

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM A
EMBRAPA/RR E IFRR**

DISSERTAÇÃO

**DENSIDADE DO CAMARÃO DO GÊNERO *Macrobrachium*
BATE, 1868 SOBRE O DESEMPENHO DO TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818))**

RONILSON MOURA CAVALCANTE

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM A
EMBRAPA/RR E IFRR**

**DENSIDADE DO CAMARÃO DO GÊNERO *Macrobrachium*
BATE, 1868 SOBRE O DESEMPENHO DO TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818))**

RONILSON MOURA CAVALCANTE

Sob a Orientação do Professor

Dsc. Sandro Loris Aquino Pereira
EMBRAPA

e Co-orientação do Professor

Dsc. Moisés Quadros
EMBRAPA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agroecologia**. Área de concentração em Agroecologia.

Boa Vista - RR
Março de 2016

Copyright © 2016 by Ronilson Moura Cavalcante

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação de Sistemas de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69. 306-530 Boa Vista – RR
Telefone: (95) 2121.0946
e-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca central da UERR

A474p

MOURA CAVALCANTE, Ronilson.

Densidade do Camarão do Gênero *Macrobrachium* bate, 1868 sobre o desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum* (cuvier, 1818))/Ronilson Moura Cavalcante. Boa Vista: UERR, 2016.

62 p.: il. 30 cm

Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual de Roraima. Orientador: Prof. Dr. Sandro Loris Aquino Pereira

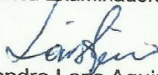
FOLHA DE APROVAÇÃO

RONILSON MOURA CAVALCANTE

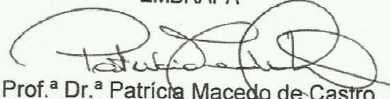
Dissertação apresentada ao
Mestrado Acadêmico em
Agroecologia da Universidade
Estadual de Roraima, como parte
dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Agroecologia.

Aprovado em:

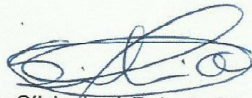
Banca Examinadora



Prof. Dr. Sandro Luis Aquino Pereira
Orientador
EMBRAPA



Prof.ª Dr.ª Patrícia Macedo de Castro
Membro Titular
UERR



Prof. Dr. Silvio José Reis da Silva
Membro Titular
UERR



Prof. Dr. Luís Gabriel Alves Cirne
Membro Titular
UFRR

Prof. Dr. Moisés Quadros
Membro Suplente
EMBRAPA

Boa Vista – RR

2016

RESUMO GERAL

Este trabalho teve como objetivo verificar a influência da densidade do camarão de água doce sobre o desempenho do tabaqui em condições de laboratório. A coleta para a pesquisa foi realizada em uma piscicultura no município do Cantá (RR). No laboratório foram utilizados como unidades experimentais 18 caixas com volume de 40 litros que possuíam área de superfície equivalente a 0,75 m² de lâmina d'água, onde foram aclimatados os peixes e camarões e posteriormente, iniciado o experimento com duração prevista de 30 dias. Dos camarões amostrados foram identificadas as espécies *Macrobrachium amazonicum* e *M. jelski*; e um morfotipo *Macrobrachium* sp1. Nenhuma das variáveis dos índices de desempenho apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Embora os camarões tenham morrido até o 20º dia do experimento, o policultivo teve efeito positivo sobre o desempenho dos tabaquis.

Palavras chaves: aquicultura, policultivo, tabaqui, camarão canela.

GENERAL ABSTRACT

This study aimed to verify the influence of the density of freshwater shrimp on the performance of tambaqui in laboratory conditions. The collection for the survey was conducted in a fish farm in the county of Cantá (RR). In the laboratory were used as experimental units 18 boxes with volume of 40 liters, which had surface area equivalent to 0.75 square meters of water surface, where they were acclimated fish and shrimp and subsequently started the experiment is planned to last 30 days. Sampled shrimps were identified species *Macrobrachium amazonicum* and *M. Jelski*; and morphotype *Macrobrachium* sp1. None of the variables of performance indicators showed significant differences ($p < 0.05$) between treatments. Although the shrimp have died until the 20th day of the experiment, the polyculture had a positive effect on the performance of tambaquis.

Key words: aquaculture, polyculture, tambaqui, cinnamon shrimp.

ÍNDICE DE TABELA

Tabela -1	Periodicidade, horários e variáveis limnológicas que foram acompanhadas durante o experimento.....	33
Tabela -2	Valores críticos das concentrações de amônia e nitrito para peixes e camarões que foram utilizados como controle no manejo durante o experimento.....	34
Tabela -3	Variáveis biométricas iniciais e finais do tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) em policultivo com camarões do gênero <i>Macrobrachium</i> ; e quantidade de ração fornecida durante o período experimental.....	36
Tabela -4	Desempenho do tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) em policultivo com camarões do gênero <i>Macrobrachium</i> , com valores médios de ganho de peso (GB), crescimento em comprimento total (CCT), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (S) e uniformidade do lote em peso (U) submetida a diferentes tratamentos, ao final do período experimental.....	37
Tabela -5	Valores médios e desvio padrão da temperatura, oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), nos dois períodos acompanhados; e amônia, nitrito, alcalinidade e dureza ao longo do período experimental.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura - 1	Mapa do Estado de Roraima, com a localização e planta baixa da Agropecuária Carvalho, no Município do Cantá	26
Figura - 2	Exemplar da armadilha tipo “matapi” de PET e suas dimensões.....	27
Figura - 3	Técnica de coleta de exemplares jovens de camarões com o matapi de PET transparente.....	28
Figura - 4	Unidades experimentais com 18 caixas de 40 litros que possuem uma área de superfície equivalente a 0,75 m ² de lâmina d’água com recirculação d’água.....	30
Figura - 5	Substratos utilizados para diminuir os encontros agonísticos dos camarões e servir de abrigo com tijolos, canos de PVC e um cano de PVC com telas para a saída da água e reter os camarões.....	31
Figura - 6	Biometria e registro dos dados dos camarões e peixes.....	32
Figura - 7	Variação da temperatura da água (°C) a cada dois dias, durante o período do experimento nos tratamentos. M = manhã, T = tarde.....	39
Figura - 8	Variação da temperatura do ar (°C) a cada dois dias, durante o período do experimento nos três tratamentos. M = manhã, T = tarde.....	40
Figura - 9	Variação do oxigênio Dissolvido (mgL ⁻¹) a cada dois dias, durante o período do experimento nos tratamentos. M = manhã, T = tarde.....	41
Figura - 10	Variação do potencial hidrogeniônico (pH) a cada dois dias, durante o período do experimento nos tratamentos. M = manhã, T = tarde.....	42
Figura - 11	Variação da Alcalinidade Total (mg L ⁻¹ de CaCO ₂) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.....	43
Figura - 12	Variação da dureza total (mg L ⁻¹ de CaCO ₂) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.....	43
Figura - 13	Variação da amônia (NH ₃ ⁺ - N) (mgL ⁻¹) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.....	44
Figura - 14	Variação do nitrito (NO ₂ ⁻ - N) (mgL ⁻¹) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	PRESSUPOSTO TEÓRICO.....	14
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	26
3.1	Área da coleta.....	26
3.1.1	Capturas e transporte de exemplares vivos de espécies do gênero <i>Macrobrachium</i> nas pisciculturas.....	26
3.1.2	Preservação das espécies do gênero <i>Macrobrachium</i>	28
3.2	Criação em laboratório.....	29
3.2.1	Acompanhamento durante o experimento.....	31
3.3	Análise dos dados.....	34
4	RESULTADOS.....	36
5	DISCUSSÕES.....	46
6	CONCLUSÕES.....	53
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a “DEUS”, pois, durante mais essa caminhada foi “o meu refúgio e a minha fortaleza”, iluminando o meu caminho e dando segurança aos meus passos.

Ao meu orientador Prof. D.Sc. Sandro, que sempre confiou e sempre guiou-me nas suas explicações e ensinamentos. Ao meu Co-Orientador, Prof. D.Sc. Moisés, pela grande ajuda dos seus conhecimentos para este trabalho.

A Prof^a. D.Sc. Patrícia Macedo de Castro, que sempre esteve junto comigo nessa empreitada, no que tange, os estudos de camarões, sendo os seus conhecimentos e dedicação sobre crustáceos de suma importância para este trabalho e para o desenvolvimento intelectual desse aluno.

Ao senhor Willyam Stern Porto, analista responsável pelo LOAM da EMBRAPA/RR, pela essencial ajuda no desenvolvimento do experimento.

A senhora Maria Aparecida Laurindo dos Santos, que me ensinou a identificar as espécies *M. amazonicum* e *M. jelskii*.

A minha amiga do curso de Mestrado Muara Santana do Nascimento, pela companhia e ajuda nas coletas em campo.

Aos meus pais Sizeca e Clotilde pelo incentivo aos estudos e apoio logísticos.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A piscicultura é uma atividade que vem crescendo no Brasil e sua representatividade está aumentando a cada dia e pode chegar de igualdade com a pecuária e a agricultura no agronegócio. O seu crescimento é devido a sua lucratividade que apresenta bom rendimento, ajustado a um rápido retorno do capital investido. Em Roraima não é diferente, a atividade vem ocupando nichos de mercado existentes, dado que a pesca extrativa do Estado tem pouco potencial pesqueiro. Uma das desvantagens da pesca extrativa é a inconstância na oferta, determinada pela sazonalidade da pesca extrativa; esta irregularidade afeta todo o processo de comercialização. Já a piscicultura, produzindo uniformemente durante todo o ano, vem ao encontro dessa situação, influenciando positivamente tanto na regularização da oferta de pescado, quanto na atenuação da variação de preços ao longo do ano, pois no Estado existem hoje vários viveiros de piscicultura.

Na atividade de piscicultura e carcinicultura, a disponibilidade e qualidade da água são fatores fundamentais. Apesar de aparentemente óbvio, o ambiente aquático é o meio onde os peixes e crustáceos vivem e desenvolvem-se, e estão em constante contato com a água, utilizando-a para a obtenção de oxigênio e liberação de gás carbônico, além de resíduos nitrogenados e outras substâncias de excreção. Os peixes ou camarões necessitam da água em condições específicas para que possam se reproduzir, alimentar e crescer, o que nos remete a importância do acompanhamento do manejo produtivo e da qualidade da água durante todo o processo produtivo.

Em alguns viveiros de piscicultura de tambaquis nos municípios de Alto alegre, Cantá e Mucajaí, os piscicultores receiam que as suas produções tenham algum tipo de diminuição de produtividade devido à presença invasora do camarão de água doce regional com os tambaquis, apesar de nenhum deles ter amargado algum prejuízo econômico devido a isto. Os

camarões estão convivendo com os tambaquis em um sistema de policultivo informal e a ração que alimenta o tambaqui é a mesma que alimenta os camarões, havendo apenas controle sobre a produção e despesca do tambaqui e nenhum controle sobre os camarões ou sua produção.

Em Roraima há espécies de camarões que poderiam ser cultivadas em escala comercial, pela sua rusticidade e adaptação nos viveiros de tambaquis, como o *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (camarão fantasma) e o *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (camarão da Amazônia ou camarão cascudo). Porém, pouco se conhece sobre as espécies que ocorrem no Estado e aquelas que apresentam potencial comercial para serem utilizadas em criações.

Recentemente verificou-se a presença de espécies de camarão *Macrobrachium jelskii* em viveiros com tambaquis no município de Alto Alegre (RR); sendo constatado a viabilidade do policultivo de *M. jelskii* com o tambaqui, em viveiro com grande volume de renovação de água.

Nas coletas efetuadas no ano de 2014, nos viveiros de tambaquis realizadas pelo projeto desenvolvido pela Embrapa Roraima de Caracterização econômica, ambiental e zootécnica da criação de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) e matrixã *Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1829 em viveiros/viveiros-barragens em Mucajaí (RR) (PISCIMUCA) foram encontrados camarões do gênero *Macrobrachium* das espécies *M. jelskii* e *M. amazonicum*.

Com as frequentes ocorrências de camarões *M. jelskii* e *M. amazonicum* em viveiros de tambaquis, tanto os piscicultores como os pesquisadores perceberam a necessidade de levantar informações sobre a produção desses crustáceos nesses viveiros. Pois os camarões entram nos viveiros de forma clandestina e se mantêm neles por várias despescas. Portanto, esses fatos nos levaram a trabalhar com o gênero de camarão *Macrobrachium*, pois sua

ocorrência é frequente nos viveiros de tambaqui, chegando a ser desenvolvido um policultivo informal nas pisciculturas de Alto Alegre, Cantá e nas propriedades visitadas pelo PISCIMUCA. Esses fatos nos levaram a seguinte pergunta, a densidade do camarão do gênero *Macrobrachium* influencia o desempenho do tambaqui?

A possibilidade de existir alguma influência positiva da densidade do camarão sobre a produção do tambaqui pode proporcionar aos piscicultores maximizar a sua produção em cada viveiro devido à criação de duas espécies em um único local aproveitando nichos diferentes. Este policultivo pode diminuir a eutrofização da água devido ao aproveitamento das sobras de ração para o tambaqui pelos camarões. Esta alternativa ainda, atende aos princípios da Agroecologia, que de maneira ampla, não só visa maximizar a produção, mas também otimizar o agroecossistema e utilizar espécies nativas.

Assim elaboramos a hipótese nula de que existe influência da densidade do camarão sobre o desempenho do tambaqui durante a recria (H_0). Nesse sentido o presente trabalho teve como objetivo geral verificar se existe influência da densidade do camarão sobre o desempenho do tambaqui, tendo como objetivos específicos:

1. Avaliar o desempenho do tambaqui durante a recria e de espécies de camarão do gênero *Macrobrachium*;
2. Acompanhar as variáveis físicas e químicas da água durante a recria do tambaqui com espécies de camarão do gênero *Macrobrachium*;
3. Verificar a densidade de camarão do gênero *Macrobrachium* que proporcione o melhor desempenho para o tambaqui durante a recria.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

A aquicultura é conceituada como o processo de produção em cativeiro de organismos com habitat predominantemente aquático, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja, ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos (RANA, 1997). A aquicultura moderna está embasada em três pilares: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social (VALENTI, 2002).

Também podemos afirmar que a aquicultura tem a finalidade de geração de biomassa com produção de organismos que necessitam do ambiente aquático para o desenvolvimento de parte ou da totalidade do seu ciclo vital (BORGHETTI & OSTRENSKY, 1999). O Brasil apresenta um dos maiores potenciais para a aquicultura, pois possui recursos hídricos abundantes e grande extensão territorial. Três quartos de sua área encontram-se na zona tropical, onde recebe energia solar abundante durante o ano todo (CASTAGNOLLI, 1992).

