

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
CÂMPUS JABOTICABAL

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA,
MACROBRACHIUM AMAZONICUM, EM DIFERENTES
TEMPERATURAS

Caio Augusto Malvestio Pavanelli

Biólogo

JABOTICABAL

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
CÂMPUS JABOTICABAL

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA,
MACROBRACHIUM AMAZONICUM, EM DIFERENTES
TEMPERATURAS

Caio Augusto Malvestio Pavanelli

Orientador: Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti

Co-orientadora: Dra. Alessandra da Silva Augusto

Dissertação 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 Mestre em Aquicultura.

JABOTICABAL

2010

P337v Pavanelli, Caio Augusto Malvestio
Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes temperaturas / Caio Augusto Malvestio Pavanelli. -- Jaboticabal, 2010
vi, 107 f.; 28 cm

Dissertação (mestrado) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientador: Wagner Cotroni Valenti

Banca examinadora: Cristiana Ramalho Maciel, Douglas Chodi Masui

Bibliografia

1. *Macrobrachium*. 2. Larvicultura. 3. Temperatura. I. Título. II. Jaboticabal – Centro de Aquicultura.

CDU 595.13:633.73

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

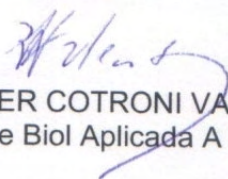
TÍTULO: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA LARVICULTURA DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA, *Macrobrachium amazonicum*, EM DIFERENTES TEMPERATURAS

AUTOR: CAIO AUGUSTO MALVESTIO PAVANELLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI

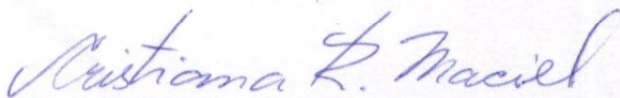
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. ALESSANDRA DA SILVA AUGUSTO

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



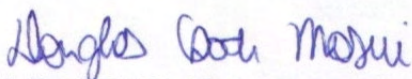
Prof. Dr. WAGNER COTRONI VALENTI

Departamento de Biol Aplicada A Agrop / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. CRISTIANA RAMALHO MACIEL

Departamento de Biologia / Universidade Federal do Para



Prof. Dr. DOUGLAS CHODI MASUI

Departamento de Química / Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - Usp - Ribeirão Preto

Data da realização: 22 de julho de 2010.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti, pela oportunidade que me foi concedida de trabalhar no Setor de Carcinicultura do CAUNESP, essencial para a realização e execução desse trabalho, dando o suporte técnico e logístico necessário. Agradeço ainda por toda a atenção, apoio, dedicação e exemplo, pelos ensinamentos, científico e pessoal, e pela amizade compartilhada durante todo esse tempo. Muito obrigado!

À Dra. Alessandra da Silva Augusto, pela co-orientação e disponibilidade, e pelas discussões durante a confecção deste trabalho, pois sem elas o resultado obtido não seria o mesmo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que me concedeu a bolsa de mestrado.

Ao Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), sua diretoria, coordenação da pós-graduação, funcionários e professores, por todo o conhecimento adquirido, auxílio e suporte técnico durante a realização de todo o trabalho.

À Dra. Helenice Pereira de Barros e ao Dr. Sergio Ricardo Batlouni, membros da banca examinadora da qualificação do mestrado, pela contribuição na melhoria desse trabalho.

À todos os integrantes, atuais e antigos, da carcino...Roberto, Patrícia, Michelle, Camilo, Bruno, Jana, Matheus, Marcelo, Alexandre, Fabrício, Fernanda, Maria, José Mario, Michélinha, Bruninho, Tavani, Danilo, Rafael, Cilene, Daniela, Juliana, e tantos outros...por toda a ajuda, conselhos e contribuições, mas principalmente pelo ótimo convívio durante todo esse tempo e por todo o apoio que me prestaram.

Em especial, ao técnico do Setor de Carcinicultura, Roberto Polachini, por todo o auxílio durante a realização desse trabalho, pela ajuda em tantos problemas e pela amizade durante esses dois anos e meio. Agradeço também à Tavani, Rafael e Cilene, pelo auxílio direto nos experimentos, pela paciência e por ter me suportado nos momentos mais estressantes. À Fernanda Seles David, minha companheira de larvicultura, por todo o apoio e por compartilhar minhas crises e dificuldades, que não foram poucas, nessa área tão trabalhosa da aquicultura.

Aos meus irmãos da República Biozona, pelo convívio, amizade, apoio, risadas, parcerias...essenciais para antes e depois de longos dias de trabalho. Por fim, mas não menos importante, à toda minha família, por todo amor, carinho, paciência e apoio que me deram todo esse tempo.

Sumário

CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS.....	6
REFERÊNCIAS.....	7
CAPÍTULO 2	14
EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA, <i>MACROBRACHIUM AMAZONICUM</i>.	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3. RESULTADOS.....	25
4. DISCUSSÃO.....	34
5. REFERÊNCIAS.....	40
CAPÍTULO 3	45
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DE <i>MACROBRACHIUM AMAZONICUM</i> EM DIFERENTES TEMPERATURAS	45
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	48
2. MÉTODOS.....	50
2.1. <i>Parâmetros para o planejamento da larvicultura e estratégia de produção</i>	50
2.1.1. <i>Formação e manutenção de reprodutores</i>	52
2.1.2. <i>Larvicultura</i>	54
2.1.3. <i>Manutenção de PL ou berçário primário</i>	55
2.2. <i>Dados de produção</i>	56
2.3. <i>Parâmetros econômicos</i>	57
2.3.1. <i>Análises de viabilidade econômica</i>	57
2.3.1.1. <i>Análise do investimento inicial</i>	57
2.3.1.2. <i>Análise de custos e retornos</i>	58
2.3.1.3. <i>Análise do fluxo de caixa e dos indicadores econômicos</i>	61
2.3.2. <i>Análise de sensibilidade</i>	62
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4. REFERÊNCIAS.....	84
ANEXOS	88

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

O camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, é o decapoda de água doce com a maior importância econômica da região leste da América do Sul (Maciel & Valenti, 2009). Embora, atualmente, essa importância seja baseada no extrativismo, não existem dados recentes que quantifiquem essa exploração. Sabe-se que na década de 90, *M. amazonicum* foi responsável por, aproximadamente, 85% dos camarões de água doce pescados no Brasil (New *et al.*, 2000). É considerada a espécie mais amplamente aceita por populações da região amazônica, onde é consumido por todas as classes sociais (Maciel & Valenti, 2009). Entretanto, apesar desse consumo, há pouca perspectiva do fornecimento desse camarão para o mercado existente devido ao declínio da produção em várias áreas naturais (Maciel & Valenti, 2009).

Considerando o mercado em expansão do camarão-da-amazônia e as adversidades em relação ao extrativismo, o cultivo pode ser uma importante alternativa para o fornecimento dessa espécie (Maciel & Valenti, 2009). A produção mundial de organismos aquáticos cresceu aproximadamente 53% entre os anos de 1998 e 2008 (FAO, 2010). Segundo os dados da FAO (2010), foram produzidas, aproximadamente, 413.000 t de camarões de água doce no ano de 2008. Esse valor representa um aumento em quantidade de, aproximadamente, 425% nos últimos 10 anos, movimentando mais de US\$ 3,2 bilhões nesse período. Toda essa produção está embasada em duas espécies: *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), 50,3%, e *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849), 49,7% (FAO, 2010).

Atualmente, no Brasil, a espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* é a única cultivada em escala comercial e sua produção, em 2008, foi estimada em 250 toneladas (FAO, 2010). Por outro lado, o cultivo de espécies nativas de camarões de água doce tem se tornado uma tendência, como a produção de *M. nipponense* na China (Kutty & Miao, 2010), e *Macrobrachium malcolmsonii*, na Índia (Kutty & Valenti, 2010). Essa prática evita possíveis problemas causados pela introdução de espécies exóticas no ambiente, tais como competição

e/ou predação em relação às espécies nativas, alterações de hábitat e disseminação de patógenos (Bridger & Garber, 2002; Myrick, 2002). Entretanto, no Brasil, a introdução do camarão-da-malásia, *M. rosenbergii*, com tecnologia de cultivo já bem estabelecida no mundo todo, levou a certo abandono em relação às pesquisas realizadas com espécies nativas na década de 1990 (Valenti, 1993). Ainda não existe produção em escala comercial para *M. amazonicum*, mas seu potencial para a aquicultura é reconhecido por vários autores (Kutty, 2005; New, 2005; Maciel & Valenti, 2009). A partir do ano 2000, com um programa de pesquisa multidisciplinar e multi-institucional, teve início o desenvolvimento de um pacote tecnológico para o cultivo de *M. amazonicum* (Moraes-Valenti & Valenti, 2010). O grupo envolve profissionais e vários estudantes de mais de 15 instituições, nacionais e estrangeiras, e programas de pós-graduação, tendo alcançado avanços significativos (www.caunesp.unesp.br/pesquisa/Projetosintegrados/projetopesquisa_camarao.php).

O cultivo de uma espécie requer um estudo amplo dos seus aspectos biológicos e de todo o processo de produção. *Macrobrachium amazonicum* tolera uma ampla variação das principais características físicas e químicas da água (Maciel & Valenti, 2009). É uma espécie amplamente distribuída na América do Sul, ocorrendo na Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Brasil, Colômbia, Venezuela, Peru, Equador, Bolívia, Paraguai e Argentina. Sua distribuição inclui, ainda, as bacias hidrográficas do Amazonas, Orenoco, São Francisco, da Prata, e rios do Nordeste e Centro-Oeste (Holthuis, 1952; 1966; Davant, 1963; Rodríguez, 1982; Coelho & Ramos-Porto, 1985; Ramos-Porto & Coelho, 1990; López & Pereira, 1996; Pettovello, 1996; Bialecki *et al.*, 1997; Magalhães, 2000; 2001; 2002; Melo, 2003; Valencia & Campos, 2007). Habita áreas interiores e costeiras, ambientes lacustres, planícies alagadas e ambientes lóticos de regiões tropicais e sub-tropicais (Maciel & Valenti, 2009). O camarão-da-amazônia tem sido investigado em seu ambiente natural (Odinetz-Collart, 1991; Odinetz-Collart & Magalhães, 1994; Odinetz-Collart & Rabelo, 1996), em condições de aquicultura (ver

Moraes-Valenti & Valenti, 2010) e em laboratório (Guest, 1979, McNamara *et al.*, 1983; Lobão *et al.*, 1986; Augusto *et al.*, 2007). Recentemente, foi publicado um trabalho de revisão e um capítulo de livro abordando a biologia, extrativismo e a tecnologia existente para a aquicultura de *M. amazonicum* (Maciel & Valenti, 2009; Moraes-Valenti & Valenti, 2010).

A história de vida dessa espécie já é bem conhecida. *Macrobrachium amazonicum*, apresenta grande plasticidade fisiológica, o que pode ser considerado frequente em espécies que apresentam ampla distribuição geográfica. O ciclo de vida de um crustáceo decápode é compreendido pelas fases de ovo, larva, juvenil e adulto. Na reprodução, a fêmea, geralmente, sofre uma muda pré-cópula e, após, o macho deposita o espermatóforo na região abdominal. A fêmea, então, exterioriza os óvulos, que são fecundados ao passar pela massa de espermatozóides. Os ovos podem ser observados aderidos aos pleópodes do abdômen no dia seguinte a muda (Guest, 1979). A fecundidade de *M. amazonicum* pode variar de 500 a 7.000 ovos (Maciel & Valenti, 2009). O tempo de desenvolvimento embrionário da espécie, ou período de incubação, dura de 12-15 dias a 30°C e 19-24 dias a 24°C (Guest, 1979). Os ovos apresentam inicialmente coloração verde escura, e mudam de coloração e forma até o momento da eclosão (Rego *et al.*, 2004).

Nos camarões de água doce do gênero *Macrobrachium*, a larva eclodida, chamada zoea, apresenta hábito planctônico e, em geral, depende de água salobra para completar seu desenvolvimento. Assim como todos os artrópodes, o desenvolvimento e o crescimento de larvas de decápodes acontecem por meio de um processo descontínuo. Mudanças na morfologia e tamanho tornam-se visíveis entre os estágios sucessivos, sendo estes controlados por eventos de muda (Anger, 2001). Nesses eventos, o exoesqueleto rígido anterior deve ser eliminado como uma exúvia, passando por um período intermediário, denominado pós-muda, no qual ocorre aumento de tamanho e mudanças morfológicas e fisiológicas exclusivas de cada estágio (Anger, 2001). O desenvolvimento larval de *M. amazonicum* é dividido em nove

estágios larvais, ocorrendo, em seguida, um processo de metamorfose da larva (Guest, 1979). A metamorfose pode ser definida como um processo dramático e de rápida mudança morfológica em relação ao estágio antecessor, geralmente acompanhada de mudanças comportamentais, ecológicas e fisiológicas (Anger, 2001). Em camarões de água doce, após a metamorfose, os animais, denominados pós-larvas (PL), assumem hábito bentônico e tornam-se fisiologicamente adaptados à água doce.

Larviculturas de *M. amazonicum* realizadas a 28°C e salinidade entre 10-12 decorrem 18 a 19 dias para que ~80% das larvas sofram metamorfose em pós-larva (Vetorelli, 2008). A maturação sexual no camarão-da-amazônia ocorre quando os animais atingem 45-60 mm de comprimento total (Guest, 1979). Os machos se diferenciam em quatro morfotipos, sendo eles TC, CC, GC1 e GC2, segundo uma sequência crescente de dominância e tamanho (Moraes-Riodades & Valenti, 2004). A partir desses conhecimentos da biologia da espécie, tornou-se possível a busca pela tecnologia para o cultivo do camarão-da-amazônia em escala comercial.

O cultivo de camarões de água doce envolve duas fases distintas: a larvicultura e o crescimento final. A larvicultura caracteriza-se por ser um sistema intensivo, no qual larvas desenvolvem-se até a metamorfose em pós-larvas (PL). Nesse processo, utilizam-se tanques abastecidos com água salobra e localizados em galpões, onde as condições de cultivo são controladas. No Brasil, existem em funcionamento pelo menos quatro larviculturas de camarão de água-doce voltadas para a produção de *M. rosenbergii*, localizadas nos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Rondônia. Já no crescimento final, as pós-larvas ou juvenis são introduzidas em viveiros de água doce com fundo de terra, até atingirem o tamanho adequado para sua comercialização. Nessa fase, já foram desenvolvidos trabalhos com *M. amazonicum* abordando o crescimento relativo (Moraes-Riodades & Valenti, 2002), morfotipos de machos (Moraes-Riodades & Valenti, 2004), manejo (Kiyohara, 2006; Moraes-Riodades, 2005; Preto *et al.*, 2006) e qualidade de água dos viveiros (Keppler & Valenti,

2006; Moraes-Riodades *et al.*, 2006; Kimpara *et al.* 2007). Na fase de larvicultura, foram realizados trabalhos sobre alimentação (Araujo, 2005; Araujo & Valenti, 2007; Maciel, 2007), ciclo de muda e metabolismo (Hayd *et al.*, 2008), compostos nitrogenados (Hayd, 2010), densidade de estocagem (Vetorelli, 2004), manejo (Vetorelli & Valenti, 2004; Valenti *et al.*, 2009), salinidade (Vetorelli, 2008) e viabilidade econômica (Vetorelli, 2004; Valenti *et al.* 2008; Vetorelli, 2008).

De um modo geral, em condições de cultivo, as larvas de populações costeiras de *M. amazonicum* apresentam um bom desenvolvimento em sistema fechado dinâmico, em salinidades entre 10 e 16, e pH entre 7,8 e 8,4 (Vetorelli, 2008; L.A. Hayd, dados não publicados). Para a temperatura, um estudo mostrou que, em condições de laboratório, a maior sobrevivência foi observada a 28°C para larvas mantidas em recipientes de 125 mL (Moreira *et al.*, 1986). Porém, nenhum estudo com temperatura havia sido realizado visando à produção comercial de pós-larvas dessa espécie, sendo adotado no cultivo, até o momento, um valor baseado em estudos como o citado anteriormente e/ou no manejo adotado para outras espécies.

Objetivos

O trabalho proposto tem como objetivo principal determinar a temperatura mais adequada de cultivo do camarão-da-amazônia durante a fase larval, visando aperfeiçoar sua produção em âmbito comercial. Para isso, foi estudado o efeito da temperatura no desenvolvimento larval, na sobrevivência, na taxa de metamorfose e na produtividade. Além disso, foi realizada uma análise da viabilidade econômica da larvicultura de *M. amazonicum* realizada em diferentes temperaturas.

Referências

- ARAÚJO, M.C. 2005. Efeitos da salinidade luminosidade e alimentação na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 87p.
- ARAÚJO, M.C. & VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265: 187–193.
- AUGUSTO, A.; GREENE, L.J.; LAURE, H.J. & MCNAMARA, J.C. 2007. The ontogeny of isosmotic intracellular regulation in the diadromous, freshwater palaemonid shrimps, *Macrobrachium amazonicum* and *M. olfersi* (Decapoda), *Journal of Crustacean Biology*, 27: 626–634.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & BOND-BUCKUP, G. 1997. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(2): 379-390.
- BRIDGER, C. J. & GARBER, A. F. 2002. Aquaculture escapement, implications and mitigation: the salmonid case study. In: COSTA-PIERCE, B. A. (ed.) *Ecological Aquaculture The Evolution of The Blue Revolution*. Oxford, Blackwell Science, p. 77-102.
- COELHO, P.A. & RAMOS-PORTO, M.R. 1985. Camarões de água Doce do Brasil: Distribuição Geográfica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(6): 405-410.
- DAVANT, P. 1963. Clave para la identificación de los camarones marinos y de río con importancia económica en el Oriente de Venezuela. Instituto Oceanográfico, Universidade de Oriente. Cumana, 57 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. FIGIS – Fisheries Statistics – Aquaculture (obtido via internet, <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.
- HAYD, L.A.; ANGER, K. & VALENTI, W.C. 2008. The moulting cycle of larval Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* reared in the laboratory. *Nauplius*, 16(2): 55-63.
- HAYD, L.A.; LEMOS, D. & VALENTI, W.C. 2010. Ontogenetic Variation in Ammonia Excretion during the Early Life Stages of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(S1): 107-115.
- HOLTHUIS, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaenominae. *Occasional Papers of the Allan Hancock Foundation*, 12: 1-339.
- HOLTHUIS, L.B. 1966. A collection of freshwater prawns (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Amazonia, Brazil, collected by Dr. G. Marlier. *Bulletin de l'Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 42(10): 1-11.
- KEPELER, 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. & 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 & cultivo de *Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) em laboratório (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia da USP. São Paulo. Tese de Doutorado. 190p.

- KUTTY, M.N. 2005. Towards sustainable freshwater prawn aquaculture – lessons from shrimp farming, with special reference to India. *Aquaculture Research*, 36: 255-263.
- KUTTY, M.N. & VALENTI, W.C. 2010. Culture of other freshwater prawn species. *In*: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- LOBÃO, V.L.; ROJAS, N.E.T. & VALENTI, W.C. 1986. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea; Decapoda) em laboratório. *Boletim Instituto de Pesca*, 13(2): 15-20.
- LÓPEZ B. & PEREIRA, G. 1996. Inventario de los crustáceos decapodos de las zonas alta y media del delta del Rio Orinoco, Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 16(3): 45-64.
- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 131p.
- MACIEL, C.R. & VALENTI, W.C. 2009. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius*, 17(2): 61-79.
- MAGALHÃES, C. 2000. Diversity and abundance of decapods crustaceans in the Rio Negro basin, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. p. 56-62. *In*: P. W. WILLINK; B. CHERNOFF; L. E. ALONSO; J. R. MONTAMBAULT AND R. LOURIVAL (eds.), *A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil*. RAP Bulletin of Biological Assessment 18. Washington, Conservation International.
- MAGALHÃES, C. 2001. Diversity, distribution, and habitats of the macro-invertebrate fauna of the Río Paraguay and Río Apa, Paraguay, with emphasis on decapods crustaceans. p. 68-72. *In*: B. CHERNOFF; P. W. WILLINK AND J. R. MONTAMBAULT (eds.), *A*

- Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Río Paraguay Basin, Alto Paraguay, Paraguay*. RAP Bulletin of Biological Assessment 19. Washington, Conservation International.
- MAGALHÃES, C. 2002. A rapid assessment of the decapod fauna in the Rio Tahuamanu and Rio Manuripi Basins, with new records of shrimps and crabs for Bolivia (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae, Sergestidae, Trichodactylidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(4): 1091-1103.
- MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, G.S. & MOREIRA, P.S. 1983. The effect of salinity on respiratory metabolism, survival and moulting in the first zoea of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Palaemonidae). *Hydrobiologia*, 101: 239-242.
- MELO, A.G. 2003. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. São Paulo, Edições Loyola/Museu de Zoologia, USP, 430 p.
- MORAES-RIODADES, P.M.C., 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes densidades, Fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 135p.
- 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 prawns, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 236: 297-307.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; KIMPORA, 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-VALENTI, P. & VALENTI, W.C. 2010. Culture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- MOREIRA, G.S.; McNAMARA, J.C. & MOREIRA, P.S. 1986. The effect of salinity on the upper thermal limits of survival and metamorphosis during larval development in *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 50(3): 231-238.
- MYRICK, C. A. 2002. Ecological impact of escaped organisms. In: TOMASO J. R. (Eds.). *Aquaculture and the Environment in the United States*. Baton Rouge, U.S. Aquaculture Society, A Chapter of the World Aquaculture Society. p. 225-246.
- NEW, M. B. 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and glance at the future. *Aquaculture Research*, 36: 210-230.
- 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 farming: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Wiley-Blackwell, Oxford. Blackwell Science, p. 429-443.
- ODINETZ-COLLART, O. 1991. Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale. *Crustaceana*, 61(2):253-270.
- ODINETZ-COLLART, O. & MAGALHÃES, C. 1994. Ecological constraints and life history strategies of Palaemonid prawns in Amazônia. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25:2460-2467.
- 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.

- PRETO, B.L.; KIMPARA, J.M.; MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. 2006. Efeito do gradeamento e de despescas seletivas na engorda do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. In: Aquaciência 2006. Bento Gonçalves. 2006. p. 2357.
- RAMOS-PORTO, M. & COELHO, P.A. 1990. Sinopse dos crustáceos decápodos brasileiros (Família Palaemonidae). *Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia*, 3(3): 93-111.
- REGO, L.A.H.; VETORELLI, M.; MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. 2004. Seleção e manejo de fêmeas ovígeras para a larvicultura de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). In: Abstracts of AquaCiência 2004, Vitória, ES. p. 393.
- RODRÍGUEZ, G. 1982. Fresh-water shrimps (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Orinoco basin and the Venezuelan Guyana. *Journal of Crustacean Biology*, 2: 378-391.
- VALÊNCIA, D.M. & CAMPOS, M.R. 2007. Freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) of Colombia. *Zootaxa*, 1456: 1-44.
- VALENTI, W.C. 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. *World Aquaculture*, 24(1): 30-34.
- VALENTI, W.C.; HAYD, L.A.; VETORELLI, M.P. & MARTINS, M.I.E.G. 2008. Viabilidade econômica da produção de iscas e juvenis de *Macrobrachium amazonicum* no Pantanal. In: CYRINO, J.E.P., SCORVO, J.D.; SAMPAIO, L.A, & CAVALLI, R.O. (Ed.). Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. Proceedings of Aquaciência 2006, 14-17 August 2006, Bento Gonçalves. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática – Aquabio, Jaboticabal. p. 25-35.
- VALENTI, W.C., MALLASEN, M. & BARROS, H.P. 2009. Sistema de recirculação para larvicultura de camarões de água doce em pequena escala. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(1): 141-151.

- VETORELLI, M.P. 2004. Viabilidade técnica e econômica do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes densidades de estocagem. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Dissertação de Mestrado. 84p.
- 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. 2008. Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 123p.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA, *Macrobrachium amazonicum*.

Resumo

Avaliou-se o efeito da temperatura da água no cultivo de larvas de *Macrobrachium amazonicum*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperaturas) e quatro repetições. Foram realizados dois experimentos. No primeiro, a temperatura foi avaliada em um amplo espectro (20, 25, 30 e 35°C). No segundo, os tratamentos testados foram 26, 28, 30 e 32°C, definidos de acordo com os melhores resultados obtidos no experimento 1. Cada experimento foi desenvolvido em 16 tanques de larvicultura de 63 L contendo água na salinidade 12 e providos de filtro biológico, aeração e aquecimento controlado por termostatos digitais. A densidade de estocagem foi de 100 e 85 larvas/L nos experimentos 1 e 2, respectivamente. O desenvolvimento larval foi mais lento no cultivo em 20°C, seguido pelos cultivos em 25 e 26°C. Nessas temperaturas, a metamorfose não ocorreu ou foi inexpressiva no tempo de cultivo adotado (17 dias). A temperatura de 35°C apresentou mortalidade total das larvas no 13º dia de cultivo. Conclui-se que a larvicultura de *M. amazonicum* pode ser realizada em temperaturas que variam de 25 a 32°C. Porém, o cultivo em 30°C apresentou os melhores resultados, maximizando a produção de pós-larvas e minimizando o tempo de cultivo.

