



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – PRPGP  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA – DQB  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR - PPBM

Mariane Fernandes Gomes Nery

**Morfometria Geométrica do camarão-da-amazônia**  
***Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda,**  
**Palaemonidae) em duas bacias hidrográficas do nordeste**

CRATO – CE, 2014

**Morfometria Geométrica do camarão-da-amazônia**  
***Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Crustacea, Decapoda,**  
**Palaemonidae) em duas bacias hidrográficas do nordeste**

Mariane Fernandes Gomes Nery

Dissertação submetida ao Programa de pós- graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas - Área de Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Allysson Pontes Pinheiro

Coorientador: Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Morais Freire

CRATO – CE, 2014

Mariane Fernandes Gomes Nery

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – PPBM/URCA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas - Área de Ecologia.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Allysson Pontes Pinheiro (Orientador)  
Departamento de Ciências Biológicas (URCA)

---

Prof. Dr. Waltécio de Oliveira Almeida  
Membro Interno (URCA)

---

Prof. Dr. Bruno Gabriel Nunes Pralon  
Membro Externo (UFPI)

---

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva  
Suplente (URCA)

CRATO – CE, 2014

*"A Estrada*

*"Você não sabe o quanto eu caminhei*

*Pra chegar até aqui*

*Percorri milhas e milhas antes de dormir*

*Eu nem cochilei*

*Os mais belos montes escalei*

*Nas noites escuras de frio chorei*

*A vida ensina e o tempo traz o tom*

*Pra nascer uma canção*

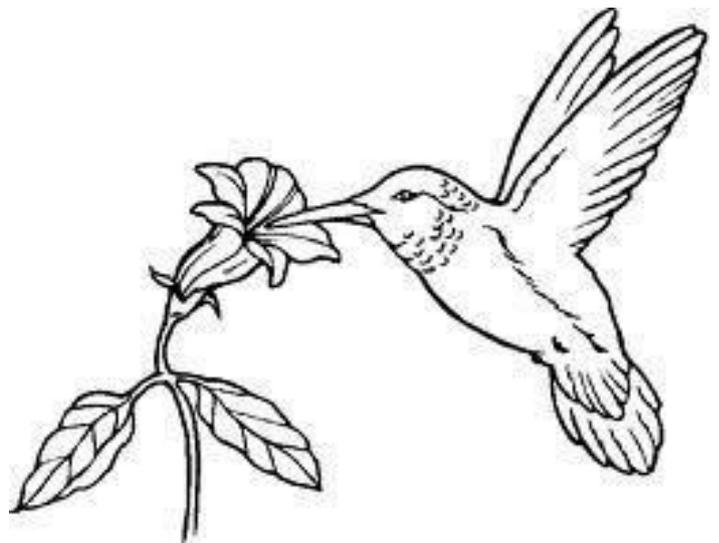
*Com a fé do dia a dia encontro a solução*

*Quando bate a saudade eu vou pro mar*

*Fecho os meus olhos*

*E sinto você chegar*

*Você, chegar..."*



*Tony Garrido"*

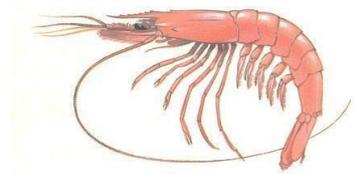
*"Se é que minha opinião importa,  
nunca é tarde demais para  
ser o que você quer ser.  
Não há limite de tempo  
Comece quando quiser.  
Mude ou continue sendo a mesma pessoa.  
Não há regras para isso.  
Pode dar o máximo de você ou o mínimo.  
Espero que dê o máximo.  
Espero que veja coisas surpreendentes.  
Espero que sinta coisas que nunca sentiu antes.  
Espero que conheça pessoas com diferentes pontos de vista.  
Espero que tenha uma vida da qual possa se orgulhar.  
E se não se orgulhar dela,  
Espero que encontre forças para começar tudo de novo."*

*Benjamin Button*

*"Eu não sei de quase nada, mas desconfio de muita coisa."*

*João Guimarães Rosa*

# *Dedicatória*

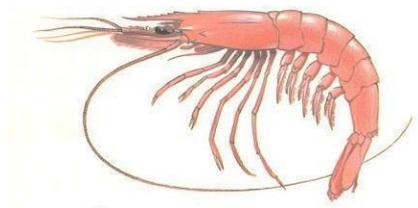


## *Dedicatória*

---

*Dedico com amor e carinho ao meu esposo  
Jésson, meu melhor amigo, e família que  
escolhi para toda vida, por não me dar outra  
saída senão te amar para sempre.*

# *Agradecimientos*



## *Agradecimentos*

---

*A Deus por tudo...*

*A minha família, em especial a minha mãe que jamais colocou empecilhos para o meu futuro, confiou e me incentivou para a vida, agradeço muito por sempre me apoiar e incentivar minhas escolhas.*

*Ao meu orientador Prof. Dr. Allysson Pontes Pinheiro pela oportunidade, confiança, dedicação, respeito, amizade e compreensão, que me acompanharam e contribuíram significativamente no meu desenvolvimento profissional. Obrigada pelos ensinamentos, paciência e por ter me introduzido ao universo desses pequenos animais que ainda pretendo explorar muito.*

*Agradeço ao meu coorientador Prof. Dr. Fúlvio Aurélio de Moraes Freire que mesmo distante sempre deixou claro que estava a disposição em me ajudar, e ao seu doutorando Carlos Eduardo (Cadu) com suas dicas valiosas de estatísticas.*

*Aos colegas Biólogos do laboratório que me ajudaram incondicionalmente, obrigada pelas coletas que apesar de cansativas se tornavam maravilhosas, obrigada pelas conversas na hora do almoço, pelos ensinamentos na hora dos trabalhos e pelo ótimo ambiente que promoveram agora os consideram como amigos e colegas de ofício, vocês praticam ciência democratizando o conhecimento e trabalhando em equipe (Boa sorte e sucesso a todos).*

*Aos colegas da Herpetologia pelo tempo de convivência no laboratório.*

*Ao curso de Pós Graduação em Bioprospeção Molecular e a Universidade Regional do Cariri (URCA) pela oportunidade e estrutura.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro concedido, que foi de suma importância para a conclusão desse trabalho.*

*Aos professores coordenadores do laboratório de Zootecnia pela concessão do uso das dependências e equipamentos.*

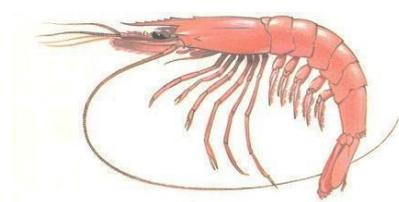
*Aos funcionários do Departamento de Biologia, as secretárias do mestrado, e aos funcionários da Uroca (Guardas) que sempre me ajudaram e resolviam meus problemas.*

*Aos membros da banca examinadora pelas sugestões.*

*Enfim não poderia deixar de agradecer aos meus "bichinhos" que se sacrificaram em prol da ciência, do meu trabalho e me proporcionaram o título de mestre.*

*Obrigada...*

# *Resumo*



## Resumo

---

No presente trabalho buscou-se utilizar a técnica da morfometria geométrica como ferramenta para encontrar variação no cefalotórax entre as populações da Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe e da Bacia Hidrográfica do Rio Brígida. Essa técnica é de grande importância, pois abrange uma série de técnicas que visam descrever e representar a geometria das formas. É capaz de descrever e localizar mais claramente as regiões de mudanças na forma, e de reconstruir e reconstituir graficamente estas mudanças. Esta descrição é feita através do estabelecimento de pontos anatômicos de referência em estruturas homólogas, os chamados marcos anatômicos. Diante disso, foi analisado um total de 40 exemplares fêmeas da espécie *Macrobrachium amazonicum* através de análise discriminante, procrustes, PCA e tamanho do centróide, sendo evidenciado que as populações não são iguais, havendo variação significativa entre os cefalotórax observados. Considerando que em ambientes heterogêneos ou isolados geograficamente, uma única espécie pode apresentar populações geneticamente distintas, devido à ausência de fluxo gênico entre elas, é essencial a realização de estudos adicionais com uma maior representatividade das populações de *M. amazonicum*, devido a sua ampla distribuição geográfica no Brasil e sabendo que a morfologia (tamanho e a forma) de um organismo reflete numa combinação de diferenças na ecologia e na história filogenética das espécies. Em síntese, vemos a necessidade da realização de estudos complementares que visem comparar e caracterizar essas populações ao longo de sua distribuição geográfica, o que certamente contribuiria para uma melhor compreensão do grau de estruturação genética, e principalmente variabilidade morfológica entre as populações, essenciais para o entendimento da história evolutiva dessa espécie.

**Palavras chave:** Crustáceos, Dulcícola, Semiárido

## *Abstract*

---

In the present work we sought to utilize the technique of geometric morphometrics as a tool to find variation in the carapace among the populations of the watershed of high Jaguaribe and of the Bridget river. This technique is of great importance, for it covers a series of techniques that aim to describe and represent the geometry of the shapes. It is able to describe and locate more clearly regions in shape changes and rebuild and reconstitute graphically these changes. This description is done through the establishment of anatomical points of reference for homologous structures, called anatomical landmarks. Thus we analyzed a total of 40 exemplars females of the species *Macrobrachium amazonicum*, through discriminant analysis, Procrustes, PCA and centroid size, being evidenced that the populations are not equal. Occurring significant variation between the carapaces observed. Whereas in heterogeneous environments or isolated geographically, a single species may present genetically distinct populations due to the absence of gene flow between them. It is essential the realization of additional studies with a representativity larger of populations of *M. amazonicum* due to its wide geographical distribution in Brazil and knowing that the morphology (Size and shape) of an organism reflects a combination of differences in ecology and phylogenetic history of the species. In synthesis, we see the need for complementary studies aimed to compare and characterize these populations throughout its geographical distribution, which would certainly contribute to a better understanding of the degree of genetic structure and mainly the morphological variability among populations essential for understanding the evolutionary history of this species.

**Keywords:** Crustaceans, Dulcícola, Semiarid

## *Lista de figuras*

---

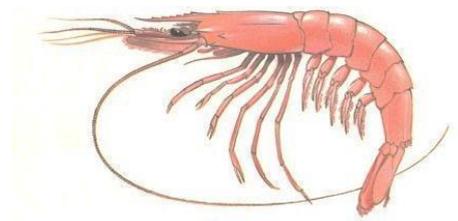
<b>FIGURA 01:</b> Exemplo de um Carídeo com suas estruturas diferenciais (CC=comprimento do Cefalotórax e CPL=comprimento da pleura do segundo segmento abdominal) .....	29
<b>FIGURA 02:</b> Vista Lateral esquerda de um camarão da família Palaemonidae, (modificado de GOMES-CORRÊA, 1977). .....	31
<b>FIGURA 03</b> Localização do município de Aiuaba e do ponto de coleta na Estação Ecológica .....	45
<b>FIGURA 04:</b> Localização da Sub - Bacia do Alto Jaguaribe.....	46
<b>FIGURA 05:</b> Localização do município de Ouricuri e do ponto de coleta no rio São Pedro - PE .....	48
<b>FIGURA 06:</b> Localização geográfica da Bacia do Rio Brígida .....	50
<b>FIGURA 07 :</b> Materiais usados para a coleta e identificação da espécie <i>M. amazonicum</i> .....	52
<b>FIGURA 08:</b> Cefalotorax de um espécime fêmea em corte longitudinal, vista lateral esquerda .....	53
<b>FIGURA 09:</b> Porcentagem da variação ao longo dos componentes principais.....	57
<b>FIGURA 10:</b> Comparação da forma do cefalotórax, através do gráfico de grid de transformações.....	57
<b>FIGURA 11:</b> Comparação das variáveis geométricas da forma do cefalotórax de populações da bacia do Alto Jaguaribe (coluna vermelha) e da bacia do Rio Brígida (coluna azul claro) através da análise de função discriminante.....	58

## *Lista de tabelas*

---

TABELA 01	Descrição dos marcos anatômicos .....	54
TABELA 02	Análise de Componentes Principais das populações estudadas.....	58

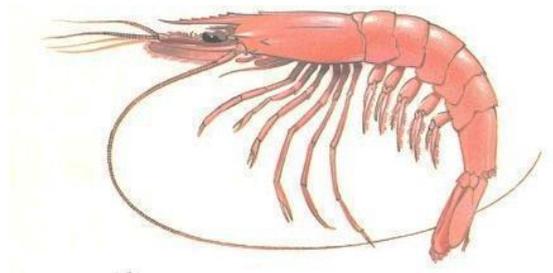
# *Sumário*



## *Sumário*

---

# *Introdução*



## 1. *Introdução*

---

# C lassificação zoológica da espécie *Macrobrachium amazonicum* (MARTIN & DAVIS, 2001)

Filo: Arthropoda

Sub-filo: Crustacea

Classe: Malacostraca

Subclasse: Eumalacostraca

Super-ordem: Eucarida

Ordem: Decapoda

Subordem: Pleocyemata

Infraordem: Caridea

Superfamília: Palaemonoidea

Família: Palaemonidae

Gênero: *Macrobrachium*

Espécie: *Macrobrachium amazonicum*

*A enorme heterogeneidade morfológica e ecológica dos Crustacea não encontra correspondência em nenhum outro táxon animal.*

(RUPPERT *et al.*, 2005)

## 1.1 Histórico da Carcinologia Brasileira

A Carcinologia Brasileira teve seu início com a chegada de europeus que vieram ao Brasil no século XVI e publicaram as primeiras descrições da fauna brasileira. Esses documentos apresentam registros de narrativas das expedições e tinham a intenção de produzir um inventário da fauna local, além de registrar algumas maneiras de utilização, tal como medicinal e alimentício (TAVARES, 1993).

