



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ECOLOGIA AQUÁTICA
E PESCA

Programa de Pós-Graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



VICTÓRIA BEZERRA FONTES

**Ocorrência de Cistos de Microalgas
Poteroochromonas malhamensis em camarão
Amazônico *Macrobrachium amazonicum***

**Belém
Abril de 2017**

VICTÓRIA BEZERRA FONTES

**Ocorrência de Cistos de Microalgas
Poteroochromonas malhamensis em camarão
Amazônico *Macrobrachium amazonicum***

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, PPGEAP, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Araújo Abrunhosa
Co-orientador: Prof. Dr. Edilson Matos

**Belém
Abril de 2017**

Dados Internacionais de Catalogação- na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Ciências Biológicas - UFPA

Fontes, Victória Bezerra

Ocorrência de cistos de microalgas *Poteroochromonas malhamensis* em camarão amazônico *Macrobachium amazonicum* / Victória Bezerra Fontes; Orientador, Fernando Araújo Abrunhosa ; Co-orientador, Edilson Matos. - 2017.

61 p. : il.

Inclui bibliografia

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2017.

1. Crustáceo – Amazônia - contaminação. 2. Palemonídeo. 3. Alga de água doce – parasitos - Amazônia. 4. Estuários - Amazônia. I. Abrunhosa, Fernando Araújo, orientador. II. Matos, Edilson, co-orientador. III. Título.

CDD – 22 ed. 595.309811

VICTÓRIA BEZERRA FONTES

**Ocorrência de Cistos de Microalgas
Poterioochromonas malhamensis em camarão
Amazônico *Macrobrachium amazonicum***

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, PPGEAP, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

DATA DE AVALIAÇÃO: ___/___/___

CONCEITO: _____

Banca Examinadora. Belém, ABRIL de 2017:

Fernando Araújo Abrunhosa (Orientador e Presidente da Banca)
Instituto de Estudos Costeiros, UFPA.

Edilson Rodrigues Matos (Co-orientador)
UFPA

Cristiana Ramalho Maciel (Examinadora externa Titular)
Instituto de Estudos Costeiros, UFPA.

Jussara Moretto Martinelli-Lemos (Examinadora Interna Titular)
Instituto de Ciências Biológicas, UFPA

Rauquীরio A. A. Marinho da Costa (Examinador externo Titular)
Instituto de Estudos Costeiros, UFPA.

Belém
Abril de 2017

“O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece.” (Benjamin Disraeli)

Dedico este trabalho a minha mãe Ilza Fontes e ao meu pai Samuel Fontes que são minha inspiração para superar as adversidades e correr atrás dos meus sonhos.

Agradecimentos

Considerando esta dissertação como resultado de uma caminhada que não começou na UFPA, agradecer pode não ser tarefa fácil, nem justa. Para não correr o risco da injustiça, agradeço de antemão a Deus, por ser essencial em minha vida, meu melhor e mais fiel amigo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, à UFPA e ao CNPq pela concessão de bolsa.

Ao Professor Fernando Araújo Abrunhosa minha mais profunda gratidão pela orientação, amizade, apoio e paciência, e por esses dois anos de tão boa e produtiva convivência.

Ao professor Edilson Matos pela Co-orientação e auxílio na histologia do material. A todos os queridos do LPCA que tornaram meus dias de trabalho em Belém-Pa melhores, agradeço a paciência, dedicação e amor.

À Cristiana Maciel e Murilo Maciel meu sincero agradecimento por todo o auxílio e suporte em Biologia Molecular, por terem confiado no projeto até o fim e também por ceder seu melhor aluno Gabriel para acompanhar e ser parceiro em todo o processamento do DNA.

Aos queridos amigos que o PPGEAP gerou agradeço profundamente pela ajuda sempre motivacional, amizade que se consolidou nesses dois anos de convivência. As risadas tão boas com vocês fizeram o 'Processo' Mestrado se tornar mais doce. À Surama, Francielly, Claide, Nayara, Thayara, Naiara, Manoella e sua princesa Carol (pelos ataques de fofura), ao Nilson e Yuri.

À todos os meus queridos Fontes e em especial minha família (Ilza, Samuel, Victor), com quem sei que posso sempre contar, pelo amor incondicional, paciência, sabedoria e orações. Ao Ednelson, Welton e Karina; agradeço com todo meu coração por sempre me ajudarem e por serem tão especiais na minha vida.

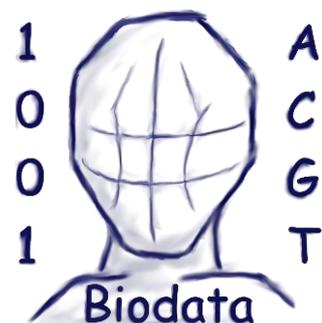
Ao meu amor Felipe Paixão agradeço de coração por ter me auxiliado das mais diferentes formas possíveis e imagináveis, por ter mais fé em mim que eu mesma e por me mostrar que algumas coisas podem ser mais belas e maiores que os nossos sonhos. Você é uma delas.

A todas as amigas que amo, meus sinceros agradecimentos, pelo abrigo, ajuda, momentos de descontração, apoio e companheirismo que foram tão importantes para mim em todos os momentos. À Adriana Xavier, Julya Mesquita, Julliany Lemos, Janaina Costa, Verediana Uchôa, Kamilla Maia, Akemy Kubota, Olivia Rodrigues. Sem vocês teria sido impossível, obrigada!

Apoio Financeiro e Logístico:



Programa de Pós-Graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	1
RESUMO	2
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO GERAL	5
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
SINOPSE SOBRE OS CAMARÕES DULCÍCOLAS	8
FAMÍLIA PALAEMONIDAE	9
<i>Macrobrachium amazonicum</i>	9
CARACTERIZAÇÃO DA PESCA DE CAMARÃO	12
CULTIVO DE CAMARÃO	15
A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE ORGANISMOS INVASORES DE ANIMAIS AQUÁTICOS	15
SINOPSE SOBRE AS ALGAS	17
GRUPO CHRYSOPHYTA (PASCHER 1914)	19
CLASSE SYNUROPHYCEAE (ANDERSEN, 1987)	21
<i>Poteroochromonas malhamensis</i>	22
FORMAÇÃO DE CISTOS POR MICROALGAS FLAGELADAS	23
JUSTIFICATIVA	24
2. OBJETIVOS	25
Geral	25
Específicos	26
HIPÓTESES	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
I. PONTOS DE COLETA	26
II. CAPTURA DOS INDIVÍDUOS.....	27
III. DISSECAÇÃO DOS ESPÉCIMES	29
IV. PROCESSAMENTO DO MATERIAL BIOLÓGICO.....	29
i. Microscopia de luz.....	29
ii. BIOLOGIA MOLECULAR.....	30
b. Análise de dados	32
4. RESULTADOS	33
5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÃO	44
7. BIBLIOGRAFIA	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo esquemático geral da morfometria de camarões. Detalhe para o segundo somito que caracteriza um camarão dulcícola. Adaptado de Bentes, 2011.

Figura 2: A) Exemplar de fêmea e macho do camarão *Macrobrachium amazonicum*, B) Exemplar de camarão *M. amazonicum* - coletado na região Norte do Brasil.

Figura 3: A e B Pescadores artesanais utilizando tarrafa e puçá para captura de camarão; C e D Pescadores artesanais a caminho da armadilha matapí usado para as coletas dos indivíduos nos dois locais, na região de Bragança e Belém – Pa. IMAGEM: Freire, 2007

Figura 4: Modelo esquemático de *Poteroochromonas* sp. com suas organelas a amostra. Retirado de: [HTTP://WWW.SINICEARASY.CZ/134/CHRYSOPHYCEAE](http://www.sinicearasy.cz/134/chrysophyceae).

Figura 5: Localização dos dois locais de trabalho em que estão marcados Ponto 1: Várzea do rio Guamá, Belém-Pa; Ponto 2: Furo do *Taicí*, Bragança-Pa.

Figura 6: Tarrafa e *matapí* usados para as coletas dos indivíduos nos dois locais. Figura A) Tarrafa; B) e C) *Matapí*. Utilizados durante o período seco e chuvoso entre os meses de março de 2015 a março de 2016, na região de Bragança e Belém – Pa.

Figura 7: Esquema do processamento laboratorial dos espécimes de camarão *M. amazonicum*. A) Aquários para manutenção dos camarões, B) Análise dos espécimes utilizando Microscópio e Lupa, C) Desidratação dos tecidos, D) Lâminas coradas, E) Visualização das lâminas e fotografia.

Figura 8: Esquema do processamento laboratorial das amostras de DNA dos cistos de *Poteroochromonas malhamensis* encontradas no camarão *M. amazonicum*. A) Análise das amostras utilizando lupa, B) Armazenamento dos cistos em álcool a 80%, C) Extração do DNA, D) Eletroforese, E) Visualização do DNA em Gel de

Agarose, F) Espectrofotômetro, G) Termociclador, H) Sequenciamento das amostras de DNA, I) Leitura das sequências.

Figura 9: Dados pluviométricos para a região de Belém e península de Bragança - município de Bragança – PA – entre os meses de abril de 2015 a março de 2016. Fonte: INMET 2017.

Figura 10: Numero de cistos de *Poteroiochromonas malhamensis* e frêquencia absoluta de ocorrência em camarão *M. amazonicum*, capturados na Várzea do rio Guamá, Belém-Pa e no estuário do rio Caeté, Bragança-Pa.

Figura 11. Árvore filogenética não enraizada construída no programa MEGA 6.0, obtido a partir de sequências do gene ribossomal 28S. Os valores são percentagens de bootstrap para 1000 pseudoréplicas, construída através do método de Máxima Verossimilhança.

Figura 12: Cistos de *P. malhamensis* na parte final da musculatura do intestino do camarão *M. amazonicum* (A, B, C, D, E) e cistos isolados do intestino do decápoda. Capturados durante o período seco e chuvoso entre os meses de março de 2015 a março de 2016, na região de Bragança e Belém – Pa.

Figura 13: A) Cisto de *P. malhamensis* estourado entre lâmina e lamínula e B) Cisto em corte e corado em HE retirado das amostras de camarão *M. amazonicum*. Capturados durante o período seco e chuvoso entre os meses de março de 2015 a março de 2016, na região de Bragança e Belém – Pa.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este manuscrito foi organizado em um único capítulo com a temática do mesmo apresentada a baixo:

Capítulo I: Intitulado Ocorrência de Cistos de Microalgas *Poteriochromonas malhamensis* em Camarão Amazônico *Macrobrachium amazonicum*. Apresenta um estudo do TEMA DA DISSERTAÇÃO em um ambiente costeiro estuarino e de várzea do estado do Pará (Amazônia brasileira). Neste pode-se contar com uma metodologia baseada em coletas mensais durante um ano, análises moleculares e de microscopia óptica e resultados referentes a estas análises. Além de agregar um levantamento bibliográfico de estudos anteriores que abordam aspectos fundamentais sobre o Camarão-da-amazônia como: Morfologia e ecologia, aspectos da pesca e cultivo e as principais doenças que podem acometer os crustáceos. Mais adiante temos este mesmo levantamento para as algas devido a espécie *Poteriochromonas malhamensis* ter sido observada encistada no camarão nativo da Amazônia.

RESUMO: O camarão palaemonídeo *Macrobrachium amazonicum* representa um importante recurso pesqueiro na Região Norte do Brasil, além de ser uma das espécies com expressivo potencial para aquicultura. Assim como em muitas outras espécies aquáticas, estes crustáceos estão sujeitos a diversos tipos de relações ecológicas interespecíficas, que podem trazer benefícios ou por outro lado, prejuízos implicando no comprometimento do estoque, a viabilidade ecológica, alterações de habitat, saúde do consumidor, como também a sua viabilidade para aquicultura. Entre estas interações bióticas pode-se destacar as microalgas que vivem em simbiose com outros organismos. Exemplos mais atuais, incluem as simbioses de algas com invertebrados, fungos, outras algas, vertebrados e com algumas espécies de plantas vasculares. Em recentes coletas de campo foi observado com frequência indivíduos de *M. amazonicum* apresentando cistos na porção terminal do abdômen exibindo similaridades com aqueles descritos nas infestações parasitárias por microsporídios. No sentido de elucidar este fato, coletas mensais, com matapís e tarrafas, foram realizadas no rio Caeté (Bragança/PA) e em uma região de várzea do rio Guamá (Belém/PA). Estas coletas transcorreram durante 12 meses, sempre na primeira maré vazante do dia e em um período de quatro horas. Os animais capturados foram necropsiados e analisados em estereomicroscópio e microscopia de luz. Também foram coletados fragmentos de órgãos parasitados e/ou cistos de microrganismos e processados para microscopia óptica e biologia molecular. Foram capturados 611 camarões, destes 46,97% dos indivíduos apresentavam cistos localizados no último segmento abdominal. Os resultados constataram que os camarões estavam sendo encistado por uma alga flagelada da espécie *Poterioochromonas malhamensis* não havendo, até o presente, registro de relação entre a microalga com camarão ou mesmo em outro crustáceo. Para outros organismos, há apenas um estudo no qual reporta uma relação simbiótica existente entre esta microalga e o cupim *Reticulitermes santonensis* no qual desempenha um papel na hidrólise da celulose. Os picos no número de cisto da microalga ocorreram no mês de novembro de 2015, período na região amazônica caracterizado por apresentar pouca chuva, apresentando significância estatística na relação Numero de cistos X Mês ($F= 2,042$; $P<0,05$), Período X Ocorrência de cistos ($F= 37,75$; $P<0,05$) e para Período X Quantidade de cistos ($F= 21,142$; $P<0,05$). Essas altas incidências podem estar relacionadas a má qualidade da água observadas nestes ambientes no período de baixa pluviosidade. Os cistos são arredondados de

coloração esbranquiçada, com paredes relativamente lisas e finas. Quando comprimidos entre lâmina e lamínula ou, corados com HE e submetidos a Microscopia de luz, é possível a visualização do organismo livre. Foi possível obter sequências com fragmento de 781 pares de base, com 100 % de cobertura quando comparadas com as amostras obtidas no NCBI. A análise de máxima verossimilhança alocou as espécies de Chrysofitas em dois grupos principais, fortemente apoiado por alto valor de bootstrap (100%). A sequência da alga crisofíceas identificada no camarão agrupou com as espécies reportadas para *P. malhamensis*, com 100% de apoio, que apresentaram entre 100 e 99.95% de semelhança nucleotídica. *P. stipitata* também apresentou proximidade com o agrupamento, exibindo uma similaridade de 99.9%.

Palavras-chave: Crustáceo, Palaemonideo, Várzea, Estuário, Amazônia.

**Occurrence of Microalgae Cyst *Poterioochromonas malhamensis* in
Amazonian shrimp *Macrobrachium amazonicum*.**

ABSTRACT: The palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* represents an important fishing resource in the Northern Region of Brazil, besides being one of the species with significant potential for aquaculture. As in many other aquatic species, these crustaceans are subject to various types of interspecific ecological interactions, which may bring benefits or, on the other hand, damages involving stock compromise, ecological viability, habitat alterations, consumer health, as well as their viability for aquaculture. Among these biotic interactions, we can highlight the microalgae that live in symbiosis with other organisms. More current examples include the symbioses of algae with invertebrates, fungi, other algae, vertebrates and some species of vascular plants. In recent field collections, individuals of *M. amazonicum* with cysts in the terminal portion of the abdomen were frequently observed, exhibiting similarities with those described in the microsporidial parasite infestation. In order to elucidate this fact, monthly collections, with matapis and cast nets, were carried out in the Caeté River (Bragança/PA) and in a lowland region (Varzea site) of the Guamá River (Belém/PA). These collections took 12 months, always in the first ebb tide of the day and in a period of four hours. The captured animals were necropsied and analyzed in stereomicroscope and light microscopy. Fragments of parasitized organs and/or microorganism cysts were also collected and processed for optical microscopy and molecular biology. A total of 611 shrimps were collected. Of these, 46.97% of the individuals had cysts located in the last abdominal segment. The results showed that the shrimps were being encysted by a flagellated seaweed of the species *Poterioochromonas malhamensis*, and there is no record of the relationship between the microalgae and shrimp or even another crustacean. For other organisms, there is only one study in which it reports a symbiotic relationship existing between this microalgae and the termite *Reticulitermes santonensis* in which it plays a role in the hydrolysis of cellulose. The peaks in the microalgae cyst number occurred in November 2015, a period in the Amazon region characterized by low rainfall, presenting statistical significance in the number of cysts vs Month ($F = 2,042$, $P < 0,05$), Period vs Occurrence of cysts ($F = 37.75$, $P < 0.05$) and for Period vs Number of cysts ($F = 21,142$; $P < 0,05$). These high incidences may be related to

poor water quality observed in these environments during the low rainfall period. The cysts are round, whitish in color, with relatively smooth and thin walls. When compressed between slide and coverslip, or stained with HE and subjected to light microscopy, it is possible to visualize the free organism. It was possible to obtain sequences with of 781 base pairs fragment, with 100% coverage when compared to the samples obtained in the NCBI. The maximum likelihood analysis allocated the Chrysofitas species in two main groups, strongly supported by high bootstrap value (100%). The sequence of the chrysophyceal algae identified in the shrimp grouped with the species reported for *P. malhamensis*, with 100% support, that presented between 100 and 99.95% of nucleotide similarity. *P. stipitata* also showed proximity to the cluster, exhibiting a similarity of 99.9%.

Key words: *Poteriochromonas*, Crustacean, Palaemonid, Lowland, Estuary, Amazon.

INTRODUÇÃO GERAL

A família Palaemonidae é um grupo muito diversificado de camarões da infraordem Caridea com cerca de 950 espécies (ANGER, 2013). Entre estas as espécies do gênero *Macrobrachium* (BATE, 1868) se destacam por possuir mais de 240 espécies atualmente conhecidas habitando regiões tropicais e subtropicais. Possuem por habitat principal áreas de água doce (DE GRAVE & FRANSEN, 2011).

