tendências da tilapicultura no Brasil. *Revista Panorama da Aquicultura*. 2011, vol 21, nº124. Março/Abril
- Keppeler, E. C.; Valenti, W. C.. Effects of selective harvest of the amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*, on pond water, sediment and effluent. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 2006, v. 18, n. 2, 109-119p.
- Maciel, C. R.; Valenti, W. C. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. *Nauplius*, 2009. 17(2):61-79.

- Marques, H. L. A e Moraes-Valenti, P.M.C., 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*. 2012, 43, 984–992
- Milstein A. Polyculture in aquaculture. *Animal Breeding Abstracts* 2005; 73(12):15N–41N.
- Moraes-Riodades, P. M. C., Valenti, W. C. Morphotypes in male Amazon River Prawns, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture (Amsterdam)*, Amsterdam, v. 236, n.1-4, p. 297-307, 2004.
- Moraes-Riodades, P M C.; Valenti, W C. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2002, V.19. 1169-1176p.
- Moraes-Valenti, P. M. C.; Valenti, W. C.. Effect of intensification on grow out of the amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2007, 38(4):516-526.
- Moraes-Valenti, P.M.C.; Valenti, W.C.,. Culture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*, in: New, M. B.; Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D´Abramo, L. R., Kutty, M. N. (eds.): *Freshwater prawn farming: the farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Oxford. Blackwell Science. 2010, p. 485-501.
- New, M. B. e Kutty, M. N. Commercial freshwater prawn farming and enhancement around the world. In: New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D´Abramo, L. R. e Kutty, M. N. (eds): *Freshwater prawns; biology and farming*. Wiley-Blackwell,Oxford, 2010. 346–399p.
- New, M. B.; D'Abramo, L. R.; Valenti, W. C.; Singholka, S..Sustainability of freshwater prawn culture. In: New, M. B.; Valenti, W. C. (eds.). *Freshwater prawn farming: the farming of *Macrobrachium rosenbergii**.Oxford. Blackwell Science, 2000, 429-443p.
- Pavanelli, C.A.M. viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes temperaturas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura. 2010, 107p.

- Penteado, J.M. A. Análise da produtividade e viabilidade Econômica de quatro sistemas de berçários do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura. 2012, 72p.
- Preto, B. L.; Kimpara, J. M.; Moraes-Valenti, P. M. C.; Rosa, F. R. T.; Valenti, W. C.. Production strategies for short term grow-out of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in ponds. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2011, 6(1):1-8.
- Rodrigues, M. M. Efeito da alimentação e densidade de estocagem no desempenho zootécnico e no perfil celular do hepatopâncreas do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura. 2011, 46p.
- Santos, M. J. e Valenti W. C. Production of nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, and freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, stocked at different densities in polyculture systems in Brazil. Journal of the World Aquaculture Society 2002, 33, 369–376.
- Tran-Duy, A., van Dam, A. A., e Schrama, J. W... Feed intake, growth and metabolism of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in relation to dissolved oxygen concentration. Aquaculture Research, 2012, 43, 730–744
- Tidwell, J. e Coyle, S., Impact of substrate physical characteristics on grow out of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in ponds and microcosm tanks. Journal of the World Aquaculture Society, 2008. 39 (3): 406-413.
- Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Weibel, C.; Evans, J.. Effects and interactions of stocking density and added substrate on production and population structure of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of the World Aquaculture Society, 1999, 30(2):174-179.
- Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Vanarnum, A.; Weibel, C.. Production response of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* to increasing amounts of artificial substrate in ponds. Journal of the World Aquaculture Society, 2000, 31(3):452-458.
- Tidwell, J. H.; Coyle, S. D.; Vanarnum, A.; Weibel, C.; D'Abramo, L.. Use of artificial substrates to maximize production of freshwater prawns in temperate climates. World Aquaculture Magazine, 2001, 32(3):40-42+60.

- Uddin, M. S., Azim, M. E., Wahab, A. e Verdegem, M. C. J.. The potential of mixed culture of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in periphyton-based systems. *Aquaculture Research*, 2006, 37, 241-247
- Uddin, M.S., Azim, M. E., Wahab, M. A., Verdegem, M.C.J.. Effects of substrate addition and supplemental feeding on plankton composition and production in tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn(*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture. *Aquaculture*. 2009, 297 99–105
- Van Dam AA, Beveridge MCM, Azim ME, Verdegem MCJ.The potential of fish production based on periphyton.*Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2002;12:1–31.
- Vetorelli, M. P.. Viabilidade Técnica e econômica da larvicultura do camarão da Amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em diferentes densidades de estocagem. Dissertação de Mestrado. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2004, p.89
- Vetorelli, M. P.. Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão da Amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Tese de Doutorado, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2008, p 123.

Artigo II

ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMAS MULTITRÓFICOS E MULTIESPACIAIS DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA E TILÁPIA-DO-NILO COM E SEM INCLUSÃO DE SUBSTRATO

RESUMO

O objetivo do artigo foi avaliar a viabilidade econômica do cultivo multitrófico e multiespacial do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nylo com e sem inclusão de substratos, visando diferentes estratégias de produção e venda dos produtos. Simularam-se duas propriedades, uma de pequeno e outra de médio porte, no estado de São Paulo. Considerou-se que os produtos teriam como destino dois mercados consumidores: consumo humano e pesca esportiva. Para o primeiro simulou-se que tilápias e camarões seriam vendidos por peso (R\$/kg). Para o segundo, as tilápias por peso (R\$/kg) e os camarões por unidade (R\$/unidade). Para cada mercado consumidor, dois sistemas foram analisados: com e sem inclusão de substrato. Foram realizadas três análises: custo-retorno, fluxo de caixa e viabilidade financeira. Os empreendimentos voltados ao mercado de consumo humano mostraram indicadores econômicos negativos para todos os sistemas analisados, uma vez que o preço pago ao produtor é inferior ao custo operacional efetivo médio. Nas simulações para o mercado de pesca esportiva, os indicadores econômicos foram positivos, contudo, somente nas propriedades em que os viveiros seriam construídos. Constatou-se que para propriedades de pequeno e médio porte, a escolha do local para produção (áreas arrendadas ou próprias) é fundamental para a viabilidade técnica do empreendimento. Nestas condições, as simulações indicam que, para o empreendimento se tornar viável em terras arrendadas, o valor de arrendamento deve ser menor ou igual a R\$ 600,00 ha/mês e/ou os camarões devem ser vendidos por um preço superior a R\$ 0,30 /unidade.

Palavras-chave: camarão-da-amazônia, substrato, análise econômica, isca viva, pesca esportiva

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the economic feasibility of multiespacial and multitrophic systems of amazon river prawn and Nile tilapia with or without substrates considering different production strategies and targeting different consumer markets. Two farms were simulated, a small and a medium-sized in São Paulo state. It was considered that the products were intended for two consumer markets: human consumption and sport fishing. For the first market, tilapia and prawns were sold by weight. For the second, tilapias were sold live by weight and prawns live per unit. For each consumer market, two systems were analyzed: with and without substrate. Selling prices, as well as all production costs were obtained in the region of Ribeirão Preto - SP. After three economic analyses: cost-return, cash flow and financial feasibility, the production focused on the market for human consumption showed negative economic indicators for the two systems. That's because the price paid to producers is below the production cost, not justifying the implementation of these systems. Simulations show that, for sport fishing market, positive economic indicators were obtained in farms with pond building. In small farms, the systems that present economic feasibility are without substrate with pond building, and for the medium farms, with and without substrate with pond building. To produce, amazon river prawn and nile tilapia, the strategy of production, in land leased or with necessary pond building, is very important to feasibility of the Project. For the economic indicators remain positive, the value of the rent must be less than R\$ 600,00 /hec/month or the freshwater prawns must to be sold at a price higher than R\$ 0,30/unit.

Key-words: amazon river prawn, substrate, economic analysis, live bait, sport fishing

INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivo mais comuns são os monocultivos. Estes sistemas além de ineficientes quanto à utilização de dietas comerciais (Valenti, 2008), tem como principio a exploração de recursos naturais sem preocupação com a capacidade de recuperação do ambiente. É impossível produzir sem provocar alterações ambientais. No entanto, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente a um mínimo indispensável, de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural e alterações significativas na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Valenti, 2002). O novo desafio para a aquicultura é o desenvolvimento de sistemas inovadores, economicamente, ambientalmente e socialmente balanceados.

A aquicultura sustentável pode ser definida como a produção de organismos aquáticos, remunerando de forma justa todos os meios de produção e mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais (Valenti, 2012). Deve ser produtiva e lucrativa, gerando e distribuindo renda. Assim, é necessário desenvolver e adotar sistemas que otimizem a eficiência de produção, a geração e a distribuição de renda e mantenham a integridade dos ecossistemas costeiros e interiores (Valenti, 2008). Além disso, devem manter as fazendas por período mínimo superior a uma geração humana (20 anos). Os sistemas multitróficos e multiespacias podem atender esses novos desafios.

Os sistemas multitróficos e multiespaciais frequentemente propõem a diminuição das densidades das espécies cultivadas. Os produtores associam o uso de menores densidades com a obtenção de menores lucros, contudo, a diminuição das densidades de uma espécie e a inclusão de outra podem gerar resiliência, ou seja, capacidade de atingir novos níveis de equilíbrio mantendo a produtividade após mudanças nos sistemas da produção (Valenti, 2012). Assim, caso haja alteração no cenário de mercado de um produto, ou nos parâmetros produtivos da espécie primária, o produto secundário poderá auxiliar na manutenção da produção e da renda da propriedade.

Estudos econômicos, por vezes, são realizados de forma simplista, para explicar a implantação de uma produção aquícola a agências financiadoras. Entretanto, estes devem ser realizados associados à estratégia e local de produção, espécies a serem produzidas, estratégias de venda e sistemas de cultivo (Rhodes et al. 2010). Para a realização de análises econômicas precisas, é necessário o estudo de fazendas de produção que apresentem as características que se pretende avaliar ou a realização de simulações. O estudo de fazendas reais é bastante complexo e impreciso porque dificilmente se encontram fazendas semelhantes, que variem apenas nas características de interesse (Kimpara, 2011, Boock, 2012). Além disso, geralmente é difícil obter dados reais dos proprietários e às vezes, estes nem mesmo existem. Desta forma, o uso de simulações é comum para análises econômicas de sistemas de aquicultura.

Simulações sobre a viabilidade econômica, de alguns projetos de piscicultura, foram descritas por diversos autores. Scorvo Filho et al. (1998) citam que as taxas de retorno e de lucratividade da piscicultura são altas, comparativamente às de outras opções de investimento. Furlaneto e Esperancini (2009) obtiveram indicadores econômicos favoráveis para a implantação de policultivo, pacu e piauçu, em tanques escavados na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo. Na mesma região, Furlaneto et al. (2009) também apresentaram indicadores econômicos favoráveis para a implantação de projetos para produção de tilápia em tanque rede de 6 m³ e 18 m³.

Em face do exposto, o presente estudo tem como objetivo realizar simulações para avaliar a viabilidade econômica de duas propriedades, uma de pequeno e outra de médio porte, produzindo camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo em sistemas multitróficos e multiespaciais com e sem adição de substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas análises de custo-retorno, fluxo de caixa e cálculo de indicadores de viabilidade financeira de fazendas simuladas de produção de camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo, variedade *gift*, em sistema multiespacial e multitrófico, operando com e sem o uso de substratos de manta geotêxtil. Os dados de produção considerados são os obtidos no experimento descrito no artigo I desta dissertação. (Tab. 1 e 2)

Tabela 1: Parâmetros zootécnicos (Média ± DP) dos camarões *M.amazonicum* após 140 dias de cultivo.

Parâmetros	Tratamentos	
	Com substrato	Sem substrato
Densidade de estocagem	22 camarões / m ²	22 camarões / m ²
Massa média final (g) *	3,5 ± 0,4 ^a	2,6 ± 0,2 ^b
Sobrevivência (%)	65 ± 17	76 ± 4
Produtividade (kg/ha)	483 ± 115	435 ± 15
Produtividade (nº de animais/ha)	143.000	167.200
Animais maiores que 7 cm (%)**	77% ^a	45% ^b

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% ($p < 0,05$) de significância pelo teste de Tukey.