Abstract

We evaluated the effect of water temperature in the culture of larvae of *Macrobrachium amazonicum*. The experimental design was completely randomized with four treatments (temperatures) and four replications. Two experiments were conducted. At first, the temperature was evaluated in a broad spectrum (20, 25, 30 and 35°C). In the second, the treatments were 26, 28, 30 and 32°C, defined in accordance with best results obtained in Experiment 1. Each experiment was carried out in 16 hatchery tanks containing 63 L of water salinity at 12 and with a biological filter, aeration and heating controlled by digital thermostats. Stocking density was 100 and 85 larvae/L in experiments 1 and 2, respectively. Larval development was slower in culture at 20°C, followed by cultivation at 25 and 26 ° C. At these temperatures, the transformation did not occur or was negligible in the time of culture adopted (17 days). The temperature of 35°C showed a total mortality of larvae on day 13 of culture. It is concluded that the hatchery *M. amazonicum* can be performed at temperatures ranging from 25 to 32°C. However, culture at 30°C showed the best results, maximizing the production of post-larvae and minimizing the time of culture.

1. Introdução

O camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), é o decapoda de água doce, nativo da América do Sul, com maior importância econômica (Maciel & Valenti, 2009). É uma espécie amplamente distribuída nas bacias hidrográficas da América do Sul (Holthuis, 1952; Bialecki *et al.*, 1997), possui rápido crescimento, grande rusticidade e resistência a doenças, e fácil reprodução e desenvolvimento em cativeiro (Moraes-Riodades *et al.*, 1999; Kutty *et al.*, 2000). Ainda não existe produção em escala comercial, mas o potencial da espécie para a aquicultura é reconhecido por vários autores (Kutty, 2005; New, 2005; Maciel & Valenti, 2009). Na última década, ocorreu uma intensificação nas pesquisas com o objetivo de desenvolver sua tecnologia para a produção em escala comercial (ver Maciel & Valenti, 2009; Moraes-Valenti & Valenti, 2010).

Conhecer as bases do desenvolvimento e crescimento larval, como número, morfologia e duração dos estágios, os requisitos nutricionais e a tolerância da larva aos fatores físico-químicos da água são pré-requisitos para o sucesso da larvicultura de uma determinada espécie (Anger *et al.*, 2009). Para as populações costeiras de *M. amazonicum*, os estudos mostraram que, em condições controladas de cultivo, as larvas apresentam um bom desenvolvimento em sistema fechado dinâmico, com pH até 9 e salinidade entre 10 e 16 (L.A. Hayd, dados não publicados; Vetorelli, 2008). As larvas são bastante resistentes à amônia total e nitrito, suportando concentrações de até 1,6 e 0,8 mg/L, respectivamente (dados não publicados). Entre os principais parâmetros da água que devem ser controlados na larvicultura, a temperatura da água dos tanques ainda não havia sido testada. Em condições de laboratório, um estudo mostrou que a melhor sobrevivência foi observada a 28°C, em larvas mantidas em recipientes de 125 mL (Moreira *et al.*, 1986). Para o cultivo, até o momento, a temperatura adotada ficava em torno de 28-30°C, sendo esse valor baseado em estudos como o citado anteriormente e/ou no manejo adotado para outras espécies.

O conhecimento das exigências térmicas em organismos aquáticos é de grande importância ecológica, fisiológica e econômica. A temperatura determina a distribuição geográfica das espécies ou de populações e modula a maioria dos processos fisiológicos nas espécies ectotérmicas. Em organismos planctônicos, como as larvas de crustáceos, a temperatura pode afetar a sobrevivência, o crescimento e a duração do desenvolvimento (Anger, 2006). Além disso, a temperatura é um dos fatores mais importantes no controle extrínseco da taxa metabólica (Mantel & Farmer, 1983; Daoud *et al.*, 2007). As taxas de alimentação, assimilação, respiração, excreção e a produção de organismos aquáticos são influenciadas pela temperatura (Daoud *et al.*, 2007). Os organismos reagem às variações térmicas do ambiente, apresentando melhores respostas em determinado intervalo de temperatura, no qual está inserido o valor ótimo para a espécie (Reynolds & Casterlin, 1979). Este valor pode diferir consideravelmente entre larvas, juvenis e adultos, e entre machos e fêmeas da mesma espécie (Daoud *et al.*, 2007).

Quando se trabalha com espécies que apresentam potencial para aquicultura, como *M. amazonicum*, a abordagem dos aspectos ecofisiológicos tem importância fundamental. Estes fornecem as bases para a implementação de cultivo em ambiente apropriado, diminuindo o estresse e maximizando o crescimento dos organismos (Martínez-Palacios *et al.*, 1996). O aumento da temperatura, até certos limites, pode favorecer o cultivo de organismos aquáticos pela redução do tempo exigido para produzir um animal comerciável, possibilitando um maior número de ciclos por ano nas mesmas instalações (Manush *et al.*, 2004). Porém, a temperatura pode afetar adversamente a saúde do organismo, aumentando as taxas metabólicas, com a subsequente demanda de oxigênio, afetando as reações enzimáticas e favorecendo a proliferação de bactérias e outros patógenos no meio de cultivo (Wedemeyer *et al.*, 1999 *apud* Manush *et al.*, 2004). Em relação ao desenvolvimento de projetos de aquicultura, a

temperatura apresenta fundamental importância, limitando as áreas para a instalação dos empreendimentos.

O conhecimento das exigências térmicas das larvas de *M. amazonicum* permitirá avaliar a influência da temperatura nessa fase do ciclo de vida, assim como definir a condição ótima para o cultivo das larvas em relação a essa variável. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da temperatura de cultivo no desenvolvimento de larvas de *M. amazonicum*, visando minimizar o tempo de cultivo e maximizar a produtividade.

2. Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos na Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Jaboticabal, no setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP). As larvas utilizadas de *M. amazonicum* foram provenientes de fêmeas obtidas do estoque de reprodutores do setor. Este foi formado a partir de exemplares coletados na natureza, no nordeste do Pará (01°13'S 48°17'W), no ano de 1999. Desde então, cada geração é cultivada em sistema semi-intensivo para fins de pesquisa.

Fêmeas com ovos no final do desenvolvimento embrionário, reconhecidos por sua coloração transparente e visualização de olhos no embrião, foram colocadas em tanques de eclosão na densidade de 70 fêmeas/m². Os tanques foram mantidos com água salobra, em salinidade 4, temperatura de 29°C e aeração constante. Durante este período, as fêmeas não foram alimentadas. Após a eclosão, as larvas foram sifonadas para um balde, com aeração, e contadas individualmente. A seguir, foram aclimatadas, lentamente, até que a diferença de temperatura e pH da água do balde e do tanque de cultivo não ultrapassassem 1°C e 0,5 unidade, respectivamente. Então, foram transferidas para os tanques de larvicultura. Dez amostras de 50 larvas foram pesadas, de acordo com a metodologia adotada para verificar o peso seco das pós-larvas (pág. 23), para obter o peso seco inicial das larvas.

Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro desenvolvido em janeiro/09 e o segundo em janeiro/10. No experimento 1, a temperatura foi avaliada em um amplo espectro. Os níveis de temperatura utilizados para os tratamentos foram 20, 25, 30 e 35°C. Para o experimento 2, os níveis de temperatura testados foram definidos de acordo com os melhores resultados obtidos no experimento 1, sendo 26, 28, 30 e 32°C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperaturas) e quatro repetições.

As larviculturas foram realizadas em 16 tanques retangulares, com capacidade para 63L. Os tanques funcionavam em sistema fechado dinâmico de circulação de água (ver Valenti *et al.*, 2009), com aeração, aquecimento e fotoperíodo 12:12 (claro:escuro). O aquecimento nos tanques foi realizado por aquecedores ligados a termostatos digitais com precisão de 0,2°C. Antes do início dos experimentos, os termostatos foram aferidos e calibrados com base na sonda YSI - modelo 63. A temperatura do laboratório foi mantida, por meio de condicionadores de ar, sempre abaixo da menor temperatura testada em cada experimento. O filtro biológico correspondeu a aproximadamente 15% do volume do tanque de cultivo. A salinidade da água de cultivo foi mantida ao redor de 12. Cada tanque foi povoado com 100 larvas/L, no primeiro experimento, e 85 larvas/L, no segundo.

No primeiro experimento, as larvas foram alimentadas, a partir do segundo dia de cultivo, com 4-12 náuplios recém-eclodidos de *Artemia* por mL do tanque de cultivo, fornecidos pela manhã, conforme o estágio larval predominante no tanque (ver Maciel, 2007). No experimento 2 foi ofertado 4 náuplios/mL ao longo de todo o cultivo. A mudança no manejo alimentar foi baseada nos resultados de experimentos de alimentação recentemente realizados (C.R. Maciel, dados não publicados). No experimento 2, a quantidade de *Artemia* consumida foi avaliada, diariamente, por meio de estimativas do número de náuplios/mL, realizadas logo após o fornecimento e antes da próxima alimentação (após 24h). Além disso, foi fornecida uma dieta úmida, a partir do estágio V de desenvolvimento das larvas, de acordo

com Maciel (2007), mas a quantidade ofertada foi ajustada diariamente, conforme o consumo, para evitar sobras.

A salinidade foi medida com a sonda multiparâmetro YSI - modelo 63 e ajustada diariamente. A amônia total ($\text{NH}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) e o nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) 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 DR-2000). O oxigênio dissolvido e o pH foram determinados semanalmente por meio das sondas YSI - modelos 55 e 63, respectivamente. Os valores médios por tratamento estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Variáveis da água (média \pm desvio padrão) obtidas durante a larvicultura de *M. amazonicum* nas diferentes temperaturas do experimento 1.

Variáveis	Tratamentos (°C)			
	20	25	30	35
Temperatura (°C) *	20,0 \pm 0,20	25,0 \pm 0,20	30,0 \pm 0,20	35,0 \pm 0,20
Salinidade	12,0 \pm 0,13	12,1 \pm 0,11	12,1 \pm 0,33	12,6 \pm 0,13
Oxigênio dissolvido (mg/L)	11,2 \pm 0,12	9,5 \pm 0,40	9,0 \pm 0,11	8,2 \pm 0,47
pH	8,5 \pm 0,06	8,4 \pm 0,02	8,4 \pm 0,02	8,3 \pm 0,04
$\text{NH}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ (ug/L)	38,0 \pm 18,99	51,6 \pm 6,00	106,6 \pm 33,78	16,3 \pm 6,87
$\text{NO}_2\text{-N}$ (ug/L)	7,1 \pm 3,67	12,0 \pm 2,47	26,6 \pm 11,66	6,9 \pm 5,21

* Variação dada pelos termostatos.

Tabela 2 – Variáveis da água (média ± desvio padrão) obtidas durante a larvicultura de *M. amazonicum* nos diferentes temperaturas do experimento 2.

Variáveis	Tratamentos (°C)			
	26	28	30	32
Temperatura (°C) *	26,0 ± 0,20	28,0 ± 0,20	30,0 ± 0,20	32,0 ± 0,20
Salinidade	12,07 ± 0,06	12,12 ± 0,02	12,01 ± 0,33	12,26 ± 0,03
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,56 ± 0,03	7,16 ± 0,01	6,95 ± 0,07	6,56 ± 0,04
pH	8,15 ± 0,01	8,16 ± 0,02	8,18 ± 0,01	8,14 ± 0,02
NH ₃ -N + NH ₄ -N (ug/L)	18,33 ± 8,20	16,87 ± 5,39	7,89 ± 4,45	29,47 ± 18,78
NO ₂ -N (ug/L)	6,12 ± 1,09	6,25 ± 0,88	7,07 ± 1,85	9,97 ± 1,19

* Variação dada pelos termostatos.

Amostras de 10 larvas de cada tanque foram examinadas sob microscópio óptico, em dias alternados, para observação da saúde e estágio larval. Foram observadas as condições do intestino e do hepatopâncreas, formato do rostrum e coloração do corpo. O estágio de desenvolvimento das larvas em cada tanque foi verificado por meio do índice de estágio larval (IEL), determinado, de acordo com o método da média ponderada de Manzi *et al.* (1977), pela seguinte fórmula:

$$IEL = \sum ni.E / n$$

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

A despesca foi realizada quando um dos tratamentos do experimento apresentou proporção de pós-larvas próxima a 80%, determinado visualmente. O encerramento do cultivo

(despesca) ocorreu no 17º dia em ambos os experimentos. Todos os tanques foram esvaziados e as larvas e pós-larvas sobreviventes foram coletadas e contadas individualmente. A seguir, foram determinadas as seguintes variáveis de produção:

- Sobrevivência total (%): número de larvas e pós-larvas (PL) no tanque no momento da despesca em relação ao povoamento;
- Taxa de metamorfose (%): número de PL no momento da despesca em relação ao número de larvas estocadas;
- % de larvas: número de larvas no momento da despesca em relação ao povoamento;
- Produtividade (PL/L): número de PL produzidas em relação ao volume do tanque;
- Peso úmido das PL: amostras de dez pós-larvas foram retiradas dos tanques, lavadas em água destilada, secas em papel de filtro e transferidas para cartuchos de papel alumínio com peso pré-determinado. Os cartuchos contendo as PL foram então pesados em balança analítica (Mettler Toledo AT21, precisão de 1 µg). Foram realizadas cinco repetições para cada tanque de cultivo larval;
- Peso seco das PL: amostras de dez pós-larvas foram retiradas dos tanques, lavadas em água destilada, secas em papel de filtro e transferidas para cartuchos de papel alumínio com peso pré-determinado. Os cartuchos contendo as PL foram levados à estufa (60°C) por 24h e ao dessecador por mais duas horas. Foram então pesadas em balança analítica (Mettler Toledo AT21, precisão de 1 µg). Foram realizadas cinco repetições para cada tanque de cultivo larval;
- Taxa instantânea de mortalidade (Z): corresponde ao logaritmo natural da sobrevivência (S), com sinal invertido; $Z = -\ln S$.
- Ganho de peso: determinado por meio do peso seco médio final das pós-larvas subtraído do peso seco médio inicial das larvas utilizadas para o povoamento dos tanques.

- Taxa de crescimento instantâneo (G): dado pela fórmula $G = \ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial} / t_2 - t_1$, sendo $t_2 = 17$ dias (despesca); $t_1 = 1$ (povoamento).

Os valores expressos em porcentagens foram previamente transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$. Conforme a natureza dos dados, estes foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) paramétrica ou não-paramétrica. Os dados foram submetidos à análise da normalidade pelo teste Cramer-von Mises. Essa condição não foi satisfeita por nenhuma das variáveis de produção do experimento 1 (sobrevivência, % de larvas, % de pós-larvas, produtividade e peso seco das PL). Estas foram submetidas à Análise de Variância pelo teste H (Kruskal-Wallis). Quando encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, estes foram comparados com o teste de Dunn. Para as demais variáveis, não foi rejeitada a hipótese da normalidade. Então, a homocedasticidade foi verificada pelo teste de Bown-Forsythe. Aceitas as premissas, realizou-se Análise de Variância pelo teste F (“one-way” ANOVA). Quando encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas, as médias dos tratamentos foram comparadas com o teste de Duncan. Consideraram-se resultados diferentes quando $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas nos softwares Statistical Analysis System (SAS Intitute Inc., version 9.0) e GraphPad Prism 4. Foi ajustada uma função potência, por regressão, para expressar a relação entre o índice de estágio larval e tempo de cultivo para todas as temperaturas testadas. Estas foram usadas para estimar o tempo de cultivo para cada temperatura, considerando que a despesca seria realizada com 80% de metamorfose em pós-larvas. Análises de regressão foram realizadas também para expressar a relação entre as temperaturas e as variáveis: sobrevivência final, taxa instantânea de mortalidade, ganho de peso, taxa instantânea de crescimento, índice de estágio larval no momento da despesca e tempo de cultivo. As regressões foram feitas utilizando-se o software “Excel” da Microsoft.

3. Resultados

No experimento 1, somente os tanques mantidos nas temperaturas de 20, 25 e 30°C continham animais na despesca. O cultivo dos tanques com temperatura de 35°C foi encerrado no 13º dia de cultivo devido à mortalidade total dos animais. Para os demais tratamentos, a sobrevivência não diferiu de forma significativa (Tabela 3). Em nenhum cultivo foi observado um período com maior mortalidade aparente das larvas, o que indica que a mortalidade ocorreu, provavelmente, de forma homogênea ao longo de todo o cultivo. Além disso, as larvas apresentaram, em geral, boa saúde em todos os tratamentos. A taxa de metamorfose (% de pós-larvas) e a produtividade foram significativamente maiores no cultivo em 30°C (Tabela 3). Os cultivos em 20 e 25°C não apresentaram pós-larvas até a data da despesca.

Tabela 3 – Valores das variáveis de produção - sobrevivência (%), porcentagem de larvas, porcentagem de pós-larvas, produtividade (PL/L) e peso seco da pós-larva (μg) - obtidas nas diferentes temperaturas testadas no experimento 1 (Kruskal-Wallis – Sobrevivência: $H = 10,80$, $p = 0,0129$; % Larvas: $H = 13,72$, $p = 0,0033$; % de Pós-larvas: $H = 14,66$, $p = 0,0021$; Produtividade: $H = 14,62$, $p = 0,0022$). med = mediana; 1ºq = 1ºquartil (25%); 3ºq = 3ºquartil (75%)

Variáveis	Tratamentos (°C)			
	20	25	30	35
	med (1ºq; 3ºq)	med (1ºq; 3ºq)	med (1ºq; 3ºq)	med (1ºq; 3ºq)
Sobrevivência	77,4 (73,6; 83,3) a	56,3 (52,4; 63,3) a	61,2 (54,1; 66,6) a	0,0b
Larva	77,4 (73,6; 83,3) a	56,3 (52,4; 63,3) a	11,7 (10,2; 12,2) a	0,0b
Pós-Larva	0,0 b	0,0 (0; 0,01) b	49,5 (42,0; 56,5) a	0,0b
Produtividade	0,0 b	0,0 b	49,5 (42,0; 56,5) a	0,0b
Peso seco PL	-	-	762,4 (722,7; 820,3)	-

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

A sobrevivência no experimento 2 foi significativamente menor no cultivo em 32°C, não diferindo entre as demais temperaturas testadas (Tabela 4). As maiores porcentagem de pós-larva e produtividade foram obtidas no cultivo em 30°C (Tabela 4). A produtividade foi significativamente menor em 26°C (Tabela 4). O peso seco das pós-larvas foi significativamente maior no cultivo em 32°C (Tabela 4).

No experimento 2, o consumo de náuplios de *Artemia* não diferiu significativamente entre os tratamentos ($F = 1,55$; $p = 0,25$), variando de 3,4-3,8 náuplios/mL/dia (Figura 1). A quantidade média de ração fornecida diariamente seguiu uma relação positiva com o aumento da temperatura ($p < 0,001$), variando de 27,0 µg/mL, para o cultivo em 26°C, até 32,7 µg/mL, para o cultivo em 32°C (Figura 1).

Tabela 4 - Média \pm desvio padrão das variáveis de produção sobrevivência (%), porcentagem de larvas, porcentagem de pós-larvas, produtividade (PL/L) e peso seco da pós-larva (µg), obtida nas diferentes temperaturas testadas no experimento 2 (ANOVA – Sobrevivência: $F = 31,56$, $p < 0,0001$; % Larvas: $F = 102,94$, $p < 0,0001$; % Pós-larvas: $F = 78,45$, $p < 0,0001$; Produtividade: $F = 16,83$, $p = 0,0002$; Peso seco: $F = 13,23$, $p = 0,0006$).

Variáveis	Tratamentos (°C)			
	26	28	30	32
Sobrevivência (%)	66,8 \pm 7,8 a	60,3 \pm 10,6 a	65,8 \pm 8,6 a	24,0 \pm 4,7 b
Larvas (%)	65,4 \pm 7,1 a	37,3 \pm 8,3 b	23,5 \pm 2,4 c	5,7 \pm 1,6 d
Pós-Larvas (%)	1,3 \pm 0,7 c	23,0 \pm 6,2 b	42,3 \pm 6,4 a	18,3 \pm 3,6 b
Produtividade (PL/L)	1,1 \pm 0,6 c	18,6 \pm 5,0 b	34,2 \pm 5,2 a	14,8 \pm 2,9 b
Peso seco (µg)	687,7 \pm 27,0 c	771,1 \pm 86,0 b	789,8 \pm 43,0 b	925,7 \pm 37,8 a

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

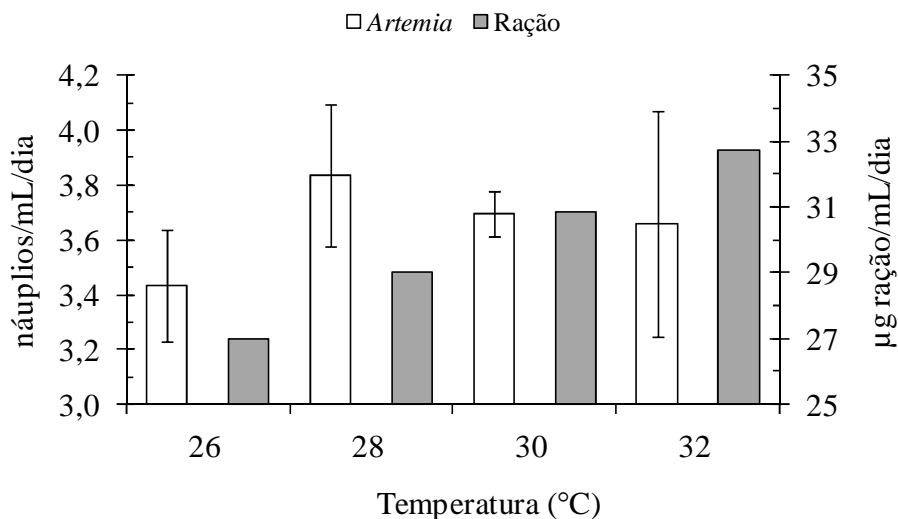


Figura 1 – Consumo de náuplios de *Artemia* e fornecimento de ração para as diferentes temperaturas utilizadas no cultivo.

Os menores índices de estágio larval (IEL) foram obtidos para as larvas cultivadas em 20 e 25°C, não sendo superiores a oito até o encerramento do cultivo (Figura 2). Nestas temperaturas, não foram encontradas pós-larvas. Entre os demais cultivos, os animais mantidos em 30 e 32°C apresentaram maior desenvolvimento no período de 17 dias (Figuras 2 e 3). O cultivo em 32°C apresentou uma menor uniformidade de estágios larvais, no mesmo período, em relação aos outros cultivos. Nessa temperatura, por exemplo, foi encontrado no tanque, no 12º dia, larvas do estágio VI até PL.

Com base na relação encontrada entre o índice de estágio larval e os dias de cultivo, uma equação potência foi ajustada para cada temperatura. Assim, estimou-se o dia ideal para o encerramento do cultivo (despesca), de cada tratamento, quando o IEL fosse igual a 9,7 (assumindo, hipoteticamente, 80% dos animais como PL, 10% como zoea IX e 10% como zoea VIII) (Tabela 5). O cultivo das larvas em temperaturas mais elevadas ocasionou uma aceleração significativa no desenvolvimento, o que se reflete na diminuição do tempo do cultivo (Tabela 5; Figura 4).