Das espécies mais abundantes encontradas na região amazônica destaca-se o *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862), um palaemonídeo conhecido como camarão-da-amazônia nativo da região Norte do Brasil, com alto nível de ocorrência nas águas interiores (VERGAMINI et al, 2011). É endêmica do norte da América do Sul (ODINETZ COLLART, 1991a) e pode ser encontrada desde a Bacia do Orinoco até a Bacia do rio Paraguai (HOLTHUIS, 1952; VERGAMINI et al, 2011; PILEGGI et al, 2013).

O camarão-da-amazônia habita desde o estuário até regiões interiores; é comum encontrá-lo desde os grandes rios de água turva, rico em sedimentos e sais dissolvidos assim como, em rios de águas brancas da Bacia amazônica (MAGALHÃES, 2003) no qual, pode representar 80% da biomassa de macrocrustáceos dulcícolas (ODINETZ-COLLART, 1993).

No Brasil, *M. amazonicum* é a espécie que apresenta expressivo potencial para aquicultura por apresentar desenvolvimento e simples manutenção em cativeiro (MACIEL & VALENTI, 2014). Segundo Lobão e Rojas (1991), apesar desta espécie possuir um crescimento menor que o de outras do gênero, eles têm como características favoráveis ao cultivo não apresentar agressividade como aquelas encontradas em outras espécies como *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (LINNAEUS, 1758) além de possuírem maior resistência a doenças. Outra boa característica desta espécie, trata-se de possuir atividade reprodutiva contínua (SAMPAIO et al., 2007) no qual é intensificada nos períodos mais chuvosos (SILVA, 2005; 2002), porém fêmeas ovígeras são facilmente encontradas durante todo o ano, independente do período sazonal (SAMPAIO et al., 2007).

Apesar de todas essas vantagens citadas, os camarões-da-Amazônia, como em outros animais aquáticos, estão susceptíveis a diversos tipos de relações ecológicas interespecíficas (IWANOWICZ, 2011). Estas podem trazer por lado benefícios a espécie, contudo algumas podem refletir negativamente comprometendo o estoque, a viabilidade ecológica, causar alterações de habitat, saúde do consumidor, como também a sua viabilidade para aquicultura (IWANOWICZ, 2011). Estas relações podem ser de ordem harmônicas ou desarmônicas. Esta última, dependendo do grau podem trazer considerável impactos para as espécies aquáticas envolvidas (IWANOWICZ, 2011). Assim, a compreensão e as caracterizações das relações existentes entre diferentes organismos aquáticos podem ser consideradas importantes, não somente para o sucesso do cultivo ou para a pesca extrativista mas, aqueles relacionados as características sanitária de consumo dos indivíduos.

Tomando como exemplo as microalgas, apesar da maioria serem organismos livres, existem algumas que vivem em associação simbiótica com outros organismos no qual, incluem simbioses de algas com invertebrados, fungos, outras algas, vertebrados e com algumas espécies de plantas vasculares.

Entre os invertebrados, há 150 gêneros pertencentes a 8 filos conhecidos por possuírem relação de simbiose com algas (RAVEN 2001). Tarayre et al., (2014) demonstraram a relação de simbiose existente entre a microalga *Poteroochromonas* sp. e o cupim *Reticulitermes santonensis*, que ocorre devido os protistas desempenharem um papel na hidrólise da celulose e estarem associados às bactérias em simbioses complexas.

Recentes observações em camarões *M. amazonicum* coletados em águas costeiras amazônicas têm revelado uma grande incidência de animais contendo cistos no último segmento abdominal, exibindo similaridades com aqueles descritos nas infestações parasitárias por microsporídeo. Por outro lado, o encistamento poderia apresentar uma relação interespecífica com microalgas, que também tem sido reportada por produzir cisto. Assim, no presente estudo estes cistos presentes foram então investigados no intuito de elucidar tal ocorrência com a identificação da espécie através de aspectos morfológicos e de análises moleculares.

Ocorrência de Cistos de Microalgas *Poteriochromonas malhamensis* em camarão Amazônico *Macrobrachium amazonicum*

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SINOPSE SOBRE OS CAMARÕES DULCÍCOLAS

Na região Amazônica são registradas 63 espécies de crustáceos decápodes de água doce, 40 destas são caranguejos e 23 camarões. Estes pertencem às duas únicas famílias, Sergestidae e Palaemonidae e habitam os corpos de água da Bacia Amazônica (VIEIRA, 2006 a, b).

Diferentes dos camarões marinhos, as fêmeas dos palaemonídeos incubam ovos no abdômen até as larvas eclodirem (NEW, 2000). A grande maioria das espécies de água doce que despertam interesse comercial pertencem ao gênero *Macrobrachium* (VALENTI, 1989; 1998), que apresenta uma ampla distribuição no mundo (HOLTHUIS, 1952; GOMES-CORRÊA, 1977).

Os camarões têm o corpo dividido em duas regiões bem distintas que são o cefalotórax e o abdome. A maior parte possui um *rostro* proeminente com dentes dorsais para alguns gêneros, outros com dentes na região ventral, e ainda nas duas porções rostrais. Os olhos são pedunculados e no cefalotórax está localizado um par de antenas e antênulas, mandíbulas, maxilas e um par de maxílulas (D'INCAO, 1999) (Figura 1).

O cefalotórax possui em pares: três maxilípodas e cinco pereiópodas. Os primeiros somitos abdominais (primeiro ao quinto) apresentam apêndices (pleópodes) apropriados para a natação, o sexto somito encontra-se modificado em um par de urópodes, tendo o abdome um télson final. Nos machos, os endópodes do segundo pleópode são modificados em órgão tubular - o petasma, e nas fêmeas, os receptáculos seminais formam o téllico. Este órgão sexual altera de depressões abertas a par de bolsas, localizado próximo à base do quarto par de pereiópodas (D'INCAO, 1999) (Figura 1).

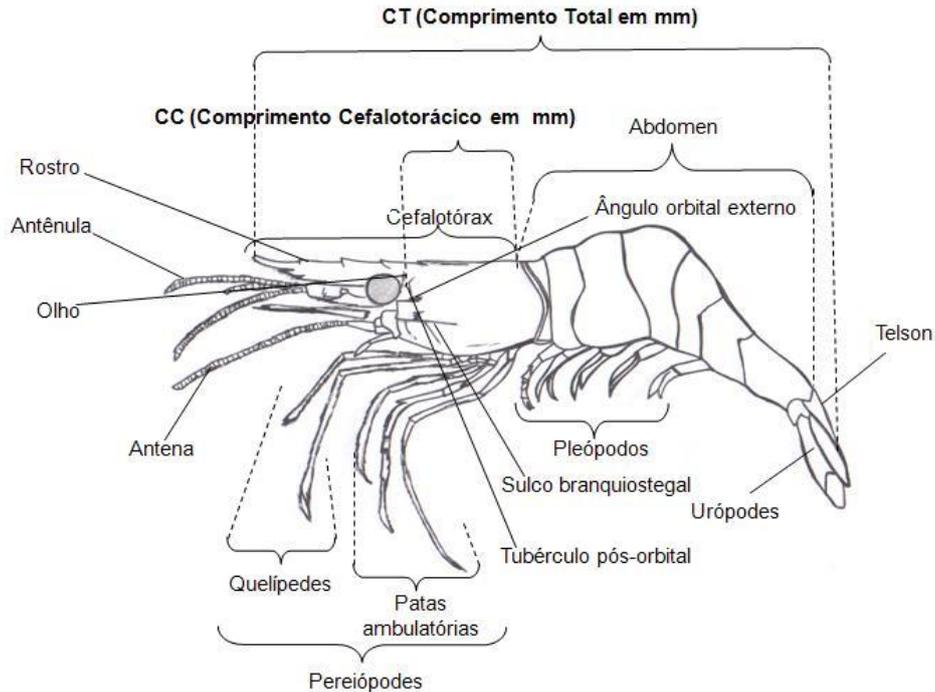


Figura 1: Modelo esquemático geral da morfometria de camarões. Detalhe para o segundo somito que caracteriza um camarão dulcícola (Adaptado de Bentes, 2011).

FAMÍLIA PALAEMONIDAE

A família Palaemonidae possui 137 gêneros e 967 espécies (AHYONG et al., 2011). Esta apresenta grande potencialidade para o cultivo (BUCKUP E BOND-BUCKUP, 1999), apresentando espécies do gênero *Macrobrachium* que se destacam, principalmente: *M. amazonicum* (DE MAN, 1879); por ser encontrado em alta abundância nos ambientes estuarinos, por constituir uma importante fonte de proteína para as populações locais e também por ser explorada comercialmente (FREIRE, 2012).

Macrobrachium amazonicum

O *M. amazonicum* conhecido popularmente por camarão-da-amazônia, possui distribuição da Venezuela à Argentina, no Equador e Peru (PILEGGI et al., 2013). Ocorrem em lagos, reservatórios, planícies aluviais e rios nas regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (MAGALHÃES, 2003).

Na região amazônica, este camarão habita desde o estuário até regiões bem interiores sendo bastante comum nos grandes rios de água turva, rico em sedimentos e sais dissolvidos como os rios de águas brancas da Bacia Amazônica no qual pode representar 80% da biomassa de macrocrustáceos (ODINETZ-COLLART, 1993).

O camarão-da-amazônia pode ser separado em dois grupos com relação a seu ambiente de habitação: as populações costeiras que ocorrem em rios de estuário e dependem de água salobra para completar seu ciclo de vida; e as populações continentais que habitam em rios, lagos e outros corpos d'água e que não possuem contato com o litoral ((MORAES-VALENTI E VALENTI, 2010).

As principais características da espécie são: rostro longo, ultrapassando a extremidade do escafocerito, margem superior provida de 9 a 12 dentes distribuídos irregularmente, com 7 ou 8 dentes proximais que formam uma crista basal sobre a órbita, a margem inferior é composta de 8 a 10 dentes; o telson é pontiagudo com espinhos curtos; sua coloração é transparente, quase incolor; os machos adultos são maiores que as fêmeas; o macho no segundo par de pleópodes possui uma estrutura alongada, chamada de *petasma*, esta é adjacente ao apêndice interno e é utilizada durante a cópula; as fêmeas têm o segundo par de quelípodes menor e com poucos espinhos (MELO, 2003a) (Figura 2).

Esta espécie apresenta importância econômica por ser utilizada como fonte alimentar, (MORAES-RIODADES E VALENTI, 2001; FREIRE E BENTES, 2008). Além disto, vem demonstrando potencial para a aquicultura, por possuir características propícias para esta atividade como: pode ser estocada com altas densidades em tanques de cultivo, onde a produtividade, segundo Vetorelli (2004; 2008) pode alcançar até 70 pós-larvas/L, na fase larval apresenta uma alta taxa de sobrevivência e um período de cultivo curto (MACIEL e VALENTI, 2009), é detentora de grande capacidade de adaptação e de estratégias de reprodução (FRANA et al., 2003).

É uma espécie abundante, de bom potencial pesqueiro e para aquicultura, habita as áreas marginais de regiões alagadas pouco profundas, é capaz de resistir durante um longo período a situações adversas do meio

ambiente como aumento da temperatura, redução do oxigênio e altos teores de salinidade (MACIEL E VALENTE, 2014). Esta espécie é largamente explorada pela pesca artesanal no estado do Pará e Amapá, onde há um mercado significativo (MORAES-RIODADES, 2001).

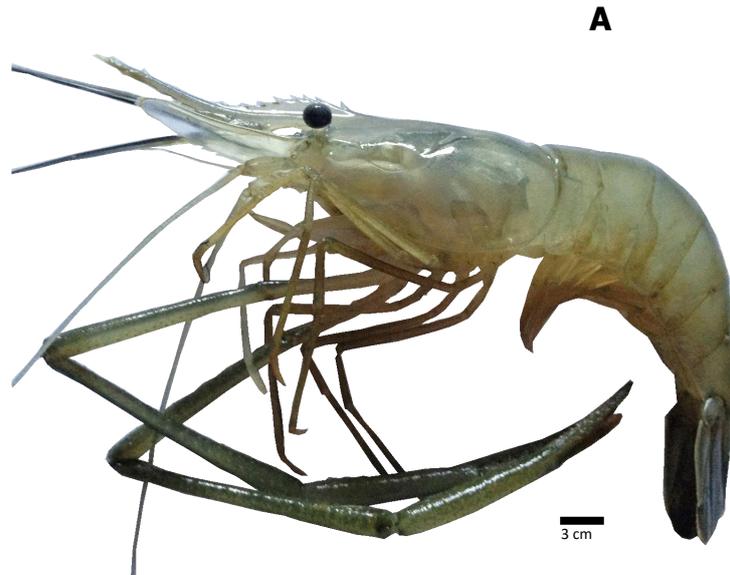


Figura 2: A) Exemplar macho do camarão *Macrobrachium amazonicum*, coletado na região Norte do Brasil. Fonte: Aquadata.

CARACTERIZAÇÃO DA PESCA DE CAMARÃO

Em se tratando de pesca global, são capturados anualmente aproximadamente 3,4 milhões de toneladas de camarões, o que faz deste recurso, considerando apenas valores, a categoria pesqueira mais importante comercializada mundialmente (GILLETT, 2008; FAO, 2009). Já no ano de 2010 a produção passou de 470.000 t para camarões de água doce (FAO, 2010).

Na região Amazônica o desembarque de camarões provém de duas frotas de embarcações diferentes: a frota industrial e a pesca artesanal (BARTHEM et al., 1987). A pesca artesanal na Amazônia brasileira particularmente tem revelado expressiva contribuição ao fornecer alimento à população local e paralelamente na geração de renda, através da comercialização do pescado nos mercados dos centros urbanos regionais (ISAAC et al., 1996).

A pesca artesanal tem propriedades bastante variadas, no que diz respeito ao comprimento de embarcação, capacidade de carga, pesqueiros onde operam e estoques que exploram. Esta modalidade é exercida por pescadores que possuem embarcações com casco de madeira e têm caixa de

gelo adaptada para resfriar e conservar o pescado. São donos de tecnologia simples, com a produção voltada para a subsistência e/ou mercado (ESPÍRITO SANTO, 2002).

Segundo Aragão et al., (2001) a pesca de pequena escala acontece em baías, estuários e águas rasas (Figura 3), todavia, informações com maior riqueza de detalhes sobre esta atividade não estão disponíveis na literatura especializada e não existem estatísticas sobre os desembarques.

O camarão-da-amazônia é um importante recurso para a pesca artesanal e o mesmo pode ser capturado de várias maneiras no estado do Pará (Figura 3). Contudo, é difundida a utilização de armadilhas conhecidas como “matapis”. O mesmo é confeccionado com varetas finas de talas das palmeiras “juba” (*Astrocaryum* spp. e *Atrix* spp.) ou “jupati” (*Raphia vinifer*), amarradas com cipó, formando uma estrutura cilíndrica, fechada em cada extremidade em forma de funil. A isca utilizada para atrair o camarão é o fruto da palmeira “babaçu” (*Orbignya speciosa*), comercializada na forma de farinha nos mercados regionais (AZEVEDO, 2004).



Figura 3: A e B Pescadores artesanais utilizando tarrafa e puçá para captura de camarão; C e D Pescadores artesanais a caminho da armadilha matapí usado para as coletas dos indivíduos nos dois locais, na região de Bragança e Belém – Pa. IMAGEM: Freire, 2007

Não existem dados específicos de produção de *M. amazonicum* oriundo das áreas no entorno da cidade de Belém e ilhas adjacentes. Entretanto, em pescarias experimentais realizadas no Baixo Tocantins, o rendimento obtido foi em média de 100g/matapi/noite, tanto à jusante quanto à montante da barragem da UHE de Tucuruí/PA (ODINETZ COLLART e MOREIRA, 1993). Contudo, segundo estes autores, as capturas máximas da pesca do camarão-da-amazônia são registradas na região de Cametá/PA em que se atinge um rendimento de cerca de 280 a 350 g/matapi/noite.

CULTIVO DE CAMARÃO

Foi registrado por Porto (1998) que em todo o Brasil ocorrem 19 espécies de *Macrobrachium* (das 33 que ocorrem no continente americano), das quais três, o *M. amazonicum* (camarão-da-amazônia, regional, cascudo ou canela), e os camarões-pitús – *M. acanthurus* e *M. carcinus*, apresentam importante interesse comercial e são indicadas para o cultivo por apresentarem fácil manutenção, alta fecundidade, rápido crescimento e rusticidade (VALENTI, 1985; VALENTI et al., 1986).

A espécie *M. amazonicum* possui características favoráveis para esta atividade como, pode ser estocada com altas densidades em tanques de cultivo, onde a produtividade, segundo Vetorelli (2004; 2008) pode alcançar até 70 pós-larvas/L, na fase larval apresenta uma alta taxa de sobrevivência e um período de cultivo curto (MACIEL e VALENTI, 2009), é detentora de grande capacidade de adaptação e de estratégias de reprodução (FRANA et al., 2003).

A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE ORGANISMOS INVASORES DE ANIMAIS AQUÁTICOS

A transmissão de doenças pode ocorrer de forma variada entre os organismos aquáticos e devido este ambiente, ser de certo modo bastante homogêneo, facilita a propagação e distribuição desses agentes (KUBTIZA & KUBTIZA, 2004; KLEIN et al., 2004).

Alguns organismos invasores são responsáveis por reduzir o tamanho do hospedeiro e a sobrevivência do mesmo, de forma direta ou indiretamente. O efeito direto, como debilidade do hospedeiro, pode ocasionar consequências indiretas, dentre elas, aumentar a vulnerabilidade a predadores e diminuição da resistência à pressão do ambiente (EIRAS, 2004), podendo facilitar o aparecimento de infecções secundárias, por fungos e bactérias (THATCHER, 2006).