** Resultados seguidos de letras diferentes diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste G.

Tabela 2: Parâmetros zootécnicos (Média ± DP) das tilápias, *O. niloticus*, após 140 dias de cultivo.

Parâmetros	Tratamentos	
	Com substrato	Sem substrato
Densidade de estocagem	1,1 tilápia / m ²	1,1 tilápia / m ²
Massa média final (g)	493,2 ± 37,8	521,7 ± 42,8
Sobrevivência (%)	89 ± 1	81 ± 7
Produtividade (kg/ha)	4988 ± 404	4794 ± 196

Dois mercados foram analisados: o de consumo humano, no qual a produção é destinada a peixarias, supermercados, feiras e bares da região, e o mercado de pesca esportiva, no qual as tilápias terão como destino pesque-pague da região e os camarões, com comprimento maior que 7 cm, serão destinados ao comércio de iscas-vivas a um preço de R\$ 0,20 / unidade, enquanto os demais a um preço de R\$ 0,10 / unidade. Assim, para duas propriedades hipotéticas, foram

propostos e desenvolvidos 4 sistemas de produção considerando a inclusão ou não de substrato, o mercado de destino dos animais e a escolha do local para produção.

- Propriedade 1 ha: arrendada ou com construção de viveiros
 - Sistema 1: Com substrato artificial e mercado de consumo humano;
 - Sistema 2: Com substrato artificial e mercado de pesca esportiva;
 - Sistema 3: Sem substrato e mercado de consumo humano;
 - Sistema 4: Sem substrato e mercado de pesca esportiva;
- Propriedade 10 ha: com construção de viveiros ou arrendada
 - Sistema 1: Com substrato artificial e mercado de consumo humano;
 - Sistema 2: Com substrato artificial e mercado de recreação;
 - Sistema 3: Sem substrato e mercado de consumo humano;
 - Sistema 4: Sem substrato e mercado de recreação;

Para a análise de viabilidade econômica, optou-se por simulação. Foram consideradas duas propriedades, a primeira com área produtiva de um hectare, e a segunda com área produtiva de 10 hectares. Ambas estariam localizadas na região próxima ao município de Ribeirão Preto, permitindo explorar os mercados do camarão e da tilápia, porém as características climáticas permitem apenas um ciclo de produção por ano.

Assim, para a Propriedade 1 ha, simulou-se o arrendamento de 10 viveiros de 0,1 ha cada, pelo valor total de R\$ 1.000,00 mensais. Também para esta Propriedade, simulou-se a retirada do valor do arrendamento, e a inclusão dos valores associados à construção de viveiros nos investimentos. Para a Propriedade 10 ha, em uma primeira simulação, considerou-se a construção de 20 viveiros escavados de 0,5 ha e um galpão para armazenagem de equipamentos e insumos. Em outra simulação, considerou-se, a retirada dos valores associados à construção de viveiros, e a inclusão de arrendamento dos viveiros da Propriedade 10 ha, também pelo valor de R\$1.000,00/ha mensais. O manejo de produção para as duas propriedades será aquele adotado pela maioria dos produtores com sistemas de monocultivo de tilápias. Sendo assim, a

alimentação ocorrerá duas a três vezes ao dia, considerando 5% da biomassa total dos peixes no primeiro mês, 4% no mês seguinte e assim sucessivamente até atingir 1% da biomassa, que será mantida até os peixes atingirem massa entre 500-600 g. Os camarões não serão alimentados e não serão realizadas biometrias durante todo o cultivo. Todos os preços de insumos e serviços foram obtidos na região do município de Ribeirão-Preto. Valores e componentes dos investimentos e despesas operacionais para as Propriedades 1 ha e 10 ha, nos sistemas propostos estão presentes nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Valores e componentes dos investimentos para as Propriedades 1 ha e 10 ha nos sistemas propostos

Descrição	Sistemas Prop. 1 ha		Sistemas Prop. 10 ha	
	Sem Substrato	Com Substrato	Sem Substrato	Com Substrato
Construções (R\$) **	<u>41.133,35</u>	<u>41.133,35</u>	<u>453.520,35</u>	<u>453.520,35</u>
Equipamentos de cultivo * (R\$)	21.166,90	33.166,90	34.239,40	154.239,40
Equipamentos de escritório (R\$)	2.150,00	2.150,00	2.208,00	2.208,00
Custo de planejamento e instalação (R\$) *	5.582,68	6.062,68	26.246,39	31.046,39

*As diferenças entre os sistemas são devido à inclusão do substrato.

** Valores considerados apenas para as simulações sem arrendamento

Tabela 4: Valores e componentes das despesas operacionais para as Propriedades 1 ha e 10 ha, nos sistemas propostos.

Descrição	Valor unitário (R\$)	Quant./ciclo	
		Prop. 1 ha	Prop. 10 ha
Custos Variáveis			
Ração peixes (saco 25 kg)	48,40	331	3312
Compra peixes (milheiro)	150,00	11	110
Compra de Pós-larvas (milheiro)	25,50	220	2200
Embalagem (pacote com 35) *	9,90	0 / 20 *	0 / 370 *
Recarga de Oxigênio (10m³) *	100,00	0 / 3 *	0 / 55 *
Gelo (barra 10 kg) *	8,00	50 / 0 *	460 / 0 *
Material de Limpeza	5,00	1	1
Material de Escritório	100,00	1	1
Calcário (kg)	0,03	10000	10000
M. Obra eventual (R\$) **	40,00	5 / 3	8 / 12
Pilhas AA (4 unidades)	9,56	2	2
Telefone (minuto)	0,15	500	700
CESSR (receita de peixes)	2,7%	-	-
CESSR (receita de camarões)	2,7%	-	-
Despesas gerais	5%	-	-
Custos Fixos			
Taxas (R\$/Ano)	180,00	-	1
Manutenção (dos bens de valor)	2%		-
M. Obra permanente + Encargos (R\$/ciclo)	1.361,43	0	2
M. obra permanente especializada + Encargos (R\$/ciclo)	2.368,00	0	1
Remuneração da terra (R\$/ha/ano) ***	12.000	1	10
Custos de Oportunidade			

CESSR = Contribuição Especial de Seguridade Social Rural

*Para comercialização no mercado de consumo utiliza-se gelo, enquanto para comercialização no mercado de pesca esportiva são utilizadas embalagens e recarga de cilindro de oxigênio.

** Nos sistemas com substrato utiliza-se mais mão de obra devido à instalação dos substratos

*** Incluída na Propriedade 1 e 10 ha nos cenários em que se considerou o arrendamento

Os custos de oportunidade considerados para a Propriedade 1 ha, quando os viveiros foram arrendados, foram a “remuneração sobre o capital fixo” (juros anuais da poupança = 6.5%) e a “remuneração do empresário” (dois salários mínimos). Ao retirar o valor do arrendamento e inserir os valores para construção

de viveiros, insere-se também o custo oportunidade da terra, ou seja, a “remuneração da terra” (R\$ 488,58 ha/mês). Já para a Propriedade 10 ha, considerou-se, a “remuneração sobre o capital fixo”, a “remuneração do empresário” e a “remuneração da terra” (R\$ 488,58 ha / mês). Ao considerar o arrendamento da área produtiva, retira-se o custo oportunidade “remuneração da terra”. Considerou-se que o empresário irá conduzir a atividade, admitindo-se dedicação exclusiva de 8 horas por dia em qualquer sistema estudado. Para as duas propriedades considerou-se ainda a depreciação dos itens de investimento, utilizando-se o método linear (Shang, 1990).

Os preços de venda de tilápias e camarões para os mercados de pesca esportiva foram obtidos com empresários e pescadores amadores próximos a rios da região, enquanto que os preços dos animais para o mercado de consumo humano foram obtidos na região de Ribeirão Preto – SP. Para o mercado de pesca esportiva, as tilápias seriam vendidas por peso (R\$ 5,50/kg) e vivas para pesque-pague, enquanto que os camarões, com comprimento acima de 7 cm, seriam vendidos para o comércio de iscas-viva a um valor de R\$ 0,20/ unidade e os camarões com comprimento abaixo de 7 cm, a um valor de R\$ 0,10 / unidade. O comprimento dos camarões é essencial para a venda no mercado de iscas-vivas, sendo mais adotado para camarões de água doce animais acima de 7 cm (Giovana Bertini, com. pessoal). Os compradores ficam responsáveis pelo transporte dos animais. Para o mercado de consumo humano, os preços, de venda e compra, foram obtidos na região de Ribeirão Preto-SP (Tab. 5). As tilápias seriam vendidas para frigoríficos (R\$ 4,00/kg) da região enquanto que os camarões para supermercados (R\$ 12,00/kg), o mesmo valor observado na venda de camarões marinhos “sete barbas” com peso entre 3 e 5 g. sendo os compradores responsáveis pelo transporte dos animais.

Tabela 5: Valores de venda da produção para consumo humano e para o mercado de pesca esportiva.

Itens	Consumo	Pesca esportiva
Tilápias	R\$ 4,00 / Kg	R\$ 5,50 / Kg
Camarões	R\$12,00/ Kg	R\$ 0,20 / unidade

Três análises econômicas foram realizadas para cada propriedade e sistema: análise de custo-retorno, análise da viabilidade de investimento, com

base no método apresentado por Shang (1990), e análise de fluxo de caixa de acordo com Jolly e Clonts (1993). A análise de custo-retorno é um dos métodos básicos para avaliar o desempenho ou a viabilidade econômica de uma aquicultura comercial e também para comparar sistemas ou práticas de cultivo diferentes (Shang, 1990). Para determinação destes custos, elaborou-se uma tabela de investimentos e de custos fixos e variáveis necessárias para cada cenário de produção. Assim, para todos os sistemas foram calculados indicadores econômicos de acordo com Scorvo-Filho (2004):

- Custo operacional efetivo (COE): valores monetários efetivamente desembolsados pelo produtor anualmente;
- Custo operacional total (COT): COE mais a depreciação;
- Custos variáveis (CV): valores monetários desembolsados mais juros sobre o capital circulante;
- Custos fixos (CF): remuneração da terra, do capital investido e do empresário, mão de obra, depreciação e impostos fixos;
- Custo total de produção (CT): CV mais CF;
- Custo total médio: CT dividido pela produção anual;
- Receita bruta (RB): valor total da venda dos camarões;
- Receita líquida (RL): RB menos o COT;
- Lucro (L): RB menos CT.

A análise de fluxo de caixa determina a liquidez do produtor e pode ser determinada mensalmente para curto prazo e anualmente para longo prazo. Em suma, lista todas as entradas e todas as saídas esperadas em um período de operação. É importante para uma perspectiva de planejamento de produção. Para esta análise, considerou-se o tempo de exploração da terra de 20 anos. No ano zero consideraram-se todos os dados de investimento mais o capital de giro necessário para o primeiro ano de operação. O capital de giro corresponde ao valor dos custos operacionais efetivos para um ciclo de produção. A partir do primeiro ano considerou-se a receita proveniente da venda dos animais após um ciclo de produção e as despesas operacionais para a produção. Às despesas operacionais, somaram-se os re-investimentos, que são os desembolsos após o término da vida útil dos itens de investimento. Para que o projeto seja compatível com a realidade, no primeiro e segundo ano não se considerou 100% da

produção. Então, para o cálculo da receita, os valores do primeiro e segundo ano foram multiplicados por 0,7 e 0,9 respectivamente. Essa redução é devida a diversos acertos na tecnologia de produção nos primeiros anos.

Para análise de viabilidade do investimento foram utilizados métodos comuns para comparar projetos em aquicultura, sendo eles: Período de retorno do capital (PRC), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício-custo (RBC) de acordo com Shang (1990) e Jolly e Clonts (1993). Para a taxa interna de desconto utilizou-se a taxa mínima de atratividade de 9%

As fórmulas dos indicadores de viabilidade considerados foram:

- Período de Retorno de Capital (**PRC**) e;
- Valor Presente Líquido (**VPL**);
- Taxa Interna de Retorno (**TIR**);
- Relação Benefício Custo (**RBC**).

