

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SALINIDADE E COMPOSIÇÃO IÔNICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA DO
CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA, *Macrobrachium amazonicum*

Michelle Pinheiro Vetorelli
Bióloga

JABOTICABAL
2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SALINIDADE E COMPOSIÇÃO IÔNICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA DO
CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA, *Macrobrachium amazonicum*

Michelle Pinheiro Vetorelli

Orientador: Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em
Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP -
CAUNESP, como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Aquicultura.

JABOTICABAL
2008

Vetorelli, Michelle Pinheiro
V588s Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do
camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* / Michelle
Pinheiro Vetorelli. – – Jaboticabal, 2008
vi, 123 f. ; 29 cm

Tese (doutorado) –Universidade Estadual Paulista, Centro de
Aquicultura, 2008
Orientador: Wagner Cotroni Valenti
Banca examinadora: Walter José Cobo, Margarete Mallasen,
Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins, Alessandra da Silva Augusto,
Bibliografia

1. *Macrobrachium*. 2. Salinidade. 3. Composição iônica da água.
I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aquicultura.

CDU 639.512

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

REITORIA

CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SALINIDADE E COMPOSIÇÃO IÔNICA DA ÁGUA NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA, *Macrobrachium amazonicum*

AUTORA: MICHELLE PINHEIRO VETORELLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AQUICULTURA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI

Departamento de Biol Aplicada A Agrop / Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias de Jaboticabal

Prof. Dr. VALTER JOSÉ COBO

LABORATÓRIO DE BIOLOGIA MARINHA, LABBMAR/INSTITUTO BÁSICO DE BIOCÊNCIAAS/UNITAU, SP

Prof. Dr. MARGARETE MALLASEN

Instituto de Pesca de São José do Rio Preto.

Profa. Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS

Departamento de Economia Rural / Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias de Jaboticabal/UNESP

Profa. Dra. ALESSANDRA DA SILVA AUGUSTO

Lab. Larvicultura de camarões de água doce/Setor de Carcinicultura/CAUNESP

Data da realização: 18 de julho de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI

Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Não importa quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos sempre ser humildes, recatados e despidos de orgulho.

Dalai Lama

Dedico este trabalho, à minha família...

Aos meus pais, Pedro e Lourdes, as minhas irmãs Flávia e Simone, à minha sobrinha Natália pelo apoio e amor dedicados...

Ao Laurindo, meu amor, por estar presente em todos os meus momentos...

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti, pela oportunidade de aprender o que é ciência e como fazê-la. Por tudo o que me ensinou e pela sua paciência. Pela ajuda inestimável durante todos estes anos e principalmente no momento final da execução deste trabalho. Por ser um exemplo de biólogo, professor, orientador e pesquisador... Muito obrigada!

À diretoria, coordenação, funcionários e professores do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP) pelo conhecimento adquirido e pelos anos que aqui me acolheram.

Ao Setor de Carcinicultura do CAUNESP pelo suporte técnico para a realização de todos os experimentos da tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de doutorado.

Ao Valter Cobo, Margarete Mallasen, Alessandra Augusto, Maria Inez Espagnoli e Wagner Valenti, membros da banca examinadora da defesa de doutorado, pelas contribuições oferecidas na melhoria deste trabalho.

À Maria Célia Portella e Alessandra Augusto, membros da banca examinadora da qualificação do doutorado, pelas contribuições oferecidas na melhoria deste trabalho.

À Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins pela atenção dedicada em todas as vezes que a procurei para sanar minhas muitas dúvidas em economia.

À Margarete Mallasen pela gentileza em me emprestar todos os seus artigos na área de composição iônica e água do mar artificial.

Ao Prof. João Batista Kochenborger pelo empréstimo de equipamentos que foram utilizados nos pilotos de vários experimentos.

Ao Felipe Ribeiro e a Janaína Mitsue Kimpara pelas correções nos *Abstracts* dos capítulos desta tese.

Ao Laurindo André Rodrigues, pelo seu amor, carinho, companheirismo... e pelo seu jeito simples de me tranquilizar, sempre cantando...“Don’t worry about a thing, cause every little thing is gonna be all right”.

À Ana Luiza Peres, pela ajuda em praticamente todos os meus experimentos do doutorado. Pela sua paciência, carinho e amizade.

Ao Roberto Polachini, técnico do setor de carcinicultura, por tudo que me ajudou nestes anos de pós-graduação, e não foram poucas coisas.

A Michélinha Roberta, pela ajuda em vários momentos e por seu carinho e amizade.

À turma carcino...Roberto, Bruno, Jana, Fabrício, Camilo, Alessandra, Patrícia, Adriana, Caio, Matheus, Alexandre, Michélinha, Jujubinha, Daniela, Zé Mário, Bruninho, Joseane, Alan, Marcelo... pelo convívio, pela amizade, pelas ajudas...Muito obrigada!

À todos os estagiários que passaram pelo Setor de Carcinicultura nestes últimos quatro anos... foram muitos... e sempre tive a ajuda de todos.

À todos os meus amigos, aqueles presentes e aqueles distantes, pela amizade sincera, pelo carinho e pela torcida. Muito obrigada.

À toda a minha família, pelo amor, carinho e confiança.

À todos que diretamente ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

À Deus que me deu forças para chegar até aqui.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO GERAL	2
1. Referências	7
CAPÍTULO 2	13
Salinidade na larvicultura do camarão-da-amazônia, <i>Macrobrachium amazonicum</i>	14
Resumo	14
Abstract.....	15
1. Introdução	16
2. Material e Métodos.....	17
2.1. Desenvolvimento larval e variáveis de produção	18
2.2. Custo de Produção e Rentabilidade.....	21
3. Resultados.....	25
4. Discussão.....	30
5. Referências	33
CAPÍTULO 3	37
Composição iônica da água salobra artificial no cultivo de larvas de <i>Macrobrachium amazonicum</i>	38
Resumo	38
Abstract.....	39
1. Introdução	40
2. Material e Métodos.....	42
2.1. Experimento 1: Efeito da composição iônica da água artificial na larvicultura de <i>M. amazonicum</i>	43
2.2. Experimento 2: Efeito da água salobra utilizada na larvicultura de <i>M. amazonicum</i>	47
2.3. Experimento 3: Crescimento larval de <i>M. amazonicum</i> cultivado em água salobra artificial e natural.....	49
2.4. Experimento 4: Utilização de diferentes substratos para a fixação de bactérias utilizando água salobra artificial na larvicultura de <i>M. amazonicum</i>	51
2.5. Análise estatística.....	52
3. Resultados.....	52
3.1. Experimento 1: Efeito da composição iônica da água artificial na larvicultura de <i>M. amazonicum</i>	52

3.2. Experimento 2: Efeito da água salobra utilizada na larvicultura de <i>M. amazonicum</i>	55
3.3. Experimento 3: Crescimento larval de <i>M. amazonicum</i> cultivado em água salobra artificial e natural.....	56
3.4. Experimento 4: Utilização de diferentes substratos para a fixação de bactérias utilizando água salobra artificial na larvicultura de <i>M. amazonicum</i>	57
4. Discussão.....	58
5. Referências	64
CAPÍTULO 4	68
Análise econômica da produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia (<i>Macrobrachium amazonicum</i>) em água salobra artificial e natural	69
Resumo	69
Abstract.....	70
1. Introdução	71
2. Métodos	72
2.1. Parâmetros para o planejamento da larvicultura e estratégia de produção.....	72
2.1.1. Formação e manutenção de reprodutores.....	74
2.1.2. Larvicultura	76
2.1.3. Manutenção de PL ou berçário primário.....	78
2.2. Dados de produção.....	78
2.3. Parâmetros econômicos	79
2.4. Análises de viabilidade econômica.....	80
2.4.1. Análise do investimento inicial	80
2.4.2. Análise de custos e retornos.....	80
2.4.3. Análise do fluxo de caixa e dos indicadores econômicos	82
2.4.4. Análise de sensibilidade.....	83
3. Resultados e Discussão.....	84
4.Referências	100
CAPÍTULO 5	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
ANEXOS	106



CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de camarões de água doce cresceu consideravelmente nos últimos anos. A produção mundial alcançou 410.000 toneladas em 2006 (FAO, 2008), aumento de aproximadamente 70% comparado com o ano de 2000 (240.000 t) (FAO, 2008). Este rápido crescimento deve-se principalmente ao grande desenvolvimento de tecnologias de cultivo (Valenti & Tidwell, 2006) e ao baixo impacto ambiental deste tipo de produção (New *et al.*, 2000; Moraes-Riodades & Valenti, 2001). As espécies mais cultivadas são *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium nipponense* (FAO, 2008). Esta última apareceu nas estatísticas da FAO em 2000 e, desde 2003, supera a produção de *M. rosenbergii* (FAO, 2008). Em 2006, no Brasil, a produção da espécie exótica *M. rosenbergii* alcançou 370 toneladas. (FAO, 2008). Embora não existam artigos publicados sobre o impacto negativo nos ecossistemas que essa espécie possa causar, existe grande pressão da sociedade e do governo para o uso de espécies nativas na aquicultura (Moraes-Valenti & Valenti, 2007). Na Índia, é crescente o interesse no cultivo do *Macrobrachium malcolmsonii*, na América Central, do *Macrobrachium carinus* e na América do Sul do *Macrobrachium amazonicum* (Kutty *et al.*, 2000).

Macrobrachium amazonicum é um camarão de água doce amplamente distribuído na América do Sul (Melo, 2003). Ocorre em dez países, sendo que no Brasil é distribuído em aproximadamente 14 estados (Melo, 2003). No norte e nordeste do País é capturado e consumido pelas populações locais e possui grande aceitação no mercado (Moraes-Riodades & Valenti, 2001). A espécie apresenta várias vantagens ao cultivo, como: alternativa aos carcinicultores de água doce; favorece a maximização da área produtiva, uma vez que o desenvolvimento larval é mais curto, comparado ao de *M. rosenbergii* (Kutty, *et al.*, 2000); a textura da carne é mais firme e o sabor mais acentuado que *M. rosenbergii* (Moraes-Riodades & Valenti, 2001). Além disso, as pesquisas realizadas até o presente mostraram

que *M. amazonicum* tolera intensificação na fase de larvicultura (Vetorelli & Valenti, 2004), berçário (Penteado *et al.*, 2007) e crescimento final (Moraes-Valenti & Valenti, 2007), mantendo alta produtividade.

No início do ano 2000, um programa de pesquisa multiinstitucional e multidisciplinar visando a produção comercial de *M. amazonicum* foi iniciado com o desenvolvimento de vários trabalhos sobre seu cultivo. As pesquisas relacionam-se aos aspectos: manejo na larvicultura (Polachini & Valenti, 2000; Maciel & Valenti, 2006; Araujo & Valenti, 2006; Vetorelli & Valenti, 2004; Rego *et al.*, 2004), alimentação de larvas (Araujo & Valenti, 2007; Maciel, 2007); manejo na fase de berçário (Araujo & Valenti, 2003; Araujo & Valenti, 2005; Penteado *et al.*, 2007), alimentação de pós-larvas (Sampaio, *et al.*, 2004), tolerância a compostos nitrogenados (Hayd, 2008a; 2008b; 2008c); transporte de pós-larvas (Sperandio & Valenti, 2006), viabilidade econômica (Vetorelli *et al.*, 2006; Valenti *et al.*, 2007); crescimento relativo (Moraes-Riodades & Valenti, 2002), morfotipos de machos (Moraes-Riodades & Valenti, 2004; Papa *et al.*, 2004), histologia (Ribeiro, *et al.*, 2000; Papa *et al.*, 2003; Ribeiro *et al.*, 2003), manejo na fase de crescimento final (Kiyohara, 2006; Moraes-Riodades, 2005; Preto *et al.*, 2006; Moraes-Valenti & Valenti, 2007) e qualidade de água dos viveiros (Keppler & Valenti, 2006; Moraes-Riodades *et al.*, 2006; Rosa *et al.*, 2006; Kimpara *et al.*, 2006; Kimpara *et al.*, 2007).

A produção de camarões de água doce divide-se principalmente em duas fases: larvicultura e crescimento final (engorda). Existem 10 larviculturas no País com capacidade para produzir 10 milhões de pós-larvas/ano de *M. rosenbergii* (Moraes-Riodades, 2004). No entanto, a produção de pós-larvas (PL) em 2000 foi de somente 4 milhões (Valenti, 2006). Atualmente, somente duas larviculturas comerciais estão fornecendo PL de *M. rosenbergii* aos carcinicultores, uma no estado de São Paulo e outra no estado do Rio de Janeiro. Além destas, outras três estão em fase de implantação. O preço pelo milheiro de PL pode chegar a R\$ 70,00, dependendo do custo de produção na larvicultura e o custo com o transporte

dos animais até a fazenda de engorda. Manejos como densidade de estocagem (Vetorelli & Valenti, 2004), tipo e frequência na alimentação (Barros & Valenti, 2003a; 2003b; Maciel, 2007), salinidade (Araujo, 2005) e tipo de água utilizada (Silva & Valenti, 1992; Mallasen & Valenti, 1998a; Araujo *et al.*, 2002) influenciam consideravelmente no tempo de cultivo e na produtividade e consequentemente nos custos de produção. O preço com o transporte do milheiro de PL depende da distância entre a larvicultura e a fazenda de crescimento final. Geralmente, devido à necessidade de água salobra durante a fase de larvicultura, estas se localizam próximas do litoral. Em contrapartida, as fazendas de engorda de camarões estão em regiões interiores, devido à maior abundância em água doce e terra. Além disso, existe a possibilidade de integrar o camarão nas fazendas de cultivo de peixes de água doce, de arroz irrigado e mesmo de outras culturas terrestres. O policultivo e o consórcio são atividades bastante promissoras no País e adequam-se aos preceitos da sustentabilidade ambiental (Valenti, 2006; Valenti, 2007).

Para *M. amazonicum*, foram observadas populações que vivem próximas à costa e, portanto, as larvas necessitam de água salobra, e populações que vivem a quilômetros de distância do litoral e por isso completam o ciclo em água doce (Kutty *et al.*, 2000). As populações de *M. amazonicum* são caracterizadas por uma grande variabilidade do comprimento, sendo que os indivíduos capturados em águas correntes dos grandes rios apresentam comprimentos maiores que os capturados em águas calmas dos lagos e represas (Odinetz-Collart, 1993). Geralmente, os animais das populações que dependem da água salobra são maiores e, portanto são mais interessantes para o cultivo comercial. Quanto à capacidade de sobreviver em diferentes salinidades, os animais podem ser classificados em estenoalinos (toleram pequena variação na salinidade) e eurialinos (toleram grande variação na salinidade). Larvas de *M. amazonicum* são eurialinas, podendo desenvolver-se em salinidades variando de 0 a 30 (Guest, 1979; Guest & Durocher, 1979; Moreira *et al.*, 1983;1986; Magalhães, 1985; Zanders & Rodriguez, 1992; Araujo, 2005). Embora exista a

possibilidade das larvas de *M. amazonicum* alcançarem a metamorfose em diferentes salinidades, deve haver salinidades ótimas para a produção da espécie, conforme a origem dos animais usados como reprodutores. Portanto, deve ser investigada a salinidade que aumente a taxa de metamorfose e a produtividade (PL/L) e diminua o tempo de desenvolvimento, considerando o manejo usualmente empregado em uma larvicultura comercial. A salinidade utilizada define o volume de água do mar que deverá ser transportado para a larvicultura e este volume influencia diretamente nos custos de produção.

A economia da água usada na larvicultura, proporcionada pelo sistema fechado dinâmico, pode chegar a mais de 90%. Mesmo assim, dependendo da distância da larvicultura do litoral, o custo com o transporte da água do mar pode inviabilizar a produção. Logo, o desenvolvimento de água do mar artificial pode resolver este problema. Além disso, a utilização da água do mar artificial reduz riscos tais como poluição, parasitas e presença de competidores e predadores nos tanques de cultivo de larvas (Valenti *et al.*, 1998). A água do mar também pode perder suas características quando armazenada por longo período de tempo (Neiheisel & Young, 1992).

Em sistema fechado dinâmico, a água do mar artificial não altera o processo de nitrificação e pode ser utilizada em até dois ciclos consecutivos de larvicultura (Valenti & Mallasen, 2002). A eficiência deste sistema depende do tipo de meio utilizado para a fixação (substrato) das bactérias. Assim sendo, o tipo de substrato também influencia nos custos de produção. Cascalhos de conchas são utilizados com sucesso em tanques experimentais de cultivo de larvas de camarões do Centro de Aquicultura da UNESP, por isso é o mais recomendado (Valenti & Daniels, 2000). No entanto, outros substratos (como plásticos) também podem ser utilizados. Nestes casos, a manutenção da estabilidade do pH deve ser feita com a adição de bicarbonatos (Valenti & Daniels, 2000).

As misturas de sais comerciais para a formulação de água do mar artificial no mercado possuem composição desconhecida e algumas formulações são impróprias para o cultivo de crustáceos (Valenti & Daniels, 2000). Portanto, as fórmulas devem ser embasadas em pesquisas específicas para cada espécie. *Macrobrachium rosenbergii* desenvolve-se em água salobra artificial contendo somente os íons Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , HCO_3^- e Br^- (Silva & Valenti, 1992; Mallasen & Valenti, 1998a). A adição do estrôncio pode melhorar ligeiramente a produtividade e diminuir o custo de produção (Araujo *et al.*, 2002). A produtividade em água natural atinge 50 PL/L enquanto que em água artificial alcança 40 PL/L, mas o tempo de cultivo aumenta em 10% (Mallasen & Valenti, 1998b). Portanto, a utilização da água do mar natural é aconselhável em larviculturas de *M. rosenbergii* localizadas a menos de 400 km do litoral. A partir desta distância é preferível a utilização da água do mar artificial (Araujo, 2000). As larvas de *M. rosenbergii* cultivadas em água artificial com oito íons (Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , HCO_3^- e Br^-) alcançam o mesmo peso das larvas cultivadas em água natural, porém este fato envolve um prolongamento no tempo de desenvolvimento e maior gasto energético para a manutenção do equilíbrio iônico (Ismael *et al.*, 2001). Ismael *et al.* (2001) concluíram, portanto, que faltam alguns elementos importantes ao metabolismo das larvas na água salobra artificial.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade e da composição iônica da água sobre a larvicultura de *M. amazonicum*, envolvendo suas implicações técnicas e econômicas. Para isso, foram estudados os seguintes aspectos:

- 1- O efeito da salinidade no desenvolvimento larval, na sobrevivência, na taxa de metamorfose, na produtividade (PL/L) e nos custos e retornos da larvicultura.
- 2- O efeito da composição iônica da água salobra no tempo de desenvolvimento larval, na taxa de metamorfose e na produtividade, bem como avaliar a viabilidade técnica do cultivo de *M. amazonicum* em água salobra artificial.

- 3- Avaliar o crescimento e o desenvolvimento larval em água salobra artificial e natural.
- 4- Avaliar a influência do substrato para a fixação das bactérias, em sistema fechado dinâmico, utilizando água salobra artificial nos processos de nitrificação e nas variáveis de produção da larvicultura.
- 5- Avaliar a viabilidade econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, utilizando água salobra artificial. Definir até qual distância do litoral é economicamente viável a utilização da água natural.

Optou-se por apresentar a tese na forma de capítulos com Introdução Geral (capítulo 1), aspecto 1 citado anteriormente (capítulo 2), aspectos 2, 3, e 4 (capítulo 3), aspecto 5 (capítulo 4) e considerações finais (capítulo 5).

1. Referências

- ARAUJO, M.C. 2000. Contribuição do íon estrôncio na formulação da água do mar artificial na larvicultura do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE). Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 43p.
- ARAUJO, M.C. 2005. Efeitos da salinidade, luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 87 p.
- ARAUJO, M.C.; ISMAEL, D.; VALENTI, W.C. 2002. Contribution of strontium ion in formulation of artificial sea water used in larviculture of giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Applied Aquaculture*, 12(3):13-22.
- ARAUJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2003. Effects of temperature on *Macrobrachium amazonicum* reared in primary nursery. In: *World Aquaculture, 2003*. Salvador, Brazil. 2003. p. 43.
- ARAUJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2005. Manejo alimentar de pós-larvas de camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em berçário I. *Acta Scientiarum*, 27(1):67-72.
- ARAUJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2006. Intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* In: *Aquaciência 2006*. Bento Gonçalves. 2006. p. 2208.
- ARAUJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265:187-193.

- BARROS, H.P.; VALENTI, W.C. 2003a. Ingestion rates of *Artemia* nauplii for different larval stages of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 217:223–233.
- BARROS, H.P.; VALENTI, W.C. 2003b. Food intake *Macrobrachium rosenbergii* during larval development. *Aquaculture*, 216:165-176.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008. *Yearbook of fishery statistics: summary tables*. FAO, Roma. <http://www.fao.org>.
- GUEST, W.C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 37(2):141-152.
- GUEST, W.C.; DUROCHER, P.P. 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: Effects of salinity and temperature on survival. *The Progressive Fish-Culturist*, 41(1):14-18.
- HAYD, L.A; VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008a. Effects of Ambient Ammonia and pH on Larval Development of *Macrobrachium amazonicum*. (In correction)
- HAYD, L.A; VALENTI, W.C.; LEMOS D. 2008b. Effects of ambient nitrite on development and metabolism of *Macrobrachium amazonicum* larvae. (In correction)
- HAYD, L.A. VALENTI, W.C.; LEMOS D. 2008c. Effects of ambient nitrate on development and metabolism of *Macrobrachium amazonicum* larvae. (In correction)
- ISMAEL, D.; VALENTI, W.C; OLIVEIRA, J.A. 2001. Physiological status of *Macrobrachium rosenbergii* larvae reared in artificial brackish water. *Nauplius*, 9(2):133-140
- KEPPELER, E.C.; VALENTI, W.C. 2006. Effects of selective harvest of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*, on pond water, sediment and effluent. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 18(2):109-119.
- KIMPARA, J.M., ROSA, F.R.T., PRETO, B.L., VALENTI, W.C. 2006. Efeito do gradeamento e da despesca seletiva nas características da água de viveiros de engorda do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* In: *Aquaciência 2006*. Bento Gonçalves. 2006. p. 2238.
- KIMPARA, J.M., ROSA, F.R.T., VALENTI, W.C. 2007. Evaluation of pond water, effluent and sediment characteristics at an experimental level freshwater prawn farming In: *Aquaculture 2007*. San Antonio, Texas, EUA .2007. p. 472.
- KIYOHARA, F. 2006. Cultivo de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) em cercados e em tanques-rede durante a fase de berçário e a fase de crescimento final e cultivo de *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) em laboratório (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia da USP. Universidade de São Paulo, São Paulo. 190 p.
- KUTTY, M.N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. 2000. Culture of other prawn species. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Ed). *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science. p. 393-410.

- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 131p.
- MACIEL, C.R.; VALENTI, W.C. 2006. Impacto da coloração dos tanques de cultivo sobre as larvas do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* In: *Aquaciência* 2006. Bento Gonçalves. 2006. p. 2449.
- MAGALHÃES, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea; Decapoda). *Amazoniana*, 9(2):247-274.
- MALLASEN, M.; VALENTI, W.C. 1998a. Comparison of artificial and natural, new and reused, brackish water for the larviculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 29(3):345-350.
- MALLASEN, M.; VALENTI, W.C. 1998b. Efeito da composição iônica da água do mar artificial no desenvolvimento de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda) no estágio II. *Acta Scientiarum*, 20(2):195-200.
- MELO, G.A.S. 2003. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. In: MELO, G.A.S. (Ed.). *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo: Edições Loyola: 2003. p. 289-415.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. 2004. Situação atual da criação de *Macrobrachium* no Brasil. In: *I Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*. Vitória. 2004. p. 61.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTÁCEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 117 p.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; KIMPARA, J.M.; VALENTI, W.C. 2006. Effect of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(3): 311-319.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2001. Freshwater prawn farming in Brazilian amazonia shows potential for economic and social development. *Global Aquaculture Advocate*, 4(5):73-74.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2002. Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(4):1169-1176.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2004. Morphotypes in male Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 236(1-4):297-307.

- MORAES-VALENTI, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of Intensification on grow-out of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4):516-526.
- MOREIRA, C.S.; MCNAMARA, J.C.; SHUMAWAY, S.E.; MOREIRA, P.S. 1983. Osmoregulation and respiratory metabolism in brazilian *Macrobrachium* (decapoda, palaemonidae). *Comparative biochemistr and physiology A-Physiology*, 74 (1):57-62.
- MOREIRA, G.S.; MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, P.S. 1986. The effect of salinity on upper thermal limits of survival and metamorphosis during larval development in *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 50(3):231-238.
- NEIHEISEL, T.W.; YOUNG, M.E. 1992. Use of three artificial sea salts to maintain fertile sea urchins (*Arbacia punctulata*) and to conduct fertilization test with copper and sodium dodecyl sulfate. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11(8):1179-1185.
- NEW, M.B.; D'ABRAMO, L.R.; VALENTI, W.C.; SINGHOLKA, S. 2000. Sustainability of freshwater prawn culture. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Eds) *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p.429-443.
- ODINETZ-COLLART, 1993. Ecologia e potencial pesqueiro do camarão canela, *Macrobrachium amazonicum*, na Bacia Amazônica. In: FERREIRA, E.J.G., SANTOS, G.M., LEÃO, E.L.M. AND OLIVEIRA, L.A. (Eds) *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. vol. 2, INPA, Manaus, p. 147-166.
- PAPA, L.P.; VICENTINI, I.B.F.; RIBEIRO, K.; VICENTINI, C.A.; PEZZATO, L.E. 2004. Diferenciação morfológica de machos do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* a partir da análise do hepatopâncreas e do sistema reprodutor. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 26(4):463-467.
- PAPA, L.P.; VICENTINI, I.B.F.; RIBEIRO, K.; VICENTINI, C.A.; VALENTI, W.C. 2003. Hepatosomatic and gonadosomatic Index variation during morphotypical differentiation in *Macrobrachium amazonicum* males. In: *World Aquaculture*, Salvador, 2003. Brazil. p. 551. Baton Rouge: World Aquaculture Society.
- PENTEADO, J. M.A.; HOMEM, B.D; MORAES-RIODADE, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of stocking density and culture time on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum* in indoor nursery. In: *World aquaculture society*. Puerto Rico. Latin American e Caribbean Chapter, 2007. p. 111. Baton Rouge: World Aquaculture Society.
- POLACHINI, J.R; VALENTI, W.C. 2000. Produção de pós-larvas do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (DECAPODA, PALAEMONIDAE) em laboratório. In: *Congresso Brasileiro sobre Crustáceos*. São Pedro, SP. 2000. p. 45
- PRETO, B.L.; KIMPARA, J.M.; MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2006. Efeito do gradeamento e de despesas seletivas na engorda do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* In: *Aquaciência* 2006. Bento Gonçalves. 2006. p. 2357.

- REGO, L.A.H.; VETORELLI, M.P.; MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2004. Seleção e manejo de fêmeas ovígeras para larvicultura de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). In: *I Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*. Vitória, ES. 2004. AQUIMERCO. p. 393.
- RIBEIRO, K.; VICENTINI, I.B.F.; PAPA, L.P.; VALENTI, W.C. 2003. Highly unsaturated fat acid effects on ovarian development and fecundity of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). In: *World Aquaculture* 2003. Salvador, Brasil. 2003. p. 631. Baton Rouge: World Aquaculture Society.
- RIBEIRO, K.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I.B.; VICENTINI, C.A.; PAPA, L.P.; VALENTI, W.C. 2000. Características histológicas do sistema digestório de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1968). In: *SIMBRAq XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura*. Florianópolis, SC. 2000.
- ROSA, F.R.T.; KIMPARA, J.M.; VALENTI, W.C. 2006. Qualidade dos efluentes durante a despesca total do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*. In: *Aquaciência* 2006. Bento Gonçalves. 2006.
- SAMPAIO, F.G.; KLEEMANN, G.K.; CARMO e SÁ, M.V.; PEREIRA, A.S.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. 2004. Níveis de vitamina E e de selênio para pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum*. *Acta Scientiarum Animal Science*, 1:129-135.
- SILVA, C.A.; W. C. VALENTI. 1992. Otimização do uso da água mar artificial na cultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879). In: *Encontro Nacional de Aquicultura, Simpósio Brasileiro de Aquicultura* 7. p. 160.
- SPERANDIO, L.M.; VALENTI, W.C. 2006. Transportation of Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* juveniles in different biomass densities In: *Aqua 2006-Abstracts* Aqua 2006. Florença, 2006. p. 965-965. Baton Rouge: World Aquaculture Society.
- VALENTI W.C. 2006. Current status of freshwater prawn culture in Brazil. In: *Freshwater Prawns: Advances in Biology, Aquaculture and Marketing. Proceedings of Freshwater Prawns 2003, International Symposium on Freshwater Prawns* , 20-23 August 2003, Kochi, India (ed. by C.M. Nair, D.D. Nambudiri; S. Jose), pp.106-111. Allied Publishers, New Delhi, India.
- VALENTI, W.C. 2007. Brazil's Inland Aquaculture: freshwater fish dominate production. *Global Aquaculture Advocate*, 10(3):30-32.
- VALENTI, W.C.; DANIELS, W.H. 2000. Recirculation Hatchery Systems and Management. In: NEW, M.B.;VALENTI, W.C. (Eds.) *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 69-90.
- VALENTI, W.C.; HAYD, L.A.; VETORELLI, M.P.; MARTINS, M.I.E.G., 2007. Economic feasibility of the Amazon River Prawn farming to supply live bait shellfish market in Pantanal, South America. *Aquaculture Economics and Management* (Submitted).

- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M. 2002. Concentrações de amônia, nitrito e nitrato em larvicultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, realizada em sistema fechado com água salobra natural e artificial. In: *Acta Scientiarum*, 24:1183-1187.
- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M.; SILVA, C.A. 1998. Larvicultura em sistema fechado dinâmico. In: VALENTI, W.C. (Ed.) *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões*. Brasília., FAPESP/IBAMA. p. 112- 139.
- VALENTI, W.C.; TIDWELL, J.H. 2006. Economics and management of freshwater prawn culture in Western Hemisphere In: LEUNG. P. S.; ENGLE. C. (Eds.) *Shrimp Culture, Economics, Market and Trade*. Oxford. Blackwell Science. 416 p.
- VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C. 2004. Post-larvae productivity of Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* stocked at different densities. In: *3 Brazilian crustacean congress and the crustaceana society meeting*. 2004. Florianopolis/SC. 1(1), 129.
- VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C.; MARTINS, M.I.E.G. 2006. Viabilidade econômica da produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* em sistema fechado dinâmico, estocados em diferentes densidades In: *Aquaciência 2006*. Bento Gonçalves, 2006. p. 2640.
- ZANDERS, I.P; RODRIGUEZ, J.M. 1992. Effect of temperature and salinity stress on osmoionic regulation in adult and on oxygen consumption in larvae and adult of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). *Comparative Biochemistry Physiology*, A. 505-509.