Segundo VALENTI (2002), a aquicultura sustentável pode ser definida como a produção lucrativa de organismos aquáticos, mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais. Deve ser produtiva e lucrativa, mesmo incluindo as externalidades nos custos de produção. Deve usar racionalmente os recursos naturais sem degradar os ecossistemas nos quais se inserem. Deve gerar empregos e/ou auto-empregos para a comunidade local, elevando sua qualidade de vida e deve respeitar sua cultura.

A piscicultura é um ramo da aquicultura e visa a criação racional de peixes, com controle sobre o crescimento, a reprodução e alimentação destes animais (GALLI e TORLONI, 1985); e que vem crescendo e se destacando no Brasil e em toda região Norte, inclusive Roraima. A piscicultura está crescendo no Brasil porque a lucratividade que pode

apresentar é muito boa, proporcionando rápido retorno do capital investido pelo produtor rural (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

A piscicultura tem se destacado por apresentar uma ampla e complexa relação econômica com as demais atividades, devido o grande número de agentes que compõem as cadeias produtivas. A falta de informações e o mau gerenciamento nas despesas e receitas podem comprometer a viabilidade do empreendimento (MARTINS et al. 2001).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais cultivada em monocultivo na piscicultura do Brasil com produção de 54.313,1 toneladas em 2010 e crescimento de 39% de 2008 a 2010 (BRASIL, 2012). Sua produção é realizada principalmente em viveiros escavados no sistema semi-intensivo. Esta espécie é nativa da bacia Amazônica e Orinoco, apresenta hábito alimentar onívoro (GOULDING e CARVALHO, 1982), alimentando-se de zooplâncton, sementes e frutos (CARVALHO, 1981). Sua criação tem sido impulsionada principalmente pelo fato desta espécie apresentar alto valor comercial, excelente aceitação pelo consumidor (GARCEZ, 2009).

Devido o destaque nacional que esta espécie vem obtendo nos últimos anos, o tambaqui tem despertado o interesse de diversos setores no Brasil, seja da iniciativa privada ou governamental (RESENDE, 2009). Segundo os dados apurados pelo IBGE oriundos da Pesquisa da Pecuária Municipal de 2014, a produção da aquicultura em 2013 para o estado de Roraima foi de 16.134 toneladas, com isto, Roraima passa a ocupar o segundo lugar no ranking de produção de peixes na região Norte, ficando atrás de Rondônia (25.141 t), tendo o tambaqui como a espécie mais produzida (IBGE, 2013).

A carcinicultura, outro ramo da aquicultura, pode ser realizada tanto em água salgada quanto em água doce. A carcinicultura de água doce tem sido reconhecida como uma forma de produção de crustáceos com baixo impacto ambiental (NEW, 2000). Além disso, este é um dos setores da agropecuária que mais cresce no mundo (SANTOS & VALENTI, 2002).

A criação de camarões de água doce, a partir de pós-larvas produzidas em laboratórios, é uma atividade que surgiu recentemente. A produção mundial de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* é um dos setores da aquicultura que mais cresceu nas últimas décadas (VALENTI, 1998).

No Brasil, a espécie de água doce mais cultivada é o *M. rosenbergii*, introduzida há cerca de 30 anos e cujo cultivo não foge das críticas habituais devido às possibilidades de liberação acidental na natureza (VALENTI, 2004). As espécies exóticas, por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de predadores e degradação dos ambientes naturais dominam os nichos ocupados pelas espécies nativas, notadamente em ambientes frágeis e degradados. Esse perigo não decorre apenas do fato dessa espécie ser competidora, mas também do potencial de qualquer espécie exótica de trazer microfauna e microflora associada, cuja disseminação pela água pode ser inevitável.

Nesse contexto, espécies exóticas como o camarão gigante da Malásia (*M. rosenbergii*) estão atualmente vivendo nos rios de grande parte do Estado do Pará, importados para a Amazônia como promessa de aumento considerável na produção para os investidores (IKETANI, 2012). O camarão gigante da Malásia atualmente pode ser encontrado em alguns rios da Amazônia, podendo causar impacto ambiental nos rios desta região do Brasil. *M. rosenbergii* invadiu o ambiente natural e como qualquer espécie exótica, o sucesso de sua introdução pode estar relacionada a três fatores: habitat, variabilidade genética e capacidade reprodutiva. As populações de *M. rosenbergii* estão estabelecidas e podem persistir ao longo do tempo e eventualmente causar impactos às espécies nativas (IKETANI, 2012).

A comprovação dessa invasão do *M. rosenbergii* na Amazônia foi registrada por Iketani (2012), nas coletas mensais realizadas durante 24 meses nos rios Patal e Urumajó (município de Augusto Côrrea – PA), onde foram avaliados a abundância (tanto do sexo,

quanto dos morfotipos para os machos), comprimentos, fecundidade e desenvolvimento gonadal das fêmeas; evidenciando o crescimento populacional do *M. rosenbergii* na região.

Para evitar o comprovado por Iketani (2012), da abundância de camarão *M. rosenbergii* encontrados nas coletas realizadas na Amazônia, a utilização de espécies nativas de camarão de água doce vem sendo estimulada e utilizada por vários pesquisadores. Nesse contexto ao utilizar espécies exótica de grande perigo no Brasil, surge uma alternativa, que são as espécies nativas, com perspectivas comerciais como o caso do *M. amazonicum* que no Brasil devem ser incentivadas (VALENTI, 2004).

Entre os camarões nativos, o *M. amazonicum* merece destaque; e é conhecida como camarão regional no estado do Pará (MORAES-RIODADES et al. 1999), camarão canela e camarão sossego em outras regiões do Brasil (VALENTI, 1985). Apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde a Venezuela até o Estado do Paraná. Habita as bacias Amazônica, do Orenoco, do São Francisco, do Paraná, rios do Nordeste e do Centro-Oeste (HOLTHUIS, 1952; BIALETZKI et al. 1997). Supõe-se que tenha sido introduzido em algumas dessas regiões, mas está totalmente adaptado (GURGEL & MATOS, 1984; MAGALHÃES, 1999). A espécie *M. amazonicum* vem sendo largamente explorada pela pesca artesanal na região Norte e Nordeste (GURGEL & MATOS, 1984) e também nos Estados do Pará, Amazonas e Amapá (ODINETZ-COLLART, 1987; ODINETZ-COLLART & MOREIRA, 1993).

Porém outras espécies, como *M. jelskii*, apresentam importância regional sendo utilizado como isca para pescaria e fonte de alimento para a população ribeirinha, bem como parte importante na cadeia alimentar de ambientes limnóticos (CIRILO et al. 2011).

Atualmente há domínio da tecnologia de cultivo do *M. amazonicum*, o mesmo pode ser cultivado em densidades elevadas (até 80 ind/m²), em sistema semi-intensivo, com alta produtividade sem comprometer as variáveis limnológicas de interesse para carcinicultura

(MORAES-RIODADES, 2005), verificam-se ainda que alguns testes de larvicultura e engorda dessa espécie foram realizados no Estado do Pará em 1996 (MORAES-RIODADES et al. 1999), mas não tiveram continuidade devido à falta de tecnologia adequada na época.

O *M. amazonicum* apresenta grande potencial para a aquicultura. Embora seja um camarão pequeno, que pode alcançar até 16 cm e 30 g (VALENTI, 2005), sua carne apresenta textura mais firme e sabor mais acentuado em relação à carne de *M. rosenbergii* e, por isso, é mais bem aceita nos mercados consumidores (MORAES-RIODADES et al. 1999). É amplamente consumido pelas populações de baixa, média e alta renda na região Amazônica (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2001) e população rural da região Nordeste (GURGEL & MATOS, 1984). Ocorre em quase todo o território nacional e, portanto, seu cultivo na maior parte do país, não oferece riscos de introdução de espécies exóticas na natureza por escape de viveiros de aquicultura, porém, devem ter cuidados com algumas implicações no manejo, por causas de seus morfotipos (MORAES-RIODADES & VALENTI, 1999).

Macrobrachium jelskii é uma espécie de água doce, frequentemente encontrada em águas pretas, com vegetação marginal e substrato lodoso ou em águas transparentes, com gramíneas e substrato de pedras e areia, alimenta-se de larvas de insetos, algas e grãos do sedimento (MELO, 2003). Paiva e Barreto (1960) ressaltam que esta espécie vive em águas ribeirinhas e lânticas. Segundo Montoya (2003), esta espécie é encontrada comumente em associação com raízes de plantas aquáticas, que são utilizadas como recursos nutricionais e proteção para fêmeas ovígeras e para indivíduos de diferentes estágios de desenvolvimento, incluindo larvas. Possui algumas peculiaridades como seu hábito alimentar noturno e em áreas de vegetação, devido a recursos abundantes (WILLINER & COLLINS, 2002) e a capacidade de suportar condições de quase ausência de oxigênio dissolvido no meio em que se encontra (BASTOS & PAIVA, 1959).

Em Roraima, existem outras espécies do gênero *Macrobrachium*, como registradas no estudo de Castro & Silva (2013) que registraram a ocorrência de espécies da família Palaemonidae, sendo elas: *Macrobrachium brasiliense* (Heller, 1862); *Macrobrachium inpa* (Kenley e Walker, 1982); *Macrobrachium nattereri* (Heller, 1862); e três morfotipos de *Macrobrachium*.

Os camarões do gênero *Macrobrachium* adaptam-se muito bem aos cultivos extensivo e semi-intensivo, cuja produtividade atinge, respectivamente, 500 e 5.000 kg/ha/ano (MORAES-RIODADES, 2005). Devido ao comportamento territorial e agressivo, as espécies do gênero *Macrobrachium* não toleram altas densidades de estocagem (NEW, 2000; WICKINS & LEE, 2002). Para o *M. amazonicum* a densidade de estocagem varia de tamanhos que vão de jovens, fêmeas, adultos e pós-larvas entre 10 a 20 indivíduos/m² na suas fases de vidas (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2002).

A criação de camarão de água doce envolve duas fases distintas: a larvicultura e o crescimento final (engorda). A larvicultura caracteriza-se por ser um sistema intensivo, no qual as larvas desenvolvem-se até a metamorfose em pós-larvas (PLs) (PAVANELLI, 2010). 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 a sua comercialização (VETORELLI, 2004). A fecundidade do *M. amazonicum* pode variar de 500 a 7.000 ovos (LIMA, et. al. 2013). O tempo do desenvolvimento embrionário da espécie *M. amazonicum* ou período de incubação, dura de 12-15 dias a 30°C e 19-24 dias 24°C (GUEST, 1979).

Para a região norte, *M. amazonicum* pode ser classificado como uma espécie que possibilita alta produtividade. Com isso verifica-se que em região tropical, pode-se realizar 2,2 ciclos de cultivo (5,5 meses) por ano com povoamento direto com pós-larvas, obtendo-se produtividade de 1.100 a 4.500 kg/ha/ano (MORAES-RIODADES, 2005).

Estudos realizados em populações naturais de *M. amazonicum* têm mostrado a existência de grande variabilidade de tamanho dos animais (ODINETZ-COLLART & MOREIRA, 1993). Segundo MORAES-RIODADES & VALENTI (2002) demonstraram que esta pode ser causada por crescimento heterogêneo, devido principalmente a existência de quatro grupos de machos: “Garra Translúcida”(T C), “Garra Canela (C C), “Garra Verde 1”(GC1) e “Garra Verde 2” (GC2). A existência desses morfotipos têm implicações para a aquicultura, pois, o manejo dos viveiros de engorda deve levar em conta o crescimento heterogêneo dos machos para maximizar a produção (MORAES-RIODADES, op. cit). Portanto, para o desenvolvimento de tecnologia de engorda de *M. amazonicum*, é fundamental saber como se desenvolve a estrutura populacional em viveiros de cultivo e como esta pode ser manejada de modo a aumentar a produção (MORAES-RIODADES, 2005).

Já o policultivo realizado de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e camarão canela (*M. amazonicum*) em diferentes densidades de estocagem, foi favorável, pois a sobrevivência do camarão independe da variação da densidade de estocagem de tambaqui. Mas o policultivo não foi viável, assim mesmo, por apresentar baixo índice de sobrevivência ao camarão pesquisado (JÚNIOR, 2010).

Nas experiências com o policultivo de camarão com outros peixes: como é o caso do trabalho da verificação da densidade de estocagem do camarão de água doce *M. amazonicum* com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) que foram de 2,6 peixes/m² com peso inicial médio de 5,58 ± 0,10 g e comprimento inicial médio de 5,56 cm, com densidade de camarões de 13 camarões/m² com comprimento inicial médio de 1,04 cm. Concluiu-se que o resultado do policultivo não influenciou no desempenho da tilápia do Nilo, podendo o camarão ser cultivado no sistema de policultivo com essa espécie (SOUZA et. al. 2009). No trabalho de pesquisa do policultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) e camarões-da-amazônia (*M. amazonicum*), verificou-se que não houve diferença significativa, em relação à produção;

porém, apresentou valores de produtividade superiores a monocultivos de tilápia. Ainda foi verificado que o uso de substratos pode propiciar um novo ambiente para o camarão otimizando sua produção (ANDRION, 2014).

CAVALCANTE e CASTRO (2014) observaram que a espécie de camarão de água doce, *M. jelskii*, está altamente adaptadas ao viveiro de engorda de tambaqui e conseguem fechar seu ciclo de reprodução, pois foram constatados em todas as coletas realizadas nos viveiros camarões de todas as classes de tamanho desde a pós-larva, adultos e fêmeas ovígeras.

Nesse sentido verifica-se que um dos pontos positivos na criação do *M. jelskii*, com o tambaqui, foi à redução das sobras de ração no viveiro, em que os camarões alimentavam-se das mesmas. Outro ponto positivo poderá ser a diminuição do impacto da predação por peixes como traíras, tilápias e peixes cachorros que passaram também a preda os camarões, pois foram capturadas algumas dessas espécies na abertura do seu conteúdo estomacal e encontraram-se vestígios de camarão (CAVALCANTE e CASTRO, 2014).

O policultivo vem de encontro aos preceitos da aqüicultura sustentável, pois visa reduzir os impactos ambientais por meio do melhor aproveitamento do alimento fornecido aos organismos cultivados, gerando menores aportes de matéria orgânica e nutrientes aos ambientes aquáticos naturais, além de almejar um aumento dos rendimentos dos produtores por meio da comercialização de duas ou mais espécies cultivadas (JÚNIOR, 2010).