Sendo: **B_i** = Benefício total no ano i ; **C_i** = custo total no ano i ; **n** = horizonte do projeto; **r** = taxa de atratividade; **Y_i** = benefício líquido anual (receitas menos despesas); **K_i** = capital investido no ano; **i** = 0,1,2,3... n .; **j** = taxa mínima de atratividade; **j** = Período de Retorno de Capital em anos; **FLC_i** = fluxo líquido de caixa do projeto no ano i

RESULTADOS

Os dados de investimentos são similares entre os sistemas, sendo, a quantidade de itens e a inclusão ou não do substrato, os únicos itens que se alteram (Tab. 6 e 7).

Tabela 6: Valores unitários e quantidade por ciclo dos itens de investimento para a propriedade 1 ha arrendada e com construção e viveiros.

	Valor unitário (R\$)	Quantidade (nº)	Total (R\$)
Viveiros (m²) **	3,3	10000	33000,0
Sistema de drenagem **	2013,7	1	2013,7
Sistema de abastecimento **	206,6	1	206,6
Gramma (m²) **	3,0	2000	6000,0
Galpão de ração (m²) **	913,0	10	9130,0
Substrato (m²) *	2,4	5000	12000,0
Motobomba P840	1280,0	1	1280,0
Cilindro de Oxigênio (10m³)	780,0	1	780,0
Mangote 1' 1/2	8,4	10	84,0
YSI pro 20 - medidor de O.D	3590,0	1	3590,0
Rede 5 mm (20 metros)	875,0	1	875,0
Puça 1mm	8,4	10	84,5
Disco de secchi	54,4	1	54,4
Carrinho de mão	300,0	1	300,0
Balde plástico	6,50	8	52,0
Balança 5 kg	1200,0	1	1200,0
Esmeril	117,0	1	117,0
Enxada	30,0	1	30,0
Enxadão	30,0	1	30,0
Caixa de ferramentas completa	700,0	1	700,0
Bancada de madeira	100,0	1	100,0
Pallets de madeira	30,0	3	90,0
Veículo	12000,0	1	12000,0
Informática	1450,00	1	1450,0
Escritório	758,00	1	758,0
Análise de água			150,0
Custo do projeto			943,0
Legalização da Atividade			1500,0
Topografia			3000,0
Total investimentos			41.647,9

*Excluído da tabela de investimentos do sistema sem substrato.

** Excluído da tabela de investimentos nos sistemas em áreas arrendadas.

Tabela 7: Valores unitários e quantidade por ciclo dos itens de investimento para a propriedade 10 ha com construção de viveiros e arrendada.

	Valor unitário (R\$)	Quantidade (nº)	Total (R\$)
Viveiros (m²) **	3,3	100000	330000,0
Sistema de drenagem **	2013,7	1	2013,7
Sistema de abastecimento **	206,6	1	206,6
Grama (m²) **	3,0	10000	30000,0
Galpão de ração (m²) **	913,0	100	91300,0
Substrato (m²) *	2,4	50000	120000,0
Motobomba P840	1280,0	1	1280,0
Cilindro de Oxigênio (10m³)	780,0	1	780,0
Mangote 1' 1/2	8,4	10	84,0
YSI pro 20 - medidor de O.D	3590,0	1	3590,0
Rede 5 mm (20 metros)	875,0	1	875,0
Puça 1mm	8,4	20	169,0
Disco de secchi	54,4	1	54,4
Carrinho de mão	300,0	1	300,0
Balde plástico	6,5	20	130,0
Balança 15 kg	2400,0	1	2400,0
Esmeril	117,0	1	117,0
Enxada	30,0	1	30,0
Enxadão	30,0	1	30,0
Caixa de ferramentas completa	700,0	1	700,0
Bancada de madeira	100,0	1	100,0
Pallets de madeira	30,0	60	1800,0
Tobatta roçadeira	7500,0	1	7500,0
Carreta 4x4	2500,0	1	2500
Veículo	12000,0	1	12000,0
Informática	1450,0	1	1450,0
Escritório	758,0	1	758,0
Análise de água			150,0
Custo do projeto			23926,7
Legalização da Atividade			1500,0
Topografia			5000,0
Total investimentos			641.224,4

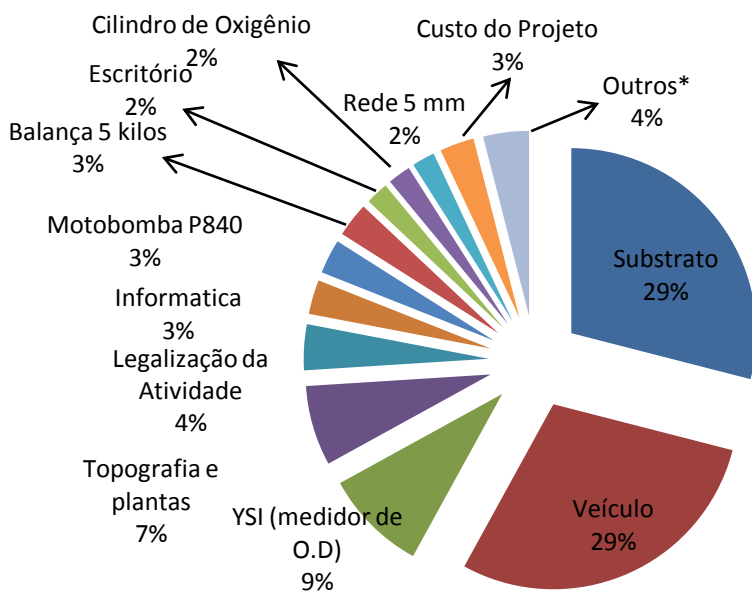
* Excluído da tabela de investimentos do sistema sem substrato.

** Excluído da tabela de investimentos nos sistemas em áreas arrendadas.

Para a propriedade 1 ha arrendada, nos sistemas com uso de substrato, os itens com maior contribuição no total de investimentos foram, o substrato (29%), o veículo (29%), o medidor de oxigênio (9%) e a topografia (7%) (Fig.1). Contudo, para os sistemas sem uso de substrato, os itens com maior contribuição foram o

veículo (41%), o medidor de oxigênio (12%), a topografia (10%) e a legalização da atividade (5%) (Fig. 1). Já para a Propriedade 1 ha, com construção de viveiros, os itens de investimento que tiveram maior contribuição foram: construção de viveiros, aquisição de veículo, substrato, nos sistemas com substrato, grama e outros (Fig. 2).

Cenário com Substrato



Cenário sem Substrato

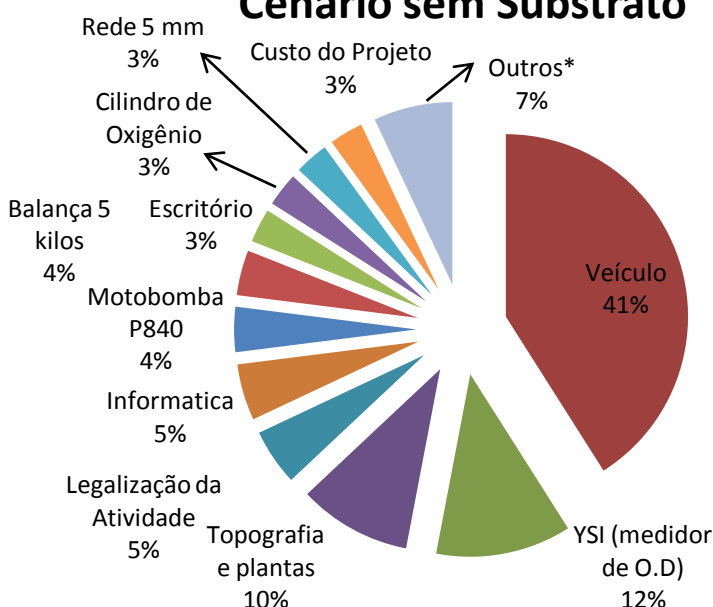


Figura 1: Propriedade 1 ha arrendada, participação dos itens de investimento nos sistemas com ou sem substrato.
*Itens com contribuição inferior a 1%.

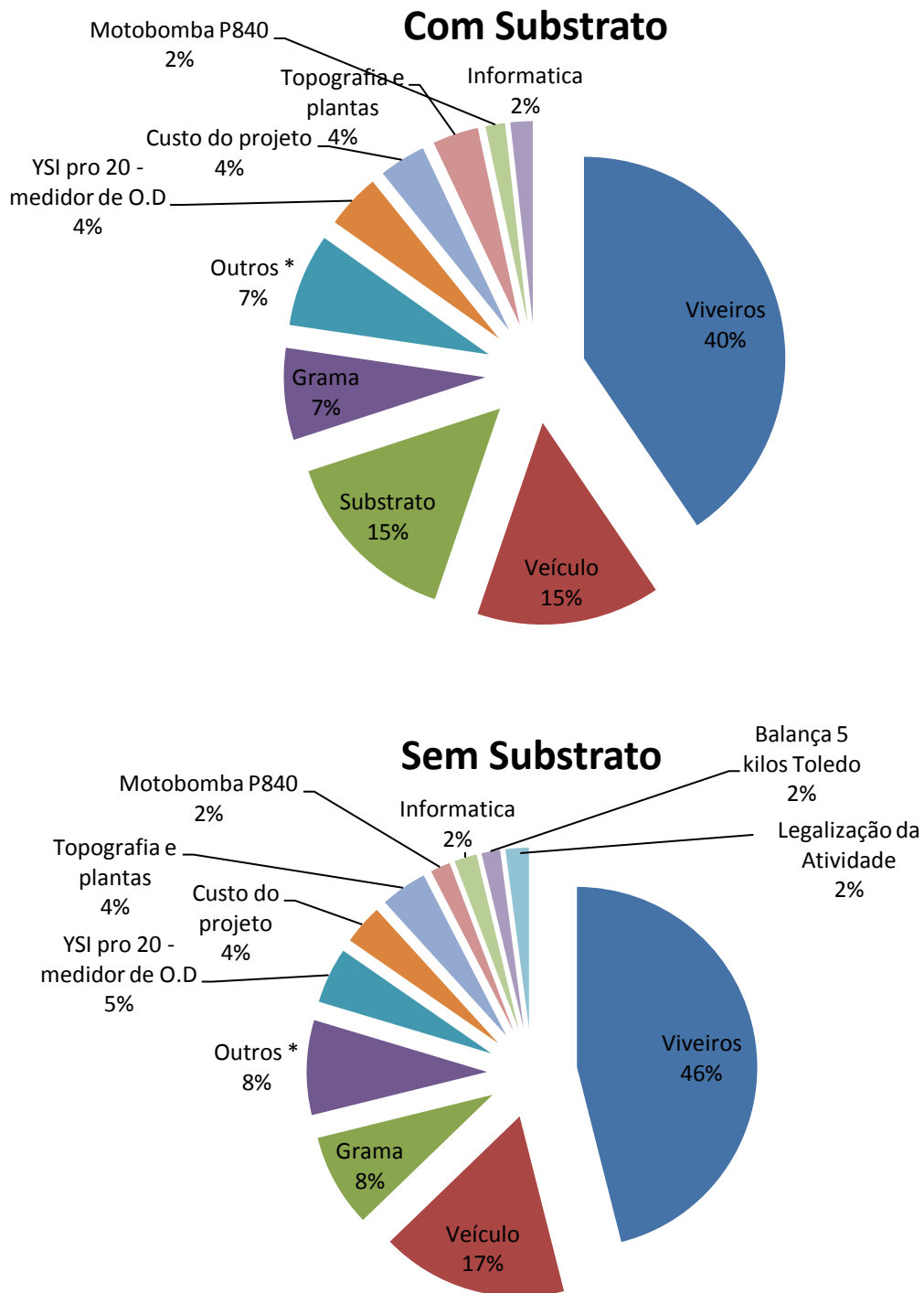


Figura 2: Propriedade 1 ha com construção de viveiros, participação dos itens de investimento nos sistemas com ou sem substrato.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

Para a Propriedade 1 ha arrendada, para os mercados de pesca esportiva e consumo, a ração constitui a maior parte das despesas operacionais dos sistemas com e sem inclusão de substrato, seguida do arrendamento e compra

de pós-larvas de camarão. Para a propriedade de 1 ha com construção de viveiros, para os mercados de pesca esportiva e consumo, os itens mais onerosos são: ração, compra de pós larvas e compra de peixes (Fig. 3, 4, 5 e 6).