Com a chegada dos portugueses na costa nordeste do Brasil no ano de 1500, com o comando de Pedro Alvarez Cabral, algumas cartas foram enviadas ao então Rei de Portugal, Dom Manuel I, O Venturoso, das quais se destaca a Carta de Pero Vaz de Caminha, considerada como a certidão de nascimento do Brasil, em que o escrivão relata inúmeros comentários sobre a “nova terra”, incluindo a presença de “*camarões grossos e curtos, entre os quais vinha um tão grande e tão grosso, como em nenhum tempo vi tamanho*” (trecho da Carta de Pero Vaz de Caminha, 1 de maio de 1500). Segundo TAVARES (1993), o camarão descrito por Pero Vaz de Caminha provavelmente se trata de *Macrobrachium carcinus*.

Vários exploradores falaram sobre a flora e a fauna do Brasil, inclusive o português Gabriel Soares de Souza, que visitou o Brasil em 1569, na expedição de Francisco Barreto, fazendo registros de crustáceos, associados não apenas com suas utilidades, mas também relatos de cunho ecológico, como o feito para *Cardisoma guanhumi* (LATREILLE, 1828), que segue: “*A estes caranguejos da terra chamam os índios “guonhamu” os quais se criam em várzeas úmidas, não muito longe do mar, mas nas vizinhas da água doce, os quais são muito grandes e azuis... os machos são muito maiores que as fêmeas, e tamanhos que têm os braços grandes... Criam-se estes caranguejos em covas debaixo da terra, tão fundas que com trabalho se lhe pode chegar com o braço e ombro de um índio metidos nela... No mês de fevereiro estão às fêmeas, até meados de março, todas cheias de coral mui vermelho...*” (trecho do Tratado Descritivo do Brasil em 1587, publicado posteriormente em 1851).

Posteriormente no ano de 1638, Georg Marcgraf chegou ao Brasil realizando importantes registros sobre os crustáceos brasileiros em seus manuscritos *Historia Naturalis Brasiliae*, que foram publicados em (1648), nos quais ele mencionou 24 espécies de crustáceos, onde eram 22 decápodes, 1 estomatópodo e 1 cirripédio, e logo adiante os mesmos foram usados por Carolus Linnaeus e a nomenclatura binomial de

alguns representantes da fauna brasileira (TAVARES, 1993). As grandes expedições oceanográficas realizadas no século XIX e início do XX também influenciou o conhecimento da fauna carcinológica, eles exploraram com maior intensidade a região norte-nordeste e a região Magalhânica-Argentina, a região sudeste foi menos explorada por essas expedições, sendo apenas duas mais relevantes para essa parte do litoral brasileiro, a “Thayer Expedition” (1865-1866) e a “Santa Maria” (1925) (MELO, 1985).

O padre José de Anchieta também foi observador de nossos caranguejos e siris. E o primeiro brasileiro a se dedicar ao estudo dos crustáceos foi Carlos Moreira em 1901, escrevendo “Contribuições para o Conhecimento da Fauna Brasileira. Crustáceos do Brasil” (MELO,1996). Sucessivamente a estes, os demais pesquisadores trabalharam com taxonomia, levantamentos, distribuição, entre outros.

## **1.2 Generalidades do Táxon Crustacea**

Os Crustáceos são considerados como um grupo dominante e de sucesso, representado por um elevado número de espécies, exibindo uma grande variedade de estilos de vida e ocupando diferentes habitats, compreendem um grupo zoológico com grandes estratégias evolutivas, são capazes de viver em vários ambientes, e explorar esquemas de vida inimagináveis (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

São animais com alto valor econômico, nesse contexto, os crustáceos se destacam, tanto pelo alto valor nutritivo que possuem, como por se prestarem como iguarias finas, de consumo cada vez mais elevado, principalmente entre os povos dos países mais desenvolvidos (CAVALCANTI *et al.*, 1986).

Eles ocupam quase todos os habitats aquáticos desde lagos intermitentes, lagoas salinas, fontes térmicas, lagos profundos e até águas subterrâneas. No entanto, muitos destes apresentam migrações verticais diurnas na coluna de água (MAGALHÃES, 1999, 2000; VIEIRA, 2004).

A maioria desses organismos vive em tocas ou parcialmente enterrada no sedimento ou na areia. Assim, os hábitos alimentares dos crustáceos são bem variados, com algumas espécies herbívoras alimentando-se de algas, outros carnívoras e as que comem cadáveres. Os camarões, por exemplo, consomem detritos orgânicos em geral (MELO, 2003; BOLINA, 2007). Apenas 10% habitam os ecossistemas de água doce, e somente alguns são terrestres (MELO, 2003; ARAÚJO, 2004; VIEIRA, 2004, 2006).

De acordo com VIEIRA (2006) os crustáceos são importantes na caracterização de ambientes saudáveis, pois funcionam como bioindicadores de qualidade ambiental, já que atuam no funcionamento da cadeia alimentar aquática, inclusive nas áreas periodicamente inundáveis.

Os crustáceos são importantes nos processos ecológicos dos ambientes aquáticos, pois atuam em diferentes níveis da cadeia trófica desses ambientes, quer como herbívoros, predadores, necrófagos ou presas de outros grupos (MAGALHÃES, 1999).

Inclui animais minúsculos com menos de 1mm de comprimento e caranguejos gigantes com 3m de abertura das pernas. Alguns são tão especializados que se tornam irreconhecíveis como crustáceos, exceto pelo exame da larva. Mais que qualquer outro artrópode, os crustáceos beneficiam-se do amplo leque de possibilidades oferecido pela especialização de um grande número de apêndices (RUPPERT *et al.*, 2005).

Dois pares de antenas distinguem imediatamente os crustáceos dos outros artrópodes. Eles são os únicos artrópodes com três ou quatro ocelos simples em forma de taça pigmentada, agrupados para formar um olho naupliar mediano. A forma larval básica é o náuplio (RUPPERT *et al.*, 2005).

Estão distribuídos em seis classes, sendo elas: Branchiopoda, Remipedia, Cephalocarida, Maxillopoda, Ostracopoda, Malacostraca, 13 subclasses e 47 ordens (MARTIN & DAVIS, 2001)

São um grupo de artrópodes extremamente diversos tanto em padrões morfológicos, hábitos, tamanho e em número de espécies (BRUSCA & BRUSCA, 2007; PEREIRA, 2004) São compostos por aproximadamente 2.725 gêneros, (NG *et al.*, 2008) e já foram descritas aproximadamente 68.200 espécies de crustáceos em todo o mundo e no Brasil são conhecidas aproximadamente 2.040 espécies (AMARAL & JABLONSKI, 2005). Provavelmente um número 5 ou 10 vezes maior de espécies estão ainda para serem descobertas e catalogadas.

Esses animais estão representados em quase todas as áreas, desde o equador até as regiões polares, tanto em ambientes marinhos e salobros como nos de água doce e terrestre (BOWMAN & ABELE, 1982).

Sendo os animais mais abundantes, diversificados e com maior distribuição nos oceanos do mundo. A amplitude da diversidade morfológica entre os crustáceos supera em muito até a dos próprios insetos. De fato, em virtude da diversidade taxonômica e da abundância numérica que apresentam, os crustáceos são frequentemente considerados

como “os insetos do mar”, eles são conhecidos pelos humanos desde os tempos antigos e têm servido como fonte de alimento e lendas (BRUSCA & BRUSCA, 2011).

O crescimento nos Crustacea é um processo descontínuo, com uma sucessão de mudas separadas por intermudas, o qual pode ser expresso pelo aumento do comprimento, do volume, do peso úmido ou do peso seco. Estas modificações apresentam, em algumas estruturas do corpo, um padrão de crescimento diferencial chamado de crescimento relativo, alométrico ou heterogênico (HARTNOLL, 1982).

Os crustáceos formam um grupo de grande sucesso evolutivo pelo número de espécies existentes, este fato pode ser evidenciado pela variabilidade nos padrões em seus ciclos de vida, diferentes estratégias reprodutivas para o estabelecimento em muitos ambientes (SASTRY, 1983; FRANSOZO & NEGREIROS, 1996).

Algumas destas espécies, conhecidas popularmente como “frutos do mar”, movimentam bilhões de dólares a cada ano na indústria marinha, superando-se de qualquer outro grupo de invertebrado marinho (MARTIN *et al.*, 2009).

Por conta disso, a aquicultura, em seu crescente desenvolvimento vem utilizando, nos últimos anos várias espécies na tentativa de atender a demanda global de alimento para consumo humano que a cada dia se acentua. Nesse contexto, os crustáceos se destacam, tanto pelo alto valor nutritivo que possuem, como por se prestarem como ótimos alimentos, de consumo cada vez mais elevado, principalmente entre os povos dos países mais desenvolvidos (CAVALCANTI *et al.*, 1986).

### **1.3 Generalidades da classe Malacostraca**

Com 23.000 espécies viventes, representando cerca da metade das espécies conhecidas de crustáceos, os Malacostraca constituem um grupo expressivo e bem sucedido. A classe inclui grande parte dos crustáceos já bem conhecidos, como caranguejos, lagostas, siris e camarões, além de um número abundante de outras espécies pequenas, mas ecologicamente importantes (RUPPERT *et al.*, 2005).

A cabeça consiste em 5 segmentos, assim como em todos os crustáceos, e o tórax sempre possui 8 segmentos e o abdome (quase) sempre apresenta 6, além do telson, totalizando 19 segmentos. Também diferem de outros principais táxons de crustáceos, com exceção de Remipedia, por apresentarem apêndices abdominais. Pode haver ou não uma carapaça e, se presente, a extensão de tronco recoberta por ela pode

variari. As antênulas são frequentemente birremes (RUPPERT *et al.*, 2005).

Geralmente, os primeiros cinco pares de apêndices abdominais são pleópodes birremes e similares entre si, usados para nadar, cavar, criar uma corrente de ventilação ou de alimentação, incubação dos ovos ou para trocas gasosas. Em machos, o primeiro ou os dois primeiros pleópodes são frequentemente modificados na forma de gonópodes copulatórios para realizar a transferência indireta de espermatozoides para a fêmea. Na maioria dos malacostracos, o sexto par de segmentos abdominais é transformado em urópodes; estes formados por um protopodito e dois ramos achatados, em forma de remo. Os urópodes, em conjunto com um télson achatado, formam um leque caudal que, quando flexionado, é capaz de gerar rapidamente um impulso. A flexão, resultado da contração dos poderosos músculos abdominais é responsável pela rápida resposta de fuga para trás observada em lagostins, lagostas e camarões (RUPPERT *et al.*, 2005).

Os Malacostraca incluem sete ordens principais: Leptostraca, Stomatopoda, Decapoda, Syncarida, Euphausiacea, Pancarida e Peracarida. Destes, os Decapoda e os Peracarida são ecologicamente importantes e juntos perfazem cerca de metade de todas as espécies de crustáceos (RUPPERT *et al.*, 2005).

Os apêndices cefálicos são formados por cinco pares: 1<sup>as</sup> antenas (antênulas), 1<sup>as</sup> antenas (antenas), mandíbulas, 1<sup>as</sup> maxilas (maxíbulas) e 2<sup>as</sup> maxilas (maxilas). As 1<sup>as</sup> antenas apresentam dois flagelos sub-iguais (exo e endopodito); as 2<sup>as</sup> antenas tem um endopodito pendunculado terminando por um flagelo e o exopodito (escama antenal ou escafocerito), tem um aspecto foliáceo. As duas antenas tem função sensorial. As mandíbulas bem desenvolvidas tem a forma variável, dependendo do tipo de alimentação. Possui o endito muito largo, caracterizado por um processo incisivo e um processo molar distinto. O endopodito da mandíbula, também denominado palpa mandibular, pode ser bi ou trisegmentado. Nos Palaemonidae a presença ou a ausência do palpo mandibular é um caráter diagnóstico para os gêneros. As 1<sup>as</sup> e as 2<sup>as</sup> maxilas são foliáceas e auxiliam na manipulação do alimento. O exopodito (escafoginatito) da 2<sup>a</sup> maxila desempenha importante papel no fluxo de água que vai para câmara branquial (BUCKUP, 1999).

#### **1.4 Generalidades da Ordem Decapoda**

A ordem Decapoda é uma das mais ricas entre os Crustacea, reunindo

aproximadamente 18.000 espécies conhecidas, das quais 15.000 fazem parte da fauna atual e cerca de 3.000 espécies com registro fóssil (DE GRAVE *et al.*, 2009).

Os decápodes representam um dos grupos de invertebrados mais diversificados em número de espécies, morfologia, formas de vida, e em relação ao uso do hábitat (MCLAUGHLIN, 1980; SCHRAM, 1986; MARTIN & DAVIS, 2001). Existem representantes, terrestres, estuarinos e dulcícolas e marinhos, dispersos em todos os ambientes e inclusive em zonas com condições extremas, como as fontes hidrotermais, em profundidade de mais de 3.000m (MARTIN & HANEY, 2005), ou regiões a mais de 1.000 metros de altura (BOND-BUCKUP *et al.*, 2008)

Inclui os camarões, siris, lagostas e caranguejos, sendo, sem dúvida, os crustáceos mais bem conhecidos. A maioria dos decápodes apresentam tamanho grande; muitos são comestíveis e representam itens importantes em atividades pesqueiras. Em decorrência de seu grande tamanho, abundância e importâncias ecológicas e econômica, os decápodes são os crustáceos que foram estudados mais detalhadamente. A maioria é marinha e bentônica, mais os lagostins e alguns camarões e caranguejos invadiram o ambiente de água doce. Alguns caranguejos são terrestres e alguns decápodes são planctônicos (RUPPERT *et al.*, 2005).

A cabeça frequentemente possui um rostro fixo localizado em posição mediano anterior. Os dois pares de antenas são birremes. O exopodito de cada uma das segundas antenas apresenta a forma de uma escama antenal e utilizada para controlar a direção das correntes de água. A base dessas antenas contém o estatocisto e o nefridióporo. Os olhos compostos são pedunculados (RUPPERT *et al.*, 2005).