Aquicultores estão buscando caminhos para reduzir o volume e melhorar a qualidade dos efluentes. Com isso o policultivo também pode ser uma alternativa para aumentar a produção de peixes e diminuir o impacto ambiental, como exemplos podem ser citados os sistemas de criação de carpa com camarões e carpa com tilápia (MISHRA e RATH, 1999). Contudo, a maior dificuldade do policultivo de peixes e crustáceos entre os piscicultores é a

necessidade de uma perfeita sincronização no ciclo de produção das duas espécies e a assimilação das alterações no manejo (SANTOS, 2001).

SANTOS (2001), afirma que a utilização dos viveiros é limitada no monocultivo de tilápias ou de camarões. Enquanto estes peixes ocupam a coluna d'água explorando pouco o fundo, os camarões ocupam apenas o extrato bentônico dos viveiros, região perto do fundo d'água. Portanto, parte significativa das instalações de produção permanece ociosa em ambos os cultivos.

Para os produtores de peixes, a inclusão de camarões em baixa densidade produz considerável receita adicional, devido ao alto valor de mercado dos crustáceos (ZIMMERMANN, 1991). Já a duração do cultivo está correlacionada com a densidade de povoamento, portanto quanto menor a densidade maior a taxa de crescimento, o peso e a sobrevivência (COELHO et al., 1982).

Na aquicultura a água é essencial para existência das espécies. E para o sucesso dessa atividade produtiva o controle da qualidade da água é primordial para a manutenção das condições adequadas. A história tem mostrado diversos casos de perdas econômicas relacionados ao descuido de produtores com relação à qualidade da água. Isso ocorre quando existe descuido no manejo da qualidade da água (RODRIGUES, 2013).

Além da água, os viveiros de piscicultura precisam funcionar como um ecossistema artificial onde fatores alóctones (externos), como entradas de alimentos e fertilizantes são tão essenciais quanto os autóctones (internos) que desempenham importante papel no ecossistema onde as condições abióticas e bióticas podem ser parcialmente manipuladas (PAYNE, 1986).

Para se ter condições abióticas e bióticas ideais deve ser controlados os principais parâmetros de qualidade da água medidos em pisciculturas sendo: a turbidez, transparência, temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, nitrogênio, amônia e potencial

hidrogeniônico (pH). A turbidez deve ser entendida como o grau de atenuação na intensidade que um feixe de luz sofre quando atravessa a água, devido à presença de sólidos em suspensão, matéria orgânica, algas e organismo microscópicos (RODRIGUES, 2013).

Através da condução, a radiação incidente na água é transformada em energia calorífica e nela se propaga, de molécula a molécula. Este processo de absorção de energia térmica é mais intenso quando mais se aproxima da superfície da água, principalmente até um metro de profundidade (MOREIRA et al. 2001).

Na temperatura existe uma faixa de conforto térmico adequada para os peixes, a qual varia dependendo das espécies e do estágio de desenvolvimento em que se encontra. Temperaturas acima ou abaixo dessa faixa inibem o apetite e crescimento dos peixes, além de favorecer a incidência de doenças. Para as espécies de clima tropical, a faixa favorável à prática da piscicultura varia de 26 a 30°. A temperatura influencia outros fatores como alguns parâmetros de qualidade da água, desenvolvimento de micro-organismos, disponibilidades de nutrientes e toxicidade (LIMA et al, 2013 e RODRIGUES, 2013).

Elemento vital para sobrevivência de diversas formas de vida, o oxigênio pode ser fator limitante na produtividade dos sistemas de cultivo de peixes, deste modo altos níveis de oxigênio dissolvido são favoráveis à piscicultura, sendo que concentrações abaixo de 4,0 mg/L-1 geralmente causa estresse aos peixes, reduzindo o consumo de alimento e resistência a doenças (MASSER et al. 1993).

Em relação ao pH, valores entre 6,5 e 8,5 são adequados para criação de peixes (KUBITZA, 1999), sendo que em pH mais alcalino ocorre maior transformação do íon amônio (NH₄) em amônia livre e gasosa (NH₃), tóxica aos peixes (PEREIRA & MERCANTE, 2005).

A alcalinidade é a concentração total de bases tituláveis presentes na água, que tem a unidade de medida expressa em equivalentes de carbonato de cálcio (mg de CaCO₃/L). Os

íons bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}) são os principais responsáveis pela alcalinidade nas águas dos viveiros de piscicultura (RODRIGUES, 2013). A capacidade da água de neutralizar ácidos refere-se à concentração total de sais na água, sendo expressa em miligramas por litros, em equivalente de carbono (MOREIRA et al. 2001).

A dureza da água é uma medida que quantifica a concentração de íons metálicos presentes na água, principalmente de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Assim como a alcalinidade, a unidade da dureza é expressa em equivalentes de carbonato de cálcio (mg de CaCO_3/L) (RODRIGUES, 2013).

O nitrogênio se apresenta no meio aquático de diferentes formas: N_2 (não utilizável), como constituintes de compostos orgânicos dissolvidos (purina, aminas, aminoácidos, proteínas etc.), é a forma de compostos particulados (plâncton e detritos), na forma de nitratos e nitritos (NO_3^- e NO_2^- , respectivamente) e na forma de nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) (MOREIRA et al. 2001).

A amônia é o principal produto da excreção dos peixes, gerado após a assimilação das proteínas, que são a principal fonte de nitrogênio contida nas rações comerciais. A amônia é um gás extremamente solúvel na água. A ureia é outro composto excretado em quantidade significativa pelos peixes, porém, quando entra em contato com a água, é hidrolisada produzindo amônia e dióxido de carbono (RODRIGUES, 2013).

Deste modo, o policultivo vem de encontro aos preceitos da aquicultura sustentável, pois visa reduzir os impactos ambientais por meio do melhor aproveitamento do alimento fornecido aos organismos cultivados, gerando menores aportes de matéria orgânica e nutrientes aos ambientes aquáticos naturais, além de almejar um aumento dos rendimentos dos produtores por meio da comercialização de duas ou mais espécies cultivadas. Vale ressaltar, que em alguns casos o policultivo tem como objetivo principal melhorar a qualidade da água (Lutz, 2003), visto que o excesso de nutrientes na coluna d'água do sistema de

criação em monocultivo tende a favorecer o aumento da comunidade fitoplanctônica, alterando a dinâmica do oxigênio dissolvido com consequências ecológicas negativas para a própria atividade de aquicultura (Henry-Silva e Camargo, 2008; Valenti, 2008). Assim sendo, os maiores benefícios do policultivo são a conservação dos mecanismos de regulação que fazem com que o ecossistema aquático não fique desequilibrado, como acontece facilmente nos monocultivos, e a redução da poluição gerada pelo cultivo com a utilização de espécies que aproveitam o resíduo orgânico existente no interior dos viveiros.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Área de coleta

As coletas para a pesquisa foram realizadas em uma piscicultura no município do Cantá - RR (2°28'21,13" N e 60°34'58,52" O), na fazenda “2 irmãos”, participante do projeto Pirarucu da Amazônia - Pesquisa e Transferência de Tecnologias realizado em parceria da Embrapa e Sebrae. Nesta propriedade foram coletadas as espécies de camarão do gênero *Macrobrachium*. Já os alevinos de tambaqui foram adquiridos em uma piscicultura produtora de alevinos em Boa Vista (RR). Os peixes foram transportados para o Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia (LOAM) na Embrapa Roraima para aclimação, em sacos plásticos preenchidos com 50% de água o restante de oxigênio medicinal.

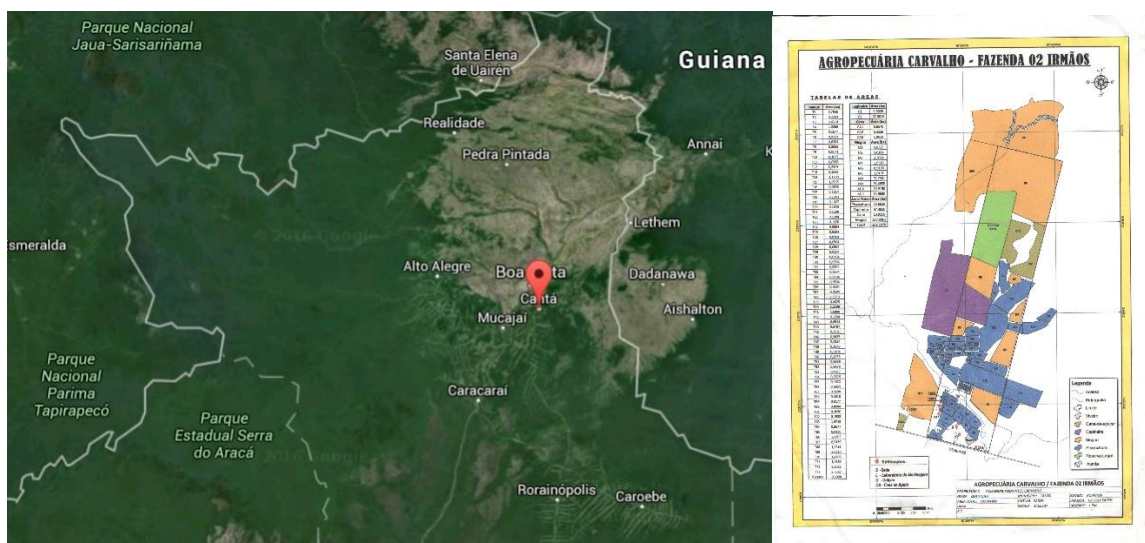


Figura 1 – Mapa do Estado de Roraima, com a localização e planta baixa da fazenda 2 irmãos, no Município do Cantá.

3.1.1 Captura e transporte de exemplares vivos de espécies do gênero *Macrobrachium* nas pisciculturas

As coletas foram realizadas, com puçá, com 1 mm de malha, em setembro de 2015. Também se utilizou armadilha (matapi, cacuri ou covo) para a captura dos exemplares de camarão. O matapi é uma espécie de gaiola com formato cilíndrico, originalmente ele é feito

com tala de jupati (*Raphia vinifer*), sendo que na pesquisa foi utilizado o matapi de garrafa PET, como alternativa de uso para um problema ambiental, devido retirar da natureza as garrafas PET que foram reaproveitadas para construir as armadilhas, sendo ainda mais fácil de confeccionar, tornando acessível aos pequenos produtores (CAMARGO et al., 2009).

O corpo do matapi PET possui cerca de 32 cm de comprimento por 10 cm de diâmetro, sua abertura nas entradas laterais são de 2 cm, feito com garrafas PET (de politereftalato). As laterais do matapi são formadas por uma espécie de funil, que facilita a entrada do camarão, mas impede a saída dos animais maiores. Há também uma pequena janela onde é colocada a isca (ração, peixe e miúdos bovinos, etc.) visando atrair, principalmente os indivíduos maiores da população, sendo realizada com esta técnica uma despesca seletiva, pois captura os indivíduos maiores, deixando os menores escaparem pelas saídas do matapi (Figura 02).

Os procedimentos para a coleta foram: primeiro colocou-se ração para tambaqui dentro do matapi, em seguida amarrou-se uma corda ou uma linha de pesca no matapi, e colocou-se o mesmo na água na distância em torno de 1 a 2 m da margem. Estes permaneceram por aproximadamente uma hora (1h) na água. Durante este período, realizou-se a coleta ativa com o puçá tipo pelicano, em todo o perímetro dos viveiros para captura de exemplares mais jovens (Figura 02).



Figura 2 - Exemplar da armadilha tipo “matapi” de PET e suas dimensões.



Figura 3 - Técnica de coleta de exemplares jovens de camarões com o matapi de PET transparente.

Todos os camarões capturados foram colocados em uma caixa plástica com uma tela do tipo sombrite, para separar os camarões de outros animais e detritos vindos da água para não prejudicarem a qualidade da água durante o transporte. Depois da coleta com o puçá e de ter encerrado o tempo de 1h, os matapis foram recolhidos da água. Recolheu-se os matapis bem devagar um por um, retirando os camarões pela janela que fica do lado do matapi, que está amarrado com uma linha de pesca. Todos os camarões foram acondicionados vivos em uma caixa de 40 l, para o transporte, após triagem com tela sombrite, como descrito anteriormente. Todos os dados referentes à coleta foram anotados para posterior análise. No LOAM, os camarões vivos foram acondicionados em uma caixa plástica, com sistema de recirculação e oxigenação da água, para a aclimação. Em seguida todos os materiais e apetrechos utilizados na coleta foram limpos com água sanitária e sabão.

3.1.2 Preservação e identificação do gênero *Macrobrachium*

Todos os exemplares do experimento piloto foram separados para identificação, foram acondicionados em frascos de vidro/plásticos, quantificados, etiquetados e fixados em álcool a 70%.

Dos exemplares coletados para comporem o experimento piloto foram amostrados dez (10) indivíduos para identificação prévia. Os trabalhos de identificação das espécies do gênero *Macrobrachium*, foram desenvolvidos com o auxílio de um estereomicroscópio no Laboratório de Organismos Aquáticos da Amazônia - (LOAM) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/RR) e no Laboratório da Universidade Estadual de Roraima – UERR. Neste último, foi confirmada a identificação dos camarões por um especialista do grupo. A identificação baseou-se nos estudos de Melo (2003) e Pimentel (2003).

Em seguida, os camarões utilizados no experimento foram, através de amostras, identificados no LOAM. No início do experimento foi realizada uma amostragem de dois (02) camarões vivos de cada tratamento, para realizar sua identificação. Os animais foram colocados em água, proveniente das caixas do experimento, dentro de uma placa de Petri e realizada sua identificação com auxílio de uma lupa estereomicroscópica e, em seguida, devolvidos aos seus devidos tratamentos. De alguns camarões amostrados não foi possível fazer a sua identificação devido ao comprometimento de alguma parte do seu corpo, como rosto e telso, que estavam impossibilitados de serem utilizados para tal fim, assim, estes exemplares receberam a denominação de morfotipo *M. sp1*.

3.2. Criação em laboratório

Foi utilizada como referência a densidade de estocagem de alevinos de tambaqui de 15 peixes/m² sugerida por Martins (2010), que avaliou as respostas secundárias ao estresse de alevinos de tambaqui submetidos a diferentes densidades de estocagem durante a recria em viveiros escavados. Já para o camarão foi utilizada a densidade de estocagem de referência de jovens, fêmeas e machos de 13 camarões/m² segundo Souza et al. (2009), que avaliaram a influência do camarão de água doce *M. amazonicum* no desempenho da tilápia do Nilo na fase inicial.