Dentre os organismos invasores dos animais aquáticos, encontram-se espécies dos reinos Animalia, Fungi e Protista, contribuindo com grande parte dos microorganismos causadores de doenças em organismos aquáticos de alto valor comercial.

Apesar das algas pertencerem ao Reino Protista e estarem presentes tanto nos ambientes marinhos quanto de água doce, não há registros destas infectando ou como causadoras de danos intramuscular em animais aquáticos. Contudo, é conhecido que as mesmas possuem toxinas que podem ser acumuladas em moluscos ou crustáceos (GEOHAB, 2001). Apesar disto, não há relatos da ocorrência de microalgas invadindo o tecido desses animais, apenas sobre o compartilhamento do mesmo ambiente gerando danos por algumas serem nocivas.

Tarayere et al., (2014) reportaram a ocorrência da microalga *Poteroochroomonas* sp. no trato digestivo do cupim *Reticulitermes santonensis*, e afirmam que este evento se dá como uma relação de simbiose, em que a alga quando em condição ambiental desvantajosa, encista e no trato digestivo do cupim metaboliza a glicose; esta compõe a celulose, ingerida por *R. santonensis*. Outra explicação pode ser que *Poteroochroomonas* sp. utiliza glucose resultante da hidrólise da celulose pela microflora celulolítica.

As algas Crysofitas são conhecidas por produzirem toxinas (REICH E SPIEGELSTEIN, 1964; SPIEGELSTEIN et al., 1967; HALEVY E AVIVI, 1968). As toxinas das mesmas foram descritas como substâncias polares solúveis em água (HALEVY et al., 1971; HANSEN, 1973), mas não foram completamente caracterizadas. Elas demonstram inibir o crescimento bacteriano (HANSEN, 1973), lisar eritrócitos de mamíferos (SPIEGELSTEIN et al., 1969; HALEVY et al., 1971, MAGAZANIK E HALEVY, 1973) e possuir atividade ictiotóxica

(REICH e SPIEGELSTEIN, 1964; SPIEGELSTEIN et al., 1969; HALEVY et al., 1971; MAGAZANIK E HALEVY, 1973). Tais podem ser excretadas pelas células e têm sido estudadas por afetar negativamente os organismos aquáticos, mesmo que as células não sejam ingeridas (HALEVY et al., 1971; BOXHORN et al., 1998).

SINOPSE SOBRE AS ALGAS

As algas compõem um grupo de seres vivos aquáticos amplamente diversificado. Possuem 9 divisões de organismos eucarióticos e 2 divisões de procarióticos, são seres relativamente bem adaptados podendo ser encontradas em praticamente todos os tipos de habitats da Biosfera: água doce, salgada, gelo, solos, rochas e cascas de árvores. Ocorrem em ambientes extremos como regiões polares e desérticas, isso se deve ao fato delas possuírem eficientes adaptações morfo-fisiológicas. Em geral as algas planctônicas são hábeis em utilizar a energia luminosa e os nutrientes dissolvidos (RAVEN et al., 2001).

Possuem extrema importância ao fato de representarem o primeiro elo da cadeia alimentar aquática (FALKOVISKI & RAVEN, 1997). Por não terem tecidos vasculares e o talo não se diferenciar em raiz, caule ou folhas, deixaram de ser classificadas como um sub-reino primitivo no reino das plantas (HUTCHINSON, 1961).

Elas possuem reprodução assexuada e sexuada. Na primeira podem ocorrer divisão binária, fragmentação e zoosporia e na reprodução sexuada pode ser por fusão celular em algas unicelulares, conjugação de algas filamentosas e alternância de gerações vegetativa por autósporos ou zoósporos.

Ainda, as algas podem ser microscópicas ou macroscópicas, apresentam uma grande diversidade de formas, deste modo podem ser visualizadas em formas unicelulares, coloniais, pluricelulares e cenocíticas. Podem ser suspensas (planctônicas), fixas (perifíticas) ou no fundo (bentônicas) (RAVEN et al., 2001).

A maioria dos organismos que compõe as algas têm por especialidade a capacidade de sintetizar energia luminosa em matéria orgânica e apesar dos organismos fitoplanctônicos representarem apenas 1% da biomassa capaz de realizar fotossíntese no planeta, elas são responsáveis por 48% da produção primária anual da terra (FIELD et al., 1998).

Devido a presença de clorofila algumas exibem coloração verde, entretanto, segundo Baldauf (2008), sucessivos eventos de endossimbiose deram origem a outros tipos de algas com cor vermelha ou marrom devido à presença de outros pigmentos como xantofilas, além da clorofila, os quais mascaram a coloração verde. Além disto, algumas algas possuem capacidade de nutrição heterotrófica ou mixotrófica (MADIGAN, MARTINKO, PARKER, 2004).

Embora sejam organismos livres, existem algas que vivem em associação simbiótica com outros organismos, os exemplos mais atuais, segundo Raven (2001), incluem simbioses de algas com invertebrados, fungos, outras algas, vertebrados e com algumas espécies de plantas vasculares. Entre os invertebrados, Raven cita que há 150 gêneros pertencentes a 8 filos conhecidos por possuírem relação de simbiose com algas.

As algas estão distribuídas em seis grandes grupos: Clorophytas (algas verdes), Rodophyta (algas vermelhas), Phaeophyta (algas pardas), Dinoflagellata (dinoflagelados), Euglenophyta (euglenóides) e Crysophyta (algas marrom-douradas e diatomáceas) (BICUDO E MENEZES, 2006).

É crescente o interesse no estudo desses organismos devido a possibilidade da aplicação comercial em distintas áreas como na nutrição, na saúde humana e animal, no tratamento de águas residuais, na produção de energia e na obtenção de compostos de interesse das indústrias alimentar, química e farmacêutica, dentre outras (BRUNO, 2001; GROBBELAAR, 2004; RICHMOND, 2004). Além disto, possuem grande importância junto ao ambiente em que habitam por encontrarem-se na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos. Contudo também existem algas que podem causar danos ao ambiente por serem nocivas por produzirem toxinas ou por causar impactos negativos ao ecossistema. Sournia et al (1991) estimaram em 5.000 as espécies que constituem o fitoplâncton, das quais aproximadamente 300

podem ocorrer em grandes densidades na água do mar. Entre as 5.000, aproximadamente 40 espécies produzem toxinas (HALLEGRAEFF, 1998).

FILO CHRYSOPHYTA (PASCHER 1914)

As algas Chrysophyceae heterotróficas e mixotróficas possuem grande diversidade em ambientes continentais e marinhos, são praticamente todas são microscópicas, solitários ou coloniais.

Estes organismos possuem estruturas de sílica específicas de espécies, que são formadas em vesículas de deposição de sílica derivadas do aparelho de Golgi e classificadas em duas classes intimamente relacionadas: Chrysophyceae e Synurophyceae (ANDERSEN, 2007).

Alguns estudos moleculares anteriores encontraram uma relação parafilética para Chrysophyceae e Synurophyceae (EG LAVAU et al., 1997; CARON et al., 1996), no entanto Andersen (2007) mostra que pode haver suporte molecular, embora fraco, para separar as duas classes.

Células típicas de crisófitos contêm um núcleo, flagelos, vacúolos contrácteis, complexo de Golgi, cloroplastos, mitocôndrias e vesículas de crisolaminarina (GIBBS, 1981) (Figura 3). Apesar de haver uma série de diferenças entre as duas classes, ambas compartilham um único caráter morfológico, um cisto de silício que tem um poro especial, selado com um tampão (ANDERSEN et al., 1999).

O tema da reprodução sexual é raramente levantado para os crisófitos (WAWRIK, 1960; 1970; 1972; SANDGREN & FLANAGIN, 1986). Portanto, estágios haplóides e diplóides do mesmo organismo ou dimorfismo masculino e feminino também podem causar problemas.

Acredita-se geralmente que a reprodução sexual é necessária para produzir cistos, contudo, quando as células são isoladas individualmente não há produção de cistos (SANDGREN, 1980; 1989; SANDGREN E FLANAGIN, 1986).

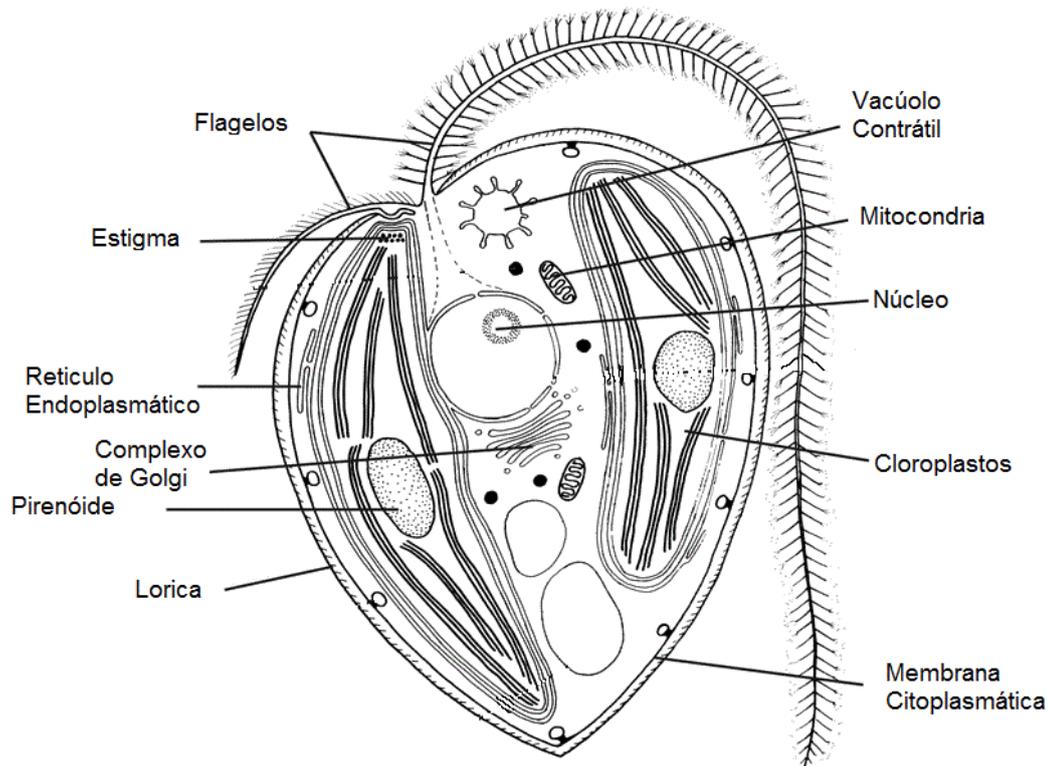
Com o avanço da tecnologia, o uso de microscopia eletrônica, juntamente com estudos da composição de pigmentos fotossintéticos e estudos

comparando sequências moleculares provocaram uma revolução na classificação biológica desse grupo (ANDERSEN, 2007).

A partir do uso de novas técnicas para identificação, novas classes foram surgindo fragmentando as que já existiam ou tornando mais confusa o entendimento delas, como é o caso da separação das classes Chrysophyceae e Synurophyceae em que as classificações tradicionais baseadas na morfologia microscópica leve são contraditórias com as análises filogenéticas moleculares, em que para a primeira, é nítida essa separação contudo os resultados filogenéticos mostram um suporte fraco para a separação das duas classes (ANDERSEN, 2007).

Desde a década de 1960, as Chrysophytas são estudadas, os gêneros *Poteriochromonas* e *Ochromonas* foram conhecidas ou suspeitas por produzirem toxinas (REICH & SPIEGELSTEIN, 1964; SPIEGELSTEIN et al., 1967; HALEVY & AVIVI, 1968). A toxicidade foi demonstrada para várias espécies como, *Ochromonas danica*, *O. minuta*, *O. sociabilis* e outras *Ochromonas* spp. e de *Poteriochromonas malhamensis* (LEEPER & PORTER, 1995; BOXHORN et al., 1998).

As toxinas foram descritas como substâncias polares solúveis em água (HALEVY et al., 1971; HANSEN, 1973), mas não foram completamente caracterizadas. Estas toxinas, após serem extraídas têm demonstrado inibir o crescimento bacteriano (HANSEN, 1973), e possuir atividade ictiotóxica (MAGAZANIK e HALEVY, 1973). Elas são excretadas pelas células e podem afetar negativamente os organismos aquáticos, mesmo que as células não sejam ingeridas (HALEVY et al., 1971; BOXHORN et al., 1998). Apenas poucos estudos, no entanto, examinaram os efeitos destas no zooplâncton (LEEPER & PORTER, 1995).



Chrysophyceae - stavba buňky. © Markéta Krautová

Figura 4: Modelo esquemático de *Poteroochromonas* sp. com suas organelas a amostra. Adaptado de: <http://www.sinicearasy.cz/134/Chrysophyceae>

CLASSE SYNUROPHYCEAE (ANDERSEN, 1987)

As Synurophyceae pertencem ao Reino Eukaryota e estão inseridas no sub reino Stramenopiles (Heterokonta) (REVIERS, 2003). Elas possuem cloroplastos com lamelas formadas por três tilacóides adulterados, os quais, por sua vez, estão rodeados por uma lamela de cinturão tipo saco (DODGE, 1973).

Os pigmentos de cloroplasto geralmente incluem a clorofila a e c, bem como uma ampla gama de carotenos e xantofilas (ANDERSEN E MULKEY, 1983; JEFFREY E VESK, 1997). O produto de armazenamento celular típico é um glucano ligado a beta (laminarina, crisolaminarina) (ARCHIBALD et al., 2002). As células de natação geralmente têm um flagelo peludo e imaturo e um segundo aglomerado liso (LEADBEATER, 1989). Ocorrem em vários estágios de vida (por exemplo, aglomerado, capsóide, cocóide) para uma única espécie

(LEADBEATER, 1989); além disso de acordo com o genoma nuclear, este grupo está filogeneticamente relacionado com os pseudofungos.

Poterioochromonas malhamensis

As algas flageladas *P. malhamensis* são importantes componentes do plâncton na ecologia de ambientes aquáticos, podendo ocorrer em ambientes de água doce, salobro, marinho e no solo. São mixotróficos e apesar de possuir características fotossintetizantes a espécie cresce muito mais rapidamente quando se alimenta de bactérias, com taxas de ingestão e crescimento comparáveis a protozoários estritamente heterotróficos (CARON et al., 1996; BOXHORN; HOLEN e BORAAS, 1998). Podem se alimentar de partículas orgânicas, bactérias e certas espécies de algas verdes, cianobactérias e diatomáceas (DALE, 1983; ZHANG, 2008; BOXHORN, HOLEN e BORAAS, 1998, KRISTIANSEN, 2001).

A reprodução dessas algas é assexuada por divisão celular durante o estágio móvel ou palmelóide. É um organismo unicelular, livre-natante, célula nua e esférica, cilíndrica ou fusiforme, algumas vezes metabólica e possui operiplasto liso. Ocorrem um ou dois cromoplastídios, pirenoide presente ou não, um a quatro vácuolos contráteis apicais. O estigma pode estar presente associado a região basal do flagelo reduzido (HOLEN e BORAAS, 1998).

Raven (2001) considera a situação taxonômica das *Poterioochromonas* confusa devido a carapaça desta por vezes estar presente e por vezes ausente. Ela tem um tamanho de 2 a 30 μm com um flagelo comprido e um flagelo curto, este último é protegido por uma carapaça quitinosa no final um ou dois cloroplastos e, ocasionalmente, um estigma (ANDERSEN et al., 1992).

Embora possuir considerada importância biológica, a sua história de vida ainda é pouco compreendida, para se dimensionar a importância do gênero, em pesquisa nas bases digitais *Web of science*, *Science direct*, *Highware press* e *Cambridge Journal Online* (utilizando como palavra-chave o nome da espécie), foram encontrados 147 registros envolvendo de forma direta as espécies de *Poterioochromonas*.

Apesar disto é conhecido por diversos autores a importância de algumas microalgas pertencente a esta linhagem, alguns descrevem a ocorrência de toxinas com capacidade de causar danos ao ambiente e aos animais (REICH E SPIEGELSTEIN, 1964; SPIEGELSTEIN et al., 1967; HALEVY & AVIVI, 1968). Além disto, á relatos da mesma em uma relação de simbiose com uma espécie de cupim (TARAYRE et al., 2014). Devido ao seu pequeno tamanho e alta taxa metabólica, eles também podem ser importantes na regeneração de nutrientes (ROTHHAUPT, 1997). Existe ocorrência de dados a respeito de formação de cistos de resistências por esta espécie (ANDERSEN, 1986; ANDERSEN et al., 1987; ANDERSEN, 1989; ZHANG, HU, HONG E YANG, 2008).

FORMAÇÃO DE CISTOS POR MICROALGAS FLAGELADAS

Formar cistos de resistência é bastante comum para algas flagelada (MATSUOKA & FUKUYO, 1987). Geralmente, o aumento de populações dessas microalgas ocorre por reprodução assexuada, contudo quando em condições desfavoráveis, há uma transição para a reprodução sexuada, formando novos indivíduos em um ambiente hostil, o que induzirá a formação de cisto de resistência (ANDERSON, 1980).

Devido a sua forma maciça e por ser constituído de sílica, o cisto recém-formado tende a afundar e portanto passa a fazer parte da fauna bentônica do ambiente, permanecendo por um período no sedimento. Este período é principalmente caracterizado pela ausência de crescimento (MATSUOKA & FUKUYO, 1987).

A duração do período do encistamento é importante para a determinação da época em que as florações podem acontecer no ambiente, assim quando se tem um curto período de vida do cisto será possível a ocorrência de várias florações durante o ano (ANDERSON, 1998).