Animais aquáticos, caracterizados por apresentar carapaça rígida envolvendo o cefalotórax e cinco pares de pernas. O ciclo de vida abrange um período larval (larva zoea), que apresenta diferentes graus de redução conforme a espécie. O ciclo vital de algumas espécies passa-se, integralmente, em água doce, mas há outras que dependem de água salobra para a metamorfose das larvas. Esses animais são, em geral, onívoros e bentônicos, habitando rios, riachos, lagos e, eventualmente, ambientes terrestres úmidos próximos dos corpos d'água. Os crustáceos decápodes dulcícolas, entre os quais estão os camarões e caranguejos (braquiúros e aeglídeos), formam um grupo conspícuo e importante, seja pelo aspecto ecológico, seja pelo econômico (TAVARES, 1993).

Os primeiros três segmentos torácicos são fundidos a cabeça para formar o cefalotórax. Os apêndices desses três segmentos são maxilípedes e atuam como peças bucais. Os demais cinco pares de apêndices torácicos correspondem aos 10 pereópodes,

dos quais deriva o nome Decapoda (=10 pernas). O primeiro par de pereópodes é quase sempre mais desenvolvido e quelado, formando um quelípode preênsil ou pinça, no qual os dois últimos artículos formam dedos oponentes, sendo um deles móvel e se fechando contra o outro. Os pereópodes restantes são em geral, pernas locomotoras do tipo estenopódio, embora alguns possam ser quelados. Os pereópodes dos decápodes frequentemente não possuem exopoditos e são, portanto, unirremes. Os epipoditos dos pereópodes apresentam-se modificados em brânquias (RUPPERT *et al.*, 2005).

Os pleópodes, os quais são grandes e guarnecidos com franjas de cerdas, são as principais estruturas envolvidas na natação, embora a rápida flexão ventral do abdome e o leque caudal sejam usados para realizar movimentos bruscos para trás. A maior parte dos camarões apresenta hábito bentônico e usam seus pereópodes para andar sobre o substrato. Embora seja possível nadar com o uso dos pleópodes, tal modo de deslocamento é intermitente nesses animais. Eles vivem entre as algas e outras macrófitas, embaixo de pedras e conchas e dentro de buracos e fendas de corais e rochas (RUPPERT *et al.*, 2005).

Os Decapoda são um dos grupos de maior riqueza de espécies entre os demais crustáceos, e são objeto de estudo da maioria dos trabalhos relacionados aos grupos do subfilo Crustacea, devido à sua importância comercial, econômica e ecológica (MARTIN & DAVIS, 2001).

Os estudiosos reconhecem duas subordens para os crustáceos decápodes: Dendrobranquiata, que inclui cerca de 450 espécies, sendo a maioria formada por camarões peneídeos e sergestídeos. Alguns representantes dessa subordem apresentam importância comercial significativa na pesca de camarões no mundo inteiro, e a maioria é atualmente explorada em níveis acima da sustentabilidade. A subordem Pleocyemata, a qual é representada pelas infraordens Stenopodídea, Carídea, Astacídea, Thalassinídea, Palinura, Anomura e Brachyura (MARTIN & DAVIS, 2001).

As principais diferenças entre as duas subordens são a presença de dendrobrânquias, fêmeas que não incubam ovos e a fertilização externa com os embriões eclodindo como larva náuplio (Subordem Dendrobranquiata). Já os representantes da subordem Pleocyemata, nunca possuem dendrobrânquias, os embriões são incubados nos pleópodos das fêmeas e eclodem em algum estágio posterior à larva náuplio (BRUSCA & BRUSCA, 2007).

O conhecimento sobre a fauna de decápodes de água doce do Brasil encontra-

se, de certo modo, num estágio fragmentado, pois diversos estudos sobre os decápodes têm sido realizados de maneira isolada entre as regiões do território, como de COLLINS *et al.*, (2007) na região sul, CALIL (2005), MAGALHÃES (1999) no sudeste, BOLINA *et al.*, (2007), MAGALHÃES (2000) no Centro-Oeste e ALMEIDA *et al.*, (2008) no Nordeste.

Sendo representante da maior parte das espécies de crustáceos conhecidos, e que acumulam um grande número de novidades evolutivas (ODINETZ-COLLART, 1993) entre estas novidades, cita-se o aparecimento de incubação pleopodial, evidenciada por CHACUR E NEGREIROS-FRANSOZO (1998). Segundo ARAÚJO (2004) tal aspecto da biologia reprodutiva reflete a capacidade de reprodução de uma fêmea de camarão e caranguejo, sendo esta informação ecologicamente útil como uma forma de avaliar os estoques naturais.

Os decápodes que vivem nos ambientes dulcícolas encontram uma variação de alimentos e habitats, favorecendo sua presença neste ecossistema (VIEIRA, 2003). Os mesmos têm grande importância nos processos ecológicos do meio aquático, porque atuam em diferentes níveis da cadeia trófica desses ambientes, seja como herbívoros, predadores ou presas de outros grupos (MAGALHÃES, 2000).

Os crustáceos decápodes são importantes membros das comunidades bentônicas tropicais, incluindo os estuários. Além de sua utilidade como alimento frequentemente consumido pelo homem, existe grande variedade de pequenas espécies que contribuem para o tamanho, a complexidade e o funcionamento dos ecossistemas tropicais (HENDRICKX, 1995).

A variabilidade de formas de vida que as inúmeras espécies de decápodes apresentam tem proporcionado ao táxon o desenvolvimento de diferentes estratégias de proteção, sendo que algumas espécies tem adotado hábitos crípticos, vivendo em cavernas ou em rachaduras nos ambientes rochosos, tais como os camarões alfeídos (KROPP, 1987; BOLTAÑA & THIEL, 2001).

Tentando preencher lacunas sobre a distribuição, descrição e revisão sistemática dos decápodes que vivem na porção continental do país, MELO (2003) elaborou um manual que trata da fauna de crustáceos decápodes de água doce do Brasil, dando ao tema um tratamento global por meio de várias e novas informações a respeito da biologia, distribuição, habitat e principalmente taxonomia das espécies descritas.

Alguns dos estudos mais significativos e pioneiros sobre crustáceos decápodes brasileiros foram produzidos no final do século XIX (ORTMANN, 1897; IHERING,

1897) e meados do século XX (SAWAYA, 1946). Apesar disto, por muito tempo, o conhecimento sobre estes animais foi fragmentário nos principais corpos de águas continentais do país (ROCHA & BUENO, 2004).

## **1.5 Generalidades da Infraordem Caridea**

Os camarões carídeos constituem um grupo bem diversificado, tanto com relação ao seu hábitat como a sua morfologia, despertam grande interesse pela potencialidade que apresenta para o cultivo. As superfamílias Palaemonoidea e Alpheoidea são as mais representativas, e a famílias Palaemonidae é a mais estudada devido à sua abundância e importância econômica (MARTIN & DAVIS, 2001; BAUER, 2004).

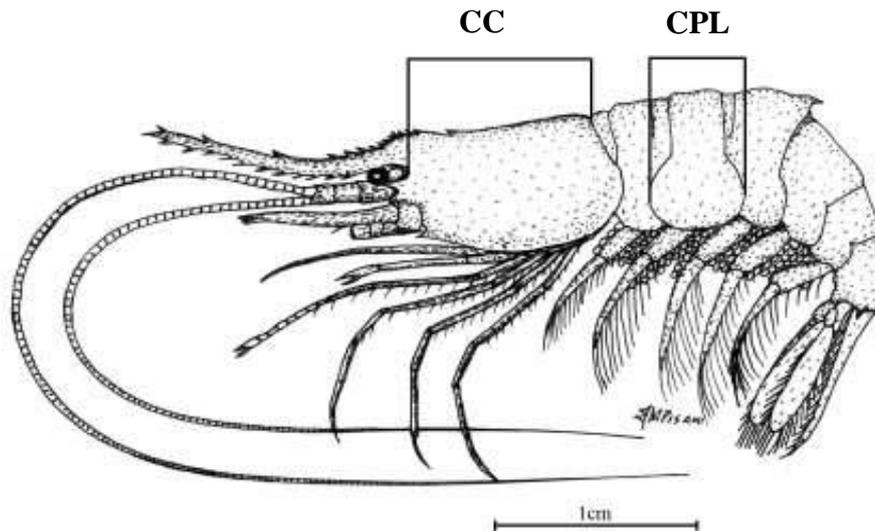
A infraordem Caridea compreende um grupo bastante significativa da fauna marinha, com aproximadamente 16 superfamílias, 36 famílias e 2.818 espécies, e no Brasil foram registradas cerca de 180 espécies (MARTIN & DAVIS, 2001; BAUER, 2004). Além disso, os carídeos podem ser distinguidos morfológicamente dos outros camarões por apresentarem alongamento da pleura do segundo somito abdominal recobrando parcialmente as placas do primeiro e do terceiro somitos (Figura 01), a escama antenal mais alargada; o 2º par de pereiópodos geralmente mais espesso e desenvolvido que os demais e o corpo com certa angulação (BLISS, 1990 & FIEDLER, 2000).

Estes camarões ocorrem em todos os habitats aquáticos do planeta, incluindo o pelagial marinho, cavernas alcalinas e dulcícolas. Destes últimos, são conhecidas atualmente 655 espécies, os quais perfazem um quarto da subordem Caridea (MARTIN& DAVIS, 2001; BAUER, 2004).

No Brasil, ocorrem três famílias de Caridea em águas continentais: Atyidae (De Haan, 1859), Sergestidae (Dana, 1852) e a mais comum, Palaemonidae (Rafinesque, 1815) popularmente conhecidos como “camarões de água doce” (BUCKUP,1999) (GRAVE & ANKER, 2008). Atyidae é composta por quatro espécies pertencentes aos gêneros *Atya* Leach, 1816 e *Potimirim* Holthuis, 1954, enquanto Sergestidae, somente por *Acetes paraguayensis* Hansen, 1919 e *Acetes marinus* Omori, 1975 (MELO, 2003). Palaemonidae é a mais diversa e abundante nas águas continentais brasileiras, e será tratada mais adiante.

A infraordem Caridea pertence à subordem Pleocyemata, nome que provém do grego pleo que significa, nadar 'cym', embriões (BURKENROAD, 1963). Portanto, as fêmeas de Pleocyemata carregam os seus ovos fertilizados junto aos pleópodos, que no caso dos carídeos são recobertos parcialmente pela segunda pleura abdominal para incubação e desenvolvimento do embrião. As larvas eclodem não como náuplius, mas sim como zoea, com seus apêndices mais desenvolvidos, e cefalotórax e abdômen melhor definidos. Recebendo certo cuidado parental, as larvas não ficam tanto tempo expostas aos perigos e instabilidades do ambiente planctônico (BAUER, 2004).

O cefalotórax, compreendendo a região anterior do animal, possui um rostro variável quanto à forma, ao comprimento e ao número de espinhos ventrais e dorsais. A presença de espinhos no rostro, no trecho atrás da órbita, constitui um caráter taxonômico relevante, principalmente nos Palaemonidae. Ainda no cefalotórax é possível encontrar vários espinhos também de interesse taxonômico em nível genérico, como o espinho antenal, espinho hepático, espinho branquiostegial, e o espinho pterigostomial. Os carídeos não apresentam carenas destacadas e sulcos no cefalotórax tão comuns nos peneídeos. O rostro é caracterizado como curto ou longo, quando comparado o comprimento do exopodito da antena (escafocerito ou escama antenal) (BUCKUP, 1999)



**FIGURA 01:** Exemplo de um Carídeo com suas estruturas diferenciadas (CC=comprimento do cefalotórax e CPL=comprimento da pleura do segundo segmento abdominal)

**Fonte:** BRAGA, A (2007).

Entre os crustáceos, os camarões carídeos apresentam, normalmente, sexo separado (gonocorístico) sendo que, aproximadamente, 10 a 15% das 2.818 espécies descritas são hermafroditas protândricas, na qual um indivíduo matura primeiro como macho e com o aumento de tamanho e idade muda de sexo (BAUER, 2000).

Além da protândria, outro padrão sexual também descrito para as espécies de Caridea é o hermafroditismo protândrico simultâneo (HPS), ou seja, quando um indivíduo pode reproduzir tanto como macho quanto fêmea (BAUER & HOLT, 1998).

De modo geral, o sistema sexual dos camarões carídeos pode ser determinado por meio da influência de alguns fatores, tais como: filogenético (morfológico e fisiológico), demográfico (densidade de população e padrão distribucional) e o ambiental (habitat, abrigo e predação), os quais, provavelmente explicariam o padrão sexual de vários grupos de organismos (CORREA & THIEL, 2003).

A maioria das informações disponíveis acerca dos camarões carídeos que ocorrem no Brasil consiste em dados sobre a biologia dos carídeos do gênero *Macrobrachium*, por serem abundantes em ambientes de água doce e por

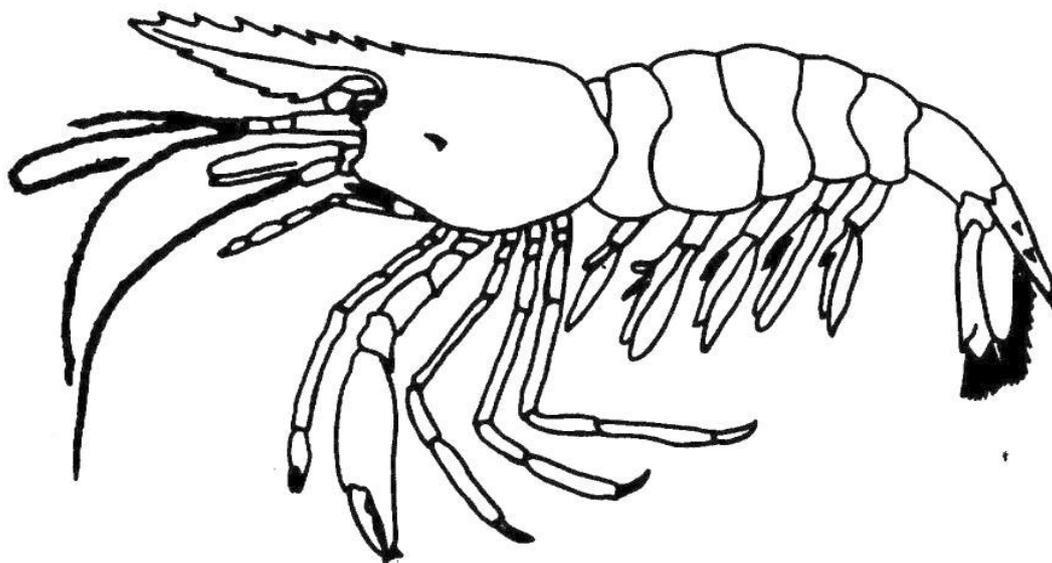
apresentarem grande potencial para o cultivo em escala comercial. Assim, várias pesquisas têm sido realizadas sobre o cultivo e manejo dessas espécies, fornecendo subsídios para que as espécies de importância econômica possam ser preservadas e exploradas de forma racional (RABANAL, 1982; VALENTI *et al.*, 1987).