E para isto foram utilizados como unidades experimentais 18 caixas de 40 litros que possuem uma área de superfície equivalente a 0,75 m² de lâmina d'água (Figura 04), com recirculação. Fazendo uma relação de proporção por unidade de área a partir dos trabalhos de Martins (2010), da densidade de recria de tambaqui e Souza et al. (2009), foram utilizadas as seguintes densidades de estocagem: de 10 tambaquís e 7 camarões por 0,75 m² de lâmina d'água, como referência da densidade ideal para cada uma das espécies. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com três tratamentos e seis repetições: T1 (10 peixes / 00 camarões); T2 (10 peixes / 07 camarões); T3(10 peixes / 20 camarões).



Figura 4 - Unidades experimentais com 18 caixas de 40 litros que possuem uma área de superfície equivalente a 0,75 m² de lâmina d'água com recirculação d'água.

Neste experimento foram utilizados exemplares de camarões com o comprimento total variando de 2 a 4 cm, medidos da margem pós-orbital até a extremidade distal do telson; e do rostro até o telson. Dos tambaquís foi medido o comprimento total variando de 2 a 4 cm, medido do focinho até o final da nadadeira caudal. Para diminuir os encontros agonísticos dos camarões e servir de abrigo para os mesmos foram utilizados como substrato em cada caixa 02 tijolos de seis furos com comprimento de 7,7 cm e largura de 3,3 cm e 03 pedaços de canos

de policloreto de polivinila (PVC) de 16 cm de comprimento e 40 cm de espessura e um pedaço de cano com furos para sair a água da caixa refazendo a recirculação da água, onde no referido cano possuía uma tela que impedia a saída dos camarões (Figura 05). Já para aclimatação dos peixes e camarões foram utilizadas caixas plásticas de 40 litros, onde estes foram mantidos por um período de no máximo cinco dias e monitorados os seguintes parâmetros: pH (variando de 6,0 a 7,0); temperatura média (30 °C) e oxigênio dissolvido (6,5 mg/l) (OLIVEIRA, 2010).



Figura 5 - Substratos utilizados para diminuir os encontros agonísticos dos camarões e servir de abrigo com tijolos, canos de PVC e um cano de PVC com telas para a saída da água e reter os camarões.

3.2.1 Acompanhamento durante o experimento

As biometrias foram realizadas no início e no término do experimento para os tambaquis, já para os camarões foi realizada a biometria somente no início do experimento, devido à morte destes antes do final do experimento. Os camarões foram medidos da margem pós-orbital até a extremidade distal do telson e do rostro até a ponta do telson; com auxílio de um paquímetro, no primeiro momento da coleta; e depois utilizou-se a régua, devido os camarões serem medidos ainda vivos. Dos peixes foi tomado o comprimento total, medido do focinho até o final da nadadeira caudal e pesados em uma balança semi-analítica, com precisão de 0,01g (Figura 06).

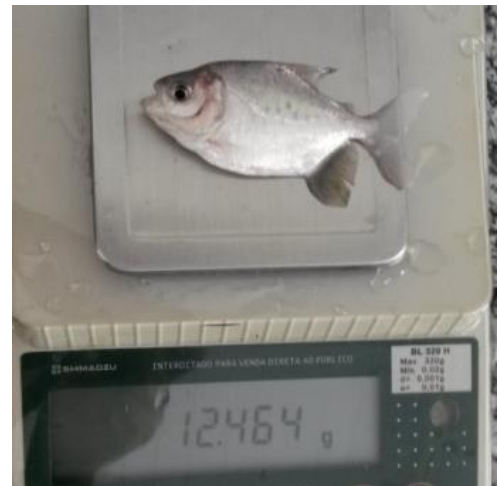


Figura 6 - Biometria e registro dos dados dos camarões e peixes.

O experimento teve duração de trinta dias e os animais foram arraçados com ração comercial extrusada para alevinos de tambaqui, com 40% de proteína bruta, moída, pesada (200g inicial de ração para cada tratamento) e fornecida “*ad libitum*” aos animais com frequência alimentar de 3 vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00), conforme Andrion (2014).

A ração depois de pesada foi colocada em potes plásticos devidamente etiquetados; e quando esta acabava era pesada mais 200 g e colocado nos potes, ao término do experimento

foram pesados os potes com as sobras das rações e a quantidade diminuída do total pesado, para se estimar a quantidade de ração fornecida (QRF) durante o experimento.

O acompanhamento das variáveis limnológicas foi realizado com auxílio de equipamentos digitais (oxímetro e peagâmetro), kit colorimétrico e/ou análises de laboratório. As variáveis limnológicas, sua periodicidade e horários de acompanhamento estão dispostos na Tabela 01.

Tabela 01 - Periodicidade, horários e variáveis limnológicas que foram acompanhadas durante o experimento.

Periodicidade	Horários	Variáveis limnológicas
A cada 2 dias	8:00 e 16:00	Temperatura (°C)
A cada 2 dias	8:00 e 16:00	Oxigênio dissolvido (mg/l)
A cada 2 dias	8:00 e 16:00	Potencial Hidrogeniônico
Início, meio e final do experimento	8:00 e 16:00	Alcalinidade Total (mg de CaCO ₂ /l)
		Dureza Total (mg de CaCO ₂ /l)
	08:00 e 16:00	Amônia e Nitrito (mg /l)

Atenção especial foi dada as concentrações de amônia e nitrito, pois estes parâmetros são tóxicos tanto para os peixes como para os camarões (Tabela 02). Para o monitoramento de amônia verificou-se de acordo com VALENTI (1998b), que para os camarões os níveis de amônia e nitrito não devem ultrapassar 0,5 mg/L e 0,25 mg/L, respectivamente, para não prejudicar o desenvolvimento larval. Segundo a resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, para a tabela 1 da classe 1, o valor limite de nitrogênio amoniacal total varia de 0,5 a 3,7 mg/L (CONAMA, 2005). De acordo com KUBITZA (1999), valores de amônia não ionizada acima de 0,20 mg/L já são suficientes para induzir toxicidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes a doenças. Ainda, KUBITZA (1999),

comenta que um bom crescimento de peixes pode ser obtido quando a água das unidades de produção apresentar, dentre outras, as seguintes características: a) oxigênio dissolvido superior a 5 mg/L; b) gás carbônico abaixo de 10 mg/L; c) concentração de amônia não ionizada inferior a 0,05 mg/L; d) pH entre 6,5 e 8,5 e variação diária inferior a 2. Peixes de águas tropicais geralmente vivem bem com temperaturas entre 20 – 28°C.

Tabela 02 -Valores críticos das concentrações de amônia e nitrito para peixes e camarões que foram utilizados como controle no manejo durante o experimento.

Autor (ano)	Amônia (NH₃⁺- N) (mg/l)	Nitrito (NO₂⁻-N) (mg/l)	Organismos
Lima et. al. (2013)	0,10	0,03	Peixes
Moraes-Valenti et. al. (2010)	0,05	0,03	Camarões

3.3. Análise dos dados

Com o término do experimento os peixes foram retirados das caixas e contados para determinação da sobrevivência. O que não ocorreu com os camarões, pois em aproximadamente vinte dias todos morreram. De todos os parâmetros foram calculados a média e o desvio padrão. E para avaliar a possibilidade de influência da densidade do camarão sobre o desempenho do tambaqui durante a recria foram calculados, a partir dos dados de biometria e sobrevivência, os índices zootécnicos de acordo com (COUTO et al., 2014):

Taxa de sobrevivência (%) = (quantidade final /quantidade inicial) x 100.

Ganho de biomassa – GB (g) = biomassa média final – biomassa média inicial.

Crescimento em comprimento total – CCT (cm) = comprimento total médio final – comprimento total médio inicial).

Conversão Alimentar Aparente (CAA) = quantidade de ração fornecida/ganho de biomassa (GB) (COUTO et al., 2014).

Taxa de crescimento específico – TCE (%/dia) = $100 * ((\ln \text{ peso total final} - \ln \text{ peso total inicial}) / \text{Tempo de duração do experimento em dias})$ (HEPHER, 1988)

Além dos índices zootécnicos citados anteriormente, foi utilizada a Uniformidade (U) para avaliar a uniformidade dos lotes de peixes foi feita uma adaptação da equação proposta por Furuya et, al. (1998), para determinar a uniformidade em peso de peixes. E a equação utilizada foi $U (\%) = (N_{\pm 20}) / N_t * 100$; onde: N_t = número total de peixes em cada unidade experimental e $N_{\pm 20}$ = número de peixes com peso total $\pm 20\%$ em torno da média da unidade experimental.

A normalidade e homocedasticidade dos dados foram verificadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente. Sendo atendidas essas premissas, as médias foram submetidas ao teste de análise de variância. Quando a diferença for significativa entre as médias, os dados foram submetidos até 5% de probabilidade no teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arcoseno da raiz quadrada de x ($\arcsen \sqrt{x}$). As análises foram realizadas com uso do software Sisvar 5.3.

4. RESULTADOS

Dos camarões amostrados foram identificadas as espécies *M. amazonicum*, *M. jelski* e um morfotipo *Macrobrachium* sp1. Os camarões utilizados no experimento apresentaram comprimento total inicial médio de $3,8 \pm 0,4$ cm e peso inicial médio de $0,5 \pm 0,2$ g; mas sua biometria final e avaliação do desempenho não foram possíveis de avaliar, pois estes morreram a partir do 13º até o 20º dia do experimento. Mas, este fato não comprometeu o trabalho, pois ainda foi possível verificar a influência da densidade do camarão no desempenho do tambaqui.

Assim, os dados biométricos (Tabela 03) e os resultados de desempenho dos tambaquis, avaliados por meio da determinação de ganho de peso, crescimento em comprimento total, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, sobrevivência e uniformidade do lote em peso, são apresentados na Tabela 04.

Tabela 3 - Variáveis biométricas iniciais e finais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em policultivo com camarões do gênero *Macrobrachium*; e quantidade de ração fornecida durante o período experimental.

Tratamentos	Dados biométricos			CT _{final} (cm)	Quantidade de ração fornecida (QRF) (g)
	P _{inicial} (g)	CT _{inicial} (cm)	P _{final} (g)		
T1 (10t x 00c)	$0,6 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,4$	$7,9 \pm 4,3$	$7,4 \pm 2,7$	520
T2 (10t x 07c)	$0,6 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,4$	$9,0 \pm 4,5$	$8,1 \pm 1,9$	573
T3 (10t x 20c)	$0,6 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,4$	$9,8 \pm 5,6$	$8,0 \pm 2,5$	590

Tabela 4 - Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em policultivo com camarões do gênero *Macrobrachium*, com valores médios de ganho de peso (GB), crescimento em comprimento total (CCT), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), sobrevivência (S) e uniformidade do lote em peso (U) submetida a diferentes tratamentos, ao final do período experimental.

Tratamento	Índices de desempenho zootécnico					
	GB (g)	CCT (cm)	CAA	TCE (%/dia)	S (%)	U (%)
T1	73,3 ± 42,0 ^a	3,95 ± 2,4 ^a	12,32 ± 11,0 ^a	8,61 ± 2,2 ^a	92 ± 20,4 ^a	58,3 ± 35,4 ^a
T2	83,3 ± 41,0 ^a	4,58 ± 1,5 ^a	9,97 ± 7,8 ^a	9,97 ± 2,0 ^a	98 ± 4,1 ^a	48,3 ± 22,3 ^a
T3	91,9 ± 49,3 ^a	4,52 ± 1,9 ^a	9,99 ± 8,3 ^a	9,08 ± 2,0 ^a	95 ± 8,4 ^a	48,3 ± 16,0 ^a
Valores de F	0,26 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,3 ^{ns}
CV (%)	53,43	44,71	84,88	23,07	13,63	50,1

¹valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tuckey (P>0,05).

Nenhuma das variáveis de desempenho apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Apesar disso, os menores valores observados para ganho de peso, crescimento em comprimento total, taxa de crescimento específico e sobrevivência no tratamento apenas com tambaquis obteve os menores valores (Tabela 04). Comparado aos tratamentos com 20 e 07 camarões, seu ganho de peso foi 20,2 e 12% menor, respectivamente.

A conversão alimentar aparente e uniformidade do lote em peso foram superiores no tratamento apenas com tambaquis, onde os tambaquis converteram 19% a mais de ração e foram 17% mais uniformes que os outros tratamentos, Com sobrevivência uma média superior a 90% em todos os tratamentos.

Embora os camarões tenham morrido até o 20º dia do experimento, o policultivo teve efeito positivo sobre o desempenho produtivo dos tambaquis. Maiores ganhos de peso, crescimento em comprimento total, taxa de crescimento específico e sobrevivência foram obtidos nos tratamentos com 07 e 20 camarões; onde foi fornecida maiores quantidades de

ração (573 e 590g) e se os camarões não tivessem convertido essa ração a conversão alimentar aparente dos tambaquis teria sido muito mais alta e a qualidade da água declinado significativamente.

Na Tabela 05 apresentam-se os dados da qualidade da água durante o período experimental. Em relação à temperatura nota-se que os valores médios para o período da tarde foram aproximadamente 1°C mais quente durante todo o experimento nos três tratamentos. Mas, durante alguns dias ocorreram aumentos de aproximadamente 4°C (Figura 7). Apenas no tratamento 3, ocorreu no meio do experimento a temperatura mais baixa e abaixo da média (27°C) (Figura 06). A temperatura do ar na sala dos aquários também foi superior no período da tarde, com uma variação de 4°C a partir do 10º dia de experimento (Figura 8).

Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão da temperatura, oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), nos dois períodos acompanhados; e amônia, nitrito, alcalinidade e dureza ao longo do período experimental.