O cisto quando no sedimento, se desloca no ambiente aquático com comportamento similar a uma partícula de silte ou argila (MATSUOKA & FUKUYO, 1987). Zonas de acumulação podem surgir devido as características do ambiente, estas áreas são conhecidas por "leitos de cistos", que são

normalmente lugares que possuem como característica sedimentos finos do tipo argila (ANDERSON et al., 1995).

Os cistos em geral possuem principalmente a função de manutenção da carga genética da população através da meiose, proteger o organismo contra os fatores ambientais adversos, colonização no ambiente, e a dispersão das espécies através de correntes (DALE, 1983). Além disto, eles podem operar como um reservatório da espécie no ambiente (STEIDINGER & BADEN, 1984, ANDERSON, 1997).

JUSTIFICATIVA

A fauna decápode é abundante e típica nos ecossistemas fluviais do estado do Pará, para tanto, estudos voltados para a organização e sanidade desses organismos, é de fundamental importância, pois devido ao grande número de variáveis existentes no meio aquático, quando alterados além dos limites aceitáveis, de origem natural ou por ação antrópica; podem predispor os organismos aquáticos a agentes invasores, que podem provocar enfermidades (GENOVEZ et al., 2008).

Os impactos ocasionados por organismos invasores podem ser socioeconômico, sanitário e ecológico, manifestando-se de forma direta ou indireta, através da redução no tamanho do animal com a diminuição da conversão alimentar, “castração” parasitária e consequente redução dos estoques pesqueiros (PAVANELLI, EIRAS & TAKEMOTO, 2002).

O conhecimento da fauna invasora dos crustáceos é de grande interesse, pelo que representa para a saúde pública, uma vez que podem ser portadores de zoonoses.

Tendo em vista o potencial dos camarões tanto na atividade camaroneira principalmente para o estado do Pará assim como para a carcinicultura, levando em consideração as características deste no que se refere a alto potencial hídrico, território com uma área com cerca de 34,5% da Bacia Amazônica, excepcionais condições climáticas, grande quantidade de espécies nativas. Deste modo, pode-se afirmar que estudos que visam

caracterizar o perfil invasor da carcinofauna, provenientes do Nordeste Paraense, são fundamentais não somente para controlar a disseminação de organismos indesejados que geram desequilíbrio nos ecossistemas aquáticos e que podem provocar grandes prejuízos econômicos para a Aquicultura, mas viabilizar a real importância para consumo humano e potencial de cultivo.

Pesquisas sobre a organismos invasores do camarão *M. amazonicum*, em ambientes de várzea e estuarino, são importantes para o estabelecimento de bancos de dados, e também são ferramentas que vêm auxiliar na criação de métodos e diretrizes que servirão como embasamento para um futuro gerenciamento do uso desse recurso natural, considerando a relação dependente das populações ribeirinhas a esse recurso, bem como, delimitando um possível manejo sanitário eficiente.

Desta forma é importante a realização de estudos que caracterizem o perfil desses organismos que possuem relação ecológica com o camarão *M. amazonicum*, a fim de verificar e conter a disseminação de organismos que possam vir a gerar desequilíbrio nos ecossistemas aquáticos.

Além disto, o conhecimento da ocorrência de crisófitos é útil para o monitoramento do estado e mudanças de qualidade dos corpos de água. Portanto, este estudo irá descrever os aspectos morfológicos e moleculares da alga *Poteroiochromonas malhamensis* pertencente a Classe Synurophyceae registrados no camarão *M. amazonicum*, contribuindo para o conhecimento do estado sanitário da carcinofauna amazônica.

2. OBJETIVOS

Geral

Identificar os cistos observados no camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* na região norte do Brasil.

Específicos

- Identificar os órgãos do hospedeiro mais frequentemente encistados;
- Determinar a prevalência do cisto em relação a idade e sexo;
- Verificar a sazonalidade de ocorrência de encistamento;
- Realizar a caracterização molecular da espécie encistante.

HIPÓTESES

_H₁: A sazonalidade influencia a incidência da espécie encistante no camarão *M. amazonicum*.

_H₀: A sazonalidade não influencia a incidência da espécie encistante no camarão *M. amazonicum*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

I. PONTOS DE COLETA

A área de estudo foi dividida em duas regiões distintas, uma de estuário localizado na península de Bragança, no estuário do rio Caeté, Bragança, Pará; e a outra na várzea do rio Guamá na cidade de Belém, Pará. Os locais incluídos no desenho amostral respondem a um gradiente de exposição ao mar, denotando a conformação de ambientes heterogêneos.

Furo do Taici - Bragança: 0° 58' 08.48" S e 46° 44' 15.74" O, localiza-se na parte próxima ao continente, possui influência de água doce, com salinidade média anual de 13,6; apresentando-se como ambiente pouco salino com baixo tráfego de embarcações e sem moradores no entorno - baixa interferência antrópica (PINHEIRO, 2011) (Figura 5).

Várzea Belém: 1° 27' 23.9" S e 48° 25' 50.1" O, encontra-se junto ao continente, possui maior influência de água doce sem ocorrência de salinidade; possui influência do rio Guamá. É um ambiente com alto tráfego de

embarcações com moradores no entorno - alta interferência antrópica (Figura 5).

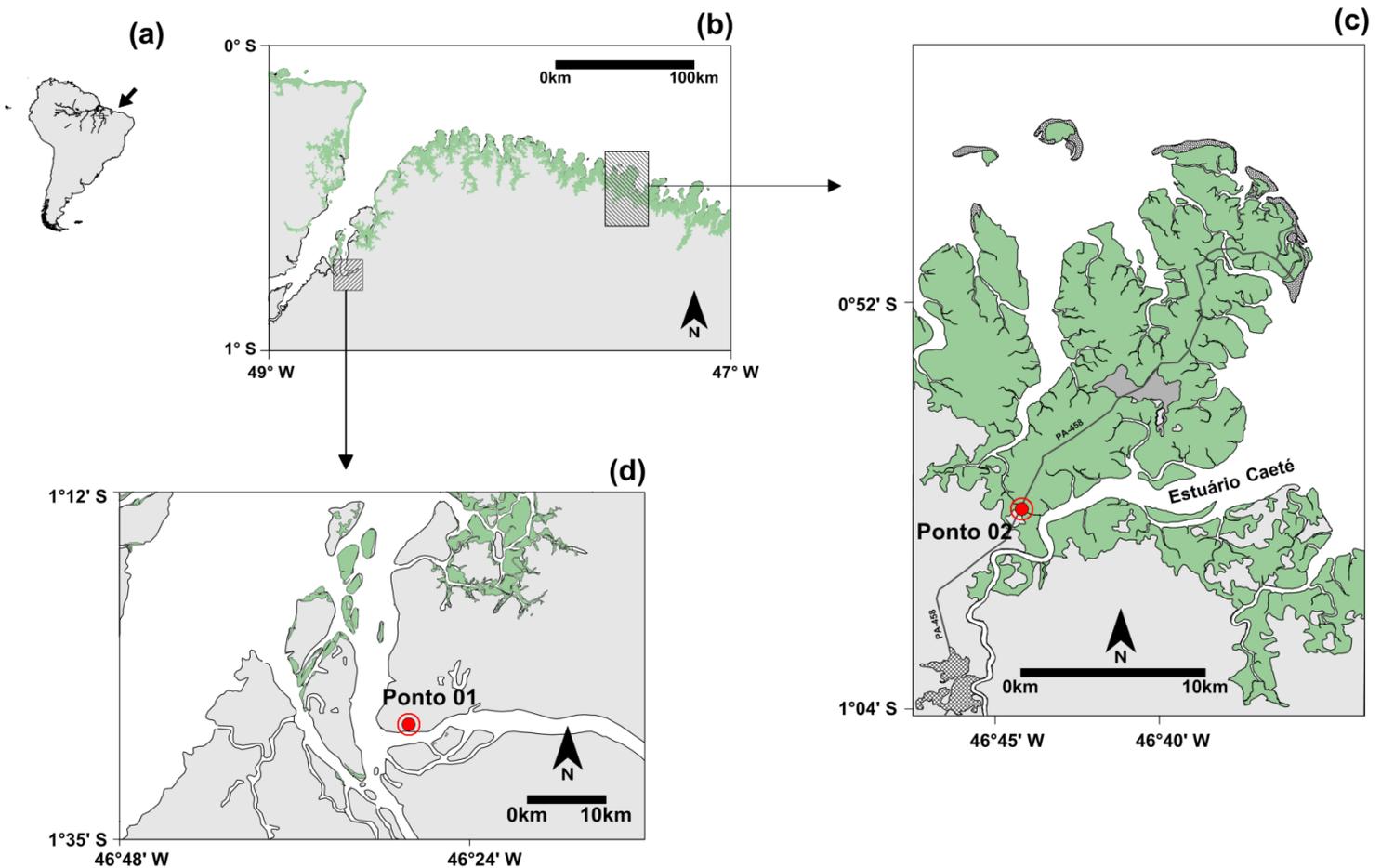


Figura 5: Localização dos dois locais de trabalho em que estão marcados Ponto 1: Várzea do rio Guamá, Belém-Pa; Ponto 2: Furo do Taicí, Bragança-Pa.

II. CAPTURA DOS INDIVÍDUOS

Os exemplares foram coletados mensalmente desde março de 2015 até março de 2016, para o Ponto 1 e de julho de 2015 à março de 2016 para o ponto 2. Esta diferença nas datas, se deu por ter-se notado a possibilidade de ocorrência de exemplares de camarão com presença de cistos em pontos distintos. Nos dois locais, efetuou-se a coleta na primeira maré vazante do dia, em um período de quatro horas. Todos os procedimentos experimentais deste

trabalho encontram-se aprovados pelo Comitê de Ética (CEUA - UFRA 013/2014), Docente/Responsável: Prof. Dr. Edilson Rodrigues Matos.

Realizou-se as coletas biológicas com o auxílio de apetrechos de pesca do tipo matapí e tarrafa (figura 6). A isca utilizada para a pesca foi à farinha de “babaçu” (*Orbignyas peciosa*) comumente utilizada pelos pescadores que atuam na Baía do Guajará – Belém. A tarrafa possui malha 12 mm, fio de nylon com 0.25 mm, altura 2,20 m e roda 15 m.

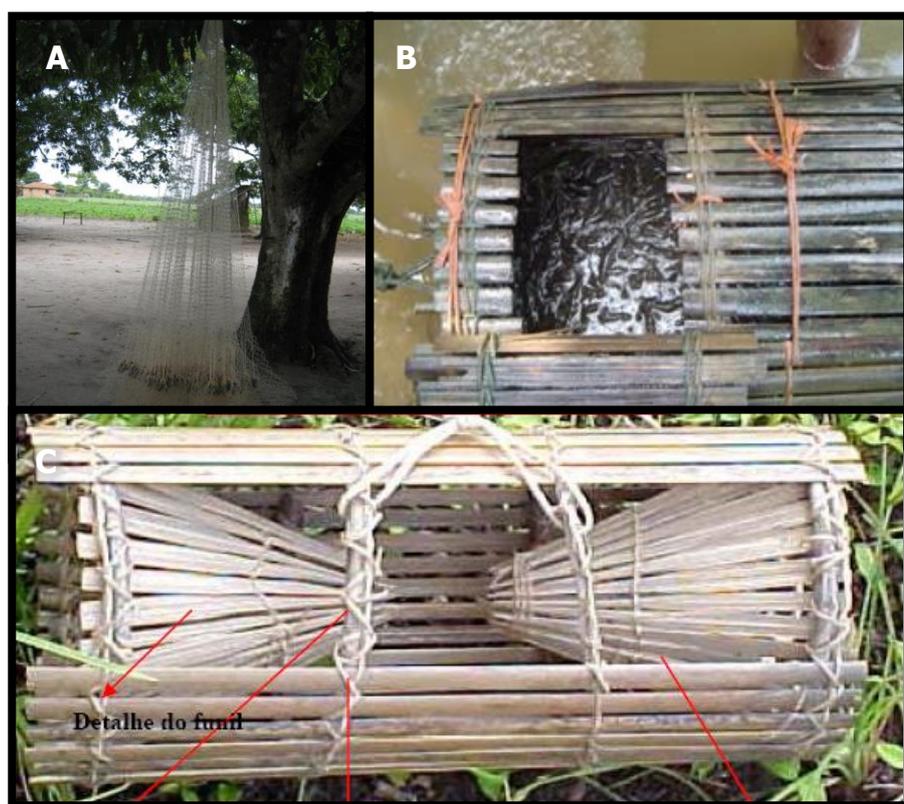


Figura 6: Tarrafa e matapí usados para as coletas dos indivíduos nos dois locais. Figura A) Tarrafa; B) e C) Matapí. Utilizados durante o período seco e chuvoso entre os meses de março de 2015 a março de 2016, na região de Bragança e Belém – Pa.

Os camarões foram acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados, contendo aeração artificial, após isto, transportados vivos até o Laboratório de Pesquisa, onde permaneceram em aquários, contendo água proveniente do próprio habitat, até que se procedesse as análises.

Nos aquários, os animais foram anestesiados com Tricaína Metano sulfonato (MS222 SIGMA) na concentração de 50mg/L, para análise microscópica. Posteriormente, toda a superfície corpórea externa e os órgãos

internos foram examinados através de microscópio estereoscópico, para verificar a existência de lesões ou cistos.

III. DISSECAÇÃO DOS ESPÉCIMES

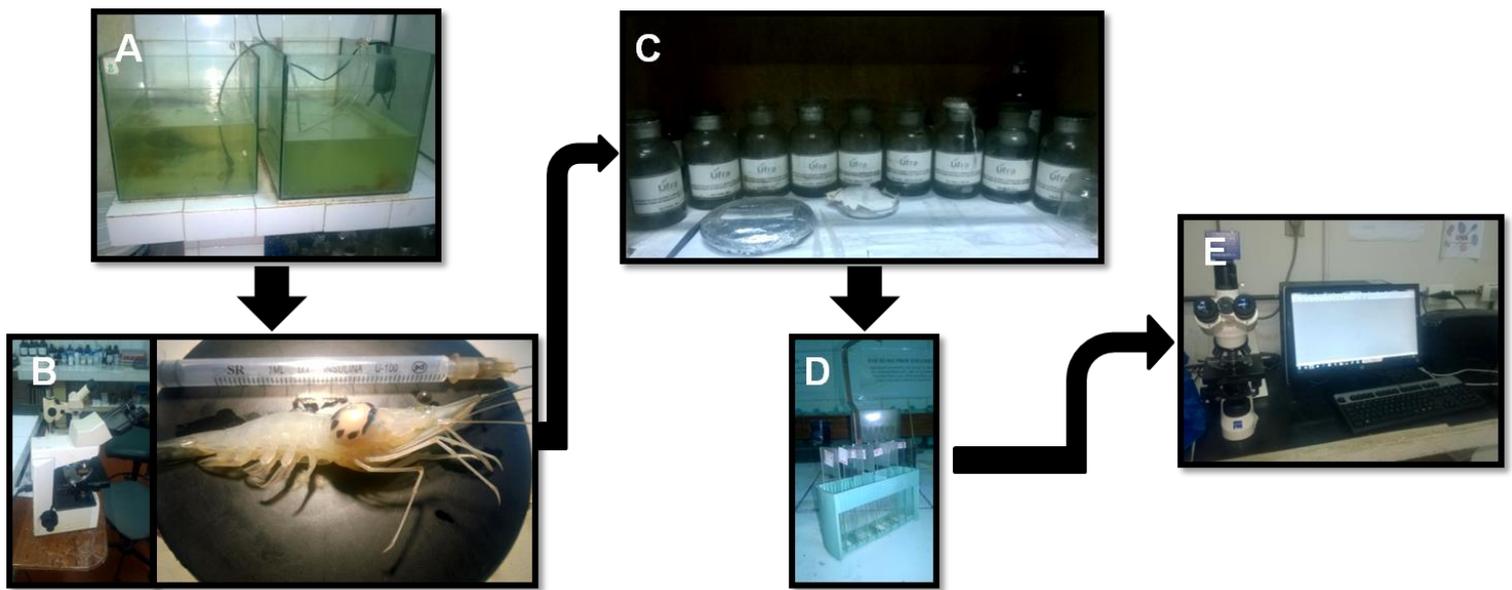
Para esta etapa são realizadas incisões, com bisturi e tesoura, na região do cefalotorax, de modo a expor os órgãos para serem examinados com auxílio de pinças anatômicas, a fim de encontrar lesões, cistos, tumefações e manchas leitosas. Todos os dados foram registrados em ficha de coleta (Anexo 1). Dos tecidos onde se encontram possíveis focos de desenvolvimento de parasitas, retiram-se pequenos fragmentos, coletados com pinças; estes são colocados entre lâmina e lamínula, com uma gota de água, para ser realizada a observação através de microscopia de luz (ML).

A confirmação por ML é necessária para obtenção de um diagnóstico confiável, uma vez que os cistos podem ser de gordura, de secreção glandular assim como, as manchas ou tumefações podem ter sido causadas por outros agentes exógenos, inclusive por resíduos existentes no meio aquático.

IV. PROCESSAMENTO DO MATERIAL BIOLÓGICO

i. Microscopia de luz

Fragmentos de tecidos e/ou cistos foram comprimidos entre lâmina e lamínula, examinados em preparações a fresco e observados em microscopia de luz. Confirmado a presença de algo, os tecidos foram fixados em Davidson (álcool 95%, formaldeído, ácido acético e água destilada) e processados pelas técnicas habituais para inclusão em parafina, corados com Hematoxilina e Eosina (HE), Ziehl-Neelsen (ZN). Em seguida as lâminas, coradas e selecionadas, foram fotografadas com câmera Zeiss Axiocam Erc 5, devidamente acoplada em microscópio Zeiss Primo Star, com intuito de medir os esporos com auxílio do software Axio Vision LE.



ii. BIOLOGIA MOLECULAR

Extração de DNA

Após os cistos e/ou tecidos infectados com esporos serem coletados e armazenados em álcool etílico 80% foi dado início a extração do DNA total, utilizando o Kit da Promega®, seguindo as instruções do fabricante. Todas as análises moleculares baseiam-se nas sequências rDNA 18S.