## **1.6 Generalidades da Família Palaemonidae**

A família Palaemonidae agrupa as espécies abundantes e de grande interesse econômico, como o gênero *Macrobrachium* que também é um dos mais importantes da família por conter um grande número de espécies (VILLALOBOS, 1982; DÁVILA, 1998; MELO, 2003; BOLINA *et al.*, 2007). Os camarões dulcícolas vivem, caminham e comem no fundo dos mares e rios, podendo caminhar na terra durante algum tempo em situações de emergência (VALENTI, 1989). Eles vivem entre alga, gramíneas marinhas, debaixo de pedras, conchas, dentro de buracos, fendas em corais e rochas (BARNES, 1990). Alimentam-se de detritos, restos de animais, vegetais, algas, larvas de insetos, moluscos e outros crustáceos (VALENTI, 1989; MELO, 2003; VIEIRA, 2004; BOLINA *et al.*, 2007).

Os Palaemonidae pertencem à ordem Decapoda, está distribuída por todos os continentes, nas regiões tropicais e temperadas, com seus representantes habitando corpo de água doce ou salobra (HOLTHUIS 1952, 1980). Os camarões desta família, se caracterizam por apresentar o primeiro par de antenas, com três apêndices filiformes terminais, sendo os dois externos, via de regra, reunidos na base; mandíbulas distintamente bipartida e quase sempre munida de palpo; segundo par de pereópodos mais comprido e, geralmente, mais robusto que o primeiro; com ausência de epipoditos em todos os pereópodos (Figura 02) (SAWAYA, 1946).

A subfamília Palaemoninae (Rafinesque, 1815) é composta por aproximadamente 279 espécies (PEREIRA, 1997). No trabalho desempenhado por HOLTHUIS (1951) sobre os palaemonídeos das Américas, são realizadas excelentes descrições sobre a distribuição e ecologia de todas as espécies de camarões das vertentes atlântica e pacífica da América, incluindo as do Brasil, dando ênfase as subfamílias Euryrhynchinae e Pontoninae.



**FIGURA 02:** Vista Lateral esquerda de um camarão da família Palaemonidae, (modificado de GOMES-CORRÊA, 1977).

Em relação à fecundidade a família Palaemonidae possui espécies que apresentam uma grande variação, sendo possível encontrar camarões com poucos ovos grandes, outros com ovos pequenos e numerosos (BUENO & RODRIGUES, 1995). É importante ressaltar, que nem todos os ovos incubados por uma fêmea são viáveis, por vezes, o número de larvas pode ser inferior ao número de ovos produzidos. Por esse motivo, é importante avaliar a fertilidade, o número de larvas produzidas a partir de uma mesma postura (LOBÃO *et al.*, 1987).

Palaemonidae é a mais diversa e abundante nas águas continentais brasileiras, sendo subdividida em: Euryrhynchinae (Holthuis, 1950), com duas espécies do gênero *Euryrhynchus* (Miers, 1877) e Palaemoninae (Rafinesque, 1815), com cinco gêneros: *Pseudopalaemon* (Sollaud, 1911), *Cryphiops* (Dana, 1852), *Palaemonetes* (Heller, 1869), *Palaemon* (Weber, 1795) e *Macrobrachium*, (Bate 1868) (MELO, 2003).

HOLTHUIS (1952) citando a referente área, descreve novas informações sobre a bioecologia dos palaemonídeos, mais especificamente da subfamília Palaemoninae. COELHO E RAMOS-PORTO (1963) realizaram a distribuição geográfica dos camarões de água doce do Brasil baseados na análise de dados provenientes de fontes literárias e de instituições não governamentais. As espécies foram distribuídas em duas

regiões, as que vivem em áreas litorâneas e em áreas continentais, sugerindo que a temperatura tenha influenciado na distribuição das espécies entre estes ambientes.

GOMES-CORRÊA (1977) trata dos palaemonídeos do Brasil por meio de chaves de identificação e descrições, referenciaram também a distribuição geográfica e os habitats das espécies mencionadas.

## **1.7 Generalidades do Gênero *Macrobrachium***

No Brasil, algumas espécies do gênero *Macrobrachium* tem grande importância econômica; outras, porém, são muito utilizadas como iscas em pescarias com anzol, alimento para a população ribeirinha além de compor uma parte importante na teia trófica de ambientes límnicos (PINHEIRO & HEBLING, 1998)

Hoje existem 243 espécies do gênero *Macrobrachium* descritas (DE GRAVE *et al.*, 2011) e até o momento, 33 espécies do gênero são reportadas para o continente americano (PINHEIRO & HEBLING, 1998), das quais 20 apresentam registros de ocorrência para o Brasil (MELO, 2003) e em 2005 a produção mundial de espécies do gênero *Macrobrachium* assumiu 410 mil toneladas (FAO, 2012).

Estudos taxonômicos com o gênero *Macrobrachium* são dificultados pelo restrito número de caracteres disponíveis para a identificação das espécies, uma vez que estas são bastante similares quanto à forma geral do corpo. Os melhores caracteres para a identificação das espécies são os formatos do rosto e do segundo par de pereiópodos. Outras partes do corpo apresentam diferenças, porém são variáveis. Além disso, grande parte dos caracteres é variável dentro da mesma espécie, especialmente durante o desenvolvimento do animal (HOLTHUIS, 1952).

As espécies deste gênero encontram-se atualmente em processo de irradiação para o ambiente dulcícola, ocupando uma grande variedade de biótopos, desde riachos e rios distantes do mar até estuários e lagoas costeiras (FREIRE *et al.*, 2003; MURPHY & AUSTIN, 2005). Assim, apresentam inúmeras estratégias adaptativas, tanto no ciclo de vida, quanto fisiológicas e morfológicas, que refletem a variedade de ambientes nos quais são encontradas, sendo, portanto, extremamente diversificadas (FREIRE *et al.*, 2003).

Apesar das espécies de *Macrobrachium* serem comumente referidas como camarões de água doce, muitas requerem influência marinha durante o desenvolvimento

larval (SHORT, 2004). De tal modo, as espécies do gênero podem ser divididas em três grupos de acordo com suas estratégias reprodutivas: espécies com desenvolvimento larval completo e dependentes da influência marinha; espécies com desenvolvimento larval abreviado, independentes da influência marinha e exclusivos de ambientes interiores; e espécies com desenvolvimento mais ou menos completo cuja distribuição se estende de regiões costeiras a continentais (WILLIAMSON, 1973; MAGALHÃES 1985; BUENO & RODRIGUES, 1995).

De acordo com NEW (1990), as três maiores espécies em tamanho do gênero *Macrobrachium* são *M. acanturus*, *M. carcinus* e *M. rosenbergii*, esse último é também utilizado para carcinocultura, e apesar de introduzido, tem sido freqüentemente encontrado em habitats aquáticos naturais do País (BARROS & SILVA, 1997).

A maioria dos camarões de água doce que apresentam características favoráveis para a aquicultura pertence ao gênero *Macrobrachium* (NEW & VALENTI, 2000).

Das espécies que são encontradas no Brasil três apresentam alto valor econômico: *M. acanthurus* e *M. carcinus* e *Macrobrachium amazonicum*, que será estudado em seguida.

## **1.8 Generalidades da espécie *Macrobrachium amazonicum***

*Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) é popularmente conhecido como camarão-canela, camarão-cascudo, camarão regional no estado do Pará (ESPIRITO-SANTO & ISAAC, 2005), e atualmente vem sendo chamado de camarão-da-amazônia (MORAES-RIODADES, 2005), é um camarão de água doce pertencente à ordem Decapoda (LATREILLER, 1802) e família Palaemonidae (RAFINESQUE, 1815).

De grande importância econômica, este camarão é pescado e consumido em grande escala na região amazônica e no nordeste do Brasil (MC NAMARA *et al.*, 1983; MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004), apresentando ainda características altamente favoráveis à aqüicultura, como reprodução em cativeiro, fácil manutenção e crescimento rápido (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004), por conta disso alguns projetos piloto para o cultivo deste camarão já estão em funcionamento no Brasil desde 1996 (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2001).

Esta espécie foi introduzida no nordeste do Brasil há mais de 60 anos, mais precisamente no ano de 1939, pelo Departamento Nacional de Obras contra as secas

(DNOCS) atendendo a um programa de piscicultura como espécies forrageiras para peixes carnívoros, em virtude de sua adequação rápida foi disseminado para vários rios da região, se tornando muito importante.

Depois de aproximadamente trinta anos, após sua introdução no nordeste, chegou a ocupar em 1973, o primeiro lugar na produção total de pescado capturado nos açudes do nordeste, principalmente quando submetido ao cultivo intensivo (GURGEL e MATOS, 1983). Aproveitando o ano em que se iniciou a carcinocultura de água doce no Brasil, despertou um interesse crescente para o cultivo comercial, devido ao rápido crescimento, fácil manutenção em cativeiro e rusticidade (GUEST, 1979; BARRETO & SOARES, 1982; VALENTI, 1985).

De acordo com CERVIGÓN *et al.*, (1992), a espécie *M. amazonicum* caracteriza-se por possuir o rosto longo, divergindo para cima e sobre ele passando o escafoerito, com borda dorsal apresentando de nove a doze dentes e na borda ventral com oito a doze, com télson com dois pares de espinhos póstero-laterais.

A espécie *M. amazonicum* tem em sua morfologia um par de antenas, com três apêndices filiformes terminais, os dois externos, mandíbulas bipartidas e na maioria das vezes munidas de palpo, tendo um segundo par de pereópodos mais comprido, e geralmente mais robusto que o primeiro e epipoditos ausentes em todos os pereópodos (SAWAYA, 1946).

Segundo HOLTHUIS (1952), *M. amazonicum*, apresenta coloração transparente, hialina e comprimento total máximo de 150 mm para machos e 125 para fêmeas, embora seja pequeno, pode alcançar até 16 cm e 30g (VALENTI *et al.*, 2003), além disso apresenta grande aceitação pela população em virtude de sua carne ser de textura fina e sabor acentuado (MORAES-RIODADES *et al.*, 2001).

Ele desempenha funções ecológicas importantes nos ecossistema aquáticos como componente da cadeia trófica, contribuindo para a dieta de peixes, mamíferos e alimento básico de várias espécies de aves. Destaca-se também na economia como um dos recursos mais explorados no estuário amazônico (Baixo Amazonas) por pescadores artesanais e populações ribeirinhas os quais detêm amplo conhecimento da biologia desse crustáceo e principalmente dos fatores abióticos relacionados ao seu ciclo de vida (MORAES-RIODADES *et al.*, 2001).

Ocorre em quase todo o território nacional e seu cultivo não oferece riscos à natureza por escape de viveiros de aquíicultura, como observado nas produções de espécies exóticas, é a espécie nativa com maior potencial para aquíicultura, sendo

amplamente consumido pelas populações da Amazônia e regiões semiáridas do Nordeste do Brasil (MACIEL E VALENTI, 2009; MORAES - RIODADES & VALENTI, 2010).

Para a espécie foram descritos quatro morfotipos masculinos sexualmente maduros que compõem a população adulta, sendo denominados dois tipos pequenos: o Translucent Claw (TC), Ciannamon Claw (CC), e dois grandes: Green Claw 1 (GC1) e Green Claw 2 (GC2). A diferenciação desses morfotipos machos está definida com base na cor, espinação do quelípodo e características do crescimento das diferentes partes do corpo (cefalotórax, abdômen e quelípodo - ísquio, mero, carpo, própodo e dátilo) (MORAES-RIODADES e VALENTI, 2004).

Populações de *M. amazonicum* passam todo o ciclo de vida em água doce, em lagos e no curso superior de rios, sendo totalmente independentes de água do mar para a reprodução (ZANDERS & RODRIQUEZ, 1992; COLLART & RABELO, 1996). Por outro lado, outras populações, encontradas freqüentemente em rios de águas mansas a uma certa distância do mar, dependem de água salobra para o desenvolvimento larval (MC NAMARA *et al.*, 1983; MOREIRA & MC NAMARA, 1986).

A espécie é endêmica da América do Sul e apresenta uma ampla distribuição geográfica, habitando águas interiores (HOLTHUIS, 1952; ODINETZ-COLLART & RABELO, 1996), assim como rios e estuários do Brasil, as Guianas, Suriname, costas caribenhas da Venezuela e Colômbia (HOLTHUIS, 1952; MELO, 2003; VALENCIA & CAMPOS, 2007). Populações interiores isoladas foram recentemente reportadas no alto das bacias dos rios Paraná e Paraguai no Brasil; na Bolívia, Paraguai e norte da Argentina (PETTOVELLO, 1996; BIALETZKI *et al.*, 1997; MAGALHÃES, 2000; HAYD & NAKASAKI, 2002; MELO, 2003; MAGALHÃES *et al.*, 2005).