CAPÍTULO 2

SALINIDADE NA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA- AMAZÔNIA, *Macrobrachium amazonicum*

Salinidade na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*

Resumo

O efeito da salinidade no desenvolvimento larval, nas variáveis de produção, no custo e na rentabilidade da produção de pós-larvas (PL) de *Macrobrachium amazonicum* foi avaliado. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, foram avaliadas salinidades em amplo espectro (4, 12, 20 e 28) e no segundo, foram avaliadas as salinidades 6, 9, 12 e 15. Em ambos, o delineamento foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos (salinidades) e quatro repetições. Diariamente, 10 larvas de cada tanque de cultivo foram observadas em microscópio para a identificação do índice de estágio larval. No 18º dia de cultivo foi realizada a despesca de todos os tanques de cultivo. As larvas e pós-larvas foram contadas individualmente e foram calculadas a sobrevivência, a porcentagem de larvas e de PL e a produtividade (em PL/L). Para a obtenção do peso seco, as PL foram secas em estufa (70°C, 48 horas) e pesadas em balança analítica (precisão de 1 µg). O custo de produção e a rentabilidade foram determinados para as salinidades 6, 9, 12 e 15. O desenvolvimento larval foi mais lento e a sobrevivência foi menor ($p < 0,05$) na salinidade 4 (experimento 1) e ambos não diferiram entre as salinidades 6 e 15 (experimento 2). A porcentagem de PL foi maior ($p < 0,05$) no intervalo de salinidade 12 a 20. O peso seco das PL foi menor nas salinidades 4 e 28. A maior taxa de metamorfose e o menor custo de produção foram obtidos na salinidade 12. Concluindo, as larvas da população de *M. amazonicum* estudada são eurialinas, podendo desenvolver-se em salinidades variando de 4 a 28, mas a salinidade 12 maximiza a produção de PL, reduz o tempo de cultivo e o custo de produção. Possivelmente, a salinidade 12 corresponda ao ótimo ecológico para a população estudada e deve ser usada na larvicultura comercial, quando os reprodutores provém desta população.

Palavras-chave: *Macrobrachium amazonicum*, larvas, salinidade, custo de produção

Salinity in the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* hatchery

Abstract

This work aimed to study the salinity effects on *Macrobrachium amazonicum* hatchery. The larvae development, productive parameters, post-larvae production cost and return were evaluated. Two experiments were conducted. In the first one, the salinities 4, 12, 20 and 28 were evaluated. On the second trial, salinities 6, 9, 12 and 15 were evaluated. In both experiments a randomized block design was set up with four treatments (salinities) and four replicate. The larvae were reared into 120 L closed-system tanks for 18 days. Daily, ten larvae of each tank were collected and analyzed under stereomicroscopy to determine the larvae stage index. The larvae and post-larvae were counted and survival, percentage of larvae and post-larvae and productivity (PL/L) were calculated. To obtain the dry weight the post-larvae were dried and weighed on an analytical balance (1- μ g precision). The production cost and return were determined. The larvae development was slower and the survival lower ($p < 0,05$) at salinity 4 (experiment 1). These same variables did not differ among salinities 6-15 (experiment 2). The post-larvae metamorphosis rate was higher between salinities 12-20. The PL dry weight was lower in salinities 4 and 28. In conclusion, the larvae of the studied *M. amazonicum* population were euryhaline and can develop in salinities among 4 – 28, but the salinity 12 improves production, decreases the period of culture and the cost production. Possibly, the late level is the optimum for the population studied and should be used in commercial hatchery.

Keywords: *Macrobrachium amazonicum*, larvae, salinity, Production cost.

1. Introdução

O camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, possui grande potencial para o cultivo (Kutty *et al.*, 2000; New, 2005). Apresenta ampla distribuição na América do Sul e, no Brasil, é encontrado em 14 estados (Melo, 2003). No norte e nordeste do Brasil é capturado e consumido pelas populações locais e possui grande aceitação no mercado (Kutty *et al.*, 2000; Valenti, 2002). Pesquisas mostraram que *M. amazonicum* tolera intensificação na fase de larvicultura (Vetorelli & Valenti, 2004), berçário (Penteado *et al.*, 2007) e crescimento final (Moraes-Valenti & Valenti, 2007), mantendo alta produtividade. Esta pode atingir 140 larvas/L, 16 PL/L e 2000 kg/ha/5,5 meses, respectivamente.

Macrobrachium amazonicum apresenta populações diádromas (larvas se desenvolvem no estuário e os juvenis migram para água doce) e populações que fecham o ciclo em água doce. Este fato foi confirmado em laboratório por diversos autores. Guest & Durocher (1979) não observaram metamorfose em larvas mantidas em salinidades abaixo de 1 produzidas por fêmeas originárias do Ceará, enquanto que Magalhães (1985) e Gamba (1984) relataram o completo desenvolvimento larval em água doce para animais provenientes da Amazônia Ocidental. As populações diádromas habitam corpos de água próximos ao litoral e apresentam indivíduos maiores e com fecundidade mais alta do que as populações que fecham o ciclo em água doce (Odinetz Collart & Rabelo, 1996). Portanto, são mais adequadas para aquicultura.

Devido a essa plasticidade fisiológica na fase larval, *M. amazonicum* constitui-se em um modelo interessante para estudos de regulação osmoiônica e vários trabalhos referentes ao efeito da salinidade sobre larvas foram realizados. Guest (1979) manteve larvas, provenientes de populações do Ceará, em salinidade 10 até a metamorfose em pós-larvas e descreveu nove estágios larvais. Guest & Durocher (1979), utilizando populações do Ceará, verificaram que o desenvolvimento ocorre indistintamente em salinidades variando de 1 a 15. Moreira *et al.* (1986) avaliaram o efeito da salinidade (0 a 30) na sobrevivência e na taxa

de metamorfose das larvas desta espécie de populações do Amapá e concluíram que a melhor faixa de salinidade para o desenvolvimento de *M. amazonicum* está entre 12-18. Araujo (2005) testou o efeito de diferentes salinidades no tempo de vida de zoeas II e VIII. A autora concluiu que larvas de *M. amazonicum* de populações do Pará podem ser cultivadas em salinidades acima de 1. McNamara *et al.* (1983) estudaram os efeitos da salinidade no metabolismo respiratório e no ciclo de muda em zoea I desta espécie, em populações do Amapá, e concluíram que a menor duração do ciclo ocorreu nas larvas em salinidade 14 e o maior consumo de O₂ em salinidade 28. Augusto (2005) avaliou os processos fisiológicos de osmorregulação em uma população de *M. amazonicum* encontrada a 400 km do litoral. A autora concluiu que *M. amazonium* está em pleno processo de invasão da água doce; apesar dos adultos demonstrarem adaptação à água doce e forte capacidade osmo e ionorregulatória da hemolinfa, as zoeas (I e II) não sobreviveram em água doce.

Estes trabalhos enfocam o efeito da salinidade sobre características biológicas da espécie. Nenhum deles considerou como a salinidade afetaria o cultivo comercial de *M. amazonicum*.

Esta variável é importante porque pode alterar a produtividade e o tempo de desenvolvimento larval. Além disso, a salinidade usada na larvicultura define a quantidade de água do mar que será transportada para a estação de larvicultura, alterando o custo de produção. Diante do exposto, o objetivo de presente estudo foi avaliar o efeito da salinidade na larvicultura de *M. amazonicum* de modo a minimizar o tempo de desenvolvimento larval, maximizar a produtividade e reduzir os custos de produção.

2. Material e Métodos

Larvas de *M. amazonicum* foram obtidas de fêmeas ovígeras dos viveiros de reprodutores do Centro de Aquicultura da UNESP (Jaboticabal, SP) no período de novembro de 2006 a janeiro de 2007. Este estoque foi formado a partir de exemplares

coletados na natureza no nordeste do Pará, Brasil (01°13'25"S, 48°17'40"W) em 2001. Esta é uma população diádroma.

2.1. Desenvolvimento larval e variáveis de produção

Foram realizados dois experimentos. No primeiro foram avaliadas salinidades em um amplo espectro (4, 12, 20 e 28). No segundo, as larvas foram cultivadas nas salinidades 6, 9, 12 e 15. A água salobra foi preparada pela diluição de água do mar natural com água doce filtrada em malha de 5 e 3 μm . Em ambos os experimentos, o delineamento experimental foi em blocos casualizados (temporais), com quatro tratamentos (salinidades) e quatro repetições. Foram avaliados o índice de estágio larval (IEL) e as variáveis de produção.

Fêmeas ovígeras, com ovos em final de desenvolvimento embrionário, foram colocadas em tanques de eclosão com sistema de filtragem biológica na densidade de 70 fêmeas/m². Os tanques de eclosão foram mantidos com água filtrada, em salinidade 4, temperatura de 29°C e aeração constante até a eclosão das larvas. Após a eclosão, as larvas foram coletadas e contadas individualmente. Então, foram aclimatadas e transferidas para os tanques de cultivo na densidade de 80 larvas/L (experimento 1) e 100 larvas/L (experimento 2). Em ambos os experimentos, a larvicultura foi realizada em tanques retangulares com capacidade para 63 L, providos de sistema fechado de circulação de água, com aeração, aquecimento (30°C) e fotoperíodo 12:12 (claro:escuro). O biofiltro correspondia a 15% do volume do tanque de cultivo larval. O substrato para bactérias utilizado nos biofiltros foi o cascalho de conchas de moluscos.

As larvas foram alimentadas com náuplios recém eclodidos de *Artemia* e dieta úmida. No experimento 1, os náuplios foram fornecidos em excesso ao entardecer, a partir do segundo dia de cultivo enquanto que no experimento 2 os náuplios de *Artemia* foram ofertados pela manhã (segundo Maciel, 2007). A quantidade consumida foi avaliada diariamente por meio de estimativas do número de náuplios/mL, realizadas logo após o

fornecimento, e após 24 h (antes da próxima alimentação). A dieta úmida (vide composição detalhada em Valenti, *et al.*, 1998) foi fornecida a partir do 6º dia de cultivo em duas refeições diárias pela manhã. A quantidade fornecida foi ajustada diariamente conforme o consumo. Os restos alimentares foram sifonados ao final da tarde.

A taxa de recirculação da água do tanque de cultivo pelo biofiltro (%/dia), a temperatura, o oxigênio dissolvido (mg/L) e o pH foram controlados diariamente. A salinidade foi medida e ajustada duas vezes por dia. A amônia (NH₃-N) e o nitrito (NO₂-N) foram monitorados semanalmente de acordo com a metodologia de Solorzano (1972) e Bendschneider & Robinson (1952), respectivamente. As leituras em absorbância foram realizadas por meio de espectrofotômetro (HACH modelo DR-2000). O oxigênio dissolvido foi determinado utilizando-se o oxímetro Lutron modelo DO-5510, o pH pelo equipamento Horiba D-51 e a salinidade pelo equivalente em condutividade, por meio da sonda multiparâmetro YSI modelo 63. Os valores médios por tratamento estão apresentados na Tabela 1 para o experimento 1 e na Tabela 2 para o experimento 2.

Tabela 1 – Taxa de recirculação e as variáveis da água (média $\pm$ desvio padrão) obtidas durante a larvicultura de *M. amazonicum* nas diferentes salinidades (4, 12, 20 e 28).

Item	Salinidade			
	4	12	20	28
Taxa de recirculação (%/dia)	2100 $\pm$ 100	2500 $\pm$ 300	2300 $\pm$ 600	1900 $\pm$ 300
Temperatura (°C)	29,7 $\pm$ 0,2	29,5 $\pm$ 0,8	29,7 $\pm$ 0,3	29,7 $\pm$ 0,3
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,88 $\pm$ 0,02	6,55 $\pm$ 0,06	6,14 $\pm$ 0,05	5,89 $\pm$ 0,03
pH	8,18 $\pm$ 0,07	8,01 $\pm$ 0,05	7,97 $\pm$ 0,04	7,94 $\pm$ 0,02
Salinidade	4,1 $\pm$ 0,0	12,1 $\pm$ 0,0	20,2 $\pm$ 0,1	28,0 $\pm$ 0,3
NH ₃ -N (µg/L)	0,04 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,02	0,12 $\pm$ 0,07	0,09 $\pm$ 0,06
NO ₂ -N (µg/L)	10,9 $\pm$ 4,0	24,6 $\pm$ 7,8	36,0 $\pm$ 10,8	28,7 $\pm$ 4,1

Tabela 2 –Taxa de recirculação e as variáveis da água (média $\pm$ desvio padrão) obtidas durante a larvicultura de *M. amazonicum* nas diferentes salinidades (6, 9, 12 e 15).

Item	Salinidade			
	6	9	12	15
Taxa de recirculação (%/dia)	2100 $\pm$ 200	2000 $\pm$ 300	2000 $\pm$ 400	2100 $\pm$ 200
Temperatura (°C)	29,7 $\pm$ 0,3	29,6 $\pm$ 0,32	29,6 $\pm$ 0,4	29,6 $\pm$ 0,3
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,79 $\pm$ 0,22	6,77 $\pm$ 0,02	6,51 $\pm$ 0,21	6,55 $\pm$ 0,01
pH	8,20 $\pm$ 0,02	8,17 $\pm$ 0,03	8,11 $\pm$ 0,01	8,11 $\pm$ 0,01
Salinidade	6,0 $\pm$ 0,0	9,1 $\pm$ 0,1	12,0 $\pm$ 0,0	15,0 $\pm$ 0,0
NH ₃ -N (µg/L)	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,05	0,04 $\pm$ 0,02
NO ₂ -N (µg/L)	5,5 $\pm$ 2,7	5,8 $\pm$ 2,4	36,1 $\pm$ 42,2	11,5 $\pm$ 5,7

Para a avaliação do efeito da salinidade no decorrer do desenvolvimento larval amostras de 10 larvas de cada tanque de cultivo foram examinadas diariamente sob microscópio invertido (Olympus CKX41) para observação do estágio larval. O índice de estágio larval (IEL) foi determinado de acordo com o método da média ponderada de Manzi *et al.* (1977) pela fórmula:

$$IEL = \frac{\sum ni.E}{n}$$

Sendo: ni = nº de larvas no estágio E; E = estágio de desenvolvimento, variando de 1 a 10; n = nº de unidades da amostra. Foram considerados nove estágios larvais identificados com base nas descrições de Guest (1979) e Vega Peres (1984). As pós-larvas foram consideradas como estágio 10.

O encerramento do cultivo ocorreu no 18º dia. Os tanques de cultivo foram esvaziados e todas as larvas e pós-larvas (PL) sobreviventes foram coletadas e contadas individualmente. A seguir, foram determinadas as seguintes variáveis de produção: sobrevivência total, porcentagem de larvas e pós-larvas, produtividade (PL/L) e peso seco das PL. Para determinar o peso seco, 50 PL de cada tanque de cultivo foram lavadas em água destilada, secas em papel de filtro e transferidas para cartuchos pré-pesados (5

PL/cartucho). Os cartuchos foram levados à estufa (70°C) por 48h e ao dessecador por mais duas horas. Foram então pesadas em balança analítica (Mettler Toledo AT21, precisão de 1 µg).

Os valores expressos em porcentagens foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$. Os dados foram submetidos à análise da normalidade pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Com as condições satisfeitas, as médias de consumo de *Artemia*, fornecimento de ração (ug/mL/dia) e das variáveis de produção (sobrevivência, % de larvas, % de pós-larvas, produtividade e peso seco das PL) foram submetidas à Análise de Variância pelo teste F em blocos (“two-way” ANOVA). Quando encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas ($p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas com o teste de Duncan. Considerou-se médias diferentes quando $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no Statistical Analysis System (SAS Intitute Inc., version 9.0). Regressão logarítmica entre os dados de índice de estágio larval e tempo de cultivo foi ajustada para todas as salinidades testadas. Uma regressão polinomial, utilizando-se o software “Excel” da Microsoft, foi utilizada para ajustar a relação entre a porcentagem de PL e a salinidade.

2.2. Custo de Produção e Rentabilidade

As análises de custo de produção e rentabilidade foram determinadas com base no método apresentado por Shang (1990). Os itens de custo de produção foram classificados em dois grupos: custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos incluem a depreciação anual dos itens do investimento, calculada pelo método linear; a manutenção de equipamentos e benfeitorias; a mão-de-obra fixa; remuneração da terra; a remuneração do capital médio investido a uma taxa de 12% ao ano (maior taxa permitida pela Constituição Brasileira) e a remuneração do empresário, com um e meio salário mínimo ao mês. Os custos variáveis consideram os insumos, mão-de-obra eventual, impostos, energia elétrica, telefone e os

juros (8,75% ao ano) sobre a metade do capital circulante que corresponde ao custo variável somados a mão-de-obra fixa e manutenção de equipamentos e benfeitorias.

A manutenção e reparos das instalações, equipamentos e outros itens do investimento foram estimados em 2% do valor de aquisição ao ano. A remuneração da terra foi determinada com base no preço do arrendamento da terra para a cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto, que é de R\$ 681,82/ha/ano (IEA/CATI – SAAESP, 2008). Para definir os juros sobre o capital investido, o investimento inicial para a implantação de uma larvicultura hipotética foi considerado. Foi considerado o número de tanques de cultivo larval como fator comum para todas as salinidades testadas (oito tanques de 2000 L úteis). Foi considerado como investimento: insumos para a formação do plantel de reprodutores, viveiros para a manutenção de reprodutores, tanques de cultivo larval, equipamentos e outros utensílios, tanques para a manutenção de PL, obras civis, projeto técnico e licenciamento da atividade. Os gastos com a construção do galpão e dos tanques de manutenção de PL são dependentes da produtividade da larvicultura em cada salinidade testada.

Os detalhes de como foram calculados cada item dos insumos estão descritos em Vetorelli (2004) para a densidade de estocagem na larvicultura de 140 larvas/L. Como o custo com a água do mar será diferente para as salinidades testadas, esta será descrita detalhadamente. A quantidade de água do mar necessária foi calculada seguindo a fórmula (Valenti *et al.*, 1998): $V_{AM} = S_D / S_{AM} \times V_T$. Sendo: V_{AM} = volume da água do mar; S_D = salinidade desejada; S_{AM} = salinidade da água do mar; V_T = volume do tanque. Considerou-se a salinidade 36 para a água do mar. A salinidade considerada para a eclosão das larvas foi 5 e para os tanques de cultivo larval foi 6, 9, 12 ou 15. Para o transporte da água do mar foi considerada a contratação de uma transportadora que trará 15.000 L de água por viagem.

Estimou-se a distância de 1000 km por viagem (larvicultura distante 500 km do litoral) e valor do transporte por quilômetro rodado de R\$ 2,50.

Para a mão-de-obra foram consideradas três categorias. A mão-de-obra fixa não especializada: três trabalhadores com salários mensais de R\$ 500,00 mais encargos de 42%. A mão-de-obra fixa especializada: um funcionário fixo especializado, recebendo salário mensal de R\$ 2.000,00 mais os encargos sociais de 42%. A mão-de-obra eventual: visando atender às necessidades complementares de mão-de-obra nas despesas, aumentando a quantidade conforme a produção (Tabela 3), portanto, com 4, 8, 12 ou 10 diaristas por ciclo para a salinidade 6, 9, 12 ou 15, respectivamente. O valor da diária foi de R\$ 25,00.

A contribuição previdenciária de 2,85% do valor da receita bruta proveniente da comercialização da produção foi considerada como contribuição da parte patronal (Martins & Borba, 2006). Os gastos com energia elétrica foram calculados, considerando-se a um preço de R\$ 0,18 por kWh, em março de 2008. Uma estimativa do tempo de uso diário foi realizada para cada equipamento.

A produção por ciclo foi estimada considerando a porcentagem de larvas metamorfoseadas (PL) em cada salinidade (obtida neste experimento), a densidade inicial, o volume e o número de tanques de cultivo (Tabela 3). Arbitrariamente, foram descontados 20% desta porcentagem de PL, considerando que em uma larvicultura comercial a produção geralmente é um pouco inferior àquela obtida em nível experimental. A receita bruta foi calculada considerando a produção de pós-larvas em cada salinidade multiplicada pelo preço de venda. Este foi estimado em R\$ 14,00 o milheiro.

Tabela 3. Indicadores de produção usados para os cálculos dos custos e receitas nos cultivos com diferentes salinidades. PL = pós-larvas.

Item	Salinidade			
	6	9	12	15
Densidade de estocagem (larvas/L)	140	140	140	140
Volume do tanque de cultivo (L)	2.000	2.000	2.000	2.000
Número de tanques de cultivo	8	8	8	8
Porcentagem de PL (resultados experimentais)	27	58	70	61
Porcentagem de PL (cálculos para a produção)	22	46	56	49
Produção por ciclo (milheiro)	484	1.039	1.257	1.093

Foram calculados os custos médios de produção (custo variável médio e o custo total médio), dividindo-se o custo variável e o custo total pela produção de pós-larvas (PL) por ciclo. O lucro foi calculado subtraindo-se o custo total de produção da receita bruta.

O custo operacional de produção é outra estrutura de custo de produção (Matsunaga *et al.*, 1976 e Martins & Borba, 2006). Estes custos não remuneram todos os fatores de produção, mas podem ser bons indicadores em curto prazo. Em situações de emergência, o produtor pode vender seu produto a um preço médio que cobre apenas as suas despesas operacionais. Determinou-se o custo operacional efetivo (COE) e o custo operacional total (COT). O COE são os valores gastos nas despesas operacionais para a produção de PL do camarão-da-amazônia. Para as despesas operacionais foram considerados: insumos, mão-de-obra fixa e eventual, manutenção de equipamentos e benfeitorias, impostos, energia elétrica e telefone. Para calcular o COT somou-se o COE com a depreciação dos itens que fazem parte do investimento. Os valores médios, COEm e o COTm, foram calculados dividindo o COE e o COT pela produção de pós-larvas. A receita líquida foi calculada subtraindo o custo operacional total da receita bruta.

3. Resultados

O índice de estágio larval (IEL) foi menor na salinidade 4 do que nas salinidades 12, 20 e 28 (Figura 1). O consumo de náuplios de *Artemia* não diferiu ($p>0,05$) entre os tratamentos e variou de 4-5 náuplios/mL/dia. A quantidade de ração fornecida diariamente não diferiu ($p>0,05$) para os tratamentos e variou de 22-25 $\mu\text{g/mL}$.

A sobrevivência foi menor na salinidade 4 do que na 12 (Tabela 4). A porcentagem de larvas, porcentagem de pós-larvas, produtividade (PL/L) e peso seco das PL de *M. amazonicum* apresentaram os melhores resultados na faixa de salinidade entre 12 e 20 ($p<0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4: Média $\pm$ desvio padrão da sobrevivência, porcentagem de larvas (L), porcentagem de pós-larvas (PL), produtividade e peso seco ao final da larvicultura em diferentes salinidades.

Salinidade	Sobrevivência (%)	L (%)	PL (%)	Produtividade (PL/L)	Peso seco (μg)
4	65 $\pm$ 6 b	57 $\pm$ 7 a	8 $\pm$ 4 c	6 $\pm$ 3 c	864 $\pm$ 68 b
12	76 $\pm$ 5 a	10 $\pm$ 5 c	65 $\pm$ 5 a	52 $\pm$ 4 a	945 $\pm$ 58 a
20	72 $\pm$ 3 ab	13 $\pm$ 3 bc	58 $\pm$ 5 a	46 $\pm$ 4 a	910 $\pm$ 63 a
28	69 $\pm$ 4 ab	24 $\pm$ 12 b	45 $\pm$ 10 b	36 $\pm$ 8 b	858 $\pm$ 83 b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p>0,05$).

O IEL, para o experimento 2, não foi influenciado pela salinidade da água de cultivo. Uma equação logarítmica foi ajustada para cada salinidade para descrever a relação entre o índice de estágio larval e os dias de cultivo (Figura 2). Com base no IEL, determinou-se por meio da equação o dia ideal para a despesa, considerando um índice de estágio larval igual a 9,4 (IEL da salinidade 12 no dia da despesa). Os períodos de cultivo estimados para as salinidades 6, 9, 12 e 15 foram de 21, 20, 18 e 19 dias, respectivamente. O consumo de náuplios de *Artemia* não diferiu ($p>0,05$) entre os tratamentos e variou de 4-6 náuplios/mL/dia. A quantidade de ração fornecida diariamente não diferiu ($p>0,05$) para os tratamentos e variou de 18-24 $\mu\text{g/mL}$.

No experimento 2, a análise estatística indicou que a melhor salinidade para a larvicultura de *M. amazonicum* encontra-se entre 12 e 15 ($p < 0,05$) (Tabela 5). A análise de regressão polinomial para a relação entre a salinidade (S) e a porcentagem de PL (% PL) é apresentada na Figura 3. A equação ajustada foi $PL = -1,109S^2 + 27,02S - 95,03$ com coeficiente de determinação $r^2 = 0,90$. A salinidade ótima para o cultivo de *M. amazonicum* estimada pela equação foi de 12,2 (Figura 3).

Tabela 5: Média $\pm$ desvio padrão da sobrevivência, porcentagem de larvas (L), porcentagem de pós-larvas (PL), produtividade e peso seco ao final da larvicultura em diferentes salinidades.

Salinidade	Sobrevivência (%)	L (%)	PL (%)	Produtividade (PL/L)	Peso seco (μ g)
6	73 $\pm$ 3 a	46 $\pm$ 11 c	27 $\pm$ 8 a	27 $\pm$ 8 a	842 $\pm$ 79 ab
9	76 $\pm$ 8 a	18 $\pm$ 4 b	58 $\pm$ 8 b	58 $\pm$ 8 b	854 $\pm$ 91 a
12	78 $\pm$ 3 a	8 $\pm$ 4 a	70 $\pm$ 3 c	70 $\pm$ 3 c	814 $\pm$ 89 b
15	74 $\pm$ 3 a	14 $\pm$ 4 ab	61 $\pm$ 2 bc	60 $\pm$ 2 bc	874 $\pm$ 77 a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).

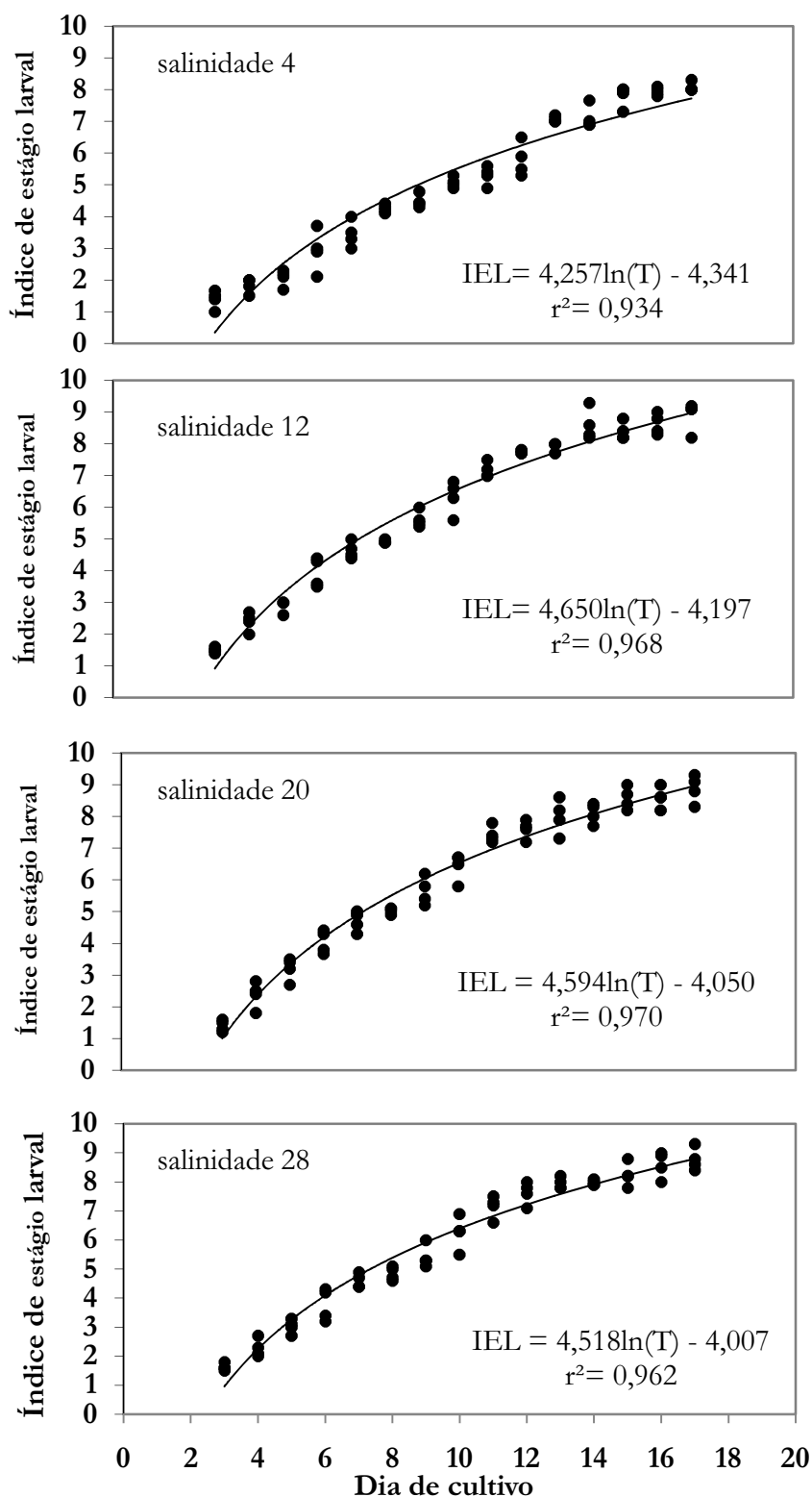


Figura 1: Relação entre o índice de estágio larval (IEL) e os dias de cultivo (T). (Salinidade 4; N=60; F=2028; $p < 0,001$), (Salinidade 12; N=60; F=1062; $p < 0,001$), (Salinidade 20; N=60; F=912; $p < 0,001$), (Salinidade 28; N=60; F=1028; $p < 0,001$).