Figura 7: Esquema do processamento laboratorial dos espécimes de camarão *M. amazonicum*. A) Aquários para manutenção dos camarões, B) Análise dos espécimes utilizando Microscópio e Lupa, C) Desidratação dos tecidos, D) Lâminas coradas, E) Visualização das lâminas e fotografia.

Amplificação dos genes.

A reação de cadeia de polimerase para amplificação do gene foi realizada em um termociclador G96G/G96 BIOSYSTEMS®, (*Applied Biosystems*). Foram utilizados os primers 18E (5'-CTGGTTGAT CCTGCCAGT) *forward* e Coc2r (5'-CTTTCGCAGTAGTTCGTC) *reverse* (WHIPPS et al.,

2012). O volume final da reação foi de 25 µl, contendo os seguintes reagentes: 2 µl de DNA, 12,5 µl de Taq DNA Polymerase Master MIX RED Ampliqon®, 0,25 µl de cada primer e 10 µl de WATER Molecular Biology Reagent SIGMA®.

O padrão utilizado na reação de PCR consistiram nos seguintes ciclos: 95 °C por 3 minutos para desnaturação inicial, seguido por 35 ciclos de 94°C por 30 segundos para desnaturação, 50°C por 45 segundos para anelamento, 72°C por 75 segundos para extensão, com um período de extensão final de 72°C por 7 min. Para verificação da qualidade das bandas foi realizada a migração em gel de agarose a 1%.

Sequenciamento

As amostras positivas foram purificadas para remoção do excesso de reagentes utilizando a enzima PEG 8000 seguindo o protocolo de Paithankar & Prasad (1991). As sequências (forward e reverso) foram obtidas através da utilização do sequenciador de DNA automático ABI Genetic Analyzer 3500 XL, seguindo as instruções do fabricante.

Analises de Bioinformatica

O programa Chromas Lite foi utilizado para visualização da qualidade das sequências originadas através da exibição do cromatograma. Em seguida as sequências foram alinhadas manualmente ou automaticamente utilizando o Bioedit (HALL, 1999), com a ferramenta Clustal W (THOMPSON et al., 1997).

Para a reconstrução das relações filogenéticas entre os táxons, foram empregados os métodos de Máxima Parcimônia (MP), Máxima Verossimilhança baseado no modelo Tamura 3-parâmetro (MV) e Inferência Bayesiana (IB) utilizando dados concatenados e uma árvore de espécies. Para comparação foram incluídas sequências retiradas do Genbank. Utilizou-se apenas as sequências de espécies completas, evitando a utilização de sp. e cq., com a intenção de diminuir o erro de comparação. Para tanto, utilizou-se as seguintes espécies: *Poteroochromonas malhamensis* (PÉTERFI, 1969), *P.*

stipitata (SCHERFFEL, 1901), *Ochromonas vascozystis*, *O. danica* (E.G.PRINGSHEIM, 1955), *O perlata* (D.E.WUJEK & R.H.THOMPSON, 2001), *O. sphaerocystis* (MATVIENKO, 2002), *O. tuberculata* (D.J.HIBBERD, 1970), *O. marina* (LACKEY, 1940), *O. distigma* e *Navicula cryptocephala* (KUETZING, 1844) como grupo externo.

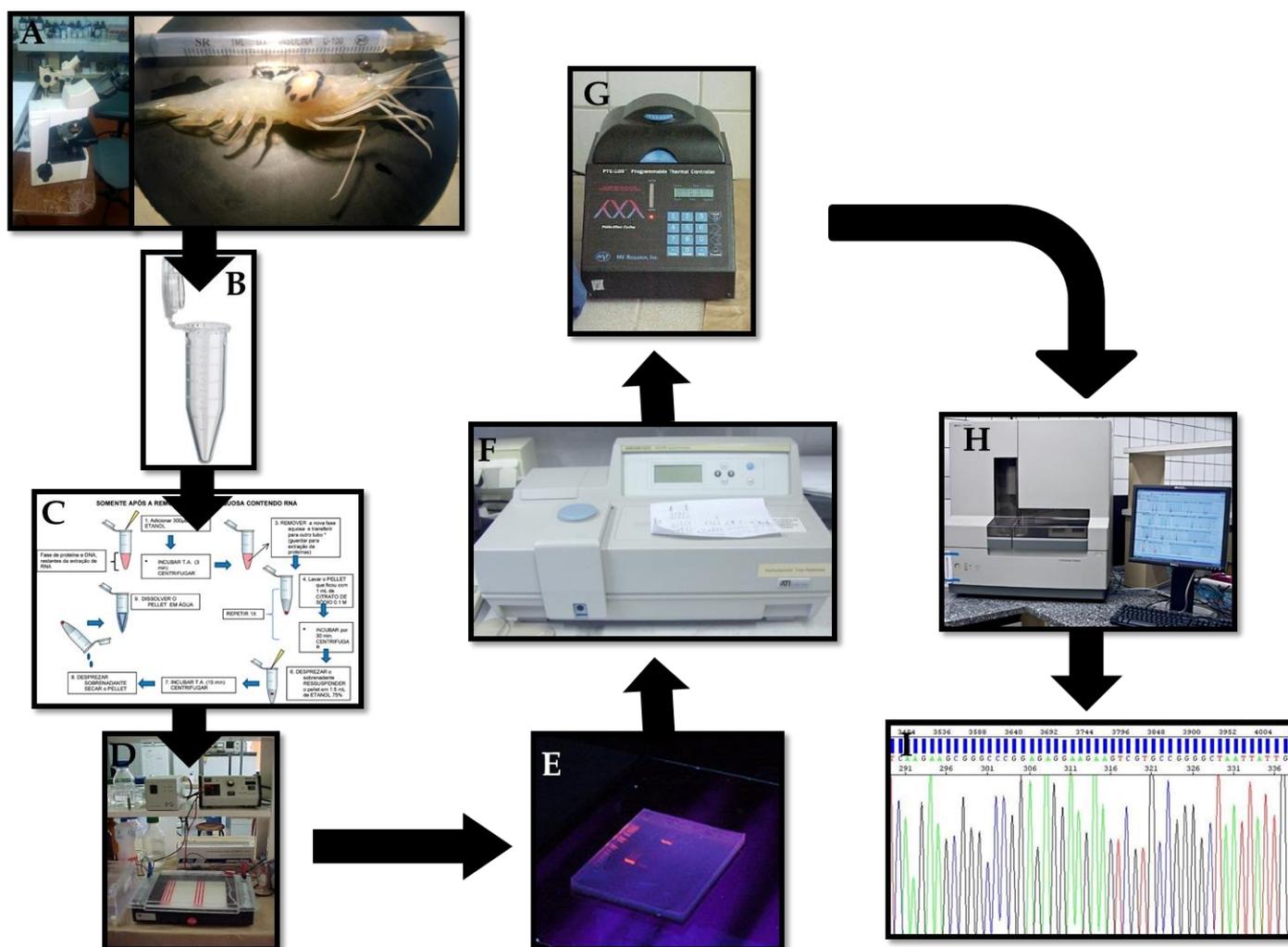


Figura 8: Esquema do processamento laboratorial das amostras de DNA dos cistos de *Poteroochromonas malhamensis* encontradas no camarão *M. amazonicum*. A) Análise das amostras utilizando lupa, B) Armazenamento dos cistos em álcool a 80%, C) Extração do DNA, D) Eletroforese, E) Visualização do DNA em Gel de Agarose, F) Espectrofotômetro, G) Termociclador, H) Sequenciamento das amostras de DNA, I) Leitura das sequências.

Para análise e processamento de dados estatísticos foi utilizado o software Estatística 8.0, além disto foram retirados dados de Pluviosidade do site do INMET.

4. RESULTADOS

A pluviosidade foi máxima na região de Belém em Abril de 2015 com 604,9 mm com média de 508,6 mm para o período chuvoso (Figura 9). Em Bragança o maior valor foi de 621,3 mm com média para o período chuvoso de 365,525 mm (INMET, 2017).

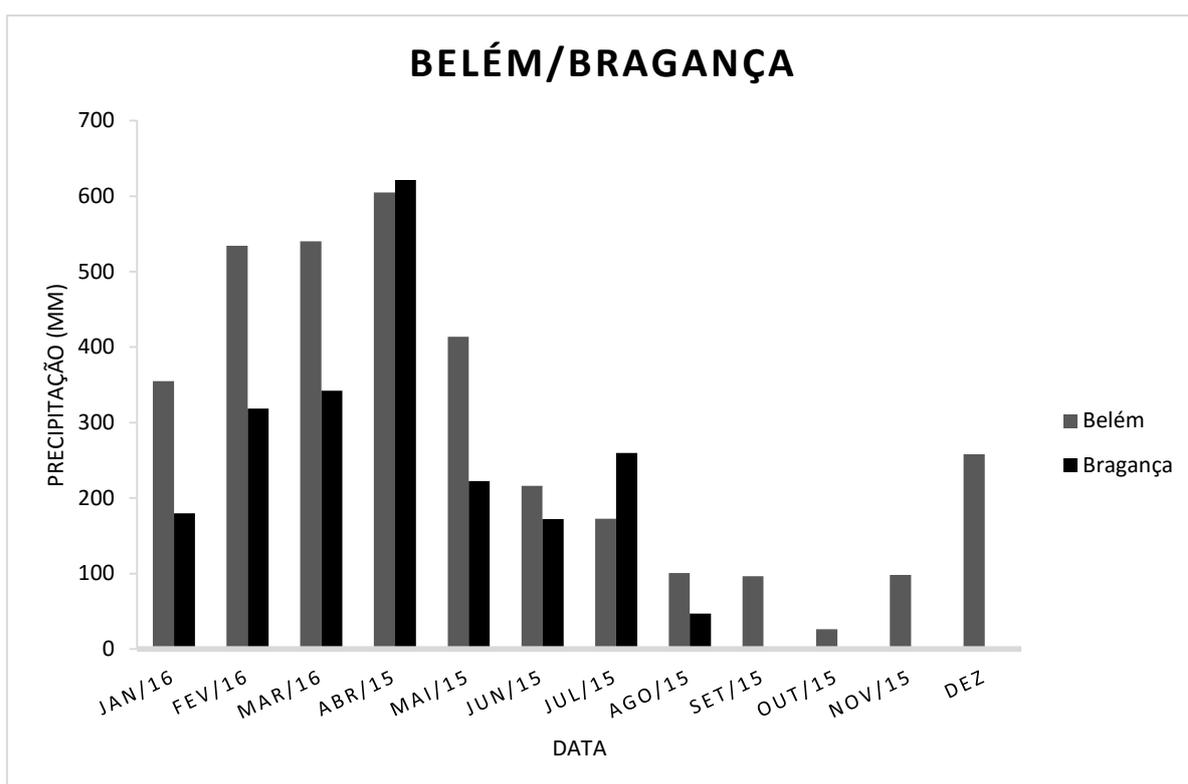


Figura 9: Dados pluviométricos para a região de Belém e península de Bragança - município de Bragança – PA – entre os meses de abril de 2015 a março de 2016. Fonte: INMET 2017.

Foi capturado um total de 611 camarões, destes indivíduos 46,97% apresentaram encistamento ocorrendo unicamente na musculatura do intestino final do camarão (Figura 12).

Para a região estuarina foram capturados 384 camarões, 42,70% dos animais capturados estavam encistados, já na área de várzea, foram coletados 227 indivíduos em que 54,18% apresentou o mesmo acontecimento, para os períodos entre abril de 2015 à março de 2016.

Verifica-se que os dois ambientes apresentam picos no número de cisto no mês de novembro de 2015, período na região amazônica caracterizado por apresentar pouca chuva, demonstrando significância estatística para a relação Numero de cistos X Mês ($F= 2,042$; $P<0,05$), Período X Ocorrência de cistos ($F= 37,75$; $P<0,05$) e para Período X Quantidade de cistos ($F= 21,142$; $P<0,05$). Além disto, o número de cistos diferiu por estágio gonadal para os dois locais ($F= 3,051$; $P<0,05$). Para a Ocorrência e o Número de cistos X Local e Sexo não foram encontrados resultados estatisticamente significativos.

Os cistos ocorrem o ano todo, no entanto, para a região de estuário verifica-se maior frequência para o mês de novembro (Figura 10). A região de várzea apresenta vários picos de ocorrência, porém o mês de março de 2016 exibiu menor frequência de cistos.

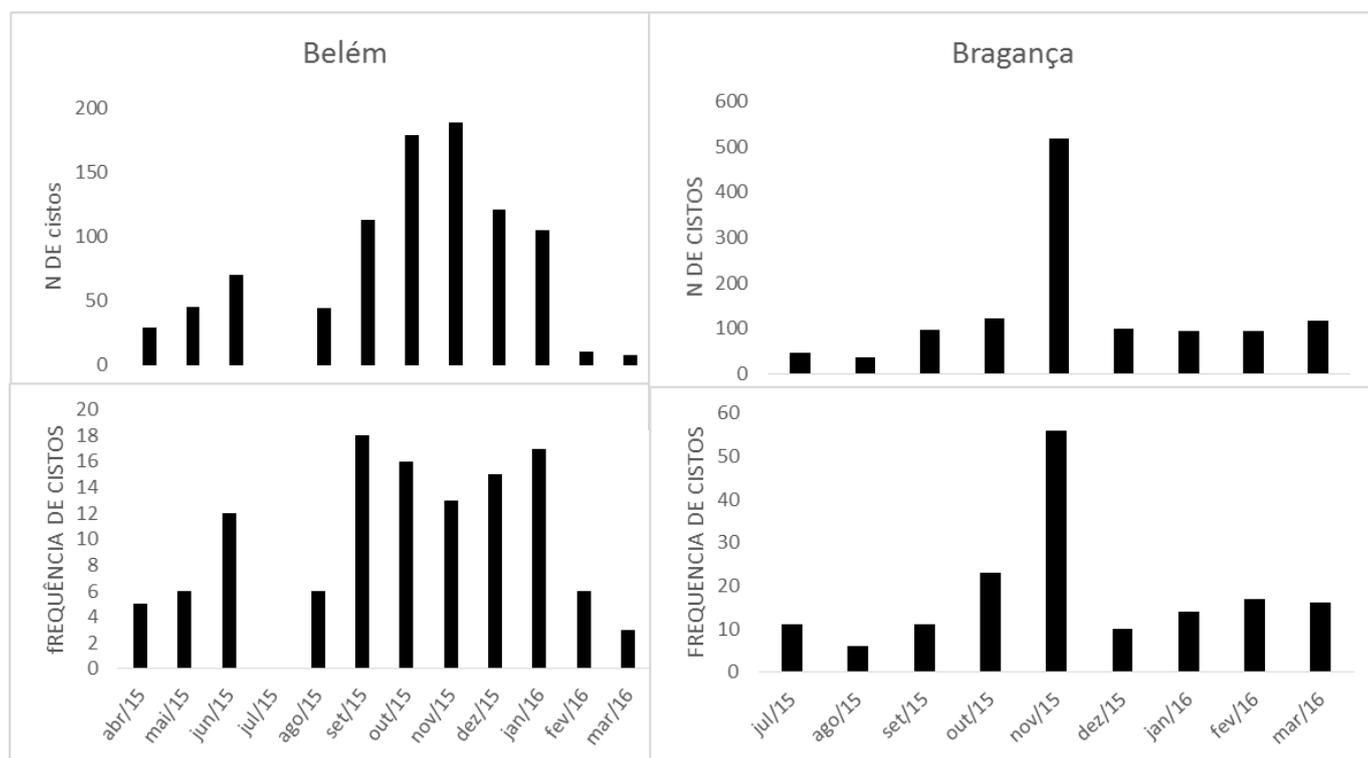


Figura 10: Numero de cistos de *Poteroochromonas* sp. e frequência absoluta de ocorrência em camarão *M. amazonicum*, capturados na Várzea do rio Guamá, Belém-Pa e no estuário do rio Caeté, Bragança-Pa.

Os cistos observados possuem formato arredondado de coloração esbranquiçada, com paredes relativamente lisas e finas (Figuras 11 A e B), quando comprimidos entre lâmina e lamínula ou corados com HE e submetidos a Microscopia de luz (Figura 12) é possível a visualização do organismo livre, contudo não é possível a identificação do mesmo.

Após o alinhamento e sequenciamento foi possível obter sequências com fragmento de 781 pares de base, com 100 % de cobertura quando comparadas com as amostras obtidas no NCBI. Através da ferramenta BLASTn, foi verificada a similaridade com as sequências disponíveis no NCBI, onde exibiu 100% de similaridade com algas da espécie *Poteriochromonas malhamensis* (EF165114.1). Com relação as demais espécies do gênero *Ochromonas*, as sequências originadas apresentam similaridade que variou de 92 a 94%.

Com base no fragmento do gene ribossomal 18S analisado, foi construída a árvore filogenética do grupo, em que foram utilizadas 14 sequências do agrupamento Chrysofitas como uma abordagem complementar (Figura 11). As sequências foram integradas a árvore devido o BLASTn ter evidenciado a relação das linhagens estudadas pertencerem ao gênero *Poteriochromonas*. A análise de máxima verossimilhança alocou as espécies de Chrysofitas em dois grupos principais, fortemente apoiado por alto valor de bootstrap (100%).

A sequência da alga crisofícea identificada no camarão agrupou com as espécies de *Poteriochromonas* sp., com 100% de apoio, que apresentaram entre 100 e 99.95% de semelhança nucleotídica. *P. stipitata* também apresentou proximidade com o agrupamento, exibindo uma similaridade de 99.9% (Tabela 2). Em seguida, temos o gênero *Ochromonas*, onde a espécie mais próxima do agrupamento foi a *Ochromonas vasocystis*, com distância nucleotídica de 62% e mais distante na filogenia do grupo foi a *Ochromonas tuberculata*, que apresentou distância de 86% (Tabela 1). Como *outgroup* foi utilizado a espécie *Navicula cryptocephala*, onde a diferença com a sequência registrada em 2.59%.