No Brasil a espécie é distribuída em aproximadamente 14 estados (MELO, 2003) localidade do tipo de *M. amazonicum* é a bacia central do rio Amazonas (KENSLEY & WALKER, 1982), na região de Manaus (AM), onde é muito abundante nas águas brancas ricas em sedimentos e sais dissolvidos, representando cerca de 80% da biomassa de macrocrustáceos nos lagos de várzea (MOREIRA & ODINETZ-COLLART, 1993). No Norte e Nordeste do país é capturado e consumido pelas populações locais e possui grande aceitação no mercado (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2001). Algumas das vantagens que a espécie apresenta para o cultivo é alternativa aos carcinocultores e o favorecimento a maximização da área produtiva (KUTTY *et al.*, 2000), além de tolerar intensificação na fase de larvicultura, berçário e

crescimento final (VETORELLI & VALENTI, 2004; PENTEADO *et al.*, 2007; MORAES-VALENTI & VALENTI, 2007).

*M. amazonicum* possui diferença entre os sexos, devido ao fato das fêmeas realizarem ecdises pré e pós-desova. Em decorrência da troca do exoesqueleto nas fêmeas os machos atingem comprimento maior, sendo o crescimento nos crustáceos de água doce, geralmente, similar entre os sexos até a maturidade (VALENTI, 1987; FLEXA *et al.*, 2005).

De tal modo, sabendo-se que o conhecimento sobre a história de vida das diferentes populações de *M. amazonicum* permanece incompleto, levando-se em consideração o notável potencial e interesse econômico desta espécie no cenário da carcinocultura de água doce brasileira (MORAES-RIODADES *et al.*, 1999; MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004), torna-se evidente e fundamental a realização de estudos complementares, principalmente, no que diz respeito à estruturação genética e caracterização morfológica das diferentes populações da espécie.

Os estudos sistemáticos de diversidade biológica, na região nordeste, sempre foram fragmentados e descontínuos, tendo sido desenvolvidos, quase sempre, por pesquisadores e instituições isoladas, os trabalhos sobre a fauna aquática nordestina são reduzidos sendo pouco sobre a estrutura, processos e dinâmica da biodiversidade aquática, em especial do semiárido.

## **1.9 Generalidades da Morfometria Geométrica**

O termo morfometria era utilizado para qualquer estudo que analisava quantitativamente a variação da morfologia encontrada nos organismos (BLACKITH, 1971), designava métodos para medir a distância da forma entre espécies e, a partir daí, construir fenogramas (MONTEIRO & REIS, 1999).

BOOKSTEIN (1991) define morfometria como “o estudo estatístico da covariância entre mudanças de forma e fatores causais”, portanto mostrando que a morfometria estuda as causas das diferenças deformadas entre organismos, sejam elas ecológicas ou filogenéticas (MONTEIRO & REIS, 1999).

O estudo da forma teve pouca importância na biologia durante muito tempo e permaneceu de tal modo até aparecerem às ideias de Charles Darwin (MAYR, 1998), que inseriu o estudo nas áreas de embriologia e ecologia, dimensionava a forma, ou seu

estudo aplicado aos mais distintos organismos, como ponto central do entendimento da história natural e dos mecanismos geradores da variabilidade e consequente seleção natural (DARWIN, 1859, MAYR, 1977).

Atualmente a morfometria geométrica já representa uma ferramenta importante em análises taxonômicas e sistemáticas, apresentando inúmeras vantagens em comparação à morfometria tradicional. Os avanços recentes permitem melhor aproximação para medidas de variação de forma entre organismos e a relação dessas variações com o ambiente como um todo, promovendo inúmeras relações com diversos ramos da ciência (PERES-NETO, 1995).

A descrição é feita através do estabelecimento de pontos anatômicos de referência em estruturas homólogas, os chamados marcos anatômicos. As coordenadas destes pontos, em duas ou três dimensões, são as variáveis que informarão sobre a geometria das estruturas estudadas. A vantagem do uso de coordenadas é que estas incluem informações sobre suas posições relativas, e desta maneira permitem a reconstrução da forma após as diversas análises uni e multivariadas (MONTEIRO & REIS, 1999; MORAES, 2003).

Segundo BOOKSTEIN (1991) os tipos de *Landmarks* podem ser descritos como: 1. Justaposição de tecidos (*landmarks*) e/ou intersecção de 3 estruturas (suturas, comissuras, nervuras...) 2. Pontos de Máxima curvatura ou outros processos morfogenéticos locais extremidades de processos e vales de invaginações 3. Pontos extremos (*semi-landmarks*) maior distância de uma estrutura, extremidades de centróides e intersecção de segmentos entre marcos.

Apenas no início dos anos 90, essa abordagem morfométrica começou a ser utilizada, refletindo o resultado da busca dos pesquisadores em morfologia quantitativa por métodos que unissem o caráter geométrico das formas biológicas e a possibilidade de um tratamento estatístico da variação. Enfim, uma área entre a geometria, a estatística e a biologia (MONTEIRO & REIS, 1999).

Na análise multivariada, muitas medidas, cada uma variando individualmente em um grupo, são consideradas como um simples conjunto de variáveis que descreve a forma de uma amostra de indivíduos, tornando possível contrastar padrões de variação, que são definidos pelas relações totais entre as medidas (PIMENTEL, 1979).

As análises discriminantes de componentes principais e de variáveis canônicas são as análises multivariadas de maior aplicação na morfometria (BLACKITH & REYMENT, 1971; JAMES & MCCULLOCH, 1990, REIS, 1988). Essas técnicas tem

por objetivo, reduzir a dimensionalidade dos dados, que diferem em sua estruturação em termos de existência de grupos, e explicar a variação morfológica em função de um menor número de variáveis a partir dos auto vetores, fato que permite a interpretação da variação morfológica quanto à ordenação de populações (MONTEIRO & REIS, 1999).

A análise de variáveis canônicas permite verificar a variação entre grupos, pois apresenta a magnitude das diferenças entre grupos e dentro de cada grupo pelo fato de especificar os grupos anteriormente à análise e não considerar as correlações entre as variáveis (CAVALCANTI & LOPES, 1993)

Os estudos morfométricos tem sido usados como uma das ferramentas para encontrar diferenças mais sutis entre grupos de interesse, sendo sua logística mais acessível em comparação com estudos genéticos (SPIVAK & SCHUBART, 2003; SILVA *et al.*, 2010).

A morfometria também é relevante para estudos de variação morfológica em populações, a fim de relacionar a plasticidade fenotípica com outros fatores tentando achar correlações robustas (KONAN *et al.*, 2010). Além disto a morfometria geométrica multivariada pode delinear padrões, buscando a dissimilaridade entre espécies e populações, a fim de identificar possíveis padrões morfológicos e investigar pressões refletidas em fenótipo em localidades distintas (BOOKSTEIN, 1991).

Este estudo tem interessado diversas áreas do conhecimento, os ecólogos discutem que a forma e o tamanho de um organismo devem caracterizar aspectos de sua evolução, os geneticistas se preocupam em estimar a herdabilidade de caracteres morfométricos, pois podem quantificar e separar as influências genotípicas das ambientais sob o fenótipo de uma população e os taxonomistas utilizam para mensurar diferenças entre espécies, criando referências para comparações (PERES *et al.*, 1995).

A morfometria ainda permite a caracterização de formas e padrões de formas, permitindo realizar análises quantitativas, e conseqüentemente, sendo associados a estudos acerca de ontogenia, genética, filogenia, fisiologia, ecologia de populações, relações abióticas, taxonomia e classificação (HAEFNER, 1990; FREIRE *et al.*, 1996; SPIVAK & SCHUBART, 2003; BIAGI & MANTELATTO, 2006; SANGTHONG & JONDEUNG, 2006; JUANES *et al.*, 2007; KONAN *et al.*, 2008; COBO & ALVES, 2009; SILVA *et al.* 2009; KONAN *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010; OGAWA *et al.*, 2011; LEZCANO *et al.*, 2012).

As principais vantagens da utilização da técnica da morfometria geométrica com o intuito de realizar a diferenciação de espécies, é a velocidade da coleta de material de

teste, o baixo custo do processo e o material que pode ser facilmente obtido tanto de exemplares secos quando frescos (LYRA *et al.*, 2010). Análises moleculares, técnicas mais utilizadas atualmente juntamente à taxonomia para discriminação de espécies, necessita da utilização de equipamentos e reativos custosos para a realização da análise, além de haver a necessidade de tempo e experiência para a interpretação dos resultados (CALLE *et al.*, 2008).

Por essas razões, a morfometria geométrica se apresenta como um tipo de técnica que permite, com menor custo e tempo, diferenciar espécies com um alto grau de confiança, determinar pontos precisos em cada indivíduo analisado, ter baixo número de indivíduos para análises, o algoritmo utilizado (Procrustes) despreza o tamanho corporal, tem uma comparação ontogenética restrita a forma corporal, e uma grande atenção na padronização (CALLE *et al.*, 2008).

Podemos citar seus usos como aplicações em estoques pesqueiros, estágios ontogenéticos, caracterização de dimorfismo sexual, *Barcode*, adaptações morfológicas, comportamentais, reprodutivas, e principalmente na identificação de espécies, já que se torna mais fácil do que as chaves dicotômicas que temos hoje.

Para Crustacea, a abordagem é pequena e recente com apenas 31 artigos até setembro de 2012 (RUFINO *et al.*, 2006). Podendo citar trabalhos feitos por: DE GRAVE & DIAS, (2001), GARCIA-DÁVILA, (2005), GIRI & COLLINS, (2004), HOPKINS & THURMAN, (2010), KONAN *et al.*, (2008).

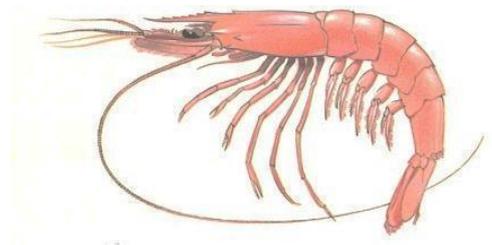
De acordo com MANTELATTO & FRANSOZO (1992) a morfometria detalhada de uma espécie pode fornecer subsídio para vários tipos de estudos, constituindo-se num parâmetro essencial para o manejo científico. Como por exemplo, no entendimento de uma comunidade em uma área restrita, como utilizado por DONALDSON *et al.*, (1981), ou para avaliar os estágios de desenvolvimento em crustáceos (ROHLF & MARCUS, 1993) ou ainda pode ter papel importante no estudo biológico, processos biológicos associados a doenças, injúrias, desenvolvimento ontogenético, adaptações a locais geográficos e diversificação evolucionária (HUBER, 1985; CLAYTON, 1990).

Considerando que em ambientes heterogêneos ou isolados geograficamente, uma única espécie pode apresentar populações geneticamente distintas, devido à ausência de fluxo gênico entre elas (ODINETZ-COLLART & RABELO, 1996), é essencial a realização de estudos adicionais com uma maior representatividade das populações de *M. amazonicum*, devido a sua ampla distribuição geográfica no Brasil e sabendo que a

morfologia (tamanho e a forma) de um organismo reflete numa combinação de diferenças na ecologia e na história filogenética das espécies (WAINWRIGHT & REILLY, 1994).

Em síntese, vemos a necessidade da realização de estudos complementares que visem comparar e caracterizar as populações de *M. amazonicum* ao longo de sua distribuição geográfica, o que contribuiria para uma melhor compreensão do grau de estruturação genética, e principalmente variabilidade morfológica entre as populações, essenciais para o entendimento da história evolutiva dessa espécie.

# *Objetivos*

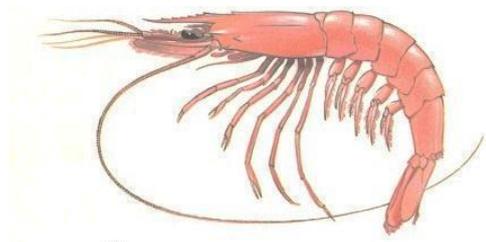


## 2. *Objetivos*

---

- Avaliar a variação morfológica do cefalotórax das populações da espécie *Macrobrachium amazonicum*, em duas Bacias Hidrográficas do Nordeste através de técnicas de Morfometria Geométrica;
- Verificar se as bacias comportam as mesmas populações;
- Verificar a variação da forma do cefalotórax;
- Comparar as populações da espécie na Bacia do Rio Brígida no semiárido pernambucano e na Bacia do Jaguaribe no semiárido cearense em relação a sua morfologia.

# *Material e métodos*



### *3. Material e métodos*

---

#### **3.1 Área de estudo**

#### **3.2 Município de Aiuaba - Ce**

O município de Aiuaba está localizado na microrregião do Sertão dos Inhamuns, aproximadamente entre as coordenadas, 06°35'e 06°40'S e as longitudes 40°07' e 40°20'W de Longitude Oeste a uma altitude de 466 m, perfazendo perímetro aproximado de 72,77 km (TCM, 2003).

A microrregião do Sertão dos Inhamuns está situada a sudoeste do Estado do Ceará, sendo formada pelos municípios de Catarina, Saboeiro, Tauá, Arneiroz, Parambú e Aiuaba, constituindo parte da sub-bacia hidrografica do Alto Jaguaribe inicio do sistema hidrográfico do Rio Jaguaribe. A sudoeste do município de Aiuaba está localizada a Estação Ecológica de Aiuaba (Figura 03) (LEAL, 2003).

A Estação Ecológica de Aiuaba ocupa uma área de 11.525 hectares, é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e representa área de grande valor ecológico, pois é um remanescente de caatinga arbórea, contendo em seu interior espécies representativas da biodiversidade nordestina (CEARÁ TURISMO, 2012).