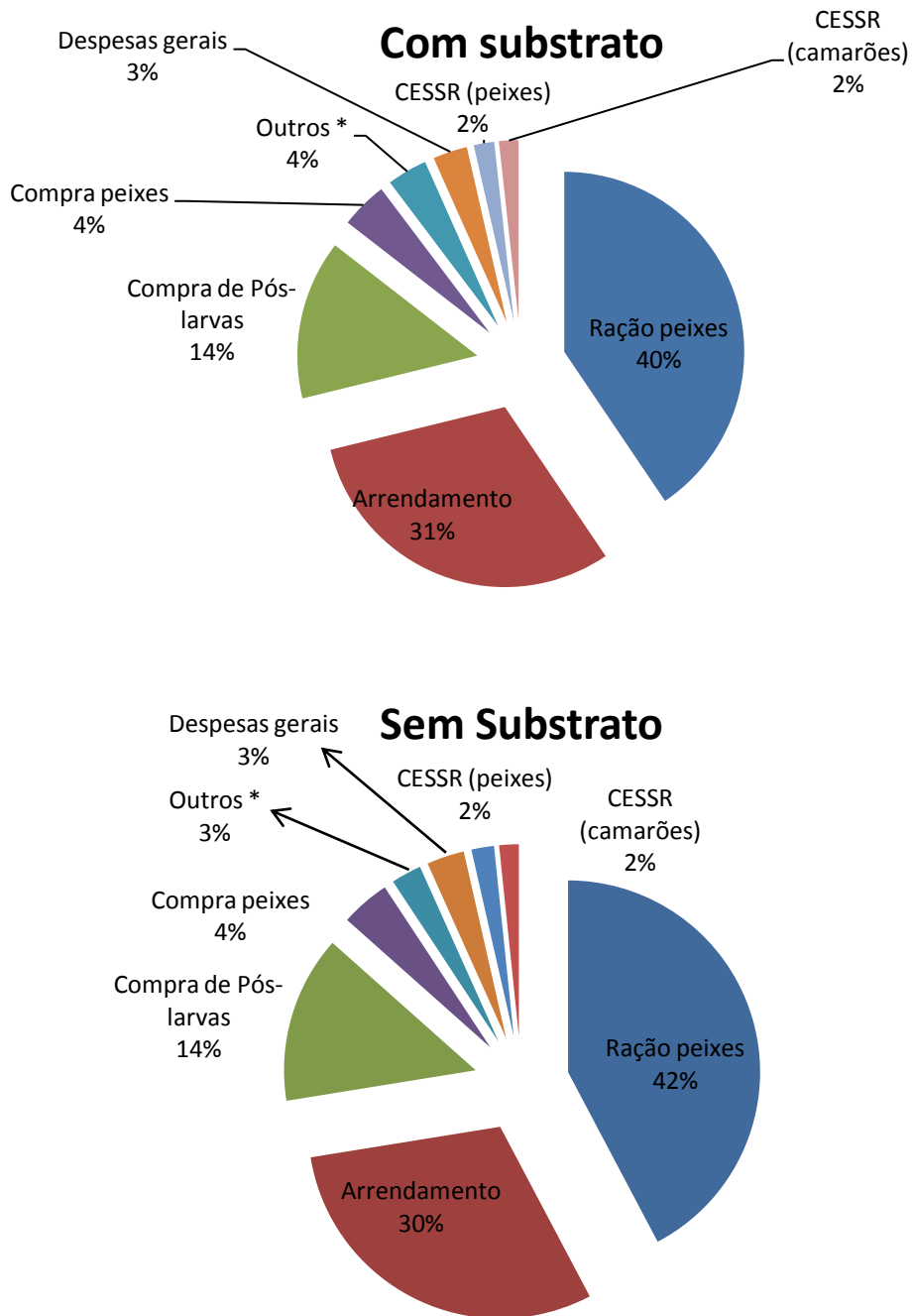


Figura 3: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 1 ha arrendada, nos sistemas com e sem substrato para o mercado de pesca esportiva.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

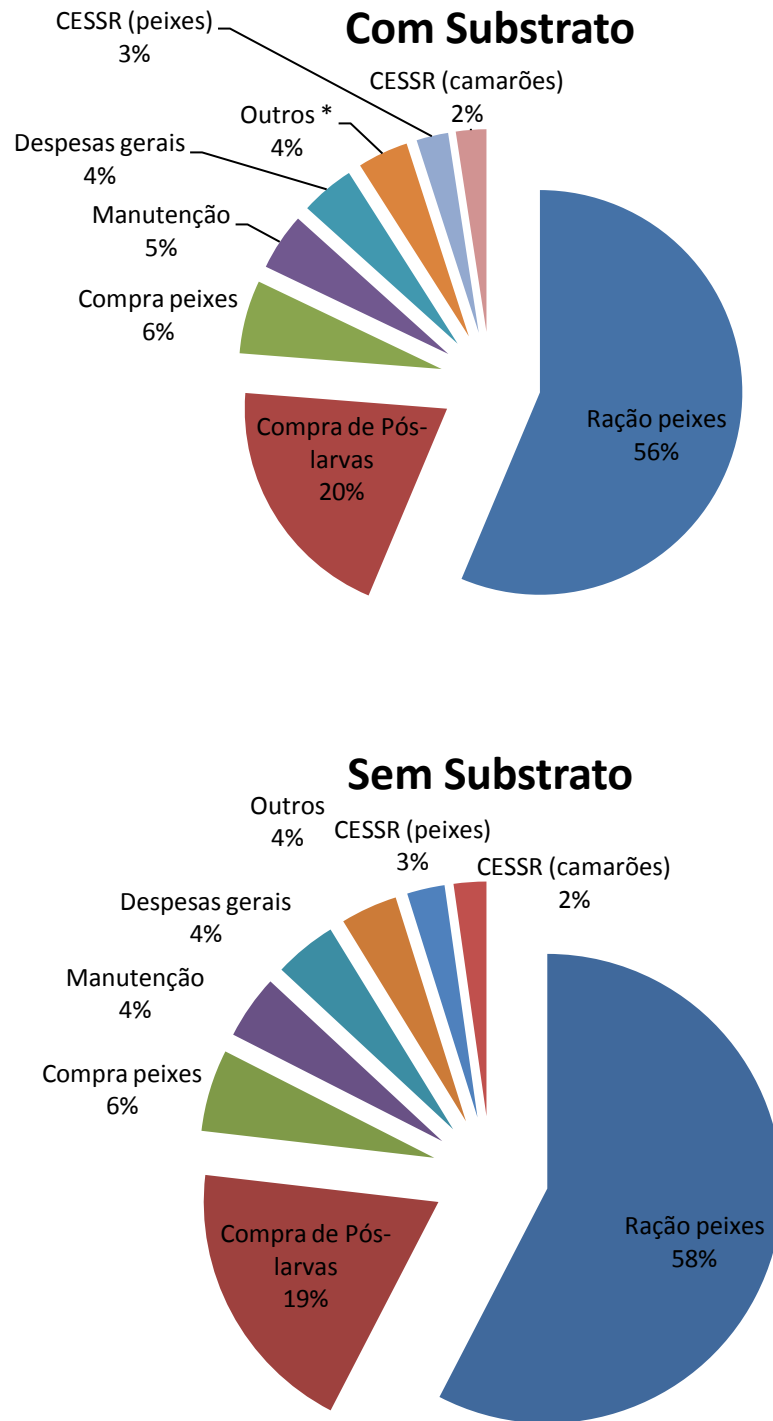


Figura 4: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 1 ha com construção de viveiros, nos sistemas com e sem substrato para o mercado de pesca esportiva.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

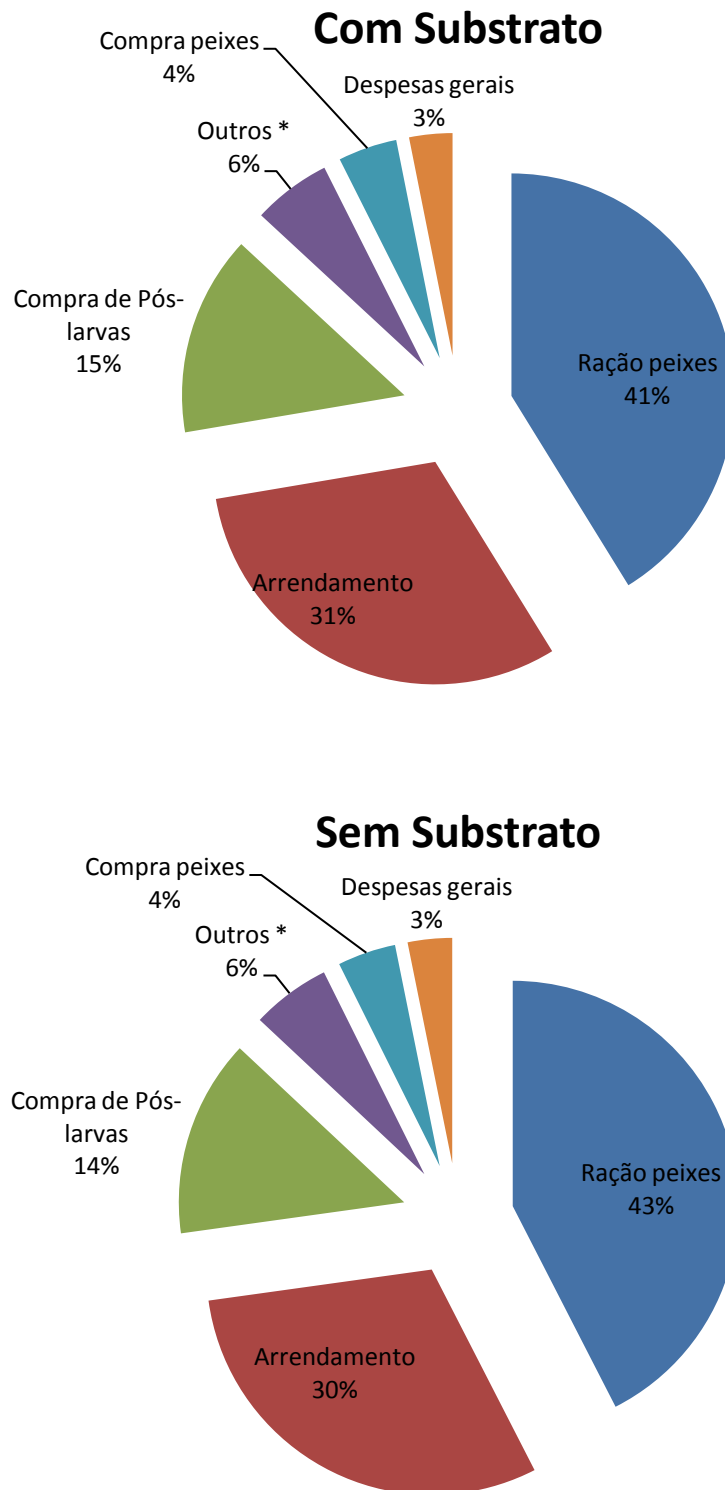


Figura 5: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 1 ha arrendada, nos sistemas com e sem substrato para o mercado de consumo.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