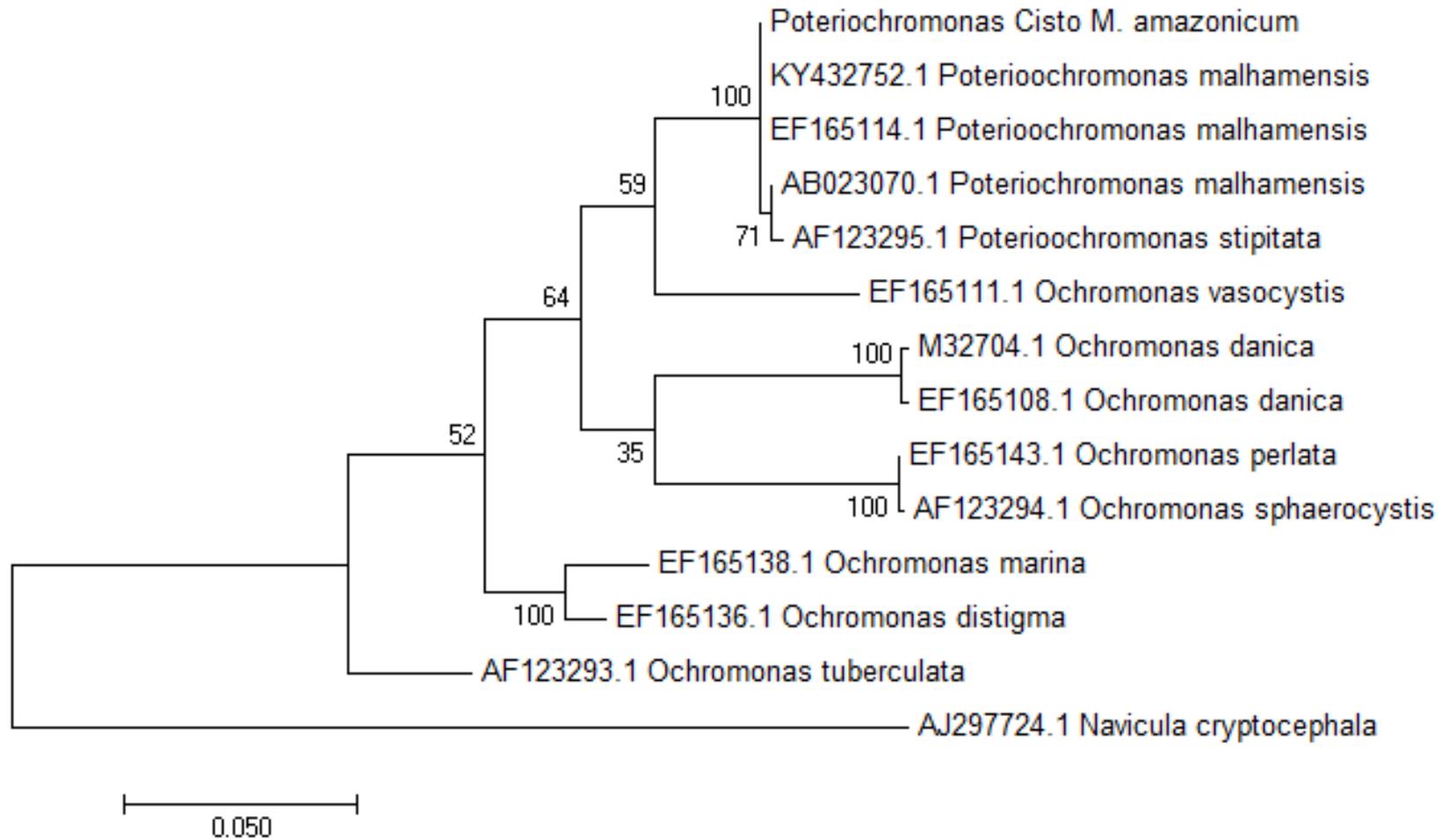


Figura 11. Árvore filogenética não enraizada construída no programa MEGA 6.0, obtido a partir de seqüências do gene ribossomal 28S. Os valores são percentagens de bootstrap para 1000 pseudoréplicas, construída através do método de Máxima Verossimilhança.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
[1]														
[2]	0.002													
[3]	0.000	0.002												
[4]	0.000	0.002	0.000											
[5]	0.005	0.002	0.005	0.005										
[6]	0.093	0.097	0.093	0.093	0.097									
[7]	0.093	0.097	0.093	0.093	0.097	0.002								
[8]	0.091	0.095	0.091	0.091	0.095	0.103	0.103							
[9]	0.092	0.096	0.092	0.092	0.096	0.103	0.103	0.001						
[10]	0.086	0.090	0.086	0.086	0.090	0.111	0.111	0.108	0.108					
[11]	0.062	0.065	0.062	0.062	0.065	0.094	0.094	0.081	0.083	0.092				
[12]	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.114	0.114	0.096	0.098	0.075	0.102			
[13]	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.101	0.101	0.093	0.095	0.072	0.099	0.024		
[14]	0.259	0.263	0.259	0.259	0.270	0.246	0.246	0.279	0.282	0.225	0.259	0.217	0.227	

Tabela 1. Divergência nucleotídica da sequência identificada com relação as sequências do grupo das Chrysofitas.

Tabela 2: similaridade e cobertura das sequências dos cistos de *P. malhamensis* encontrados no camarão *M. amazonicum*, em relação as amostras presentes no NCBI.

Nº	Espécie	18S rRNA	Código da Sequência	Fonte	Similaridade (%)	Cobertura (%)
	Cisto					
1	Poteriochromonas em <i>M. amazonicum</i>	-	-	-	-	
2	<i>Poteriochromonas</i> sp.	AB023070.1	-	Andersen, R. A. et al., (1999)	99	100
3	<i>Poteriochromonas</i> sp.	KY432752.1	-	Ma, M. 2017	100	100
4	<i>Poteriochromonas</i> sp.	EF165114.1	SAG933.1c	Andersen, R. A. 2007	100	100
5	<i>Poteriochromonas stipitata</i>	AF123295.1	CCMP1862	Andersen, R. A. et al., (1999)	99	100
6	<i>Ochromonas danica</i>	M32704.1	-	Gunderson, J.H. et al., (1987)	92	100
7	<i>Ochromonas danica</i>	EF165108.1	CCMP588	Andersen, R. A. 2007	92	100
8	<i>Ochromonas perlata</i>	EF165143.1	CCMP2732	Andersen, R. A. 2007	93	100
9	<i>Ochromonas sphaerocystis</i>	AF123294.1	-	Andersen, R. A. et al., (1999)	92	100
10	<i>Ochromonas tuberculata</i>	AF123293.1	-	Andersen, R. A. et al., (1999)	92	100
11	<i>Ochromonas vasocystis</i>	EF165111.1	CCMP2741	Andersen, R. A. 2007	93	100
12	<i>Ochromonas marina</i>	EF165138.1	AC22	Andersen, R. A. 2007	94	100
13	<i>Ochromonas distigma</i>	EF165136.1	AC25	Andersen, R. A. 2007	94	100
14	<i>Navicula cryptocephala</i>	AJ297724.1	AJ297724	Beszteri, B. et al., (2000)	84	100

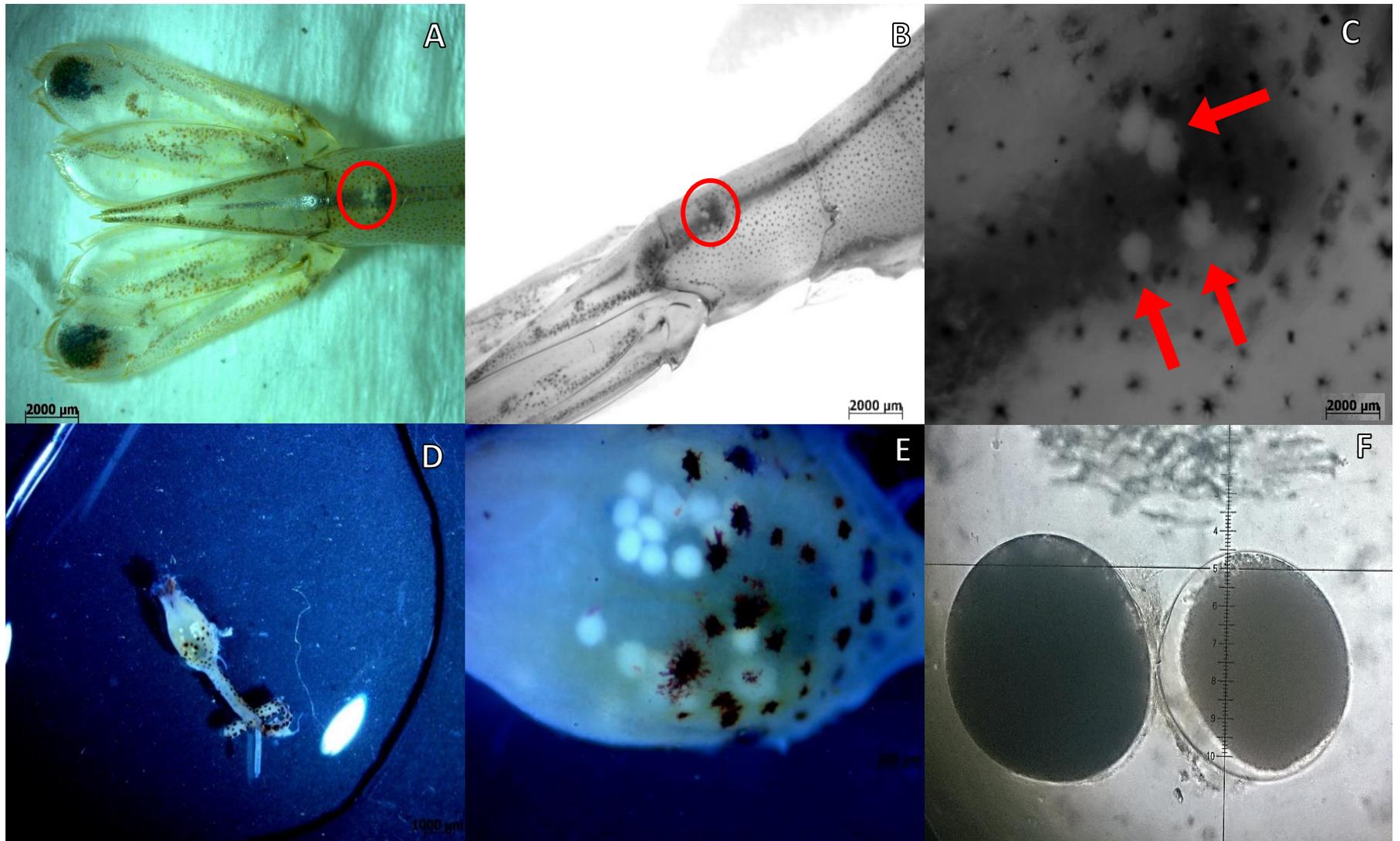


Figura 12: Cistos de *P. malhamensis* na parte final da musculatura do intestino do camarão *M. amazonicum* (A, B, C, D, E e F) e cistos isolados do intestino do decápoda, capturados durante o período seco e chuvoso entre os meses de março de 2015 a março de 2016, na região de Bragança e Belém – Pa.

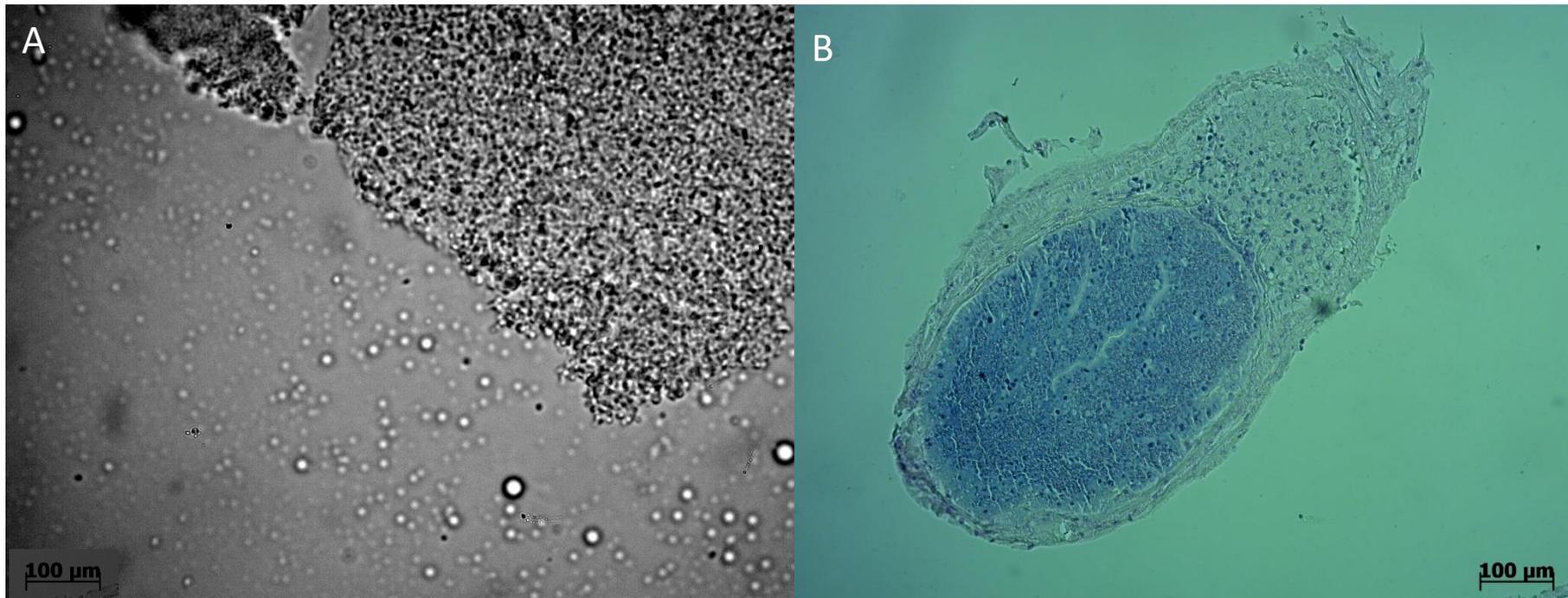


Figura 13: A) Cisto de *P. malhamensis* estourado entre lâmina e lamínula e B) Cisto em corte e corado em HE retirado das amostras de camarão *M. amazonicum*. Ambas com aumento de 100 µm. Capturados durante o período seco e chuvoso entre os meses de março de 2015 a março de 2016, na região de Bragança e Belém – Pa.

5. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo constataram a ocorrência de uma alga flagelada Chrysophyceae identificada como *Poterioochromonas* sp. encistando na musculatura do intestino de camarão do ultimo segmento abdominal. Relatos desta incomum formação de cistos em um organismo vivo raramente é observado na natureza pois em geral, cistos destes flagelados são encontrados no ambiente, principalmente no sedimento e em árvores, devido a sua forma maciça.

No entanto, a formação de cistos na região intramuscular do intestino de um artrópode foi reportado por Tarayere et al., (2014) os quais constataram encistamento desta microalga em cupins da espécie *Reticulitermes santonensis*. Foi demonstrado neste caso haver uma relação simbiótica ocorrendo entre a microalga *Poterioochromonas* sp. e o cupim, desempenhando assim um papel na hidrólise enzimática da celulose, esse é o primeiro processo de digestão em âmbito químico, associados às bactérias, fungos, arqueas e protistas em simbioses complexas.

As primeiras observações dos animais encistados fortemente sugeriram, pela similaridade encontrada, tratar-se de cistos de microsporídios pertencente ao Reino Fungi, mesmo porque diversos estudos têm evidenciado parasitismos com formação de cistos em crustáceos.

No entanto, os resultados das análises de Biologia molecular pode esclarecer, mostrando de forma contraria as deduções iniciais, apontando a presença de uma microalga ainda não registrada para ambientes Amazônicos.

O grupo das microalgas flageladas *Poterioochromonas* possuem sequências gênicas muito semelhantes às de *Ochromonas* dificultando separar esta Crysofite. Mesma dificuldade foi reportado por Andersen et al., (1999) que encontrou entraves quanto a confusa e contraditória classificação morfológica de crisófitos pelas similaridades filogenéticas vistas nas espécies de *Ochromonas* e *Poterioochromonas* de ambos grupos. Porém, As análises da biologia molecular deste estudo têm demonstrado alto valor de bootstrap na árvore filogenética (Figura 11). Assim, constatou-se que o protista isolado

estava filogeneticamente mais próximo de *Poteriochromonas* do que de espécies de *Ochromonas* e, intimamente relacionado a *Poteriochromonas malhamensis* (GenBank ID: EF165114.1)

A árvore filogenética (Figura 11) aqui obtida pode ser comparada com as árvores filogenéticas relatadas anteriormente (ANDERSEN et al., 1999). Verificou-se que várias espécies de *Ochromonas* tinham uma relação polifilética. As árvores filogenéticas foram projetadas com os gêneros *Poteriochromonas* e *Ochromonas*. *Ochromonas tuberculata* (Hibberd) foi o único protista a ser classificado em um Clado diferente.

No entanto, valores de bootstrap mais elevados foram verificados (ANDERSEN et al., 1999). Andersen et al., (1999) questiona a separação das Synurophyceae, se esta classe deve ser distinta ou separada das Chrysophyceae o que corrobora com o encontrado em nossas análises, a Synurophyceae parece estar embutida dentro das Chrysophyceae em todas as análises, o mesmo também foi verificado por Moser et al., (2011). Observa-se que neste estudo as sequências de espécies retiradas do Genbank para serem utilizadas foram apenas as que estavam completas, evitando a utilização de sp. e cq. Esta decisão foi tomada devido quando utilizadas as sequências com sp. e cq., *Ochromonas* e *Poteriochromonas* se misturavam em um clado.