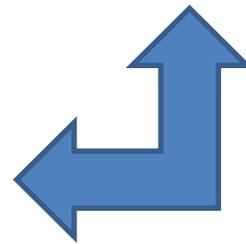
Criada em 1978 pelo SEMA, ela situa-se a 468 km ao sul de Fortaleza, sendo o acesso feito pela CE-75. A estação foi criada para preservar ambientes naturais, e dar subsídios para pesquisas científicas e tem como bioma a caatinga (CEARÁ TURISMO, 2012).

Possui clima tropical austral do Brasil setentrional semiárido, mediano muito forte, a temperatura média é de 23°C, está localizada na bacia sedimentar do meio-norte, nos planaltos da Ibiapaba (CEARÁ TURISMO, 2012).

A área é composta de serras baixas apresentando um relevo acidentado em certos trechos e suavemente acidentado ou aplainado em outros. Apresenta solos brunos não-cálcicos, além de planossolos e latossolos. As fisionomias encontradas na estação são a “savana estépica arborizada e florestada” (MEDEIROS, 2004).

Os dados de precipitação pluviométrica indicam valores anuais entre 590 e 684mm, conferindo um clima de semiaridez, principalmente pela distribuição concentradas das chuvas durante o ano. O período chuvoso coincide com o verão-outono, com chuvas distribuídas

entre dezembro e junho. O período seco ocorre de julho a dezembro. Em Aiuaba, durante quinze anos consecutivos (1962 a 1977), a pluviometria foi zero nos meses de julho a outubro. A temperatura anual média entre 25,3 e 25,9 °C é bastante elevada, sendo que na estação seca chega a mais de 40°C (MEDEIROS, 2004).



**FIGURA 03:** Localização do município de Aiuaba e do ponto de coleta na Estação Ecológica  
Fonte: LUCENA, I. C. 2013

### 3.3 Sub -Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

A sub-bacia do Alto Jaguaribe localiza-se na porção sudoeste do Estado do Ceará, limitasse a oeste com o Estado do Piauí e ao sul com o Estado de Pernambuco. Das cinco sub-bacias que compõem a bacia do rio Jaguaribe (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado) é a que possui maior região hidrográfica, sendo, também, a maior do Estado (Figura 4) (ESTEVES, 1998).



**FIGURA 04:** Localização da Sub - Bacia do Alto Jaguaribe

Fonte: IPCE, 2013

Esta sub-bacia inicia-se nas nascentes do rio Jaguaribe e percorre uma extensão de aproximadamente 325 km até alcançar o açude Orós, principal reservatório desta sub-bacia, localizado próximo à sua foz. Drena uma área de 24.538 km<sup>2</sup>, o equivalente a 16% do território cearense (ESTEVEES, 1998).

Os principais afluentes do Rio Jaguaribe, neste trecho, são os rios: Carrapateiras, Trici, Puiú, Jucás, Condado, Cariús, Trussu e o riacho Conceição. Dos 27 (vinte e sete) municípios pertencentes a esta sub-bacia, 23 estão integralmente dentro dela: Acopiara, Aiuaba, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Assaré, Catarina, Campos Sales, Cariús, Farias Brito, Iguatu, Jucás, Nova Olinda, Orós, Parambu, Potengi, Quixelô, Saboeiro, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas, Tauá; e quatro parcialmente: Caririaçu (9,90%), Crato (18,31%), Icó (1,61%), Várzea Alegre (18,57%) (ESTEVEES, 1998).

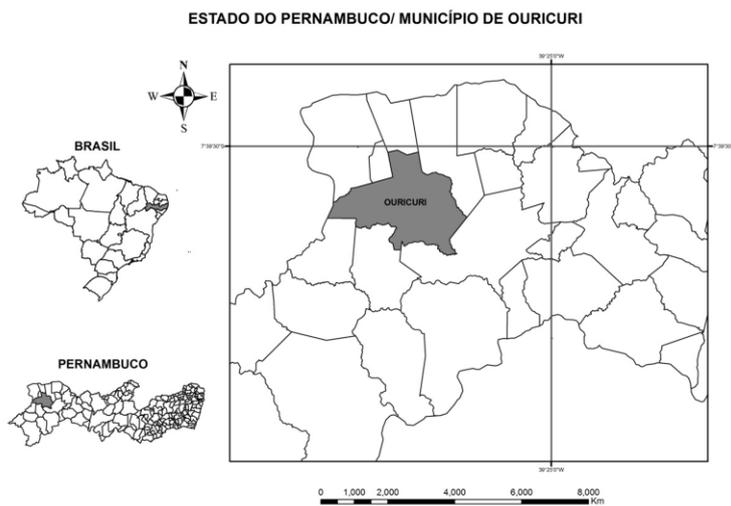
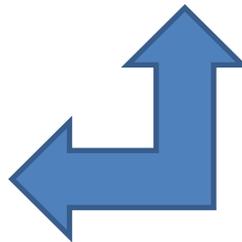
As altitudes nesta região variam entre 250m e 400m em média e o clima é semiárido quente, com precipitações médias anuais entre 500mm e 700 mm, de janeiro a maio, e com acentuada irregularidade no tempo e no espaço. A temperatura média anual fica em torno de 28°C (ROSS, 1992).

Algumas características geológicas dessa bacia limita a quantidade de água armazenada em seu subsolo e contribui para o aumento do escoamento e da evaporação da água que nele se precipita. Assim, há escoamento nos rios e riachos somente nos períodos chuvosos, ou seja, possui características de drenagem com regime intermitente sazonal ou esporádico. Fora da estação das chuvas os leitos dos rios permanecem secos, com exceção das áreas perenizadas artificialmente (CEARÁ, 2005).

### **3.4 Município de Ouricuri - Pe**

O município de Ouricuri está localizado na mesorregião Sertão e na Microrregião Araripina do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Araripina, Trindade e Ipubi, a sul com Santa Cruz e Santa Filomena, a leste com Parnamirim e Bodocó, e a oeste com Estado do Piauí (Figura 05) (FITZ, 2008).

A área municipal ocupa 2373,9 km<sup>2</sup> e representa 2.25 % do Estado de Pernambuco. Está inserido nas Folhas SUDENE de Ouricuri, Bodocó, Parnamirim e Cruz de Malta na escala 1:100.000 (RODRIGUES *et al.*, 2000)



**FIGURA 05:** Localização do município de Ouricuri e do ponto de coleta no rio São Pedro - PE

Fonte: LUCENA, I. C. 2013

A sede do município tem uma altitude aproximada de 451 metros e coordenadas geográficas de 7°30' a 9°00' de latitude sul e 39°30' a 41°00' de longitude oeste, aproximadamente 700 metros de altitude, área aproximadamente de 14000 Km<sup>2</sup> e distando 620,6 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232/316 (LOPES *et al.*, 2004).

Está inserido na unidade geoambiental dos Maciços e Serras Baixas, caracterizada por altitudes entre 300 a 800 metros, essa unidade ocupa área expressiva nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. É formada por maciços imponentes, que se caracterizam por relevo pouco acidentado, com solos de alta fertilidade, os quais são bastante aproveitados nas partes mais acessíveis do relevo (COELHO *et al.*, 1994)

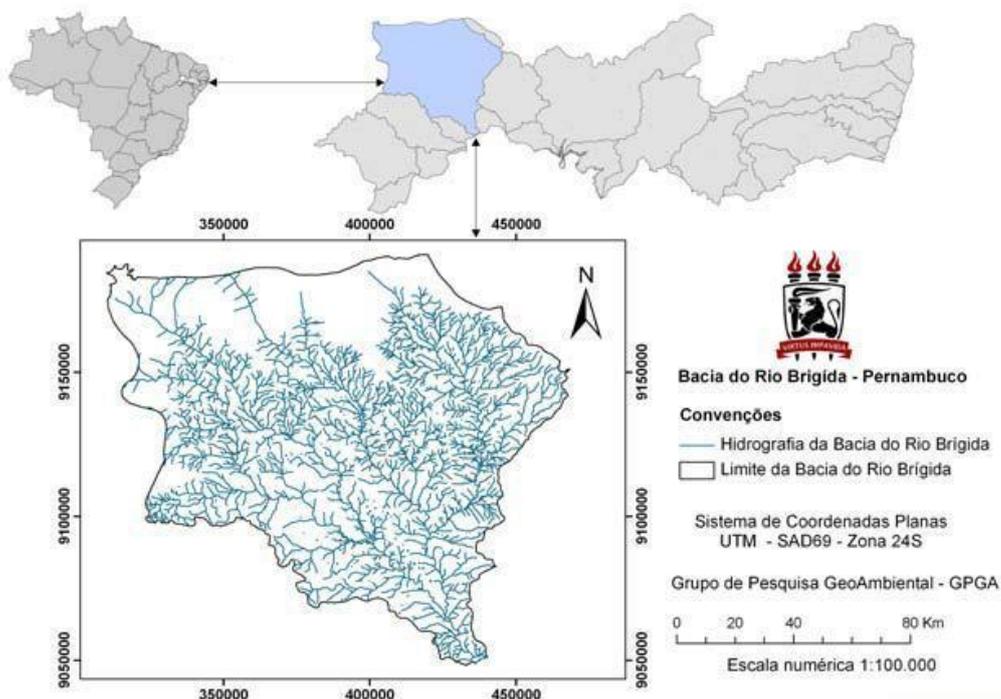
A área dessa unidade apresenta distinção climática em função da altitude, ou seja, áreas de clima mais ameno nas cotas mais altas e áreas mais quentes nos sopés e encostas das serras e maciços. Essas áreas, no entanto, apresentam período chuvoso de janeiro a maio e precipitação média anual de 700 a 900 mm (COELHO *et al.*, 1994)

O município de Ouricuri encontra-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio da Brígida. Seus principais tributários são os riachos: do Poti, São Pedro, Jatobá, Conceição, do Mel, da lagoa, do Pau d'Arco, Novo, de Campos, da maniçoba, do Frade, das Pedras, do Angico, do manuíno, de São João, Caracuí, do Piau, da Quixaba, do Pradico, Gravatá, do Capim Grosso, do Papagaio, Comprido, do Vavá, Mão Direita, da Lajinha, do Tapuio, do junco, das Lajes, Cova do Anjo, da urtiga, Serrote e Poço do Curral. Os principais corpos de acumulação são os açudes: Tanque, São Bento e Tamboril, além das lagoas dos Cavalos, do Desterro, do Rocha, Comprida, do Meio, do Pau em Pé, do Tatu e do Serrote. Todos os cursos d'água do município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (LOPES *et al.*, 2004)

### **3.5 Bacia Hidrográfica do Rio Brígida**

A bacia hidrográfica do rio Brígida, está localizada no Sertão de Pernambuco, entre as coordenadas UTM de 9.191.169 mN e 9.047.959 mN e 310.904 mE e 467.715 mE, Zona 24S (Figura 06) (ROSS, 1992).

O Rio Brígida nasce ao norte no município de Exú e apresenta uma extensão aproximada de 193 km até desaguar no rio São Francisco. A bacia do rio Brígida abrange uma área de 13.495,73 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 13,73% da superfície total do Estado (ROSS, 1992).



**FIGURA 06:** Localização geográfica da Bacia do Rio Brígida

Fonte: SANTANA, 2012

A bacia abrange áreas de 15 municípios: os quais estão totalmente inseridos na bacia são: Bodocó, Granito, Ipubi e Trindade; os com sede na bacia são Exu, Moreilândia Araripina, Ouricuri e Parnamirim; e os municípios parcialmente inseridos na bacia são os de Cabrobó, Orocó, Santa Cruz, Santa Maria da Boa Vista, Santa Filomena e Serrita (CALVÍNCIO, 2007).

Segundo GOMES & SANTOS (2001) a bacia hidrográfica do rio Brígida está inserida em vinte diferentes complexos geológicos.

O Rio São Pedro é o maior depositário do rio Brígida, com 174 km de extensão, e tem suas nascentes na chapada do Araripe a uma altitude de aproximadamente 700m sendo um dos mais importantes da microrregião de Araripina (SALES, 2001).

O rio São Pedro é de suma importância para as comunidades próximas ao seu leito, como fonte de água para populares da região ou como principal ferramenta na agricultura, pecuária, principalmente quando tem seu curso transformado em barragens. Porém o rio apresenta pouca ou quase nenhuma vegetação nativa nas margens e sendo utilizados por animais domésticos; caprinos, bovinos, equinos e suínos, além de alguns animais silvestres

que foram avistados ou com indícios de sua presença, como raposas, guaxinins, cágados, répteis, outros crustáceos, moluscos, peixes e algumas aves do ambiente aquático como socós, marrecos e carão (SALES, 2001).

A Bacia do Rio Brígida apresenta um clima BSwh', sua geologia é formada por recobrimento pedimentar constituído por material arenoso e areno-argiloso, seu relevo é a depressão do São Francisco com solos do tipo latossolos vermelho-amarelo distrófico, com vegetação caatinga (LOPES *et al.*, 2004).

### **3.6 Métodos de coleta e preparação dos espécimes**

As coletas foram realizadas no mês de junho de 2012, sendo utilizadas para a captura das espécies, armadilhas e peneiras. Após as capturas os animais foram devidamente etiquetados, acondicionados em sacos plásticos contendo gelo picado, trazidos ao Laboratório de Zoologia da Universidade Regional do Cariri e mantido em álcool a 70% até a sua posterior análise (Figura 07).

Em seguida, os espécimes foram separados quanto ao sexo, quantificados, identificados através de um estereomicroscópio e o auxílio de chaves dicotômicas presentes em MELO (2003) e HOLTHUIS (1952).

A sexagem foi realizada observando-se a presença, ou não, do apêndice masculino, o qual está localizado no endopodito do segundo par de pleópodos juntamente com o apêndice interno, sendo o primeiro maior que o segundo (MELO, 2003).



FIGURA 07 : Materiais usados para a coleta e identificação da espécie *M. amazonicum*

### 3.7 Preparação dos exemplares para as fotos e aquisição dos dados para a análise

Para aquisição das fotos, foi necessária a dissecação dos exemplares (Figura 08), com o auxílio de uma pinça retirando o abdômen e deixando apenas o cefalotórax.