Variáveis	Tratamentos					
	T1		T2		T3	
	M	T	M	T	M	T
Temperatura (°C)	31,9 ± 0,7	33,3 ± 1,2	31,9 ± 0,8	33,3 ± 1,2	31,3 ± 1,6	33,2 ± 1,3
OD (mgL⁻¹)	6,98 ± 0,3	6,99 ± 0,2	7,02 ± 0,2	6,86 ± 0,2	7,08 ± 0,2	6,83 ± 0,4
pH	5,7 ± 0,5	5,7 ± 0,6	5,8 ± 0,4	5,7 ± 0,6	5,7 ± 0,5	5,7 ± 0,7
Amônia (NH₃- N) (mgL⁻¹)	0,00 ± 0,0		0,26 ± 0,5		1,93 ± 0,0	
Nitrito (NO₂⁻ - N) (mgL⁻¹)	0,03 ± 0,0		0,16 ± 0,3		0,27 ± 0,5	
Alcalinidade (mg L⁻¹ de CaCO₂)	7 ± 5,8		7 ± 5,8		7 ± 5,8	
Dureza (mg L⁻¹ de CaCO₂)	17 ± 7,6		17 ± 5		17 ± 7,6	

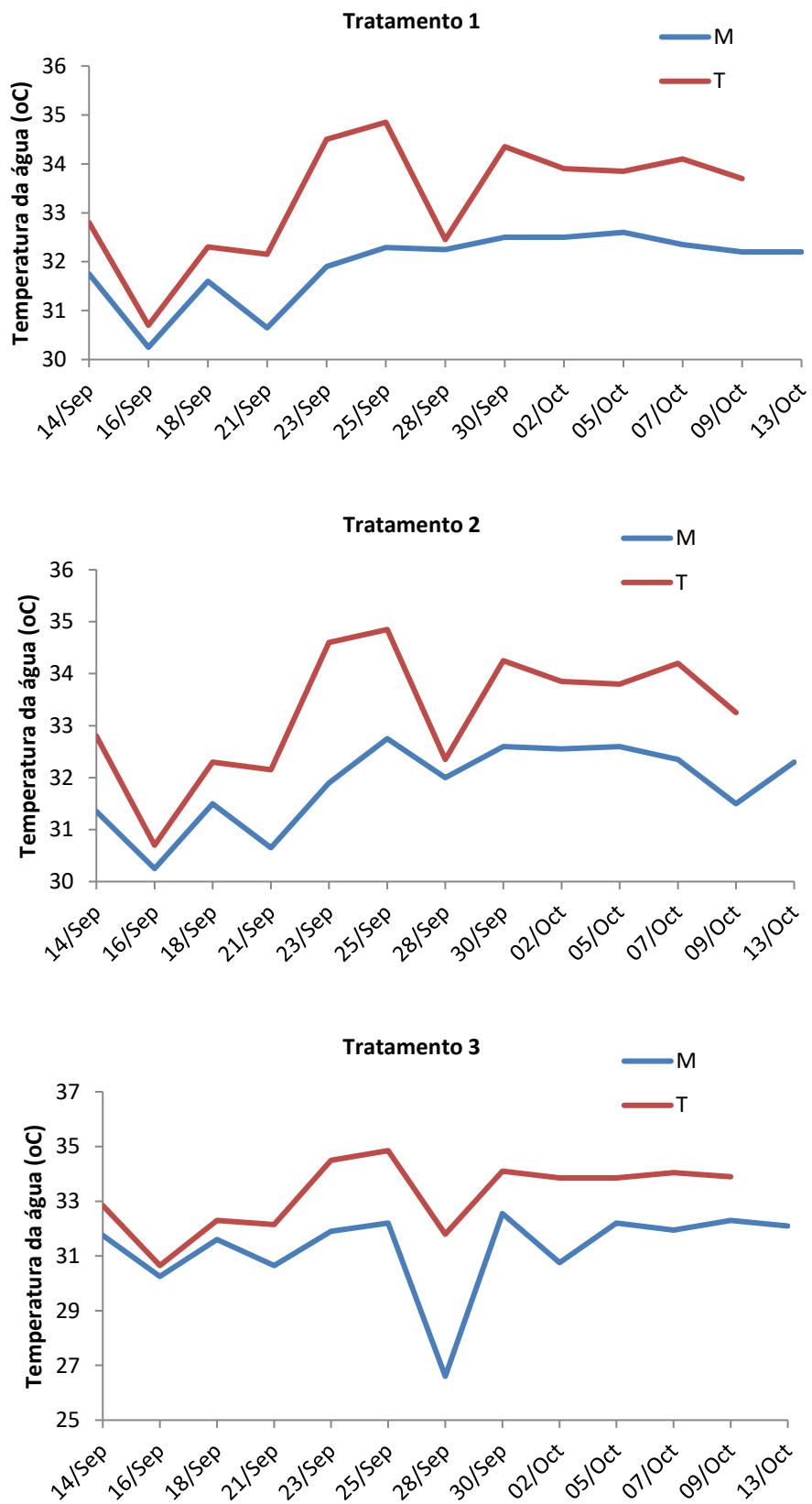


Figura 7 - Variação da temperatura da água (°C) a cada dois dias, durante o período do experimento nos tratamentos. M = manhã, T = tarde.

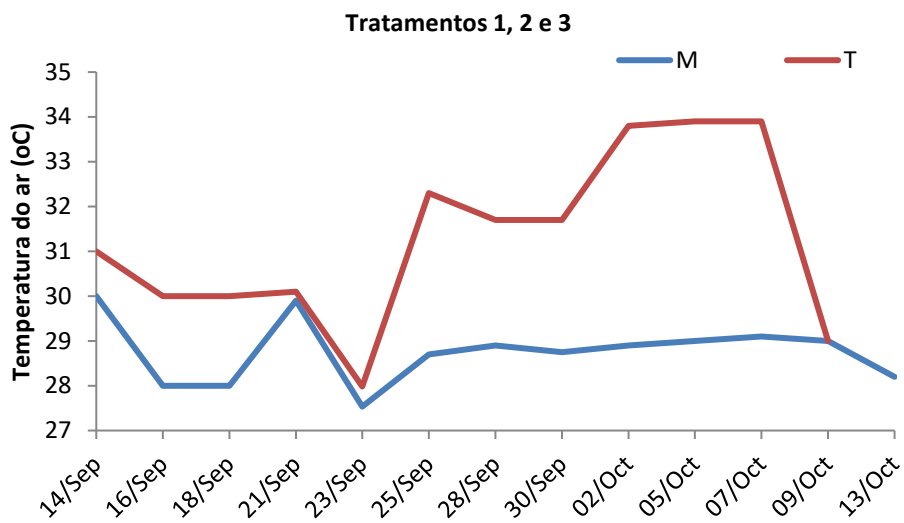
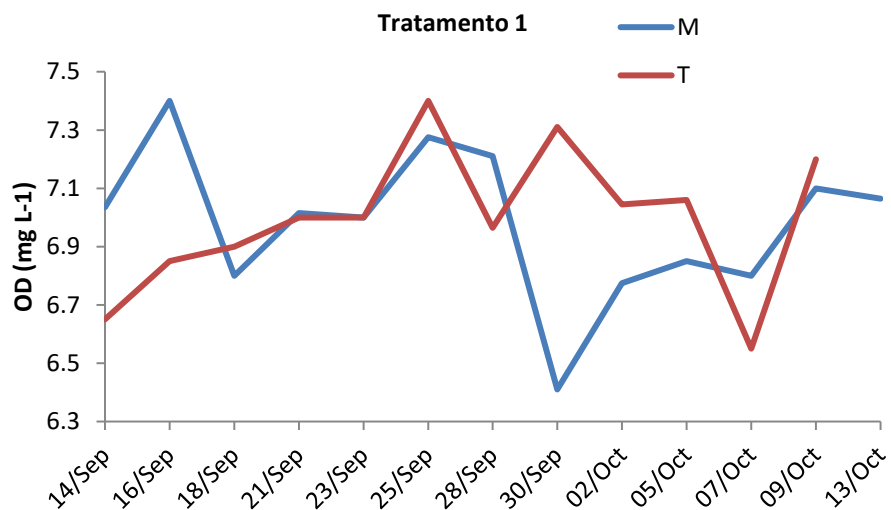


Figura 8 - Variação da temperatura do ar (°C) a cada dois dias, durante o período do experimento nos três tratamentos. M = manhã, T = tarde.

As concentrações de oxigênio estiveram entre 6,2 e 7,5 mg.L⁻¹ (Figura 08). O oxigênio dissolvido foi o parâmetro que apresentou maior oscilação durante o período do experimento, com variações marcantes no período da tarde, mas sem apresentar condições anóxicas nos dois períodos (Figura 9).



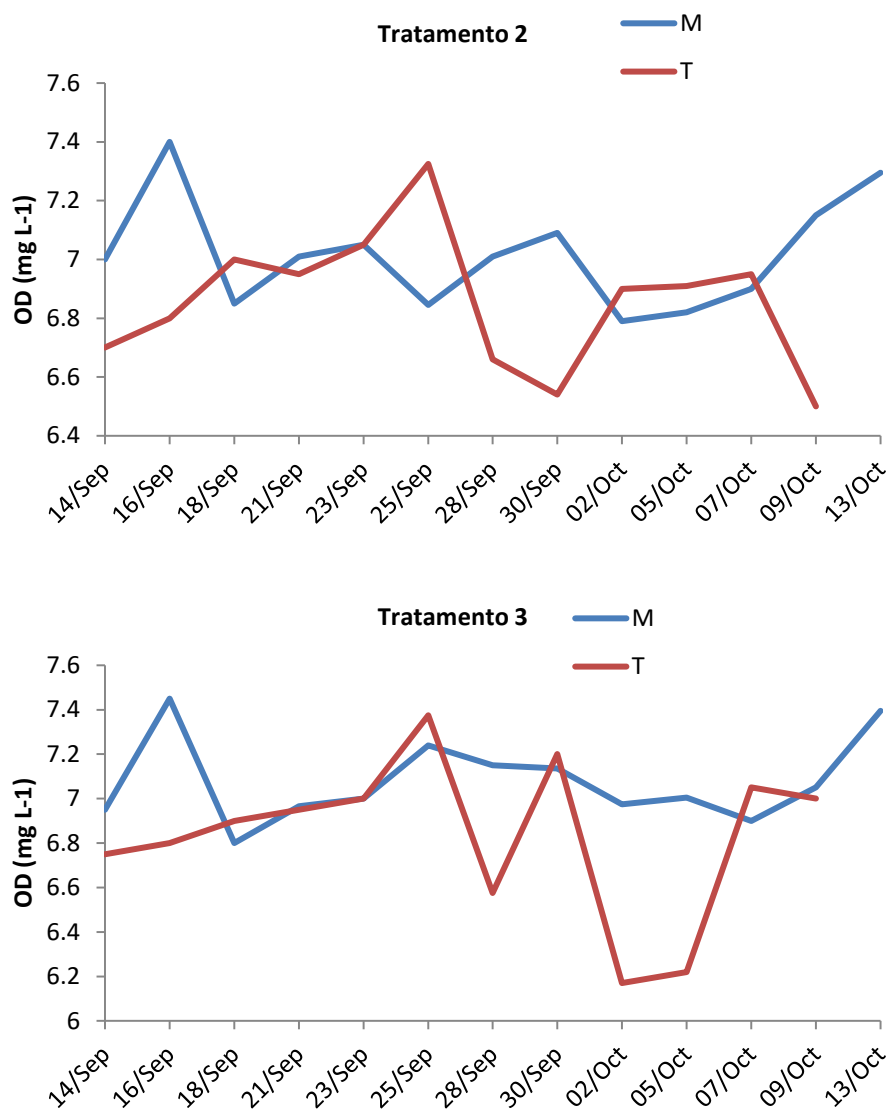


Figura 9 - Variação do oxigênio Dissolvido (mgL⁻¹) a cada dois dias, durante o período do experimento nos tratamentos. M = manhã, T = tarde.

Os valores de pH estiveram entre 4,9 e 7,1. O pH também apresentou oscilação durante o período do experimento, com variações marcantes no período da tarde, tornando-se levemente ácido (5,0 – 5,5). O pH nos três tratamentos a partir do 8º dia de experimento e durante praticamente uma semana, manteve-se levemente ácido, nos dois períodos do dia. E, após dois dias, o pH atingiu 6,0 e, em seguida, retornou para um pH levemente ácido (4,9 – 5,5) por mais uma semana, somente no período da tarde (Figura 10).

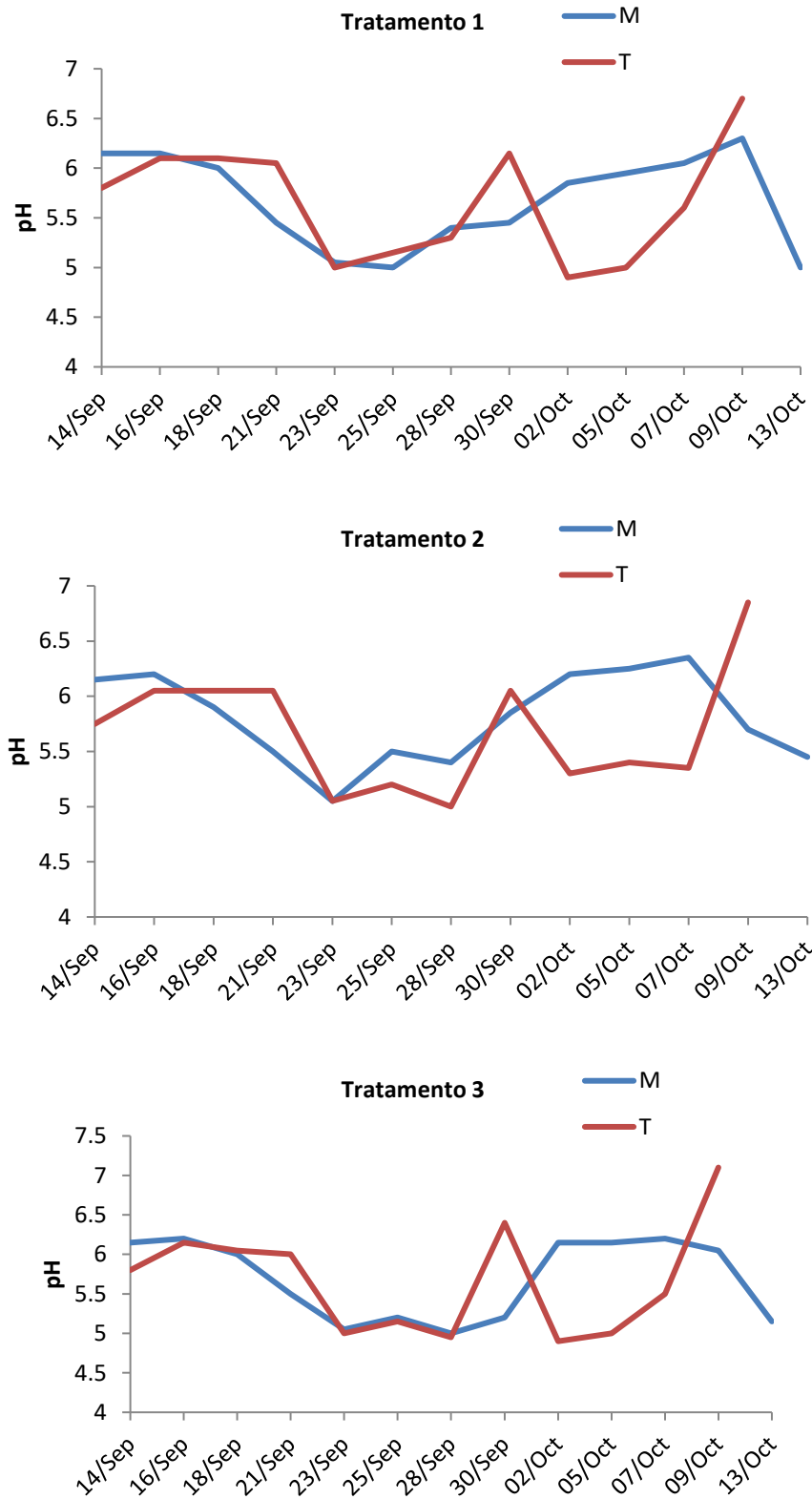


Figura 10 - Variação potencial hidrogeniônico (pH) a cada dois dias, durante o período do experimento nos tratamentos. M = manhã, T = tarde.