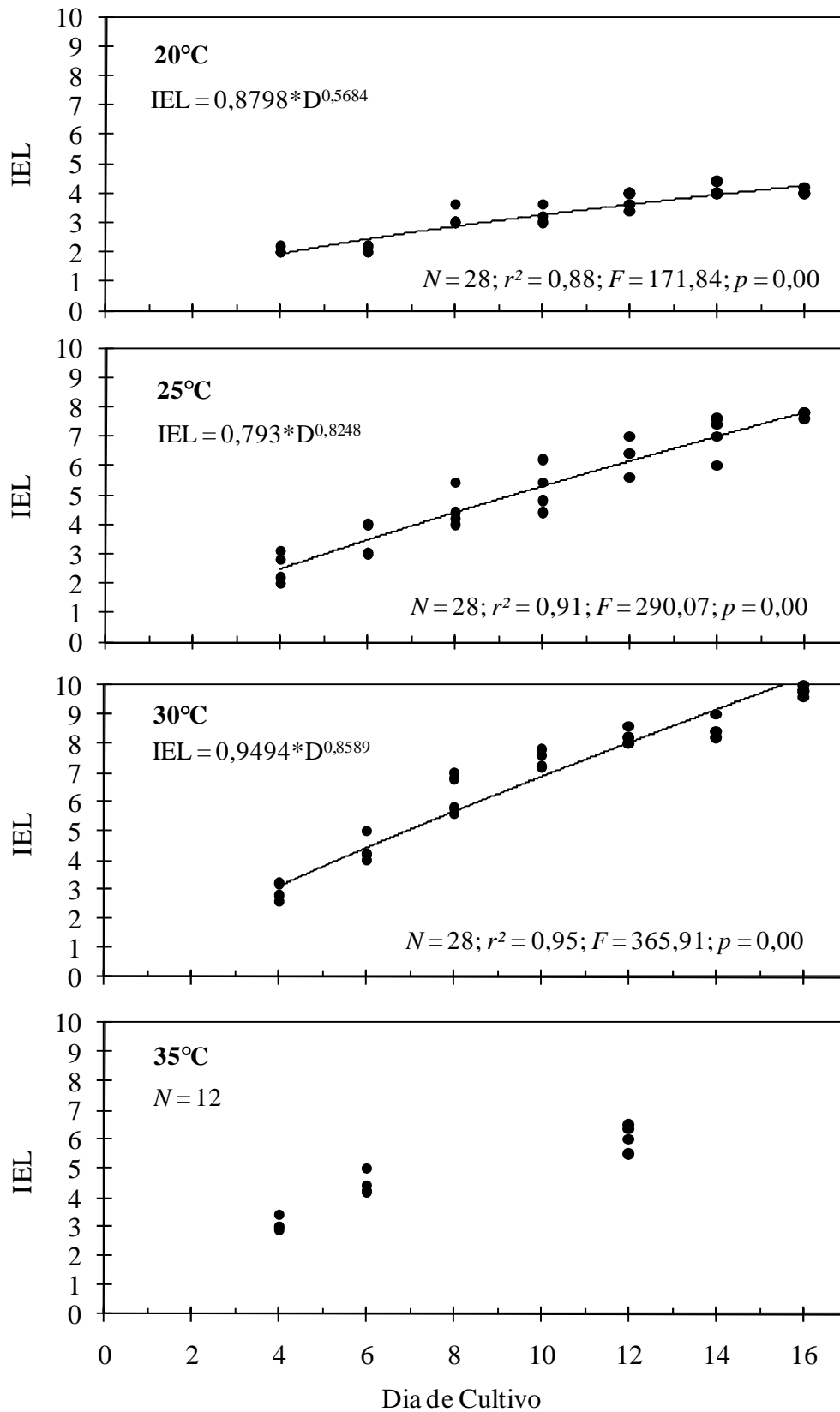


Figura 2 – Relação entre o índice de estágio larval e os dias de cultivo nas diferentes temperaturas utilizadas no experimento 1. IEL = Índice de Estágio Larval; D = dia de cultivo.

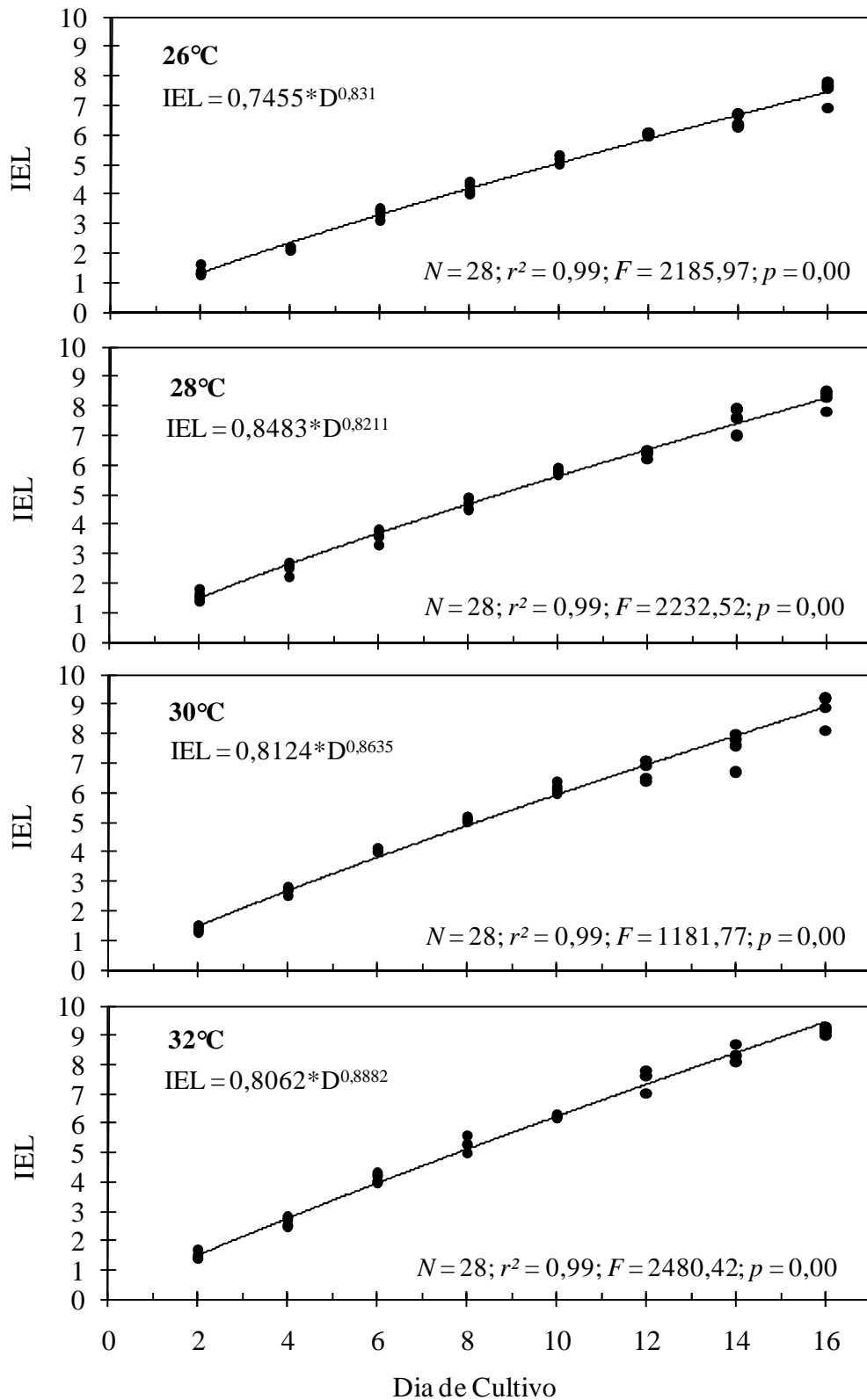


Figura 3 - Relação entre o índice de estágio larval e os dias de cultivo nas diferentes temperaturas utilizadas no experimento 2. IEL = Índice de Estágio Larval; D = dia de cultivo.

Tabela 5 – Período de cultivo estimado por meio da equação dada pela função potência para as diferentes temperaturas testadas nos experimentos 1 e 2.

Tratamento	Estimativa (dias)
<i>Experimento 1</i>	
20°C	68
25°C	21
30°C	15
<i>Experimento 2</i>	
26°C	22
28°C	19
30°C	18
32°C	16

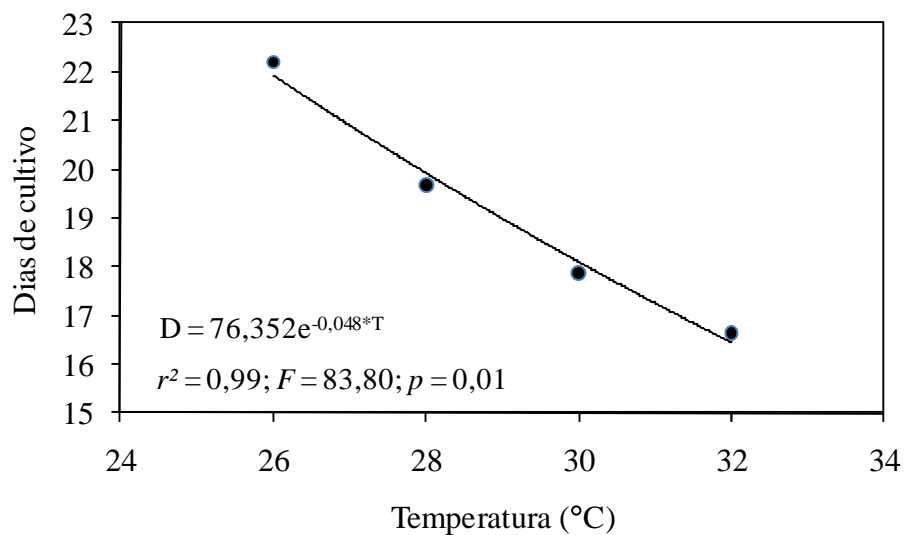


Figura 4 – Relação entre os dias de cultivo (D) e a temperatura (T) adotada na larvicultura.

As relações entre as temperaturas avaliadas e a sobrevivência final, a taxa instantânea de mortalidade, o ganho de peso, a taxa de crescimento instantâneo e o índice de estágio larval no momento da despesca estão apresentadas nas Figuras 5 e 6. Todas as relações mostraram-se estatisticamente significativas e seguem um modelo polinomial (Figuras 5 e 6). Para a variável sobrevivência, podemos observar uma curva descendente em relação às temperaturas testadas, ocorrendo acentuação da declividade dessa curva a partir de 30°C (Figura 5). A taxa instantânea de mortalidade mostra uma tendência positiva em relação às temperaturas testadas, aumentando de modo significativo a partir de 30°C (Figura 5). As curvas de ganho de peso, taxa de crescimento instantâneo e índice de estágio larval na despesca mostram uma tendência positiva em relação às temperaturas testadas até 32°C, ocorrendo, então, o início da descendência das curvas para essas variáveis (Figuras 5 e 6).

A influência da temperatura na produtividade final está apresentada na Figura 7. A produtividade mostra uma tendência de aumento até 30°C, diminuindo significativamente a partir desse ponto (Figura 7).

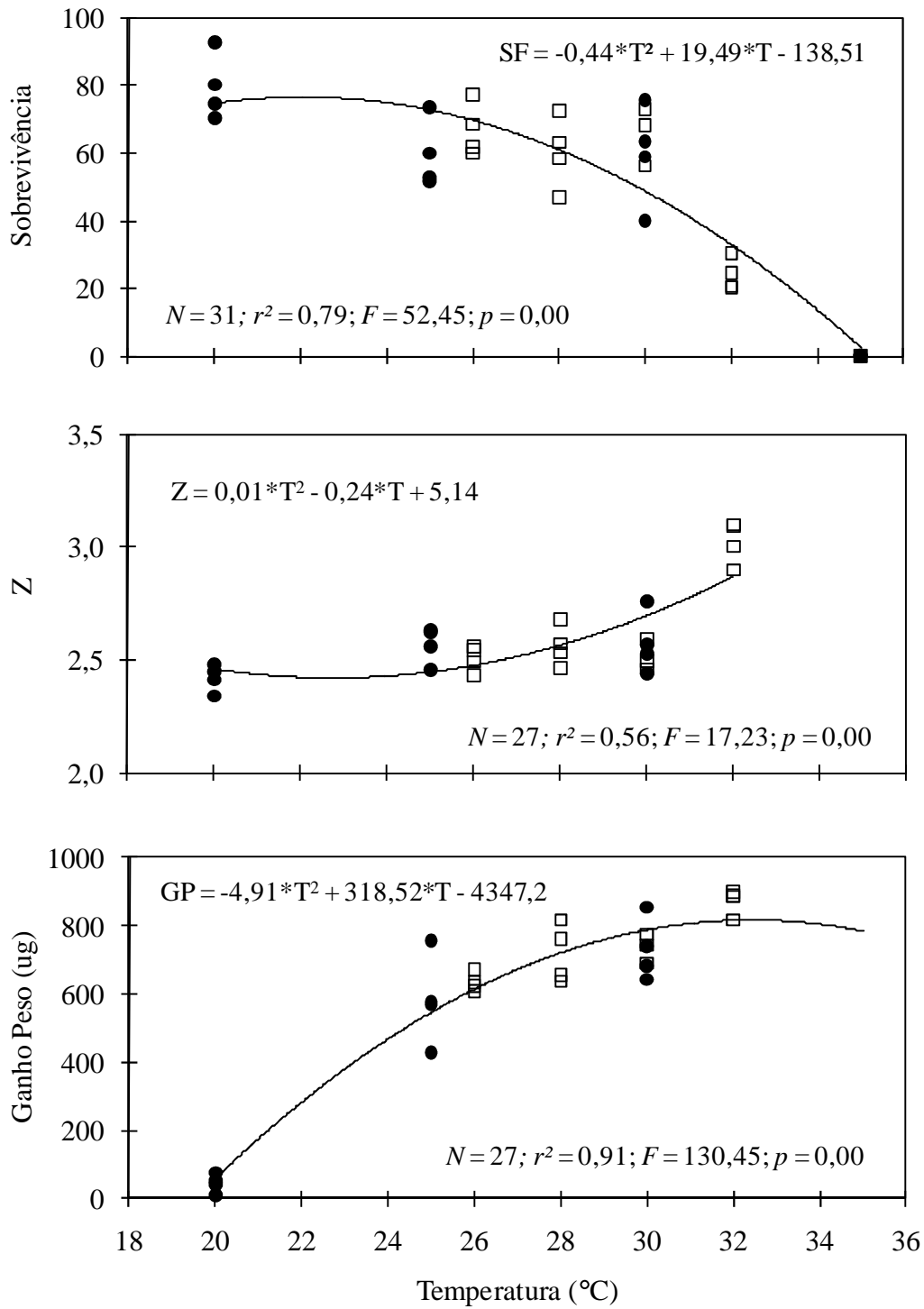


Figura 5 – Relação entre as variáveis sobrevivência final (SF), taxa instantânea de mortalidade (Z) e ganho de peso (GP) com as diferentes temperaturas utilizadas nos experimentos 1 (●) e 2 (□). T = Temperatura (°C).

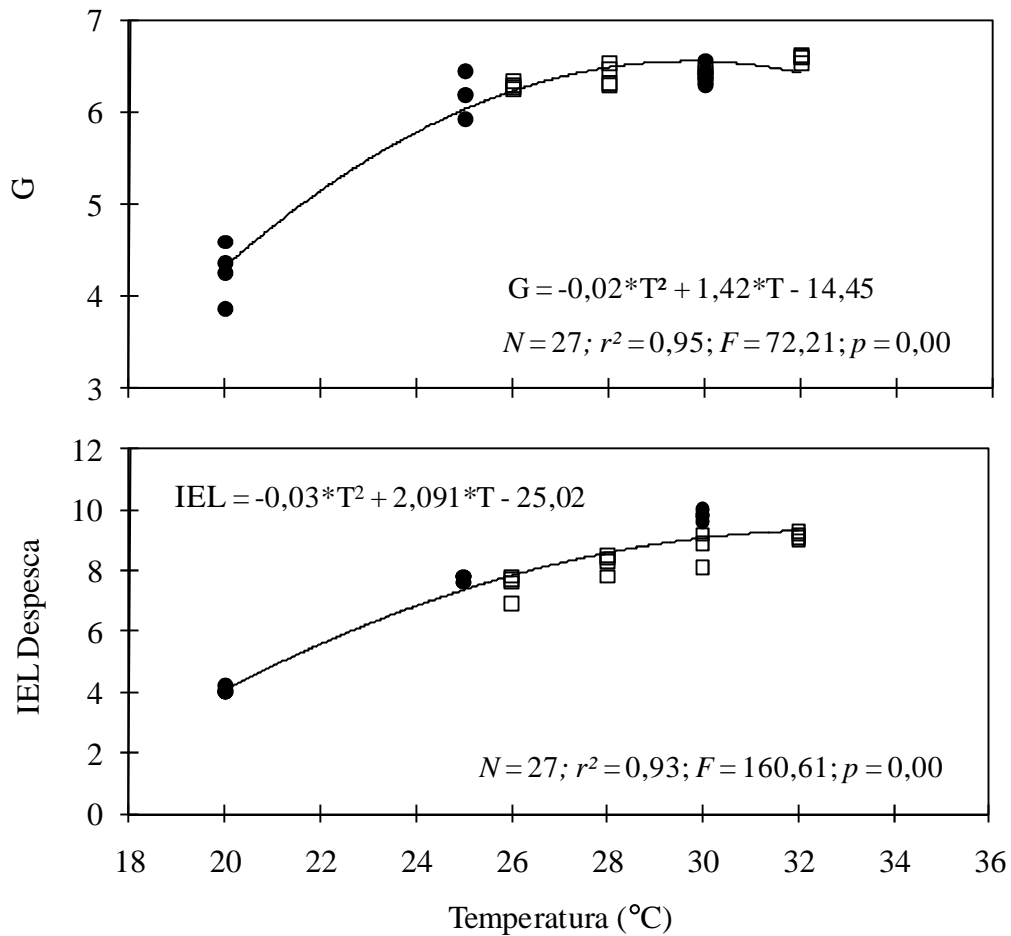


Figura 6 – Relação entre as variáveis taxa instantânea de crescimento (G) e índice de estágio larval (IEL) no momento da despesca com as diferentes temperaturas utilizadas nos experimentos 1 (●) e 2 (□). T = Temperatura (°C).

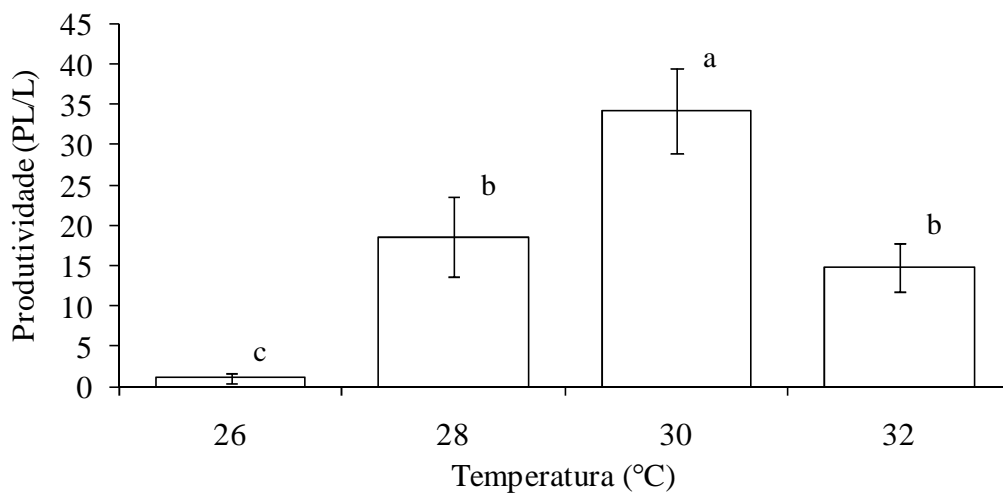


Figura 7 – Valores médios e desvio padrão da produtividade final nas diferentes temperaturas. Barras seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

4. Discussão

O desenvolvimento larval de *M. amazonicum* certamente ocorre numa faixa de temperatura entre 26 a 32°C e possivelmente também em temperaturas entre 20 a 25°C, embora o período larval seja mais longo. No cultivo em 35°C, as larvas morrem por volta do estágio VI de desenvolvimento, muito antes que ocorra a metamorfose em pós-larva. Na temperatura de 32°C, não se obteve bons parâmetros de produção, ocorrendo grande mortalidade das larvas nessa temperatura. Podemos considerar, então, que a sobrevivência final diminui fortemente a partir de 30°C, o que pode ser confirmado pelo aumento da taxa instantânea de mortalidade. Da mesma forma, após essa temperatura, a produtividade diminui significativamente.

De um modo geral, as variações de temperatura exercem efeitos consideráveis em vários processos fisiológicos. Segundo Schmidt-Nielsen (1996), a elevação da temperatura acelera a maioria dos processos, porém dentro de limites para cada espécie, visto que os animais diferem quanto à faixa de temperatura que podem suportar. Ainda que a vida animal, em geral, possua um limite superior a 50°C, muitos animais morrem quando são expostos a temperaturas muito mais baixas, em especial animais aquáticos, os quais dificilmente são expostos a temperaturas muito elevadas (Schmidt-Nielsen, 1996). De acordo com o mesmo autor, existem cinco fatores que podem contribuir para a morte dos animais devido a temperaturas elevadas: 1. Desnaturação de proteínas; 2. Inativação térmica de enzimas; 3. Suprimento inadequado de oxigênio; 4. Efeitos de temperaturas diferentes em reações metabólicas independentes; 5. Efeitos de temperatura na estrutura de membranas celulares.

Os dois primeiros fatores são improváveis de ocorrer em temperaturas abaixo de 45°C, pois a maioria das enzimas e proteínas se desnatura acima dessa temperatura (Schmidt-Nielsen, 1996). No caso de *M. amazonicum*, temos mortalidade total dos animais a 35°C, o que torna essas hipóteses bem pouco prováveis. A terceira possibilidade, que a morte térmica

seja causada pelo suprimento inadequado de oxigênio, devido ao aumento da demanda com a elevação da temperatura, pode ser descartada porque a concentração de oxigênio nos tanques de cultivo se manteve sempre acima dos valores recomendados para o cultivo. Apesar de ocorrer uma diminuição dessa concentração com o aumento da temperatura, não podemos afirmar que ela tenha ocorrido pelo aumento do consumo, já que este não foi avaliado. Alguns trabalhos com decápodes mostram que o consumo de oxigênio pode variar com a temperatura (ver McNamara *et al.*, 1985; Vernberg *et al.*, 1980). No entanto, a partir dos resultados apresentados nos trabalhos citados, não se pode afirmar que essa variação tenha causado mortalidade dos animais. Para estudos posteriores, seria interessante avaliar a influência da temperatura no consumo de oxigênio de larvas do camarão-da-amazônia. Um dos fatores que pode ter contribuído para a diminuição da concentração do oxigênio nos tratamentos é a menor solubilidade dos gases em temperaturas mais elevadas.

A quarta e a quinta possibilidades, sobre o efeito da temperatura nas reações e na estrutura da membrana, seriam as mais compatíveis com a situação, na qual ocorre grande mortalidade dos animais cultivados em 32°C e mortalidade total das larvas, antes que o desenvolvimento se complete, em 35°C. Um aumento da temperatura em um sistema ectotérmico possui dois efeitos importantes ao nível molecular: em primeiro lugar, ele irá resultar em um aumento na proporção de moléculas que possuem energia cinética suficiente para atingir o nível de ativação para uma determinada reação, e em segundo lugar, irão influenciar a constante de equilíbrio de reações, especialmente aquelas que envolvem ligações químicas fracas (Hochachka, 1991 *apud* Brockington & Clarke, 2001). As velocidades de reações químicas, especialmente aquelas de reações enzimáticas, são altamente dependentes da temperatura (Lehninger *et al.*, 2005). Desse modo, a velocidade da taxa metabólica de um animal aumenta exponencialmente, até um ponto ótimo, com a temperatura corporal (Randall *et al.*, 2002). A taxa metabólica na maioria dos animais com temperatura corporal variável

aumenta duas a três vezes para cada elevação de 10°C (Randall *et al.*, 2002). O aumento de uma taxa pela elevação de 10°C na temperatura é denominado Q_{10} (Schmidt-Nielsen, 1996). Se vários processos do metabolismo intermediário forem influenciados de modo diferente pela temperatura (valores diferentes de Q_{10}), poderá ocorrer a depleção ou acúmulo de alguns produtos metabólicos intermediários (Schmidt-Nielsen, 1996). Sensibilidades diferentes à temperatura de várias centenas de enzimas metabólicas que participam do metabolismo intermediário podem, facilmente, causar um desarranjo do equilíbrio bioquímico normal do organismo (Schmidt-Nielsen, 1996).

A última possibilidade, alterações na estrutura da membrana, é muito importante e abrange uma extensa gama de aspectos. A membrana celular, composta basicamente por dupla camada lipídica e proteínas, é muito sensível a alterações de temperatura (Randall *et al.*, 2002). Esta pode influenciar, por exemplo, na fluidez lipídica da membrana, sendo que temperaturas elevadas podem fazer com que a membrana fique muito fluida (Randall *et al.*, 2002). Essa situação pode causar perdas crescentes no equilíbrio das propriedades físicas à medida que a temperatura se distancia dos valores ótimos para um determinado organismo, o que pode prejudicar as diversas funções da membrana celular, como formação de uma barreira física e difusão geral dos solutos, facilitando os movimentos de solutos específicos (Randall *et al.*, 2002). Ainda, a temperatura pode afetar as interações que ocorrem entre os componentes das membranas (camada lipídica e proteínas), pois são estruturas moleculares que dependem de interações fracas, facilmente alteradas pela temperatura (Schmidt-Nielsen, 1996). Esses distúrbios na membrana parecem constituir um fator primário na lesão aos organismos causada pelo calor, mas qualquer uma das possibilidades acima mencionadas pode contribuir para sua morte (Schmidt-Nielsen, 1996).