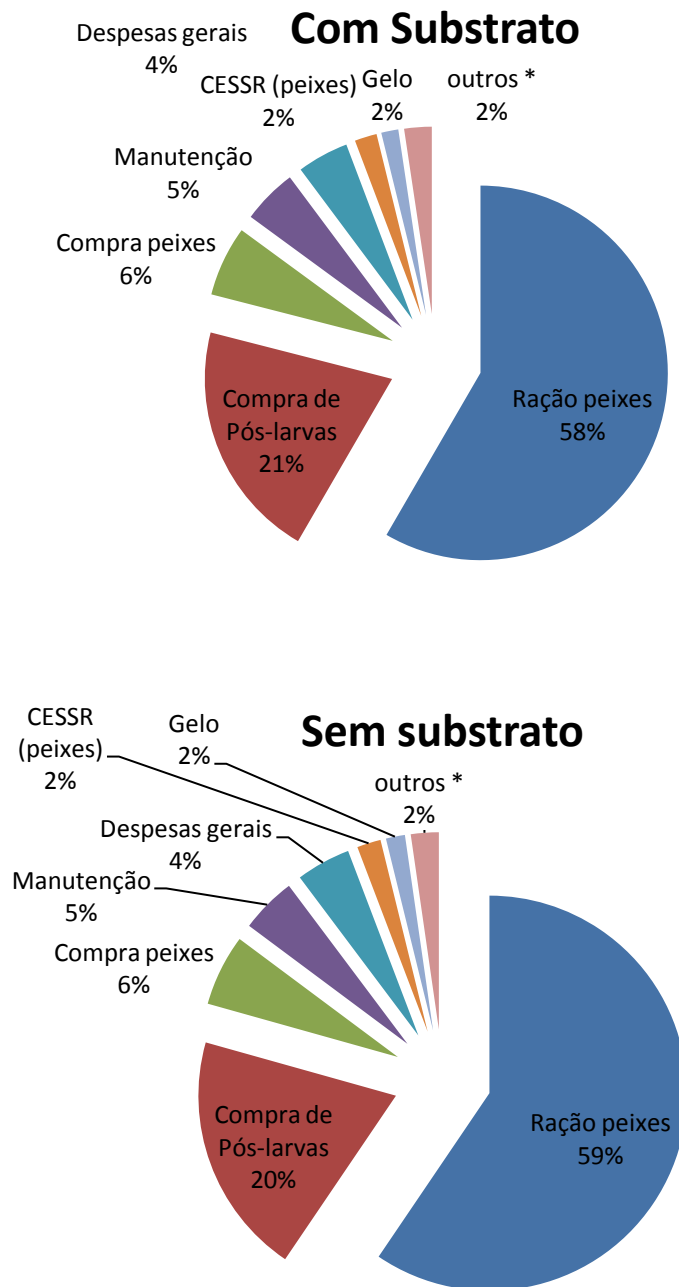


Figura 6: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 1 ha com construção de viveiros, nos sistemas com e sem substrato para o mercado de consumo.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

Para a Propriedade 10 ha com construção de viveiros, em todos os sistemas o item que apresentou a maior participação no valor total dos investimentos foi à construção dos 20 viveiros, correspondendo a 40% e 46% em cultivos com e sem inclusão de substrato respectivamente. Nos sistemas com

substrato, em segundo lugar estão o veículo (15%) e o substrato (15%) e em terceiro a colocação de grama (7%) (Fig. 7). Nos sistemas sem substrato, o segundo item com maior contribuição é o veículo seguido da colocação de grama (8%) (Fig. 7). Para a mesma propriedade, quando em áreas arrendadas, os itens que mais contribuíram foram: substrato, em sistemas com substrato, veículo, tobatta roçadeira, topografia e medidor de oxigênio (Fig. 8).

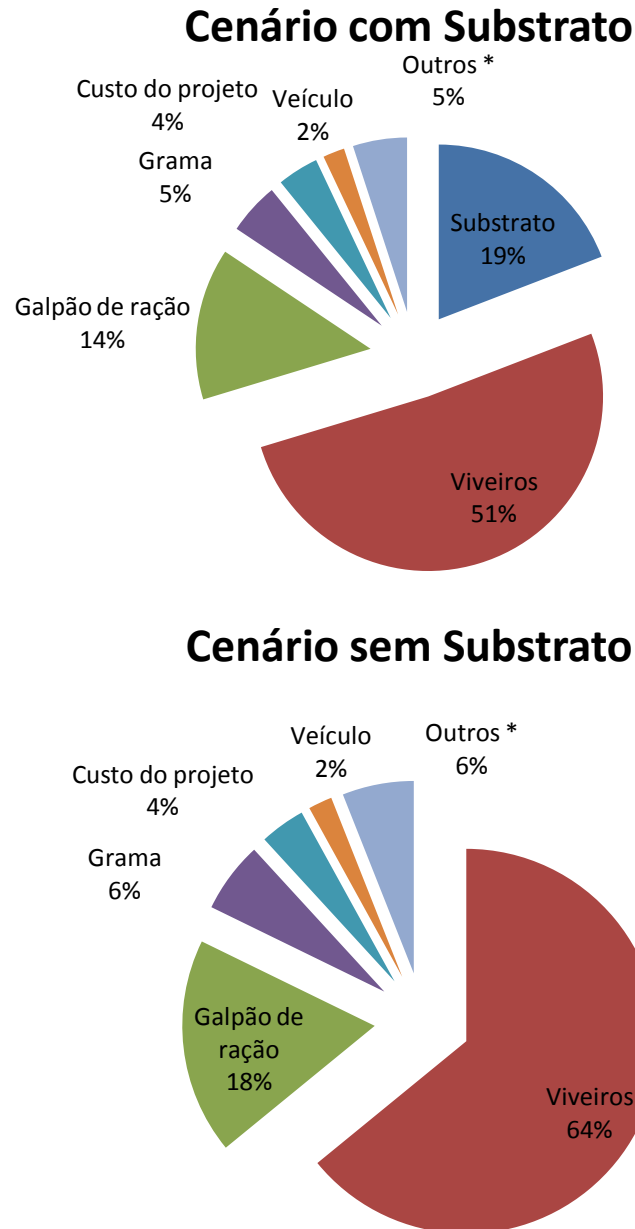
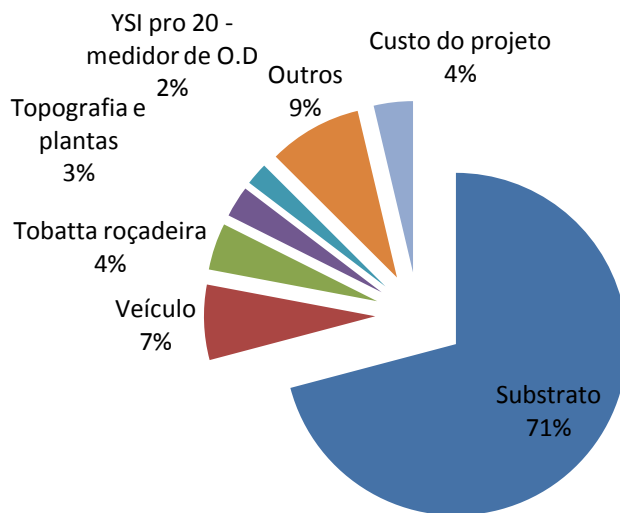


Figura 7: Propriedade 10 ha com construção de viveiros, participação dos itens de investimento nos sistemas com ou sem substrato.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

Com Substrato



Sem Substrato

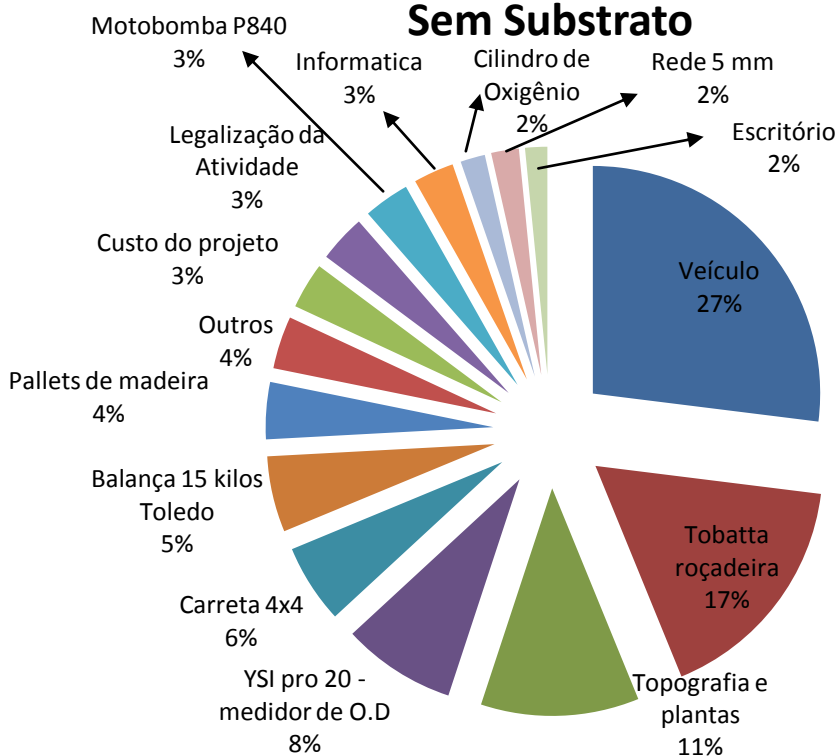


Figura 8: Propriedade 10 ha arrendada, participação dos itens de investimento nos sistemas com ou sem substrato.
*Itens com contribuição inferior a 1%.

Também para a Propriedade 10 ha, com construção de viveiros a razão é o item mais oneroso, seguida de compra de pós-larvas, mão de obra não

especializada e mão de obra especializada. Para áreas arrendadas, o segundo item é o arrendamento, seguido de compra de pós-larvas, mão de obra não especializada e mão de obra especializada. (Fig. 9, 10, 11 e 12).

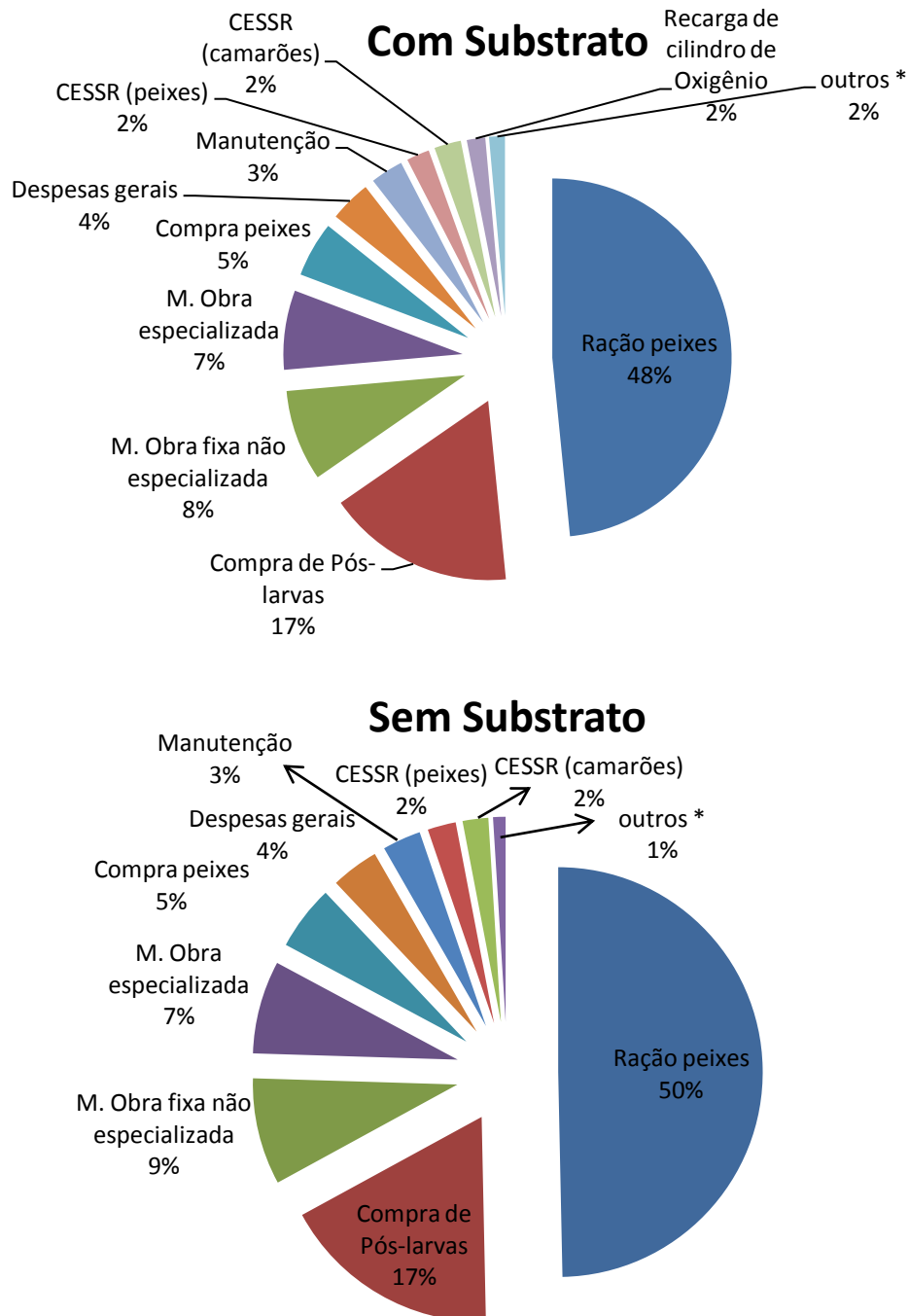


Figura 9: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 10 ha com construção de viveiros, nos sistemas com e sem substrato, para o mercado de pesca esportiva.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