Em relação aos diferentes níveis de incidência de encistamento encontrado nos camarões estes podem estar relacionados aos períodos sazonais que ocorrem na região amazônica. Isto porque a região costeira Norte do Brasil apresenta entre dezembro e maio consideráveis níveis de precipitações pluviais enquanto que, entre junho a novembro este nível diminui chegando quase a zero (MORAES et al., 2005).

De uma forma geral, os amplos períodos chuvosos contribuem de sobremaneira no acréscimo de nutrientes na água, provenientes da influencia dos rios e de manguezais resultando assim, na elevação da densidade das estruturas das comunidades fitoplanctônicas desta região (PAIVA et al., 2006; SOUSA et al., 2008; 2009; MORAES et al., 2005). Portanto, no período de chuvas mais intensas a possibilidade das algas estarem livres no ambiente torna-se proporcional as condições ótimas para o florescimento do fitoplâncton.

Por outro lado, o motivo pelo qual os cistos de *Poterochromonas malhamensis* terem sido também encontrados com maior frequência (em torno de 75,08% em Bragança e 55,28% em Belém) no período de estiagem pode estar relacionado ao mecanismo de resistência. Sabe-se que na maioria das vezes são formados no ambiente quando as condições ambientais encontram-se desfavoráveis. Este fato pode explicar a maior ocorrência de camarões encistados por *Poterochromonas malhamensis* para o período seco.

Além disto, a alteração dos limites aceitáveis das variáveis físico-químicas do meio aquático, por origem natural ou por ação antrópica; podem predispor os organismos aquáticos a agentes invasores que provocam enfermidades (GENOVEZ et al., 2008). Contudo as relações ecológicas vão mais além e as mesmas podem ser inclusive benéficas aos dois organismos.

Outro fator físico-químico que pode estar intrinsecamente relacionado ao fenômeno de ocorrência de cistos nos camarões da Amazônia pode ser explicado pela variação do pH. Os resultados do experimento de Tarayere et al., (2014) com a alga *Poterochromonas malhamensis* demonstraram que elas desenvolvem melhor em águas com pH fracamente ácido, em torno de 6 a 8. Fontes e Bentes (2014) encontrou para a região do rio Caeté um pH com valor mínimo para o período seco de 7,4 e máximo de 8,1 e para o chuvoso 6,5 e 8,7 respectivamente, entre os meses de janeiro de 2012 a outubro de 2013, o que é propício para o surgimento da alga.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho registra a primeira ocorrência de cistos da microalga *Poterochromonas malhamensis* pertencente a classe Synurophiceae, isolados a partir do último segmento abdominal do Camarão-da-amazônia. A identificação deste material a nível de espécie só foi possível através de sequenciamento do material genético, separados a partir de camarões provenientes do estuário do rio Caeté e da região de várzea do Rio Guamá. Os cistos desta microalga foram encontrados unicamente na parte final do intestino do camarão-da-amazônia, demonstrando assim preferência por esta região.

Diante do exposto, sugerimos uma relação camarão-microalga de simbiose, contudo reforçamos a necessidade de estudos voltados para o presente assunto para fundamentar esta afirmativa. Ainda verifica-se que a alga *Poteriochromonas malhamensis*, pertencente a classe Synurophiceae, forma um grupo irmão as Crysophiceae.

7. BIBLIOGRAFIA:

AGUIAR, S. F. B. **Qualidade microbiológica no cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* e ação *in vitro* do probiótico em – 4.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

AHYONG, S. T.; LOWRY, J. K.; ALONSO, M.; BAMBER, R. N.; BOXSHALL, G. A.; CASTRO, P.; GERKEN, S.; KARAMAN, G. S.; GOY, J. W.; JONES, D. S.; MELAND, K.; ROGERS, D.C.; SVAVARSSON, J. **Subphylum Crustacea Brünnich, 1772.** In: Zhang, Z-Q. (Ed.), **Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness.** Zootaxa. V. 3148, p. 165-191, 2011.

ALBUQUERQUE, W. F.; VIEIRA, R. H. S. F.; VIEIRA G. H. F. **Isolamento de *Staphylococcus aureus* do gelo, água, bancadas e vendedores de pescado da feira do Mucuripe, Fortaleza, Ceará.** Revista Ciência Agrônômica, v. 37, n. 3, p. 299-303, 2006.

ANDERSEN R. A. et al. **Phylogenetic analysis of the SSU rRNA from members of the Chrysophyceae.** Protist, 150(1), 71-84, 1999.

ANDERSEN R. A. **Molecular systematics of the Crysophyceae and Synurophyceae.** In: BRODIE, Juliet; LEWIS, Jane (Ed). *Unravelling the algae: The past, presente and future of the algal systematics.* Crc Press Taylor & Francis Group. Cap 15 p. 285-314, 2007.

ANDERSEN R.A. & WETHERBEE R. **Microtubules of the flagelar apparatus are active in prey capture of the chrysophycean alga *Epipyxis pulchra*.** *Protoplasma*, 166(1-2), 1-7, 1992.

ANDERSEN, R.A. **Heterokont phylogeny and origin(s) of plastids.** *The Japanese Journal of Phycology*, 52 (Supplement): 153–162, 2004.

ANDERSEN, R.A. **Some new observations on *Saccochrysis piriformis* Korsh. emend. Andersen (Chrysophyceae).** In *Chrysophytes: Aspects and Problems* (eds J. Kristiansen and R.A. Andersen), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 107–118, 1986.

ANDERSEN, R.A. **The Synurophyceae and their relationship to other golden algae.** *Beih. Nova Hedwigia*, 95: 1–26, 1989.

ANDERSEN, R.A. **The Synurophyceae classis nov., a new class of algae.** *American Journal of Botany*, 74: 337–353, 1987.

ANDERSON, DM, Y FUKUYO & K MATSUOKA. **Cyst methodologies.** In: HALLEGRAEFF, G, DM ANDERSON & A CEBELLA (eds.). *Manual on Harmful Marine Microalgae*, UNESCO, Paris: 229-249, 1995.

ANDERSON, DM. **Bloom dynamics of toxic *Alexandrium* species in the northeastern U. S.** *Limnol. Oceanogr.* 42 (5, part.2): 1009-1022, 1997.

ANDERSON, DM. **Effects of temperature conditioning on development and germination of *Gonyaulux tamarensis* (Dinophyceae) hypnozigotes.** *J. Phycol.*, 16: 166-172, 1980.

ANDERSON, DM. **Physiology and bloom dynamics of toxic *Alexandrium* species, with emphasis on life cycle transitions.** In: ANDERSON, DM, A CEBELLA & G HALLEGRAEFF (eds.). *Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms.* Springer, 29-48, 1998.

ANGER, K. **Neotropical *Macrobrachium* (Caridea: Palaemonidae): on the biology, origin, and radiation of freshwater-invading shrimp.** *Journal of Crustacean Biology*, 33, 151–183, 2013.

ARAGÃO, J. A. N.; CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A.; VIEIRA, I. J. A. **A exploração camaroeira na costa norte do Brasil.** *Boletim Técnico-Científico do Cepnor.* Belém, v. 1, p. 7-32, 2001.

ARCHIBALD, J.M. AND KEELING, P.J. **Recycled plastids: a “green movement” in eukaryotic evolution.** *Trends in Genetics*, 18: 577–584, 2002.

AZEVEDO, E. F. **Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combú (Belém, PA).** Universidade Federal do Pará. 2004.

BACHÈRE, E. **Shrimp immunity and disease control - Introduction.** Aquaculture, v. 191: p. 3-11, 2000.

BALDAUF, S. **Na Overview of the Phylogeny and diversity of Eukaryotes** Journal of Systematics and Evolution, v. 46, n3, p. 263-273, 2008.

BARTHEM R. B.; FABRÉ N. N. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira: Biologia e diversidades dos recursos pesqueiros da Amazônia.** Pro-Várzea – Manaus. 2003.

BECK J. T. **The effects of an isopod castrator. *Probopyrus pandalicola*, on the sex characters of one of the caridean shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus*.** The Biological Bulletin, v. 158: p. 1 -15, 1980.

BICUDO, C.E.M. e MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil – Chave para identificações e descrições.** São Carlos: Editora Rima, ed.2, 2006.

BONAMI, J. R.; WIDADA, J. S. **Viral diseases of the giant fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*: A review.** Journal Invertebrate Pathology, v. 106: p. 131 -142, 2011.

BOND-BUCKUP, G & L BUCKUP. **Infraordem Caridea (pitos, camarões de água doce e marinhos) In: Os Crustáceos do Rio Grande do Sul.** Buckup, L. & Bond-Buckup, G. (Organizadores). Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 503pp, 1999.

BOXHORN, J. E., HOLEN, D. A. AND BORAAS, M. E. **Toxicity of the chrysophyte flagellate *Poterioochromonas malhamensis* to the rotifer *Brachionus angularis*.** Hydrobiologia, 387/388, 283–287; 1998.

BRUNO, J.J. **Edible microalgae: a review of the health research.** Pacifica: Center for Nutritional Psychology. V.3, 56p, 2001.

CARDOSO, N. L. P.; TESSARI, E. N. C.; CASTRO, A. G. M.; KANASHIRO, A. M. I. **A técnica da membrana filtrante, aplicada ao estudo bacteriológico da água de rede de abastecimento, utilizado pela população de Descalvado, SP.** Higiene Alimentar, v.1 5, n.82, p. 33-38, 2001.

CARON, L., DOUADY, D., QUINET-SZELY, M., DE GOËR, S., AND BERKALOFF, C. **Gene structure of a chlorophyll a/c-binding protein from a brown alga: presence of an intron and phylogenetic implications.** Journal of Molecular Evolution, 43: 270–280, 1996.

CARVALHO, F. C. T. **Influências exógenas na qualidade bacteriológica da água, solo e camarão (*Litopenaeus vannamei*), em quatro fazendas de**

camarão do Estado do Ceará. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2006.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G.; RODRIGUEZ, B. **Guia de Campo delas Especies Comercial es Marinas y Aguas Salobres de la Costa Septentrional de Sur America.** Roma: FAO. 553 p. 1992.

CHAKRABORTI, J.; BANDYAPADHYAY, P. K. **First record of a parasitic septate gregarines (Apicomplexa: Sporozoea) in the shrimp *Peneaus monodon* in Sundarbans of West Bengal.** J. Parasit. Dis., v. 34: p. 40–43, 2010.

CHU, K. B.; CHOONG, F. C.; HAZREEN NITA, M. K.; MUHD FAIZUL HAH; BHASSU, S.; IMELDA, R. R.; MOHAMMED, M. **Screening of parasitic and IHHNV infections in wild giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* from Rejang River at Kuching, Sarawak.** Trop. Biomed., v. 28: p. 85-89, 2011.

D'INCAO, F. **Sub-Ordem Dendrobranchiata (camarões marinhos).** In: **Buckup, L., Bond-Buckup, G. C. (Eds.), Os Crustáceos do Rio Grande do Sul.** UFRGS, Porto Alegre, p. 275-299, 1999.

DALE, B. **Dinoflagellate resting cysts.** In: FRYXEL, GA (ed.). **Survival strategies of the algae.** Cambridge:69-136, 1983.

DE PAUWN, N.; PERSOONE, G. **Micro-algae for aquaculture.** In: BOROWITZKA, M. A.; BOROWITZKA, L. J. (Ed.) **Micro-algal Biotechnology.** Sydney: Cambridge University Press 477p, 1988.

DE GRAVE, S. & FRANSEN, C.H.J.M. **Carideorum Catalogus: The Recent Species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean Shrimps (Crustacea: Decapoda).** Zoologische Mededelingen; Leiden 85: 195-588, Sep 2011.

DIAS, P. G.; FURUYA, W. M.; PAVANELLI, G. C.; MACHADO, M. H.; TAKEMOTO, R. M. **Carga parasitária de *Rondonia rondoni* Travassos, 1920, (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosus* Valenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae).** Acta Scientiarum, 2004.

DODGE, J.D. **The Fine Structure of Algal Cells.** Academic Press, London, 1973.

EIRAS, J. C. **Aspectos gerais da patologia das parasitoses de peixes marinhos.** In: RANZANIPAIVA, M. J. T.; TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. L. **San. de Organ. Aquát. Varela.** São Paulo. 2004.

EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá: EDUEM, P. 173, 2000.

ESPÍRITO SANTO, R. V. **Caracterização da atividade de desembarque da frota artesanal de pequena escala na região estuarina do rio Caeté, município de Bragança - Pará - Brasil**. Belém, Universidade Federal do Pará. 87p. Dissertação (Mestrado). 2002.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. **El estado de la pesca y la acuicultura. Departamento de pesca y acuicultura**. Roma, 198p, 2009.

FELIX, S.; RACHEL, I.; SUNDARARA, J. V. **Wide prevalence of ciliate infestation in shrimp aquaculture systems in Tamil Nadu, Sea Food Export Journal**, v. 25: p. 31 -34, 1994.

FIELD, C., B. et al. **Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components**. Science, v. 281, n. p. 237-240, 1998.

FRANA, V. A.; SILVA, P. R. L.; BAUMGARTNER, G.; MAKRAKIS, M. C. ROSA, M. C. G.; JÚNIOR, H. M. F. **Camarão-canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no reservatório de Itaipu –Rio Paraná, Brasil**. In: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Porto Seguro: AEP-PE/FAEP-BR, Anais, p. 998, 2003.

FREIRE, J. L.; MARQUES, C. B.; BENTES, B. S. **Crescimento e Avaliação do estoque de *Macrobrachium amazonicum* em um estuário do Nordeste do Pará, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca (Impresso), v. 38, p. 215-229, 2012.

FREIRE, J. L.; SILVA, B. B. **Aspectos sócio-ambientais das pescarias de camarões dulcícolas (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 e *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) (Decapoda, Palaemonidae) na região bragantina - Pará – Brasil**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v. 21, p. 51-62, 2008.

GIBBS, S.P. **The chloroplasts of some algal groups may have evolved from endosymbiotic eukaryotic algae**. Annals of the New York Academy of Sciences, 361: 193–208, 1981.

GILLET, R. **Global study of shrimp fisheries**. FAO Fisheries Technical Paper 475. Roma: FAO, 331pp, 2008.

GOMES-CORRÊA, M.M. **Palaemonídeos do Brasil (Crustacea - Decapoda - Natantia)**. Rio de Janeiro, 135pp. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1977.

GROBBELAAR, J.U. **Algal biotechnology: real opportunities for Africa**. South African Journal of Botany, v.70, n.1, p.140-144, 2004.

HALEVY, S. AND AVIVI, L. **Isolation of hemolysins from *Ochromonas* spp., *Pymnesium parvum* and *Trypanosoma ranarum***. J. Protozool., 15, 45; 1968.

HALEVY, S., SALITERNIK, R. AND AVIVI, L. **Isolation of rhodaminepositive toxins from *Ochromonas* and other algae**. Int. J. Biochem., 2, 185–192; 1971.

HALLEGRAEFF, GM & S FRAGA. **Bloom dynamics of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*, with emphasis on Tasmanian and Spanish coastal waters**. In: ANDERSON, DM, A CEMBELLA, G HALLEGRAEFF (eds). *Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms*, Springer-Verlag, Berlin: 59-80, 1998.

HANSEN, J. A. **Antibiotic activity of the chrysophyte *Ochromonas malhamensis***. *Physiol. Plant.*, 29, 234–238; 1973.

HATHA, A. A. M.; MAQBOOL, T. K.; KUMAR, S. S. **Microbial quality of shrimp products of export trade produced from aquacultured shrimp**. *International Journal of Food Microbiology*, v. 82, p. 213-221, 2003.

HATHA, A. A. M.; RAO, N. P. B. **Bacteriological quality of individually quick-frozen (IQC) raw and cooked ready-to-eat shrimp produced from farm raised black tiger shrimp (*Penaeus monodon*)**. *Food Microbiology*, v. 15, p. 177-183, 1998.

HENDRICKX, M. E. Checklist of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific. **Bulletin van het koninklijk belgisch instituut voor natuurwetenschappen. BIOLOGIE**, 65: 125-150, 1995.

HENRIKSON, R. **Microalga Spirulina. Superalimento del futuro**. Ediciones Urano S. A., Barcelona, Spain, 545pp, 1994.

HOLTHUIS, L. B. **A general revisión of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas**. II. The Subfamily Palaemoninae. Occ. Pap. Allan Hancock Fdn. Los Angeles, p. 1-396, 1952.

HUTCHINSON, G., E. **The Paradox of the Plankton**. *The American Naturalist*. Vol. XCV, N. 882, May – Jun 1961.

ISAAC, V. J.; MILSTEIN, A.; RUFFINO, M. L. **A pesca artesanal no baixo Amazonas: análise multivariada da captura por espécie**. *Acta Amazônica*. 26(3): 185- 208, 1996.

IWANOWICZ, D., D. **Overview On The Effects Of Parasites On Fish Health**. 2011.

JEFFREY, S.W. AND VESK, M. **Introduction to marine phytoplankton and their pigment signatures**. In *Phytoplankton Pigments in Oceanography* (eds. S.W. Jeffrey, R.F.C. Mantoura, and S.W. Wright), UNESCO Publishing, Paris, France, pp. 37–84, 1997.

JOHNSON, S. K.; BUENO S. L. S. **Health management. In: Freshwater Prawn Culture, M.B.** New MB, and Valenti WC (Eds) Blackwell Science, Oxford, p. 239-253, 2000.