Os processos metabólicos em animais ectotérmicos aumentam com a elevação da temperatura, e todos os processos envolvidos no acúmulo e mobilização das reservas

necessárias para a muda, e nas etapas preparatórias para esse evento, seguirão esta tendência (Hartnoll, 2001). Em consequência, temperaturas elevadas exigem um alto custo energético para a manutenção desse metabolismo (Anger *et al.*, 2004). Ainda, a redução da atividade alimentar em temperaturas baixas pode resultar em taxas de ingestão insuficientes, enquanto que, em temperaturas elevadas, o alto custo de manutenção pode não compensar (Anger *et al.*, 2004).

Para *M. amazonicum*, temperaturas a partir de 32°C causam alta mortalidade, o que permite supor que um ou mais dos processos citados acima comece a ocorrer a partir de 30°C. Alguns autores sugerem que a transição de um estágio para outro é o momento mais crítico do desenvolvimento larval, sendo que o investimento em energia é nitidamente reforçado nessa fase de transição (Anger, 2001; Weiss *et al.*, 2009). Durante o presente estudo, não foi observado nenhum período específico em que tenha ocorrido maior mortalidade de larvas. Se considerarmos que a mortalidade tenha ocorrido principalmente durante a mudança de estágio, podemos supor que, não existe um estágio larval mais crítico em relação à temperatura. Mesmo no cultivo em 35°C, apesar das últimas larvas analisadas estarem no estágio VI de desenvolvimento, foi observada grande mortalidade de larvas desde o início do cultivo, que se manteve até não restar mais animais nos tanques. A metamorfose da larva em pós-larva também pode ser considerada um ponto crítico no desenvolvimento de crustáceos, devido a este ser um processo complexo e mais sensível à temperatura (Anger, 2001).

O aumento da temperatura provocou uma aceleração no desenvolvimento das larvas, o que acarretou a diminuição do período de cultivo, corroborando os resultados encontrados para outros decápodes (Ismael *et al.*, 1997; Anger, 2001, Anger *et al.*, 2004; Hayd *et al.*, 2008; Hamasaki *et al.*, 2009; Weiss *et al.*, 2009). O aumento da temperatura pode acelerar o crescimento, encurtando o período de intermuda ou aumentando o número de mudas, ou ambos (Hartnoll, 2001). Tanto nos processos químicos como nos biológicos, a duração do

desenvolvimento em um determinado estágio diminui com a elevação da temperatura (Anger, 2001). Em aquicultura, um menor tempo de cultivo pode contribuir para a diminuição dos gastos na produção das pós-larvas e aumentar o número de ciclos de produção por ano, elevando a rentabilidade do empreendimento. Para o camarão-da-amazônia, o período de cultivo estimado variou de 68 dias, para as larvas cultivadas em 20°C, a 16 dias, para 30 e 32°C. Segundo Hayd *et al.* (2008), para *M. amazonicum*, o tempo médio para que ocorra cada ciclo de muda pode variar de 3-4 dias em 21°C e 1-2 dias em 29°C. De acordo com esses dados, com uma variação de 8°C, o tempo de cultivo pode diminuir para mais da metade com o aumento da temperatura. O tempo de cultivo obtido para 20 e 25°C foram baseados apenas em estimativas, a partir de regressões, devido ao desenvolvimento muito atrasado no momento da despesca. Por esse motivo, é necessário prudência ao avaliarmos esses resultados; o desenvolvimento completo até a metamorfose pode, inclusive, não ocorrer.

Embora, nas temperaturas mais elevadas, a mortalidade tenha aumentado substancialmente, a taxa de crescimento instantâneo e o ganho de peso continuaram a subir com a temperatura. A temperatura é o fator extrínseco mais importante na regulação do crescimento, juntamente com a alimentação (Anger, 2001). Segundo Hartnoll (2001), o aumento da temperatura teria um efeito antagônico sobre a taxa de crescimento do animal, reduzindo o tempo entre as ecdises, porém reduzindo seu crescimento a cada muda. No entanto, o primeiro efeito é proporcionalmente muito maior, de modo que o resultado universal, geralmente, é um aumento na taxa de crescimento (Hartnoll, 2001). Essa afirmação parece ser válida para *M. amazonicum*, pois podemos observar um aumento na biomassa do animal com a elevação da temperatura de 26 a 32°C. Porém, quando o cultivo ocorre em temperaturas mais baixas, como 20°C, essa relação pode não se sustentar. A consequência da diminuição da temperatura para o crescimento é que o tempo para chegar ao final do desenvolvimento larval é aumentado, mas o tamanho ao atingir esse estágio também pode

aumentar (Hartnoll, 2001). Em termos mais simples, a vida é prolongada e o tamanho do corpo é aumentado (Hartnoll, 2001). Para *M. amazonicum*, foi observado que o cultivo em 20°C torna o processo de desenvolvimento muito mais lento. Porém, não é possível afirmar se, ao final dessa fase, as pós-larvas terão uma biomassa maior do que as cultivadas em 30°C, por exemplo, já que o cultivo nessa temperatura não foi levado até o desenvolvimento larval completo. Ainda, o maior peso encontrado nas temperaturas mais altas pode ter sido acentuado pelo aparecimento precoce de PLs, principalmente em 32°C, que puderam crescer até o momento da despesca.

Como conclusão, esse estudo demonstrou que a temperatura da água do cultivo influencia grandemente a sobrevivência e o período de desenvolvimento do camarão-da-amazônia. A produção de pós-larva de *M. amazonicum* pode, certamente, ocorrer em uma faixa de temperatura de 26 a 30°C, mantendo-se valores viáveis dos parâmetros de produção. Para essa população, a temperatura mais adequada para a larvicultura parece ser 30°C, apresentando boa taxa de sobrevivência e maior produtividade em um tempo menor de cultivo. A temperatura exerce influência direta na velocidade de desenvolvimento das larvas, refletindo na duração do cultivo. Apesar dos resultados expressivos obtidos nesse trabalho, alguns estudos posteriores, enfatizando a temperatura de cultivo, poderiam ser realizados para se aperfeiçoar ainda mais a larvicultura dessa espécie. A viabilidade das pós-larvas provenientes de cada tratamento poderia ser uma opção. As PLs de *M. amazonicum* podem ser produzidas em uma ampla faixa de temperatura, mas ainda é necessário verificar as consequências da temperatura nas larvas cultivadas. O processo de aclimação e fatores como conforto e estresse podem ser significativos na sobrevivência e desenvolvimento desses animais posteriormente. Além disso, estudos com outros decápodes mostraram que a influência da temperatura na taxa de crescimento instantâneo da larva pode variar de acordo com o estágio de desenvolvimento em que ela se encontra, devido a mudanças no seu

coeficiente de temperatura ou Q_{10} (ver Sastry, 1983; Anger, 2001). Assim, para um próximo estudo, também seria interessante avaliar a sobrevivência e o crescimento em cada estágio do desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, o que poderia colaborar com uma melhora ainda mais expressiva dos parâmetros de produção. Ainda, para o manejo da larvicultura, devido aos equipamentos utilizados, geralmente, não serem muito precisos, propomos que o cultivo das larvas seja realizado em temperaturas entre 29 e 30°C, tendo maior preocupação para que a temperatura da água não atinja valores superiores a esses, visto que a sobrevivência sofre uma forte queda a partir desse ponto.

5. Referências

- ANGER, K. 2001. *The Biology of Decapod Crustacean Larvae*. Crustacean Issues, 14. AA Balkema, pp. 420.
- ANGER, K. 2006. Contributions of larval biology to crustacean research: a review. *Invertebrate Reproduction and Development*, 49: 175–205.
- ANGER, K.; LOVRICH, G.A.; THATJE, S. & CALCAGNO, J.A. 2004. Larval and early juvenile development of *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 306: 217–230.
- ANGER, K; HAYD, L; KNOTT, J & NETTELMANN, U. 2009. Patterns of larval growth and chemical composition in the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture*, 287:341–348.
- 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.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & BOND-BUCKUP, G. 1997. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in

- Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. *Revista brasileira de Zoologia*, 14(2): 379-390.
- BROCKINGTON, S. & CLARKE, A. 2001. The relative influence of temperature and food on the metabolism of a marine invertebrate. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 258: 87-99.
- DAOUD, D.; CHABOT, D.; AUDET, C. & LAMBERT, Y. 2007. Temperature induced variation in oxygen consumption of juvenile and adult stages of the northern shrimp, *Pandalus borealis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 347: 30-40.
- GUEST, W.C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 37 (2): 141-152.
- HAMASAKI, K.; SUGIZAKI, M.; DAN, S. & KITADA, S. 2009. Effect of temperature on survival and developmental period of coconut crab (*Birgus latro*) larvae reared in the laboratory. *Aquaculture*, 292: 259-263.
- HARTNOLL, R. 2001. Growth in Crustacea - twenty years on. *Hydrobiologia*, 449: 111-122.
- HAYD, L.A.; ANGER, K. & VALENTI, W.C. 2008. The moulting cycle of larval Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* reared in the laboratory. *Nauplius*, 16(2): 55-63.
- HOCHACHKA, P.W., 1991. Temperature: the ectothermy option. In: Hochachka, Mommsen (eds.), *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, vol. I. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp. 313-322.
- HOLTHUIS, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaenominae. *Occasional Papers of the Allan Hancock Foundation*, 12: 1-339.

- ISMAEL, D., ANGER, K. & MOREIRA, G.S. 1997. Influence of temperature on larval survival, development, and respiration in *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda). *Helgoländer Meeresunters*, 51: 463-475.
- KUTTY, M.N. 2005. Towards sustainable freshwater prawn aquaculture – lessons from shrimp farming, with special reference to India. *Aquaculture Research*, 36: 255-263.
- 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.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L. & COX, M.M. 2005. *Lehninger Principles of Biochemistry*, Worth Publishers.
- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 122p.
- MACIEL, C.R. & VALENTI, W.C. 2009. Biology, fisheries, and aquaculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius*, 17(2): 61-79.
- MANTEL, L. H., AND L. L. FARMER. 1983. Osmotic and ionic regulation. In: BLISS, D.E.; VERNBERG, F.J. & VERNBERG, W.B. (eds.). *The Biology of Crustacea*, vol. 5. Academic Press, New York, New York.
- MANUSH, S.M.; PAL, A.K.; CHATTERJEE, N.; DAS, T. & MUKHERJEE, S.C. 2004. Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobrachium rosenbergii* acclimated to three temperatures. *Journal of Thermal Biology*, 29: 15–19.
- MANZI, J.J.; MADDOX, M.B. & SANDIFER, P.A. 1977. Algal supplement enhancement of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) larviculture. *Proceedings of the World Mariculture Society*, 8: 207-223.

- MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A.; ROSS, L.G. & SÁNCHEZ-LICEA, V.H. 1996. The tolerance to salinity, respiratory characteristics and potential for aquaculture of the Central American cichlid, *Cichlasoma synspilum* (Hobbs, 1935). *Aquaculture Research*, 27: 215–220.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C.; PERALTA, A.S.L. & AMOIM, M.D.L. 1999. Carcinicultura de água doce no Estado do Pará: Situação atual e perspectivas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ENGENHARIA DO PESCA, 4, CONGRESSO LATINOAMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1, Recife, 1999, Anais...598-604.*
- MORAES-VALENTI, P. & VALENTI, W.C. 2010. Culture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. *In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). Freshwater prawns: biology and farming.* Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- MOREIRA, G.S.; McNAMARA, J.C. & MOREIRA, P.S. 1986. The effect of salinity on the 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 glance at the future. *Aquaculture Research*, 36: 210-230.
- RANDALL, D.J.; BURGGREN, W. & FRENCH, K. 2002. *Eckert animal physiology: Mechanisms and adaptations.* W. H. Freeman and Co., New York.
- REYNOLDS, W.W. & CASTERLIN, M.E. 1979. Behavioral thermoregulation and the “final preferendum” paradigm. *Am. Zool.*, 19: 211–224.

- SASTRY, A. 1983. Pelagic larval ecology and development. In: BLISS, D.E.; VERNBERG, F.J. & VERNBERG, W.B. (eds.). *The Biology of Crustacea*, vol. 7, Behaviour and Ecology, Academic Press, London.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. 1996. *Fisiologia Animal - Adaptação e Meio Ambiente*. 5ª ed. São Paulo: Santos Editora. 600p.
- SOLORZANO, L. 1972. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, 14: 799-801.
- VALENTI, W.C., MALLASEN, M. & BARROS, H.P. 2009. Sistema de recirculação para larvicultura de camarões de água doce em pequena escala. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(1):141-151.
- VEGA-PÉREZ, 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. IOUSP. São Paulo. 277p.
- VETORELLI, M.P. 2008. Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 123p.
- WEDEMEYER, G.R., MEYER, F.P., SMITH, L. 1999. *Environmental Stress and Fish Diseases*. India: Narendra Publishing House. 107p.
- WEISS, M.; THATJE, S.; ANGER, K.; BREY, T.; HEILMAYER, O. & KELLER, M. 2009. Influence of temperature on the larval development of the edible crab, *Cancer pagurus* L. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(4): 753–759.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PÓS-LARVAS DE
Macrobrachium amazonicum EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Resumo

Foram analisados os custos de implantação e produção, e os indicadores econômicos de quatro larviculturas hipotéticas para produção de pós-larvas do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em temperaturas de 26, 28, 30 e 32°C. O investimento inicial estimado foi de R\$ 264.598,34. O custo total médio por milheiro de PL produzidas foi de R\$ 13,89, R\$ 13,13, R\$ 11,93 e R\$ 29,20 para 26, 28, 30 e 32°C, respectivamente. As maiores despesas operacionais foram com mão-de-obra (~ 46%), custos de Artemia (~ 15%) e água do mar (~ 12%). A larvicultura em temperatura de 32°C não apresentou indicadores econômicos favoráveis, sendo o único tratamento a não apresentar viabilidade. Nas temperaturas de 26, 28 e 30°C a Taxa Interna de Retorno foi de 15, 19 e 26%, respectivamente, e o Período de Retorno do Capital foi inferior a sete anos. Nos cenários hipotéticos, a larvicultura de *M. amazonicum* foi viável economicamente nas temperaturas de 26, 28 e 30°C. Porém, os melhores resultados foram obtidos para o cultivo em 30°C; este apresentou os melhores indicadores e suportou melhor alterações nos principais fatores de risco na produção.

Abstract

We analyzed the costs of planting and production, and economic indicators for four hypothetical hatchery production of Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum*, at temperatures of 26, 28, 30 and 32°C. The initial investment was estimated at R\$ 264,598.34. The average total cost per thousand PL produced was R\$ 13.89, R\$ 13.13, R\$ 11.93 and R\$ 29.20 for 26, 28, 30 and 32°C, respectively. The higher operating expenses were with manpower (~ 46%), *Artemia* cysts (~ 15%) and seawater (~ 12%). The hatchery at a temperature of 32°C showed no favorable economic indicators, the only treatment not to submit feasibility. At temperatures of 26, 28 and 30°C Internal Rate of Return was 15, 19 and 26%, respectively, and the Period of Return of Capital was less than seven years. In hypothetical scenarios, the larval rearing of *M. amazonicum* was economically viable at temperatures of 26, 28 and 30°C. However, the best results were obtained for culture at 30°C; it showed the best indicators and best supported changes in major risk factors in production.

1. Introdução

A aquicultura moderna está embasada em três pilares: a produção lucrativa, a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. Os três componentes são essenciais e indissociáveis para que se possa ter uma atividade perene (Valenti, 2000). A análise de viabilidade econômica, portanto, é uma ferramenta essencial para a inclusão de qualquer projeto de aquicultura dentro dos preceitos atuais, visto que, de um projeto inviável economicamente, torna-se desnecessária qualquer outra análise, seja de sustentabilidade ambiental ou social (Assad & Bursztyn, 2000).

A carcinicultura de água doce é um dos setores da aquicultura que mais cresce no mundo (FAO, 2010; Moraes-Valenti & Valenti, 2010). De um modo geral, camarões de água doce apresentam grande resistência a doenças, maturação e larvicultura simples, independência da água salgada na fase de crescimento (engorda), sistema de produção compatível com pequenas propriedades e de menor impacto ambiental (New, 2010). Possuem, ainda, características que favorecem o cultivo sustentável em empresas que usam mão de obra familiar (New, 2010; New *et al.*, 2010). Até o presente, *Macrobrachium rosenbergii* é a única espécie cultivada no Brasil em escala comercial. Seu cultivo é realizado em pequenas propriedades, distribuídas em 16 estados brasileiros, tendo o Espírito Santo como o principal produtor, responsável por 1/3 de toda produção (Moraes-Riodades, 2005). Entre os camarões nativos, o camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, merece destaque. Esta espécie possui inúmeras vantagens para o cultivo comercial e é amplamente distribuída na América do Sul (Melo, 2003). A tecnologia para a sua produção vem sendo desenvolvida desde 2000, por meio de um grande programa interdisciplinar, envolvendo várias instituições do Brasil e mais de 30 pesquisadores, sob a liderança do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista – CAUNESP (ver no site: www.caunesp.unesp.br/pesquisa/Projetosintegrados/projetopesquisa_camarao.php).

Macrobrachium amazonicum atinge produção de 2051 kg/ha, 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). O camarão-da-amazônia, como ocorre com *M. rosenbergii*, pode ser cultivado 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 (Vetorelli et al., 2006). Além do mais, esta espécie é bastante aceita e consumida pela população do norte e nordeste do Brasil (Moraes-Valenti & Valenti, 2010).

As análises econômicas mais usadas em aquicultura são a análise de custo-retorno, a análise de fluxo de caixa e a análise financeira de viabilidade do investimento (Shang, 1990). A primeira avalia todos os custos de produção e as receitas, geralmente em base anual, considerando os preços correntes. A segunda mostra basicamente a liquidez do projeto, ou seja, o balanço positivo ou negativo do projeto ao longo do tempo. A terceira analisa a vida do projeto (horizonte), com desconto dos valores no tempo, mostrando a viabilidade do investimento. Os principais indicadores de rentabilidade econômica são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Relação Benefício Custo (RBC) e o Período de Retorno do Capital (PRC) (Shang, 1990). Até o presente, há informações

suficientes para demonstrar a viabilidade técnica e econômica para a realização da larvicultura de *M. amazonicum* em escala comercial (Vetorelli, 2004, 2008; Araujo & Valenti, 2007; Maciel, 2007). Sabe-se que suas larvas necessitam de água com salinidade 12 para um desenvolvimento adequado, que pode ocorrer tanto em água do mar natural como artificial. A partir do presente estudo, ficou estabelecido que o cultivo em água com temperaturas de 26 até 30°C não altera a produtividade, mas o aumento da temperatura, dentro da faixa adequada, acelera o desenvolvimento larval, reduzindo o tempo de cultivo. Isso possibilita aumentar o número de ciclos de produção por ano, otimizando o uso das instalações e reduzindo o gasto com insumos e mão-de-obra. No entanto, a manutenção da temperatura dentro da faixa ótima acarreta custos energéticos e financeiros, que podem ser importantes, principalmente, em áreas cujas temperaturas ambientais são muito elevadas ou baixas. Assim, nesse trabalho, o objetivo foi analisar os custos, a liquidez, a rentabilidade e os indicadores de viabilidade econômica da produção de pós-larvas de *M. amazonicum* cultivadas em água com temperaturas de 26, 28, 30 e 32°C.

2. Métodos

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

Uma larvicultura de *M. amazonicum* foi hipoteticamente dimensionada no Estado de São Paulo, Brasil, a uma distância de 500 km do litoral. A larvicultura irá operar utilizando água salobra preparada com água do mar natural, proveniente do litoral norte do Estado de São Paulo, Ubatuba. O empreendimento estará instalado em uma área de 1 ha e incluirá um viveiro de 1000 m² para berçário, dois viveiros de reprodutores (700 m² cada), um galpão de larvicultura, e um galpão de manutenção de PL, contendo dois tanques de alvenaria com capacidade para estocar a produção de dois tanques de cultivo. Para a larvicultura, considerou-se oito tanques, de 2000 L, para o cultivo larval, dois tanques de eclosão das

larvas, de 1000 L, e um tanque de 1000 L para a desinfecção das fêmeas ovígeras. 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 consistirá no fornecimento semanal de pós-larvas (PL) de *M. amazonicum* durante o ano todo. Semanalmente, dois tanques de cultivo de 2000 L serão povoados com larvas recém eclodidas e dois serão despescados. A produção de PL por ciclo será estimada considerando os resultados técnicos obtidos por Vetorelli (2004; 2008) e por nós (Capítulo 2, experimento 2). Para a sobrevivência no cultivo em 32°C será adotado o valor obtido no experimento. A sobrevivência nas demais temperaturas será a média dos valores obtidos nesses tratamentos, já que não apresentaram diferença significativa para esse parâmetro. Ainda, para todos os cenários, serão descontados 10% dos valores obtidos na sobrevivência, devido à transposição de dados experimentais para cultivos comerciais (Tabela 1). Para o cálculo da produtividade (PL/L), será considerado que 80% dos animais sobreviventes no tanque nos experimentos descritos no trabalho anterior iriam se metamorfosear em PL no tempo de cultivo estimado pelas equações ajustadas (Tabela 1). Os 20% restantes é uma estimativa da quantidade de larvas sobreviventes que não sofrerão metamorfose em pós-larva até o dia da despesca.

A produção de pós-larvas será dividida em três etapas: manutenção de reprodutores, larvicultura e manutenção de pós-larvas. As instalações e o manejo, considerado em cada fase, foram definidos com base na tecnologia desenvolvida no Centro de Aquicultura da

UNESP (Valenti, 1998; Vetorelli, 2004; Sperandio, 2004; Moraes-Riodades, 2005; Maciel, 2007; Penteado *et al.*, 2007; Moraes-Valenti & Valenti, 2010).

Tabela 1 – Indicadores de produção da larvicultura usados para os cálculos da análise econômica nas diferentes temperaturas avaliadas.

Item	Temperatura			
	26°C	28°C	30°C	32°C
Densidade de estocagem (larvas/L)	140	140	140	140
Volume do tanque de cultivo (L)	2000	2000	2000	2000
Nº de tanques de cultivo	8	8	8	8
Sobrevivência (%)	57,9	57,9	57,9	21,6
Taxa de metamorfose (%)*	80	80	80	80
Produção por ciclo (milheiro)	1037	1037	1037	387
Duração do ciclo (dias)	22	19	18	16
Quantidade de ciclos por ano**	14,6	16,6	17,4	19,2

* Porcentagem de larvas que se metamorfosearam entre o total de animais sobreviventes.

** Para o cálculo do número de ciclos foram acrescidos 3 dias no tempo de cultivo de cada temperatura, devido ao tempo de manutenção do tanque.

2.1.1. Formação e manutenção de reprodutores

O tamanho do plantel de reprodutores foi calculado considerando-se que apenas 5% do total de fêmeas do viveiro estarão em condições iguais e ideais (ovos em estágio final de desenvolvimento embrionário) para a produção de larvas. A fertilidade considerada será de 1000 larvas/fêmea. A proporção macho:fêmea será de 1:4, totalizando 14000 animais por viveiro. Dois viveiros de reprodutores, com a mesma quantidade de animais, foram projetados para que a captura das fêmeas ocorra a cada 15 dias. Este manejo evita um maior estresse dos 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, podendo ser estocada a 16 PL/L ou mais (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 1000 m², previamente preparado, na densidade de 76 animais/m² por 60 dias. A ração será fornecida diariamente na proporção de 2,5 g/m² do viveiro. Após este período, os animais serão selecionados para a formação do plantel de reprodutores estocados na densidade de 20 animais/m² em dois viveiros de 700 m². Após o povoamento dos viveiros definitivos de reprodutores, o viveiro de 1000 m² poderá ser utilizado para a produção de juvenis, os quais não serão computados nessa análise.

A calagem dos viveiros será realizada uma vez ao ano e a adubação três vezes ao ano, na quantidade de 1t de calcário/ha e 3t 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 será 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 2, sendo a porcentagem da ração em relação a 5% da biomassa total.

Tabela 2 - 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 dois anos, estes reprodutores serão substituídos por outros formados na própria estação. Os reprodutores descartados serão vendidos ao comércio local como camarões para consumo. O dinheiro desta venda será destinado à formação do novo plantel, portanto, estes gastos e receitas não serão 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 de eclosão de larvas, com 1000 L cada, na densidade de 0,28 fêmeas/L. Os tanques serão construídos em fibra de vidro, pintados de preto e terão uma parte clara, separada por tela, para atrair as larvas após a eclosão. Os dois tanques 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 500W, e terá aeração constante. A água do tanque de eclosão será mantida na salinidade 4.