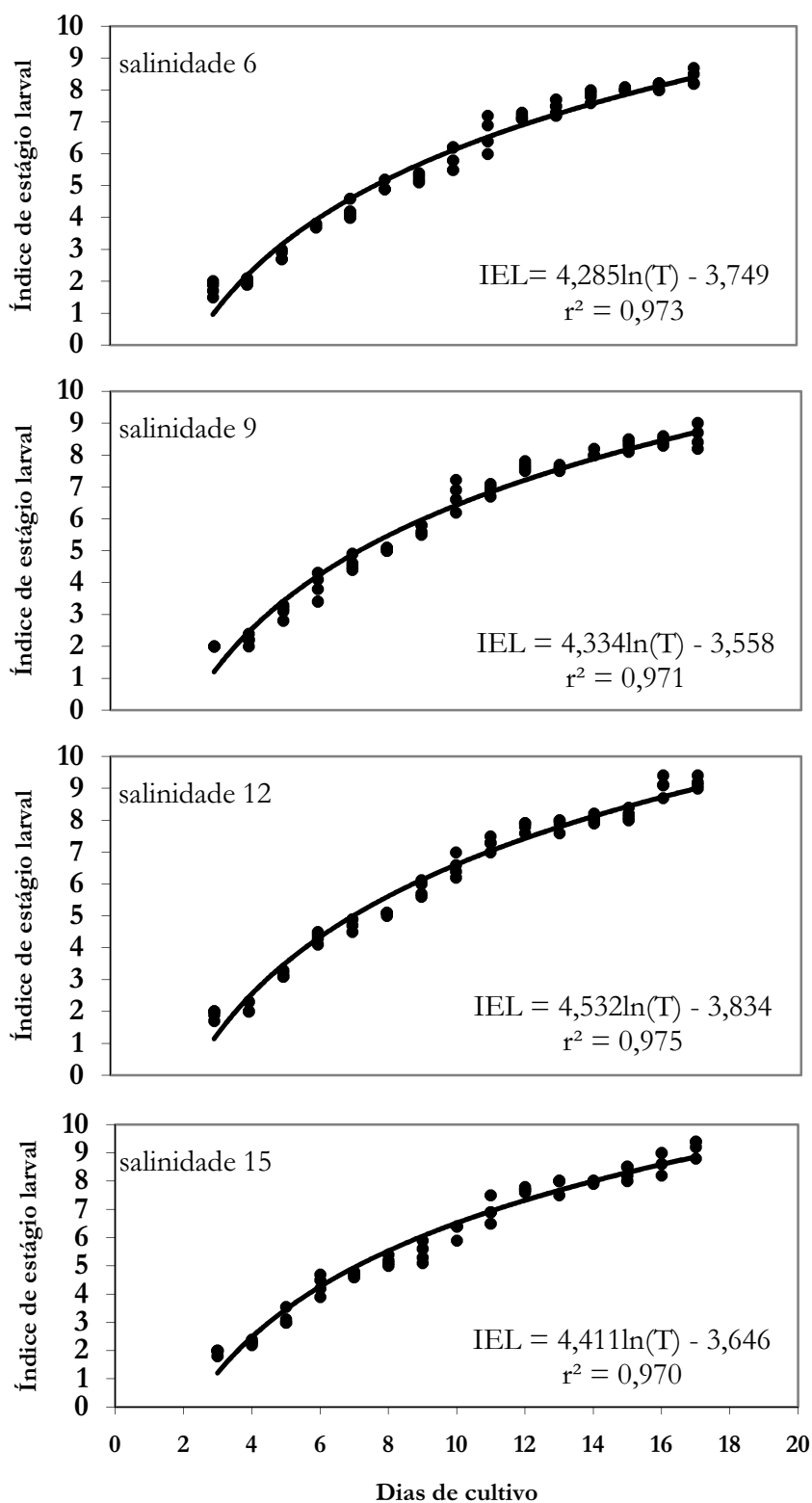


Figura 2: Relação entre o índice de estágio larval (IEL) e os dias de cultivo (T). (Salinidade 6; N=60; F=1439; $p < 0,001$), (Salinidade 9; N=60; F=1072; $p < 0,001$), (Salinidade 12; N=60; F=1327; $p < 0,001$), (Salinidade 15; N=60; F=1553; $p < 0,001$)

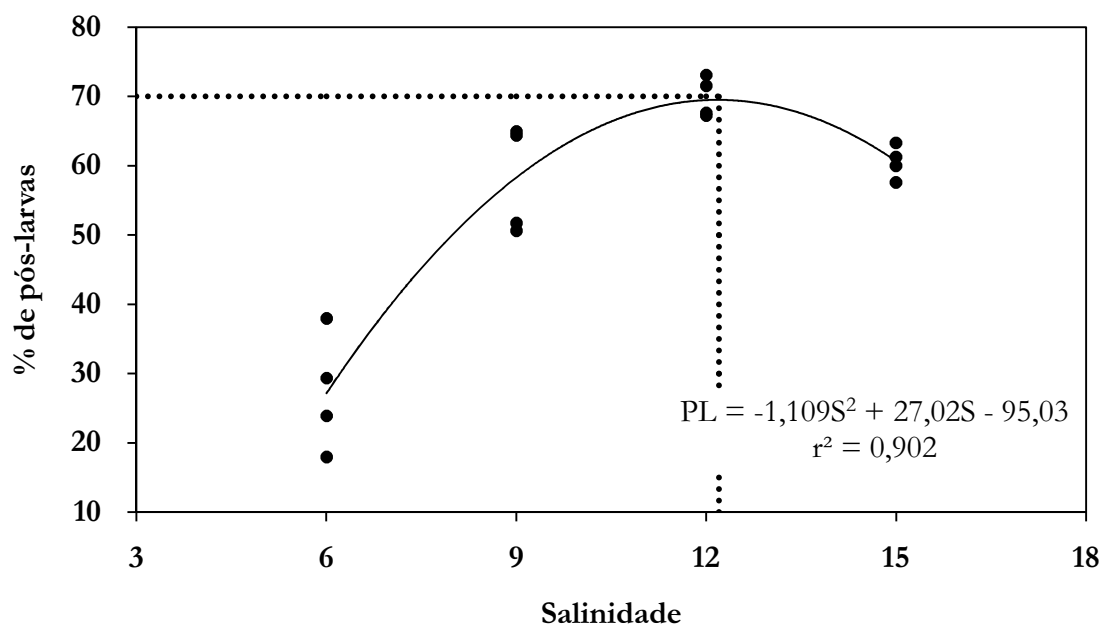


Figura 3: Relação entre a salinidade (S) e porcentagem de pós-larvas (PL) na larvicultura de *M. amazonicum*. Linhas pontilhadas representam o ponto máximo de porcentagem de pós-larvas dado pela equação ajustada. (N=16; F=17,14; p<0,001).

Os custos de produção por ciclo e rentabilidade mostraram que a salinidade 12 é a mais rentável para um cultivo comercial do camarão-da-amazônia (Tabela 6). O cultivo em água com salinidade 6 é inviável economicamente considerando o preço de venda de R\$ 14,00 o milheiro.

Tabela 6. Custo de produção por ciclo na larvicultura do camarão-da-amazônia, considerando as diferentes salinidades estudadas. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68. PL = pós-larvas.

Custo de produção (R\$)	Salinidade			
	6	9	12	15
Custos fixos (CF)	6.193,00	6.246,26	6.266,88	6.251,42
Custos variáveis (CV)	4.133,13	4.750,16	5.159,61	5.339,61
Custo total (CT)	10.326,13	10.996,43	11.426,49	11.591,02
Custo operacional efetivo (COE)	7.824,93	8.424,85	8.820,52	8.990,44
Custo operacional total (COT)	8.772,93	9.395,69	9.800,21	9.963,49
Receita Bruta (RB)	6.773,76	14.551,04	17.561,60	15.303,68
Lucro (RB-CT)	-3.552,37	3.554,61	6.135,11	3.712,66
Receita líquida (RB-COT)	-1.999,17	5.155,35	7.761,39	5.340,19
CT médio (R\$/1000 PL)	21,34	10,58	9,11	10,60
COE médio (R\$/1000 PL)	16,17	8,11	7,03	8,22

Obtidos a partir dos anexos 1 e 2.

4. Discussão

Macrobrachium amazonicum é uma espécie eurialina na fase larval, podendo se desenvolver em salinidades variando entre 4 a 28 (presente estudo) ou mesmo fora dessa faixa (Guest, 1979; Moreira *et al.*, 1986). Contudo, a porcentagem de metamorfose em PL é maior em salinidades próximas a 12. Este provavelmente é o ótimo ecológico de salinidade para a população estudada. Guest & Durocher (1979), estudando animais provenientes do nordeste do Brasil, e Moreira *et al.* (1986), estudando larvas nascidas de fêmeas trazidas do Amapá, observaram que a melhor salinidade foi 10 e 18, respectivamente. Portanto, a salinidade ótima pode apresentar variações intra-específicas de acordo com as características do local onde vive cada população. Isto ocorre frequentemente em espécies que apresentam grande distribuição geográfica, como *M. amazonicum*. Essas espécies são formadas por diferentes populações locais, chamadas ecótipos ou raças ecológicas que são adaptadas às condições locais (Odum & Barrett, 2007). Assim, podem apresentar limites de

tolerância, faixa de desenvolvimento adequado e pontos de ótimo ecológico para cada fator ecológico ajustados a essas condições locais (Odum & Barrett, 2007).

Segundo Moreira *et al.* (1982) existem basicamente dois grupos de *Macrobrachium* em relação à resposta do metabolismo à salinidade. O grupo dos animais que aumentam as taxas metabólicas em meios concentrados e diluídos e o grupo dos animais que diminuem as taxas metabólicas tanto nos meios mais concentrados quanto nos diluídos. No primeiro grupo está *M. amazonicum* (McNamara *et al.*, 1983). No presente estudo ocorreu um atraso no desenvolvimento larval e redução no ganho de peso tanto na salinidade mais baixa (4) quanto na mais alta (28). Apesar da análise gráfica para o índice de estágio larval não ter mostrado diferenças entre as salinidades acima de 4, este fato fica evidente nos resultados de produção, sendo que a porcentagem das larvas metamorfoseadas foi estatisticamente menor ($p < 0,05$) na salinidade 28 do que nas salinidades 12 e 20. Provavelmente, isto se deve ao maior gasto de energia nessas salinidades. Na salinidade ótima, as larvas gastam menos energia para manter o equilíbrio osmótico e, portanto, conseguem se desenvolver normalmente.

Diferenças na capacidade osmorregulatória durante o desenvolvimento larval foi avaliada por vários autores. Read (1984) constatou que zoea I de *Macrobrachium petersi* hiperregula em água doce, esta capacidade vai sendo perdida pelas zoeas II-IV, e então recuperada pelas pós-larvas. Araujo (2005) demonstrou que larvas de *M. amazonicum* nos estágios finais de desenvolvimento larval (zoea VIII) são eurialinas, pois completaram a metamorfose em salinidades de 0,5 a 6, enquanto que as larvas em estágio intermediário (zoea II) foram afetadas pela salinidade 0,5. As larvas nos estágios iniciais serem mais eurialinas e durante o desenvolvimento passarem a ser mais estenoalinas, é uma característica também verificada para *M. acanthurus* (Choudhury, 1970; Ismael & Moreira, 1997) e para *M. carcinus* (Choudhury, 1971). Huong *et al.* (2004) demonstraram, examinando a atividade da enzima $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATPase}$ e a sobrevivência em diferentes salinidades, que

larvas de *Macrobrachium rosenbergii* se desenvolvem bem em salinidade de 6 a 12, no entanto, a salinidade 12 foi melhor para os primeiros estágios. Além disso, ocorre maior atividade da enzima $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATPase}$ nos estágios iniciais com redução ao longo do desenvolvimento larval. Podemos supor que existam diferentes necessidades na salinidade durante a ontogênese e, portanto, estudos metabólicos ao longo do desenvolvimento para as diferentes salinidades são importantes para o conhecimento do comportamento fisiológico frente a diferentes meios e a determinação das salinidades que vão atribuir às larvas melhor conforto fisiológico.

Embora larvas cultivadas em diferentes salinidades alcancem a metamorfose, o tempo de desenvolvimento é maior nas salinidades desfavoráveis, o que acarreta maiores gastos com insumos em uma larvicultura. A sobrevivência não foi afetada pelas salinidades acima de 4; portanto, as diferenças nos dados de produção devem-se a diferenças no tempo de desenvolvimento larval, devido a variações no gasto energético com a manutenção do equilíbrio osmótico nas diferentes salinidades. Além do mais, o consumo de náuplios de *Artemia* e o fornecimento de ração foram iguais ($p>0,05$) para as diferentes salinidades e as variáveis da água de cultivo permaneceram dentro do recomendado para a espécie (Hayd, 2008a; 2008b; 2008c). Assume-se que a alimentação não foi um fator limitante ao desenvolvimento das larvas e que não houve interferência de fatores abióticos nos resultados obtidos. Portanto, os resultados devem ter sido influenciados somente pelos tratamentos. No presente estudo, a salinidade que proporcionou melhores taxas de metamorfose no cultivo de *M. amazonicum*, estimada pela equação, foi de 12,2. Para as espécies *M. acanthurus*, *M. carinus* e *M. nipponense* a melhor salinidade para o cultivo é de 15-20 (Choudhury, 1970), 14-17 (Choudhury, 1971) e 7,5-12 (Wong, 1987), respectivamente.

A salinidade 12 condiciona maior rentabilidade para larviculturas do camarão-da-amazônia instaladas até 500 km do litoral. Mesmo com o aumento dos custos operacionais com o transporte de mais água salgada, é economicamente mais rentável a produção de *M.*

amazonicum em água a 12 do que em salinidades mais baixas. Isto porque, o transporte de água do mar corresponde a aproximadamente 12% dos custos de produção enquanto que a alimentação com *Artemia* e a mão-de-obra correspondem a 15% e 43%, respectivamente. Estes resultados podem mudar com a localidade da larvicultura e, portanto, estimativas de custos devem ser realizadas para cada situação. O aumento do tempo de cultivo é pequeno fora da salinidade ótima (até três dias para a salinidade 6). No entanto mesmo supondo que a produtividade entre as diferentes salinidades serão as mesmas, esse pequeno aumento nos dias de cultivo acarreta mudanças fundamentais nos custos e na viabilidade econômica da larvicultura. Isto porque apenas um dia a mais no cultivo, representa um ciclo de produção a menos por ano, e conseqüentemente diminui a produção anual de PL. Além do mais, para *M. amazonicum* é necessário um grande numero de PL para produzir um kg de camarão (Moraes-Riudades, 2005), por isso a otimização do espaço é muito importante para esta espécie.

Pode-se concluir que a salinidade da água de cultivo influencia o desenvolvimento larval de *M. amazonicum*, alterando a porcentagem de metamorfose, a duração do ciclo de larvicultura, o peso das PL produzidas e o custo de produção. Embora a população estudada seja eurialina na fase larval, salinidades ao redor de 12 são mais adequadas para larvicultura comercial, pois condicionam maior produtividade e reduzem os custos de produção. No entanto, a salinidade ótima para o desenvolvimento larval varia entre populações locais, conforme discutido anteriormente.

5. Referências

- ARAUJO, M.C. 2005. Efeitos da salinidade, luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 87 p.
- AUGUSTO, A.S. 2005. A invasão da água doce pelos crustáceos: o papel dos precessos osmorregulatórios. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

- BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, J.R. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *Journal of Marine Research*, 11(1):87-96.
- CHOUDHURY. P.C. 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) reared in the laboratory (Decapod, Palaemonidae). *Crustaceana*, 18:113-132.
- CHOUDHURY. P.C. 1971. Laboratory rearing of larvae the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). *Crustaceana*, 21:113-126.
- GAMBA, A.L. 1984. Different egg-associated and larval development characteristics of *Macrobrachium jelskii* and *Macrobrachium amazonicum* (Arthropoda: Crustacea) in Venezuelan continental lagoon. *Internatinal Journal Invertebrate Reproduction and Development*, 7:135-142.
- GUEST, W.C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 37(2):141-152.
- GUEST, W.C.; DUROCHER, P.P. 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*. Effects of salinity and temperature on survival. *The Progressive Fish-Culturist*, 41(1):14-18.
- HAYD, L.A.; VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008a. Effects of Ambient Ammonia and pH on Larval Development of *Macrobrachium amazonicum*. (In correction)
- HAYD, L.A.; VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008b. Effects of ambient nitrite on development and metabolism of *Macrobrachium amazonicum* larvae. (In correction)
- HAYD, L.A.; VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008c. Effects of ambient nitrate on development and metabolism of *Macrobrachium amazonicum* larvae. (In correction)
- HUONG, D.T.T.; JAYASANKAR, V.; JASMANI, S.; SAIDO-AKANAKA, H.; WIGGINTON, A.J.; WILDER, M.N. 2004. Na/K-ATPase activity during larval development in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and the effects of salinity on survival rates. *Fisheries Science*, 70:518-520.
- IEA/CATI-SAAESP, 2008. Arrendamento em dinheiro para a cana na região de Jaboticabal. <http://www.ica.sp.gov.br/out/banco/menu.php>.
- ISMAEL, D.; MOREIRA, G.S. 1997. Effect of temperature and salinity on respiratory rate and development of early larval stages of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 118(3):871-876.
- KUTTY, M.N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. 2000. Culture of other prawn species. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Eds.). *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science, p. 393-410.
- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 131 p.

- MAGALHÃES, C. 1985. Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palaemonídeos da região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea; Decapoda). *Amazoniana*, 9(2):247-274.
- MANZI, J.J., MADDOX, M.B., SANDIFER, P.A., 1977. Algal supplement enhancement of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) larvicultura. *Journal World Mariculture Society*, 8:207-223.
- MARTINS, M.I.E.G.; BORBA, M.M.Z., 2006. *Custo de produção*. Fcav/Unesp: Jaboticabal:Editora. 23 p.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N., 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola*. 23(1):123-139.
- MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, G.S.; MOREIRA, P.S. 1983. The effect of on respiratory metabolism, survival and moulting in first zoea of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea; Decapoda). *Hydrobiologia*, 101:239-242.
- MELO, G.A.S. 2003. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. In: MELO, G.A.S. (Ed.). *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo: Edições Loyola: 2003. p. 289-415.
- MORAES-RIODEADES, P.M.C. 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTÁCEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 117p.
- MORAES-VALENTI, P.M.C., VALENTI, W.C. 2007. Effect of intensification on grow-out of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of de World Aquaculture Society*, 38(4):516-526.
- MOREIRA, G.S.; MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, P.S. 1982. The effect of salinity on the metabolic rates of some Palaemonid shrimp larvae. *Aquaculture*, 29:95-100.
- MOREIRA, G.S.; MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, P.S. 1986. The effect of salinity on upper thermal limits of survival and metamorphosis during larval development in *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 50(3):231-238.
- NEW, M.B. 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. *Aquaculture Research*, 36:210-230.
- ODINETZ COLLART, O.; RABELO, H. 1996. Variation in egg size of the fresh-water prawn *Macrobrachium amazonicum* (DECAPODA: PALAEMONIDAE). *Journal of crustacean biology*, 16(4):684-688.
- ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. 2007. Fundamentos de Ecologia. Editora: Thoms on learning. São Paulo. 5ª edição.

- PENTEADO, J. M.A; HOMEM, B.D; MORAES-RIODADE, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of stocking density and culture time on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum* in indoor nursery. In: *World aquaculture society*. Puerto Rico. Latin American e Caribbean Chapter, 2007. p. 111.
- READ, G.H.L. 1984. Intraspecific variation in the osmoregulatory capacity of larval, post larval, juvenile and adult *Macrobrachium petersi* (Hilgendorf). *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 78(3):501-506.
- SHANG, Y.C. 1990 *Aquaculture Economic Analysis: An Introduction*. World Aquaculture Society, Baton Rouge. 211 p.
- SOLORZANO, L. 1972. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, 14:799-801.
- VALENTI, W.C. 2002. Situação atual, perspectivas e novas tecnologias para a produção de camarões de água doce. In: *Simpósio brasileiro de aquicultura, Associação brasileira de aquicultura*. Goiânia, 2002. p.99-106.
- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M.; SILVA, C.A. 1998. Larvicultura em sistema fechado dinâmico. In: VALENTI, W.C. (Ed.) *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões*. Brasília., FAPESP/IBAMA. p. 112- 139.
- VEGA PERES, L.A. 1984. Desenvolvimento larval de *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1839), *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em laboratório. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, São Paulo. 277 p.
- VETORELLI, M. P. 2004. Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazonia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes densidades de estocagem. Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 89p.
- VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C., 2004. Post-larvae productivity of Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* stocked at different densities. In: *3 Brazilian crustacean congress and the crustaceana society meeting*. Florianopolis/SC. 2004. 1(1), 129.
- WONG, J.T.Y. 1987. Responses to salinity in larvae of a freshwater shrimp, *Macrobrachium nipponense* (de Haan), from Hong Kong. *Aquaculture and Fisheries Management*, 18:203-207.



CAPÍTULO 3

COMPOSIÇÃO IÔNICA DA ÁGUA SALOBRA ARTIFICIAL NO CULTIVO DE LARVAS DE *Macrobrachium amazonicum*

Composição iônica da água salobra artificial no cultivo de larvas de *Macrobrachium amazonicum*.

Resumo

O efeito da composição iônica da água no desenvolvimento larval de *Macrobrachium amazonicum* e o cultivo em sistema fechado operando com água salobra artificial foi avaliado. Foram realizados quatro experimentos. No primeiro, o desenvolvimento larval foi avaliado em função dos macroelementos (MA), microelementos (MI) e elementos traços (ET). Larvas recém eclodidas foram cultivadas em béqueres com 300 mL em diferentes meios em relação à composição iônica. No segundo, larvas foram cultivadas em tanques de 63 L, com sistema de recirculação, em diferentes águas de cultivo: água salobra artificial (composição definida no experimento 1); água salobra natural e com acréscimo de 10% de água natural na água artificial. No terceiro, as larvas foram cultivadas em tanques de 120 L para a avaliação do crescimento em água artificial e natural. No quarto experimento, as larvas foram cultivadas em tanques de 10 L, em água salobra artificial, com diferentes meios de fixação para as bactérias (“bioball” e cascalho de conchas). Larvas de *Macrobrachium amazonicum* podem ser cultivadas em meios contendo somente oito íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} e Br^-). As larvas são mais sensíveis à ausência de K^+ , Ca^{2+} e Br^- e não completam a metamorfose na ausência desses íons. A produtividade não difere em meios com todos os íons macroelementos + íon brometo da água salobra natural, mas ocorre atraso no desenvolvimento larval. As larvas cultivadas em sistema fechado dinâmico em água natural, artificial ou misturadas não apresentaram diferenças na sobrevivência e na produtividade (PL/L). No entanto, o crescimento (peso seco) é maior em larvas cultivadas em água natural. Os meios de fixação de bactérias testados (“bioball” e cascalho de concha) não alteram os parâmetros de produção. Isto indica que a larvicultura de *M. amazonicum* pode ser realizada indistintamente com água salobra artificial ou natural e com diferentes meios de fixação de bactérias. A escolha depende das características do local de implantação e da disponibilidade dos recursos.

Palavras-chave: *Macrobrachium amazonicum*, composição iônica, larvicultura, água salobra artificial.

Artificial brackish water ionic composition on the hatchery of *Macrobrachium amazonicum*

Abstract

The effect of artificial brackish water ionic composition on the development of *Macrobrachium amazonicum* larvae running in closed-system was evaluated. Four experiments were carried out. In the first experiment, larvae development was evaluated in function of macro, micro and trace elements. Newly hatched larvae were kept in 300-mL beakers with different ionic composition. In the second experiment, larvae were reared in 63-L closed-system tanks in different culture water: artificial brackish water (composition determined in experiment 1); natural brackish water and artificial water plus 10% natural water. In the third trial, larvae were kept in 120 L closed-system tanks for evaluating growth pattern in artificial and natural water. In the fourth one, larvae were reared in 10 L closed-system tanks, in artificial brackish water with different biofilter substrates (“bioball” and crushed shell). *Macrobrachium amazonicum* larvae can be reared using artificial brackish water with the ions Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , and Br^- . Potassium, Ca^{2+} and Br^- were the most important ions for larvae development and metamorphosis. The productivity did not differ between the media with all the macro-elements plus Br^- and the one of natural brackish water, but developmental is delayed. Larvae reared in artificial, natural and mixed media showed no differences in survival and productivity (PL/L). However, growth was higher in larvae reared in natural water. The different biofilter substrates did not affect productive parameters, hence the hatchery can be performed indistinctly in both artificial and natural water with different type of substrate. Choice is dependent on place characteristics and resources availability.

Keywords: *Macrobrachium amazonicum*, ionic composition, hatchery, artificial brackish water.

1. Introdução

O cultivo mundial de camarões de água doce superou 410.000 toneladas ano em 2006 (FAO, 2008). As principais espécies cultivadas foram *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium nipponense* (FAO, 2008). No Brasil, existe somente o cultivo comercial de *M. rosenbergii*, mas há um grande interesse no cultivo da espécie nativa *M. amazonicum* (Kutty *et al.*, 2000). Esta espécie é capturada e consumida no norte e nordeste do País (Kutty *et al.*, 2000) e várias pesquisas relacionadas ao seu cultivo foram realizadas nos últimos anos (Vetorelli & Valenti, 2004; Araujo & Valenti, 2007; Penteado *et al.*, 2007; Maciel, 2007; Moraes-Valenti & Valenti, 2007).

Macrobrachium amazonicum possui populações diádromas, ou seja, as larvas necessitam da água salobra para seu desenvolvimento e depois migram para água doce. Larvas de *M. amazonicum* metamorfoseiam-se em salinidades bem baixas, a partir de 1 (Guest & Durocher, 1979; Araujo, 2005), mas o sucesso da larvicultura ocorre em salinidades ao redor de 12 (dados obtidos no capítulo 2 desta tese). Dependendo da distância do litoral, o custo do transporte da água do mar natural pode inviabilizar a produção de pós-larvas (PL). Este problema pode ser resolvido pelo desenvolvimento de tecnologia que utiliza água salobra sintética na larvicultura.

A utilização de água salobra artificial em sistema de recirculação pode estimular a implantação de larviculturas em regiões distantes do litoral, próximas das fazendas de engorda e dos mercados consumidores. Além disso, o uso da água do mar artificial permite o cultivo ou testes com organismos independentemente da localização geográfica, o uso de água mais uniforme e de qualidade reproduzível (a água do mar pode variar em qualidade com o tempo), diminui a ocorrência de patógenos e de predadores que podem comprometer os resultados (Neihsel & Young, 1992).

Apesar do mercado apresentar formulações da água do mar, estas, geralmente, não apresentam uma composição química exata. Além disso, o desenvolvimento de

composições específicas para espécies cultivadas em escala comercial, certamente trará benefícios técnicos e econômicos (Mallasen & Valenti, 1998a) porque a necessidade de íons na água é uma característica espécie-específica. A água do mar artificial empregada no cultivo de um organismo deve atender suas necessidades durante todas as fases em que se pretende cultivá-lo e, portanto, deverá apresentar uma fórmula mais elaborada do que aquela utilizada para a sua simples manutenção por um restrito período de tempo.

Para *M. rosenbergii*, a partir de 500 km do litoral, a larvicultura torna-se mais lucrativa utilizando água salobra artificial (Silva & Valenti, 1992; Mallasen & Valenti, 1998b; Araujo, 2000). Larvas de *M. rosenbergii* desenvolvem-se bem em água artificial contendo somente 8 íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} e Br^-), no entanto, a adição do íon estrôncio pode diminuir o ciclo de cultivo e os custos de produção (Araujo *et al.*, 2002). Segundo Mallasen & Valenti (1998a) o potássio e o cálcio foram os íons mais importantes para o desenvolvimento das larvas, seguidos pelo bromo e bicarbonato. Para larvas de *M. rosenbergii* a presença desses íons no meio é indispensável e estas devem apresentar mecanismos eficientes para absorvê-los (Mallasen & Valenti, 1998a). Os microelementos (exceto brometo) e os elementos traços não influenciam no tempo de vida para larvas de *M. rosenbergii* (Mallasen & Valenti, 1998a). Para esta espécie a produtividade em água salobra natural é de 50 PL/L, enquanto que em água salobra artificial (contendo os 8 íons citados anteriormente) pode ser superior a 40 PL/L, mas o tempo de cultivo pode aumentar em cerca de 10% em relação ao cultivo com a água salobra natural (Mallasen & Valenti, 1998b). As larvas de *M. rosenbergii* cultivadas em água artificial com oito íons (Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , HCO_3^- e Br^-) alcançam o mesmo peso das larvas cultivadas em água natural, porém este fato envolve um prolongamento no tempo de desenvolvimento e maior gasto energético para a manutenção do equilíbrio iônico (Ismael *et al.*, 2001). Ismael *et al.* (2001) concluiu, portanto que faltam alguns elementos importantes ao metabolismo das larvas.

Uma das diferenças marcantes entre a água do mar de origem natural e artificial é a ocorrência, no primeiro meio, de uma ampla variedade de substâncias orgânicas complexas dissolvidas que não estão presentes nos meios artificiais. No entanto, o acréscimo de diferentes porcentagens de água salobra natural na água artificial não apresentou diferenças na taxa de metamorfose e no tempo de cultivo para a larvicultura de *M. rosenbergii* (Valenti, 1993). A água salobra artificial também não alterou o processo de nitrificação, nem o comportamento das principais variáveis ambientais (Valenti & Mallasen, 2002). No entanto, a eficiência deste processo é dependente também do tipo de meio utilizado para a fixação das bactérias. A utilização de cascalho de conchas de moluscos é o mais recomendado como substrato de bactérias no sistema fechado dinâmico (Valenti & Daniels, 2000). No entanto, a utilização de outros substratos (como plásticos) também podem ser utilizados. Isto pode ser importante em larviculturas muito distantes do litoral, onde o cascalho de conchas é difícil de ser obtido. Nestes casos, a manutenção da estabilidade do pH deve ser feita com a adição de bicarbonatos (Valenti & Daniels, 2000).

Para *M. amazonicum*, não existem pesquisas sobre a composição iônica necessária ao cultivo da espécie. Também não há trabalhos na literatura sobre a interação da água salobra artificial e o substrato dos biofiltros em relação aos parâmetros da água e a produtividade na larvicultura de camarões de água doce. Portanto, o objetivo deste estudo é definir a composição iônica mínima para o cultivo de *M. amazonicum* e verificar os efeitos desta água no desenvolvimento larval, na sobrevivência, na produtividade e no crescimento larval, além de verificar a qualidade da água artificial e das variáveis de produção em relação aos diferentes meios de fixação de bactérias.