Posteriormente os exemplares foram colocados sobre um fundo preto em cima de um suporte, sendo niveladas e adequadas à câmera, com um sistema de iluminação. Em seguida foi posicionado o suporte em uma Mesa Estativa Fotográfica com Luminária CS – 920 Copy stand acoplada a uma câmera digital Cannon G10, resolução 14.7 MP, em posição padronizada somente por um pesquisador, sendo devidamente escalada em milímetros, identificados por numeração, sempre tomando o cuidado de manter a estrutura anatômica e a

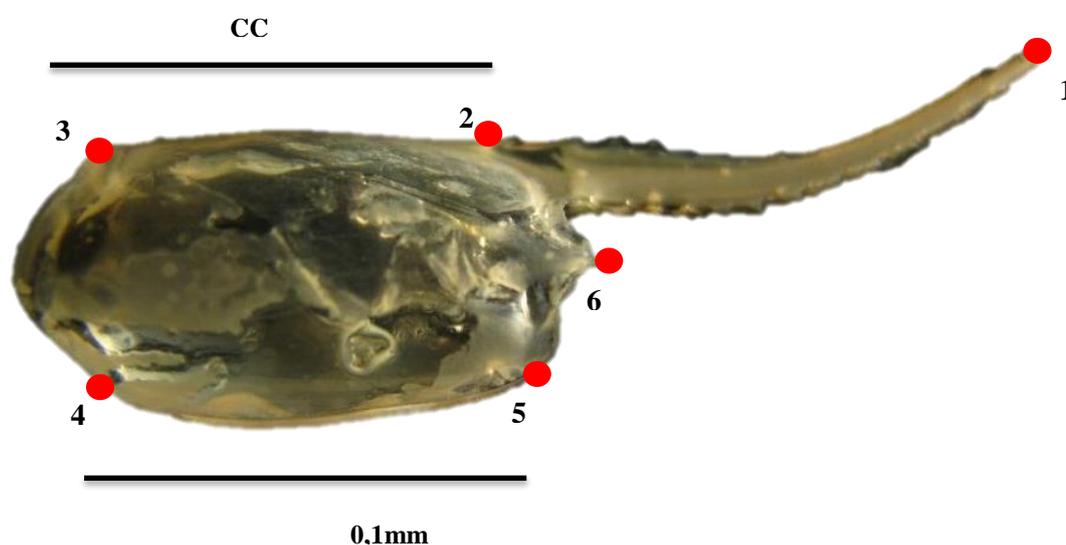
escala centralizada ao foco da câmera, evitando o efeito de distorção.

Foram fotografados 20 exemplares da Bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe e 20 da bacia hidrográfica do Rio Brígida, sendo todas fêmeas, mesmo depois das fotografias, foram guardados em potes com álcool a 70, etiquetado com o número que identificou todo o animal dissecado, juntamente com as planilha de excel contendo todos os dados de animal.

### 3.8 Morfometria para análises estatísticas dos dados

A escolha dos pontos ocorreu de acordo com a capacidade de determinar o contorno do cefalotórax, e por outros estudos realizados como ZIMMERMANN *et al.*, (2011) GIRI & COLLINS (2004); GIRI & LOY (2008).

Foram marcados um total de 6 landmarks (Figura 8), sendo que os pontos vermelhos indicam o posicionamento dos landmarks, os números a sequência e foi descrito os marcos anatômicos (Tabela 01). As medidas foram tomadas com auxílio dos softwares TPSUtil versão 1.4 (ROHLF, 2005), este utilizado para organização das fotos e TPSDig2 (coordenadas posicionais dos pontos anatômicos em um plano cartesiano) (ROHLF 2006), versão 1.4 para a extração das medidas a partir de fotos devidamente escaladas.



**FIGURA 08:** Cefalotorax de um espécime fêmea em corte longitudinal, vista lateral esquerda

**TABELA 01:** Descrição dos marcos anatômicos

<i>Landmarks(L)</i> <i>Semi-landmarks (L*)</i>	<i>Descrição</i>
L1	Espinho Rostral
L2	Espinho Epigástrico
L3*	Carina submarginal superior
L4*	Carina submarginal inferior
L5*	Espinho Pterigostomial
L6	Espinho Antenal

Em seguida o software Morphoj foi utilizado para as análises de morfometria, onde foram realizados os processos de superposição (translação), proporcionalização e rotação.

A análise discriminante teve como objetivo classificar as observações desconhecidas e verificar quais as variáveis que possuem maior relevância para discriminar os grupos de interesse. Para a realização da análise discriminante os grupos já devem ser conhecidos *a priori* e supõe-se também que as observações estejam corretamente classificadas.

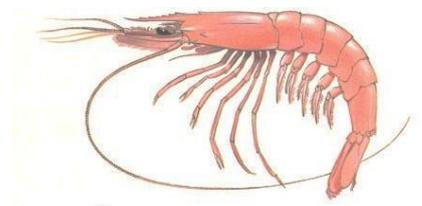
Foi empregada a análise de variáveis canônicas utilizando a distância  $D^2$  de Mahalanobis. Essa distância é uma métrica de similaridade, utilizada para medir a distância entre classes de padrões. Quanto maior a distância de Mahalanobis entre dois grupos, maior é a diferença entre eles. Deste modo testa-se a significância da função encontrada através da separação entre as duas médias multivariadas, expressa em unidades de variância combinada, levando em consideração a correlação entre os conjuntos de dados (BOOKSTEIN, 1991).

Esse tipo de análise é feito par a par, procurando classificar os indivíduos em cada um dos agrupamentos indicados. Posteriormente se calcula a porcentagem de exemplares corretamente classificados (validação cruzada) para testar a precisão dos dados na separação dos grupos. As análises de validação cruzada são extremamente importantes para a verificação da eficiência das equações geradas a partir das características extraídas em classificar corretamente os indivíduos dentro de seus respectivos grupos (BOOKSTEIN, 1991).

O tamanho do centróide é caracterizado como a raiz quadrada do somatório dos quadrados das distâncias entre cada ponto de referência e o centroide. O centróide é o ponto no interior de uma forma geométrica que define o seu centro de gravidade ou centro de massa. Em outras palavras, é o ponto cujas coordenadas são as médias das coordenadas de todas as coordenadas, ou seja, um “ponto médio”. Na carência de alometria, essa é a única medida de tamanho que não se relaciona com as variáveis de forma (BOOKSTEIN, 1991).

Posteriormente, realizou-se um ajuste generalizado de Procrustes, na qual, é realizado um consenso na configuração média. Após estes ajustes, as configurações finais das espécies alinhadas constituíram um grupo de variáveis que se refere somente à forma das estruturas (MONTEIRO & REIS, 1998). O nível de significância utilizado em todas as análises foi de  $\alpha=0,05$  (ZAR, 1999).

## *Resultados e Discussão*

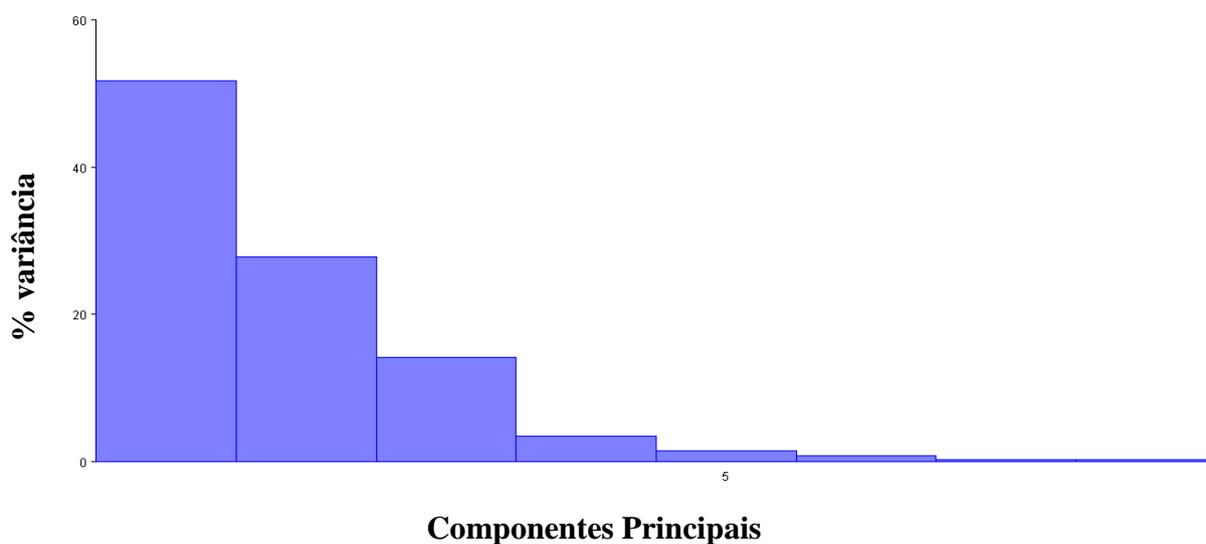


## 4. Resultados e Discussão

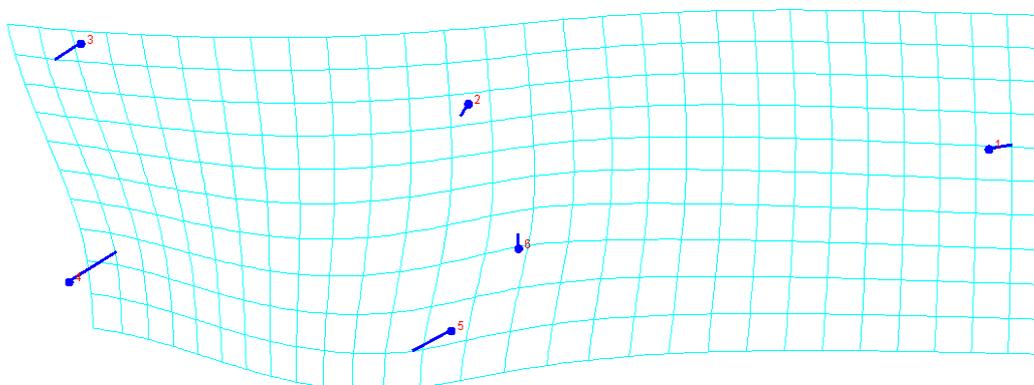
---

Foram detectadas diferenças estatisticamente significativas na forma, conforme a análise de variáveis canônicas, estes espécimes apresentaram índice de variedade, sendo significativo para os testes de permutação (10.000 permutações) e para as distâncias de Mahalanobis entre os grupos, o tamanho do centróide e forma (*shape*).

A Figura 09 apresenta a porcentagem da variação ao longo dos componentes principais, evidenciando de 0 a 60% de variação.



**FIGURA 09:** Porcentagem da variação ao longo dos componentes principais



**FIGURA 10:** Comparação da forma do cefalotórax, através do gráfico de grid de transformações.

A Figura 10 apresenta os deslocamentos vetoriais entre os landmarks analisados, bem como o *grid* de deformação gerado por estes vetores.

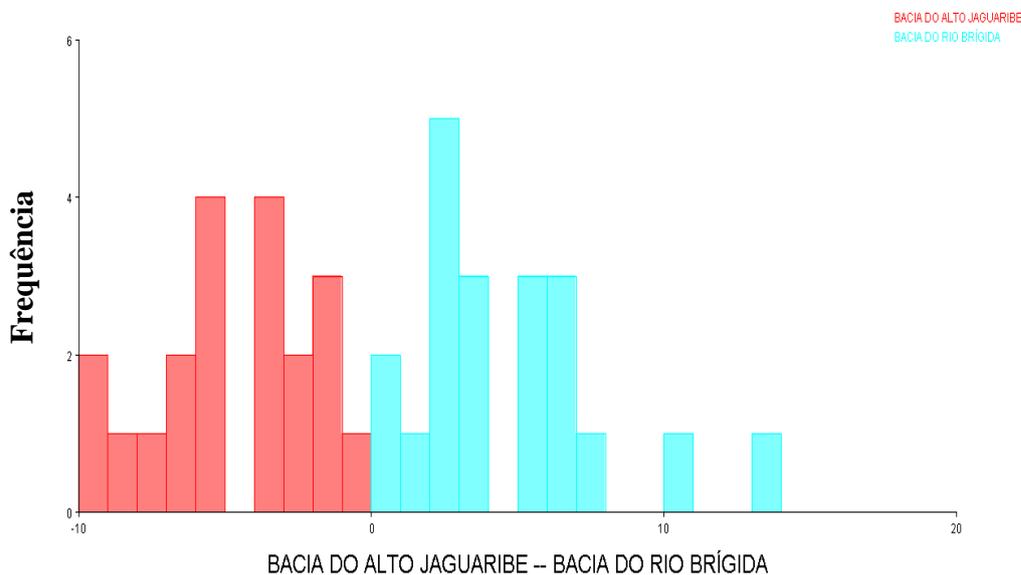
A tabela 2 evidencia a análise de componentes principais (ACP) sendo gerado 8 componentes principais (CP), sendo os três primeiros mais representativos, explicando 93,68% da variação entre os espécimes e um total de variância de 0,03.

**TABELA 2:** Análise de Componentes Principais das populações estudadas

	Valores	%variância	% Acumulativo
1.	0,01	51,6	51,6
2.	0,00	27,8	79,5
3.	0,00	14,1	93,6
4.	0,00	3,46	97,1
5.	0,00	1,43	98,5
6.	0,00	0,77	99,3
7.	0,01	0,34	99,7
8.	0,00	0,28	100

Total de variância: 0,03
--------------------------



**FIGURA 11:** Comparação das variáveis geométricas da forma do cefalotórax de populações da bacia do Alto Jaguaribe (coluna vermelha) e da bacia do Rio Brígida (coluna azul claro) através da análise de função discriminante.