2.1.2. Larvicultura

As larvas recém eclodidas serão cultivadas em oito tanques que operam em sistema fechado dinâmico (Valenti *et al.*, 2009). Estes tanques de cultivo serão circulares, com 2000 L úteis. Cada dois tanques de cultivo irá compartilhar um biofiltro de 800 L uteis. A densidade de estocagem será de 140 larvas/L. A temperatura dos tanques de cultivo larval será mantida em 26, 28, 30 e 32°C por quatro aquecedores de 500 W. A aeração de todos os tanques do laboratório será mantida por um soprador radial de 5 HP. Também foi previsto um soprador reserva, com a mesma capacidade. Um gerador de acionamento automático, de 15000 KVA, será ativado caso ocorra quedas de energia. Os tanques de cultivo larval serão preenchidos com água salobra natural, produzida com água do mar proveniente do litoral norte do Estado de São Paulo. A água será transportada por caminhões em tanques plásticos de 200 L. Cada

viagem trará 15000 L 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 2000 L será povoado. O tempo de cultivo larval dependerá da temperatura adotada. Neste projeto, foi considerado um ciclo de cultivo com 5 dias a mais, devido aos dias de vazão sanitário, necessário na larvicultura (Tabela 1).

As larvas serão alimentadas com náuplios recém-eclodidos de *Artemia* (6 náuplios/mL/dia). Os náuplios serão eclodidos em tanques de água salobra com 20 L, tendo salinidade 25, aeração constante e aquecedor, 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 100.000 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 com kits colorimétricos a cada dois dias.

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. Duas caixas de 70L serão utilizadas como tanques de ativação de bactérias, recebendo diariamente 40 ppm de NH_4Cl para a manutenção das bactérias nitrificantes.

2.1.3. Manutenção de PL

As pós-larvas recém-metamorfoseadas serão mantidas, por até 7 dias, em um tanque de alvenaria, com sistema fechado de recirculação de água, pintado com tinta epóxi preta. O tamanho do tanque irá depender da temperatura adotada no cultivo. Serão construídos dois

tanques idênticos que irão se revezar, na estocagem das pós-larvas, por motivo de vazão sanitário. A densidade de estocagem será em média de 32 PL/L (J.M. Penteado, dados não publicados). 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. O tanque de manutenção receberá a produção de dois tanques de cultivo larval. As PLs serão alimentadas com ração peletizada triturada (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 L 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 nas Tabelas 1 e 3.

Tabela 3 - Dados assumidos para a estruturação das larviculturas hipotéticas avaliadas.

Item	Parâmetros Técnicos
<i>Manutenção dos reprodutores</i>	
Número total de animais por viveiro	14.000
Densidade de estocagem (animais/m ²)	20
Proporção macho:fêmea	1:4
Fertilidade (larvas/fêmea)	1000
Nº de fêmeas para povoar cada tanque de cultivo larval	280
Densidade no tanque de eclosão (fêmeas/L)	0,28
Manutenção de PL	
Densidade de PL no tanque de manutenção (PL/L)	32
População estocada estimada (PL)*	96.768 - 259.177

*varia de acordo com a temperatura adotada no cultivo.

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 as quatro temperaturas estudadas. Como não há produção comercial desta espécie, o preço de venda do milheiro de PL foi calculado com base na porcentagem do custo total de produção (45%) que as PLs representam na produção de 1 kg de camarão (ver Moraes-Riodades, 2005). Devido ao tempo decorrido do estudo anterior, esse valor foi reajustado, de R\$ 14,00 para R\$ 15,00 o preço do milheiro, na tentativa de absorver alguns aumentos nos custos de implantação e produção.

2.3.1. Análises de viabilidade econômica

2.3.1.1. 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 1000 m² e dois viveiros de 700 m², com cobertura plástica (estufa), para a manutenção de reprodutores; 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 (baldes, 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 coleta e transporte da água do mar foi considerada a compra de 75 tanques plásticos de 200 L e uma moto-bomba.

O investimento médio foi calculado como o valor investido para cada milheiro de PL produzido ao ano.

2.3.1.2. 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, incluindo 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\$ 1.800,00 e 43% de encargos sociais (Scorvo Filho *et al.*, 2004) sobre o salário; três funcionários, com salário mínimo (SM) mais 43% de encargos sociais (SM = R\$ 560,00; junho/2010).
- 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.
- 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 de motor para o gerador, kits para análises de água, embalagens, material para escritório, água do

mar, 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 somado à mão-de-obra fixa e manutenção de equipamentos e benfeitorias).

O custo no projeto em energia elétrica, por ciclo, foi calculado a partir da potência do item, do número de horas que ele permanece ligado por dia e do número de dias que ele é utilizado por ciclo. Para verificar a participação dos aquecedores nesse custo, o tempo de funcionamento do equipamento (aquecedor + termostato) teve de ser calculado para cada temperatura testada, estimando-se:

- 1 – o tempo inicial necessário para a água alcançar a temperatura desejada, até que ele desligue;
- 2 – o tempo que a água leva para perder 1°C, para que o aquecedor volte a ligar;
- 3 – o tempo necessário para aquecer a água em 1°C e manter a temperatura desejada;
- 4 – o calor perdido por evaporação e o tempo necessário para que o aquecedor supra essa perda.

As bases para o cálculo foram consultadas em Incropera & DeWitt (2003). As estimativas 1 e 3 foram realizadas pela fórmula:

$$q = m.c.\Delta T$$

sendo q = taxa de transferência de calor (J/s), m = massa (kg), c = calor específico (J/kg), ΔT = diferença entre a temperatura da água e do ar.

Para a estimativa 2, a perda de calor foi calculada pela somatória das taxas de transferência de calor por condução e convecção. A transferência de calor por condução (q_{cond} , W) foi calculado, segundo a lei de Fourier, pela fórmula:

$$q_{\text{cond}} = A.k.\Delta T / L$$

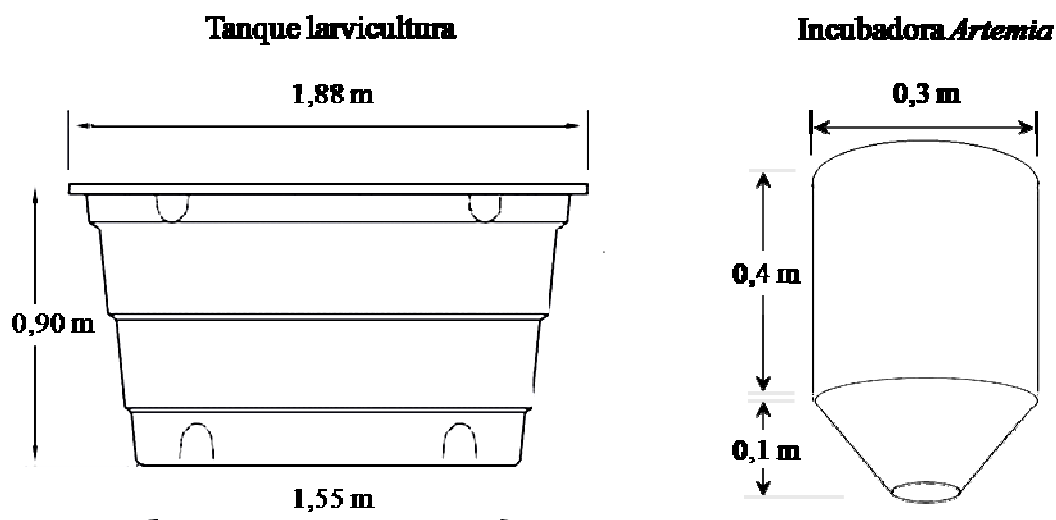
sendo A = área total do tanque (m^2), k = condutividade térmica do polietileno ($W/m.°C$), ΔT = diferença entre a temperatura da água e do ar, L = espessura do tanque (m). A transferência de calor por convecção (q_{conv} , W), ou lei do resfriamento de Newton, é calculada pela expressão:

$$q_{conv} = A.h.\Delta T$$

sendo A = área da superfície do tanque (m^2), h = coeficiente de transferência por convecção ($W/m^2.°C$), ΔT = diferença entre a temperatura da água e do ar.

O calor perdido por evaporação (estimativa 4) foi calculado a partir da relação na qual 1kg de água evaporada consome cerca de 2.260J. Para todas as temperaturas, a taxa de evaporação foi considerada constante e equivalente a 1% do volume do tanque ao dia. A temperatura do ambiente considerada para os cálculos foi de 26°C. Quando a temperatura da água do tanque foi igual a do ambiente (tratamento de 26°C) considerou-se apenas a perda de calor pela evaporação e o tempo que leva para o aquecedor recuperá-lo.

As dimensões utilizadas para calcular a área dos tanques de larvicultura e eclosão de *Artemia* foram:



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), foi 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 apenas para análises à curto prazo (Scorvo Filho *et al.*, 2004). A receita líquida foi calculada considerando a RB menos o COT.

2.3.1.3. 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

2.3.2. *Análise de sensibilidade*

Análises de sensibilidade foram realizadas para compreender como o empreendimento irá se comportar quando houver mudanças no cenário econômico e/ou nos parâmetros de

produção. Os cenários foram definidos com base na variação dos fatores que apresentam maior participação nos custos da larvicultura do camarão-da-amazônia (mão-de-obra fixa, preço da *Artemia* e preço da água do mar), cruzando-os com aqueles que interferem diretamente na receita bruta, como o preço de venda e produção anual de milheiros de PL. As análises foram comparadas com o cenário base a partir da TIR e do PRC.

Desta forma, as análises de sensibilidade realizadas foram:

- Variação de 10% e 20%, para mais e para menos, no valor gasto com mão-de-obra fixa (valor base: R\$ 64.693,20);
- Variação de 10% e 20%, para mais e para menos, no preço do cisto de *Artemia* (valor base: R\$ 120,00/kg);
- Variação de 10% e 20%, para mais e para menos, no preço do m³ da água do mar (valor base: R\$ 166,67/m³).

3. Resultados e Discussão

O investimento inicial para a instalação da larvicultura foi o mesmo para as quatro temperaturas avaliadas. Esse investimento totalizou R\$ 264.598,34. Os itens que mais contribuíram para esse valor foram a construção dos viveiros de reprodutores (30%), as obras civis para a construção do prédio da larvicultura (24%) e a compra dos equipamentos (15%) (Tabela 4).

O maior gasto individual em investimento no projeto foi para a implantação da estufa dos reprodutores, contida no item construção de viveiros da Tabela 4, representando 27% do total (Anexo 1). Essa estufa irá permitir a continuidade do ciclo de produção durante todo o ano, fazendo-se necessária em regiões que apresentam um período do ano com queda na temperatura, como na região escolhida para a implantação do projeto. Dentro das obras civis

(item B.6. da Tabela 4), a construção do galpão para a larvicultura foi a mais onerosa, correspondendo a 17% do valor total investido (Anexo 1).

Tabela 4 – Investimento para a instalação da fazenda de produção de PL de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais. Valores detalhados no Anexo 1.

Itens	Valores (R\$)	Participação (%)
A. Reprodutores		
A.1. Insumos para a formação do plantel	2.251,28	0,85
A.2. Equipamentos e Utensílios	3.602,13	1,36
A.3. Construção de viveiros	79.047,00	29,87
B. Larvicultura		
B.1. Tanques de cultivo	10.278,28	3,88
B.2. Sistema de distribuição de ar	3.769,82	1,42
B.3. Sistema de distribuição de água	11.136,97	4,21
B.4. Materiais para tanques	2.495,30	0,94
B.5. Equipamentos	39.927,00	15,09
B.6. Utensílios	10.437,02	3,94
B.7. Obras civis	63.378,50	23,95
C. Manutenção de pós-larvas (PL)		
C.1. Utensílios	1.273,00	0,48
C.2. Sistema de distribuição de ar	761,76	0,29
C.3. Drenagem dos tanques	190,24	0,07
C.4. Sistema de distribuição de água	126,78	0,05
C.5. Obras civis	18.446,00	6,97
D. Projeto técnico	14.977,26	5,66
E. Taxa de regularização do projeto	1.000,00	0,38
F. Topografia e Plantas	1.500,00	0,57
TOTAL	264.598,34	100,00

O investimento médio para os cenários avaliados foram de R\$ 19,63, R\$ 18,23, R\$ 15,95 e R\$ 40,21, para as larviculturas em 26, 28, 30 e 32°C, respectivamente. Estudos realizados para a implantação de larviculturas hipotéticas, na mesma localização e com dimensões semelhantes às adotadas nesse trabalho, encontraram investimentos médios de R\$ 12,40 a R\$ 16,44 (Vetorelli, 2004 e 2008). Essa variação observada é devido a mudanças no preço dos itens, refletido no valor total do investimento inicial, e às diferentes produtividades consideradas. De um modo geral, o investimento médio para as larviculturas de camarão de água doce localizadas na América é de R\$ 44,11, ou US\$ 23,97 (US\$1,00 = R\$ 1,84; junho/2010), dependendo do local de implantação do projeto e da tecnologia empregada (Rhodes *et al.*, 2010). O investimento médio para as larviculturas implantadas na América apresenta, geralmente, valores muito elevados se comparados com as larviculturas asiáticas, nas quais o investimento médio é em torno de US\$ 12,89. Essa diferença se deve, principalmente, ao tamanho do empreendimento e à tecnologia adotada no cultivo. No presente estudo, mostrou-se que o investimento médio para larviculturas de *M. amazonicum* no Estado de São Paulo pode ser mais baixo do que o observado na Ásia. Isso indica uma boa competitividade internacional da carcinicultura de água doce brasileira.

As despesas para operar a larvicultura, diferentemente do investimento inicial, variaram de acordo com a temperatura adotada aumentando com a elevação da temperatura de cultivo (Tabela 5). O principal responsável por essa variação é a diminuição dos tempos de cultivo, o que proporciona o aumento do número de ciclos anuais. A maior despesa encontrada é com a mão-de-obra fixa, totalizando, aproximadamente, 40% dos gastos (Tabela 5). Em seguida, os maiores responsáveis pelas despesas são o custo de *Artemia*, a água do mar e a energia elétrica (Tabela 5).

Os gastos com energia elétrica variaram de 7 a 10% em relação às despesas operacionais, sendo diretamente proporcional à temperatura adotada (Tabelas 5 e 6). Quanto

maior a temperatura nos tanques de cultivo, maior o gasto com energia para manter a temperatura adequada por meio dos aquecedores elétricos. A quantidade de energia consumida para a manutenção da temperatura nos tanques não é uma medida exata. A presença de termostato controla o funcionamento dos aquecedores e mantém a temperatura adequada da água dos tanques, porém é difícil determinar quanto tempo esses aquecedores ficam ligados por dia. O valor da energia consumida pelos aquecedores é, portanto, apenas uma estimativa. A partir das fórmulas utilizadas, foi possível estimar a transferência de calor que ocorre do sistema de cultivo para o ambiente, o que permite determinar a quantidade de calor que o aquecedor precisa produzir e quanto tempo isso leva.

Os principais itens responsáveis pelo consumo de energia elétrica foram os aquecedores de 500W dos tanques de larvicultura e o compressor radial (Tabela 6). A participação desses itens variou conforme a temperatura, na qual o aquecedor aumentou sua importância nos custos com a elevação da temperatura (Tabela 6). Somente em 26°C, a participação dos aquecedores foi menor que a do compressor. Esse fato demonstra que o aquecimento dos tanques é um fator importante na larvicultura, já que, apesar de ficar ligado por no máximo 9h por dia, apresenta um custo elevado (Tabela 6). Ainda, métodos alternativos de energia para o aquecimento da água dos tanques precisam ser testados e avaliados, buscando aumentar a sustentabilidade do projeto.

Tabela 5 – Despesas operacionais anuais para a produção de pós-larvas de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais. CPR = Contribuição Previdenciária Rural. Valores detalhados nos Anexos 2, 3, 4 e 5.

Item	26°C		28°C		30°C		32°C	
	Valores	%	Valores	%	Valores	%	Valores	%
1. Insumos								
Adubo orgânico	15,54	0,01	15,54	0,01	15,54	0,01	15,54	0,01
Água do mar	17.715,02	11,07	20.130,71	11,97	21.089,31	12,51	23.309,24	14,05
Bicarbonato de sódio	2.027,82	1,27	2.027,82	1,21	2.027,82	1,20	2.027,82	1,22
Calcário	5,46	0,00	5,46	0,00	5,46	0,00	5,46	0,00
Cistos de Artemia	37.002,24	23,13	38.225,45	22,74	36.041,14	21,39	37.621,89	22,67
Cloreto de amônio	187,33	0,12	212,88	0,13	223,02	0,13	246,49	0,15
Embalagens	6.263,15	3,91	7.117,21	4,23	7.456,13	4,42	3.076,91	1,85
Formol	11,98	0,01	13,62	0,01	14,27	0,01	15,77	0,01
Hipoclorito de cálcio	140,45	0,09	159,60	0,09	167,20	0,10	184,81	0,11
Kit amônia	152,42	0,10	173,21	0,10	181,46	0,11	200,56	0,12
Kit nitrato	49,93	0,03	56,74	0,03	59,44	0,04	65,70	0,04
Material de escritório	1.500,00	0,94	1.500,00	0,89	1.500,00	0,89	1.500,00	0,90
Nitrato de sódio	3,21	0,00	3,65	0,00	3,82	0,00	4,23	0,00
Ração PL	56,12	0,04	63,78	0,04	66,81	0,04	27,57	0,02
Ração reprodutores	2.105,32	1,32	2.105,32	1,25	2.105,32	1,25	2.105,32	1,27
Ração úmida larvas	734,48	0,46	834,63	0,50	874,38	0,52	966,42	0,58
Recarga de oxigênio	627,80	0,39	713,41	0,42	747,38	0,44	826,05	0,50
Sal grosso	1.603,43	1,00	1.656,44	0,99	1.561,78	0,93	1.630,28	0,98
2. Mão-de-obra								
Eventual	1.095,00	0,68	1.244,32	0,74	1.303,57	0,77	1.440,79	0,87
Fixa especializada	33.462,00	20,92	33.462,00	19,90	33.462,00	19,86	33.462,00	20,16
Fixa não-especializada	31.231,20	19,52	31.231,20	18,58	31.231,20	18,53	31.231,20	18,82
3. Despesas máquinas								
Óleo diesel p/ gerador	183,77	0,11	183,77	0,11	183,77	0,11	183,77	0,11
Óleo motor p/ gerador	20,00	0,01	20,00	0,01	20,00	0,01	20,00	0,01
4. CPR	6.470,61	4,04	7.352,97	4,37	7.703,11	4,57	3.178,83	1,92
5. Energia elétrica	11.160,44	6,98	13.467,23	8,01	14.319,07	8,50	16.453,76	9,91
6. Telefone	1.260,00	0,90	1.260,00	0,88	1.260,00	0,84	1.260,00	0,87
7. Manutenção	4.897,40	3,51	4.897,40	3,43	4.897,40	3,27	4.897,40	3,40
TOTAL	159.982,14	100,00	168.134,36	100,00	168.520,41	100,00	165.957,80	100,00

Tabela 6 – Consumo de energia elétrica para a produção de pós-larvas de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais.

Equipamento	Quant.	Horas/dia				KWh/ciclo				R\$/KWh/ciclo*				Participação (%)			
		26°	28°	30°	32°	26°	28°	30°	32°	26°	28°	30°	32°	26°	28°	30°	32°
Compressor 5 HP	1	24	24	24	24	1.969	1.700	1.611	1.432	354,36	306,04	289,93	257,71	46	40	35	32
Aquecedor 50W	12	9,1	9,2	9,2	9,2	121	104	99	88	21,72	18,77	17,81	15,84	3	2	2	2
Aquecedor 500W	35	4,4	6,3	7,9	9,4	1.708	2.092	2.500	2.632	307,50	376,51	449,96	473,78	40	49	55	59
Balança 60W	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0	0,12	0,10	0,10	0,09	0	0	0	0
Lâmpada 22W	26	12	12	12	12	151	130	124	110	27,18	23,47	22,24	19,77	4	3	3	2
Lâmpada 40W	9	23	23	23	23	182	157	149	132	32,79	28,32	26,83	23,85	4	4	3	3
Lâmpada 60W	12	2	2	2	2	32	27	26	23	5,70	4,92	4,67	4,15	1	1	1	1
Liquidificador 300W	1	0,5	0,5	0,5	0,5	2	2	1	1	0,30	0,27	0,24	0,22	0	0	0	0
Microscópio 20W	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0,02	0,02	0,02	0,01	0	0	0	0
Refrigerador 300W	1	10	10	10	10	66	57	54	48	11,88	10,26	9,72	8,64	2	1	1	1
Ventilador 120W	1	6	6	6	6	16	14	13	12	2,85	2,46	2,33	2,07	0	0	0	0
TOTAL						4247	4284	4577	4478	764,41	771,15	823,84	806,13	100	100	100	100

*Valor do KWh em junho de 2010, São Paulo = R\$ 0,18.

Na análise dos custos de produção, o Custo Total variou de R\$ 208.678,20 a R\$ 217.590,01 (Tabela 7). O Custo Fixo teve a maior contribuição para o valor encontrado de custo total, correspondendo a, aproximadamente, 52%, no qual o custo com mão-de-obra foi o maior desse item, equivalendo 58% (Tabela 7).

O menor Custo Variável foi obtido para a temperatura de 26°C, ocorrendo um acréscimo de 7, 8 e 5% para as temperaturas de 28, 30 e 32°C, respectivamente (Tabela 7). A principal causa desse acréscimo foi a variação do número de ciclos anuais de produção em cada temperatura, o que aumenta a utilização de alguns insumos. A diminuição do acréscimo observado para 32°C foi devido à menor produtividade apresentada nessa temperatura, o que gera uma receita menor, refletido, nos custos, sobre a contribuição previdenciária (Tabela 5). Apesar do tempo do ciclo ser menor nessa temperatura, o que permite economizar, principalmente, com alguns insumos, a baixa produtividade não gerou receita suficiente para compensar as despesas com o aumento do número de ciclos. Para os Custos Variáveis, o custo com insumos teve uma importância maior, correspondendo de 70 a 72% (Anexos 2, 3, 4 e 5).

O Custo Total médio, também conhecido como preço de nivelamento ou “break-even price” representa o preço mínimo necessário, por milheiro, para cobrir todos os custos de produção. No presente estudo, esse valor variou de R\$ 12,08 a R\$ 28,77 (Tabela 7). O tratamento de 30°C apresenta as melhores variáveis técnicas, o que proporcionou uma diluição dos custos por milheiro produzido (Tabela 7). Experimentos anteriores mostraram valores semelhantes aos encontrados nesse experimento, com valores de nivelamento a R\$ 12,19 (Vetorelli, 2004) e R\$ 9,11 (Vetorelli, 2008). O aumento observado no presente estudo, em relação ao encontrado por Vetorelli (2008), se deve à inflação no período, ocasionando um aumento nos custos de produção. Apesar da influência do mercado, o nivelamento apresenta tendência a diminuir, o que se deve, principalmente, ao aperfeiçoamento da tecnologia para o cultivo de *M. amazonicum*. Trabalhos sobre densidade de estocagem na larvicultura

(Vetorelli, 2004), manejo alimentar (C.R. Maciel, dados não publicados), na manutenção (Penteado *et al.*, 2007) e no transporte de PL (Sperandio, 2004), sobre a salinidade adequada no cultivo (Vetorelli, 2008), além do presente estudo com temperatura, são exemplos das melhorias conquistadas no manejo dessa espécie, o que reflete no aumento da viabilidade econômica da sua produção.

Tabela 7 – Custos e Retornos anuais da produção de pós-larvas de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais. PN = Ponto de Nivelamento. Valores detalhados nos Anexos 2, 3, 4 e 5.

Itens	26°C	28°C	30°C	32°C
A. Custos				
Total Custo Variável	97.390,76	105.197,07	106.302,58	102.617,92
Total Custo Fixo	111.287,43	111.287,43	111.287,43	111.287,43
Custo Total de Produção	208.678,20	216.484,50	217.590,01	213.905,35
Custo Variável médio	6,43	6,12	5,90	13,80
Custo Fixo médio	7,35	6,47	6,18	14,97
Custo Total médio	13,79	12,59	12,08	28,77
Produção (milheiro/ano)	15.135,93	17.199,93	18.018,97	7.435,86
PN (milheiro/ano)	13.911,88	14.432,30	14.506,00	14.260,36
B. Retornos				
Receita Bruta (RB)	227.039,02	257.998,88	270.284,54	111.537,85
Lucro (RB - CT)	18.360,82	41.514,38	52.694,53	-102.367,50

O custo operacional reflete o que é desembolsado pelo produtor ao longo do processo de produção das pós-larvas. Isso inclui todas as despesas com os insumos e o montante que deve ser poupado para a reposição dos itens de investimento quando os mesmos não podem mais ser usados devido ao desgaste ou obsolescência. Por outro lado, o Custo Operacional Efetivo médio (COEm) pode ser utilizado em análises de curto prazo, pois representa o valor realmente desembolsado pelo produtor naquele ano. Esse custo não considera os custos de

oportunidade e a depreciação. O COEm também foi menor na temperatura de 30°C (Tabela 8).