2. Material e Métodos

Foram realizados quatro experimentos. O primeiro define a composição iônica essencial ao cultivo de larvas de *M. amazonicum* até a metamorfose. O segundo, utilizando a

composição definida no primeiro experimento, compara o cultivo das larvas em água salobra natural, água artificial e água artificial com acréscimo de 10% de água natural. O terceiro determina a curva de crescimento de larvas cultivadas em água artificial e água natural. O quarto experimento avalia o efeito de diferentes substratos na qualidade da água e nas variáveis técnicas da produção de PL em água artificial.

As larvas utilizadas nos experimentos foram obtidas de fêmeas ovígeras do setor de carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP/Jaboticabal, SP, Brasil. Esta população de *M. amazonicum* é originária do nordeste do Pará, Brasil (01°13'25"S, 48°17'40"W) e vem sendo cultivada para fins de pesquisa desde 2001.

2.1. Experimento 1: Efeito da composição iônica da água artificial na larvicultura de M. amazonicum

A água do mar artificial utilizada neste experimento foi preparada conforme formulação adaptada de Bidwell & Spotte (1985). Os sais são classificados em macroelementos (MA), microelementos (MI) e elementos traços (ET) (Tabela 1). Foram preparadas águas com diferentes composições iônicas (Tabela 2), constituindo os tratamentos; a água do mar natural foi utilizada como controle.

As diferentes composições da água do mar artificial foram preparadas com sais de pureza P.A. e diluídas até a salinidade 12, em água Milli-Q (Millipore). Os sais altamente purificados produzidos para análises (P.A.) também apresentam impurezas. As quantidades máximas de impurezas são especificadas nos rótulos dos frascos de sais o que possibilitou calcular os percentuais máximos de contaminação na água do mar artificial (Tabela 3). Os sais da série macro foram pesados em balança eletrônica Marte A500 (precisão 0,01 g) e os das séries micro e traços foram pesados em balança de precisão Mettler Toledo AT 21 (precisão de 1 µg). Os sais foram pesados e diluídos individualmente com água Milli-Q (Millipore). As soluções foram adicionadas em um balde seguindo a ordem apresentada na Tabela 1. Os microelementos e os elementos traços foram adicionados após 24 e 48 horas

da diluição dos macroelementos, respectivamente. Água Milli-Q (Millipore) foi adicionada até alcançar a salinidade 12 (método de preparação detalhado em Valenti *et al.*, 1998). O tratamento com água natural foi preparado utilizando água do mar coletada em Ubatuba, SP e misturada, até a salinidade 12, com água Milli-Q (Millipore).

As fêmeas ovígeras, com ovos em estágio final de desenvolvimento embrionário, foram mantidas individualmente em baldes com água doce filtrada em cartuchos de celulose (5 e 3µm), aeração e temperatura 30°C. Após a eclosão, as larvas foram contadas e transferidas para os béqueres com 300 mL da solução teste (30 larvas/béquer). Os béqueres com aeração constante foram colocados em bandejas com água a 30°C. Em cada bandeja foram colocados béqueres de todos os tratamentos. Larvas de uma mesma desova foram utilizadas para os béqueres mantidos na mesma bandeja. As larvas foram alimentadas pela manhã, a partir do segundo dia, exclusivamente com náuplios recém eclodidos de *Artemia* (5-12 náuplios/mL).

Diariamente, a água dos béqueres era trocada por outra nas mesmas condições de temperatura, salinidade e composição iônica. A temperatura, salinidade, pH e condutividade foram monitorados diariamente utilizando sonda multiparâmetros YSI 63. A amônia (NH₃-N) foi monitorada duas vezes na semana seguindo a metodologia descrita por Solorzano (1972). As leituras em absorbância foram realizadas por meio de espectrofotômetro (HACH modelo DR-2000). Diariamente, as larvas e pós-larvas eram contadas e as larvas mortas observadas em estereomicroscópio para identificar o estágio larval, definido com base nas descrições de Guest (1979) e Vega Peres (1984).

O final do cultivo ocorreu quando 90% dos animais metamorfosearam-se em PL. Os animais sobreviventes foram contados para a determinação da sobrevivência, porcentagem de larvas e pós-larvas. As pós-larvas foram colocadas em cartuchos pré-pesados (grupos de cinco), secas em estufa (55°C, 48 horas) e após duas horas no dessecador, pesadas em balança analítica, Mettler Toledo AT 21 (precisão de 1 µg). O

delineamento experimental foi em blocos casualizados com dez tratamentos (composição da água salobra) e dez repetições. Para os tratamentos macroelementos + microelementos (MA+MI) e macroelementos + microelementos + elementos traços (MA+MI+ET) foram realizadas cinco repetições.

Tabela 1. Macroelementos, microelementos e elementos traços utilizados na preparação da água do mar artificial (adaptado de Bidwell e Spotte, 1985).

Macroelementos (MA)	
Sais	g/L de água doce
Cloreto de Sódio (NaCl)	27,6
Sulfato de Magnésio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	6,9
Cloreto de Magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	5,4
Cloreto de Cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	1,4
Cloreto de Potássio (KCl)	0,6
Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3)	0,2
Microelementos (MI)	
Sais	g/L de água doce
Brometo de Potássio (KBr)	0,027
Cloreto de Estrôncio ($\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	0,020
Sulfato de Manganês ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	0,004
Fosfato de Sódio ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0,004
Cloreto de Lítio (LiCl)	0,001
Molibdato de Sódio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	0,001
Tiosulfato de Sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0,001
Elementos traços (ET)	
Sais	g/L de água doce
Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)	$8,6 \times 10^{-4}$
Cloreto de Rubídeo (RbCl)	$1,5 \times 10^{-4}$
Sulfato de Zinco ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	$1,0 \times 10^{-4}$
Iodeto de Potássio (KI)	$1,0 \times 10^{-4}$
Sulfato de Cobalto ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	$9,0 \times 10^{-5}$
Sulfato de Cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	$1,0 \times 10^{-5}$

Tabela 2. Composição química da água do mar artificial usada em cada tratamento. MA = macroelementos; MI = microelementos; ET = elementos traços.

Tratamento	Composição iônica
Tratamento 1	Macroelementos (MA) + KBr
Tratamento 2 (efeito do Ca^{2+})	MA + KBr - CaCl_2
Tratamento 3 (efeito do K^+)	MA + KBr - KCl
Tratamento 4 (efeito do HCO_3^-)	MA + KBr - NaHCO_3
Tratamento 5 (efeito do SO_4^{2-})	MA + KBr - MgSO_4
Tratamento 6 (efeito do Mg^{2+})	MA + KBr - MgSO_4 - MgCl_2
Tratamento 7 (efeito do Br)	MA
Tratamento 8	MA + MI
Tratamento 9	MA + MI + ET
Tratamento 10 (controle)	Água salobra natural

Tabela 3: Concentração iônica na fórmula da água do mar artificial, concentração como impureza e respectivo percentual máximo de ocorrência.

Íon	Concentração (mol/m^3)		%
	Fórmula	Impureza máxima	
Br^-	$2,27 \times 10^{-1}$	$3,53 \times 10^{-4}$	0,16
Sr^{2+}	$1,50 \times 10^{-1}$	$1,99 \times 10^{-4}$	0,13
PO_4^{2-}	$4,48 \times 10^{-2}$	$1,77 \times 10^{-3}$	3,95
Mn^{2+}	$4,73 \times 10^{-2}$	$6,28 \times 10^{-4}$	1,33
I	$6,02 \times 10^{-4}$	$1,10 \times 10^{-4}$	18,21

2.2. Experimento 2: Efeito da água salobra utilizada na larvicultura de *M. amazonicum*

Larvas foram cultivadas em tanques de 63 litros em sistema fechado dinâmico. O biofiltro correspondeu a 10% do volume total do tanque de cultivo. Foi utilizado cascalho de concha de moluscos como substrato para as bactérias. Os tanques de cultivo foram supridos com aeração constante e aquecimento (30°C).

As águas de cultivo testadas (tratamentos) foram: 100% água natural (100N), 100% água artificial (100A) e 10% água natural e 90% água artificial- (10N:90A). A formulação da água artificial foi definida com base no experimento 1 deste capítulo e consistiu-se nos macroelementos mais o brometo de potássio (KBr). A formulação e a composição iônica da água do mar artificial utilizada é apresentada na Tabela 4. A água do mar artificial foi preparada utilizando sais em grau de pureza P.A. e água deionizada. A água do mar natural e o cascalho de concha para os biofiltros são provenientes do litoral de Ubatuba, SP. Tanto a água do mar natural quanto a artificial foram diluídas em água deionizada até a salinidade de cultivo (12).

Tabela 4. Formulação e composição iônica da água do mar artificial simplificada.

Sais	g/L	Íons	meq/m ³
NaCl	27,6	Na ⁺	4,75 x 10 ⁵
MgSO ₄ . 7H ₂ O	6,9	Mg ²⁺	1,09 x 10 ⁵
MgCl ₂ . 6H ₂ O	5,4	Ca ²⁺	1,90 x 10 ⁴
CaCl ₂ . 2H ₂ O	1,4	K ⁺	8,23 x 10 ³
KCl	0,6	Cl ⁻	5,52 x 10 ⁵
NaHCO ₃	0,2	SO ₄ ²⁻	5,60 x 10 ⁴
KBr	0,027	HCO ₃ ⁻	2,38 x 10 ³
		Br ⁻	2,27 x 10 ²

As fêmeas ovadas foram mantidas em tanques de 250 L (até 70 fêmeas/m²), providos de sistema de filtragem biológica, com aeração e aquecimento (29°C) constantes. A água com salinidade 5 foi preparada utilizando água do mar natural e água doce filtradas em cartuchos de celulose de 5 e 3 µm. As fêmeas foram alimentadas a cada três dias com filé de lula. Após a eclosão, as larvas foram contadas e antes de serem colocadas nos tanques de cultivo (densidade de 120 larvas/L) foram lavadas e aclimatadas na água do tratamento. A partir do segundo dia de cultivo, pela manhã, as larvas foram alimentadas com náuplios recém eclodidos de *Artemia* em excesso. A alimentação foi complementada

com ração úmida (formulação detalhada em Valenti, *et al.*, 1998) a partir do 6º dia de cultivo, duas vezes ao dia pela manhã. O fornecimento foi definido com base no consumo diário. Os resíduos alimentares foram retirados diariamente no final da tarde.

A qualidade da água foi monitorada periodicamente. A taxa de recirculação (%/dia) da água através do biofiltro foi medida e ajustada duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde. Diariamente, a temperatura, salinidade, pH e condutividade foram medidos, utilizando-se uma sonda multiparâmetros YSI 63. A amônia ($\text{NH}_3\text{-N}$) e nitrito ($\text{NO}_2^-\text{-N}$) foram determinados duas vezes na semana, seguindo a metodologia descrita por Solorzano (1972) e Bendschneider & Robinson (1952), respectivamente. As concentrações de nitrato ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) foram medidas uma vez na semana utilizando o teste de nitrato HACH (nitrover 5). As análises foram realizadas por meio do espectrofotômetro HACH modelo DR-2000.

O cultivo foi encerrado quando 80-90% das larvas metamorfosearam-se em PL. As larvas e PL foram contadas individualmente para a determinação da percentagem de sobrevivência, de larvas, de pós-larvas (PL) e a produtividade (PL/L). Um lote de PL provenientes de cada tanque de cultivo foi usado para determinar o peso seco final. As PL foram agrupadas (5 PL/cartucho pré-pesado), secas em estufa (55°C; 48 horas) transferidas para dessecador por 2 horas e pesadas em balança analítica Mettler Toledo AT 21 (precisão 1 µg). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três tratamentos (água de cultivo) e quatro repetições.

2.3. Experimento 3: Crescimento larval de *M. amazonicum* cultivado em água salobra artificial e natural

As larvas utilizadas neste experimento foram provenientes de fêmeas ovadas (ovos em estágio final de desenvolvimento) que foram mantidas em um tanque de 250 L com filtração biológica em salinidade 5, aeração e aquecimento (30°C). A água salobra foi preparada com água do mar natural e água doce filtradas em cartuchos de celulose de 5 e 3 µm. Após a eclosão, as larvas foram contadas individualmente e transferidas para os

tanques de cultivo larval de 120 L com sistema de recirculação, na densidade de 70 larvas/L. A temperatura foi mantida a 30°C, salinidade 12 e fotoperíodo 12:12 (claro:escuro).

O meio contendo água salobra artificial (ASA) foi preparado utilizando sais para análise (P.A.) diluídos em água deionizada. A formulação e a composição iônica da água do mar artificial utilizada são apresentadas na Tabela 4. O meio contendo água salobra natural (ASN) foi preparado utilizando água do mar natural do litoral de Ubatuba, SP filtrada em cartuchos de celulose (5 e 3 µm) e diluída em água deionizada. Cascalhos de conchas de moluscos foram utilizados como substrato para as bactérias no filtro biológico dos tanques de cultivo.

As larvas foram alimentadas diariamente com náuplios de *Artemia* recém eclodidos (4 – 12 náuplios/mL) e a partir do 6º dia de cultivo a alimentação foi complementada com dieta úmida (25 µg/mL) (formulação detalhada em Valenti *et al.*, 1998). O fluxo da água do tanque de cultivo pelo biofiltro foi monitorado e ajustado duas vezes ao dia para uma taxa de recirculação entre 1000 a 1500 %/dia. As variáveis da água foram monitoradas diariamente. A temperatura, salinidade e pH foram medidos utilizando o aparelho YSI 63. Os teores de amônia e nitrito foram monitorados com kites colorimétricos e mantidos dentro da faixa recomendada para a espécie (Hayd, 2007a; 2007b).

Para determinar o crescimento (como peso seco) em relação à fase de desenvolvimento, amostras de cada estágio de desenvolvimento (zoea II a PL) foram coletadas dos tanques de cultivo, a cada dois dias. Em seguida, o estágio de desenvolvimento foi determinado segundo Guest (1979) e Vega Peres (1984) utilizando um microscópio invertido (Olympus). Para cada fase do desenvolvimento, foram selecionados 50 indivíduos que foram colocados em cartuchos pré-pesados (10 larvas/cartucho e 5 PL/cartucho). Foram realizadas 5 repetições para todos os estágios larvais (zoea I a IX) e 10 repetições para as pós-larvas. Os cartuchos foram secos em estufa à 55°C e 48 horas.

Após este período, os cartuchos foram colocados em dessecador por no mínimo duas horas. Estes foram pesados em balança analítica Mettler-Toledo AT21 (precisão 1 µg). O delineamento foi em blocos casualizados com dois tratamentos (água artificial e água natural) e quatro repetições.

*2.4. Experimento 4: Utilização de diferentes substratos para a fixação de bactérias utilizando água salobra artificial na larvicultura de *M. amazonicum**

Larvas recém eclodidas foram cultivadas em tanques com capacidade de 10 L úteis, provido de sistema de filtragem biológica com dois tipos de substrato para a fixação das bactérias (bolas plásticas “bioball” e cascalho de concha de moluscos). O biofiltro correspondia a 15% do volume total do tanque de cultivo larval.

A água de cultivo foi preparada conforme formulação descrita na Tabela 4. Os tanques de cultivo foram mantidos em salinidade 12, temperatura 30°C e aeração constante. A taxa de recirculação da água do tanque de cultivo pelo biofiltro (%/dia), temperatura (°C), salinidade e pH foram monitorados diariamente. A temperatura, salinidade e pH foram medidos utilizando-se uma sonda multiparâmetros YSI 63. A concentração de amônia (NH₃-N), nitrito (NO₂-N) foram monitorados duas vezes na semana, seguindo a metodologia descrita por Solorzano (1972) e Bendschneider & Robinson (1952), respectivamente. As análises foram realizadas por meio do espectrofotômetro HACH modelo DR-2000.

As larvas foram alimentadas durante todo o cultivo com náuplios de *Artemia* (4 – 12 náuplios/mL/dia) e a partir do 6º dia de cultivo com ração úmida (25 – 80 µg/mL/dia). No 18º dia de cultivo o experimento foi encerrado e as larvas e pós-larvas (PL) foram contadas individualmente para o cálculo da sobrevivência, a porcentagem de larvas e de PL e a produtividade (em PL/L). Para a obtenção do peso seco, as PL foram secas em estufa (55°C, 48 horas) e após duas horas no dessecador foram pesadas em balança analítica

(precisão de 1 µg). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (tipos de substrato) e cinco repetições.

2.5. *Análise estatística*

Os percentuais foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste Kolmogorov-Smirnov e não houve desvio significativo da distribuição normal. Para os experimentos 1 e 2 os dados foram submetidos à Análise de Variância pelo teste F (“two-way” ANOVA) para as médias das variáveis da água e das variáveis de produção. Para o experimento 4 os dados foram submetidos à Análise de Variância pelo teste F (“one-way” ANOVA). Quando encontradas diferenças significativas, a comparação das médias foi realizada pelo teste de Duncan. As análises foram realizadas pelo programa estatístico SAS versão 9.0. A significância utilizada foi de 5% ($p < 0,05$). As análises de regressão foram realizadas pelo software “Excel” da Microsoft.

3. Resultados

3.1. *Experimento 1: Efeito da composição iônica da água artificial na larvicultura de M. amazonicum*

Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) nas variáveis da água (temperatura, salinidade e condutividade) (Tabela 5) entre os meios de cultivo. O pH foi maior ($p < 0,05$) no tratamento com água do mar natural e os menores valores foram obtidos nos tratamentos MA+KBr-HCO₃⁻ e MA+KBr-MgSO₄ (Tabela 5). A variação do pH foi maior no tratamento com ausência do íon bicarbonato (Tabela 5), porém todos os valores encontram-se na faixa adequadas para o cultivo de *Macrobrachium* (Valenti & Daniels, 2000; Hayd, 2008a, 2008b). O NH₃-N foi estatisticamente menor no tratamento somente com MA (tratamento 7), isto porque este tratamento encerrou-se no 12º dia de cultivo. Como o

cultivo ocorreu em sistema aberto, a quantidade de amônia variou com o desenvolvimento e com a alimentação, por isso as médias do tratamento 7 foram menores.

Tabela 5. Variáveis da água (media $\pm$ desvio padrão) para os diferentes meios de cultivo de *M. amazonicum*. MA = macroelementos; MI = microelementos. ET= elementos traço. Os tratamentos 2 e 3 não apareceram na tabela pois as larvas morreram no 3º dia de cultivo.

Tratamentos	Temperatura (°C)	Salinidade	pH	Condutividade (μ S/cm)	NH ₃ -N (mg/L)
1-MA+KBr	28,7 $\pm$ 0,9a	12,2 $\pm$ 0,4a	8,01 $\pm$ 0,14b	14,2 $\pm$ 0,5a	0,40 $\pm$ 0,32 abc
4-MA+KBr-HCO	28,8 $\pm$ 0,9a	12,2 $\pm$ 0,5a	7,82 $\pm$ 0,47d	14,2 $\pm$ 0,9a	0,54 $\pm$ 0,32 ab
5-MA+KBr-MgSO ₄	28,9 $\pm$ 0,9a	12,2 $\pm$ 0,4a	7,74 $\pm$ 0,12e	14,1 $\pm$ 0,5a	0,45 $\pm$ 0,30 ab
6-MA+KBr- MgSO ₄ -MgCl ₂	28,8 $\pm$ 1,2a	12,1 $\pm$ 0,6a	7,88 $\pm$ 0,12c	14,1 $\pm$ 0,6a	0,35 $\pm$ 0,25 bc
7-MA	29,3 $\pm$ 0,3a	12,1 $\pm$ 0,7a	7,87 $\pm$ 0,08c	14,2 $\pm$ 0,7a	0,23 $\pm$ 0,18 c
8-MA+MI	28,8 $\pm$ 1,2a	12,1 $\pm$ 0,4a	7,97 $\pm$ 0,10b	14,1 $\pm$ 0,4a	0,51 $\pm$ 0,37 ab
9-MA+MI+ET	28,9 $\pm$ 1,1a	12,0 $\pm$ 0,3a	7,99 $\pm$ 0,09b	13,9 $\pm$ 0,4a	0,59 $\pm$ 0,38 a
10-Água natural	28,8 $\pm$ 0,9a	12,1 $\pm$ 0,4a	8,09 $\pm$ 0,13a	14,1 $\pm$ 0,5a	0,59 $\pm$ 0,34 a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p>0,05$).

As larvas de *M. amazonicum* não completaram a metamorfose nos meios sem Ca²⁺ (tratamento 2), K⁺ (tratamento 3) e Br⁻ (tratamento 7). As larvas não sobreviveram mais do que três dias em água salobra artificial sem Ca²⁺ (tratamento 2) ou K⁺ (tratamento 3). No tratamento 2, 92% das larvas morreram no estágio II e no tratamento 3, 100% das larvas morreram no estágio I. Doze dias após a eclosão, todas as larvas cultivadas em água artificial com ausência do íon bromo (tratamento 7) morreram; todas estavam no estágio IV (Figura 1). Larvas cultivadas em meio com ausência do Mg²⁺ (tratamento 6) completaram a metamorfose. No entanto, ocorreu grande mortalidade no início do cultivo (até o 12º dia) e, então, menos de 10% da população chegou ao final do cultivo (Figura 1).

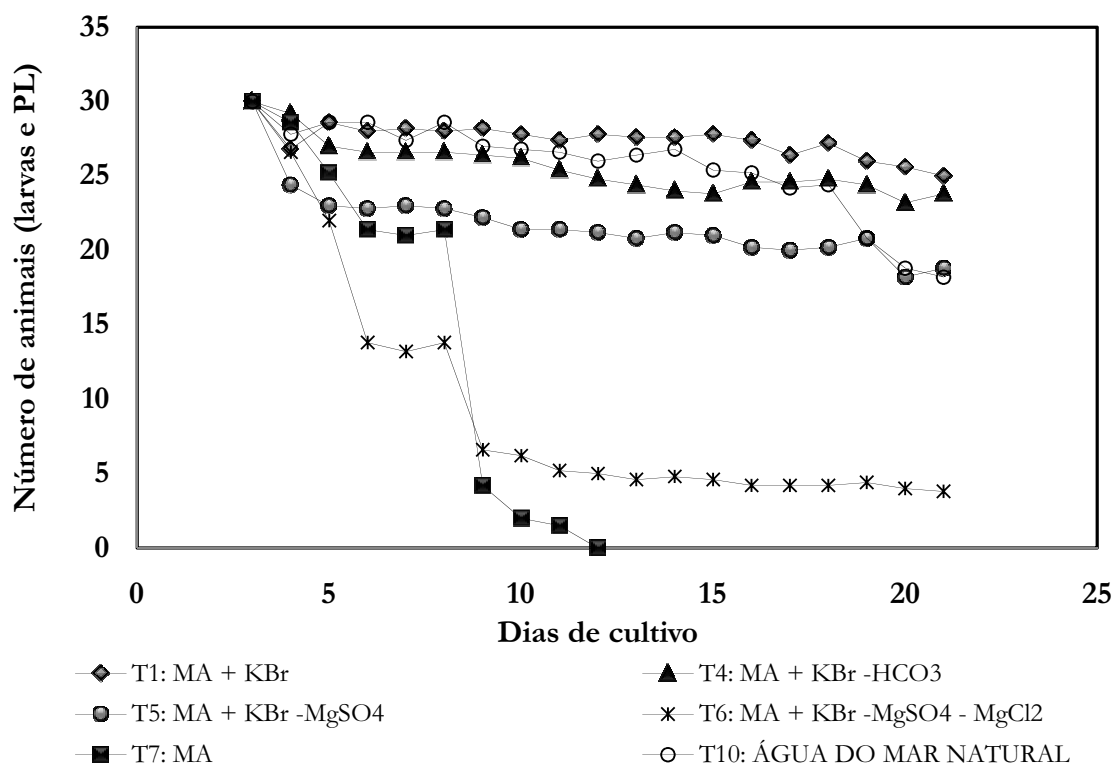


Figura 1. Variação do número de animais (larvas + PL) ao longo dos dias de cultivo para os tratamentos com diferentes composições iônicas. MA = macroelementos. Os tratamentos 2 e 3 não aparecem na figura pois as larvas morreram no 3º dia de cultivo.

O desenvolvimento larval foi mais longo nos tratamentos 1, 4, 5 e 6 do que nos tratamentos 8, 9 e 10 (Tabela 6). A porcentagem de PL e a sobrevivência foi menor ($p < 0,05$) no tratamento 6 (Tabela 6). A quantidade de larvas metamorfoseadas em PL não diferiu nos tratamentos 1, 4, 8, 9 e 10 (Tabela 6). O peso seco foi o mesmo para os diferentes tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis de produção (média $\pm$ desvio padrão) para diferentes composições iônicas da água de cultivo na larvicultura de *M. amazonicum*. MA = macroelementos; MI = microelementos; ET= elementos traço. PL = pós-larvas.

Tratamentos	Tempo (dias)	Sobrevivência (%)	Larvas (%)	PL (%)	Peso seco (mg)
1-MA+KBr	27,1 $\pm$ 2,2 ab	57,0 $\pm$ 12,4 abc	8,0 $\pm$ 5,2 abc	49,0 $\pm$ 13,5 a	1,48 $\pm$ 0,48 a
4-MA+KBr-HCO	28,9 $\pm$ 1,4 a	69,0 $\pm$ 15,1 a	16,7 $\pm$ 15,1 a	52,3 $\pm$ 12,5 a	1,38 $\pm$ 0,45 a
5-MA+KBr-MgSO ₄	28,6 $\pm$ 1,1 a	47,0 $\pm$ 10,2 c	9,7 $\pm$ 5,8 abc	37,3 $\pm$ 13,9 b	1,46 $\pm$ 0,43 a
6-MA+KBr-MgSO ₄ - MgCl ₂	26,0 $\pm$ 2,4 bc	6,3 $\pm$ 3,4 d	2,3 $\pm$ 2,8 c	3,9 $\pm$ 3,1 c	ni*
8-MA+MI	24,4 $\pm$ 1,9 cd	65,3 $\pm$ 11,2 ab	13,3 $\pm$ 5,8 ab	52,0 $\pm$ 6,9 a	1,46 $\pm$ 0,14 a
9-MA+MI+ET	23,4 $\pm$ 0,9 d	66,7 $\pm$ 12,5 ab	12,0 $\pm$ 6,7 ab	54,7 $\pm$ 6,7 a	1,50 $\pm$ 0,21 a
10-Água natural	24,6 $\pm$ 2,9 cd	56,3 $\pm$ 8,8 bc	5,3 $\pm$ 5,5 bc	51,0 $\pm$ 9,9 a	1,40 $\pm$ 0,52 a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p>0,05$). ni* - número insuficiente de animais para a amostra do peso seco.

3.2. Experimento 2: Efeito da água salobra utilizada na larvicultura de *M. amazonicum*

O consumo diário de náuplios de *Artemia* e o fornecimento de ração não diferiram estatisticamente entre os tratamentos ($p>0,05$). O consumo médio de náuplios/mL/dia foi $4,9 \pm 0,3$ e o fornecimento de μg de ração/mL variou de 16 - 98 μg . A taxa de recirculação da água pelo biofiltro (%/dia), temperatura, salinidade, pH e condutividade também não diferiram entre os tratamentos ($p>0,05$). A média $\pm$ desvio padrão dos parâmetros obtidos para todos os tanques de cultivo foram: taxa de recirculação: 1900 ± 200 %/dia; temperatura: $30,1 \pm 0,3^\circ\text{C}$; salinidade: $12,0 \pm 0,3$; pH: $7,78 \pm 0,04$; condutividade: $20,3 \pm 0,2$ $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os valores encontraram-se adequados ao cultivo de larvas de *Macrobrachium* (Valenti & Daniels, 2000). As concentrações dos compostos nitrogenados não diferiram ($p>0,05$) entre as águas do cultivo. Os valores médios para todos os tanques de cultivo foram: amônia: $141,1 \pm 72,3$ $\mu\text{g}/\text{L}$ ($\text{NH}_3\text{-N}$); nitrito: $36,3 \pm 28,2$ $\mu\text{g}/\text{L}$ ($\text{NO}_2\text{-N}$) e nitrato: $7,1 \pm 1,6$ mg/L ($\text{NO}_3\text{-N}$). Os valores foram inferiores aos níveis máximos toleráveis pelas larvas de *M. amazonicum*, que são de 1,6 mg/L ($\text{NH}_3\text{-N}$), 0,8 mg/L ($\text{NO}_2\text{-N}$) e 80 mg/L ($\text{NO}_3\text{-N}$), segundo Hayd (2008a; 2008b; 2008c).

Os dias de cultivo, sobrevivência, % de larvas, % de pós-larvas, produtividade (PL/L) e peso seco (μg) não diferiram ($p>0,05$) para as diferentes águas usadas (Tabela 7).

Tabela 7: Variáveis de produção (média $\pm$ desvio padrão) para os tratamentos de água na larvicultura de *M. amazonicum*. Tratamentos com 100% água do mar natural (100N), 100% água do mar artificial (100A), e 10% água do mar natural + 90% artificial (10N:90A). Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$) para nenhuma das variáveis estudadas. PL = pós-larvas.

Tratamento	Dias de cultivo	Sobrevivência (%)	Larvas (%)	PL (%)	Produtividade de (PL/L)	Peso seco (μg)
100 N	19,5 $\pm$ 1,7	69 $\pm$ 21	16 $\pm$ 6	53 $\pm$ 19	64 $\pm$ 23	827 $\pm$ 85
100 A	20,0 $\pm$ 1,4	69 $\pm$ 20	14 $\pm$ 7	55 $\pm$ 19	66 $\pm$ 24	765 $\pm$ 110
10 N:90 A	20,8 $\pm$ 2,1	59 $\pm$ 17	11 $\pm$ 6	48 $\pm$ 22	58 $\pm$ 23	782 $\pm$ 80

3.3. Experimento 3: Crescimento larval de *M. amazonicum* cultivado em água salobra artificial e natural

Os parâmetros da qualidade da água não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) para os diferentes tratamentos (água artificial e natural) (Tabela 8). A qualidade da água permaneceu adequada ao cultivo de camarões de água doce (Valenti & Daniels, 2000).

Tabela 8: A taxa de recirculação e as variáveis da água (média $\pm$ desvio padrão) no cultivo de larvas em água salobra artificial e água salobra natural. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$) para nenhuma das variáveis estudadas.