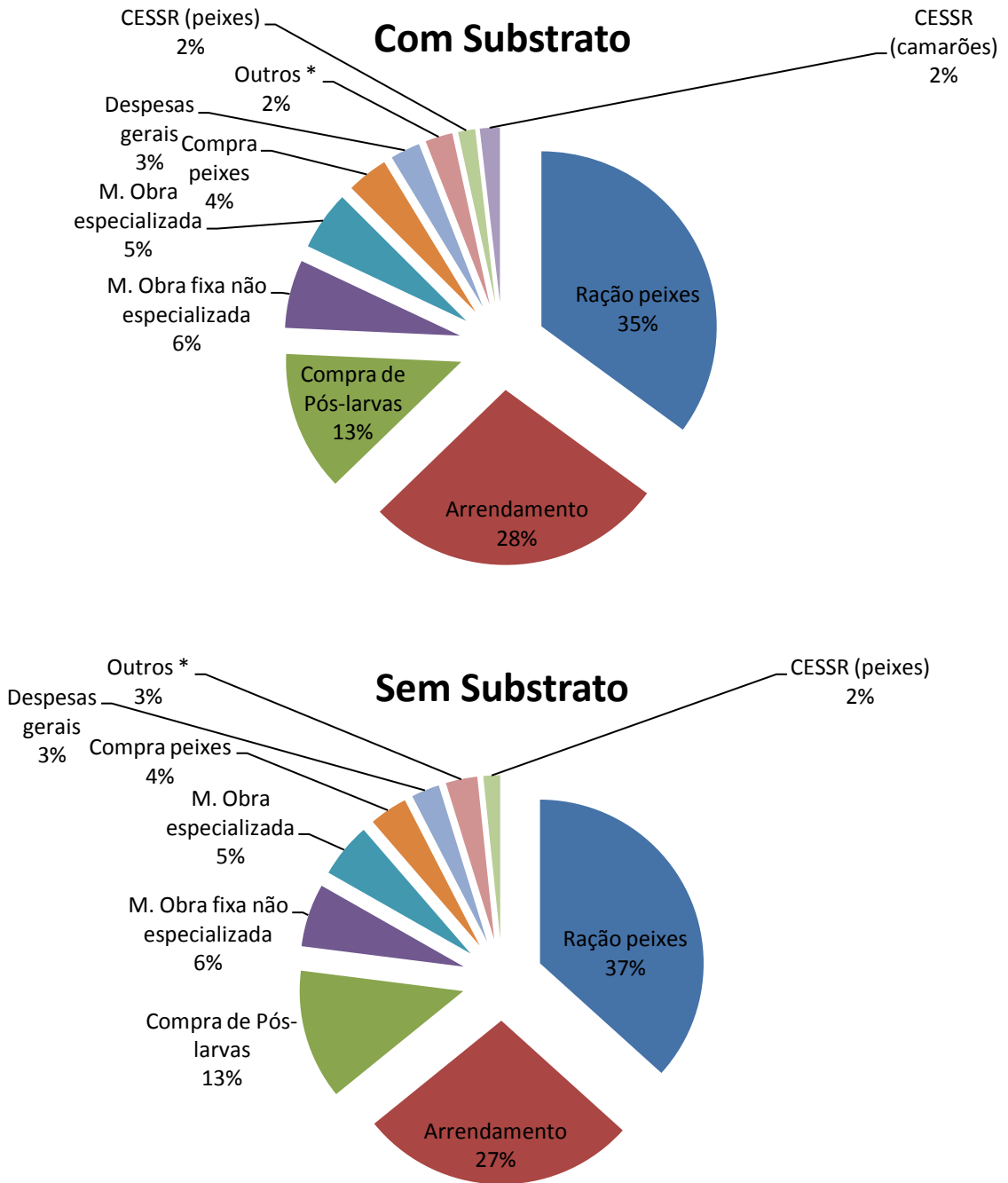


Figura 10: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 10 ha arrendada, nos sistemas com e sem substrato, para o mercado de pesca esportiva.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

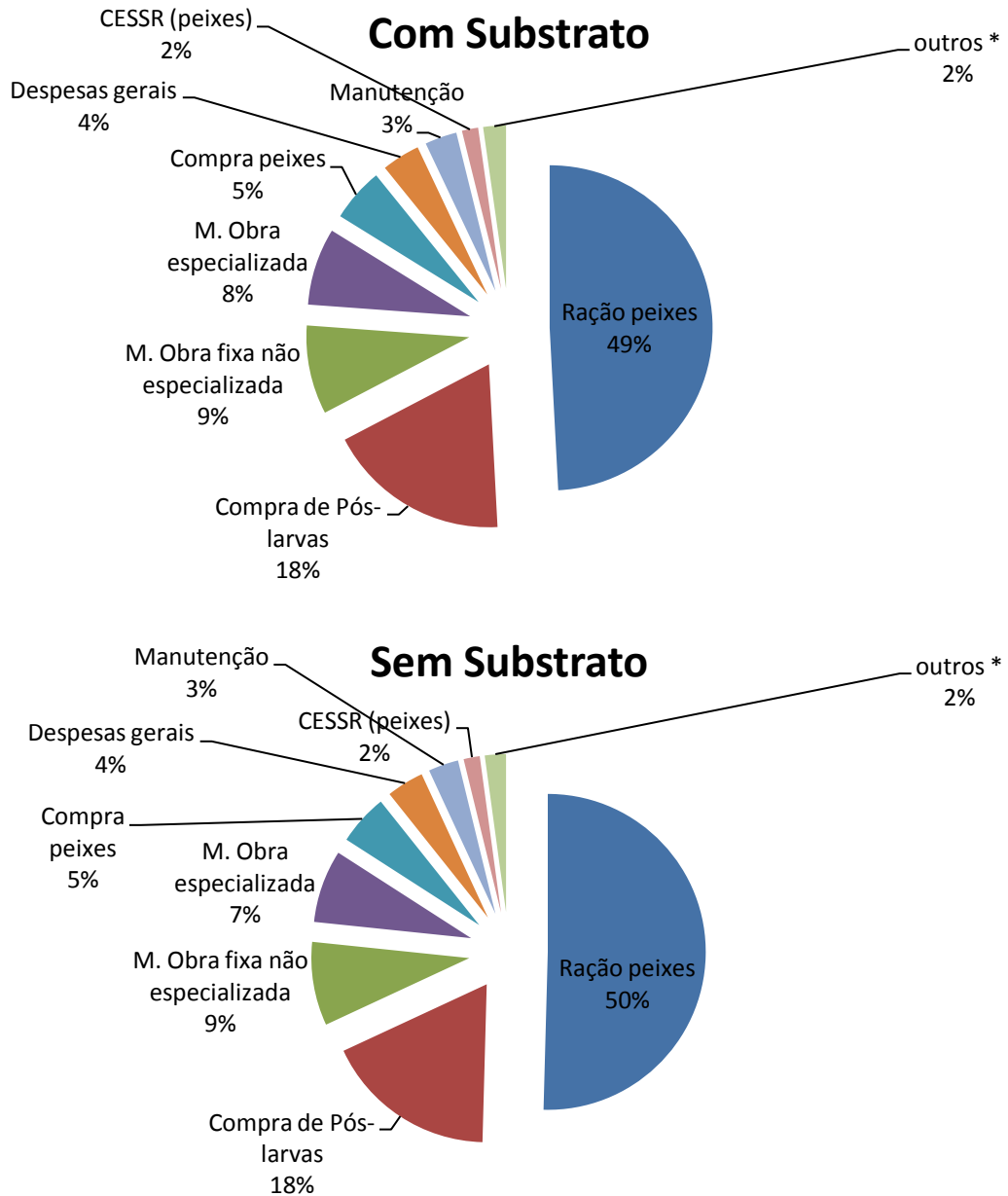


Figura 11: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 10 ha com construção de viveiros, nos sistemas com e sem substrato, para o mercado de consumo.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

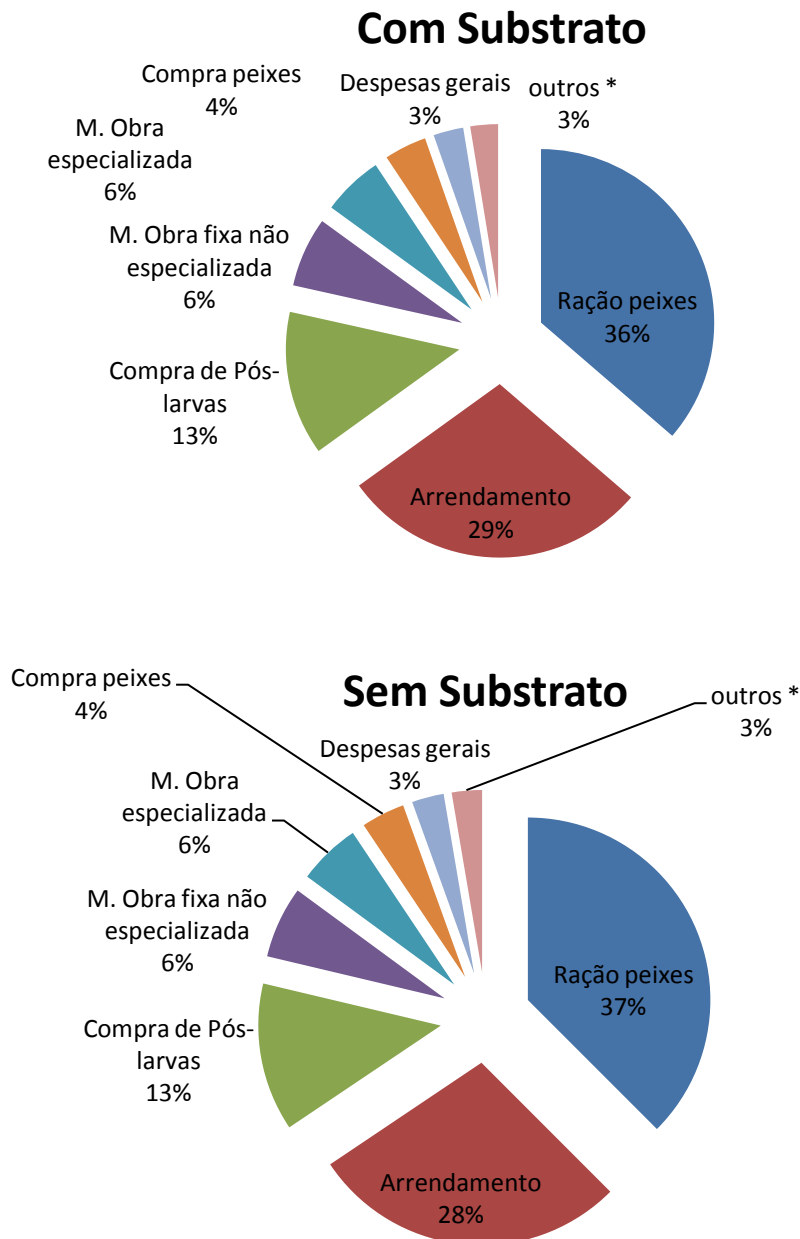


Figura 12: Participação dos itens nas despesas operacionais da Propriedade 10 ha arrendada, nos sistemas com e sem substrato, para o mercado de consumo.

*Itens com contribuição inferior a 1%.