A alcalinidade total variou de 10 a 0,0 mg L⁻¹ de CaCO₂ nos três tratamentos, permanecendo em 10 mg L⁻¹ de CaCO₂ até metade do experimento (Figura 11). Já os valores de dureza total estiveram entre 10 e 25 mg L⁻¹ de CaCO₂. Sendo que no meio do experimento os valores chegaram a 20 mg L⁻¹ de CaCO₂, no tratamento com 07 camarões (T2) e a 25 mg L⁻¹ de CaCO₂, nos tratamentos apenas com tambaqui (T1) e com 20 camarões (T3); e reduzindo a 15 mg L⁻¹ de CaCO₂ até o final do experimento (Figura 12).

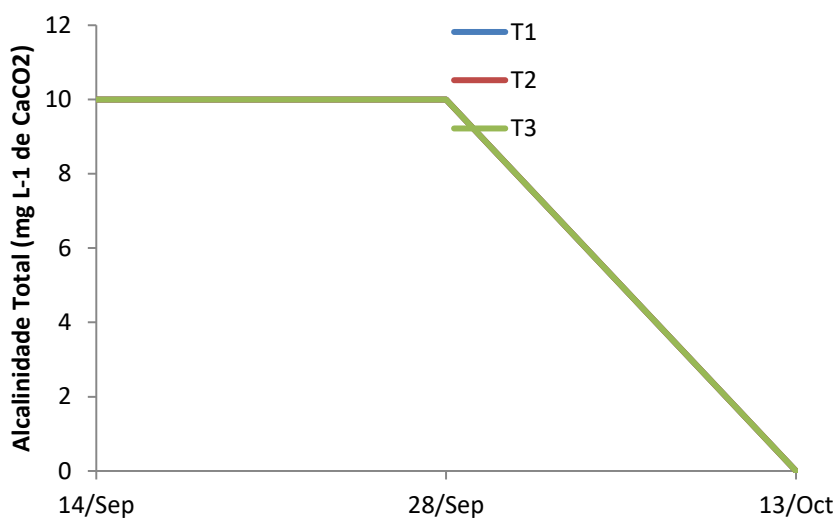


Figura 11 - Variação da Alcalinidade Total (mg L⁻¹ de CaCO₂) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.

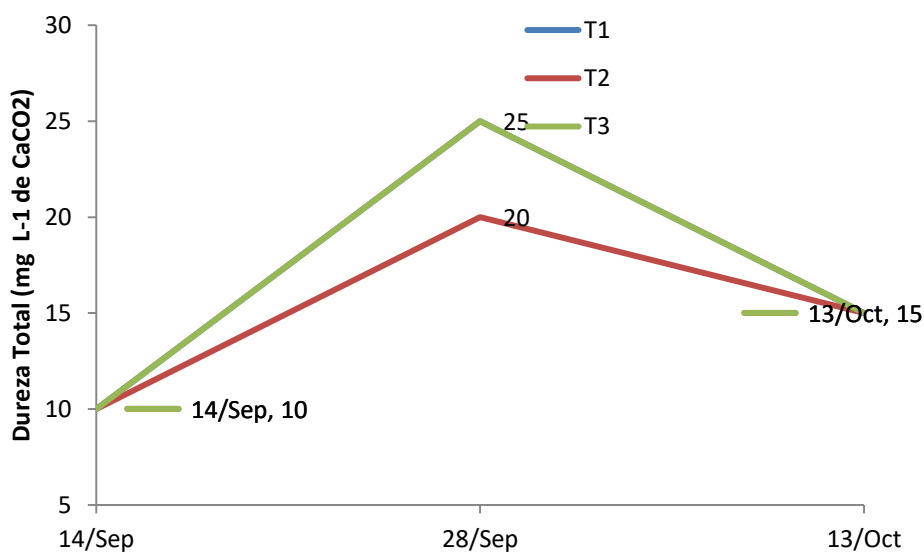


Figura 12 - Variação da dureza total (mg L⁻¹ de CaCO₂) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.

Aproximadamente na metade do experimento os valores das concentrações de amônia ultrapassaram os valores críticos para os peixes e camarões ($0,10$ e $0,05 \text{ NH}_3^+ \cdot \text{N mgL}^{-1}$, respectivamente) (Lima et al. 2013; Moraes-Valenti et al. 2010), exceto no tratamento com 07 camarões (T2) que só ultrapassou o valor crítico para camarões. Mas, até o final do experimento as concentrações de amônia alcançaram $1,88 \text{ NH}_3^+ \cdot \text{N mgL}^{-1}$, bem acima dos valores críticos tanto para peixes quanto camarões (Figura 13).

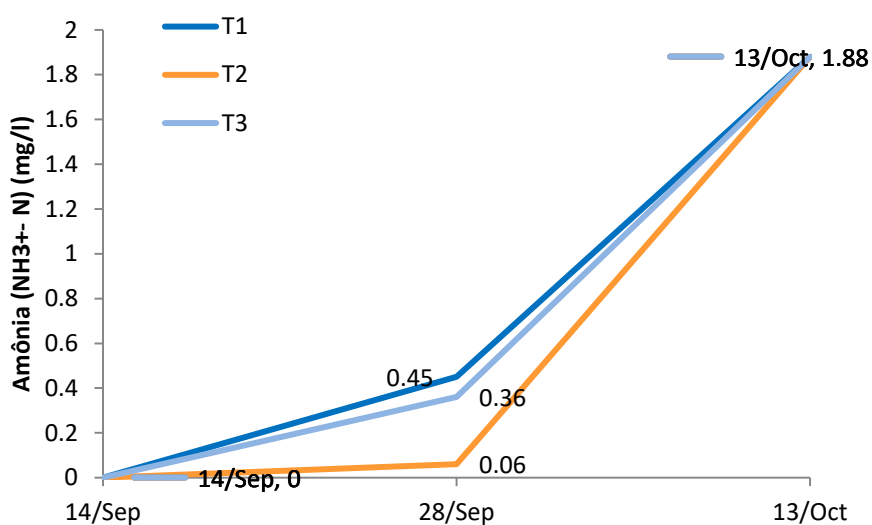


Figura 13 - Variação da amônia ($\text{NH}_3^+ \cdot \text{N}$) (mgL^{-1}) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.

O nitrito apresentou os valores das concentrações, aproximadamente, na metade do experimento, superiores aos valores críticos para os peixes e camarões ($0,03 \text{ NO}_2^- \cdot \text{N}$) (mgL^{-1} , para ambos) (Lima et. al., 2013; Moraes-Valenti et. al., 2010), com valores crescentes do tratamento sem camarões (T1) aos tratamentos com camarões (T2 e T3). E ao final do experimento as concentrações de nitrito retornaram a zero (Figura 14).

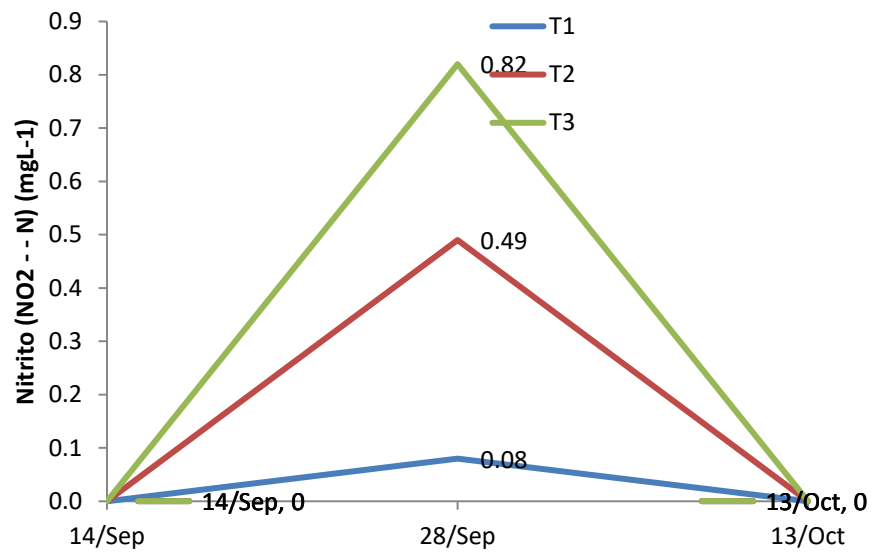


Figura 14 - Variação do nitrito ($\text{NO}_2^- - \text{N}$) (mgL^{-1}) medida no início, meio e final do experimento nos tratamentos, no período da manhã.

5. DISCUSSÕES

Observando os resultados de desempenho zootécnico do tambaqui (Tabela 04) podemos verificar que, apesar de não ter ocorrido nenhuma diferença entre os tratamentos os valores de desempenho dos tratamentos com 07 e 20 camarões (T2 e T3, respectivamente) foram superiores ao tratamento apenas com tambaquis (T1). Segundo Hossain e Islam (2006), o policultivo do gênero *Macrobrachium* com outras espécies como as carpas demonstraram que os camarões e os peixes podem utilizar diferentes nichos alimentares de maneira eficiente. Engle (1987), que também estudou o policultivo do gênero *Macrobrachium* com carpas obteve resultados onde o policultivo se mostrou mais lucrativo do que o monocultivo. Souza et al. (2009) afirmaram que o camarão de água doce *M. amazonicum* não influenciou no desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), podendo ser cultivado no sistema de policultivo com essa espécie.

Durante a aclimação confirmou-se a necessidade da inclusão de algum tipo de substrato para os camarões, pois devido ao pequeno espaço experimental (caixas de 40 litros = 0,75 m²) em laboratório somado a alta visibilidade verificou-se ataques aos camarões por parte dos tambaquis. Nas pisciculturas, onde os exemplares foram capturados, a transparência da água é menor (30 a 40 cm) devido à produtividade do fitoplâncton, além da turbidez. De acordo com Uddin *et al.* (2007), a inclusão de substrato e o fornecimento de ração comercial para as tilápias melhoraram o desempenho de camarões *M. rosenbergii* em policultivo com tilápias. Rodrigues (2013) verificou que a inclusão de substratos em sistema multitrófico e multiespacial para o policultivo de camarões da espécie *M. amazonicum* com tilápias, provavelmente diminui os encontros agonísticos dos camarões e favoreceu maior produção de perifiton, aumentando a oferta de alimento natural e permitindo maior acesso dos animais.

Souza et al. (2009) confirmaram que o camarão de água doce *M. amazonicum* não influencia no desempenho da tilápia do Nilo e verificaram que a ração farelada fornecida aos

animais proporcionou em todos os tratamentos o pior desempenho da tilápia. Dupree (1987) relatou em seu trabalho que rações fareladas estão sujeitas a grandes perdas dos seus nutrientes, devido à elevada relação entre a sua área superficial; isto se deve principalmente, pois há uma maior lixiviação dos nutrientes. Neste trabalho é possível observar que houve o comprometimento da qualidade da água devido o uso de ração farelada e ao tipo de substrato para os camarões; o que favoreceu o acúmulo da mesma nos aquários. A inclusão da ração farelada e o tipo de substrato tiveram algum efeito sobre o desenvolvimento e produtividade dos tambaquis e camarões, direta ou indiretamente, apesar de não terem sido testados.

Durante a recria do tambaqui em policultivo com o *M. amazonicum* foram acompanhados parâmetros físicos e químicos da água e dentre estas foi observada grande variação na temperatura da água dos três tratamentos (26,6 – 34,9°C). O tambaqui suporta temperaturas médias entre 25 e 34°C Gomes et al. (2010), Moraes-Riodades et al. (2006) testando o efeito da intensificação da criação de *M. amazonicum* determinaram a faixa de variação de temperatura entre 24 e 32,5°C, na parte inferior; e entre 21 e 34°C, na superfície dos viveiros.

A temperatura desempenha papel importante sobre todos os organismos aquáticos e da maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos presentes nas unidades de cultivo (VINATEA ARANA, 2010). Os invertebrados aquáticos e os peixes apresentam zona restrita de tolerância térmica (em nível de espécie) e temperaturas letais características, que podem variar por meio de aclimação experimental ou pela adaptação a longo prazo a habitats com diferentes limites térmicos (VINATEA ARANA, 2010).

O aumento de temperatura também provoca aumento do metabolismo do peixe, o que leva a maior gasto energético para manter o corpo funcionando. Isso também pode levar a uma taxa de crescimento específico maior, mas o aumento na taxa de ingestão de alimento pode ser tão grande que a conversão alimentar acaba sendo prejudicada Baldisserotto, (2009).

Isto provavelmente ocorreu neste trabalho para o tambaqui, onde sua CAA mais baixa foi de 9,97. Pois, em viveiros de criação comercial para todo o período de criação de peixes de 1,8 a 2,3 kg a CAA esperada é de 2,0, segundo SEBRAE/RR (2012). Segundo Porto et al. 2004, obtiveram CAAs bem inferiores (entre 1,22 e 1,84) para alevinos de tambaqui na mesma estrutura e delineamento experimental.

O oxigênio dissolvido e o pH variaram ao longo do dia, estes parâmetros são afetados pelos processos de fotossíntese e decomposição, que ocorrem ao longo do dia. O tambaqui resisti a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água ($\cong 1 \text{ mg L}^{-1}$), (SAINT-PAUL, 1984; 1988). A melhor concentração de oxigênio para o crescimento da espécie não é conhecida, porém valores superiores a 3 mg L^{-1} são adequados e, de acordo com Silva et al. (2007), valores abaixo de 3 mg L^{-1} ocasionam uma diminuição do crescimento dos peixes. Moraes-Riodades et. al. (2006) determinaram os valores médios de OD na intensificação de *M. amazonicum* de $4,3 \text{ mg L}^{-1}$ (manhã) e de $7,7 \text{ mg L}^{-1}$ (tarde), variando no dia de 1,7 a $11,6 \text{ mg L}^{-1}$. Neste trabalho o OD variou de 6,2 a $7,5 \text{ mg L}^{-1}$, faixa adequada para ambas as espécies cultivadas.