Item	Tipo de água	
	Artificial	Natural
Taxa de recirculação (%/dia)	1550 $\pm$ 130	1760 $\pm$ 570
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	30,1 $\pm$ 0,3	30,1 $\pm$ 0,2
Salinidade	12,2 $\pm$ 0,2	12,3 $\pm$ 0,1
pH	8,01 $\pm$ 0,2	8,1 $\pm$ 0,2

O acúmulo de biomassa (como peso seco) foi positivo ao longo do desenvolvimento (Figura 1). A biomassa dos indivíduos cultivados em água artificial e natural mostrou um aumento exponencial em relação ao estágio de desenvolvimento

(Figura 1). A equação pode ser descrita como $W = c.e^{k.t}$ sendo, W é a média de peso por indivíduo (μg), e é a base de logaritmo natural, c e k são constantes e t é o numero de estágios (Figura 1). Por análise gráfica podemos observar que as larvas cultivadas em meio natural acumulam mais biomassa ao longo dos estágios de desenvolvimento em relação as larvas cultivadas meio artificial (Figura 1).

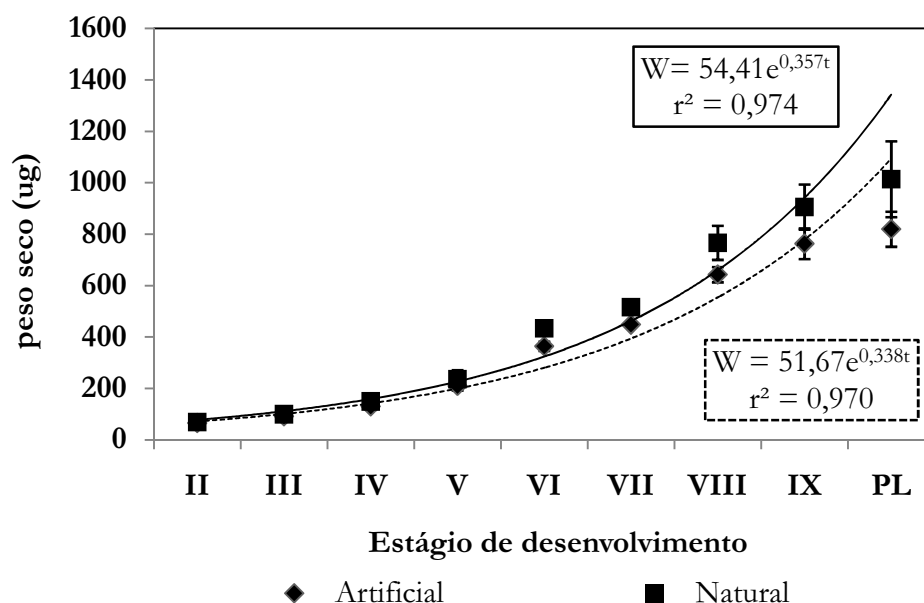


Figura 1. Crescimento (peso seco) ao longo do desenvolvimento (Zoea II – PL) em água salobra artificial e natural. PL = pós-larva. r^2 = coeficiente de determinação.

3.4. Experimento 4: Utilização de diferentes substratos para a fixação de bactérias utilizando água salobra artificial na larvicultura de *M. amazonicum*

Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre a taxa de recirculação e as variáveis da água (temperatura e salinidade) nos diferentes tipos de substrato (Tabela 9). O pH foi maior ($p < 0,05$) no cultivo que utiliza com cascalho de conchas como substrato. Os maiores valores de amônia e nitrito foram encontrados no tratamento que utiliza o “bioball” com substrato para as bactérias (Tabela 9). As variáveis da qualidade da água permaneceram dentro do recomendado para cultivos de *Macrobrachium* (Valenti & Daniels, 2000; Hayd, 2007a; 2007b).

Tabela 9: Taxa de recirculação e dados da qualidade da água para os diferentes substratos utilizados no sistema fechado da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra artificial.

Item	Tratamentos (tipos de substrato)	
	“bioball”	cascalho
Taxa de recirculação (%/dia)	40 ± 3a	44 ± 7a
Temperatura (°C)	29,8 ± 0,4a	30,2 ± 0,5a
Salinidade	12 ± 0a	12 ± 0a
pH	7,96 ± 0,02b	8,06 ± 0,01a
Amônia (NH ₃ -N µg/L)	154 ± 39a	41 ± 10b
Nitrito (NO ₂ -N µg/L)	212 ± 112a	25 ± 5b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p>0,05).

Os parâmetros de produção (sobrevivência, % de pós-larvas, produtividade e peso seco das PL) não foram influenciados pelo tipo de substrato utilizado no cultivo (p>0,05) (Tabela 10).

Tabela 10: Dados de produção para os diferentes substratos utilizados no sistema fechado da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra artificial.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Larvas (%)	PL (%)	Produtividade PL/L	Peso seco (µg)
“bioball”	73 ± 11 a	10 ± 3 a	62 ± 10 a	75 ± 13 a	898 ± 88a
Cascalho	65 ± 9 a	15 ± 5 a	50 ± 9 a	60 ± 11 a	905 ± 119a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (p>0,05).

4. Discussão

A larvicultura deve ser realizada em água contendo os elementos essenciais para as larvas realizarem seus processos metabólicos com gasto mínimo de energia. Em condições de conforto osmótico o organismo pode deslocar o gasto energético envolvido no esforço para a regulação iônica para outras funções, como por exemplo, o crescimento e aceleração do desenvolvimento larval (Mallasen & Valenti, 1998a). Por outro lado, a adição de

elementos químicos desnecessários aumenta o custo de preparo da água do mar. Os resultados obtidos nesse trabalho indicaram que as larvas de *M. amazonicum* se desenvolvem muito bem em meios com somente oito íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} e Br^-). Os elementos traços não foram essenciais, mas a falta dos microelementos retarda o desenvolvimento larval. Peres *et al.* (2008) mantiveram larvas de *M. amazonicum* no estágio II privadas de alimento em meios providos ou não de elementos traço e constataram que o tempo médio de vida das larvas não variou. Em experimento semelhante, constatou-se que, esses íons também não afetaram o tempo de vida de larvas de *M. rosenbergii* (Mallasen e Valenti, 1998a).

Segundo Mallasen e Valenti (1998a) a carência dos elementos traços (ET) poderia manifestar-se ao longo da ontogênese, prejudicando o desenvolvimento normal do *M. rosenbergii*. As larvas podem ter acumulado os ET durante a fase de ovo e, portanto, não foram afetadas pela ausência dos ET nos estágios iniciais (Mallasen e Valenti, 1998a). Os elementos traços podem ser absorvidos dos alimentos (Rainbow, 1988; 1990). No presente estudo (experimento 1), as larvas de *M. amazonicum* foram alimentadas com náuplios de *Artemia* durante todo o desenvolvimento. Portanto, os ET essenciais podem ter sido absorvidos dos alimentos. Além do mais, assim como ocorre com a salinidade (Harrison *et al.*, 1981, Araujo, 2005), as larvas também podem adaptar-se e tornarem-se menos dependentes dos elementos traços ao longo de várias gerações em condições de cultivo com limitação desses elementos. Portanto os elementos Al^{3+} , Rb^+ , Zn^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} são dispensáveis na água de cultivo de *M. amazonicum*. O íon iodeto aparece como contaminante do NaCl, KCl e KBr e pode alcançar quase 20% da adição do Iodeto de Potássio. Assim, o iodeto pode ser um íon essencial que não foi detectado neste experimento.

O elemento bromo é o único microelemento essencial ao desenvolvimento de larvas de *M. amazonicum*. As larvas cultivadas em meios sem este íon morreram antes de

completar o estágio V. Sabe-se que é neste estágio que aparecem os pleópodos (Guest, 1979; Vega Peres, 1984) e que começa a aceitação pelo alimento inerte em mais de 60% da população de larvas (Araujo & Valenti, 2007; Maciel, 2007). Estudos metabólicos ao longo do desenvolvimento larval nos diferentes meios de água artificial irão contribuir para o entendimento da fisiologia da espécie. Para *M. rosenbergii*, o bromo foi essencial ao desenvolvimento, e, portanto a principal fonte do íon Br^- para as larvas é o meio aquático (Silva & Valenti, 1992; Mallasen e Valenti, 1998a). As larvas de *M. amazonicum* sobreviveram até o 12º dia de cultivo, já as larvas de *M. rosenbergii* sobreviveram até o 4º dia de cultivo (Silva & Valenti, 1992). Podemos supor que larvas de *M. amazonicum* são mais resistentes à ausência do bromo do que as larvas de *M. rosenbergii*. Os elementos Sr^{2+} , Mn^{2+} , HPO_4^{2-} , Li^+ , MoO_4^{2-} e $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ não são essenciais ao cultivo de larvas de *M. amazonicum*. Araujo *et al.* (2002) sugerem a adição do íon estrôncio (Sr^{2+}) na formulação da água do mar para o cultivo de *M. rosenbergii*, pois verificaram que a adição deste íon melhora ligeiramente a produtividade e diminui o tempo de cultivo. O tiosulfato não faz parte da composição da água do mar (Bidwell e Spotte, 1985); no entanto, recomenda-se sua adição quando utilizada água clorada. A adição do tiosulfato é um método bastante efetivo na remoção do cloro (Cl_2) na água.

O sódio e cloro são os íons mais abundantes da água do mar e estiveram presentes em todos os meios (tratamentos) estudados. Estes íons, juntamente com as proteínas, são os principais elementos que compõem a pressão osmótica da hemolinfa (Mantel & Farmer, 1983; Morrit, 1989). Também são responsáveis pela manutenção da neutralidade elétrica dos crustáceos pela troca do Na^+ pelo NH_4^+ ou H^+ e o Cl^- pelo HCO_3^- quando os animais estão em meio hiposmótico (Mantel & Farmer, 1983; Linda & Linda, 1983).

Larvas de *M. amazonicum* são dependentes do cálcio e potássio do meio. Mesmo alimentadas desde o primeiro dia, as larvas dessa espécie morreram no 3º dia após a eclosão nos meios carentes desses íons. As larvas são mais sensíveis ao potássio do que ao cálcio.

Apesar de terem tido o mesmo tempo de vida, as larvas cultivadas em meio com ausência do potássio não mudaram de estágio, enquanto que 92% das larvas cultivadas em ausência do cálcio metamorfosearam-se para o estágio II. O potássio participa de vários processos fisiológicos importantes, como da bomba de Na^+/K^+ ATPase, responsável pela manutenção do equilíbrio osmótico das células branquiais. O cálcio é um importante componente do exoesqueleto dos crustáceos e, portanto, ocorrerá um aumento na quantidade absoluta desse elemento no corpo das larvas com o crescimento (Mallasen & Valenti, 1998a). Além disso, participa dos processos de contração muscular (Morrit & Spicer, 1993). Para larvas de *M. rosenbergii* os íons K^+ e Ca^{2+} são os componentes da água salobra mais importante para o desenvolvimento das larvas no estágio II (Mallasen & Valenti, 1998a).

Larvas de *M. amazonicum* alcançam a metamorfose em PL em meios contendo somente cinco íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ e Br^-). No entanto, a ausência do SO_4^{2-} e do Mg^{2+} reduzem a sobrevivência e a taxa de metamorfose das larvas. As larvas são mais sensíveis ao Mg^{2+} do que ao SO_4^{2-} . A ausência do Mg^{2+} causa deformidades nas PL e baixíssima taxa de metamorfose (4%). O magnésio afeta a ligação do oxigênio com a hemocianina (Morrit & Spicer, 1993), pois aumenta a afinidade do pigmento ao oxigênio (Mangum, 1983). Segundo Morrit & Spicer (1993), o Mg^{2+} atua na junção neuromuscular dos crustáceos. Já o sulfato, apesar de ser o segundo ânion mais abundante na água do mar, é mantido em concentração na hemolinfa dos crustáceos abaixo da encontrada no meio (Morrit, 1989).

A ausência do íon bicarbonato causou diminuição e maior variação ($p < 0,05$) no pH da água. Geralmente, este íon também funciona como sistema tampão para as variações do pH. No entanto, o bicarbonato não foi essencial ao desenvolvimento das larvas de *M. amazonicum*. As larvas completaram a metamorfose, houve alta produtividade, mas o tempo de cultivo aumentou no meio sem este íon. Mallasen & Valenti (1998a) consideram o íon HCO_3^- indispensável na larvicultura de *M. rosenbergii* e sugerem que este pode agir

diretamente ou indiretamente sobre as larvas devido ao baixo pH da água observado quando o bicarbonato não está presente.

Os resultados do primeiro experimento indicam que a presença dos microelementos na água reduz o tempo de desenvolvimento larval e os elementos traço aparentemente têm pouco efeito sobre as larvas. Estudos devem ser realizados para avaliar quais microelementos são realmente importantes. Sabe-se que os íons podem ser obtidos pelos crustáceos a partir da água e/ou do alimento ingerido (Raibow, 1988; 1990). No experimento 2, as larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração úmida. Esta, provavelmente supriu as necessidades dos microelementos porque não houve diferença no tempo de desenvolvimento larval nos tratamentos realizados com água natural e artificial. Provavelmente, larvas de *M. amazonicum* consigam suprir a deficiência de alguns íons se eles estiverem disponíveis na alimentação. Assim, a adição dos microelementos na água de larvicultura de *M. amazonicum* pode ser dispensada.

As pós-larvas de *M. rosenbergii* produzidas com água artificial atingem o mesmo comprimento e peso daquelas produzidas em água natural e apresentam bom estado de saúde, sem nenhuma característica aparente que possibilite sua distinção (Ismael *et al.*, 2001). Para *M. rosenbergii*, a água salobra artificial aumenta a duração do período larval, diminui a sobrevivência e a produtividade (Ismael *et al.*, 2001, Mallasen & Valenti, 1998b; Araujo *et al.*, 2002). Além disso, larvas criadas em meio artificial crescem a custa de um gasto energético maior (Ismael *et al.*, 2001). Isso indica que faltam elementos importantes ao metabolismo das larvas (Ismael *et al.*, 2001), que podem ser outros íons não estudados, substâncias orgânicas ou outros subprodutos excretados na água por animais ou algas. Para *M. amazonicum* os diferentes meios não afetam o tempo de cultivo, a sobrevivência e a produtividade de PL. Provavelmente, isto esteja relacionado ao fato de *M. amazonicum* ser um invasor mais antigo do ambiente de água doce em relação a *M. rosenbergii* e, portanto ter maior independência dos componentes da água do mar.

O padrão de crescimento mostrado por larvas de *M. amazonicum* (presente estudo) coincide com o obtido pelo *M. rosenbergii* (Ismael *et al.*, 2001). A biomassa desses decápodes aumenta exponencialmente com o número de estágios larvais. O crescimento larval (peso seco) pode ser influenciado pelo meio de cultivo. A análise gráfica do crescimento (experimento 3) em relação ao estágio de desenvolvimento indica que o acúmulo de biomassa é maior em larvas cultivadas em água salobra natural. Este padrão de crescimento foi similar ao longo do desenvolvimento. Portanto, supõe-se que as larvas cultivadas em meio artificial com os íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} e Br^-) gastam mais energia para a manutenção do equilíbrio iônico e, portanto o acúmulo de biomassa é menor neste meio. Neste estudo (experimento 3) esta diferença no acúmulo de biomassa em larvas cultivadas em diferentes meios (artificial e natural) pode ser observada, enquanto que nos outros experimentos (1 e 2) não observamos diferenças no peso final das PL. Isto porque no experimento de composição iônica (experimento 1) as pós-larvas foram despescadas em diferentes dias de cultivo (Tabela 6). Já no experimento 2, a média de peso seco das PL cultivadas em meio natural foram maiores do que nas PL cultivadas em meio artificial (Tabela 7) apesar de não terem diferido estatisticamente ($p>0,05$).

A energia obtida do alimento deve ser usada para manter os custos envolvidos nos processos de muda, crescimento e morfogênese, sendo o primeiro prioridade. Condições inadequadas de certos parâmetros ambientais provavelmente desviam a energia envolvida no crescimento para os mecanismos de manutenção das larvas (Ismael, *et al.*, 2001). A água salobra artificial testada em nosso estudo afetou o acúmulo de biomassa. Baseado neste estudo, a água artificial testada (composição simplificada com somente 8 íons) mostra faltar importantes elementos em sua fórmula, em relação à presença de íons que são essenciais para o desenvolvimento de *M. amazonicum*.

O tipo de substrato utilizado no biofiltro de sistema fechado dinâmico para o cultivo de larvas de *M. amazonicum* em água salobra artificial não influenciou nas principais

variáveis de produção. No entanto, a eficiência dos processos de nitrificação foi prejudicada nos biofiltros composto por “bioball” . Zimmermann *et al.* (1995) também observaram baixa conversão da amônia em biofiltros experimentais montados com artefatos de polietileno. No entanto, os níveis de amônia e nitrito permaneceram dentro dos limites de tolerância para a espécie (Hayd, 2007a, 2007b). Portanto, assume-se que estas variáveis não influenciaram nos resultados obtidos. O cascalho de concha de moluscos é o substrato mais adequado ao sistema fechado dinâmico, pois mantém constante os valores de pH na água (Valenti & Daniels, 2000). No entanto, a aquisição deste tipo de substrato pode ser difícil dependendo da localização da larvicultura. Neste experimento foi utilizado o “bioball” no entanto, outros tipos de substratos podem ser utilizados em sistema fechado dinâmico desde que seja adicionado bicarbonato para a manutenção constante do pH.

Na larvicultura do camarão-da-amazônia, a água salobra artificial pode ser preparada utilizando-se apenas os macroelementos mais o microelemento brometo. Portanto, as larvas se desenvolvem muito bem em meios com somente oito íons (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} e Br^-). A produtividade e o tempo de cultivo, dependendo do manejo alimentar, são os mesmos usando água salobra artificial ou natural. A utilização da água salobra artificial contendo 13 íons (Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , HCO_3^- , Br^- , Sr^{2+} , Mn^{2+} , PO_4^{3-} , Li^+ , MoO_4^{2-} , $\text{S}_5\text{O}_3^{2-}$) garante um menor tempo de cultivo em relação à água salobra artificial com 8 íons, independente da formulação do alimento inerte utilizado. Portanto, a larvicultura de *M. amazonicum* pode ser realizada indistintamente com água salobra artificial com 13 ou 8 íons ou água salobra natural. A escolha depende das características do local de implantação. Análises econômicas devem ser realizadas para definir a partir de qual distância do litoral a utilização da água artificial é mais vantajosa.

5. Referências

ARAUJO, M.C. 2000. Contribuição do íon estrôncio na formulação da água do mar Artificial na larvicultura do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)

- (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE). Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 43 p.
- ARAÚJO, M.C. 2005. Efeitos da salinidade, luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 87 p.
- ARAÚJO, M.C.; ISMAEL, D.; VALENTI, W.C. 2002. Contribution of strontium ion in formulation of artificial sea water used in larviculture of giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Applied Aquaculture*, 12(3):13-22.
- ARAÚJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265:187-193.
- BENDSCHNEIDER, K.; ROBINSON, J.R. 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *Journal of Marine Research*, 11(1):87-96.
- BIDWELL, J.P.; SPOTTE, S. 1985. *Artificial seawaters: formulas and methods*. Jones and Bartlett Publishers, Inc.. Woods Hole, Massachusetts, USA. 349p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008. *Yearbook of fishery statistics: summary tables*. FAO, Roma. <http://www.fao.org>.
- GUEST, W.C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 37(2):141-152.
- GUEST, W.C.; DUROCHER, P.P. 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*. Effects of salinity and temperature on survival. *The Progressive Fish-Culturist*, 41(1):14-18.
- HARRISON, K.E., LUTZ, P.L.; FARMER, L. 1981. The ontogeny of osmoregulatory ability of *Macrobrachium rosenbergii*. *American Society of Zoologists*, 21:1014.
- HAYD, L.A; VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008a. Effects of Ambient Ammonia and pH on Larval Development of *Macrobrachium amazonicum*. (In correction)
- HAYD, L.A; VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008b. Effects of ambient nitrite on development and metabolism of *Macrobrachium amazonicum* larvae. (In correction)
- HAYD, L.A. VALENTI, W.C.; LEMOS, D. 2008c. Effects of ambient nitrate on development and metabolism of *Macrobrachium amazonicum* larvae. (In correction)
- ISMAEL, D.; VALENTI, W.C; OLIVEIRA, J.A. 2001. Physiological status of *Macrobrachium rosenbergii* larvae reared in artificial brackish water. *Nauplius*, 9(2):133-140
- KUTTY, M.N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. 2000. Culture of other prawn species. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Ed.) *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science. p. 393-410.
- LINDA, H.M., LINDA, L.F. 1983. Osmotic and ionic regulation. In: BLISS, D.E. *The biology of crustacea*. New-York: Academic Press. p.54-143.

- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 131 p.
- MALLASEN, M.; VALENTI, W.C. 1998a. Efeito da composição iônica da água do mar artificial no desenvolvimento de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda) no estágio II. *Acta Scientiarum*, 20(2):195-200.
- MALLASEN, M.; VALENTI, W.C. 1998b. Comparison of artificial and natural, new and reused, brackish water for the larviculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in a recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society*, 29(3):345-350.
- MANGUM, C.P. 1983. Oxygen transport in the blood. In: BLISS, D.E. *The biology of crustacea*. New-York: Academic Press. p.373-429.
- MORAES-VALENTI, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of Intensification on grow-out of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4):516-526.
- MORRIT, D. 1989. Ionic regulation in littoral and terrestrial amphipods (crustacea:amphipoda: talitridae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 32(1):53-67.
- MORRIT, D.; SPICER, J.I. 1993. Mini review: a brief re-examination of the function and regulation of extracellular magnesium and its relationship to activity in crustacean arthropods. *Comparative Biochemistry and Physiology - A*, 106(1):19-23
- NEIHEISEL, T.W.; YOUNG, M.E. 1992. Use of three artificial sea salts to maintain fertile sea urchins (*Arbacia punctulata*) and to conduct fertilization test with copper and sodium dodecyl sulfate. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 11(8):1179-1185.
- PENTEADO, J.M.A.; HOMEM, B.D.; MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of stocking density and culture time on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum* in indoor nursery. In: *World aquaculture society, Puerto Rico. Latin American e Caribbean Chapter*, 2007. p. 111.
- PERES, A.L.F.; VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C. 2008. Efeito dos elementos traços da água salobra artificial no desenvolvimento de larvas do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, no estágio II. In: *XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia*, Gramado, RS. 2008. Meio Digital
- RAIBOW, P.S. 1988. The significance of trace metal concentrations in decapods. In *Symposio of the zoological society of London*, London, 1987, p. 291-313.
- RAIBOW, P.S. 1990. Heavy metal levels in marine invertebrates. In: FURNESS, R.W., RAINBOW, P.S. (Ed.) *Heavy metals in marine environment*. Boca Raton, CRC Press. p. 67-79.

- SILVA, C.A.; W. C. VALENTI. 1992. Otimização do uso da água mar artificial na cultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879). In: *Encontro Nacional de Aquicultura, Simpósio Brasileiro de Aquicultura 7*, 1992. p. 160.
- SOLORZANO, L. 1972. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, 14:799-801.
- VALENTI, W.C. 1993. Seawater substitution in *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) hatchery. In: *Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão 4*, 1993. p.675-686.
- VALENTI, W.C.; DANIELS, W.H. 2000. Recirculation Hatchery Systems and Management. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Eds.) *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 69-90.
- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M. 2002. Concentrações de amônia, nitrito e nitrato em larvicultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, realizada em sistema fechado com água salobra natural e artificial. *Acta Scientiarum*, 24:1183-1187.
- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M.; SILVA, C.A. 1998. Larvicultura em sistema fechado dinâmico. In: VALENTI, W.C. (Ed.) *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões*. Brasília, FAPESP/IBAMA. p. 112- 139.
- VEGA PERES, L.A. 1984. Desenvolvimento larval de *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1839), *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em laboratório. Tese de Doutorado - Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, São Paulo. 277 p.
- VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C., 2004. Post-larvae productivity of Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* stocked at different densities. In: *3 Brazilian crustacean congress and the crustaceana society meeting. 2004*. Florianopolis/SC. p.129.
- ZIMMERMANN, S.; GUDDE, D.H.; PATRO, H.A.E; NEIS, R. 1995. Efeitos de seis diferentes substratos na taxa de remoção da amônia em filtros biológicos. In: *Encontro Nacional de Aquicultura, Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 7, e Encontro Brasileiro de patologia de organismos aquáticos*, 2. Peruíbe, 1992. p. 205-211.



CAPÍTULO 4

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA (*Macrobrachium amazonicum*) EM ÁGUA SALOBRA ARTIFICIAL E NATURAL

**Análise econômica da produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia
(*Macrobrachium amazonicum*) em água salobra artificial e natural**

Resumo

Foram analisados os custos de implantação, de produção e os indicadores econômicos de uma larvicultura hipotética com capacidade de produção de 19,9 milhões/ano de pós-larvas do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) em água salobra artificial (ASA) e natural (ASN). O investimento inicial estimado foi de R\$ 257.977,40 para o uso de ASA e R\$ 263.600,60 para o uso de ASN. O custo total médio por 1000 PL produzidas foi de R\$ 9,25 e R\$ 9,11 para ASA e ASN, respectivamente. As maiores despesas operacionais foram com mão-de-obra (42 e 43%), custos de *Artemia* (15%) e água de cultivo (14 e 12%) para o uso de ASA e de ASN, respectivamente. O custo por m³ da água do mar artificial é de R\$ 199,17 e da água do mar natural (distante 500 km do litoral) é de R\$ 166,67. No entanto, os indicadores econômicos foram próximos nos dois tipos de água. A taxa interna de retorno foi de 37% para os dois tipos de água de cultivo (artificial e natural). O período de retorno do capital foi de 3 anos para ambos os manejos adotados. As larvas de *M. amazonicum* podem ser cultivadas em água salobra artificial sem prejuízo na produção e nos indicadores econômicos. A determinação do tipo de água deve considerar a distância da larvicultura do mar e a disponibilidade de sais para o preparo de ASA.

Palavras-chave: custos de produção, água do mar artificial, larvicultura, *Macrobrachium amazonicum*

**Economic feasibility of Amazon River Prawn (*Macrobrachium amazonicum*)
hatchery in artificial and natural brackish water**

Abstract

The implementation, production costs and the economical feasibility indicators of Amazon River Prawn hatchery (19.9 million post-larvae/yr) in artificial (ABW) and natural (NBW) brackish water were determined. The initial investment would be R\$ 257.977,40 for ABW and R\$ 263.600,60 for NBW. Breakeven price to cover total costs were R\$ 9,25 and R\$ 9,11 for 1000 PL, in artificial and natural water, respectively. The most representative operating costs were labor (42 and 43%), *Artemia* (15%) and brackish water (14 and 12%) in artificial and natural medium, respectively. The cost of artificial brackish water is R\$ 199,17/m³ and the cost of natural brackish water is R\$ 166,67/m³ (at 500 km from the sea). However, the economical feasibility indicators obtained in both situations (artificial and natural water) were favorable and similar. The internal rate of return was 37% and the capital payback period was 3 years. The larviculture of *Macrobrachium amazonicum* may be performed using artificial brackish water with favorable production and economic feasibility. The decision should consider the hatchery distance from sea water source and the artificial salt availability.

Keywords: Production cost, artificial brackish water, hatchery, *Macrobrachium amazonicum*.

1. Introdução

O camarão-da-amazônia, *M. amazonicum* é um camarão que possui inúmeras vantagens para o cultivo comercial. Esta espécie é amplamente distribuída na América do Sul (Melo, 2003) e a tecnologia para a sua produção vem sendo desenvolvida no Brasil desde 2000. *Macrobrachium amazonicum* atinge peso médio de 3,6 g, cultivado por 5,5 meses em clima tropical, em densidade de 80 animais/m² (Moraes-Valenti & Valenti, 2007). No berçário primário, em densidade de estocagem de 16 juvenis/L, alcança sobrevivência superior a 90% em até 20 dias de cultivo (Penteado *et al.*, 2007). Na larvicultura, a estocagem pode atingir até 140 larvas/L sem prejuízo na sobrevivência (Vetorelli & Valenti, 2004). Portanto, esta espécie suporta sistemas intensivos de produção mantendo desenvolvimento aceitável.

Além disso, a produção desta espécie é mais sustentável ecologicamente, comparado com a espécie exótica *M. rosenbergii*, já que há menores riscos de sua introdução devido à ampla distribuição geográfica (Moraes-Valenti & Valenti, 2007). Esta espécie, como ocorre com *Macrobrachium rosenbergii*, pode ser cultivada em policultivo com peixes devido ao seu hábito bentônico e assim contribuir para uma melhor utilização da área de produção do viveiro. Sua utilização como isca viva, em regiões liberadas para a pesca esportiva, coopera para a conservação dos estoques naturais de peixes e outros crustáceos que são capturados para este fim, além de ser uma atividade com excelentes indicadores econômicos (Valenti *et al.*, 2007). Além do mais, esta espécie é bastante aceita e consumida pela população do norte e nordeste do Brasil (Kutty *et al.*, 2000).

As larvas de *M. amazonicum* necessitam de água salobra com salinidade 12 para um desenvolvimento adequado (capítulo 2 desta tese). Esta água pode ser preparada tanto com água do mar natural quanto com água do mar artificial (capítulo 3 desta tese). A definição do melhor tipo de água depende das condições locais e principalmente da distância da larvicultura do litoral, já que esta define o custo com o transporte da água do mar natural.

O uso de água salobra artificial, preparada com os íons Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , HCO_3^- e Br^- (fórmula simplificada) não altera a produtividade, mas, o desenvolvimento larval pode aumentar em alguns dias. Assim, o número de ciclos de produção por ano diminui, reduzindo a produção anual. No entanto, o uso de água salobra artificial contendo os íons Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , K^+ , HCO_3^- , Br^- , Sr^{2+} , Mn^{2+} , PO_4^{3-} , Li^+ , MoO_4^{2-} , $\text{S}_5\text{O}_3^{2-}$ (fórmula otimizada) proporciona o mesmo tempo de cultivo de larvas produzidas em água salobra natural (capítulo 3 desta tese).

Até o presente, há informações suficientes para demonstrar a viabilidade técnica da realização de larvicultura de *M. amazonicum* em escala comercial tanto usando água do mar natural como artificial (Vetorelli, 2004; Araujo & Valenti, 2007; Maciel, 2007; capítulos 2 e 3 desta tese). No entanto, faltam informações sobre a viabilidade econômica dessa atividade. Após os trabalhos de Vetorelli *et al.* 2006 e Valenti *et al.*, (em preparação) nenhum outro estudo econômico foi realizado, embora tenham ocorrido avanços na tecnologia de larvicultura. Além disso, é importante conhecer como o uso da água salobra artificial afeta os indicadores econômicos da larvicultura.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar os custos, a rentabilidade e os indicadores de viabilidade econômica da produção de pós-larvas de *M. amazonicum* cultivadas em água salobra artificial e natural. Este estudo também irá fornecer bases para a determinação do tipo de água que deverá ser utilizada na larvicultura, dependendo da distância desta do litoral.