Os sistemas com e sem substratos, elaborados para o mercado de consumo, para as Propriedades 1 ha, arrendada e com construção de viveiros, e 10 ha, com construção de viveiros e arrendadas, apresentaram receita líquida e lucro negativos (Tab. 8 e 9). Os sistemas que apresentaram indicadores positivos foram aqueles desenvolvidos, para o mercado de pesca esportiva, em

propriedades médias (10 ha), em áreas arrendadas e com construção de viveiros, para os sistemas com e sem inclusão de substratos. Também foram positivos para as pequenas propriedades (1 ha), em áreas arrendadas e com construção de viveiros, para os sistemas sem inclusão de substrato (Tab. 8 e 9).

Tabela 8: Indicadores de análise de custo-retorno para a Propriedade 1 ha arrendada, nos diferentes sistemas sem e com inclusão de substrato.

Indicadores	Mercado para pesca			
	Mercado para consumo		esportiva	
	Sistemas		Sistemas	
	sem	com	sem	com
	Substrato	Substrato	Substrato	Substrato
Custos Variáveis (R\$)	27.087,56	26.071,71	27.868,79	26.891,31
Custos Fixos (R\$)	12.466,34	12.466,34	12.466,34	12.466,34
Receita Bruta (R\$)	25.619,00	25.311,88	52.297,25	51.856,59
Receita Líq. (R\$)	-16.032,21	-21.323,45	9.864,83	4.401,64
Lucro (R\$)	-26.536,95	-32.200,78	1.680,70	-4.156,32
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) *	6,63	6,79	6,58	6,75
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) **	14,24	14,83	0,06	0,06
Custo total de Produção Médio (R\$) *	9,10	10,72	8,60	10,20

* Custo para produção de um kg de peixe.

** Custo para produção de um kg de camarão para o mercado de consumo, e uma unidade de camarão para o mercado de pesca esportiva.

Tabela 9: Indicadores de análise de custo-retorno para a Propriedade 1 ha com construção de viveiros, nos diferentes sistemas sem e com inclusão de substrato.

Indicadores	Mercado para consumo		Mercado para pesca esportiva	
	Sistemas		Sistemas	
	sem Substrato	com Substrato	sem Substrato	com Substrato
Custos Variáveis (R\$)	26.946,73	25.909,54	27.868,79	26.891,31
Custos Fixos (R\$)	1.289,01	1.289,01	1.289,01	1.289,01
Receita Bruta (R\$)	20.402,36	19.305,88	52.297,25	51.856,59
Receita Líq. (R\$)	-11.576,00	-17.635,29	19.396,82	13.933,64
Lucro (R\$)	-28.966,16	-35.394,95	1.976,69	-3.857,92
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) *	4,44	4,47	4,39	4,43
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) **	13,92	14,51	0,04	0,06
Custo total de Produção Médio (R\$) *	8,58	10,17	8,54	10,14

* Custo para produção de um kg de peixe.

** Custo para produção de um kg de camarão para o mercado de consumo, e uma unidade de camarão para o mercado de pesca esportiva.

Tabela 10: Indicadores de análise de custo-retorno para a Propriedade 10 ha com construção de viveiros, nos diferentes sistemas sem e com inclusão de substrato.

Indicadores	Mercado para consumo		Mercado para pesca esportiva	
	Sistemas		Sistemas	
	sem Substrato	com Substrato	sem Substrato	com Substrato
Custos Variáveis (R\$)	284.213,08	275.004,77	292.287,89	297.383,12
Custos Fixos (R\$)	33.659,00	33.659,00	33.659,00	33.659,00
Receita bruta (R\$/ano)	247.020,40	254.680,80	510.364,25	549.572,10
Receita líq. (R\$)	-92.128,69	-135.259,98	163.140,34	137.252,96
Lucro (R\$)	-132.400,41	-179.291,13	122.606,19	92.494,52
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) *	5,34	5,44	5,30	5,59
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) **	13,23	9,91	0,04	0,04
Custo Total de Produção (R\$)*	6,61	8,15	6,56	8,32

* Custo para produção de um kg de peixe

** Custo para produção de um kg de camarão para o mercado de consumo e uma unidade de camarão para o mercado de pesca esportiva.

Tabela 11: Indicadores de análise de custo-retorno para a Propriedade 10 ha arrendada, nos diferentes sistemas sem e com inclusão de substrato.

Indicadores	Mercado para consumo		Mercado para pesca esportiva	
	Sistemas		Sistemas	
	sem Substrato	com Substrato	sem Substrato	com Substrato
Custos Variáveis (R\$)	282.804,59	273.108,72	292.287,89	288.387,98
Custos Fixos (R\$)	144.588,59	144.588,59	144.588,59	144.588,59
Receita Bruta (R\$)	194.854,00	184.456,80	510.364,25	549.572,10
Receita Líq. (R\$)	-235.675,30	-296.376,72	70.351,56	53.459,32
Lucro (R\$)	-259.291,74	-323.733,96	46.426,99	25.605,50
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) *	7,62	7,84	7,57	7,80
Custo Operacional Efetivo Médio (R\$) **	12,90	9,59	0,04	0,04
Custo total de Produção Médio (R\$) *	8,17	9,80	8,13	9,77

* Custo para produção de um kg de peixe

** Custo para produção de um kg de camarão para o mercado de consumo e uma unidade de camarão para o mercado de pesca esportiva.

Também para a análise de viabilidade financeira, os dados gerados para o mercado de consumo, para as duas propriedades. Assim serão apresentados apenas os dados dos sistemas voltados ao mercado de pesca esportiva (Tab. 12 e 13). Ao simularmos a retirada do arrendamento dos viveiros, e a inclusão da construção dos mesmos, na Propriedade 1 ha, os indicadores de viabilidade financeira aumentam (Tab. 12). O oposto é observado quando incluimos o arrendamento de viveiros, e retiramos a construção dos mesmos, na Propriedade 10 ha (Tab.13).

Tabela 12: Indicadores de viabilidade financeira, após inclusão da construção de viveiros da Propriedade 1 ha, dos sistemas sem e com substrato para o mercado de pesca esportiva.

Indicadores	Arrendamento de viveiros		Construção de viveiros	
	Sem	Com	Sem	Com
	Substrato	Substrato	Substrato	Substrato
TIR (%)	11	0	19	12
PRC (anos)	7,7	18,9	5,3	7,5
RBC (R\$) *	1,41	0,53	2,49	1,68
VPL (R\$)	29.938,34	-39.374,44	140.172,15	70.859,37

*R\$ por R\$1,00 investido

TIR: Taxa Interna de Retorno, PRC: Período de Retorno de Capital, RBC: Relação Benefício-Custo e VPL: Valor Presente Líquido.

Tabela 13: Indicadores de viabilidade financeira, após inclusão do arrendamento de viveiros da Propriedade 10 ha, dos sistemas sem e com substrato para o mercado de pesca esportiva.

Indicadores	Construção de viveiros		Arrendamento de viveiros	
	Sem	Com	Sem	Com
	Substrato	Substrato	Substrato	Substrato
TIR (%)	18	14	10	6
PRC (anos)	5,7	7,3	9,5	16,7
RBC (R\$) *	2,44	1,87	1,43	0,96
VPL (R\$)	1.174.075,56	800.750,19	241.043,92	-26.726,10

*R\$ por R\$1,00 investido

TIR: Taxa Interna de Retorno, PRC: Período de Retorno de Capital, RBC: Relação Benefício-Custo e VPL: Valor Presente Líquido.

Tabela 14: Fluxo de caixa da Propriedade 1 ha com construção de viveiros, para o sistema sem inclusão de substrato para o mercado de pesca esportiva.

Ano	Investimentos (R\$)	Capital de Giro (R\$)	Desembolso (R\$)	Receita bruta (R\$)	Valor residual (R\$)	Fluxo líquido (R\$)	Fluxo líquido acumulado (R\$)
0	-71678,26	-29157,80				-100836,06	-100836,06
1			-29157,80	36608,07		7450,27	-93385,78
2	-136,50		-29157,80	47067,52		17773,22	-75612,56
3			-29157,80	52297,25		23139,45	-52473,11
4	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	-29470,16
5	-1659,00		-29157,80	52297,25		21480,45	-7989,71
6	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	15013,24
7			-29157,80	52297,25		23139,45	38152,68
8	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	61155,63
9			-29157,80	52297,25		23139,45	84295,08
10	-9919,90		-29157,80	52297,25		13219,55	97514,63
11			-29157,80	52297,25		23139,45	120654,08
12	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	143657,03
13			-29157,80	52297,25		23139,45	166796,47
14	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	189799,42
15	-14556,00		-29157,80	52297,25		8583,45	198382,87
16	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	221385,82
17			-29157,80	52297,25		23139,45	244525,27
18	-136,50		-29157,80	52297,25		23002,95	267528,22
19			-29157,80	52297,25		23139,45	290667,66
20	-10419,90	41504,68	-29157,80	52297,25	32906,68	87130,91	377798,57

Tabela 15: Fluxo de caixa da Propriedade 1 ha com construção de viveiros, para o sistema com inclusão de substrato para o mercado de pesca esportiva.

Ano	Investimentos (R\$)	Capital de Giro (R\$)	Desembolso (R\$)	Receita bruta (R\$)	Valor residual (R\$)	Fluxo líquido (R\$)	Fluxo líquido acumulado (R\$)
0	-84158,26	-28180,32				-112338,58	-112338,58
1			-28180,32	36299,61		8119,29	-104219,29
2	-12136,50		-28180,32	46670,93		6354,11	-97865,18
3			-28180,32	51856,59		23676,27	-74188,91
4	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	-62649,15
5	-1659,00		-28180,32	51856,59		22017,27	-40631,88
6	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	-29092,12
7			-28180,32	51856,59		23676,27	-5415,85
8	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	6123,92
9			-28180,32	51856,59		23676,27	29800,18
10	-21919,90		-28180,32	51856,59		1756,37	31556,55
11			-28180,32	51856,59		23676,27	55232,82
12	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	66772,58
13			-28180,32	51856,59		23676,27	90448,85
14	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	101988,61
15	-14556,00		-28180,32	51856,59		9120,27	111108,88
16	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	122648,65
17			-28180,32	51856,59		23676,27	146324,91
18	-12136,50		-28180,32	51856,59		11539,77	157864,68
19			-28180,32	51856,59		23676,27	181540,95
20	-21919,90	41504,68	-28180,32	51856,59	32906,68	76167,73	257708,67

Tabela 16: Fluxo de caixa da Propriedade 10 ha com construção de viveiros, para o sistema sem inclusão de substrato para o mercado de pesca esportiva.

Ano	Investimentos (R\$)	Capital de Giro (R\$)	Desembolso (R\$)	Receita bruta (R\$)	Valor residual (R\$)	Fluxo líquido (R\$)	Fluxo líquido acumulado (R\$)
0	-516156,14	-325946,89				-842103,03	-842103,03
1			-325946,89	357254,98		31308,09	-810794,94
2	-299,00		-325946,89	459327,83		133081,94	-677713,00
3			-325946,89	510364,25		184417,36	-493295,64
4	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	-309177,27
5	-1659,00		-325946,89	510364,25		182758,36	-126418,91
6	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	57699,45
7			-325946,89	510364,25		184417,36	242116,82
8	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	426235,18
9	-1659,00		-325946,89	510364,25		182758,36	608993,54
10	-11542,40		-325946,89	510364,25		172874,96	781868,51
11			-325946,89	510364,25		184417,36	966285,87
12	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	1150404,23
13			-325946,89	510364,25		184417,36	1334821,60
14	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	1518939,96
15	-24556,00		-325946,89	510364,25		159861,36	1678801,32
16	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	1862919,69
17			-325946,89	510364,25		184417,36	2047337,05
18	-299,00		-325946,89	510364,25		184118,36	2231455,41
19			-325946,89	510364,25		184417,36	2415872,78
20	-11743,40	325946,89	-325946,89	510364,25	362816,28	861437,13	3277309,91

Tabela 17: Fluxo de caixa da Propriedade 10 ha com construção de viveiros, para o sistema com inclusão de substrato para o mercado de pesca esportiva.