Para as larviculturas implantadas na América, em geral, o COEm é em torno de US\$ 13,62 ou R\$ 25,06 (US\$1,00 = R\$ 1,84; junho/2010). Com exceção de 32°C, o valor bem mais baixo encontrado por nós nos cenários analisados é devido, provavelmente, ao local de implantação, à diferença entre o sistema de cultivo empregado e à espécie utilizada. A utilização de um sistema fechado, com recirculação da água, favorece a otimização dos recursos, principalmente da água do mar. Em sistemas abertos, a troca de metade do volume do tanque é necessária para manter a qualidade da água, o que ocasiona gastos maiores com o transporte da água do mar até a larvicultura. A produção da grande maioria das larviculturas instaladas na América está embasada na espécie *M. rosenbergii*. A larvicultura do camarão-da-amazônia apresenta algumas vantagens, em relação à da outra espécie, que colaboram com os menores custos operacionais encontrados. Como exemplo, podemos citar um menor tempo de cultivo, cerca de 10 dias a menos, acarretando na diminuição de quase todos os custos, e um menor consumo alimentar, tanto de *Artemia* como de dieta inerte.

O Lucro e a Receita Líquida foram positivos nas temperaturas de 26, 28 e 30°C, sendo que na última foram obtidos os melhores valores (Tabelas 7 e 8). A temperatura de 32°C não gerou lucratividade, o que pode ser explicado pela baixa produtividade conseguida nessa condição.

Tabela 8 – Custos operacionais e retornos anuais da produção de pós-larvas de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais. Valores detalhados nos Anexos 2, 3, 4 e 5.

Itens	26°C	28°C	30°C	32°C
A. Custos				
Custo Operacional Efetivo (COE)	159.982,14	167.461,24	168.520,41	164.990,20
Depreciação anual	15.959,12	15.959,12	15.959,12	15.959,12
Custo Operacional Total (COT)	175.941,26	183.420,35	184.479,52	180.949,31
COE médio	10,57	9,74	9,35	22,19
COT médio	11,62	10,66	10,24	24,33
B. Retornos				
Receita bruta (RB)	227.039,02	257.998,88	270.284,54	111.537,85
Receita líquida (RB - COT)	51.097,76	74.578,53	85.805,02	-69.411,46

O Fluxo de Caixa das temperaturas de 26, 28 e 30°C foi positivo por todo o horizonte do projeto a partir do ano 1 (Tabela 9). Somente na temperatura de 32°C não se obteve fluxo líquido (FL) positivo em nenhum ano. Não há necessidade de financiamento ao longo do horizonte do projeto para nenhuma das temperaturas, já que a de 32°C não gera nenhum lucro e, portanto, não é viável economicamente em nenhuma situação, e as outras obtiveram FL positivo logo no primeiro ano de produção (Tabela 9). O aparecimento de um fluxo positivo no último ano, em 32°C, pode ser considerado irreal, já que essa mudança ocorre pelo acréscimo do valor residual dos itens de investimento e pelo retorno do capital de giro como entradas.

Tabela 9 – Fluxo de caixa da produção de pós-larvas de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais. FL = Fluxo Líquido. Valores detalhados nos anexos 6, 7, 8 e 9.

Ano	26°C			28°C			30°C			32°C		
	Entradas	Saídas	FL	Entradas	Saídas	FL	Entradas	Saídas	FL	Entradas	Saídas	FL
0	0	-297.471	-297.471 ¹	0	-294.879	-294.879 ²	0	-293.685	-293.685 ³	0	-290.364	-290.364 ⁴
1	158.927	-159.982	-1.055	180.599	-167.461	13.138	189.199	-168.520	20.679	78.076	-164.990	-86.914
2	204.335	-161.465	42.870	232.199	-168.944	63.255	243.256	-170.003	73.253	100.384	-166.473	-66.089
3	227.039	-159.982	67.057	257.999	-167.461	90.538	270.285	-168.520	101.764	111.538	-164.990	-53.452
4	227.039	-161.465	65.574	257.999	-168.944	89.055	270.285	-170.003	100.281	111.538	-166.473	-54.935
5	227.039	-170.825	56.214	257.999	-178.305	79.694	270.285	-179.364	90.921	111.538	-175.833	-64.296
6	227.039	-161.465	65.574	257.999	-168.944	89.055	270.285	-170.003	100.281	111.538	-166.473	-54.935
7	227.039	-160.766	66.273	257.999	-168.245	89.754	270.285	-169.304	100.981	111.538	-165.774	-54.236
8	227.039	-161.465	65.574	257.999	-168.944	89.055	270.285	-170.003	100.281	111.538	-166.473	-54.935
9	227.039	-159.982	67.057	257.999	-167.461	90.538	270.285	-168.520	101.764	111.538	-164.990	-53.452
10	227.039	-173.091	53.948	257.999	-180.571	77.428	270.285	-181.630	88.655	111.538	-178.100	-66.562
11	227.039	-159.982	67.057	257.999	-167.461	90.538	270.285	-168.520	101.764	111.538	-164.990	-53.452
12	227.039	-161.465	65.574	257.999	-168.944	89.055	270.285	-170.003	100.281	111.538	-166.473	-54.935
13	227.039	-159.982	67.057	257.999	-167.461	90.538	270.285	-168.520	101.764	111.538	-164.990	-53.452
14	227.039	-161.465	65.574	257.999	-168.944	89.055	270.285	-170.003	100.281	111.538	-166.473	-54.935
15	300.496	-159.982	140.513	328.863	-167.461	161.402	339.955	-168.520	171.435	177.887	-164.990	12.897

¹Investimento inicial (R\$ 264.598,34) + capital de giro (R\$ 32.873,04)

²Investimento inicial (R\$ 264.598,34) + capital de giro (R\$ 30.280,66)

³Investimento inicial (R\$ 264.598,34) + capital de giro (R\$ 29.087,08)

⁴Investimento inicial (R\$ 264.598,34) + capital de giro (R\$ 25.765,59)

A partir do fluxo de caixa foram gerados os indicadores de rentabilidade econômica (Tabela 10). A taxa mínima de atratividade (TMA) e a taxa de desconto considerada foram de 12%. As larviculturas que apresentaram valores de TIR acima dessa taxa foram consideradas economicamente viáveis. Na temperatura de 32°C, devido aos valores negativos no fluxo, os indicadores obtidos foram negativos ou apresentaram valores absurdos ou não foi possível fazer o cálculo. Para as demais temperaturas, os indicadores foram favoráveis. A temperatura de 30°C apresentou os melhores valores dentro das condições de manejo e variáveis técnicas propostas (Tabela 10).

Tabela 10 – Indicadores econômicos da produção de pós-larvas de *M. amazonicum* utilizando temperaturas no cultivo de 26, 28, 30 e 32°C: Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL), Período de Retorno do Capital (PRC) e Relação Benifício Custo (RBC). Indicadores calculados com base em um fluxo de caixa de 15 anos.

Indicadores	26°C	28°C	30°C	32°C
TIR (%)	15,82	22,71	25,93	-
VPL (R\$)	78.864,61	230.146,79	303.314,20	-695.952,92
RBC (R\$)	1,27	1,78	2,03	-1,40
PRC (anos)	6,26	4,49	3,98	-

(-) significa que o cálculo do indicador é impossível ou resulta em valor absurdo.

As Tabelas abaixo mostram os diferentes cenários criados para avaliar a sensibilidade dos cultivos às variações na produção e no mercado. Para o tratamento de 32°C, que apresentou indicadores muito ruins e se mostrou inviável economicamente, as análises de sensibilidade não foram realizadas.

Tabela 11 – Taxa Interna de Retorno (TIR), de acordo com a variação nos custos com mão-de-obra fixa, no preço de venda do milheiro e na produção anual de milheiros de PL. Valores apresentados em reais. Valores de TIR, em cinza, representam taxas menores que a TMA (12%) e, em negro, representam os valores dos cenários base.

		Custo da mão-de-obra fixa					
		-20%	- 10%	Base	+ 10%	+20%	
		51.754,56	58.223,88	64.693,20	71.162,52	77.631,84	
Preço de venda do milheiro	26°C						
	-20%	12,00	5,7%	3,1%	0,4%	-2,5%	-5,8%
	-10%	13,50	13,2%	11,0%	8,7%	6,4%	3,9%
	Base	15,00	19,9%	17,9%	15,8%	13,7%	11,5%
	+10%	16,50	26,2%	24,2%	22,3%	20,3%	18,3%
	+20%	18,00	32,2%	30,3%	28,4%	26,4%	24,5%
	28°C						
	-20%	12,00	11,7%	9,5%	7,1%	4,6%	2,0%
	-10%	13,50	19,5%	17,4%	15,3%	13,2%	11,0%
	Base	15,00	26,7%	24,7%	22,7%	20,7%	18,7%
	+10%	16,50	33,5%	31,6%	29,6%	27,7%	25,8%
	+20%	18,00	40,1%	38,2%	36,3%	34,4%	32,5%
	30°C						
	-20%	12,00	14,6%	12,4%	10,2%	7,9%	5,4%
	-10%	13,50	22,5%	20,5%	18,4%	16,4%	14,2%
Base	15,00	29,8%	27,9%	25,9%	24,0%	22,0%	
+10%	16,50	36,9%	35,0%	33,1%	31,1%	29,2%	
+20%	18,00	43,8%	41,9%	40,0%	38,1%	36,2%	
Produção anual de milheiros	26°C						
	-20%	10.781,76	5,7%	3,1%	0,4%	-2,5%	-5,8%
	-10%	12.129,48	13,2%	11,0%	8,7%	6,4%	3,9%
	Base	13.477,20	19,9%	17,9%	15,8%	13,7%	11,5%
	+10%	14.824,92	26,2%	24,2%	22,3%	20,3%	18,3%
	+20%	16.172,64	32,2%	30,3%	28,4%	26,4%	24,5%
	28°C						
	-20%	11.611,13	11,7%	9,5%	7,1%	4,6%	2,0%
	-10%	13.062,52	19,5%	17,4%	15,3%	13,2%	11,0%
	Base	14.513,91	26,7%	24,7%	22,7%	20,7%	18,7%
	+10%	15.965,30	33,5%	31,6%	29,6%	27,7%	25,8%
	+20%	17.416,69	40,1%	38,2%	36,3%	34,4%	32,5%
	30°C						
	-20%	13.269,86	14,6%	12,4%	10,2%	7,9%	5,4%
	-10%	14.928,59	22,5%	20,5%	18,4%	16,4%	14,2%
Base	16.587,33	29,8%	27,9%	25,9%	24,0%	22,0%	
+10%	18.246,06	36,9%	35,0%	33,1%	31,1%	29,2%	
+20%	19.904,79	43,8%	41,9%	40,0%	38,1%	36,2%	

Tabela 12 – Período de Retorno do Capital (PRC), de acordo com a variação nos custos com mão-de-obra fixa, no preço de venda do milheiro e na produção anual de milheiros de PL. Valores apresentados em reais. Valores de PRC, em cinza, representam retorno em mais de 7 anos e, em negrito, representam os valores dos cenários base.

		Custo da mão-de-obra fixa					
		-20%	- 10%	Base	+ 10%	+20%	
		51.754,56	58.223,88	64.693,20	71.162,52	77.631,84	
Preço de venda do milheiro	26°C						
	-20%	12,00	10,8	13,3	17,2	24,2	41,3
	-10%	13,50	6,8	7,7	8,8	10,3	12,5
	Base	15,00	5,0	5,5	6,0	6,7	7,5
	+10%	16,50	4,0	4,3	4,6	5,0	5,4
	+20%	18,00	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3
	28°C						
	-20%	12,00	7,9	9,3	11,4	14,6	20,3
	-10%	13,50	5,1	5,7	6,4	7,2	8,3
	Base	15,00	3,9	4,2	4,5	4,9	5,4
	+10%	16,50	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0
	+20%	18,00	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
	30°C						
	-20%	12,00	6,2	7,0	7,9	9,1	10,8
	-10%	13,50	4,5	4,8	5,2	5,7	6,4
Base	15,00	3,5	3,7	4,0	4,3	4,6	
+10%	16,50	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	
+20%	18,00	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	
Produção anual de milheiros	26°C						
	-20%	10.781,76	10,8	13,3	17,2	24,2	41,3
	-10%	12.129,48	6,8	7,7	8,8	10,3	12,5
	Base	13.477,20	5,0	5,5	6,0	6,7	7,5
	+10%	14.824,92	4,0	4,3	4,6	5,0	5,4
	+20%	16.172,64	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3
	28°C						
	-20%	11.611,13	7,9	9,3	11,4	14,6	20,3
	-10%	13.062,52	5,1	5,7	6,4	7,2	8,3
	Base	14.513,91	3,9	4,2	4,5	4,9	5,4
	+10%	15.965,30	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0
	+20%	17.416,69	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
	30°C						
	-20%	13.269,86	6,2	7,0	7,9	9,1	10,8
	-10%	14.928,59	4,5	4,8	5,2	5,7	6,4
Base	16.587,33	3,5	3,7	4,0	4,3	4,6	
+10%	18.246,06	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	
+20%	19.904,79	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	

Tabela 13 – Taxa Interna de Retorno (TIR), de acordo com a variação no preço do kg de *Artemia*, no preço de venda do milheiro e na produção anual de milheiros de PL. Valores apresentados em reais. Valores de TIR, em cinza, representam taxas menores que a TMA (12%) e, em negrito, representam os valores dos cenários base.

		Preço/kg de <i>Artemia</i>					
		-20%	- 10%	Base	+ 10%	+20%	
		51.754,56	58.223,88	64.693,20	71.162,52	77.631,84	
Preço de venda do milheiro	26° C						
	-20%	12,00	3,5%	2,0%	0,4%	-1,2%	-3,0%
	-10%	13,50	11,4%	10,1%	8,7%	7,4%	6,0%
	Base	15,00	18,3%	17,1%	15,8%	14,6%	13,3%
	+10%	16,50	24,6%	23,5%	22,3%	21,1%	19,9%
	+20%	18,00	30,7%	29,5%	28,4%	27,2%	26,0%
	28° C						
	-20%	12,00	9,9%	8,5%	7,1%	5,7%	4,2%
	-10%	13,50	17,9%	16,6%	15,3%	14,1%	12,8%
	Base	15,00	25,2%	23,9%	22,7%	21,5%	20,3%
	+10%	16,50	32,0%	30,8%	29,6%	28,4%	27,2%
	+20%	18,00	38,7%	37,5%	36,3%	35,1%	33,9%
	30° C						
	-20%	12,00	12,7%	11,5%	10,2%	8,9%	7,6%
	-10%	13,50	20,8%	19,6%	18,4%	17,2%	16,0%
Base	15,00	28,2%	27,1%	25,9%	24,8%	23,7%	
+10%	16,50	35,3%	34,2%	33,1%	31,9%	30,8%	
+20%	18,00	42,2%	41,1%	40,0%	38,8%	37,7%	
Produção anual de milheiros	26° C						
	-20%	10.781,76	3,5%	2,0%	0,4%	-1,2%	-3,0%
	-10%	12.129,48	11,4%	10,1%	8,7%	7,4%	6,0%
	Base	13.477,20	18,3%	17,1%	15,8%	14,6%	13,3%
	+10%	14.824,92	24,6%	23,5%	22,3%	21,1%	19,9%
	+20%	16.172,64	30,7%	29,5%	28,4%	27,2%	26,0%
	28° C						
	-20%	11.611,13	9,9%	8,5%	7,1%	5,7%	4,2%
	-10%	13.062,52	17,9%	16,6%	15,3%	14,1%	12,8%
	Base	14.513,91	25,2%	23,9%	22,7%	21,5%	20,3%
	+10%	15.965,30	32,0%	30,8%	29,6%	28,4%	27,2%
	+20%	17.416,69	38,7%	37,5%	36,3%	35,1%	33,9%
	30° C						
	-20%	13.269,86	12,7%	11,5%	10,2%	8,9%	7,6%
	-10%	14.928,59	20,8%	19,6%	18,4%	17,2%	16,0%
Base	16.587,33	28,2%	27,1%	25,9%	24,8%	23,7%	
+10%	18.246,06	35,3%	34,2%	33,1%	31,9%	30,8%	
+20%	19.904,79	42,2%	41,1%	40,0%	38,8%	37,7%	

Tabela 14 – Período de Retorno do Capital (PRC), de acordo com a variação no preço do kg de *Artemia*, no preço de venda do milheiro e na produção anual de milheiros de PL. Valores apresentados em reais. Valores de PRC, em cinza, representam retorno em mais de 7 anos e, em negrito, representam os valores dos cenários base.

		Preço/kg de <i>Artemia</i>					
		-20%	- 10%	Base	+ 10%	+20%	
		51.754,56	58.223,88	64.693,20	71.162,52	77.631,84	
Preço de venda do milheiro	26°C						
	-20%	12,00	12,8	14,7	17,2	20,7	25,9
	-10%	13,50	7,5	8,1	8,8	9,6	10,6
	Base	15,00	5,4	5,7	6,0	6,4	6,8
	+10%	16,50	4,2	4,4	4,6	4,8	5,1
	+20%	18,00	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1
	28°C						
	-20%	12,00	9,0	10,1	11,4	13,1	15,4
	-10%	13,50	5,6	5,9	6,4	6,8	7,4
	Base	15,00	4,1	4,3	4,5	4,7	5,0
	+10%	16,50	3,3	3,4	3,5	3,7	3,8
	+20%	18,00	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
	30°C						
	-20%	12,00	6,8	7,3	7,9	8,5	9,3
	-10%	13,50	4,8	5,0	5,2	5,5	5,8
Base	15,00	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	
+10%	16,50	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	
+20%	18,00	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	
Produção anual de milheiros	26°C						
	-20%	10.781,76	12,8	14,7	17,2	20,7	25,9
	-10%	12.129,48	7,5	8,1	8,8	9,6	10,6
	Base	13.477,20	5,4	5,7	6,0	6,4	6,8
	+10%	14.824,92	4,2	4,4	4,6	4,8	5,1
	+20%	16.172,64	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1
	28°C						
	-20%	11.611,13	9,0	10,1	11,4	13,1	15,4
	-10%	13.062,52	5,6	5,9	6,4	6,8	7,4
	Base	14.513,91	4,1	4,3	4,5	4,7	5,0
	+10%	15.965,30	3,3	3,4	3,5	3,7	3,8
	+20%	17.416,69	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
	30°C						
	-20%	13.269,86	6,8	7,3	7,9	8,5	9,3
	-10%	14.928,59	4,8	5,0	5,2	5,5	5,8
Base	16.587,33	3,7	3,8	4,0	4,1	4,3	
+10%	18.246,06	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	
+20%	19.904,79	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	

Tabela 15 – Taxa Interna de Retorno (TIR), de acordo com a variação no preço do m³ da água do mar, no preço de venda do milheiro e na produção anual de milheiros de PL. Valores apresentados em reais. Valores de TIR, em cinza, representam taxas menores que a TMA (12%) e, em negrito, representam os valores dos cenários base.

		Preço/m ³ da água do mar					
		-20%	- 10%	Base	+ 10%	+20%	
		51.754,56	58.223,88	64.693,20	71.162,52	77.631,84	
Preço de venda do milheiro	26° C						
	-20%	12,00	1,9%	1,2%	0,4%	-0,4%	-1,2%
	-10%	13,50	10,0%	9,4%	8,7%	8,1%	7,4%
	Base	15,00	17,0%	16,4%	15,8%	15,2%	14,6%
	+10%	16,50	23,4%	22,8%	22,3%	21,7%	21,1%
	+20%	18,00	29,5%	28,9%	28,4%	27,8%	27,3%
	28° C						
	-20%	12,00	8,6%	7,9%	7,1%	6,3%	5,6%
	-10%	13,50	16,7%	16,0%	15,3%	14,7%	14,0%
	Base	15,00	24,0%	23,4%	22,7%	22,1%	21,4%
	+10%	16,50	30,9%	30,3%	29,6%	29,0%	28,4%
	+20%	18,00	37,5%	36,9%	36,3%	35,7%	35,0%
	30° C						
	-20%	12,00	11,7%	10,9%	10,2%	9,4%	8,7%
	-10%	13,50	19,8%	19,1%	18,4%	17,7%	17,0%
Base	15,00	27,3%	26,6%	25,9%	25,3%	24,6%	
+10%	16,50	34,4%	33,7%	33,1%	32,4%	31,7%	
+20%	18,00	41,3%	40,6%	40,0%	39,3%	38,6%	
Produção anual de milheiros	26° C						
	-20%	10.781,76	1,9%	1,2%	0,4%	-0,4%	-1,2%
	-10%	12.129,48	10,0%	9,4%	8,7%	8,1%	7,4%
	Base	13.477,20	17,0%	16,4%	15,8%	15,2%	14,6%
	+10%	14.824,92	23,4%	22,8%	22,3%	21,7%	21,1%
	+20%	16.172,64	29,5%	28,9%	28,4%	27,8%	27,3%
	28° C						
	-20%	11.611,13	8,6%	7,9%	7,1%	6,3%	5,6%
	-10%	13.062,52	16,7%	16,0%	15,3%	14,7%	14,0%
	Base	14.513,91	24,0%	23,4%	22,7%	22,1%	21,4%
	+10%	15.965,30	30,9%	30,3%	29,6%	29,0%	28,4%
	+20%	17.416,69	37,5%	36,9%	36,3%	35,7%	35,0%
	30° C						
	-20%	13.269,86	11,7%	10,9%	10,2%	9,4%	8,7%
	-10%	14.928,59	19,8%	19,1%	18,4%	17,7%	17,0%
Base	16.587,33	27,3%	26,6%	25,9%	25,3%	24,6%	
+10%	18.246,06	34,4%	33,7%	33,1%	32,4%	31,7%	
+20%	19.904,79	41,3%	40,6%	40,0%	39,3%	38,6%	

Tabela 16 – Período de Retorno do Capital (PRC), de acordo com a variação no preço do m³ da água do mar, no preço de venda do milheiro e na produção anual de milheiros de PL. Valores apresentados em reais. Valores de PRC, em cinza, representam retorno em mais de 7 anos e, em negrito, representam os valores dos cenários base.

		Preço/m ³ da água do mar					
		-20%	- 10%	Base	+ 10%	+20%	
		51.754,56	58.223,88	64.693,20	71.162,52	77.631,84	
Preço de venda do milheiro	26°C						
	-20%	12,00	14,8	15,9	17,2	18,7	20,5
	-10%	13,50	8,1	8,5	8,8	9,2	9,6
	Base	15,00	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4
	+10%	16,50	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8
	+20%	18,00	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9
	28°C						
	-20%	12,00	10,0	10,7	11,4	12,2	13,2
	-10%	13,50	5,9	6,1	6,4	6,6	6,9
	Base	15,00	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
	+10%	16,50	3,4	3,4	3,5	3,6	3,7
	+20%	18,00	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0
	30°C						
	-20%	12,00	7,2	7,6	7,9	8,3	8,7
	-10%	13,50	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6
Base	15,00	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	
+10%	16,50	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	
+20%	18,00	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	
Produção anual de milheiros	26°C						
	-20%	10.781,76	14,8	15,9	17,2	18,7	20,5
	-10%	12.129,48	8,1	8,5	8,8	9,2	9,6
	Base	13.477,20	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4
	+10%	14.824,92	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8
	+20%	16.172,64	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9
	28°C						
	-20%	11.611,13	10,0	10,7	11,4	12,2	13,2
	-10%	13.062,52	5,9	6,1	6,4	6,6	6,9
	Base	14.513,91	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
	+10%	15.965,30	3,4	3,4	3,5	3,6	3,7
	+20%	17.416,69	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0
	30°C						
	-20%	13.269,86	7,2	7,6	7,9	8,3	8,7
	-10%	14.928,59	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6
Base	16.587,33	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	
+10%	18.246,06	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	
+20%	19.904,79	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	

As análises de sensibilidade mostraram que os fatores diretamente relacionados com a receita do projeto (preço de venda e produção anual de milheiros) parecem ser os mais sensíveis às variações. De forma geral, uma diminuição de 10% em qualquer desses dois itens pode tornar o projeto inviável. A definição do preço de venda do milheiro de PL no projeto de larvicultura é um item de grande importância para o sustento de toda a cadeia de produção. Para o produtor, a compra de milheiro de PL pode representar cerca de 50% dos custos na fase de crescimento final do camarão (Moraes-Riodades, 2005). Portanto, quanto menor o preço do milheiro, maior a probabilidade da engorda do camarão tornar-se economicamente viável, além de refletir no preço final do produto. O valor adotado de R\$ 15,00 para a venda dos milheiros parece ser um valor adequado para esse projeto, pois gera lucro ao produtor, mas sem prejudicar o restante da cadeia, e suporta pequenas variações, em especial nos cenários com temperaturas de cultivo mais elevadas (28 e 30°C). No entanto, esse é o valor mínimo a ser considerado com a tecnologia de produção que temos disponível no momento. Valores menores tornariam a atividade vulnerável a mudanças de cenário.