Aride, Roubach e Val (2007) verificaram que o melhor crescimento para o tambaqui ocorre em água ácida, com pH entre 4 e 6. Costa (2013) trabalhando com a recria do tambaqui obteve um pH médio de $6,8 \pm 0,3$. Moraes-Riodades et al. (2006) registraram o pH de 6,21 a 9,26 na intensificação de *M. amazonicum*. O pH é um parâmetro importante a ser considerado em aquicultura, já que possui profundo efeito sobre o metabolismo e processos fisiológicos de peixes, camarões e todos os organismos aquáticos (VINATEA ARANA, 2010). Neste trabalho, o pH oscilou de 4,9 a 7,1 com uma média de $5,7 \pm 0,6$ durante todo o experimento nos três tratamentos; e o mesmo padrão nas oscilação das concentrações de pH foram observados nos mesmos.

O pH também exerce forte influência sobre a toxicidade de certos parâmetros químicos, tais como a amônia não ionizada, que se torna mais abundante em pH alcalino, e o ácido sulfúrico (H_2S), que aumenta proporcionalmente em pH ácido. Boyd (1990) afirma que, em aquicultura, os efeitos diretos de altos e baixos valores de pH são menos importantes que os efeitos indiretos.

Os valores de alcalinidade e dureza para melhor crescimento do tambaqui não são determinados. Porém, no estado do Amazonas, sistemas produtivos de tambaqui apresentam águas com baixíssima alcalinidade e dureza ($1 - 10 \text{ mg L}^{-1}$ de $CaCO_3$) quando não é realizada a calagem do viveiro, e águas com valores na ordem de 40 mg L^{-1} de $CaCO_3$ quando é realizada a calagem (GOMES et al. 2010). Segundo Moraes-Riodades et al. (2006) a alcalinidade total na intensificação do *M. amazonicum* variou de 26,5 a $87,6 \text{ mg L}^{-1}$ de $CaCO_3$. Neste trabalho a alcalinidade total foi 10 mg L^{-1} até o meio do experimento e no final chegou a $0,0 \text{ mg L}^{-1}$. A dureza variou de 10 a 25 mg L^{-1} durante o experimento, sendo que no meio do experimento alcançaram seus maiores níveis (20 e 25 mg L^{-1} $CaCO_3$) e chegando ao final com 15 mg L^{-1} de $CaCO_3$.

Segundo Vinatea Arana (2010), se a dureza total é muito maior que a alcalinidade total, parte do cálcio e do magnésio irá se associar com íons sulfato, cloreto, silicato ou nitrato, e não somente com bicarbonato carbonato. Para o caso dos crustáceos de cultivo, em especial o *M. rosebergii*, Brown et al. (1991) assinalam que juvenis e adultos desta espécie realizam mudas frequentemente, entre cinco a quarenta dias, requerendo para tanto cátions de origem exógena (do meio ambiente), particularmente cálcio, que contribui para mineralização completa da carapaça (exoesqueleto).

O tambaqui é resistente à ação tóxica da amônia (ISMIÑO-ORBE, 1997). Segundo Gomes et al. (2010) concentrações de $0,46 \text{ mg L}^{-1}$ de amônia não-ionizada (estado tóxico da amônia) não comprometem o crescimento da espécie. Moraes-Riodades et al. (2006)

encontraram na intensificação da produção de *M. amazonicum* uma variação de 0 a 0,357 mg L⁻¹ de amônia total. Neste trabalho, os valores de amônia total variaram de 0 a 1,88 mg L⁻¹, mas na metade do experimento já tinham ultrapassado os valores críticos recomendados para ambas as espécies (0,45; 0,36 e 0,06 mg L⁻¹ NH₃⁺- N) . Segundo Colt e Armstrong (1981), pelo fato de a amônia ser o principal composto nitrogenado excretado por animais aquáticos, problemas com toxidez podem ocorrer em todos os tipos de sistemas de cultivo. Estes autores identificaram sete tipos de efeitos tóxicos em peixes, são eles: sobre as células; excreção; osmorregulação; respiração; tecidos; doenças e crescimento. E segundo Vinatea Arana (2010), o efeito da amônia sobre o crescimento parece não ser diferente em camarões peneídeos; atuando também sobre a ecdise (muda) dos juvenis, acelerando sua frequência. Conforme Chen e Lin (1992), trabalhando com juvenis de *Penaeus monodon*, reportaram que 2 mgL⁻¹ de amônia total e 0,11 mgL⁻¹ de amônia não ionizada são as concentrações tóxicas máximas aceitáveis.

O tambaqui é uma espécie sensível aos efeitos do nitrito, e exposições prolongadas podem comprometer o desempenho do peixe, principalmente em ambientes com altas temperaturas e flutuações diárias nas concentrações de oxigênio. A concentração letal por 96h dessa variável para o tambaqui é de 1,82 mg L⁻¹ (COSTA et al., 2004). Segundo Timmons et al. (2002) recomendam manter o nível de nitrito abaixo de 0,001 mgL⁻¹ para os sistemas de aquicultura; enquanto New (2002) afirma que as concentrações com menos de 0,002 mgL⁻¹ são adequados para *M. rosenbergii*. Segundo Moraes-Riodades et al. (2006), durante a intensificação da produção de *M. amazonicum* a variação de nitrito ficou entre 0,006 e 0,128 mgL⁻¹ NO₂⁻ - N. Neste trabalho, os valores de nitrito obtiveram seus maiores valores no meio do experimento nos três tratamentos (0,08; 0,49; 0,82 mgL⁻¹ NO₂⁻ - N, respectivamente) retornando a zero no final.

Chen e Chin (1988) demonstraram para camarões peneídeos que a amônia não ionizada e o nitrito quando juntos, ainda que em menores concentrações, são mais letais que quando separados. Assim, um pequeno incremento de nitrito, quando a concentração tóxica da amônia está próxima, poderia aumentar significativamente esta toxicidade. Na aquicultura o nitrito aparece em concentrações muito baixas, porque é rapidamente convertido em nitrato devido à nitrificação (BOYD e TUCKER, 1998). O nitrito em altas concentrações provoca a oxidação do átomo de ferro da molécula de hemoglobina, que passa do estado ferroso (Fe^{+2}) para o estado férrico (Fe^{+3}), com a conseqüente formação de meta-hemoglobina, incapaz de transportar oxigênio aos tecidos, estabelecendo-se um quadro de hipóxia e cianose (WEDEMEYER e YASUTAKE, 1978). Acredita-se que o mesmo fenômeno possa ocorrer com o átomo de cobre da molécula de hemocianina dos crustáceos (CHEN e CHIN, 1988).

Neste policultivo, a premissa de verificar a influência da densidade de camarões sobre o tambaqui pode ter sido prejudicada devido ao hábito alimentar onívoro do tambaqui, que na fase inicial de vida (alevinos), se alimenta intensivamente de invertebrados em seu ambiente natural (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1997). Apesar da mortalidade dos camarões até o 20º dia de experimento, provavelmente devido a interação do pH, amônia e nitrito, os resultados ainda são promissores, pois os índices de desempenho para os tratamentos com 07 e 20 camarões foram superiores ao tratamento sem camarões e apenas tambaqui; havendo a necessidade de realização de novos experimentos para testar a predação das espécies do gênero *Macrobrachium* pelo tambaqui, e, assim, pode descartar ou eleger a espécie como apta ou não para o policultivo com as espécies do gênero *Macrobrachium*. Apesar destas espécies encontrarem-se naturalmente em policultivo em pisciculturas do estado de Roraima (AQUINO-PEREIRA et al., 2013; CAVALCANTE e CASTRO, 2014).

No policultivo de camarão com tilápia, a principal premissa está em conseguir o equilíbrio entre as densidades das duas espécies; quando se tem densidade populacional

elevada de tilápias e baixa densidade de camarões, existe o risco da tilápia não se alimentar adequadamente e a mesma vir a preda os camarões do viveiro, enquanto que nos sistemas com baixa densidade de tilápia e alta densidade de camarão, há o retardamento do crescimento do camarão pela falta de alimento (PETERSEN, 2007).

Resultados experimentais aplicados posteriormente como metodologia na produção comercial têm demonstrado a viabilidade técnica e econômica do policultivo da tilápia do Nilo com camarão de água doce, conforme Santos e Valenti (2002). Pérez e Alston (2000) também recomendam o sistema de policultivo entre a tilápia e o camarão do gênero *Macrobrachium* para reduzir os custos com a alimentação, além, de ser alternativa para criadores que utilizam sistema extensivo de monocultivo, sem aeração, e onde o peixe é a colheita principal.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A densidade de camarões do gênero *Macrobrachium* não influenciou o desempenho do tambaqui em sistema de recirculação de água; e não foi observada diferença significativa nos índices de desempenho zootécnico do tambaqui, contudo nos tratamentos com 07 e 20 camarões, o desempenho dos tambaquis foram superiores aqueles observados, em monocultivo desta espécie. Assim, o sistema de policultivo mostra-se tecnicamente viável, mas necessitando de ajustes futuros.

O policultivo de tambaquis e camarões em tanques de pequeno volume com recirculação parece não ser indicado, pois mesmo com a presença de substratos os camarões não conseguiram chegar aos trinta dias de criação. Isto talvez tenha ocorrido devido ao hábito alimentar do tambaqui nesta fase de vida e erros na manutenção da qualidade da água dos tanques. Parece-nos sensato a utilização de água levemente verde (rica em fito e zooplâncton) para proporcionar alimento natural e diminuir a visibilidade dos tambaquis.

Recomenda-se para o policultivo do tambaqui com o camarão o uso de outro tipo de substrato para os camarões com a finalidade de evitar o acúmulo de sobras de ração e encontros agonísticos. Assim, na fase inicial recomenda-se a utilização de rações peletizadas por se manterem por mais tempo na água sem desagregar.

Apesar disso ainda são necessários mais estudos para verificar: se o tambaqui é uma espécie de peixe apta para o policultivo com o camarão, visto seu hábito alimentar; corroborar estes resultados; e melhorar alguns índices de desempenho zootécnico de ambas as espécies e alguns parâmetros da qualidade da água tanto em laboratório como em campo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRION, B. C. **Substratos artificiais melhoram a qualidade da água em sistema de cultivo multitróficos e multiespaciais?**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 12, 43 – 46. São Paulo. 2014.
- AQUINO-PEREIRA, S.L.; QUADROS, M.; PORTO, W.S.; SANTOS, A.N.A. **Características da piscicultura no município de Mucajaí - Roraima**. In: IV Congresso Brasileiro de Aquicultura de Espécies Nativas. 2013.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **So fruitful a fish: ecology, conservation and aquaculture of the Amazon's tambaqui**. New York: Columbia University Press, 191p. 1997.
- ARIDE, P.H.R.; ROUBACH, R.; VAL, A.L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. *Aquaculture Research*.v. 38, n. 6, p. 588 – 594, 2007.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2 ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 352p, 2009.
- BASTOS, J. A. M.; PAIVA, M. P. **Notas sobre o consumo de oxigênio do camarão “sossêgo”, “Macrobrachium jelskii” (Miers, 1877) Chace & Holtuis, 1948**. Revista Brasileira de Biologia, 19 (4): 413-419. 1959.
- BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & BOND-BUCKUP, G. **Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo’s Inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Parana, Brasil**. Rev. Bras. Zool. 14(2):379-390. 1997.
- BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. **Pesca e aquicultura de água doce no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. da C. e TUNDISI, J.G. (eds.) *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editora. p.451-474. 1998.
- BOYD, C. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Universidade da Califórnia, 482p, 1990.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. **Pond aquaculture water quality management**. Kluwer Academic Publishers, Norwell. 700p. 1998.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Brasília: IBGE, V. 41, p. 100, 2013.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, 2012. 129 p.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357/2005, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento,**

bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Oficial da União, 18 de março de 2005, p. 6 – 8.

- BROWN, J.H.; WICKINS, J.F.; MACLEAN, M.H.. The effect of water hardness on growth and carapace mineralization of juveniles freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (deMan). *Aquaculture*, 95: 329-345. 1991.
- CAMARGO, M.; LEÃO, J.; OLIVEIRA, A.; MÁRCIO, A.; SILVA, E.; ACÁCIO, F.; SILVA, G.; SAMPAIO, L.; VIANA, M.; ANTUNES, T.; SILVA, W. **Matapi pet: uma nova proposta para a exploração sustentável do camarão amazônico *macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862).** UAKARI, 5 (1): 91-96, 2009.
- CARVALHO, M. C. **Alimentação do tambaqui jovem (*Colossoma macropomum*) e suas relações com a comunidade zooplânctônica do lago Grande-Manaquiri-Solimões-AM**, Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 91 p. 1981.
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, São Paulo, 189 p 1992.
- CASTRO, P. M. de.; SILVA, M. R. da. **Caranguejos e Camarões (Crustacea: Decapoda) do Igarapé do Perdido, Apiaú, Mucajá, Roraima.** Boletim do Museu Integrado de Roraima, Roraima, 7 (1): 40 - 44. 2013.
- CAVALCANTE, R. M.; CASTRO, P.M. **Verificação das Potencialidades do Camarão de água doce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) com o cultivo em viveiros de tambaqui *Colossoma macropomum* no Município de Alto Alegre no Estado de Roraima.** *Revista Eletrônica, Ambiente, Gestão e Desenvolvimento.* Universidade Estadual de Roraima. v. 6, p. 45-51, 2014.
- CHEN, J.; CHIN, T. Joint action of ammonia and nitrate on tiger prawn *Penaeus monodon* postlarvae. *Journal of the World Aquacultural Society.* v. 19, n. 3, p. 143 – 148, 1988.
- CHEN, J.; LIN, C.Y. Effectsof ammonia on growth and molting of *Penaeus monodon* juveniles. *Comp. Biochem. Physiol.*v.101C, n. 3, p. 449 – 452, 1992.
- CIRILO, A. T. de O.; SANTOS, M. C.; NUNES, M. L. **Caracterização física e nutricional do camarão “saburica” (*Macrobrachium jelskii*, Miers, 1877) e de produtos derivados.** Scientia Plena, 7 (7):1-6, 2011.
- COELHO, P. A.; PORTO, M. R.; BARRETO, A. do V.; COSTA, V. E. da. **Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) (Decapoda, Palaemonidae)** Revista brasileira. Zoologia, São Paulo. 1 (1): 45-49 . 1982.
- COLLINS, P. A. **A new distribution Record for *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) in Argentina** (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 73 (9): 1167-1169, 2002.
- COLT, J.E.; ARMSTRONG, D.A. Nitrogen Toxicity to Crustaceans, Fish and Molluscs. *In:* L. Allen and E, Kinney, eds. **Proceedings of the Bio-Engineereing Symposium for Fish**