Ano	Investimentos (R\$)	Capital de Giro (R\$)	Desembolso (R\$)	Receita bruta (R\$)	Valor residual (R\$)	Fluxo líquido (R\$)	Fluxo líquido acumulado (R\$)
0	-640956,14	-331042,12				-971998,26	-971998,26
1			-331042,12	384700,47		53658,35	-918339,91
2	-120299,00		-331042,12	494614,89		43273,77	-875066,14
3			-331042,12	549572,10		218529,98	-656536,15
4	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	-558305,17
5	-1659,00		-331042,12	549572,10		216870,98	-341434,19
6	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	-243203,21
7			-331042,12	549572,10		218529,98	-24673,23
8	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	73557,75
9	-1659,00		-331042,12	549572,10		216870,98	290428,73
10	-131542,40		-331042,12	549572,10		86987,58	377416,31
11			-331042,12	549572,10		218529,98	595946,30
12	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	694177,28
13			-331042,12	549572,10		218529,98	912707,26
14	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	1010938,24
15	-24556,00		-331042,12	549572,10		193973,98	1204912,22
16	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	1303143,20
17			-331042,12	549572,10		218529,98	1521673,18
18	-120299,00		-331042,12	549572,10		98230,98	1619904,16
19			-331042,12	549572,10		218529,98	1838434,15
20	-11743,40	331042,12	-331042,12	549572,10	362816,28	900644,98	2739079,13

DISCUSSÃO

As análises realizadas indicam que a produção, em pequena ou média escala, do camarão-da-amazônia (22 ind./m²) e tilápia-do-nilo (1,1 ind./m²), em sistema multitrófico e multiespacial voltada para o mercado de consumo humano, não é viável economicamente. Por outro lado, a produção visando o mercado de recreação apresenta resultados econômicos positivos e viáveis para propriedades de médio porte e pequeno porte, em áreas com construção de viveiro. Isto indica que a inclusão do camarão, com ou sem o uso de substratos, pode beneficiar pequeno e médios produtores de tilápia-do-nilo.

Os camarões, em sistemas de policultivo, contribuem na diversificação da venda de produtos e podem trazer lucratividade para fazendas de pequeno porte, como observado por Uddin *et. al.*, (2007). Esta hipótese foi verificada no presente trabalho quando o mercado alvo é a pesca esportiva. Portanto, o mercado ao qual são destinados os produtos altera, de forma significativa, os indicadores econômicos das produções simuladas, mostrando que as análises de viabilidade econômica, de qualquer empreendimento aquícola, devem considerar os diferentes tipos de mercado disponíveis.

As análises econômicas demonstram que os sistemas propostos para o mercado de consumo humano são inviáveis devido ao preço pago aos produtores. Nestas simulações, o preço pago ao produtor (R\$ 4,00/kg) não cobre o custo operacional efetivo e custo total de produção para as propriedades de pequeno e médio porte. O preço pago ao camarão também está abaixo do custo operacional efetivo estimado para uma propriedade pequena nos sistemas sem e com inclusão de substrato, em áreas arrendadas, sendo R\$ 14,24/kg e R\$ 14,83/kg, respectivamente. Na simulação para a pequena propriedade arrendada, a venda de camarões para consumo representou, aproximadamente, 24% da receita bruta no sistema com substrato e 21% no sistema sem substrato, e para média propriedade, com construção de viveiros, representou, aproximadamente, 28% e 21% nos sistemas com e sem substrato respectivamente. Usando simulações, Preto (2012) observou que o preço pago pelo kg de camarão, produzido em monocultivo, deveria ser de R\$ 22,00/kg, para que um pequeno carcinicultor não tenha prejuízo. No presente trabalho, mesmo que o camarão seja produzido com baixo custo no sistema multitrófico e multiespacial, a venda

deveria ser por um preço superior a R\$ 16,00/kg. Portanto, o sistema multirófico e multiespacial reduziu o custo de produção dos camarões.

Para o mercado de pesca esportiva, o custo operacional efetivo médio, para produção de um kg de tilápia, em pequenas e médias propriedades arrendadas com e sem inclusão de substrato, foi respectivamente R\$ 6,75/kg e R\$ 6,58/kg, sendo maior que o preço pago ao produtor (R\$ 5,50/kg). Já para médias propriedades com construção de viveiros, o custo operacional efetivo médio foi ligeiramente maior, que o preço pago, para o sistema com inclusão de substrato (R\$ 5,59/kg) e menor para o sistema sem inclusão (R\$ 5,30/kg). Esta diferença, entre os custos das propriedades, esta associada ao alto valor do arrendamento pago pelo produtor da pequena propriedade. Desta forma, simulamos a construção de viveiros em pequenas propriedades e o arrendamento dos viveiros de médias propriedades. Estas simulações nos permitem afirmar que o arrendamento de viveiros, no valor de R\$ 1.000,00 ha/mês, inviabiliza a produção de tilápias e camarões nos sistemas multiespaciais e multitróficos, sem ou com inclusão de substrato, para pequenos e médios produtores. O limite máximo de valor para arrendamento, sugerido pelas simulações, é de R\$ 600,00 ha/mês. Apesar dos indicadores econômicos se tornarem mais atrativos ao retirar os valores de arrendamento e inserir os valores associados à construção de viveiros, os custos totais, para produção de um kg de tilápia, ainda se mantém elevados. O custo total de produção variou de R\$ 6,56 /kg, para médias propriedades com construção de viveiros e sem uso de substrato, até R\$ 10,72 /kg, para pequena propriedade arrendada com inclusão de substrato. Estes valores indicam que o empreendimento não irá se sustentar pelo período de uma geração humana (20 anos), pois não consegue remunerar os custos de oportunidade e a depreciação dos itens adquiridos para realização da atividade.

Os indicadores de viabilidade financeira, para os mercados de recreação, são positivos devido ao valor pago a unidade de camarão (R\$ 0,20/unidade). Sendo o camarão a espécie secundária, seu custo de produção é reduzido nos sistemas multitróficos e multiespaciais propostos, variando de R\$ 0,04/unidade até R\$ 0,06/unidade. Esta informação é importante, pois para o mercado de pesca esportiva o camarão representou, para a pequena propriedade arrendada, 46% da receita bruta no sistema sem inclusão de substrato e 48% no sistema

com inclusão de substrato. Para a média propriedade, com construção de viveiros, sua contribuição é ainda maior, atingindo 53% da receita bruta no sistema com substrato. Considerando esta informação, simulou-se o aumento no preço de venda da unidade de camarão para R\$ 0,30/unidade em áreas arrendadas. Esta elevação aumentou os indicadores de viabilidade financeira dos empreendimentos. Assim, podemos considerar o comércio de isca-viva, uma ótima estratégia de venda, que deve ser adotado por piscicultores que queiram diversificar a venda de produtos.

CONCLUSÃO

Os sistemas multitróficos e multiespaciais associados a diferentes estratégias de venda e produção, em áreas arrendadas ou que necessitem construção de viveiros, podem auxiliar pequenos e médios produtores a se manterem na atividade por períodos maiores. A produção de camarões com baixo custo, podendo ser realizada nos sistemas multitróficos e multiespaciais, fornece aos produtores outra fonte de renda, que remunera de forma mais justa do que em monocultivo (Preto, 2012). Os sistemas avaliados são viáveis economicamente quando o mercado alvo é o de pesca esportiva, e apresentam melhores indicadores econômicos em áreas em que é necessária a construção de viveiros. Entretanto, o arrendamento pode ser uma opção, desde que o preço pago seja menor ou igual a R\$ 600,00 ha/mês ou a unidade de camarão seja comercializada a preços superiores a R\$ 0,20/unidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de substratos em sistemas multitróficos e multiespaciais, sem renovação de água, aumenta a massa média final em 34%, e o comprimento final do camarão-da-amazônia. O uso de substratos possibilitou que os camarões atingissem a mesma massa que aquela observada em monocultivo de 20 camarões/m² e cultivo com duração de 140 dias. Os substratos não alteraram os parâmetros zootécnicos das tilápias, contudo, os valores de desempenho observados foram maiores que os obtidos por outros autores em sistema de monocultivo. O uso de sistema sem renovação de água, não influenciou negativamente na produção dos camarões e tilápias, assim, deve ser o manejo mais adequado para a aquicultura, uma vez que evita a eutrofização de novos cursos d'água.

O cultivo multitrófico e multiespacial do camarão-da-amazônia e tilápia-do-nilo, com e sem o uso de substratos, se mostrou inviável quando os produtos foram comercializados no mercado de consumo humano. Entretanto, apresentou viabilidade econômica para médias propriedades em que são construídos os viveiros e em pequenas propriedades quando, o valor de arrendamento não ultrapassa R\$ 600,00 ha/mês ou quando o camarão foi vendido ao preço aproximado de R\$ 0,30/unidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azim, M.E.; Wahab, M.A.; Biswas, P.K; Asaeda, T; Fujino, T. e Verdegem, M.C.J. The effect of periphyton substrate density on production in freshwater polyculture ponds. *Aquaculture*, 2004. 232: 441-453.
- Boock, M. V. 2012. Produção, análise econômica e sustentabilidade da rizicarcinicultura no estado de São Paulo. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista – Centro de Aquicultura. 151p.
- Furlaneto, F. P B., Esperancini, M. S. T., Bueno, O. C., e L. M. S. Eficiência econômica do bicultivo de peixes em viveiros escavados na região paulista do Médio Paranapanema. *Boletim do Instituto de Pesca (Online)*, v. 35, p. 191-199, 2009.
- Furlaneto, F. P. B., Esperancini, M. S. T. Estudo da viabilidade econômica de projetos de implantação de piscicultura em viveiros escavados. *Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola*, v. 39, p. 5-11, 2009.
- Garcia-Perez, A., Alston, D. E., Corte-Maldonado, R. Growth, survival, yield, and size distributions of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and Tilapia *Oreochromis niloticus* in polyculture and monoculture systems in Puerto Rico. *Journal of the world aquaculture society*, 2000, Vol. 31.Nº3.
- Jolly, C. M. and Clonts, H.A. *Economics of aquaculture*. New York, Food Products Press, 1993, 319 p.
- Kimpara, J.M. Sustentabilidade, manejo da água e da aeração no cultivo semi-intensivo do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em água hipereutrófica. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista – Centro de Aquicultura, 2012, 179p.
- Preto, B. L. Uso de aeradores e substratos no cultivo semi-intensivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*: análise técnica, econômica e emissão de gases do efeito estufa. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista – Centro de Aquicultura. 2012, 87p.
- Rhodes. R. J., Hanson, T.R. e Dasgupta, S. 2010. Economics and Business Management. In. New, M. B., Valenti, W. C., Tidwell, J. H., D’Abramo,

- L.R. e Kutty, M. N. (eds) *Freshwater Prawns: Biology and Farming*. Wiley-Blackwell Science, 2010, 448-474p.
- Scorvo-Filho, J. D.; Martins, M. I. E. G.; Frasca-Scorvo, C. M. D. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalosi, D. M.; Castagnolli, N. (Eds.). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*, 2004. São Paulo, TecArt, 517-533p.
- Scorvo filho, J.D.; Martin, N.B.; Ayroza, L.M.S. 1998 *Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97*. *Informações Econômicas*, São Paulo, 28(3): 41-60.
- Shang, Y. C. *Aquaculture Economic Analysis: An Introduction*. Baton Rouge, The World Aquaculture Society, 1990, 211p.
- Uddin, M. S., Rahman, S. M. S., Azim, M. E., Wahab, M. A., Verdegem, M. C. J. e Verreth, J. A. J. Effects of stocking density on production and economics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in periphyton-based systems. *Aquaculture Research*, 2007, 38, 1759-1769.
- Valenti, W. C. Avanços e desafios tecnológicos para a sustentabilidade da carcinicultura. In: *Anais da 49ª Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia: A produção animal no mundo em transformações*, 2012. Brasília – DF – 23 a 26 de julho. 15p.
- Valenti, W.C.; Hayd, L. A.; Vetorelli, M. P.; Martins, M. I. E. G. Economic analysis of amazon river prawn farming to the markets for live bait and juveniles in Pantanal, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 2011, 37(2): 165 – 176.
- Valenti, W. C. e Moraes-Valenti, P. Production chain of Aquaculture. *World Aquaculture*. 2010, 41 (4): 54-58.
- Valenti, W.C. A aquicultura brasileira é sustentável? *Aquicultura e Pesca*, 2008, 34 (4): 36-44.