A quantidade de milheiros produzida está relacionada com as técnicas adotadas para o cultivo das larvas e com o cuidado no manejo. Esse resultado reflete nos principais itens da produção, sendo que quanto maior a produção, mais diluído se torna os custos, maior é a receita bruta e, conseqüentemente, maior é o lucro. Isso demonstra a atenção e cuidado que se deve ter diariamente na produção com o manejo dos tanques de cultivo e de toda a estrutura da larvicultura, principalmente quando adotado sistema intensivo de produção, como neste projeto.

Os fatores dependentes das variações do mercado, preço da *Artemia* e da água do mar, apresentaram menor influência na viabilidade que a variação nos custos com mão-de-obra fixa. O preço da *Artemia* foi o fator que mais influenciou a viabilidade do projeto. Essa análise é importante pelo fato da *Artemia* ser o principal alimento das larvas durante todo o

cultivo, tendo a maior participação nos custos dos insumos. Além de ser um insumo de alto custo, seu valor é, em sua maioria, dependente do dólar, pois é um produto importado, estando extremamente suscetível às variações no mercado. O gasto com *Artemia* em uma larvicultura gira em torno de 15% do custo total de produção, mas essa porcentagem pode variar bastante dependendo da época e do manejo adotado. Recentemente, a quantidade de náuplios/mL ofertada nos tanques de cultivo para *M. amazonicum* caiu de modo significativo, o qual foi adotado para este projeto. Um estudo realizado (C.R. Maciel, dados não publicados) mostrou que 4 náuplios/mL durante todo o cultivo é o suficiente para que as larvas completem seu desenvolvimento e mantenham as mesmas variáveis de produção que se tinha com o manejo anterior, no qual eram ofertados de 4 a 12 náuplios/mL. Essa diminuição é muito importante para a viabilização de projetos, aumentando a margem de segurança para esse e outros fatores na produção de PL.

O preço da água do mar pode variar em relação ao valor do m³ transportado, de acordo com os custos com combustível, pedágio, diária do motorista, etc. Apesar da variação desse fator influenciar na viabilidade do projeto, todas as temperaturas suportaram bem os aumentos estipulados. Em larviculturas de camarão de água doce, a distância em relação ao mar deve ser considerada para a estruturação do projeto. Quanto maior essa distância, mais elevado se torna o custo da água, podendo tornar o projeto inviável economicamente. Uma alternativa é a utilização de água do mar artificial, obtida com a adição de diversos íons na água doce, tornando a adequada ao cultivo das larvas. Porém, a utilização dessa água é compensada somente para larviculturas instaladas a mais de 500 km do litoral (Vetorelli, 2008).

A qualidade da mão-de-obra na larvicultura é fundamental para o sucesso da produção, afetando diretamente a produtividade e a viabilidade econômica do projeto. Além do manejo diário dos tanques, como limpeza, fornecimento de alimento e monitoramento das

variáveis da água, o funcionário deve estar sempre atento as condições das larvas. A variação nos custos da mão-de-obra teve uma importante influência na viabilidade do projeto. A temperatura de 26°C, por exemplo, suporta apenas um aumento de 10% no custo desse fator. Portanto, é necessário empenho no treinamento dos funcionários e na divisão de tarefas, pois a contratação de mais funcionários para cuidar do manejo da produção pode inviabilizar o projeto.

Além da variação dos fatores de mercado e produção foram obtidas respostas diferentes para cada temperatura, evidenciando que a escolha do sistema de produção e manejo adotados deve ser feita de forma cautelosa. Com exceção de 32°C, as demais temperaturas se mostraram viáveis economicamente em todas as análises financeiras realizadas. A produção das pós-larvas em 26°C, para esse projeto, foi a que sofreu maior influência das variações analisadas. O maior tempo de cultivo nessa temperatura ocasiona a elevação dos custos e, por diminuir o número de ciclos anuais, reduz a produção de milheiros por ano. Os cultivos em 28 e 30°C suportaram melhor as variações propostas na análise de sensibilidade, sendo possível adotar qualquer desses manejos para o projeto em questão. Mudanças no dimensionamento do projeto e, principalmente, na localização de implantação da larvicultura poderão favorecer um dos tratamentos avaliados. Apesar do consumo de energia elétrica para a manutenção da temperatura nos tanques de cultivo ter uma participação expressiva no custo operacional, o aumento do número de ciclos anuais e, conseqüentemente, da produção anual de milheiros foi mais significativo para a viabilidade do projeto. Portanto, mesmo em locais que apresentam temperaturas médias do ambiente abaixo de 26°C, o uso dos aquecedores para manter a temperatura da água de cultivo ao redor de 30°C é compensado.

Conclui-se que a produção de pós-larvas de *M. amazonicum* é uma atividade economicamente viável, apresentando resultados muito bons para o produtor. A manutenção

da temperatura nos tanques de cultivo em 30°C mostrou ser o manejo mais adequado, produzindo os melhores valores dos indicadores de rentabilidade e suportando melhor as possíveis variações que possam ocorrer durante todo o projeto.

4. Referências

- ARAÚJO, M.C. & VALENTI, W.C. 2007. Feeding habit of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae. *Aquaculture*, 265: 187–193.
- ASSAD, L.T. & BURSTYN, M. 2000. Aquicultura Sustentável. In: VALENTI, W.C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A & BORGHETTI, J.R. (Ed.). *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília, CNPq/ Ministério de Ciência e Tecnologia. p. 33-72.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. FIGIS – Fisheries Statistics – Aquaculture (obtido via internet, <http://www.fao.org>).
- INCROPERA, F.P. & DEWITT, D.P. 2003. *Fundamentos de transferência de calor e de massa*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, Rio de Janeiro. 698p.
- JOLLY, C.M. & CLONTS, H.A. 1993. *Economics of aquaculture*. New York, Food Products Press, 319 p.
- MACIEL, C.R. 2007. Alimentação do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* durante a fase larval. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 122p.
- 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.

- MELO, G.A.S. 2003. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae. In: Melo, G.A.S. (Ed.). *Manual de Identificação dos Crustáceos Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo, Edições Loyola. P 289-415.
- MORAES-RIODADES, P.M.C., 2005. Cultivo do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes densidades, Fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 135p.
- 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.
- MORAES-VALENTI, P. & VALENTI, W.C. 2010. Culture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- NEW, M.B. 2010. History and global status of freshwater prawn farming. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- NEW, M.B.; D'ABRAMO, L.R.; VALENTI, W.C. & SINGHOLKA, S. 2010. Sustainability of freshwater prawn culture. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- 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. p.111.

- RHODES, R.; HANSON, T.R. & DASGUPTA, S. 2010. Economics and Business Management. In: NEW, M.B., VALENTI, W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO, L.R. & KUTTY, M.N. (Eds.). *Freshwater prawns: biology and farming*. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 560 pp.
- 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.
- SPERANDIO, L.M.. 2004. Transporte de pós-larvas e juvenis de camarões de água doce. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Dissertação de Mestrado. 43p.
- SHANG, Y.C. 1990. *Aquaculture Economic Analysis: An Introduction*. Baton Rouge, The World Aquaculture Society, 211 p.
- TRIANA, D.R.; VETORELLI, M.P. & VALENTI, W.C. 2007. Efecto de diferentes regimenes alimentícios en 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. 1998. Carcinicultura de água doce no Brasil: mitos, realidade e perspectivas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10, SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 5, ABRAQ. Recife, *Anais...*p. 199-206.
- VALENTI, W. C. 2000. Aquaculture for sustainable development. In: VALENTI, W. C.; POLI, C.R.; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J.R. (eds.) *Aquicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília, CNPq/MCT. p. 17-24.

- VALENTI, W.C., MALLASEN, M. & BARROS, H.P. 2009. Sistema de recirculação para larvicultura de camarões de água doce em pequena escala. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(1): 141-151.
- VETORELLI, M.P. 2004. Viabilidade técnica e econômica do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, em diferentes densidades de estocagem. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Dissertação de Mestrado. 84p.
- VETORELLI, M.P. 2008. Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal. Tese de Doutorado. 123p.
- VETORELLI, M.P. & VALENTI, M.C. 2004. Post-larvae productivity of Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum* stocked at different densities. In: 3º Brazilian Crustacean Congress and The Crustaceana Society meeting. Florianópolis/SC. 1(1), p. 129.
- VETORELLI, M., 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: II Congresso da Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática. Anais... Bento Gonçalves/RS. Aquaciência 1 (1), 18.

Anexos

Anexo 1 – Investimentos para a implantação da larvicultura de *M. amazonicum* com cultivos em 26, 28, 30 e 32°C. Dados apresentados em reais.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
A. Reprodutores										
A.1. Insumos para a formação do plantel										
Pós-larvas	milheiro	20,00	84	1.680,00					1,98	0,63
Ração reprodutores - Berçário I	kg	1,03	5,3	5,45					0,01	0,00
Ração 1º mês - viveiro reprodutores	kg	1,03	105,0	108,15					0,13	0,04
Ração 2º ao 4º mês - viveiro reprodutores	kg	1,03	294,4	303,18					0,36	0,11
Ração reprodutores	kg	1,03	150,0	154,50					0,18	0,06
A.2. Equipamentos e Utensílios										
Caixa Plástica 70 L Branca	un	30,90	6	185,40	7	26,49	3,71		0,22	0,07
Gramma	m ²	2,80	470	1.316,73	20	65,84	26,33	329,18	1,55	0,50
Rede 14 mm	m	25,50	50	1.275,00	5	255,00	25,50		1,50	0,48
Roçadeira a gasolina	un	679,00	1	679,00	10	67,90	13,58		0,80	0,26
Tubo 4" (entrada de água)	un	36,50	4	146,00	20	7,30	2,92	36,50	0,17	0,06
A.3. Construção de viveiros										
Canaleta de abastecimento	m ²	100,00	11	1.097,00	20	54,85	21,94	274,25	1,29	0,41
Estufa para viveiro de reprodutores	m ²	42,50	1.700	72.250,00	20	3.612,50	1.445,00	18.062,50	85,10	27,31
Monge	un	700,00	1	700,00	20	35,00	14,00	175,00	0,82	0,26
Viveiro de 1000 m ²	un	2.000,00	1	2.000,00	20	100,00	40,00	500,00	2,36	0,76
Viveiro Reprodutor (700 m ²)	un	1.500,00	2	3.000,00	20	150,00	60,00	750,00	3,53	1,13
<i>Sub-total</i>				84.900,41					100,00	32,09
B. Larvicultura										
B.1. Tanques de cultivo										
Biofiltro tanque de cultivo (1000 L)	un	900,00	4	3.600,00	15	240,00	72,00		2,55	1,36
Biofiltro tanque de eclosão (400 L)	un	450,00	1	450,00	15	30,00	9,00		0,32	0,17

Anexo 1 – Continuação.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
Tanque circular (250 L)	un	112,00	1	112,00	15	7,47	2,24		0,08	0,04
Tanque de cultivo larval (2000 L)	un	549,66	8	4.397,28	15	293,15	87,95		3,11	1,66
Tanque desinfecção fêmeas (1000 L)	un	279,00	1	279,00	15	18,60	5,58		0,20	0,11
Tanque eclosão de Artemia (20 L)	un	20,00	12	240,00	15	16,00	4,80		0,17	0,09
Tanque eclosão de larvas (1000 L)	un	600,00	2	1.200,00	15	80,00	24,00		0,85	0,45
B.2. Sistema de distribuição de ar										
Adaptador interno polipropileno 2"	un	4,50	1	4,50	15	0,30	0,09		0,00	0,00
Bucha Redutora 2" - 3/4"	un	3,56	20	71,20	15	4,75	1,42		0,05	0,03
CAP solda 3/4"	un	0,57	36	20,52	15	1,37	0,41		0,01	0,01
Derivação Y 2" (junção simples)	un	3,80	1	3,80	15	0,25	0,08		0,00	0,00
Emenda de mangueira	un	0,13	400	52,00	5	10,40	1,04		0,04	0,02
Joelho Soldável 2"	un	10,56	6	63,36	15	4,22	1,27		0,04	0,02
Luva Rosca Soldável 3/4"	un	0,86	64	55,04	15	3,67	1,10		0,04	0,02
Mangote 2"	m	18,00	50	900,00	10	90,00	18,00		0,64	0,34
Mangueira de Silicone	m	0,60	600	360,00	5	72,00	7,20		0,25	0,14
Pedra Porosa Grande (10 cm)	un	8,30	30	249,00	5	49,80	4,98		0,18	0,09
Pedra Porosa Pequena	un	1,80	300	540,00	5	108,00	10,80		0,38	0,20
Registro Esfera 3/4 "	un	12,30	36	442,80	5	88,56	8,86		0,31	0,17
Regulador Ar	un	1,00	400	400,00	5	80,00	8,00		0,28	0,15
T - 2"	un	15,17	26	394,42	15	26,29	7,89		0,28	0,15
T - 3/4"	un	1,29	18	23,22	15	1,55	0,46		0,02	0,01
Tubo PVC - 2" (barra 6 m)	un	13,72	12	164,64	15	10,98	3,29		0,12	0,06
Tubo PVC - 3/4" (barra 6m)	un	2,11	12	25,32	15	1,69	0,51		0,02	0,01
B.3. Sistema de distribuição de água										
Adaptador Rosca Solda. 3/4"	un	0,33	36	11,88	15	0,79	0,24		0,01	0,00

Anexo 1 – Continuação.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
Caixa d'água (1000 L)	un	279,00	1	279,00	15	18,60	5,58		0,20	0,11
Filtro Tipo Cuno c/ Cartucho 3 m	un	148,00	2	296,00	10	29,60	5,92		0,21	0,11
Filtro Tipo Cuno c/ Cartucho 5 m	un	148,00	2	296,00	10	29,60	5,92		0,21	0,11
Joelho Soldável 3/4"	un	0,26	13	3,38	15	0,23	0,07		0,00	0,00
Mangueira 1"	m	4,40	15	66,00	5	13,20	1,32		0,05	0,02
Pia fibra de vidro funda	un	120,00	1	120,00	15	8,00	2,40		0,08	0,05
Pia fibra de vidro rasa	un	100,00	1	100,00	15	6,67	2,00		0,07	0,04
Registro Plástico Esfera Soldável 1"	un	18,50	2	37,00	5	7,40	0,74		0,03	0,01
Reservatório (10.000 L)	un	3.715,75	2	7.431,50	15	495,43	148,63		5,25	2,81
Reservatório (6.000 L)	un	2.367,77	1	2.367,77	15	157,85	47,36		1,67	0,89
T - 3/4"	un	1,29	32	41,28	15	2,75	0,83		0,03	0,02
Torneira Plástica 3/4"	un	0,78	36	28,08	5	5,62	0,56		0,02	0,01
Tubo PVC - 3/4" (barra 6m)	un	2,11	28	59,08	15	3,94	1,18		0,04	0,02
B.4. Materiais para tanques										
Adaptador Rosca Solda 2"	un	4,80	32	153,60	15	10,24	3,07		0,11	0,06
Adaptador Rosca Solda. 4"	un	24,00	32	768,00	15	51,20	15,36		0,54	0,29
Joelho Roscável 2"	un	6,74	16	107,84	15	7,19	2,16		0,08	0,04
Joelho Soldável 2"	un	10,56	8	84,48	15	5,63	1,69		0,06	0,03
Joelho Soldável 3/4 "	un	0,26	90	23,40	15	1,56	0,47		0,02	0,01
Luva Roscável 4"	un	11,27	8	90,16	15	6,01	1,80		0,06	0,03
Luva Roscável 3/4 "	un	0,62	10	6,20	15	0,41	0,12		0,00	0,00
Redutor Soldável 4" p/ 2"	un	3,07	8	24,56	15	1,64	0,49		0,02	0,01
Redutor Soldável 6" p/ 4"	un	10,47	24	251,28	15	16,75	5,03		0,18	0,09
Registro Esfera 3/4 "	un	12,30	10	123,00	5	24,60	2,46		0,09	0,05
T 3/4"	un	1,29	2	2,58	15	0,17	0,05		0,00	0,00
Tela Nylon 125 µm	m	32,00	5	160,00	2	80,00	3,20		0,11	0,06
Tela Nylon 250 µm	m	27,00	5	135,00	2	67,50	2,70		0,10	0,05

Anexo 1 – Continuação.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
Tela Nylon 500 µm	m	27,00	5	135,00	2	67,50	2,70		0,10	0,05
Tubo 6" (barra 6 m)	un	83,28	4	333,12	15	22,21	6,66		0,24	0,13
Tubo PVC 2" (barra 6m)	un	13,72	4	54,88	15	3,66	1,10		0,04	0,02
Tubo PVC 3/4" (barra 6m)	un	2,11	20	42,20	15	2,81	0,84		0,03	0,02
B.5. Equipamentos										
Aquecedor/Termostato 50 W	un	29,90	24	717,60	5	143,52	14,35		0,51	0,27
Aquecedor/Termostato 500 W	un	99,90	45	4.495,50	5	899,10	89,91		3,18	1,70
Balança Eletrônica F. Filizolla C - 5 kg	un	790,00	1	790,00	10	79,00	15,80		0,56	0,30
Fogão de mesa quatro bocas Atlas	un	94,90	1	94,90	15	6,33	1,90		0,07	0,04
Geladeira Cònsul biplex 350	un	900,00	1	900,00	15	60,00	18,00		0,64	0,34
Gerador automático 15.000 W GBW 15	un	24.115,00	1	24.115,00	15	1.607,67	482,30		17,05	9,11
Microscópio monocular	un	545,00	1	545,00	15	36,33	10,90		0,39	0,21
Refratômetro	un	239,00	1	239,00	5	47,80	4,78		0,17	0,09
Sistema de Exaustão (Telhado)	un	250,00	3	750,00	15	50,00	15,00		0,53	0,28
Soprador 5 HP	un	3.000,00	2	6.000,00	15	400,00	120,00		4,24	2,27
Motobomba P 840	un	1.280,00	1	1.280,00	15	85,33	25,60		0,91	0,48
B.6. Utensílios										
Balde Plástico (20 L)	un	6,50	10	65,00	5	13,00	1,30		0,05	0,02
Bécker Plástico (2 L)	un	6,60	10	66,00	5	13,20	1,32		0,05	0,02
Botijão de gás	un	45,00	2	90,00	20	4,50	1,80		0,06	0,03
Contador	un	33,99	5	169,95	5	33,99	3,40		0,12	0,06
Divisória	m ²	46,00	7	322,00	10	32,20	6,44		0,23	0,12
Esponja de cozinha	un	1,25	38	47,50	2	23,75	0,95		0,03	0,02
Estante de madeira	un	100,00	1	100,00	15	6,67	2,00		0,07	0,04
Estante de madeira (3,5 x 0,6 x 0,8)	un	100,00	1	100,00	15	6,67	2,00		0,07	0,04

Anexo 1 – Continuação.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
Forma Pudim	un	25,00	4	100,00	5	20,00	2,00		0,07	0,04
Lâmpada Fluorescente 1,2 m 40 W	un	5,90	9	53,10	2	26,55	1,06		0,04	0,02
Lâmpada Fluorescente 22 W	un	3,60	26	93,60	2	46,80	1,87		0,07	0,04
Lâmpada incandescente 60 W	un	1,15	25	28,75	2	14,38	0,58		0,02	0,01
Liquidificador	un	79,90	1	79,90	10	7,99	1,60		0,06	0,03
Mangueira cristal 3/4"	m	4,04	50	202,00	2	101,00	4,04		0,14	0,08
Moveis e computador	un	2.300,00	1	2.300,00	10	230,00	46,00		1,63	0,87
Peneiras Grano Teste Inox 710, 425 e 250	un	360,00	1	360,00	7	51,43	7,20		0,25	0,14
Peneira Pós-Larvas	un	3,50	10	35,00	2	17,50	0,70		0,02	0,01
Pipeta 5 mL	un	4,79	5	23,95	2	11,98	0,48		0,02	0,01
Piso Plástico (50 x 25 x 2,5 cm)	un	16,00	18	288,00	15	19,20	5,76		0,20	0,11
Piseta	un	3,45	5	17,25	2	8,63	0,35		0,01	0,01
Placa de Petri	un	4,30	5	21,50	2	10,75	0,43		0,02	0,01
Porta sanfonada	un	75,00	1	75,00	10	7,50	1,50		0,05	0,03
Proveta Vidro (1 L)	un	40,00	1	40,00	2	20,00	0,80		0,03	0,02
Luminária	un	25,10	12	301,20	2	150,60	6,02		0,21	0,11
Substrato dos Biofiltros	kg	0,17	4.000	680,00	5	136,00	13,60		0,48	0,26
Tela 3 mm (substrato de PL)	m ²	3,50	20	70,00	5	14,00	1,40		0,05	0,03
Tela de mosqueteiro (bolsas bactérias)	m ²	1,95	100	195,00	5	39,00	3,90		0,14	0,07
Termômetro Mercúrio	un	14,60	3	43,80	2	21,90	0,88		0,03	0,02
Tesoura	un	10,00	1	10,00	2	5,00	0,20		0,01	0,00
Tubo PVC 2" (barra 6m)	un	13,62	1	13,62	15	0,91	0,27		0,01	0,01
Ventilador	un	69,90	1	69,90	10	6,99	1,40		0,05	0,03
Tanques plásticos (200 L)	un	45,00	75	3.375,00	15	225,00	67,50		2,39	1,28
Suporte de madeira	un	1.000,00	1	1.000,00	15	66,67	20,00		0,71	0,38
B.7. Obras civis										
Administração e almoxarifado	m ²	545,00	34	18.366,50	20	918,33	367,33	4.591,63	12,99	6,94

Anexo 1 – Continuação.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
Galpão de Alvenaria Larvicultura	m ²	363,00	124	45.012,00	20	2.250,60	900,24	11.253,00	31,83	17,01
<i>Sub-total</i>				141.422,89					100,00	53,45
C. Manutenção de pós-larvas (PL)										
C.1. Utensílios										
Balde Plástico (40 L)	un	11,90	20	238,00	7	34,00	4,76		1,14	0,09
Cilindro de oxigênio (10 m ³)	un	900,00	1	900,00	15	60,00	18,00		4,33	0,34
Tela verde (0,5 cm)	m ²	2,50	54	135,00	2	67,50	2,70		0,65	0,05
C.2. Sistema de distribuição de ar										
Adaptador Rosca Solda. 3/4"	un	0,33	24	7,92	15	0,53	0,16		0,04	0,00
Bucha Redutora 2" p/ 3/4 "	un	3,56	6	21,36	15	1,42	0,43		0,10	0,01
Cap 3/4"	un	0,57	12	6,84	15	0,46	0,14		0,03	0,00
Derivação Y 2" (junção simples)	un	3,64	1	3,64	15	0,24	0,07		0,02	0,00
Distribuidor de ar	un	1,00	60	60,00	5	12,00	1,20		0,29	0,02
Emenda de mangueira	un	0,13	60	7,80	5	1,56	0,16		0,04	0,00
Joelho Soldável 2"	un	10,56	4	42,24	15	2,82	0,84		0,20	0,02
Pedra porosa grande (15 cm)	un	8,30	10	83,00	5	16,60	1,66		0,40	0,03
Pedra porosa média	un	1,80	50	90,00	5	18,00	1,80		0,43	0,03
Registro Esfera 3/4 "	un	12,30	12	147,60	5	29,52	2,95		0,71	0,06
T 2"	un	15,17	10	151,70	15	10,11	3,03		0,73	0,06
T 3/4"	un	1,29	6	7,74	15	0,52	0,15		0,04	0,00
Tubo 3/4"	un	2,11	4	8,44	15	0,56	0,17		0,04	0,00
Tubo PVC 2" (barra 6 m)	un	13,72	9	123,48	15	8,23	2,47		0,59	0,05
C.3. Drenagem dos tanques										
Adaptador Rosca Solda 4 "	un	24,00	2	48,00	15	3,20	0,96		0,23	0,02

Anexo 1 – Continuação.