- Culture.** Fish Culture Section of the American Fisheries Society, Bethesda, Mariland USA, 1981. p. 34-47.
- COSTA, J. I. da. **“Avaliação econômica e participação do plâncton no cultivo de tambaqui em viveiros com diferentes densidades de estocagem”**. (Mestrado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 8. São Paulo. - SP . 2013.
- COUTO, F. T.; MATEUS, L. A. de F.; BARROS, L. A.; MARTINS, M. V.; FABIAN, E. C.; MORAIS, M. A. V.; FARIA, A. A. de. **Desempenho inicial de Piraputangas (*Brycon hilarii Valenciennes, 1850*), submetidas à diferentes densidades de estocagem em tanques-rede**. Interdisciplinar: Revista Eletrônica da UNIVAR, 1(11): 158 -162, 2014.
- DUPREE, H. K Feeding practices. In: ROBINSON, E. N., LOVELL. R T. *Nutrition and feeding of channel catfish*. Auburn: Southem Cooperative, 1984. p. 51-54.
- ENGLE, C. R. **Analysis economico dela production commercial de la Tilapia. Colossoma y Macrobrachium rosenbergii en mono y policultivo en panama**. *Revista Latinoamerica Acuiculture*, Lima, v. 33, n. 1, p. 6-25, 1987.
- FURUYA, W.M.; SOUZA, S.R. de; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. **Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus L.*), na fase de terminação**. *Ciência Rural*, v.28, p.483-487, 1998.
- GALLI, L.F.; TORLONI, C. E. **Criação de peixes**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1985. 119 p.
- GARCEZ, R. C. S. **Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 106 p. 2009.
- GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. **Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. In: Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. (Orgs.) **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. – 2 ed. – Santa Maria: Ed. da UFSM, p. 175 – 204. 2010.
- GOULDING, M.; CARVALHO M.L. **Life history and manegement of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae) na important Amazonian food fish**. *Revista Brasileira Zoologia*, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 107-103, 1982.
- GUEST, W.C. **Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae)**. *Crustaceana*, v. 37, n. 2, p. 141-152, 1979.
- GURGEL, J. J. S.; MATOS, M. O. M. **Sobre a criação extensiva do camarão-canela, *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) nos açudes públicos do nordeste brasileiro**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUÍCULTURA, 3, São Carlos. *Anais...*p. 295-311. 1984.

- HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A.F.M. **Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas.** *Boletim do Instituto de Pesca*. 34(1): 165 – 175. 2008.
- HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes.** Melbourne, Austrália: Cambridge University, 388p. 1988.
- HOLTHUIS, L.B. **A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae.** *Occasional Papers, Allan Hancock Foundation*, 12:1-396. 1952.
- HOSSAIN, M. A.; ISLAM, M. S. **Optimization of stocking density of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in carp polyculture in Bangladesh.** *Aquaculture Research*, Oxford, v. 37, n. 10, p. 994-1000, 2006.
- IKETANI, G. C. **Aspectos moleculares e reprodutivos da introdução e estabelecimento do camarão exótico *M. rosenbergii* (Crustáceo, decapoda) no Brasil.** Dissertação de Mestrado em Biologia Ambiental Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil, 2012.
- ISMIÑO-ORBE, R.A. **Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).** *Dissertação de Mestrado*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Manaus. 29p. 1997.
- JÚNIOR, Paulo Amaral. **Policultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e camarão (*Macrobrachium amazonicum*) em diferentes densidades de estocagem.** In: XX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO AMAZONAS. 2010.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes.** 3. ed. Jundiaí: Degaspari. 97p, 1999.
- LIMA, A.F.; SILVA, A.P.; RODRIGUES, A.P.O.; BERGAMIN, G.T.; TORATI, L.S.; FILHO, M.X.P.; MACIEL, P.O. **Qualidade da água: piscicultura piscicultura.** Embrapa Pesca e Aquicultura. 8p. 2013.
- LUTZ, C. G. **Polyculture: principles, practices, problems and promise.** *Aquaculture Magazine*. v. 29, p.34-39. 2003.
- MAGALHÃES, C. 1999. **Filo Arthropoda, Subfilo Crustacea, Ordem Decapoda** In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Editores) 1999. *Invertebrados Dulciaquícolas*. São Paulo, FAPESP (vol. 4 da coleção “Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX”, organizada por Joly, C.A. & Bicudo, C.E.M). p. 125-134.
- MARTINS, C. V. B.; OLIVEIRA, D. P.; MARTINS, R. S.; HERMES, C. A.; OLIVEIRA, L. G.; VAZ, S. K.; MINOZZO, M. G.; CUNHA, M.; ZACARKINA, C. E. **Avaliação da piscicultura na região oeste do estado do Paraná.** *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, vol. 27 (1): 77 - 84, 2001.

- MARTINS, T. P. **Respostas secundárias ao estresse em alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a diferentes densidades de estocagem durante a recria em viveiros escavados.** Universidade Federal do Amazonas. Manaus – AM, 35 p. 2010.
- MASSER, M. P.; CICHRA E.; GILBERT, R. J. **Fee-fishing ponds: management of food fish and water quality.** Southern Regional Aquaculture Center, volume 480, 1-8, 1993.
- MELO, A.G.S. **Manual de identificação dos crustáceo Decapoda de Água doce do Brasil.** Museu de Zoologia, São Paulo: Edições Loyola, 2003.
- MONTOYA, J. V. 2003. **Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela).** Caribbean Journal of Science, 39 (1): 155-159, 2003.
- MORAES-RIODADES, P. M. C. **Cultivo Do Camarão-da-Amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes densidades: Fatores Ambientais, Biologia Populacional e Sustentabilidade Econômica.** Tese (Doutora em Aquicultura) Universidade Estadual Paulista, São Paulo, p. 18 – 22, 2005.
- MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. 2001. **Freshwater Prawn Farming in Brazilian Amazonia Shows Potential for Economic and Social Development.** Global Aquaculture Advocate, 4 (5):73-74.
- MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C.; PERALTA, A. S. L.; AMORIM, M. D. L. 1999. **Carcinicultura de água doce no Estado do Pará: situação atual e perspectivas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 9 e CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1, 1999, Recife. *Anais...* Recife, AEP-PE, FAEP-BR. p. 598 – 604.
- MORAES-RIODADES, P. M.C.; VALENTI, Wagner C. **Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros.** Revista Brasileira de Zoologia. Curitiba, 19 (4): Dec. 2002.
- MORAES-RIODADES, P.M.C.; KIMPARA, J.M.; VALENTI, W.C. **Effect of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology.** *Acta Limnologica Basiliensia*. 18: 311 – 319. 2006.
- MORAES-VALENTI, P.; MORAIS, P.A.; PRETO, B.L.; VALENTI, W.C. **Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*.** *Aquatic Biologic*. Inter-Research, (9): 291 – 301. 2010.
- MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aquicultura.** Canoas: Ed. ULBRA, 200 p. 2001.
- NEW, M. B.; WICKINS, J. F. LEE, D. & O’C. **Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*).** FAO Fisheries Technical Paper. No. 428. Rome, FAO. 212 p. 2002.

- NEW, M. B. **History and global status of freshwater prawn farming.** In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (ed.) **Freshwater Prawn Farming: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*.** Oxford, Blackwell Science. p. 01-11. 2000.
- NEW, M.B. **Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the Giant River prawn (*Macrobrachium rosenbergii*).** *FAO Fisheries Technical Paper* (428). FAO, Rome. 212p. 2002.
- ODINETZ-COLLART, O. **La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins après la fermeture du barrage de Tucuruí.** *Rev. Hydrobiol. Trop.* 20 (2):131-144. 1987.
- ODINETZ-COLLART, O.; MOREIRA, L.C. **Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro).** *Amazoniana*, 12(3/4): 399-413. 1993.
- OLIVEIRA, W. de S. **Efeito da proporção sexual no comportamento reprodutivo do camarão-de-água-doce *Macrobrachium amazonicum* em cativeiro.** Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) Universidade Federal do Amazonas, Manaus, p. 25 – 29, 2010.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo.** Guaíba. Livraria e Editora Agropecuária, p. 13 – 20, 1998.
- PAIVA, M. P.; BARRETO, V. A. **Notas sobre a biologia do camarão “sossêgo” *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) Chave & Holthuis, 1948; numa pequena bacia potamográfica do nordeste brasileiro.** *Revista Brasileira de Biologia*, vol. 20 (2): 121-129, 1960.
- PAVANELLI, C. A. M. **Viabilidade Técnica e Econômica da Larvicultura do Camarão-da-Amazônia, *Macrobrachium Amazonicum*, em Diferentes Temperaturas.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, p. 12, 2010.
- PAYNE, A.I. **The ecology of Tropical Lakes and Rivers .** New York, John Wiley. 301p. 1986.
- PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. **A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água – uma revisão.** *Boletim do Instituto de Pesca*, volume 31(1): 81-88, 2005.
- PÉREZ, A. G.; ALSTON, D. E. **Comparisons of male and female morphotypes distribution of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in monoculture versus polyculture with Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*.** *Caribbean Journal of Science*, Mayaguez, v. 36, n. 3-4, p. 340-342, 2000.
- PETERSEN, R. L.. **Policultivo de tilápia + camarão marinho: uma realidade equatoriana em 2007.** *Panorama da Aqüicultura*. v.17, n.102, p.49 – 53. 2007.

- PIMENTEL, F. R. **TAXONOMIA DOS CAMARÕES DE ÁGUA DOCE (CRUSTACEA: DECAPODA: PALAEMONIDAE, EURYRHYNCHIDAE, SERGESTIDAE) DA AMAZÔNIA ORIENTAL: ESTADOS DO AMAPÁ E PARÁ.** Manaus. 68 e 71p. 2003.
- PORTO, L. A. C. **Estudo Morfológico em Populações do Complexo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) em Diferentes Bacias Hidrográficas Brasileiras.** Tese de Doutorado Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo. USP, São Paulo, SP. 151 p. 2004.
- RANA, K. J. 1997. **Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics. Supplement to the Programa of the world censos of africulture 2000.** FAO Statistics development Series, 5b. Roma, FAO 56p.
- RESENDE, E. K. de. **Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil.** Aquabrasil. Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa, vol.38 (esp.), p. 52-57, 2009.
- RODRIGUES, C. G. **Cultivo Multitrófico e Multiespacial do Camarão-da-Amazônia e Tilápia-do-Nilo, com e sem o uso de Substratos.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura) Universidade Estadual Paulista, São Paulo, p. 27, 2013.
- SAINT-PAUL, U. **Diurnal routine O₂ consumption at different O₂ concentrations by *Colossoma macropomum* and *Colossoma brachypomum* (Teleostei: Serrasalminidae).** *Comparative Biochemistry and Physiology.* v. 89A, p. 675 – 682, 1988.
- SANTOS, M.J.; VALENTI, W.C. **Production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, and freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, stocked at different densities in polyculture systems in Brazil.** *Journal of the World Aquaculture Society.* v. 33, p. 369 – 376. 2002.
- SANTOS, M.J.M. dos. **Policultivo de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) e Camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) em Sistema Semi-Intensivo de Produção.** Dissertação de Mestrado em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, p. 20 – 26, 2001.
- SEBRAE/RR (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Roraima). **Manual de conhecimento de tecnologias em gestão na piscicultura empresarial e cultivo do tambaqui em Roraima.** – Boa Vista: SEBRAE/RR, 52p, 2012.
- SILVA, A.M.D.; GOMES, L.C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* v. 42, n. 5, p. 733 – 740, 2007.
- SOUZA, B. E. de; STRINGUETTA, L. L.; BORDIGNON, A. C.; BOHNENBERGER, L.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Policultivo do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) com a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com rações peletizada e farelada.** Zootecnia. 30(1), pag 225 – 232, 2009.

- MISHRA, S.; RATH, S.C. **Environmental Implications of Aquaculture**. Aquaculture Asia, Tailândia, Vol. 4: 33-36. 1999.
- TIMMONS, M.B., EBELING, J.M., WEATHON, F.W., SUMMERFELT, S.T.; VINCI, B.J.. **Recirculating aquaculture system**. 2nd ed. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca. 769p. 2002.
- UDDIN, M. S., RAHMAN, S. M. S., AZIM, M. E., WAHAB, M. A., VERDEGEM, M. C. J.e VERRETH, J. A. J. **Effects of stocking density on production and economics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) polyculture in periphyton-based systems**. Aquaculture Research, 2007, 38, 1759-1769.
- VALENTI, W. C. A aquicultura Brasileira é sustentável? *Aqüicultura & Pesca*. 34(4): 36-44. 2008.
- VALENTI, W. C. **Cultivo de Camarões de água doce**. Viçosa, MG. CPT, Manual Técnico, 2005.
- VALENTI, W.C. **Aquicultura sustentável**. In: Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais. p.111-118, 2002.
- VALENTI, W.C. **Camarão de Água doce como Agronegócio**. In: ANAIS DO I CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, Vitória, SC, Brasil. *Anais...* Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2004.
- VALENTI, W.C. **Carcinicultura de água doce**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 1998.
- VALENTI, W.C. **Cultivo de Camarões de Água Doce**. São Paulo, Nobel, 82 p. 1985.
- VERGAMINI, F. G.; PILEGGI, L. G. & MANTELATTO, F. L. **Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae)**. *Contrib. Zool.* 80: 67-8. 2011.
- VETORELLI, M. P. **Viabilidade Técnica e Econômica da Larvicultura do Camarão-da-Amazônia, *Macrobrachium* Diferentes Densidades de Estocagem**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 90 p., 2004.
- VINATEA ARANA, L. **Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas**. 3 ed.. Florianópolis: Ed. da UFSC, 238p., 2010.
- WEDEMEYER, G.; YASUTAKE, W. **Prevention and treatment of nitrite toxicity in juvenile steelhead trout (*Salmo gairdneri*)**. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, n. 35, p. 822 – 827, 1978.
- WILLINER, V.; COLLINS, P. **Variacion espacio-temporal de la actividad del camaron dulceacuicola *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae)**. *Ecologia*, Austrália, v. 12 , n. 1, p. 3-10. 2002.

PORTO, W. S; AQUINO-PEREIRA, S. L.; LOVATO, L; SOUZA, K. F. de: RIBEIRO, S. **Frequência alimentar para alevinos de tambaqui com duas formas de administração da ração.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, 2014.

ZIMMERMANN, S. **Aquicultura de camarões de água doce: desenvolvimento e perspectivas no Estado do Rio Grande do Sul.** Logos, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 55-60, 1991.