2. Métodos

2.1. Parâmetros para o planejamento da larvicultura e estratégia de produção

Duas larviculturas de *M. amazonicum* foram hipoteticamente dimensionadas no estado de São Paulo, Brasil, a uma distância de 500 km do litoral. A primeira é uma larvicultura que utiliza água salobra artificial para o desenvolvimento das larvas e será

chamada de ASA; a segunda opera utilizando água salobra preparada com água do mar natural proveniente do litoral norte do estado de São Paulo, Ubatuba, e será chamada de ASN. Ambas têm capacidade de produzir 19,9 milhões de pós-larvas/ano e serão operadas em sistema fechado dinâmico de acordo com Valenti e Daniels, 2000.

A análise foi baseada em uma fazenda de escala comercial de 2 ha. Ela é composta de dois viveiros de reprodutores (700 m² cada), um galpão de larvicultura, galpão de manutenção de PL, contendo dois tanques de alvenaria. Para a larvicultura, considerou-se oito tanques de 2.000 L para o cultivo larval, quatro tanques de eclosão das larvas de 1.000 L e três tanques de 1.000 L para a desinfecção das fêmeas ovígeras, dos utensílios da larvicultura e para a ativação de bactérias. Os viveiros de manutenção de reprodutores serão retangulares com 1 m de profundidade, e dotados de sistema de abastecimento e escoamento individuais. Os diques, de 2 m de largura de crista, serão recobertos com grama em placas para evitar a erosão. Os viveiros de manutenção de reprodutores serão construídos em fundo de terra e protegidos com cobertura plástica para evitar queda de temperatura na água nos meses mais frios do ano. Com isto será possível a produção de pós-larvas o ano todo.

A estratégia de produção será igual em ASA e ASN. Consiste no fornecimento semanal de 314 milheiros de pós-larvas (PL) de *M. amazonicum* durante o ano todo. Semanalmente, dois tanques de cultivo de 2.000 L serão povoados com larvas recém eclodidas e dois serão despescados. A quantidade de PL produzida semanalmente (314 milheiros) possibilita a estocagem de 0,4 ha de viveiros de crescimento final considerando a densidade de 80 PL/m². A produção total de PL, considerando 16 ciclos por ano, será de 19.907 milheiros de PL. Esta quantidade de PL pode propiciar uma produção de 51 toneladas de camarão de 3,6 g na fase de crescimento final (com base em Moraes-Riodades, 2005).

A produção de pós-larvas divide-se em três partes: manutenção de reprodutores, larvicultura e manutenção de pós-larvas ou berçário primário. As instalações e o manejo considerado em cada fase foram desenvolvidos no Centro de Aquicultura da UNESP (Valenti *et al.*, 1998; Vetorelli, 2004; Sperandio, 2004; Moraes-Riodades, 2005; Maciel, 2007; Penteado *et al.*, 2007).

2.1.1. Formação e manutenção de reprodutores

O tamanho do plantel de reprodutores foi calculado considerando que apenas 5% do total de fêmeas do viveiro apresentam-se em condições iguais e ideais (ovos em estágio final de desenvolvimento embrionário) para a produção de larvas. A fertilidade considerada foi de 1.000 larvas/fêmea. A proporção macho:fêmea foi de 1:4. Dois viveiros com a mesma quantidade de animais foram projetados para que a captura das fêmeas ocorra a cada 15 dias. Este manejo impede estresse aos animais.

Para a formação do plantel de reprodutores foi considerada a compra de pós-larvas a um preço de R\$ 20,00 o milheiro na quantidade três vezes maior do que o necessário para montar os dois viveiros de manutenção de reprodutores. Primeiramente, estas pós-larvas serão estocadas nos tanques de berçário primário na densidade de aproximadamente 4,3 PL/L. Esta densidade é baixa comparada com o que a espécie suporta (Penteado *et al.*, 2007) e isto fará com que as PL atinjam maior tamanho em menos tempo. As pós-larvas serão alimentadas com ração peletizada (28% de proteína bruta) na quantidade de 30% da biomassa dos animais (biomassa inicial da pós-larva de 7 mg). Após 30 dias, estas pós-larvas serão estocadas em um viveiro de 1.000 m², previamente preparado, na densidade de 76 animais/m² por 60 dias. A ração será fornecida diariamente na proporção de 2,5 g por m² do viveiro. Após este período, os animais serão selecionados para a formação do plantel

de reprodutores e serão estocados na densidade de 20 animais/m² em dois viveiros de 700 m².

A calagem dos viveiros será realizada uma vez ao ano e a adubação será realizada três vezes ao ano na quantidade de 1 t de calcário/ha e 3 t de esterco bovino/ha, respectivamente. Os animais serão alimentados com ração peletizada (28% de proteína bruta), duas vezes ao dia, fornecida a lanço em toda a área do viveiro. No primeiro mês de cultivo a quantidade de alimento foi calculada considerando a área do viveiro (2,5 g de ração/m²). A partir do segundo mês, a quantidade de ração será calculada considerando a estimativa do peso médio dos animais e a sobrevivência apresentada na Tabela 1, sendo a porcentagem da ração em relação a 5% da biomassa total.

Tabela 1: Peso médio e sobrevivência de *M. amazonicum* ao longo dos meses de cultivo.

	Meses de cultivo			
	2º	3º	4º	5º
Peso médio (g)	0,95	2,37	4,45	8
Sobrevivência (%)	96	92	88	84

A cada 3 anos, estes reprodutores serão substituídos por outros formados na própria estação. Os reprodutores serão vendidos ao comércio local. O dinheiro desta venda será destinado à formação do novo plantel, portanto, estes gastos e receitas não foram considerados na análise econômica.

As fêmeas com os ovos em estágio final de desenvolvimento embrionário serão coletadas dos viveiros de reprodutores e desinfetadas com solução de formol 25 ppm por 30 minutos. As 560 fêmeas serão estocadas em dois tanques (1.000 L) de eclosão de larvas na densidade de 0,28 fêmeas/L. Os tanques serão construídos em fibra de vidro. Estes serão pintados de preto e terão uma parte clara, separada por tela, para atrair as larvas após a eclosão. Dois tanques de 1.000 L irão compartilhar um biofiltro de 400 L. Abrigos e substratos serão colocados nos tanques para evitar competição entre as fêmeas. A água do

tanque de eclosão será mantida a 29°C por dois aquecedores de 500 W, e terá aeração constante. A água do cultivo será mantida na salinidade 5.

2.1.2. *Larvicultura*

As larvas recém eclodidas serão cultivadas em oito tanques que operam em sistema fechado dinâmico. Estes tanques de cultivo serão circulares, com 2.000 L úteis, construídos em fibra de vidro. Cada dois tanques de cultivo irão compartilhar um biofiltro de 800 L. A densidade de estocagem será de 140 larvas/L. A temperatura do tanque de cultivo larval será mantida em 30°C por quatro aquecedores de 500 W. A aeração de todos os tanques do laboratório será mantida por um soprador de 5 HP. Também foi previsto um soprador reserva com a mesma capacidade. Um gerador de acionamento automático de 15.000 KVA será ativado caso ocorra quedas de energia.

No manejo 1 (ASA), os tanques de cultivo larval serão preenchidos com água salobra artificial preparado com sais de pureza P.A. A água será preparada com sais macroelementos e microelementos da água do mar (Tabela 2). No manejo 2 (ASN), os tanques de cultivo larval serão preenchidos com água salobra natural, proveniente do litoral norte do Estado de São Paulo. A água será transportada em tanques plásticos de 200 L, em caminhões. Cada viagem trará 15.000 litros de água do mar a um custo de R\$ 2,50 por quilômetro rodado, ou seja, um custo de R\$ 2.500,00 por viagem. A cada semana um conjunto de dois tanques de cultivo larval de 2.000 L será povoado. O cultivo larval em água salobra artificial e natural tem duração de 18 dias. Foi considerado um ciclo de 23 dias, devido aos cinco dias de vazio sanitário necessário na larvicultura.

Tabela 2. Macroelementos e microelementos utilizados na preparação da água do mar artificial (adaptado de Bidwell e Spotte, 1985).

Macroelementos (MA)	
Sais	g/L de água doce
Cloreto de Sódio (NaCl)	27,6
Sulfato de Magnésio (MgSO ₄ . 7H ₂ O)	6,9
Cloreto de Magnésio (MgCl ₂ . 6H ₂ O)	5,4
Cloreto de Cálcio (CaCl ₂ . 2H ₂ O)	1,4
Cloreto de Potássio (KCl)	0,6
Bicarbonato de Sódio (NaHCO ₃)	0,2
Microelementos (MI)	
Sais	g/L de água doce
Brometo de Potássio (KBr)	0,027
Cloreto de Estrôncio (SrCl ₂ .6H ₂ O)	0,020
Sulfato de Manganês (MnSO ₄ .H ₂ O)	0,004
Fosfato de Sódio (Na ₂ HPO ₄ .7H ₂ O)	0,004
Cloreto de Lítio (LiCl)	0,001
Molibdato de Sódio (Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O)	0,001
Tiosulfato de Sódio (Na ₂ S ₂ O ₃ .5H ₂ O)	0,001

As larvas serão alimentadas com náuplios recém eclodidos de *Artemia* (4-10 náuplios/mL/dia, segundo Vetorelli, 2004). Os náuplios serão eclodidos em tanques de 40 L em água salobra com salinidade 25 na densidade de até 2,5 g de cisto de *Artemia*/L. A água para a eclosão de *Artemia* será preparada com sal grosso para consumo animal (25 g/L) e bicarbonato de sódio (2 g/L). A taxa de eclosão considerada foi de 150.000 náuplios/g de cisto. A partir do 6º dia de cultivo, a alimentação será complementada com dieta úmida (55-101 µg de ração/mL/dia, segundo Vetorelli, 2004). Análises de água (amônia e nitrito) serão realizadas por kits colorimétricos a cada dois dias (nove análises para cada conjunto de tanques de cultivo larval).

Antes do início do ciclo, todos os utensílios e tanques serão desinfetados com solução de cloro (100 ppm). Diariamente, solução de cloro (200 ppm) será colocada nos

pedilúvios (40 L) do laboratório. Antes do primeiro ciclo de produção, os substratos para as bactérias nitrificantes serão formados. Devem ser acrescentados aos conjuntos de tanques: 1 g de NH_4Cl , 0,625 g de NaNO_2 e 1,1 g de CaCO_3 para cada 100 L de água salobra. O tanque de ativação de bactérias (1.000 L) receberá diariamente 40 ppm de NH_4Cl para a manutenção das bactérias nitrificantes.

2.1.3. Manutenção de PL ou berçário primário

As pós-larvas recém metamorfoseadas serão mantidas por até 7 dias em tanques de alvenaria (10.000 L) pintados de tinta epóxi preta com sistema fechado de recirculação de água. A densidade de estocagem será de 16 PL/L (Penteado *et al.*, 2007). Telas serão dispostas verticalmente nos tanques para servirem de substrato para as PL. Os dois tanques (10.000 L cada) serão instalados em galpão coberto. Cada tanque de manutenção receberá a produção de um tanque de cultivo larval. As PL serão alimentadas com ração peletizada (28% de PB) na quantidade de 30% do peso úmido divididos em quatro refeições diárias (Triana *et al.*, 2007). As pós-larvas (com peso final médio de 20 mg) serão embaladas em sacos plásticos de 60 L (45 litros úteis) com 2/3 de oxigênio e 1/3 de água. A densidade do transporte será de 11,6 g/L (Sperandio, 2004).

2.2. Dados de produção

Os dados que foram assumidos para definir os gastos com a larvicultura estão apresentados na Tabela 3. A produtividade considerada foi 20% menor que a obtida em experimentos realizados no Setor de Carcinicultura do CAUNESP. A partir desses dados e da produção anual considerada definiu-se as instalações.

Tabela 3: Dados de produção assumidos para a análise econômica de dois tipos de manejo (água salobra artificial e natural).

Itens	Parâmetros técnicos
Manutenção de reprodutores	
Densidade de estocagem (animais/m ²)	20
Proporção macho:fêmea	1:4
Fertilidade (larvas/fêmea)	1.000
Densidade no tanque de eclosão (fêmea/L)	0,28
Larvicultura	
Densidade de estocagem (larvas/L)	140
Povoamento inicial por tanque de cultivo de 2.000 L (larvas)	280.000
Porcentagem final de PL (resultados experimentais)	70
Porcentagem final de PL considerada (20% menor)	56
População final no tanque de cultivo (larvas)	156.800
Produtividade (PL/L)	78
Dias por ciclo	23
Número de ciclos por ano	16
Produção por ciclo (milheiro de PL)	1.254
Produção por ano (milheiro de PL)	19.907
Manutenção de PL	
Densidade de PL nos tanques de manutenção (PL/L)	16
População estocada em cada tanque (PL)	156.800

2.3. Parâmetros econômicos

As análises de investimento, os custos e retornos, a análise do fluxo de caixa e os indicadores de viabilidade econômica foram determinados para os dois tipos de manejo (ASA e ASN). O preço de venda do milheiro de PL de *M. amazonicum* foi estimado em R\$14,00 já que não há produção comercial desta espécie. Este preço foi calculado com base na porcentagem do custo total de produção (45%) que as PL representam na produção de 1 kg de camarão (Moraes-Rioldades, 2005). Os preços dos equipamentos e insumos foram obtidos na região de Ribeirão Preto, SP no período de janeiro a abril de 2008.

2.4. Análises de viabilidade econômica

2.4.1. *Análise do investimento inicial*

O investimento inicial considerado para a instalação da larvicultura hipotética do camarão-da-amazônia incluiu: os gastos com a formação do plantel de reprodutores, a construção de um viveiro de 1.000 m² e dois viveiros de 700 m² para a manutenção de reprodutores com cobertura plástica (estufa); a construção do galpão de larvicultura e do galpão de manutenção de pós-larvas; construção do almoxarifado e escritório; a compra de tanques, equipamentos (sopradores, gerador, refratômetro, balança etc) e outros utensílios (balde, rede, béqueres etc); os gastos com o projeto técnico (6,5% do investimento inicial), levantamento topográfico (R\$ 1.500,00) e legalização da atividade (R\$ 1.000,00). Para a larvicultura que utiliza água natural foi considerada a compra de 75 tanques plásticos de 200 L e motobomba para o transporte da água do mar natural.

2.4.2. *Análise de custos e retornos*

Foram consideradas duas estruturas de custo de produção. Na primeira, descrita por Shang (1990), o custo total (CT) foi dividido em custo fixo e custo variável. O custo fixo (CF) é definido como os custos que não variam com a produção. O CF inclui os gastos com a mão-de-obra fixa; os custos de oportunidade da terra, do capital e do empresário; a manutenção de equipamentos e benfeitorias e a depreciação dos itens do investimento. Estes itens foram calculados como:

- Mão-de-obra fixa: um profissional de nível superior com salário mensal de R\$ 2.000,00 e 42% de encargos sociais (Scorvo Filho *et al.*, 2004) sobre o salário; três funcionários com salário mensal de R\$ 500,00 e custos com encargos sociais (42%).

- Custos oportunidade:
 - Terra: remuneração de R\$ 56,82/ha/mês, estimado com base no preço do arrendamento para a cana-de-açúcar (IEA/CATI-SAAESP, 2008)
 - Capital fixo: remuneração de 12% ao ano sobre o valor do capital médio investido
 - Empresário: remuneração do empresário com um e meio salário mínimo (SM) ao mês (SM de R\$ 415,00).
- Manutenção: manutenção de equipamentos e benfeitorias (2% do valor de compra ao ano).
- Depreciação: depreciação dos itens do investimento, calculado pelo método linear, de acordo com a vida útil de cada item.

O custo variável (CV) considera todos os custos que são influenciados pela produção. Foi considerado como custo variável: os insumos (cistos de *Artemia*, ração úmida para larvas, ração para reprodutores, ração para a manutenção da PL, produtos químicos, óleo diesel e motor para o gerador, kits para análises de água, embalagens, material para escritório e água de cultivo (artificial ou natural)), mão-de-obra eventual, contribuição previdenciária rural (2,85% a.a. da receita bruta), energia elétrica, telefone e os juros (8,75% a.a sobre a metade do capital circulante que corresponde ao custo variável somados a mão-de-obra fixa e manutenção de equipamentos e benfeitorias). A receita bruta (RB) foi calculada considerando a produção anual e o preço de venda. O lucro foi calculado considerando a RB menos o CT. O nivelamento (“Break-even”) da produção foi calculado dividindo o CT pelo preço de venda do milheiro de PL.

Na segunda estrutura de análise de custo, descrita por Matsunaga *et al.* (1976) e Martins & Borba (2006), é definido o custo operacional efetivo (COE) e o custo

operacional total (COT). São considerados COE os gastos com insumos, mão-de-obra fixa e eventual, manutenção de equipamentos e benfeitorias, despesas com máquinas, impostos, embalagens, energia elétrica e telefone. O COT inclui o COE mais a depreciação. Este tipo de custo considera o que realmente é gasto em dinheiro com a produção e não remunera todos os fatores de produção como os custos oportunidade, sendo, portanto um bom indicador para análises à curto prazo (Scorvo Filho *et al.*, 2004). A receita líquida foi calculada considerando a RB menos o COT.

2.4.3. Análise do fluxo de caixa e dos indicadores econômicos

Os indicadores de viabilidade econômica foram calculados com base no fluxo líquido de caixa projetado para 15 anos e taxa de desconto de 12% ao ano. O fluxo líquido foi calculado pela diferença entre as entradas e as saídas. Nas entradas, além da receita bruta e do capital de giro foi considerado o valor residual dos itens do investimento ao final do horizonte de 15 anos. O valor residual foi calculado para todos os itens dos investimentos que possuem vida útil superior ao horizonte do projeto. A receita bruta no 1º e no 2º ano do fluxo de caixa foi considerada de 70 e 90% do valor projetado, respectivamente devido à fase de adequação da tecnologia. Nas saídas foram incluídos, no momento zero do fluxo de caixa, o investimento inicial e o capital de giro (despesas para realizar os três primeiros ciclos de produção), e ao longo do horizonte do projeto, as despesas operacionais e os reinvestimentos periódicos de equipamentos e materiais com vida útil inferior a 15 anos. Nas despesas operacionais foram considerados somente os gastos operacionais em dinheiro, excluindo, portanto, os juros sobre o capital investido e circulante, o arrendamento de terra, a depreciação e a remuneração do empresário.

Os indicadores de viabilidade considerados foram: o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), período de retorno do capital (PRC) e relação benefício custo (RBC) calculados de acordo com Jolly & Clonts (1993), segundo as equações:

Valor Presente Líquido (VPL):

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FLC_t}{(1+i)^t} - FLC_0$$

Taxa Interna de Retorno (TIR):

$$\sum_{t=1}^n \frac{FLC_t}{(1+TIR)^t} - FLC_0 = 0$$

Período de Retorno do Capital (PRC):

$$\sum_{t=0}^n FLC_t = 0$$

Relação Benefício-Custo (RBC):

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FLC_t}{(1+i)^t}}{FLC_0}$$

Sendo que:

FLC= fluxo líquido de caixa

FLC₀= fluxo líquido de caixa no momento zero (inclui o investimento inicial + capital de giro)

i = taxa de desconto

n = número de anos em operação (0, 1, 2,...*n*)

t = ano

2.4.4. *Análise de sensibilidade*

Análises de sensibilidade foram realizadas para compreender como o empreendimento se comporta quando os itens mais participativos no custo de produção são alterados. As análises foram realizadas para os dois manejos (ASA e ASN). As três primeiras foram definidas com base nos fatores de risco em larviculturas de espécies aquáticas, ou seja, o preço de venda do milheiro de PL, o custo dos custos de *Artemia*

(Sorgellos *et al.*, 1998) e produção (milheiro de PL). A quarta análise considera a reutilização da água da larvicultura; para isto foi acrescentado no investimento um tanque de 6.000 L e um tanque de 2.500 L para o armazenamento de água e uma motobomba. A quinta análise, realizada para a larvicultura que opera em ASA, considera a preparação da água salobra artificial com somente 8 íons. Neste cenário o tempo de cultivo aumenta em 10%. A sexta análise considera a localização da larvicultura em relação ao litoral. A sétima análise considera a contratação de mais um funcionário fixo e o aumento do salário para os funcionários não especializados.

Desta forma os cenários da análise de sensibilidade ficaram:

- Cenário 1 - queda no preço de venda em 30%: de R\$ 14,00 para R\$ 9,80.
- Cenário 2 - aumento do preço dos cistos de *Artemia* em 100%: de R\$ 100,00/kg para R\$ 200,00/kg.
- Cenário 3 - queda na produtividade em 40% de 1.254 milheiros/ciclo para 753 milheiros/ciclo.
- Cenário 4 - reutilização da água de cultivo por 2 ciclos de produção.
- Cenário 5 - preparação da água do mar artificial com 8 íons (macroelementos + brometo de potássio).
- Cenário 6 - distância para o transporte da água do mar natural de 1.000 km.
- Cenário 7 – aumento de um funcionário fixo (de 3 para 4 funcionários) e aumento do salário dos funcionários fixos para dois salários mínimos (de R\$ 500,00 para R\$ 830,00).

3. Resultados e Discussão

O investimento inicial para a instalação da estação (obras civis, equipamentos, construção de viveiros, legalização, projeto técnico etc) de produção de pós-larvas (PL) de *M. amazonicum* foi de R\$ 257.977,40 para a larvicultura que utiliza água salobra artificial

(ASA) e de R\$ 263.600,60 para água a larvicultura que utiliza água salobra natural (ASN) (Tabela 4). A larvicultura que utiliza água salobra natural necessita acrescentar ao investimento inicial os custos com a motobomba e os tanques que servirão para o transporte, no entanto, este custo representa somente 2% do total investido.

A implantação do galpão de larvicultura (obras civis, tanques e equipamentos) representa 38% do total gasto na instalação da estação. Os gastos com projeto técnico, taxas para regularização e gastos com topografia e plantas somaram 7% do total investido (Tabela 4, itens D, E e F). As obras civis (construção de galpões, escritório e tanques de alvenaria) representam os mais importantes custos do investimento inicial (33%), seguido pela construção de viveiros com a cobertura plástica (23%) e equipamentos (15%) (Tabela 4). A cobertura plástica nos viveiros de reprodutores proporciona a continuidade de ciclos de produção ao longo do ano. Em regiões onde não há limitações climáticas, ou seja, temperaturas altas todo o ano, este tipo de investimento é dispensável e provavelmente os indicadores econômicos serão melhores.

Rhodes (2000) citou o investimento de vários tipos de larvicultura de *Macrobrachium* no mundo. Segundo o autor o investimento varia com a capacidade de produção por ano de milheiro de pós-larvas. O investimento médio (investimento inicial/produção anual) para larviculturas localizadas na Ásia foi de US\$ 12.40 (R\$ 20,83¹) e nos EUA e América Latina foi de US\$ 18.99 (R\$ 31,90) (Rhodes, 2000). O investimento médio (presente estudo) foi de R\$ 12,96 para ASA e de R\$ 13,24 para ASN. O valor do investimento inicial depende da região de implantação do projeto e da tecnologia utilizada. Portanto, comparações com outros projetos são difíceis e nem sempre o investimento é proporcional à produção.

A estimativa das despesas anuais para as duas larviculturas é apresentada na Tabela 5. O total das despesas foi de R\$ 143.233,31 para o manejo 1 (ASA) e de R\$ 139.977,87

¹ R\$ 1,00 = US\$ 1.68 (maio de 2008)

para o manejo 2 (ASN) (Tabela 5). As despesas operacionais também são dependentes do local de implantação do projeto e da tecnologia utilizada. O local de implantação define os custos com o transporte da água do mar natural e dos insumos (dependendo da disponibilidade destes na região). Os maiores custos são com a mão-de-obra fixa (40 – 41%), seguido pelos custos de *Artemia* (15 – 15%) e água de mar (14 - 12%) para ASA e ASN, respectivamente. A energia elétrica representa um alto custo em uma larvicultura comercial (aproximadamente 11%). A maior participação destes custos é em relação ao funcionamento do soprador (51%) e do aquecimento da água (41%) (Tabela 6). Métodos alternativos a energia elétrica para o funcionamento de equipamentos devem ser testados e avaliados para aumentar a sustentabilidade econômica e ambiental.

Tabela 4: Investimento para a instalação da fazenda de produção de PL de *M. amazonicum* em água salobra artificial (ASA) e água salobra natural (ASN)*. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Itens	Artificial	%	Natural	%
A. Reprodutores				
A.1. Insumos para a formação do plantel	2.251,28	0,87	2.251,28	0,85
A.2. Equipamentos e Utensílios	3.402,60	1,32	3.402,60	1,29
A.3. Construção de viveiros	61.096,52	23,68	61.096,52	23,18
B. Larvicultura				
B.1. Tanques de cultivo e eclosão	18.229,00	7,07	18.229,00	6,92
B.2. Sistema de distribuição de ar	3.547,04	1,37	3.547,04	1,35
B.3. Sistema de distribuição de água	17.407,40	6,75	17.407,40	6,60
B.4. Materiais para tanques	2.615,84	1,01	2.615,84	0,99
B.5. Equipamentos	38.490,90	14,92	39.770,90	15,09
B.6. Utensílios	5.416,48	2,10	9.416,48	3,57
B.7. Obras civis	63.378,50	24,57	63.378,50	24,04
C. Manutenção de pós-larvas (PL)				
C.1. Utensílios	1.495,00	0,58	1.495,00	0,57
C.2. Sistema de distribuição de ar	782,04	0,30	782,04	0,30
C.3. Drenagem dos tanques	190,24	0,07	190,24	0,07
C.4. Sistema de distribuição de água	129,15	0,05	129,15	0,05
C.5. Obras civis	21.452,90	8,32	21.452,90	8,14
D. Projeto técnico	15.592,52	6,04	15.935,72	6,05
E. Taxa de regularização do projeto	1.000,00	0,39	1.000,00	0,38
F. Topografia e Plantas	1.500,00	0,58	1.500,00	0,57
TOTAL	257.977,40	100,00	263.600,60	100,00

*Obtidos a partir do Anexo 3.

Tabela 5: Despesas operacionais anuais para a produção de pós-larvas de *M. amazonicum* em água salobra artificial e água salobra natural*. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Itens	Artificial	%	Natural	%
1. Insumos				
Adubo orgânico	15,54	0,01	15,54	0,01
Água do mar	20.228,58	14,12	16.927,54	12,09
Bicarbonato de sódio	718,12	0,50	718,12	0,51
Calcário	5,46	0,00	5,46	0,00
Cistos de <i>Artemia</i>	21.319,89	14,88	21.319,89	15,23
Cloreto de amônio	120,77	0,08	120,77	0,09
Embalagens	2.745,76	1,92	2.745,76	1,96
Formol	7,62	0,01	7,62	0,01
Hipoclorito de cálcio	149,84	0,10	149,84	0,11
Kit amônia	111,98	0,08	111,98	0,08
Kit nitrito	68,56	0,05	68,56	0,05
Material de escritório	1.586,96	1,11	1.586,96	1,13
Nitrito de sódio	2,59	0,00	2,59	0,00
Ração para pós-larvas	301,41	0,21	301,41	0,22
Ração para reprodutores	2.933,41	2,05	2.933,41	2,10
Ração úmida para larvas	1.023,04	0,71	1.023,04	0,73
Recarga de oxigênio	624,66	0,44	624,66	0,45
Sal grosso	916,76	0,64	916,76	0,65
2. Mão-de-obra				
mão-de-obra eventual	1.200,00	0,84	1.200,00	0,86
mão-de-obra fixa	25.560,00	17,85	25.560,00	18,26
mão-de-obra fixa especializada	34.080,00	23,79	34.080,00	24,35
3. Despesas de máquinas				
Óleo diesel para o gerador	183,77	0,13	183,77	0,13
Óleo motor para o gerador	20,00	0,01	20,00	0,01
4. Contribuição previdenciária rural	7.942,81	5,55	7.942,81	5,67
5. Energia elétrica	15.168,64	10,59	15.168,64	10,84
6. Telefone	1.661,54	1,16	1.661,54	1,19
7. Manutenção	4.535,61	3,17	4.581,21	3,27
TOTAL	143.233,31	100,00	139.977,87	100,00

*Obtidos a partir dos anexos 4 e 5.

Tabela 6: Consumo de energia elétrica para a produção de 1.254 milheiros de pós-larvas de *M. amazonicum*. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Equipamento	Quantidade	Horas/dia	KWh/ciclo	R\$/KWh/ciclo*	%
Compressor Radial 5 HP	1	24	2.722	489,99	51
Aquecedor 50 W	10	6	68	12,25	1
Aquecedor 500 W	32	6	2.178	392,00	41
Lâmpada 40 W	9	12	98	17,64	2
Lâmpada 22 W	21	12	126	22,64	2
Lâmpada 25 W	5	12	34	6,12	1
Refrigerador 300 W	1	10	68	12,25	1
Ventilador 120 W	1	6	16	2,94	0
TOTAL				955,83	100

* Valor do KWh em maio de 2008, São Paulo = R\$ 0,18

O custo por m³ da água do mar artificial é de R\$ 199,17 considerando sais altamente purificados produzidos para análise (P.A.) (Tabela 7). Entre estes, o cloreto de sódio representa 52% dos custos (Tabela 7). A utilização do cloreto de sódio com grau de pureza intermediário (U.S.P.) (R\$ 3,20/kg) e comercial (R\$ 0,90) diminui o custo por m³ da água do mar artificial para R\$ 184,54 e R\$ 121,06, respectivamente. No entanto, pesquisas devem ser realizadas para determinar os indicadores produtivos utilizando estes tipos de sais (U.S.P. e comercial). O custo da água do mar artificial não varia com a distância da larvicultura do litoral, mas pode variar em relação à disponibilidade dos sais na região e do frete com transporte. A água do mar natural varia com a distância do litoral, devido ao transporte. Em larviculturas distantes até 600 km do litoral o custo da água do mar natural é menor do que a água do mar artificial (Figura 1).