	Unid.	Valor	Quant.	Total	Vida útil	Depreciação	Manutenção	Residual	% área	% total
Luva Roscável 4"	un	11,27	2	22,54	15	1,50	0,45		0,11	0,01
Tubo PVC 4" (barra 6 m)	un	36,42	1	36,42	15	2,43	0,73		0,18	0,01
Tubo PVC 6" (barra 6 m)	un	83,28	1	83,28	15	5,55	1,67		0,40	0,03
C.4. Sistema de distribuição de água										
Adaptador Rosca Solda 2"	un	4,80	2	9,60	15	0,64	0,19		0,05	0,00
Cap 2"	un	4,33	1	4,33	15	0,29	0,09		0,02	0,00
Registro Esfera Roscável 2"	un	41,98	2	83,96	5	16,79	1,68		0,40	0,03
T 2"	un	15,17	1	15,17	15	1,01	0,30		0,07	0,01
Tubo PVC 2" (barra 6 m)	un	13,72	1	13,72	15	0,91	0,27		0,07	0,01
C.5. Obras civis										
Galpão de alvenaria	m ²	363,00	42	15.246,00	20	762,30	304,92	3.811,50	73,31	5,76
Tanques alvenaria	m ²	200,00	16	3.200,00	20	160,00	64,00	800,00	15,39	1,21
<i>Sub-total</i>				20.797,78					100,00	7,86
D. Projeto técnico				14.977,26						5,66
E. Taxa de regularização do projeto				1.000,00						0,38
F. Topografia e Plantas				1.500,00						0,57
Total investimentos (R\$)				264.598,34		15.959,12	4.897,40	40.583,56		100,00

Anexo 2 – Custos totais da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 26°C. Dados apresentados em reais. COE = Custo Operacional Efetivo; CT = Custo Total.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT
1. Custos Variáveis								
1.1. Insumos								
Adubo orgânico	ton	0,03	0,42	37,00	1,06	15,54	0,0	0,0
Água do mar	m ³	7,28	106,29	166,67	1.213,36	17.715,02	11,1	8,5
Bicarbonato de sódio	kg	11,71	170,98	11,86	138,89	2.027,82	1,3	1,0
Calcário	ton	0,01	0,14	39,00	0,37	5,46	0,0	0,0
Cistos de Artemia	kg	21,12	308,35	120,00	2.534,40	37.002,24	23,1	17,7
Cloreto de amônio	kg	0,94	13,72	13,65	12,83	187,33	0,1	0,1
Embalagens	un	357,49	5.219,29	1,20	428,98	6.263,15	3,9	3,0
Formol	L	0,08	1,17	10,26	0,82	11,98	0,0	0,0
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	kg	0,74	10,80	13,00	9,62	140,45	0,1	0,1
Kit amônia	cx	0,72	10,51	14,50	10,44	152,42	0,1	0,1
Kit nitrito	cx	0,36	5,26	9,50	3,42	49,93	0,0	0,0
Material de escritório	un	1,03	15,00	100,00	102,74	1.500,00	0,9	0,7
Nitrito de sódio	kg	0,02	0,29	11,00	0,22	3,21	0,0	0,0
Ração para pós-larvas	kg	3,73	54,49	1,03	3,84	56,12	0,0	0,0
Ração para reprodutores	kg	140,00	2.044,00	1,03	144,20	2.105,32	1,3	1,0
Ração úmida para larvas	kg	5,13	74,95	9,80	50,31	734,48	0,5	0,4
Recarga de oxigênio (10m ²)	un	0,43	6,28	100,00	43,00	627,80	0,4	0,3
Sal grosso	kg	168,96	2.466,82	0,65	109,82	1.603,43	1,0	0,8
1.2. Mão-de-obra								
Mão-de-obra eventual	diária	3,00	43,80	25,00	75,00	1.095,00	0,7	0,5
1.3. Despesas de máquinas								
Óleo diesel para o gerador	L	6,52	95,22	1,93	12,59	183,77	0,1	0,1
Óleo motor para o gerador	L	0,14	2,00	10,00	1,37	20,00	0,0	0,0
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)					443,19	6.470,61	4,0	3,1
1.5. Energia elétrica								
	KW	4.246,74	62.002,44	0,18	764,41	11.160,44	7,0	5,3

Anexo 2 – Continuação.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT
1.6. Telefone	min.	575,34	8.400,00	0,15	86,30	1.260,00	0,8	0,6
1.7. Juros (8,75% a.a.)					479,40	6.999,22		3,4
Total Custos Variáveis					6.670,60	97.390,76		46,7
2. Custos fixos								
2.1. Mão-de-obra								
Mão-de-obra especializada (salário+encargos)	salário	0,89	13,00	2.574,00	2.291,92	33.462,00	20,9	16,0
Mão-de-obra fixa (salário + encargos)	salário	2,67	39,00	800,80	2.139,12	31.231,20	19,5	15,0
2.2. Manutenção de equipamentos e benfeitorias								
					335,44	4.897,40	3,1	2,3
Custo operacional efetivo (COE)					10.957,68	159.982,14	100,0	76,7
2.3. Depreciação anual								
					1.093,09	15.959,12		7,6
Custo operacional total (COT)					12.050,77	175.941,26		84,3
2.4. Custos de oportunidade								
Remuneração sobre o capital fixo (12% a.a.)					1.087,39	15.875,90		7,6
Remuneração do empresário					628,77	9.180,00		4,4
Remuneração terra (arrendamento)					46,70	681,82		0,3
Total Custos Fixos					7.622,43	111.287,43		53,3
3. Custo total de produção (CTP)					14.293,03	208.678,20		100,0

Anexo 3 – Custos totais da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 28°C. Dados apresentados em reais. COE = Custo Operacional Efetivo; CT = Custo Total.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT	
I. Custos Variáveis									
1.1. Insumos									
Adubo orgânico	ton	0,03	0,42	37,00	0,94	15,54	0,0	0,0	
Água do mar	m ³	7,28	120,78	166,67	1.213,36	20.130,71	12,0	9,3	
Bicarbonato de sódio	kg	10,31	170,98	11,86	122,22	2.027,82	1,2	0,9	
Calcário	ton	0,01	0,14	39,00	0,33	5,46	0,0	0,0	
Cistos de Artemia	kg	19,20	318,55	120,00	2.304,00	38.225,45	22,8	17,7	
Cloreto de amônio	kg	0,94	15,60	13,65	12,83	212,88	0,1	0,1	
Embalagens	un	357,49	5.931,01	1,20	428,98	7.117,21	4,3	3,3	
Formol	L	0,08	1,33	10,26	0,82	13,62	0,0	0,0	
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	kg	0,74	12,28	13,00	9,62	159,60	0,1	0,1	
Kit amônia	cx	0,72	11,95	14,50	10,44	173,21	0,1	0,1	
Kit nitrito	cx	0,36	5,97	9,50	3,42	56,74	0,0	0,0	
Material de escritório	un	0,90	15,00	100,00	90,41	1.500,00	0,9	0,7	
Nitrito de sódio	kg	0,02	0,33	11,00	0,22	3,65	0,0	0,0	
Ração para pós-larvas	kg	3,73	61,92	1,03	3,84	63,78	0,0	0,0	
Ração para reprodutores	kg	123,20	2.044,00	1,03	126,90	2.105,32	1,3	1,0	
Ração úmida para larvas	kg	5,13	85,17	9,80	50,31	834,63	0,5	0,4	
Recarga de oxigênio (10m ²)	un	0,43	7,13	100,00	43,00	713,41	0,4	0,3	
Sal grosso	kg	153,60	2.548,36	0,65	99,84	1.656,44	1,0	0,8	
1.2. Mão-de-obra									
Mão-de-obra eventual	diária	3,00	49,77	25,00	75,00	1.244,32	0,7	0,6	
1.3. Despesas de máquinas									
Óleo diesel para o gerador	L	5,74	95,22	1,93	11,08	183,77	0,1	0,1	
Óleo motor para o gerador	L	0,12	2,00	10,00	1,21	20,00	0,0	0,0	
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)									
					443,19	7.352,97	4,4	3,4	
1.5. Energia elétrica									
		KW	4.284,18	71.078,38	0,18	771,15	12.794,11	7,6	5,9

Anexo 3 – Continuação.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT
<i>1.6. Telefone</i>	min.	506,30	8.400,00	0,15	75,95	1.260,00	0,8	0,6
<i>1.7. Juros (8,75% a.a.)</i>					441,59	7.326,43	4,4	3,4
Total Custos Variáveis					6.340,65	105.197,07		48,6
2. Custos fixos								
2.1. Mão-de-obra								
Mão-de-obra especializada (salário + encargos)	salário	0,78	13,00	2.574,00	2.016,89	33.462,00	20,0	15,5
Mão-de-obra fixa (salário + encargos)	salário	2,35	39,00	800,80	1.882,43	31.231,20	18,6	14,4
2.2. Manutenção de equipamentos e benfeitorias								
					295,19	4.897,40	2,9	2,3
Custo operacional efetivo (COE)					10.093,55	167.461,24	100,0	77,4
2.3. Depreciação anual								
					961,92	15.959,12		7,4
Custo operacional total (COT)					11.055,47	183.420,35		84,7
2.4. Custos de oportunidade								
Remuneração sobre o capital fixo (12% a.a.)					956,90	15.875,90		7,3
Remuneração do empresário					553,32	9.180,00		4,2
Remuneração terra (arrendamento)					41,10	681,82		0,3
Total Custos Fixos					6.707,74	111.287,43		51,4
3. Custo total de produção (CTP)					13.048,38	216.484,50		100,0

Anexo 4 – Custos totais da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 30°C. Dados apresentados em reais. COE = Custo Operacional Efetivo; CT = Custo Total.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT
I. Custos Variáveis								
1.1. Insumos								
Adubo orgânico	ton	0,02	0,42	37,00	0,89	15,54	0,0	0,0
Água do mar	m ³	7,28	126,53	166,67	1.213,36	21.089,31	12,5	9,7
Bicarbonato de sódio	kg	9,84	170,98	11,86	116,67	2.027,82	1,2	0,9
Calcário	ton	0,01	0,14	39,00	0,31	5,46	0,0	0,0
Cistos de Artemia	kg	17,28	300,34	120,00	2.073,60	36.041,14	21,4	16,6
Cloreto de amônio	kg	0,94	16,34	13,65	12,83	223,02	0,1	0,1
Embalagens	un	357,49	6.213,44	1,20	428,98	7.456,13	4,4	3,4
Formol	L	0,08	1,39	10,26	0,82	14,27	0,0	0,0
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	kg	0,74	12,86	13,00	9,62	167,20	0,1	0,1
Kit amônia	cx	0,72	12,51	14,50	10,44	181,46	0,1	0,1
Kit nitrito	cx	0,36	6,26	9,50	3,42	59,44	0,0	0,0
Material de escritório	un	0,86	15,00	100,00	86,30	1.500,00	0,9	0,7
Nitrito de sódio	kg	0,02	0,35	11,00	0,22	3,82	0,0	0,0
Ração para pós-larvas	kg	3,73	64,87	1,03	3,84	66,81	0,0	0,0
Ração para reprodutores	kg	117,60	2.044,00	1,03	121,13	2.105,32	1,2	1,0
Ração úmida para larvas	kg	5,13	89,22	9,80	50,31	874,38	0,5	0,4
Recarga de oxigênio (10m ²)	un	0,43	7,47	100,00	43,00	747,38	0,4	0,3
Sal grosso	kg	138,24	2.402,74	0,65	89,86	1.561,78	0,9	0,7
1.2. Mão-de-obra								
Mão-de-obra eventual	diária	3,00	52,14	25,00	75,00	1.303,57	0,8	0,6
1.3. Despesas de máquinas								
Óleo diesel para o gerador	L	5,48	95,22	1,93	10,57	183,77	0,1	0,1
Óleo motor para o gerador	L	0,12	2,00	10,00	1,15	20,00	0,0	0,0
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)					443,19	7.703,11	4,6	3,5
1.5. Energia elétrica								
	KW	4.576,87	79.550,37	0,18	823,84	14.319,07	8,5	6,6

Anexo 4 – Continuação.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT
<i>1.6. Telefone</i>	min.	483,29	8.400,00	0,15	72,49	1.260,00	0,7	0,6
<i>1.7. Juros (8,75% a.a.)</i>					424,19	7.372,77	4,4	3,4
Total Custos Variáveis					6.116,04	106.302,58		48,9
2. Custos fixos								
2.1. Mão-de-obra								
Mão-de-obra especializada (salário + encargos)	salário	0,75	13,00	2.574,00	1.925,21	33.462,00	19,9	15,4
Mão-de-obra fixa (salário + encargos)	salário	2,24	39,00	800,80	1.796,86	31.231,20	18,5	14,4
2.2. Manutenção de equipamentos e benfeitorias								
					281,77	4.897,40	2,9	2,3
Custo operacional efetivo (COE)					9.695,69	168.520,41	100,0	77,4
2.3. Depreciação anual								
					918,20	15.959,12		7,3
Custo operacional total (COT)					10.613,89	184.479,52		84,8
2.4. Custos de oportunidade								
Remuneração sobre o capital fixo (12% a.a.)					913,41	15.875,90		7,3
Remuneração do empresário					528,16	9.180,00		4,2
Remuneração terra (arrendamento)					39,23	681,82		0,3
Total Custos Fixos					6.402,84	111.287,43		51,1
3. Custo total de produção (CTP)					12.518,88	217.590,01		100,0

Anexo 5 – Custos totais da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 32°C. Dados apresentados em reais. COE = Custo Operacional Efetivo; CT = Custo Total.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT	
I. Custos Variáveis									
1.1. Insumos									
Adubo orgânico	ton	0,02	0,42	37,00	0,81	15,54	0,0	0,0	
Água do mar	m ³	7,28	139,85	166,67	1.213,36	23.309,24	14,1	10,9	
Bicarbonato de sódio	kg	8,90	170,98	11,86	105,56	2.027,82	1,2	0,9	
Calcário	ton	0,01	0,14	39,00	0,28	5,46	0,0	0,0	
Cistos de Artemia	kg	16,32	313,52	120,00	1.958,40	37.621,89	22,8	17,6	
Cloreto de amônio	kg	0,94	18,06	13,65	12,83	246,49	0,1	0,1	
Embalagens	un	133,47	2.564,09	1,20	160,17	3.076,91	1,9	1,4	
Formol	L	0,08	1,54	10,26	0,82	15,77	0,0	0,0	
Hipoclorito de cálcio (65% de cloro ativo)	kg	0,74	14,22	13,00	9,62	184,81	0,1	0,1	
Kit amônia	cx	0,72	13,83	14,50	10,44	200,56	0,1	0,1	
Kit nitrito	cx	0,36	6,92	9,50	3,42	65,70	0,0	0,0	
Material de escritório	un	0,78	15,00	100,00	78,08	1.500,00	0,9	0,7	
Nitrito de sódio	kg	0,02	0,38	11,00	0,22	4,23	0,0	0,0	
Ração para pós-larvas	kg	1,39	26,77	1,03	1,44	27,57	0,0	0,0	
Ração para reprodutores	kg	106,40	2.044,00	1,03	109,59	2.105,32	1,3	1,0	
Ração úmida para larvas	kg	5,13	98,61	9,80	50,31	966,42	0,6	0,5	
Recarga de oxigênio (10m ²)	un	0,43	8,26	100,00	43,00	826,05	0,5	0,4	
Sal grosso	kg	130,56	2.508,13	0,65	84,86	1.630,28	1,0	0,8	
1.2. Mão-de-obra									
Mão-de-obra eventual	diária	3,00	57,63	25,00	75,00	1.440,79	0,9	0,7	
1.3. Despesas de máquinas									
Óleo diesel para o gerador	L	4,96	95,22	1,93	9,57	183,77	0,1	0,1	
Óleo motor para o gerador	L	0,10	2,00	10,00	1,04	20,00	0,0	0,0	
1.4. Contribuição previdenciária rural (2,85% RB)									
					165,47	3.178,83	1,9	1,5	
1.5. Energia elétrica									
		KW	4.478,49	86.034,18	0,18	806,13	15.486,15	9,4	7,2

Anexo 5 – Continuação.

	Unid.	Quant./ciclo	Quant./ano	Valor unitário	Valor/ciclo	Valor/ano	% COE	% CT
<i>1.6. Telefone</i>	min.	437,26	8.400,00	0,15	65,59	1.260,00	0,8	0,6
<i>1.7. Juros (8,75% a.a.)</i>					375,75	7.218,32	4,4	3,4
Total Custos Variáveis					5.341,75	102.617,92		48,0
2. Custos fixos								
2.1. Mão-de-obra								
Mão-de-obra especializada (salário + encargos)	salário	0,68	13,00	2.574,00	1.741,86	33.462,00	20,3	15,6
Mão-de-obra fixa (salário + encargos)	salário	2,03	39,00	800,80	1.625,73	31.231,20	18,9	14,6
2.2. Manutenção de equipamentos e benfeitorias								
					254,93	4.897,40	3,0	2,3
Custo operacional efetivo (COE)					8.588,53	164.990,20	100,0	77,1
2.3. Depreciação anual								
					830,75	15.959,12		7,5
Custo operacional total (COT)					9.419,28	180.949,31		84,6
2.4. Custos de oportunidade								
Remuneração sobre o capital fixo (12% a.a.)					826,42	15.875,90		7,4
Remuneração do empresário					477,86	9.180,00		4,3
Remuneração terra (arrendamento)					35,49	681,82		0,3
Total Custos Fixos					5.793,04	111.287,43		52,0
3. Custo total de produção (CTP)					11.134,80	213.905,35		100,0

Anexo 6 – Fluxo de caixa da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 26°C. Dados apresentados em reais.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Saídas								
Investimentos								
Desenbolso (COE)	-264.598,34		-1.482,65		-1.482,65	-10.843,29	-1.482,65	-783,40
Capital de Giro		-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14
<i>Sub-Total</i>	-32.873,04							
	-297.471,38	-159.982,14	-161.464,79	-159.982,14	-161.464,79	-170.825,43	-161.464,79	-160.765,54
Entradas								
Receita bruta								
Valor residual		158.927,31	204.335,12	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>								
Fluxo Líquido	<i>0,00</i>	<i>158.927,31</i>	<i>204.335,12</i>	<i>227.039,02</i>	<i>227.039,02</i>	<i>227.039,02</i>	<i>227.039,02</i>	<i>227.039,02</i>
Fluxo líquido acumulado	-297.471,38	-1.054,83	42.870,33	67.056,88	65.574,23	56.213,59	65.574,23	66.273,48
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Saídas								
Investimentos	-1.482,65		-13.109,34		-1.482,65		-1.482,65	
Desenbolso (COE)	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14	-159.982,14
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	-161.464,79	-159.982,14	-173.091,48	-159.982,14	-161.464,79	-159.982,14	-161.464,79	-159.982,14
Entradas								
Receita bruta	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02
Valor residual								40.583,56
Capital de Giro								32.873,04
<i>Sub-Total</i>	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	227.039,02	300.495,62
Fluxo Líquido	65.574,23	67.056,88	53.947,54	67.056,88	65.574,23	67.056,88	65.574,23	140.513,48
Fluxo líquido acumulado	130.610,74	197.667,62	251.615,16	318.672,04	384.246,27	451.303,14	516.877,37	657.390,85

Anexo 7 – Fluxo de caixa da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 28°C. Dados apresentados em reais.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Saídas								
Investimentos	-264.598,34		-1.482,65		-1.482,65	-10.843,29	-1.482,65	-783,40
Desenbolso (COE)		-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24
Capital de Giro	-30.280,66							
<i>Sub-Total</i>	<i>-294.879,00</i>	<i>-167.461,24</i>	<i>-168.943,89</i>	<i>-167.461,24</i>	<i>-168.943,89</i>	<i>-178.304,53</i>	<i>-168.943,89</i>	<i>-168.244,64</i>
Entradas								
Receita bruta		180.599,22	232.198,99	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88
Valor residual								
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	<i>0,00</i>	<i>180.599,22</i>	<i>232.198,99</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>
Fluxo Líquido	-294.879,00	13.137,98	63.255,11	90.537,65	89.055,00	79.694,36	89.055,00	89.754,25
Fluxo líquido acumulado	-294.879,00	-281.741,02	-218.485,91	-127.948,26	-38.893,27	40.801,09	129.856,09	219.610,34
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Saídas								
Investimentos	-1.482,65		-13.109,34		-1.482,65		-1.482,65	
Desenbolso (COE)	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24	-167.461,24
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	<i>-168.943,89</i>	<i>-167.461,24</i>	<i>-180.570,58</i>	<i>-167.461,24</i>	<i>-168.943,89</i>	<i>-167.461,24</i>	<i>-168.943,89</i>	<i>-167.461,24</i>
Entradas								
Receita bruta	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88	257.998,88
Valor residual								40.583,56
Capital de Giro								30.280,66
<i>Sub-Total</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>257.998,88</i>	<i>328.863,10</i>
Fluxo Líquido	89.055,00	90.537,65	77.428,31	90.537,65	89.055,00	90.537,65	89.055,00	161.401,87
Fluxo líquido acumulado	308.665,34	399.202,98	476.631,29	567.168,94	656.223,94	746.761,59	835.816,58	997.218,45

Anexo 8 – Fluxo de caixa da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 30°C. Dados apresentados em reais.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Saídas								
Investimentos	-264.598,34		-1.482,65		-1.482,65	-10.843,29	-1.482,65	-783,40
Desenbolso (COE)		-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41
Capital de Giro	-29.087,08							
<i>Sub-Total</i>	<i>-293.685,43</i>	<i>-168.520,41</i>	<i>-170.003,06</i>	<i>-168.520,41</i>	<i>-170.003,06</i>	<i>-179.363,70</i>	<i>-170.003,06</i>	<i>-169.303,81</i>
Entradas								
Receita bruta		189.199,18	243.256,09	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54
Valor residual								
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	<i>0,00</i>	<i>189.199,18</i>	<i>243.256,09</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>
Fluxo Líquido	-293.685,43	20.678,77	73.253,03	101.764,14	100.281,49	90.920,85	100.281,49	100.980,74
Fluxo líquido acumulado	-293.685,43	-273.006,65	-199.753,62	-97.989,48	2.292,01	93.212,85	193.494,34	294.475,08
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Saídas								
Investimentos	-1.482,65		-13.109,34		-1.482,65		-1.482,65	
Desenbolso (COE)	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41	-168.520,41
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	<i>-170.003,06</i>	<i>-168.520,41</i>	<i>-181.629,75</i>	<i>-168.520,41</i>	<i>-170.003,06</i>	<i>-168.520,41</i>	<i>-170.003,06</i>	<i>-168.520,41</i>
Entradas								
Receita bruta	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54	270.284,54
Valor residual								40.583,56
Capital de Giro								29.087,08
<i>Sub-Total</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>270.284,54</i>	<i>339.955,18</i>
Fluxo Líquido	100.281,49	101.764,14	88.654,80	101.764,14	100.281,49	101.764,14	100.281,49	171.434,78
Fluxo líquido acumulado	394.756,57	496.520,70	585.175,50	686.939,64	787.221,13	888.985,27	989.266,75	1.160.701,53

Anexo 9 – Fluxo de caixa da larvicultura de *M. amazonicum* operando em 32°C. Dados apresentados em reais.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7
Saídas								
Investimentos	-264.598,34		-1.482,65		-1.482,65	-10.843,29	-1.482,65	-783,40
Desenbolso (COE)		-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20
Capital de Giro	-25.765,59							
<i>Sub-Total</i>	<i>-290.363,93</i>	<i>-164.990,20</i>	<i>-166.472,85</i>	<i>-164.990,20</i>	<i>-166.472,85</i>	<i>-175.833,49</i>	<i>-166.472,85</i>	<i>-165.773,60</i>
Entradas								
Receita bruta		78.076,50	100.384,07	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85
Valor residual								
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	<i>0,00</i>	<i>78.076,50</i>	<i>100.384,07</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>
Fluxo Líquido	-290.363,93	-86.913,70	-66.088,78	-53.452,34	-54.934,99	-64.295,63	-54.934,99	-54.235,74
Fluxo líquido acumulado	-290.363,93	-377.277,63	-443.366,41	-496.818,75	-551.753,75	-616.049,38	-670.984,37	-725.220,12
Ano	8	9	10	11	12	13	14	15
Saídas								
Investimentos	-1.482,65		-13.109,34		-1.482,65		-1.482,65	
Desenbolso (COE)	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20	-164.990,20
Capital de Giro								
<i>Sub-Total</i>	<i>-166.472,85</i>	<i>-164.990,20</i>	<i>-178.099,54</i>	<i>-164.990,20</i>	<i>-166.472,85</i>	<i>-164.990,20</i>	<i>-166.472,85</i>	<i>-164.990,20</i>
Entradas								
Receita bruta	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85	111.537,85
Valor residual								40.583,56
Capital de Giro								25.765,59
<i>Sub-Total</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>111.537,85</i>	<i>177.887,00</i>
Fluxo Líquido	-54.934,99	-53.452,34	-66.561,68	-53.452,34	-54.934,99	-53.452,34	-54.934,99	12.896,81
Fluxo líquido acumulado	-780.155,11	-833.607,45	-900.169,14	-953.621,48	-1.008.556,47	-1.062.008,82	-1.116.943,81	-1.104.047,00