KLEIN, S.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; REIDEL, A.; SIGNOR, A.; A. SIGNOR, A. A. **Utilização de produtos químicos no controle de *Ichthyophthirius multifiliis*, Fouquet (1876) em alevinos de surubim do Iguçu *Steindachneridion sp.*, Garavello (1991).** Seminário: Ciências Agrárias. Londrina, v. 25: p. 51 -58, 2004.

KRISTIANSEN, J. AND PREISIG, H. (eds.) **Encyclopedia of Chrysophyte Genera.** Bibliotheca Phycologica Band 110, J. Cramer, Berlin, 2001.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L. M. M. **Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados. Jundiá: F. Kubitza.** (Coleção piscicultura avançada). v. 4, 2004.

LAVAU, S., SAUNDERS, G.W., AND WETHERBEE, R. **A phylogenetic analysis of the Synurophyceae using molecular data and scale case morphology.** Journal of Phycology, 33: 135–151, 1997.

LEEPER, D. A. AND PORTER, K. G. **Toxicity of the mixotrophic chrysophyte *Poterioochromonas malhamensis* to the cladoceran *Daphnia ambigua*.** Arch. Hydrobiol., 134, 207–222, 1995.

LIGHTNER, D.V., and R.M. Redman. **Shrimp diseases and current diagnostic methods.** Aquaculture, v. 164: p. 201-220, 1998.

LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. T. **Camarões de água doce. Da coleta ao cultivo, à comercialização.** Ícone, p. 112, 1991.

MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C. **Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review.** Nauplius, v. 17, p. 61-79, 2009.

MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C.; VALENTI, W. C. **Effect of tank color on larval performance of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*.** Aquaculture Research, v. 45, p. 1041-1050, 2014.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M. & PARKER, J. **Microbiologia de Brock.** 10.ed. São Paulo, Prentice Hall, 608p, 2004.

MAGALHÃES, C. M.; BOND-BUCKUP, G.; MELO, G. A. S.; BUCKUP, L. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil.** Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo. Edições Loyola. 430p. 2003.

MAGALHÃES, N.; LOBO, M. L.; ANTUNES, F. & MATOS, O. **Aves e cães como potencial fonte de infecção zoonótica por microsporídeos para o Homem.** Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v. 101, p. 69-75, 2006.

MAGAZANIK, A. AND HALEVY, S. **Some characteristics of *Ochromonas hemolysins*.** Experientia, 29, 310–311; 1973.

MARIAPPAN, P.; BALASUNDARAM, C.; TRILLES, J. P. **Infection of the isopod *Tachaea spongillicola* on freshwater prawns *Macrobrachium* spp. In southern India.** Dis. Aquat. Organ, v. 55: p. 259-260, 2003.

MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, E.; ACOSTA-SALMÓN, H.; RANGEL-DÁVLOS, C. **Ingestion and digestion of 10 species of microalgae by winged pearl oyster *Pteria sterna* (Gould, 1851) larvae.** Aquaculture, v.230, p.417–423, 2004.

MARTINS, M. L. **Doenças infecciosas e parasitárias de peixes.** Boletim Técnico do centro de Aquicultura da UNESP, n. 3, p. 66, 1998.

MATOS, E.; AZEVEDO, C. **Ultrastructural Description of *Microsporidium brevirostris* sp. n., Parasite of the Teleostean *Brachyhypopomus brevirostris* (Hypopomidae) from the Amazon River.** Acta Protozool. 43: 261 – 267. 2004.

R. M. **Spatial and temporal variation in the composition and biomass of phytoplankton in an Amazonian estuary.** J Coastal Res SI 64: 1525 -1529, 2011.

MATSUOKA, K & Y FUKUYO. **Manual for modern dinoflagellate cyst study.** Second edition. Workshop of International Symposium on Red Tides, Takamatsu, Japan, 1987.

MONTOYA J. V. **Freshwater Shrimps of the Genus *Macrobrachium* Associated with Roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela).** Caribb. J. Sci., v. 39: p. 155-1 59, 2003.

MORAES BC, COSTA JMN, COSTA ACL AND COSTA MH. **variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará.** Acta Amaz 35(2): 207-214. 2005.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; Valenti, W. C. **Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros.** Revista Brasileira Zoologia, v. 19, n. 4, p. 1169-1176, 2002.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C. **Freshwater Prawn Farming in Brazilian Shows Potential For economic and Social Developmet.** Global Aquaculture Advocated, Saint Louis, v. 4, p. 73-74, 2001.

MOSER, M. & WEISSE T. **The outcome of competition between the two chryomonads *Ochromonas* sp. and *Poterioochromonas malhamensis* depends on pH.** Eur. J. Protistology, 47(2), 79-85. 2011.

MOULLAC, G. L.; KLEIN, B.; SELLOS, D.; WORMHOUDT, A. V. **Adaptation of trypsin, chymotrypsin and α -amylase to casein level and protein source in *Penaeus vannamei* (Crustacea Decapoda).** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. volume 208, Issues 1–2, 3, Pages 107-125, January 1997.

MOURA JUNIOR, A. M.; EGÍDIO BEZERRA NETO, MARIA LUISE KOENING E ENIDE ESKINAZI LEÇA. **Composição química de microalgas em cultivo semi-intensivo: *Chaetoceros gracilis* Schutt, *Isochrysis galbana* Parke e *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) G. Fryxell & Hasle.** Revista Ciência Agronômica, v.37, n.2, p.142-148, 2006.

NEW, M. B. **History and global status of freshwater prawn farming.** Em: **NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (ed.) Freshwater Prawn Farming: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*.** Londres: Blackwells, p. 1-11, 2000.

NEWMAN, S. G. **Microsporidian Impacts Shrimp Production Industry Efforts Address Control, Not Eradication.** global aquaculture advocate, p. 16, 2015.

ODINETZ COLLART, O. **Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae).** Crustaceana, v. 61 (3): p. 253 – 270, 1991.

ODINETZ-COLLART, O. **Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the lower Tocantins (Pa-Brazil): a four year study.** Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, v. 25, p. 2460-2467, 1991b.

ODINETZ-COLLART, O.; L. C. MOREIRA. **Potencial pesqueiro do *Macrobrachium amazonicum* na Amazonia Central (Ilha Carreiro): variação da abundância e do comprimento.** Amazoniana, p. 399-413, 1993.

OVERSTREET, R. M. **Parasites of some penaeid shrimps with emphasis on reared hosts.** Aquaculture, v. 2: p. 105-140, 1973.

PAIVA, R. S., ESKINAZI-LEÇA, E., PASSAVANTE, J. Z. O., SILVA-CUNHA, M. G. G. e MELO, N. F. A. C. **Considerações ecológicas sobre a fitoplâncton da Baía do Guajará e Foz do Rio Guamá (Pará, Brasil).** Bol Mus Para Emílio Goeldi, sér Ciências Naturais 1(2): 133-146, 2006.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes. Profilaxia, diagnóstico e tratamento.** Editora Universidade Estadual de Maringá, p. 305, 2002.

PILEGGI, L. G.; MAGALHÃES, C.; BOND-BUCKUP, G. & MANTELATTO, F. L. **New records and extension of the known distribution of some freshwater shrimps in Brazil.** Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 563-574, 2013.

PORTO, L. A. C. **Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA), na Bacia Hidrográfica do rio Meia-Ponte, Bela Vista de Goiás-GO, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Instituto de biociências da Universidade de São Paulo. p.117, 1998.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal.** 6ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 906pp, 2001.

REICH, K. AND SPIEGELSTEIN, M. **Fish toxins in *Ochromonas* (*Chrysomonandida*)**. *Isr. J. Zool.*, 13, 141, 1964.

REVIERS, B. **Biologie et phylogénie des algues**. Tome 2. Belin, Paris, 2003.

RICHMOND, A. (Ed). **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**. Oxford: Blackwell Science. 566p, 2004.

ROCHA, A. et al. **Programa de controle e eliminação da Filariose Linfática: uma parceria da Secretaria de saúde de Olinda-PE, Brasil, com o Serviço de Referência Nacional em Filarioses**. *Rev. de Pat. Trop. Goiânia*, 39 (3): 233-249, 2010.

RODERER, R. **On The Toxic Effects of Tetraethyl Lead and Its Derivatives on the Chrysophyte *Poteriochromonas malhamensis***. *Environmental Research* 23, 371-384, 1980.

RODRÍGUEZ, B.; LODEIROS, C.; CONROY, G.; CONROY, D.; GRAZIANI, C. **Studios patobiológicos en poblaciones cultivadas del camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1 879), Isla de Margarita, Venezuela**. *Rev. Cient.*, v. 11 (2): p. 162-1 69, 2001.

ROHDE, K. **Diseases caused by metazoans: helminths**. In: Kinne O (Edn). **Diseases of Marine Animals. Introduction, Pisces**. Biologische Anstalt Helgoland Hamburg, v. 4 (Part-1), p. 1 93-320, 1984.

ROTHHAUPT, K. O. **The influence of toxic and filamentous blue-green algae on feeding and population growth of the rotifer *Brachionus rubens***. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 76, 67–72, 1991.

SAMPAIO, C. M. S.; SILVA, R. R.; SANTOS, J. A. AND SALES, S. P. **Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae)**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67, p. 551-559, 2007.

SANDGREN, C.D. **An ultrastructural investigation of resting cyst formation in *Dinobryon cylindricum* Imhof (Chrysophyceae, Chrysophycota)**. *Protistologica*, 16: 259–276, 1980.

SANDGREN, C.D. and Flanagan, J. **Heterothallic sexuality and density dependent encystment in the chrysophycean alga *Synura petersenii* Korsh**. *Journal of Phycology*, 22: 206–216, 1986.

SANDGREN, C.D. **Sem investigations of statospore (stomatocyst) development in diverse members of the Chrysophyceae and Synurophyceae**. *Nova Hedwigia Beiheft*, 95: 45–69, 1989.

SANTOS, E. B.; **Avaliação bacteriológica e físico química do camarão cru, descascado e resfriado**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2011.

SHANVAS, K. R.; PRASADAN, P. K.; JANARDANAN, K. P. ***Nematopsis rosenbergii* n.sp. (Apicomplexa: Cephalina) from the brackishwater prawn,**

***Macrobrachium rosenbergii* (De Man).** Archiv für Protistenkunde, v. 137: p. 161-64, 1989.

SILVA, K. C. A.; CINTRA, I. H. A.; MUNIZ, A. P. M. **Aspectos bioecológicos de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) a jusante do reservatório da hidrelétrica de Tucuruí, Pará.** Boletim Técnico-Científico do Cepnor, v. 5, p. 55-71, 2005.

SILVA, K. C. A.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA I. H. A. **Camarão-cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no município de Vigia - Pará - Brasil.** Boletim Técnico-Científico do Cepnor, v. 2, p. 41-73, 2002.

SOURNIA, A.; CHRÉTIENNOT-DINET, M-J.; RICARD, M. **Marine Phytoplakton: how many species in the word ocean?** Journal Of Plakton Reseach, v. 5, n. 13, p. 1093-1099, 1991.

SOUSA, E. B., COSTA, V. B., PEREIRA, L. C. C. e COSTA, R. M. **Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil).** Acta Bot Bras 23(4): 1084-1095, 2009.

SOUSA, E. B., COSTA, V. B., PEREIRA, L. C.C. e COSTA, R. M. **Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil).** Acta Bot Bras 22(3): 626-636, 2008.

SPIEGELSTEIN, M., REICH, K. AND BERGMANN, F. **The toxic principals of *Ochromonas* and related chrysomonadinia.** Verh. Int. Ver. Limnol., 17, 778–783; 1969.

SPIEGELSTEIN, M., REICH, K. AND BERGMANN, F. **Toxin in *Ochromonas* cultures.** J. Protozool., 14 (Suppl.), 44; 1967.

STEIDINGER, KA & DG BADEN. **Toxic Marine Dinoflagellates.** In: SPECTOR, DL (ed). Dinoflagellates, Academic Press: 201-259, 1984.

TANGPRASITTIPAP, A.; SRISALA, J.; CHOUWDEE S.; SOMBOON, M.; CHUCHIRD N.; LIMSUWAN C.; SRISUVAN, T.; FLEGEL, T. W. AND SRITUNYALUCKSANA, K. **The microsporidian enterocytozoon *Hepatopenaei* is not the cause of white feces syndrome in whiteleg shrimp *Penaeus vannamei* (litopenaeus).** Tangprasittipap et al. BMC Veterinary Research, p. 9:139, 2013.

TARAYRE, C.; BAUWENS, J.; BRASSEUR, C.; MATTÉOTTI, C.; DESTAIN, J.; ANDENBOL, M.; PORTETELLE, D.; PAUW, E.; HAUBRUGE, E.; FRANCIS, F.; THONART, P. **Isolation of na amylotic chrysophyte, *Poterioochromonas* sp., from the digestive tract of the térmite *Reticulitermes santonensis*.** Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 18(1), 19-31, 2014

TATCHER, V. E. **Amazon Fish Parasites.** Pensoft Publishers. Sofia, Moscow. 2 ed. v. 508, 2006.

TOURTIPI, S. J.; WONGTRIPPO, S.; STENTIFORD, G. D.; BATEM, AN K. S.; SRIURAIRATANA, S.; CHAVADEJ, J.; SRITUNYALUCKSANA, K.; WITHYACHUMNARNKUL, B. **Enterocytozoon hepatopenaei sp. nov. (Microsporida: Enterocytozoonidae), a parasite of the black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Decapoda: Penaeidae): Fine structure and phylogenetic relationships.** Journal of Invertebrate Pathology, v. 102, p. 21 – 29, 2009.

VALENTI, W. C. **Cultivo de Camarões de água doce.** Editora Nobel. 2 ed. 1985.

VALENTI, W. C. **Larvicultura em sistema fechado dinâmico.** In: Valenti, W.C (Ed), **Carcinicultura de água doce; Tecnologia para a produção de camarões.** Brasília: FAPESP e IBAMA, São Paulo, p. 112-139, 1998.

VALENTI, W. C.; LOBÃO, V. L.; MELLO, J. T. C. **Crescimento relativo de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae).** Rev. Bras. Zool. vol.6 no.1 Curitiba Apr. 1989.

VALENTI, W.C., MALLASEN, M. & BARROS, H.P. **Sistema de recirculação para larvicultura de camarões de água doce em pequena escala.** Boletim do Instituto de Pesca (in press). 2009.

VERGAMINI, F. G.; PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. **Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae).** CONTRIBUTIONS TO ZOOLOGY, v.80, n.1, p.67-83, 2011.

VETORELLI, M. P. **Salinidade e composição iônica da água na larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*.** Tese de Doutorado. Jaboticabal, Universidade estadual Paulista, p. 123, 2008.

VETORELLI, M. P. **Viabilidade técnica e econômica da larvicultura do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em diferentes densidades de estocagem.** Dissertação (Mestrado). Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2004.

VIEIRA, I. M. A. **Carcinofauna da Floresta Nacional do Amapá obtidas através de dois inventários biológicos rápidos.** In: BERNARD, E. (coord.). Inventários biológicos rápidos da Floresta Nacional do Amapá. Macapá: IEPA. 100-113 pp. 2006a

VIEIRA, I. M. **Inventários rápidos da fauna de crustáceos do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque.** In: BERNARD, E. (ed.). Inventários biológicos rápidos no Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque, Amapá, Brasil. Macapá: IEPA, 106-119pp. 2006b.

VONSHAK, A. **Recent advances in microalgal biotechnology.** Biotechnology Advances, 6: 709-727, 1990.

WAWRIK, F. **Isogame Hologamie in der Gattung Mallomonas Perty.** Nova Hedwigia, 23: 353–362, 1972.

WAWRIK, F. **Isogamie bei Synura petersenii Korschikov.** Archiv für Protistenkunde, 112: 259–261, 1970.

WAWRIK, F. **Sexualität bei Mallomonas fastigata var. kriegerii.** Archiv für Protistenkunde, 104: 541–544, 1960.

ZHANG, X.; HU, H.; HONG Y. & YANG J. **Isolation of a *Poteriochromonas* capable of feeding on *Microcystis aeruginosa* and degrading microcystin-LR.** Federation of European Microbiological Societies Published by Blackwell Publishing Ltd. All rights reserved. 241–246, 2008.

Anexos

Anexo I: Ficha para coleta de material laboratorial.



DATA:
ESPÉCIE:
LOCAL DE COLETA:
SEXO:
Nº de REGISTRO:

PESO TOTAL	
PESO EVISCERADO	
COMPRIMENTO TOTAL	
COMPRIMENTO PADRÃO	

- ANÁLISE DA PRESENÇA DE PARASITAS
- OBSERVAÇÕES

Anexo II: Ficha do livro de registro LPCA/UFRA.

Nº do Bloco	Data	Órgão	Fixador	Técnica	Animal	Observações

Prof. Tit. Dr. Edilson Rodrigues Matos
Coordenador do LPCA ; UFRA

Anexo III: Ficha de processamento de material biológico – LPCA/UFRA.

Data do início do processamento: _____
 Material processado: _____
 Local em que o material processado foi coletado: _____
 Responsável pelo processamento: _____
 Fixador utilizado: _____
 Número de registro do material: _____

IMERSÃO	DATA	HORA	TEMPO
ALC. 70%			
ALC. 80%			
ALC. 90%			
ALC. ABS. I			
ALC. ABS. II			
ALC. ABS. III			
ALC. / XILOL			
XILOL I			
XILOL II			
PARAFINA I			
PARAFINA II			
PARAFINA III			

Prof. Tit. Dr. Edilson Rodrigues Matos
Coordenador do LPCA/UFRA

Anexo IV: Ficha de processamento de material biológico.



Ocorrência de Cisto de Microalgas *Poterochromonas malhamensis* em Camarão Amazônico *Macrobrachium amazonicum*

	Código/LUGAR	DATA	Sexo	EG	CC	CR	CISTO	QUANTIDADE	PARASITA	ORGÃO	TECNICA	TECNICA
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												

DATA ____/____/____ RESPONSÁVEL _____