Tabela 7: Custo da água do mar artificial preparada com sais com grau de pureza P.A. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Sais	g/m ³	Preço	Total	%
		Kg	R\$/m ³	
Cloreto de Sódio	27600	3,73	102,95	51,69
Sulfato de Magnésio	6900	5,29	36,50	18,33
Cloreto de Magnésio	5400	5,88	31,75	15,94
Cloreto de Cálcio	1400	8,47	11,86	5,95
Cloreto de Potássio	600	14,6	8,76	4,40
Bicarbonato de Sódio	200	7,73	1,55	0,78
Brometo de Potássio	27	30,2	0,82	0,41
Cloreto de Estrôncio	20	194,6	3,89	1,95
Sulfato de Manganês	4	37,9	0,15	0,08
Fosfato de Sódio	4	11,9	0,05	0,02
Cloreto de Lítio	1	450,4	0,45	0,23
Molibdato de Sódio	1	434	0,43	0,22
Tiosulfato de Sódio	1	12,4	0,01	0,01
TOTAL			199,17	100,00

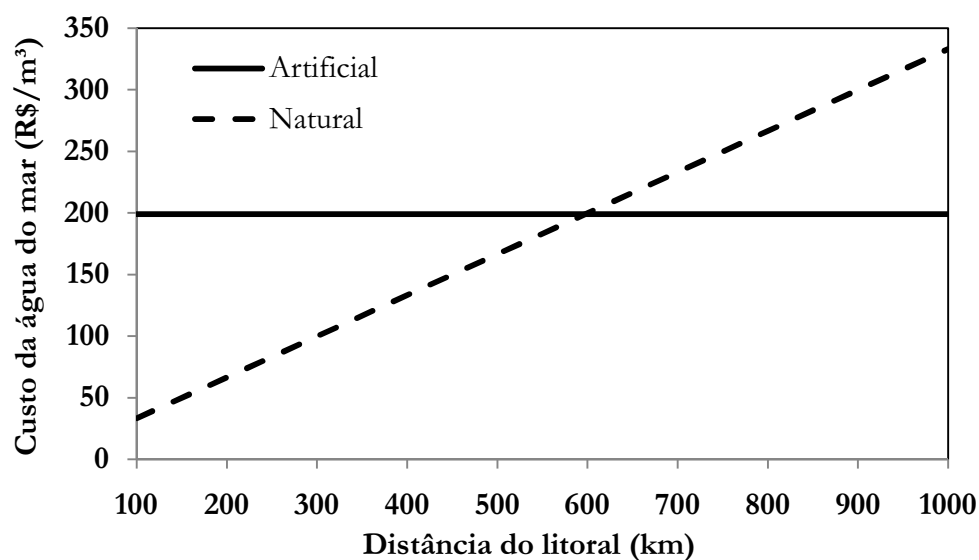


Figura 1: Variação do custo da água do mar artificial e natural em função da distância do litoral. Considerou-se a água do mar artificial composta pelos sais macroelementos e microelementos (Tabela 2). O custo da água do mar natural foi determinado, considerando o valor de R\$ 2,50/km para um transporte de 15.000 L de água do mar

Os custos de produção estão apresentados nas tabelas 8 e 9. A maior participação do custo total é com a mão-de-obra fixa ($\approx 32\%$), seguida pelos insumos ($\approx 28\%$) e energia elétrica e telefone ($\approx 9\%$) (Tabela 8). Os custos de produção são maiores na larvicultura que opera em água salobra artificial do que com a água natural (Tabela 8), isto porque na distância utilizada (500 km do litoral) o preço do m^3 da água do mar natural é menor do que na água do mar artificial (Figura 1). O Custo total médio (CTm) foi de R\$ 9,25 para ASA e de R\$ 9,11 para ASN (Tabela 8). O CTm representa o preço de nivelamento ou o preço mínimo para cobrir o custo total de produção de cada unidade de produto (Shang, 1990). Este custo remunera todos os fatores de produção, ou seja: custo de oportunidade da terra, do capital e do empresário. No entanto, para análises de curto prazo (análises de emergência) é aconselhável utilizar o custo operacional efetivo médio (COEm) (Scorvo Filho *et al.*, 2004). Este foi de R\$ 7,20 para ASA e de R\$ 7,03 para ASN (Tabela 9). Este valor cobre as despesas operacionais, ou seja, o mínimo que o produtor pode vender seu produto para cobrir os desembolsos. Nesta estrutura não são considerados os custos oportunidades, sendo, portanto restritiva para análises de longo prazo (Scorvo Filho *et al.*, 2004). Os custos de produção de PL de *M. amazonicum* cultivado em água salobra natural diminuíram 25% nos últimos quatro anos, de R\$ 12,19 em 2004 (Vetorelli *et al.*, 2006) para R\$ 9,11 em 2008 (presente estudo) o milheiro de PL. Essa queda nos custos deve-se principalmente ao aperfeiçoamento da tecnologia de produção do camarão-da-amazônia que esta sendo desenvolvida pelo CAUNESP desde 2000. As principais mudanças ocorridas no manejo nestes últimos anos e que possibilitou esta diminuição nos custos foram em relação a salinidade utilizada (presente estudo) que proporcionou maior produtividade, densidade de estocagem na manutenção de PL (Penteado *et al.*, 2007), manejo alimentar das PL (Triana, *et al.*, 2007) e densidade de estocagem no transporte de PL (Sperandio, 2004). O ponto de nivelamento da produção, ou seja, a quantidade mínima

de milhares de PL que deve ser produzido por ano para que o produtor não tenha prejuízo foi de 13.152 e 12.952 para ASA e ASN, respectivamente (Tabela 8).

O lucro e a receita líquida foram positivos em ambos os manejos (ASA e ASN) (Tabela 8 e 9). O lucro anual foi de R\$ 94.561,73 para ASA e de R\$ 97.361,58 para ASN (Tabela 8). Já os valores da receita líquida anual foram de R\$ 120.266,52 para ASA e de R\$ 123.169,96 para ASN (Tabela 9). A receita líquida deve ser entendido como o resíduo que deve remunerar terra, capital e empresário (Scorvo Filho, *et al.*, 2004).

Tabela 8: Custos e Retornos anuais da produção e de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* em água salobra artificial e água salobra natural. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Itens	Artificial	%	Natural	%
A. Custos				
1. Custos Fixos				
1.1. Mão-de-obra fixa	59.640,00	32,39	59.640,00	32,89
1.2. Custo oportunidade				
1.2.1. Arrendamento da terra	681,82	0,37	681,82	0,38
1.2.2. Juros sobre o capital investido ¹	11.286,51	6,13	11.532,53	6,36
1.2.3. Remuneração do empresário	7.470,00	4,06	7.470,00	4,12
1.3. Manutenção de equipamentos e benfeitorias ²	4.535,61	2,46	4.581,21	2,53
1.4. Depreciação de equipamentos e benfeitorias	15.195,13	8,25	15.547,13	8,57
Total Custo Fixo	98.809,06	53,66	99.452,68	54,85
2. Custos Variáveis				
2.1. Insumos	52.880,94	28,72	49.579,90	27,34
2.2. Mão-de-obra eventual	1.200,00	0,65	1.200,00	0,66
2.3. Despesas de máquinas	203,77	0,11	203,77	0,11
2.4. Contribuição previdenciária rural ³	7.942,81	4,31	7.942,81	4,38
2.5. Energia elétrica e telefone	16.830,19	9,14	16.830,19	9,28
2.6. Juros sobre o capital circulante ⁴	6.266,46	3,40	6.124,03	3,38
Total Custo Variável	85.324,17	46,34	81.880,69	45,15
Custo Total de Produção	184.133,23	100,00	181.333,37	100,00
Custo Fixo médio	4,96		5,00	
Custo Variável médio	4,29		4,11	
Custo Total médio	9,25		9,11	
Ponto de nivelamento (milheiro PL/ano)	13.152		12.952	
B. Retornos				
Receita Bruta	278.694,96		278.694,96	
Lucro (RB - CT)	94.561,73		97.361,58	

¹12% ao ano sobre 50% do investimento; ²2% ao ano sobre o valor de compra; ³2,85% sobre a receita bruta; ⁴8,75% ao ano sobre 50% das despesas operacionais.

Tabela 9: Custos operacionais e retornos anuais da produção e de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* em água salobra artificial e água salobra natural. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Itens	Artificial	Natural
A. Custos		
Custo operacional efetivo (COE)	143.233,31	139.977,87
Depreciação	15.195,13	15.547,13
Custo operacional total (COT)	158.428,44	155.525,00
COE médio	7,20	7,03
COT médio	7,96	7,81
B. Retornos		
Receita Bruta (RB)	278.694,96	278.694,96
Receita líquida (RB-COT)	120.266,52	123.169,96

Nos dois manejos (ASA e ASN), o fluxo de caixa foi positivo em todos os anos do horizonte (Tabela 10). Os valores do fluxo líquido apresentaram liquidez desde o início até o final do horizonte do projeto. Portanto, este projeto não necessita de financiamento. Os indicadores de rentabilidade como TIR, PRC, RBC e VPL obtidos a partir de um fluxo de caixa apresentaram indicadores favoráveis em ambos os manejos (Tabela 11). A TIR foi de 37% e o PRC de 3 anos (Tabela 11). No entanto, o manejo 2 (ASN) é o mais rentável, pois apresentou um excedente de R\$ 17.052,18 no VPL comparado com o manejo 1 (ASA).

Tabela 10: Fluxo de caixa da produção de *M. amazonicum* em água artificial e água natural. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

ANO	ARTIFICIAL			NATURAL		
	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo líquido (R\$)	Entradas (R\$)	Saídas (R\$)	Fluxo líquido (R\$)
0	0	285.054	-285.054 ¹	0	290.062	-290.062 ²
1	195.086	143.241	51.846	195.086	139.985	55.101
2	250.825	144.482	106.344	250.825	141.226	109.599
3	278.695	143.241	135.454	278.695	139.985	138.710
4	278.695	144.482	134.213	278.695	141.226	137.469
5	278.695	151.328	127.367	278.695	148.072	130.623
6	278.695	144.482	134.213	278.695	141.226	137.469
7	278.695	144.127	134.568	278.695	140.872	137.823
8	278.695	144.482	134.213	278.695	141.226	137.469
9	278.695	143.241	135.454	278.695	139.985	138.710
10	278.695	156.176	122.519	278.695	152.921	125.774
11	278.695	143.241	135.454	278.695	139.985	138.710
12	278.695	144.482	134.213	278.695	141.226	137.469
13	278.695	143.241	135.454	278.695	139.985	138.710
14	278.695	145.368	133.327	278.695	142.112	136.583
15	342.640	143.233	199.406	342.024	139.978	202.046

¹ Investimento inicial (R\$ 257.977) + capital de giro (R\$ 27.077); ² Investimento inicial (R\$ 263.601) + capital de giro (R\$ 26.462). *Dados obtidos a partir dos anexos 6 e 7.

Tabela 11: Indicadores econômicos da larvicultura em água salobra artificial e natural. Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Retorno do Capital (PRC), Relação Benefício Custo (RBC) e Valor Presente Líquido (VPL). Indicadores calculados com base em um fluxo de caixa de 15 anos.

Indicadores	Artificial	Natural
TIR (%)	37%	37%
PRC (anos)	2,94	2,90
RBC (R\$)	2,89	2,92
VPL (R\$)	539.505,64	556.557,81

A queda no preço de venda em 30% (de R\$ 14,00 para R\$ 9,80 o milheiro) ainda mantém o projeto viável economicamente, com TIR acima da taxa de desconto (12%) proposta (Tabela 12 e 13). O custo com as PL na fase de crescimento final pode chegar a 51% dos custos operacionais (Moraes-Riodades, 2005). Cada R\$ 1,00 pago pelo milheiro de PL equivale aproximadamente a R\$ 0,39 no custo com as PL para a produção de 1 kg de camarão. No entanto, a viabilidade da engorda depende muito mais do preço de venda do kg do camarão do que do custo com as PL (Moraes-Riodades, 2005).

O aumento do preço dos cistos de *Artemia* na análise de sensibilidade do projeto altera significativamente os indicadores econômicos (Tabela 12 e 13). Esta sensibilidade é muito importante, isto porque a *Artemia* é o principal alimento no cultivo de larvas de peixes e crustáceos (Sorgellos *et al.*, 1998). Além disso, os cistos apresentam irregularidade na produção e sofrem oscilação nos preços de mercado (Sorgellos *et al.*, 1998). Nos últimos cinco anos este valor oscilou em 100% em decorrência do valor do dólar. Os gastos com os cistos de *Artemia* podem diminuir em função de vários fatores, como: uso de cistos de alta qualidade; eficiência na eclosão dos cistos; aplicação de técnicas de enriquecimento; utilização de dietas de alta qualidade. A importância da otimização deve-se ao alto valor desse insumo (Lavens *et al.*, 2000).

O consumo de cistos de *Artemia* (g de cistos para cada 1.000 PL produzidas) no presente estudo foi de 11 g considerando uma taxa de eclosão de 150.000 náuplios/g de cisto. O gasto com cistos de *Artemia* na larvicultura de *M. amazonicum* é menor comparado com *M. rosenbergii* que é de 35 g/1000 PL (quantidade detalhada em Valenti, *et al.*, 1998). Isto porque o tempo de cultivo é aproximadamente 30% menor para *M. amazonicum*. Existe a tendência para reduzir a dependência de larviculturas de *Macrobrachium* pelos cistos de *Artemia*. Larvas de *M. amazonicum* aceitam a dieta inerte e aumentam o consumo após a retirada da *Artemia*, no entanto, a produtividade é bem menor com a retirada total dos náuplios (Maciel, 2007).

A queda na produtividade foi o principal fator de influência nos indicadores econômicos da produção de PL do camarão-da-amazônia. O projeto torna-se inviável com produção 40% menor do proposto para o cenário base (Tabela 12 e 13). A produção de PL em sistema intensivo, como o adotado para esta análise, requer grande cuidado por parte dos funcionários encarregados de cuidar dos tanques de cultivo larval. Além do manejo diário como limpeza dos tanques, fornecimento de alimentação e monitoramento das variáveis da água é bastante importante a observação diária das larvas e do tanque de cultivo, e este cuidado tem influência na sobrevivência final do tanque de cultivo. Portanto, a qualidade da mão-de-obra afeta diretamente a produtividade e a viabilidade econômica depende fundamentalmente da qualificação e empenho dos trabalhadores. Por estes motivos, o aumento de um funcionário e do salário mensal da mão-de-obra não especializada para R\$ 830,00 (dois salários mínimos) contribui para um maior empenho no manejo diário e possivelmente melhore os parâmetros técnicos. Neste cenário os indicadores de viabilidade são piores do que no cenário base, mas ainda assim o projeto é viável economicamente (Tabela 12 e 13).

A reutilização da água de cultivo proporciona uma sensível melhora nos indicadores de viabilidade econômica (Tabela 12 e 13) e contribui para um melhor aproveitamento dos recursos utilizados na preparação da água de cultivo. A reutilização da água pode ocorrer tanto para a água natural quanto para a artificial. Em sistema fechado dinâmico, a água do mar artificial não altera o processo de nitrificação e pode ser utilizada em no mínimo dois ciclos consecutivos de larvicultura (Valenti & Mallasen, 2002). A diferença do VPL do cenário original para o cenário com a reutilização da água é de R\$ 65.189,38 para ASA (Tabela 12) e de R\$ 53.692,88 para ASN (Tabela 13).

A preparação da água de cultivo com somente 8 íons piora o cenário base, mas mantém os indicadores bastante favoráveis (Tabela 12). O tempo de cultivo pode aumentar em 10% dependendo do manejo e principalmente da qualidade do alimento inerte

utilizado. O cultivo em água salobra artificial com somente oito íons acarreta menos ciclos de cultivo durante o ano e aumento no custo com *Artemia*. No entanto, esta é uma opção caso o produtor tenha dificuldades em comprar os sais da linha microelementos. A distância da larvicultura do litoral aumenta os custos com o transporte da água do mar natural, no entanto, este custo possui pequena representação nos indicadores econômicos (Tabela 13). Larviculturas instaladas distantes 1.000 km do litoral também apresentam indicadores favoráveis (Tabela 13). Comparando a Taxa Interna de Retorno (TIR) a larvicultura que utiliza água salobra artificial é mais rentável a partir da distância de 500 km do litoral (Figura 2). No entanto, larviculturas que utilizam água salobra natural instaladas até 2000 km do litoral apresentam TIR superior a taxa mínima de atratividade do projeto (12%) (Figura 2).

Tabela 12: Análise de sensibilidade para a larvicultura em água do mar artificial. Custo Total médio (CTm), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Retorno do Capital (PRC), Relação Benefício Custo (RBC) e Valor Presente Líquido (VPL). Indicadores calculados com base em um fluxo de caixa de 15 anos.

Cenários	CT médio	TIR (%)	PRC (anos)	RBC (R\$)	VPL (R\$)
Base	9,25	37%	2,99	2,89	539.505,64
1. Queda no preço de venda em 30%	9,12	13%	6,93	1,06	15.717,28
2. Aumento do preço da <i>Artemia</i> em 100%	10,37	30%	3,59	2,35	391.004,72
3. Queda na produtividade em 40%	15,14	3%	13,73	0,44	-158.878,84
4. Reutilização da água de cultivo	8,75	40%	2,80	3,10	604.695,01
5. Preparação da água de cultivo com 8 íons	9,76	32%	3,36	2,50	429.072,52
7. Aumento de 1 funcionário e do salário para R\$830,00	10,95	26%	4,00	2,08	313.994,87

Tabela 13: Análise de sensibilidade para a larvicultura em água do mar natural. Custo total médio (CTm), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Retorno do Capital (PRC), Relação Benefício Custo (RBC) e Valor Presente Líquido (VPL). Indicadores calculados com base em um fluxo de caixa de 15 anos.

Cenários	CT médio	TIR (%)	PRC (anos)	RBC (R\$)	VPL (R\$)
Base	9,11	37%	2,95	2,92	556.557,81
1. Queda no preço de venda em 30%	8,98	14%	6,61	1,11	32.769,46
2. Aumento do preço da <i>Artemia</i> em 100%	10,23	30%	3,53	2,39	408.056,90
3. Queda na produtividade em 40%	14,90	4%	12,37	0,51	-141.826,66
4. Reutilização da água de cultivo	8,70	39%	2,80	3,08	610.250,69
6. Distância de 1000 km do litoral	10,00	32%	3,41	2,49	437.348,35
7. Aumento de 1 funcionário e do salário para R\$ 830,00	10,81	27%	3,92	2,12	331.047,04

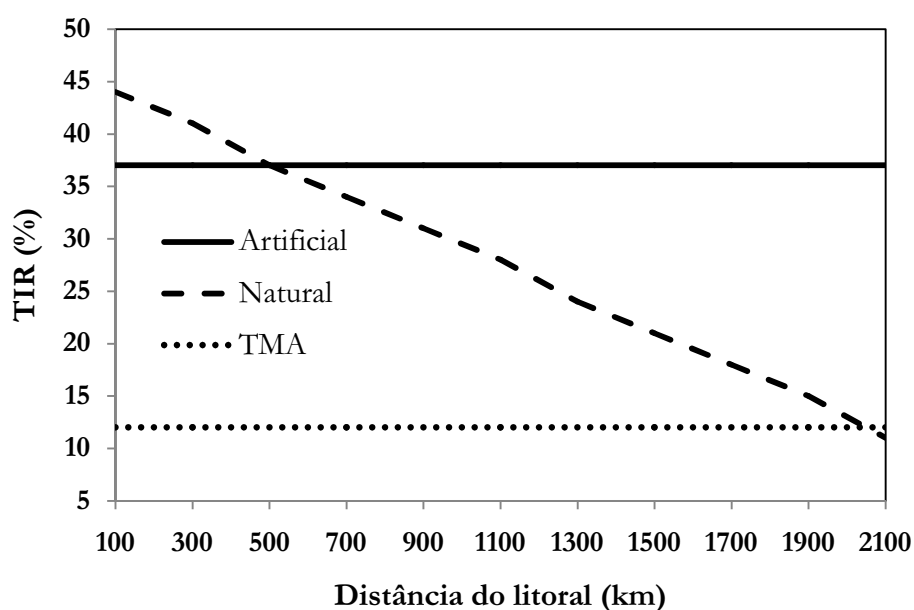


Figura 2: Variação da Taxa Interna de Retorno (TIR) da larvicultura que utiliza água do mar artificial e água do mar natural em função da distância do litoral (km). A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada no projeto foi de 12%.

A produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia é uma atividade economicamente viável apresentando indicadores econômicos interessantes para o

investidor. A larvicultura pode operar em sistema fechado dinâmico utilizando água do mar natural ou artificial. Larviculturas instaladas até 500 km do litoral são mais rentáveis utilizando água do mar natural. A partir desta distância, a larvicultura pode operar utilizando sais para a formulação da água do mar artificial. No entanto, a escolha do tipo de água a ser usada também deve levar em consideração as características do local de implantação da larvicultura, como por exemplo, disponibilidade de transportadoras para levar a água do mar ou disponibilidade dos sais utilizados na formulação da água salobra artificial.

4.Referências

- ARAUJO, M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265:187-193.
- BIDWELL, J.P.; SPOTTE, S. 1985. *Artificial seawaters: formulas and methods*. Jones and Bartlett Publishers, Inc.. Woods Hole, Massachusetts, USA. 349p.
- IEA/CATI-SAAESP, 2008. Arrendamento em dinheiro para a cana na região de Jaboticabal. <http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php>
- JOLLY, C.M.; CLONTS, H.A. 1993. *Economics of Aquaculture*. Food Products Press. New York, London, Norwood. 319 p.
- KUTTY, M.N.; HERMAN, F.; LE MENN, H. 2000. Culture of other prawn species. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Ed.). *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science. p. 393-410.
- LAVENS, P., THONGROD, S.; SORGELOOS, P. 2000. Larval prawn feeds and dietary importance of *Artemia*. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Ed.). *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science, pp. 91-111.
- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 131p.
- MARTINS, M.I.E.G., BORBA, M.M.Z., 2006. *Custo de produção*. Fcav/Unesp: Jaboticabal, 23 p.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N., 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola*. 23(1):123-139.

- MELO, G.A.S. 2003. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. In: MELO, G.A.S. (Ed.). *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo: Edições Loyola: 2003. P. 289-415.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTÁCEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 117p.
- MORAES-VALENTI, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of Intensification on grow-out of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(4):516-526.
- PENTEADO, J. M.A; HOMEM, B.D; MORAES-RIODADE, P.M.C.; VALENTI, W.C. 2007. Effect of stocking density and culture time on Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum* in indoor nursery. In: *World aquaculture society*. Puerto Rico. Latin American e Caribbean Chapter, 2007. p. 111.
- RHODES, R.J. 2000. Economics and Business Management. In: NEW, M. B.; VALENTI W.C. (Eds.) *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p.369-392.
- SCORVO-FILHO, J.D.; MARTINS, M.I.E.G; FRASCA-SCORVO, C.M.D. 2004. 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*. São Paulo, TecArt. P. 517-533.
- SHANG, Y.C. 1990 *Aquaculture Economic Analysis: An Introduction*. World Aquaculture Society, Baton Rouge. 211 p.
- SORGELOOS, P., COUTTEU, P., DHERT, P., MERCHIE, G.; LAVENS, P. 1998. Use of brine shrimp *Artemia* spp., in larval crustacean nutrition: a review. *Reviews in Fisheries Science*. 6 (1 e 2): 55-68.
- SPERANDIO, L.M. 2004. Transporte de pós-larvas e juvenis de camarões de água doce. Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 51 p.
- TRIANA, D.R.; VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C. 2007. Efecto de diferentes regimenes alimenticios em la fase de criadero del camarón amazónico, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia*, 54(2):213.
- VALENTI, W.C., HAYD, L.A., VETORELLI, M.P., MARTINS, M.I.E.G., 2007. Economic feasibility of the Amazon River Prawn farming to supply live bait shellfish market in Pantanal, South America. *Aquaculture Economics and Management* (Submitted).

- VALENTI, W.C.; DANIELS, W.H. 2000. Recirculation Hatchery Systems and Management. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. (Eds.) *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 69-90.
- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M. 2002. Concentrações de amônia, nitrito e nitrato em larvicultura do camarão *Macrobrachium rosenbergii*, realizada em sistema fechado com água salobra natural e artificial. *Acta Scientiarum*, 24:1183-1187.
- VALENTI, W.C.; MALLASEN, M.; SILVA, C.A. 1998. Larvicultura em sistema fechado dinâmico. In: VALENTI, W.C. (Ed.) *Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para a Produção de Camarões*. Brasília, FAPESP/IBAMA. p. 112- 139.
- VETORELLI M. P. 2004. Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em diferentes densidades de estocagem. Dissertação de Mestrado. Centro de Aquicultura da UNESP. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 89 p.
- VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C. 2004. Post-larvae productivity of Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* stocked at different densities. In: *3 Brazilian crustacean congress and the crustaceana society meeting*. 2004. Florianopolis/SC. 1(1), 129.
- VETORELLI, M.P.; VALENTI, W.C.; MARTINS, M.I.E.G. 2006. Viabilidade econômica da produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* em sistema fechado dinâmico, estocados em diferentes densidades In: *Aquaciência 2006* Bento Gonçalves 2006. p.2640-2640.



CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Larvas de *Macrobrachium amazonicum* são eurialinas e desenvolvem-se em salinidades variando de 1 a 30. No entanto, salinidades ao redor de 12 condicionam maior porcentagem de metamorfose em PL em menos tempo de desenvolvimento e menor custo de produção, para a população estudada.
2. No cultivo comercial, é adequado que se opte pelo manejo que traga os melhores indicadores econômicos. No caso da produção de PL de *M. amazonicum*, também é interessante para a atividade otimizar a instalação. A produção do camarão-da-amazônia na fase de crescimento final requer grande quantidade de PL, e isto também reforça a escolha da salinidade 12 como a ideal para o cultivo de larvas da espécie. Nesta salinidade o tempo de cultivo é menor o que possibilita maior numero de ciclos de produção por ano.
3. Para larviculturas comerciais é aconselhável a utilização da água salobra artificial com oito íons (água simplificada). Neste meio, a produtividade é igual ao das larvas cultivadas em água salobra natural, no entanto o tempo de cultivo pode aumentar em 10%.
4. A alimentação com ração úmida parece influenciar no tempo de cultivo de larvas cultivadas em água salobra artificial. Alguns microelementos podem ser absorvidos deste alimento durante o desenvolvimento larval e então as larvas cultivadas no meio simplificado podem alcançar o mesmo tempo de cultivo das larvas cultivadas no meio natural. Como nem sempre é possível conhecer todos os ingredientes minerais na formulação da ração úmida para a produção comercial é aconselhável a utilização dos sais da linha dos microelementos. O custo da água aumenta em 3% e

então o tempo de cultivo é igual ao da água natural. Esta escolha depende da disponibilidade dos sais na região de implantação da estação de larvicultura.

5. O crescimento larval foi influenciado pelo meio de cultivo. As larvas cultivadas em água salobra artificial acumularam menos biomassa do que as cultivadas em meio natural, provavelmente pelo maior gasto de energia para a manutenção do equilíbrio iônico em larvas cultivadas no meio artificial.
6. O tipo de substrato para bactérias utilizado no filtro biológico em cultivo de larvas de *M. amazonicum* com água salobra artificial não altera os indicadores de produtividade. Portanto, o tipo de substrato depende das características do local de implantação da larvicultura.
7. A larvicultura de *M. amazonicum* é viável economicamente e pode ser operada em água salobra artificial simplificada (oito íons) ou otimizada (macroelementos + microelementos) e em água salobra natural. A escolha do meio depende da localização da estação e da disponibilidade dos recursos.



ANEXOS

Anexo 1: Custo por ciclo de produção de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* em diferentes salinidades. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

	Salinidade 6		Salinidade 9		Salinidade 12		Salinidade 15	
	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)
1. Custos Fixos								
1.1. Mão-de-obra fixa	3.758,14	36,39	3.758,14	34,18	3.758,14	32,89	3.758,14	32,42
1.2. Custo oportunidade		0,00		0,00		0,00		0,00
1.2.1. Arrendamento da terra	42,96	0,42	42,96	0,39	42,96	0,38	42,96	0,37
1.2.2. Juros sobre o capital investido	697,18	6,75	718,47	6,53	726,71	6,36	720,53	6,22
1.2.3. Remuneração do empresário	470,71	4,56	470,71	4,28	470,71	4,12	470,71	4,06
1.3. Manutenção de equipamentos e benfeitorias	276,00	2,67	285,14	2,59	288,68	2,53	286,03	2,47
1.4. Depreciação de equipamentos e benfeitorias	948,00	9,18	970,84	8,83	979,68	8,57	973,05	8,39
Total Custo Fixo	6.193,00	59,97	6.246,26	56,80	6.266,88	54,85	6.251,42	53,93
2. Custos Variáveis								
2.1. Insumos	2.448,75	23,71	2.817,88	25,63	3.124,21	27,34	3.361,13	29,00
2.2. Mão-de-obra eventual	75,62	0,73	75,62	0,69	75,62	0,66	75,62	0,65
2.3. Despesas de máquinas	12,84	0,12	12,84	0,12	12,84	0,11	12,84	0,11
2.4. Contribuição previdenciária rural	193,05	1,87	414,70	3,77	500,51	4,38	436,15	3,76
2.5. Energia elétrica e telefone	1.060,53	10,27	1.060,53	9,64	1.060,53	9,28	1.060,53	9,15
2.6. Juros sobre o capital circulante ⁴	342,34	3,32	368,59	3,35	385,90	3,38	393,33	3,39
Total Custo Variável	4.133,13	40,03	4.750,16	43,20	5.159,61	45,15	5.339,61	46,07
Custo Total de Produção	10.326,13	100,00	10.996,43	100,00	11.426,49	100,00	11.591,02	100,00
Custo Fixo médio	12,80		6,01		5,00		5,72	
Custo Variável médio	8,54		4,57		4,11		4,88	
Custo Total médio	21,34		10,58		9,11		10,60	

Anexo 2: Custo operacional por ciclo para a produção de pós-larvas de *M. amazonicum* em diferentes salinidades. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Descrição	Salinidade 6		Salinidade 9		Salinidade 12		Salinidade 15	
	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)
1. Custo Operacional Efetivo								
1.1. Insumos								
Adubo orgânico	0,98	0,01	0,98	0,01	0,98	0,01	0,98	0,01
Água do mar	533,33	6,82	800,00	9,50	1.066,67	12,09	1.333,33	14,83
Bicarbonato de sódio	45,25	0,58	45,25	0,54	45,25	0,51	45,25	0,50
Calcáreo	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00	0,34	0,00
Cistos de Artemia	1.343,45	17,17	1.343,45	15,95	1.343,45	15,23	1.343,45	14,94
Cloreto de amônio	7,61	0,10	7,61	0,09	7,61	0,09	7,61	0,08
Embalagens	66,74	0,85	143,36	1,70	173,02	1,96	150,78	1,68
Formol	0,48	0,01	0,48	0,01	0,48	0,01	0,48	0,01
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	9,44	0,12	9,44	0,11	9,44	0,11	9,44	0,11
Kit amônia	7,06	0,09	7,06	0,08	7,06	0,08	7,06	0,08
Kit nitrato	4,32	0,06	4,32	0,05	4,32	0,05	4,32	0,05
Material de escritório	100,00	1,28	100,00	1,19	100,00	1,13	100,00	1,11
Nitrato de sódio	0,16	0,00	0,16	0,00	0,16	0,00	0,16	0,00
Ração para pós-larvas	7,33	0,09	15,74	0,19	18,99	0,22	16,55	0,18
Ração para reprodutores	184,85	2,36	184,85	2,19	184,85	2,10	184,85	2,06
Ração úmida para larvas	64,47	0,82	64,47	0,77	64,47	0,73	64,47	0,72
Recarga de oxigênio (10m ³)	15,18	0,19	32,61	0,39	39,36	0,45	34,30	0,38
Sal grosso	57,77	0,74	57,77	0,69	57,77	0,65	57,77	0,64

Anexo 2: Custo operacional por ciclo para a produção de pós-larvas de *M. amazonicum* em diferentes salinidades. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Descrição	Salinidade 6		Salinidade 9		Salinidade 12		Salinidade 15	
	R\$/ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)	R\$/ ciclo	Part. (%)
1.2. Mão-de-obra								
mão-de-obra eventual	75,62	0,97	75,62	0,90	75,62	0,86	75,62	0,84
mão-de-obra fixa (salário + encargos)	1.610,63	20,58	1.610,63	19,12	1.610,63	18,26	1.610,63	17,91
mão-de-obra fixa especializada (salário + encargos)	2.147,51	27,44	2.147,51	25,49	2.148	24	2.147,51	23,89
1.3. Despesas de máquinas								
Óleo diesel para o gerador	11,58	0,15	11,58	0,14	11,58	0,13	11,58	0,13
Óleo motor para o gerador	1,26	0,02	1,26	0,01	1,26	0,01	1,26	0,01
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)	193,05	2,47	414,70	4,92	500,51	5,67	436,15	4,85
1.5. Energia elétrica	955,83	12,22	955,83	11,35	955,83	10,84	955,83	10,63
1.6. Telefone	104,70	1,34	104,70	1,24	104,70	1,19	104,70	1,16
1.7. Manutenção de equipamentos e benfeitorias	276,00	3,53	285,14	3,38	288,68	3,27	286,03	3,18
Custo Operacional Efetivo Total	7.824,93	100,00	8.424,85	100,00	8.820,52	100,00	8.990,44	100,00
2. Custo Operacional Total								
2.1. Custo Operacional Efetivo	7.824,93		8.424,85		8.820,52		8.990,44	
2.2. Depreciação de equipamentos e benfeitorias	948,00		970,84		979,68		973,05	
Custo Operacional Total	8.772,93		9.395,69		9.800,21		9.963,49	
Custo operacional efetivo médio	16,17		8,11		7,03		8,22	
Custo operacional total médio	18,13		9,04		7,81		9,11	

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
A. Reprodutores										
A.1. Insumos para a formação do plantel										
Pós-larvas	milheiro	20,00	84,00	1.680,00	15	0,00	0,00	0,00	0,7	0,6
Ração 1º mês - viveiro reprodutores	Kg	1,03	105,00	108,15	15	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Ração 2º ao 4º mês - viveiro reprodutores	Kg	1,03	294,35	303,18	15	0,00	0,00	0,00	0,1	0,1
Ração reprodutores - Berçário I	Kg	1,03	5,29	5,45	15	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Ração reprodutores - Berçário II	Kg	1,03	150,00	154,50	15	0,00	0,00	0,00	0,1	0,1
A.2. Equipamentos e Utensílios										
Caixa Plástica 70 L Branca	un	52,80	4,00	211,20	7	30,17	0,00	0,00	0,1	0,1
Grama	m²	2,80	470,26	1.316,72	20	65,84	26,33	329,18	0,5	0,5
Rede 14 mm	m	19,00	50,00	950,00	5	190,00	19,00	0,00	0,4	0,4
Roçadeira a gasolina	un	779,00	1,00	779,00	10	77,90	15,58	0,00	0,3	0,3
Tubo 4" (entrada de água)	m	36,42	4,00	145,68	20	7,28	0,00	36,42	0,1	0,1
									0,0	0,0
A.3. Construção de viveiros										
Canaleta de abastecimento	m²	100,00	10,97	1.096,52	20	54,83	21,93	274,13	0,4	0,4
Estufa para viveiro de reprodutores	m²	35,50	1.400	49.700,00	20	2.485,00	994,00	12.425,00	19,3	18,9
Monge	un	700,00	1,00	700,00	20	35,00	14,00	175,00	0,3	0,3
Viveiro de 1000 m²	m²	4.000,00	1,00	4.000,00	20	200,00	80,00	1.000,00	1,6	1,5
Viveiro Reprodutor (700 m²)	un	2.800,00	2,00	5.600,00	20	280,00	112,00	1.400,00	2,2	2,1

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
B. Larvicultura										
B.1. Tanques de cultivo										
Biofiltro tanque de cultivo (1000 L)	un	1.200,00	4,00	4.800,00	15	320,00	96,00	0,00	1,9	1,8
Biofiltro tanque de eclosão (400 L)	un	432,00	2,00	864,00	15	57,60	17,28	0,00	0,3	0,3
Tanque circular (250 L)	un	115,00	1,00	115,00	15	7,67	2,30	0,00	0,0	0,0
Tanque de cultivo larval (2000 L)	un	1.000,00	8,00	8.000,00	15	533,33	160,00	0,00	3,1	3,0
Tanque desinfecção e ativação (1000 L)	un	550,00	3,0	1.650,00	15	110,00	33,00	0,00	0,6	0,6
Tanque eclosão de <i>Artemia</i> (40 L)	un	60,00	10,00	600,00	15	40,00	12,00	0,00	0,2	0,2
Tanque eclosão de larvas (1000 L)	un	550,00	4,0	2.200,00	15	146,67	44,00	0,00	0,9	0,8
B.2. Sistema de distribuição de ar										
Adaptador (mangote) interno polipropileno 2"	un	4,36	1,00	4,36	15	0,29	0,00	0,00	0,0	0,0
Bucha Redutora 2" - 3/4"	un	3,20	20,00	64,00	15	4,27	0,00	0,00	0,0	0,0
CAP solda 3/4"	un	0,53	36,00	19,08	15	1,27	0,00	0,00	0,0	0,0
Derivação Y 2" (junção simples)	un	3,64	1,00	3,64	15	0,24	0,00	0,00	0,0	0,0
Emenda de mangueira	un	0,10	400,00	40,00	5	8,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Joelho Soldável 2"	un	10,56	6,00	63,36	15	4,22	0,00	0,00	0,0	0,0
Luva Rosca Soldável 3/4"	un	0,86	64,00	55,04	15	3,67	0,00	0,00	0,0	0,0
Mangote 2"	m	18,00	50,00	900,00	10	90,00	0,00	0,00	0,3	0,3
Mangueira de Silicone	m	0,60	600,00	360,00	5	72,00	0,00	0,00	0,1	0,1
Pedra Porosa Grande (10 cm)	un	15,00	30,00	450,00	5	90,00	0,00	0,00	0,2	0,2
Pedra Porosa Pequena	un	0,80	300,00	240,00	5	48,00	0,00	0,00	0,1	0,1
Registro Esfera 3/4 "	un	12,30	36,00	442,80	5	88,56	0,00	0,00	0,2	0,2
Regulador Ar	un	0,60	400,00	240,00	5	48,00	0,00	0,00	0,1	0,1
T - 2"	un	14,62	26,00	380,12	15	25,34	0,00	0,00	0,1	0,1

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
T - 3/4"	un	0,40	18,00	7,20	15	0,48	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC - 2" (barra 6 m)	un	16,64	12,00	199,68	15	13,31	0,00	0,00	0,1	0,1
Tubo PVC - 3/4" (barra 6m)	un	6,48	12,00	77,76	15	5,18	0,00	0,00	0,0	0,0
B.3. Sistema de distribuição de água										
Adaptador Rosca Solda. 3/4"	un	0,28	36,00	10,08	15	0,67	0,00	0,00	0,0	0,0
Caixa d'água (1000 L)	un	356,17	1,00	356,17	15	23,74	7,12	0,00	0,1	0,1
Filtro Tipo Cuno c/ Cartucho 3 µm	un	148,00	2,00	296,00	10	29,60	5,92	0,00	0,1	0,1
Filtro Tipo Cuno c/ Cartucho 5 µm	un	148,00	2,00	296,00	10	29,60	5,92	0,00	0,1	0,1
Joelho Soldável 3/4"	un	0,26	13,00	3,38	15	0,23	0,00	0,00	0,0	0,0
Mangueira 1"	m	4,40	15,00	66,00	5	13,20	0,00	0,00	0,0	0,0
Pia fibra de vidro funda	un	120,00	1,00	120,00	15	8,00	2,40	0,00	0,0	0,0
Pia fibra de vidro rasa	un	120,00	1,00	120,00	15	8,00	2,40	0,00	0,0	0,0
Registro Plástico Esfera Soldável 1"	un	17,33	2,00	34,66	5	6,93	0,00	0,00	0,0	0,0
Reservatório (10.000 L)	un	3.715,75	3,00	11.147,25	15	743,15	222,95	0,00	4,3	4,2
Reservatório (6.000 L)	un	2.367,77	2,00	4.735,54	15	315,70	94,71	0,00	1,8	1,8
T - 3/4"	un	0,40	32,00	12,80	15	0,85	0,00	0,00	0,0	0,0
Torneira Plástica 3/4"	un	0,78	36,00	28,08	5	5,62	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC - 3/4" (barra 6m)	un	6,48	28,00	181,44	15	12,10	0,00	0,00	0,1	0,1
B.4. Materiais para tanques										
Adaptador Rosca Solda 2"	un	4,80	32,00	153,60	15	10,24	0,00	0,00	0,1	0,1
Adaptador Rosca Solda. 4"	un	24,00	32,00	768,00	15	51,20	0,00	0,00	0,3	0,3
Joelho Roscável 2"	un	12,88	16,00	206,08	15	13,74	0,00	0,00	0,1	0,1
Joelho Soldável 2"	un	10,56	8,00	84,48	15	5,63	0,00	0,00	0,0	0,0

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
Joelho Soldável 3/4 "	un	0,26	90,00	23,40	15	1,56	0,00	0,00	0,0	0,0
Luva Roscável 4"	un	11,27	8,00	90,16	15	6,01	0,00	0,00	0,0	0,0
Luva Roscável 3/4 "	un	0,62	10,00	6,20	15	0,41	0,00	0,00	0,0	0,0
Redutor Soldável 4" p/ 2"	un	3,07	8,00	24,56	15	1,64	0,00	0,00	0,0	0,0
Redutor Soldável 6" p/ 4"	un	10,47	24,00	251,28	15	16,75	0,00	0,00	0,1	0,1
Registro Esfera 3/4 "	un	12,30	10,00	123,00	5	24,60	0,00	0,00	0,0	0,0
T 3/4"	un	0,40	2,00	0,80	15	0,05	0,00	0,00	0,0	0,0
Tela Nylon 125 µm	m	19,00	5,00	95,00	2	47,50	0,00	0,00	0,0	0,0
Tela Nylon 250 µm	m	17,00	5,00	85,00	2	42,50	0,00	0,00	0,0	0,0
Tela Nylon 500 µm s	m	17,00	5,00	85,00	2	42,50	0,00	0,00	0,0	0,0
Tela Nylon 80 µm	m	18,00	5,00	90,00	2	45,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo 6" (barra 6 m)	un	83,28	4,00	333,12	15	22,21	0,00	0,00	0,1	0,1
Tubo PVC 2" (barra 6m)	un	16,64	4,00	66,56	15	4,44	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC 3/4" (barra 6m)	un	6,48	20,00	129,60	15	8,64	0,00	0,00	0,1	0,0
B.5. Equipamentos										
Aquecedor/Termostato 50 W	un	37,00	10,00	370,00	5	74,00	7,40	0,00	0,1	0,1
Aquecedor/Termostato 500 W	un	86,00	32,00	2.752,00	5	550,40	55,04	0,00	1,1	1,0
Balança Eletrônica F. Filizolla C - 5 kg	un	790,00	1,00	790,00	10	79,00	15,80	0,00	0,3	0,3
Fogão de mesa quatro bocas Atlas	un	94,90	1,00	94,90	15	6,33	1,90	0,00	0,0	0,0
Geladeira Cânsul biplex 350	un	1.000,00	1,00	1.000,00	15	66,67	20,00	0,00	0,4	0,4
Gerador automático 15.000 W GBW 15	un	24.115,00	1,00	24.115,00	15	1.607,67	482,30	0,00	9,3	9,1
Microscópio binocular estereoscópico	un	2.380,00	1,00	2.380,00	15	158,67	47,60	0,00	0,9	0,9
Refratômetro	un	239,00	1,00	239,00	5	47,80	4,78	0,00	0,1	0,1
Sistema de Exaustão (Telhado)	un	250,00	3,00	750,00	15	50,00	15,00	0,00	0,3	0,3

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
Soprador 5 HP	un	3.000,00	2,00	6.000,00	15	400,00	120,00	0,00	2,3	2,3
Motobomba P 840	un	1.280,00	1,00	1.280,00	15	85,33	25,60	0,00		0,5
B.6. Utensílios										
Balde Plástico (20 L)	un	28,00	10,00	280,00	5	56,00	0,00	0,00	0,1	0,1
Bécker Plástico (2 L)	un	6,60	10,00	66,00	5	13,20	0,00	0,00	0,0	0,0
Botijão de gás	un	40,00	2,00	80,00	20	4,00	1,60	20,00	0,0	0,0
Contador	un	35,00	5,00	175,00	5	35,00	3,50	0,00	0,1	0,1
Divisória	m ²	46,00	7,00	322,00	10	32,20	6,44	0,00	0,1	0,1
Esponja de cozinha	un	0,50	15,00	7,50	1	7,50	0,00	0,00	0,0	0,0
Estante de madeira	un	100,00	1,00	100,00	15	6,67	2,00	0,00	0,0	0,0
Estante de madeira (3,5 x 0,6 x 0,8)	un	100,00	1,00	100,00	15	6,67	2,00	0,00	0,0	0,0
Forma Pudim	un	25,00	4,00	100,00	5	20,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Lâmpada Fluorescente 1,2 m 40 W	un	3,43	9,00	30,87	2	15,44	0,00	0,00	0,0	0,0
Lâmpada Fluorescente 22 W	un	2,50	21,00	52,50	2	26,25	0,00	0,00	0,0	0,0
Lâmpada Fluorescente 25 W	un	7,98	5,00	39,90	2	19,95	0,00	0,00	0,0	0,0
Liquidificador	un	79,90	1,00	79,90	10	7,99	1,60	0,00	0,0	0,0
Mangueira cristal 3/4"	un	2,06	50,00	102,90	2	51,45	0,00	0,00	0,0	0,0
Moveis e computador	un	1.924,00	1,00	1.924,00	15	128,27	38,48	0,00	0,7	0,7
Peneiras Grano Teste Inox 710, 425 e 250	un	315,00	1,00	315,00	7	45,00	0,00	0,00	0,1	0,1
Peneira Pós-Larvas	un	2,00	10,00	20,00	2	10,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Pipeta 5 mL	un	4,30	5,00	21,50	2	10,75	0,00	0,00	0,0	0,0
Piso Plástico (50 x 25 x 2,5 cm)	un	16,00	18,00	288,00	15	19,20	0,00	0,00	0,1	0,1
Pisseta	un	3,00	5,00	15,00	2	7,50	0,00	0,00	0,0	0,0
Placa de Petri	un	4,30	5,00	21,50	2	10,75	0,00	0,00	0,0	0,0

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
Porta sanfonada	un	75,00	1,00	75,00	10	7,50	1,50	0,00	0,0	0,0
Proveta Vidro (1 L)	un	40,00	1,00	40,00	2	20,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Luminária	un	18,00	5,00	90,00	2	45,00	1,80	0,00	0,0	0,0
Substrato dos Biofiltros	kg	0,17	4.000	666,67	5	133,33	0,00	0,00	0,3	0,3
Tela 3 mm (substrato de PL)	m ²	3,50	20,00	70,00	2	35,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Tela de mosqueteira bolsas bactérias	m ²	1,95	100,00	195,00	2	97,50	0,00	0,00	0,1	0,1
Termômetro Mercúrio	un	13,90	3,00	41,70	2	20,85	0,00	0,00	0,0	0,0
Tesoura	un	10,00	1,00	10,00	2	5,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC 2" (barra 6m)	un	16,64	1,00	16,64	15	1,11	0,00	0,00	0,0	0,0
Ventilador	un	69,90	1,00	69,90	10	6,99	1,40	0,00	0,0	0,0
Tanques plásticos (200 L)	un	40,00	75,00	3.000,00	15	200,00	0,00	0,00	1,1	1,1
Suporte de madeira	un	1.000,00	1,00	1.000,00	15	66,67	20,00	0,00	0,4	0,4
B.7. Obras civis										
Administração e almoxarifado	m ²	545,00	33,70	18.366,50	20	918,33	367,33	4.591,63	7,1	7,0
Galpão de Alvenaria Larvicultura	m ²	363,00	124,00	45.012,00	20	2.250,60	900,24	11.253,00	17,4	17,1
C. Manutenção de pós-larvas (PL)										
C.1. Utensílios										
Balde Plástico (40 L)	un	18,00	20,00	360,00	7	51,43	0,00	0,00	0,1	0,1
Cilindro de oxigênio (10 m ³)	un	1.000,00	1,00	1.000,00	15	66,67	20,00	0,00	0,4	0,4
Tela verde (0,5 cm)	m ²	2,50	54,00	135,00	2	67,50	0,00	0,00	0,1	0,1
C.2. Sistema de distribuição de ar										
Adaptador Rosca Solda. 3/4"	un	0,28	24,00	6,72	15	0,45	0,00	0,00	0,0	0,0

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
Bucha Redutora 2" p/ 3/4 "	un	3,20	6,00	19,20	15	1,28	0,00	0,00	0,0	0,0
Cap 3/4"	un	0,53	12,00	6,36	15	0,42	0,00	0,00	0,0	0,0
Derivação Y 2" (junção simples)	un	3,64	1,00	3,64	15	0,24	0,00	0,00	0,0	0,0
Distribuidor de ar	un	0,60	60,00	36,00	5	7,20	0,00	0,00	0,0	0,0
Emenda de mangueira	un	0,10	60,00	6,00	5	1,20	0,00	0,00	0,0	0,0
Joelho Soldável 2"	un	10,56	4,00	42,24	15	2,82	0,00	0,00	0,0	0,0
Pedra porosa grande (15 cm)	un	15,00	10,00	150,00	5	30,00	0,00	0,00	0,1	0,1
Pedra porosa pequena	un	0,80	50,00	40,00	5	8,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Registro Esfera 3/4 "	un	12,30	12,00	147,60	5	29,52	0,00	0,00	0,1	0,1
T 2"	un	14,62	10,00	146,20	15	9,75	0,00	0,00	0,1	0,1
T 3/4"	un	0,40	6,00	2,40	15	0,16	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo 3/4"	un	6,48	4,00	25,92	15	1,73	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC 2" (barra 6 m)	un	16,64	9,00	149,76	15	9,98	0,00	0,00	0,1	0,1
C.3. Drenagem dos tanques										
Adaptador Rosca Solda 4 "	un	24,00	2,00	48,00	15	3,20	0,00	0,00	0,0	0,0
Luva Roscável 4"	un	11,27	2,00	22,54	15	1,50	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC 4" (barra 6 m)	un	36,42	1,00	36,42	15	2,43	0,00	0,00	0,0	0,0
Tubo PVC 6" (barra 6 m)	un	83,28	1,00	83,28	15	5,55	0,00	0,00	0,0	0,0
C.4. Sistema de distribuição de água										
Adaptador Rosca Solda 2"	un	4,80	2,00	9,60	15	0,64	0,00	0,00	0,0	0,0
Cap 2"	un	4,33	1,00	4,33	15	0,29	0,00	0,00	0,0	0,0
Registro Esfera Roscável 2"	un	41,98	2,00	83,96	5	16,79	0,00	0,00	0,0	0,0
T 2"	un	14,62	1,00	14,62	15	0,97	0,00	0,00	0,0	0,0

Anexo 3. Investimento para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* em diferentes tipos de água (artificial e natural). Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Itens	Unidade	Valor	Quant.	Total	Vida	Depreciação	Manutenção	Residual	%	%
Tubo PVC 2" (barra 6 m)	un	16,64	1,00	16,64	15	1,11	0,00	0,00	0,0	0,0
C.5. Obras civis										
Galpão de alvenaria	m ²	363,00	48,30	17.532,90	20	876,65	350,66	4.383,23	6,8	6,7
Tanques alvenaria	m ²	200,00	19,60	3.920,00	20	196,00	78,40	980,00	1,5	1,5
D. Projeto técnico (água artificial)										
D.1. Projeto técnico (água natural)				15.592,52					6,0	
E. Taxa de regularização do projeto				15.935,72					6,0	
				1.000,00					0,4	0,4
F. Topografia e Plantas										
				1.500,00					0,6	0,6
TOTAL (água artificial)				257.977,40		15.195,13	4.535,61	36.867,58	100,0	
TOTAL (natural)				263.600,60		15.547,13	4.581,21	36.867,58		100,0

Anexo 4: Despesas operacionais da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra artificial. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Descrição	Unidade	Quantidade ciclo	Quantidade ano	Valor unitário	Valor ciclo	Valor ano	%
1. Insumos							
Adubo orgânico	Ton	0,03	0,42	37,00	0,98	15,54	0,01
Água do mar	m³	6,40	101,57	199,17	1.274,68	20.228,58	14,12
Bicarbonato de sódio	Kg	10,77	170,98	4,20	45,25	718,12	0,50
Calcário	Ton	0,01	0,14	39,00	0,34	5,46	0,00
Cistos de <i>Artemia</i>	Kg	13,43	213,20	100,00	1.343,45	21.319,89	14,88
Cloreto de amônio	Kg	0,94	14,98	8,06	7,61	120,77	0,08
Embalagens	un.	144,18	2.288,14	1,20	173,02	2.745,76	1,92
Formol	L	0,08	1,27	6,00	0,48	7,62	0,01
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	Kg	0,74	11,82	12,68	9,44	149,84	0,10
Kit amônia	cx	0,72	11,43	9,80	7,06	111,98	0,08
Kit nitrato	cx	0,36	5,71	12,00	4,32	68,56	0,05
Material de escritório	un.	1,00	15,87	100,00	100,00	1.586,96	1,11
Nitrato de sódio	Kg	0,02	0,24	10,80	0,16	2,59	0,00
Ração para pós-larvas	Kg	18,44	292,63	1,03	18,99	301,41	0,21
Ração para reprodutores	Kg	179,46	2.847,97	1,03	184,85	2.933,41	2,05
Ração úmida para larvas	Kg	14,99	237,92	4,30	64,47	1.023,04	0,71
Recarga de oxigênio (10m³)	un.	0,43	6,86	91,00	39,36	624,66	0,44
Sal grosso	Kg	134,34	2.131,99	0,43	57,77	916,76	0,64

Anexo 4: Despesas operacionais da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra artificial. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Descrição	Unidade	Quantidade ciclo	Quantidade ano	Valor unitário	Valor ciclo	Valor ano	%
1.2. Mão-de-obra							
mão-de-obra eventual	diária	3,02	48,00	25,00	75,62	1.200,00	0,84
mão-de-obra fixa (salário + encargos)	salário	2,27	36,00	710,00	1.610,63	25.560,00	17,85
mão-de-obra fixa especializada (salário + encargos)	salário	0,76	12,00	2.840,00	2.147,51	34.080,00	23,79
1.3. Despesas de máquinas							
Óleo diesel para o gerador	L	6,00	95,22	1,93	11,58	183,77	0,13
Óleo motor para o gerador	L	0,13	2,00	10,00	1,26	20,00	0,01
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)							
					500,51	7.942,81	5,55
1.5. Energia elétrica							
	KW	5.310,18	84.270,24	0,18	955,83	15.168,64	10,59
1.6. Telefone							
	min	698,00	11.076,96	0,15	104,70	1.661,54	1,16
1.7. Manutenção de equipamentos e benfeitorias							
					285,81	4.535,61	3,17
Total					9.025,66	143.233,31	100,00

Anexo 5: Despesas operacionais da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra natural. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Descrição	Unidade	Quantidade		Valor	Valor ano	%
		ciclo	ano	unitário		
1. Insumos						
Adubo orgânico	Ton	0,03	0,42	37,00	0,98	15,54 0,01
Água do mar	m³	6,40	101,57	166,67	1.066,67	16.927,54 12,09
Bicarbonato de sódio	Kg	10,77	170,98	4,20	45,25	718,12 0,51
Calcário	Ton	0,01	0,14	39,00	0,34	5,46 0,00
Cistos de <i>Artemia</i>	Kg	13,43	213,20	100,00	1.343,45	21.319,89 15,23
Cloreto de amônio	Kg	0,94	14,98	8,06	7,61	120,77 0,09
Embalagens	un.	144,18	2.288,14	1,20	173,02	2.745,76 1,96
Formol	L	0,08	1,27	6,00	0,48	7,62 0,01
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	Kg	0,74	11,82	12,68	9,44	149,84 0,11
Kit amônia	cx	0,72	11,43	9,80	7,06	111,98 0,08
Kit nitrito	cx	0,36	5,71	12,00	4,32	68,56 0,05
Material de escritório	un.	1,00	15,87	100,00	100,00	1.586,96 1,13
Nitrito de sódio	Kg	0,02	0,24	10,80	0,16	2,59 0,00
Ração para pós-larvas	Kg	18,44	292,63	1,03	18,99	301,41 0,22
Ração para reprodutores	Kg	179,46	2.847,97	1,03	184,85	2.933,41 2,10
Ração úmida para larvas	Kg	14,99	237,92	4,30	64,47	1.023,04 0,73
Recarga de oxigênio (10m³)	un.	0,43	6,86	91,00	39,36	624,66 0,45
Sal grosso	Kg	134,34	2.131,99	0,43	57,77	916,76 0,65

Anexo 5: Despesas operacionais da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra natural. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Descrição	Unidade	Quantidade		Valor unitário	Valor ciclo	Valor ano	%
		ciclo	ano				
1.2. Mão-de-obra							
mão-de-obra eventual	diária	3,02	48,00	25,00	75,62	1.200,00	0,86
mão-de-obra fixa (salário + encargos)	salário	2,27	36,00	710,00	1.610,63	25.560,00	18,26
mão-de-obra fixa especializada (salário + encargos)	salário	0,76	12,00	2.840,00	2.147,51	34.080,00	24,35
1.3. Despesas de máquinas							
Óleo diesel para o gerador	L	6,00	95,22	1,93	11,58	183,77	0,13
Óleo motor para o gerador	L	0,13	2,00	10,00	1,26	20,00	0,01
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)							
					500,51	7.942,81	5,67
1.5. Energia elétrica							
	KW	5.310,18	84.270,24	0,18	955,83	15.168,64	10,84
1.6. Telefone							
	min	698,00	11.076,96	0,15	104,70	1.661,54	1,19
1.7. Manutenção de equipamentos e benfeitorias							
					288,68	4.581,21	3,27
Total					8.820,52	139.977,87	100,00

Anexo 6: Fluxo de caixa da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra artificial. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1.68.

Ítems	Fluxo por ano (anos)							
-	0	1	2	3	4	5	6	7
ENTRADAS								
Venda de pós-larvas		195.086,47	250.825,46	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96
Valor residual								
Capital de giro								
Sub - Total		195.086,47	250.825,46	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96
SAÍDAS								
Investimentos	257.977,40	7,50	1.248,37	7,50	1.248,37	8.094,27	1.248,37	893,70
Despesas operacionais		143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31
Capital de giro	27.077							
Sub - Total	285.054,39	143.240,81	144.481,68	143.240,81	144.481,68	151.327,58	144.481,68	144.127,01
TOTAL	-285.054,39	51.845,66	106.343,78	135.454,14	134.213,27	127.367,38	134.213,27	134.567,94
Ítems	Fluxo por ano (anos)							
-	8	9	10	11	12	13	14	15
ENTRADAS								
Venda de pós-larvas	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96
Valor residual								36.867,58
Capital de giro								27.076,98
Sub - Total	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	342.639,52
SAÍDAS								
Investimentos	1.248,37	7,50	12.942,94	7,50	1.248,37	7,50	2.134,57	0,00
Despesas operacionais	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31	143.233,31
Capital de giro								
Sub - Total	144.481,68	143.240,81	156.176,25	143.240,81	144.481,68	143.240,81	145.367,88	143.233,31
TOTAL	134.213,27	135.454,14	122.518,71	135.454,14	134.213,27	135.454,14	133.327,07	199.406,20

Anexo 7: Fluxo de caixa da larvicultura de *M. amazonicum* em água salobra natural. Dados apresentados em reais, fevereiro de 2008. R\$ 1,00 = US\$ 1,68.

Ítems	Fluxo por ano (anos)							
-	0	1	2	3	4	5	6	7
ENTRADAS								
Venda de pós-larvas		195.086,47	250.825,46	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96
Valor residual								
Capital de giro								
Sub - Total		195.086,47	250.825,46	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96
SAÍDAS								
Investimentos	263.600,60	7,50	1.248,37	7,50	1.248,37	8.094,27	1.248,37	893,70
Despesas operacionais		139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87
Capital de giro	26.462							
Sub - Total	290.062,17	139.985,37	141.226,24	139.985,37	141.226,24	148.072,13	141.226,24	140.871,57
TOTAL	-290.062,17	55.101,10	109.599,22	138.709,59	137.468,72	130.622,82	137.468,72	137.823,39
Ítems	Fluxo por ano (anos)							
-	8	9	10	11	12	13	14	15
ENTRADAS								
Venda de pós-larvas	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96
Valor residual								36.867,58
Capital de giro								26.461,57
Sub - Total	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	278.694,96	342.024,11
SAÍDAS								
Investimentos	1.248,37	7,50	12.942,94	7,50	1.248,37	7,50	2.134,57	0,00
Despesas operacionais	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87	139.977,87
Capital de giro								
Sub - Total	141.226,24	139.985,37	152.920,80	139.985,37	141.226,24	139.985,37	142.112,44	139.977,87
TOTAL	137.468,72	138.709,59	125.774,15	138.709,59	137.468,72	138.709,59	136.582,52	202.046,24