As informações disponíveis sobre *M. amazonicum* revelam uma grande variabilidade intraespecífica de características morfológicas o que pode ser devido ao isolamento genético de diferentes populações e, possivelmente, a um processo incipiente de especiação (ANGER *et al.*, 2009).

Esta dissimilaridade pode ser reflexo de isolamentos geográficos entre as populações e influência de correntes na dispersão larval. Considerando que em ambientes heterogêneos ou isolados geograficamente, uma única espécie pode apresentar populações geneticamente distintas, devido à ausência de fluxo gênico entre elas (ODINETZ-COLLART & RABELO, 1996).

Barreiras geográficas são responsáveis por separar populações de uma mesma espécie, diminuindo ou até extinguindo o fluxo gênico entre estas, conseqüentemente havendo uma diferenciação genética entre as populações, podendo refletir em uma variação fenotípica (SILVA *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2010). Porém, existe colonizações que podem superar tais anteparos, devido a migração por meio de saltos, esta já evidenciada para a espécie *Ucides cordatus*, com base em estudos de genética populacional na costa brasileira, retratando um forte fluxo gênico (OLIVEIRA-NETO *et al.*, 2006).

A estrutura populacional, verificada a partir da descrição do nível e da distribuição da variabilidade genética de uma espécie, é observada em praticamente todos os grupos de organismos, sendo determinada por diversos fatores geográficos e ecológicos, assim como pelas potencialidades da espécie e por sua história evolutiva (MAYR, 1977).

O estudo dessa estruturação pode contribuir para o entendimento dos processos de diferenciação populacional e especiação, assim como para o estabelecimento de estratégias de manejo e conservação da biodiversidade (MAYR, 1977).

Um fator relevante é a ontogenia em crustáceos que é marcada por mudanças morfológicas causadas pelo crescimento diferenciado de certos tagmas. O aparecimento dos caracteres secundários surge com a passagem da fase juvenil para a adulta (HARTNOLL, 1978).

Frequentemente as divergências entre os machos ou fêmeas estão relacionadas a variações morfométricas resultantes da ontogenia (BERTIN *et al.*, 2002).

Populações expostas cada uma à diferentes desafios ambientais, apresentam respostas diferentes entre si a fim de sobreviver e se perpetuar em ambos os ambientes. Assim, os caracteres analisados no presente estudo, que apresentaram variabilidade

entre as populações, parecem ser altamente plásticos. Alta plasticidade em caracteres morfológicos significa que a variação é mais relacionada às mudanças ambientais que às genotípicas (DIMMOCK *et al.*, 2004).

A alta variabilidade dos caracteres morfológicos encontrados poderia ser uma resposta adaptativa aos diferentes ambientes (DIMMOCK *et al.*, 2004) em que o espécime ocorre ao longo de sua distribuição natural. Assim, como *M. australiense* (DIMMOCK *et al.*, 2004), *M. amazonicum* pode ser considerado um colonizador bem sucedido de diversos ambientes simplesmente por apresentar uma morfologia externa flexível que está bem adaptada às diversas condições ambientais.

De tal modo, as diferenças morfológicas encontrados em *M. amazonicum* poderiam ser provavelmente, justificados pelo fato dos ambientes habitados por estes grupos serem ecologicamente distintos. As águas interiores, geralmente são drenagens pobres em nutrientes/plâncton (MAGALHÃES, 1985; MAGALHÃES & WALKER, 1988; ODINETZ- COLLART & MAGALHÃES, 1994).

Alguns pesquisadores descobriram que a matéria orgânica acumulada no leito dos rios é também um fator fundamental para controlar a distribuição dos organismos em pequenos riachos. Além disso, a matéria orgânica grossa acumulada no rio aumenta a heterogeneidade do substrato, o que resulta num aumento da riqueza e abundância de organismos (ZILLI *et al.*, 2009). Portanto a variação entre as populações dos espécimes de *M. amazonicum* pode ser afetada por diferenças nos substratos dos ambientes.

DIMMOCK *et al.*, (2004) e BRIAN *et al.*, (2006) relataram que as diferenças morfométricas e a variabilidade em características morfológicas foram respostas adaptativas para o ambiente em populações de crustáceos.

Outro fator primordial são marcos mostrando grande desvio do padrão geral, que poderia de fato levar interpretações artificiais a variação em outros marcos, devido ao critério de mínimos quadrados utilizado no processo de sobreposição o "efeito Pinóquio" (CHAPMAN 1990; ZELDITCH *et al.*, 2004). Que pode ocorrer em formas que apresentam pontos isolados e distantes de um conjunto de pontos.

Nesse caso a ponta do rostro é fortemente afetada por este efeito, portanto foi feito a remoção do LM1 para testar se houve alguma alteração nos resultados, foram conduzidas a análises novamente e pode-se relatar que mesmo assim houve diferenças significativas no centróide, mostrando que não há efeito pinóquio no presente estudo.

Diversos parâmetros ambientais em conjunto podem ter influenciando a forma do cefalotórax, por exemplo, os regimes de diferentes predações relacionadas com

diferentes coberturas vegetais pode estimular diferentes desenvolvimento da mesma. É também aceitável que o cefalotórax pode variar em resposta a diferenças de níveis de oxigênio no ambiente (STATZNER & HOLM, 1982).

Outro fator em questão pode ser a velocidade da água que também pode afetar a morfologia, já que a bacia do Alto Jaguaribe encontra-se em ambientes lênticos e a bacia do Rio Brígida encontra-se em um ambiente de rios lóticos. De acordo com HEPP *et al.*, (2002) o padrão mais marcante desta análise é a congruência forte entre o ambiente, fluxo de água e morfologia; o cefalotórax robusto caracteriza ambientes lóticos, enquanto o delgado é uma característica de ambientes lênticos.

Tal forma de plasticidade em relação à velocidade da água tem de fato sido documentada em diversos grupos de crustáceo ex: cracas (NEUFELD & PALMER 2008); caranguejos Aeglidae (GIRI & LOY 2008). Portanto, apesar de outros fatores ambientais, parece razoável que a velocidade, através de suas implicações, deve ter uma grande influência na forma do cefalotórax do gênero *Macrobrachium*.

Outra hipótese levantada é em torno da geologia das bacias hidrográficas que apresentam elementos interligados de maneira hierarquizada, com entrada e saída de materiais detríticos ou solúveis a um ponto comum, pode ser desmembrada em unidades de tamanhos variados, hierarquizadas em sub-bacias ou microbacias (COELHO NETTO, 1995).

Os principais componentes como o solo, água, vegetação e fauna, coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais, bacias hidrográficas, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas, no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes (SOUZA *et al.*, 2002).

A variação morfológica pode estar sendo refletida sobretudo na história geológica das bacias, enquanto a Sub-bacia do Alto Jaguaribe é constituída de rochas do embasamento cristalino Pré-Cambriano (81,28%) representado por gnaisse e migmatitos diversos, quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica. Sobre esse substrato repousam depósitos sedimentares (18,72%) como os da Bacia Sedimentar do Araripe constituída por arenitos, conglomerados, siltitos, folhelhos, calcários, margas e gipsita; das coberturas de idade terciária constituídas de areia, argilas, cascalhos e das quaternárias (aluviais), formadas por areias, siltes, argilas e cascalhos, que se distribuem ao longo dos

principais cursos d'água que drenam a sub-bacia (SANTANA, 2009). As características pedológicas da região estão associadas aos extratos geológicos que compõem as unidades estratigráficas da Bacia do Araripe.

Esta sub-bacia apresenta grande capacidade de acumulação em termos de águas superficiais no Estado do Ceará, com um total de 4.604 reservatórios (COGERH, 2008). A cobertura vegetal predominante da região é a de Caatingas, sendo a área do açude caracterizada pela ocorrência de temperaturas que são, em geral, muito elevadas, as umidades relativas médias são baixas, com precipitações médias anuais entre 250 e 500 mm aproximadamente (FERRI, 1980). Esta característica limita a quantidade de água armazenada em seu subsolo e contribui para o aumento do escoamento e da evaporação da água que nele se precipita. Assim, há escoamento nos rios e riachos somente nos períodos chuvosos (CEARÁ, 2005), ou seja, possui características de drenagem com regime intermitente sazonal ou esporádico. Fora da estação das chuvas os leitos dos rios permanecem secos, com exceção das áreas perenizadas artificialmente.

A outra bacia é constituída por rochas sedimentares do Cretáceo dominando os arenitos, e os sienitos rocha ígneas da formação Exu. A partir desse material são formados os Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos. São solos profundos, com textura média, acentuadamente drenados, pobres, sob vegetação de Floresta/Caatinga. Os Pedimentos são superfícies aplainadas, de inclinação suave, por vezes capeada por material detrítico descontínuo sobre a rocha. O Pedimento Funcional com Cobertura Detrítica é constituído por material detrítico e apresenta forte ângulo no contato com a vertente da superfície tabular (ruptura de declive), encontrando-se ainda em processo evolutivo, tendo a ocorrência de Neossolos Litólicos com substrato de arenito e os Argissolos Vermelho-Amarelos rasos e pouco profundos, com relevo ondulado a montanhoso. Enquanto a jusante suaviza-se com a deposição detrítica em direção aos vales ou depressões, com espessura variável, conforme os processos de erosão e tipo de relevo e de solo, diferenciados e evoluídos por processos de pediplanação (SOUZA *et al.*, 2002).

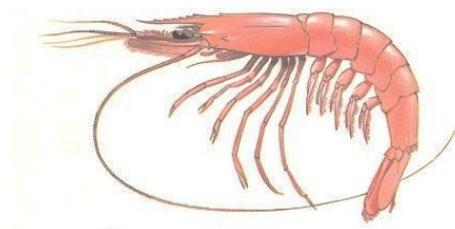
Podemos observar que a história geológica de ambas as bacias é divergente sendo talvez um fator para explicar tais variações nas populações estudadas.

Outro fator a ser levado em consideração são as intervenções praticadas pelo DNOCS (Departamento de Obras contra as Secas) na região semiárida brasileira. Tradicionalmente, a medida mais comum do DNOCS na região é a criação e/ou ampliação de reservatórios para suprir as populações humanas com água para os

períodos de escassez de chuvas. No entanto, outras iniciativas também são bastante comuns, como os peixamentos. Segundo GURGEL *et al.*, (2012) peixamentos são operações que tem por fim o povoamento, o repovoamento e a estocagem de coleções d'água, com larvas, pós-larvas, alevinos, juvenis e adultos de peixes, crustáceos, moluscos, mamíferos, etc. É um neologismo que, embora não registrado nos dicionários, tem largo emprego na linguagem técnica referente à piscicultura. Tanto o barramento de corpos de água, como a criação de reservatórios e/ou os peixamentos desses ambientes tem importantes implicações na fauna local e precisam ser realizados com o máximo de controle e informação. Não se sabe ao certo que espécies de crustáceos tem sido introduzidas nesses ambientes, mas a introdução de organismos de locais com histórias evolutivas divergentes ou contrastantes pode trazer importantes prejuízos a fauna local como, por exemplo, impedir e/ou acelerar um processo de diferenciação populacional em curso.

Em virtude dos fatos, trabalhamos com a hipótese de estruturação populacional para explicar essas diferenças morfológicas encontradas, com processos dispersionistas e vicariantes em curso, talvez tenha ocorrido uma fragmentação das populações. Com isso a falta de fluxo gênico entre as duas subpopulações formadas fez com que elas ficassem cada vez mais diferentes e, mantendo-se a barreira por tempo suficiente, pode levar a uma especiação.

## *Conclusão*



## 5. Conclusão

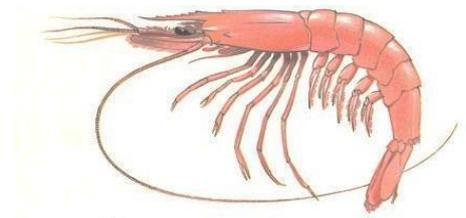
---

De acordo com os resultados estatísticos a Sub-bacia do Alto Jaguaribe e a Bacia do Rio Brígida não compartilham das mesmas populações da espécie *M. amazonicum*, como foi dito na discussão, isso pode ser devido a vários fatores como ambientais, ou genéticos.

Diante disso, o trabalho se mostra como subsídio para vários outros trabalhos da espécie *Macrobrachium amazonicum* ou até de outras espécies do gênero *Macrobrachium*.

O que se espera em diante é que sejam feitos mais trabalhos de morfometria geométrica, visto que é uma aplicação recente, mas que contribuirá para a descoberta de fatos importantes para a área da zoologia.

*Referências  
Bibliográficas*



## *Referências Bibliográficas*

---

ALMEIDA, A. O.; COELHO, P. A.; LUZ, J. R., SANTOS, J. T. A.; FERRAZ, N. R. **Decapod crustaceans in fresh waters of southeastern Bahia, Brazil.** *Revista Biologia Tropical*, v. 56, n. 3, p. 1225-1254, 2008.

AMARAL, A.C.Z & S. JABLONSKI. 2005. **Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil.** *Megadiversidade* 1 (1):44-51.

ANGER, K; HAYD, L, KNOTT, J & U. NETTELMANN. 2009. **Patterns of larval growth and chemical composition in the amazon river prawn, *Macrobrachium amazonicum*.** *Aquacultura*, 287: 341-348.

ARAÚJO, A. C. R. **Estrutura populacional de crustáceos Decapodas na área da Lagoa dos Índios, Macapá, AP. 2004.** 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Bacharel em Ciências Biológicas) - Coordenação de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2004.

BARNES, R. **Zoologia dos Invertebrados.** 4ªed. São Paulo: Roca LTDA, 1990.

BARRETO, A.; SOARES, A.M.C. 1982. **Produção de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae), sob condições controladas de laboratório.** *Revista Brasileira de Zoologia* 1 (I): 51 -53.

BAUER, R. T. 2000. **Simultaneous hermaphroditism in caridean shrimps: A unique and puzzling sexual system in the Decapoda.** *Journal of Crustacean Biology*. 20 (2): 116-128.

BAUER, R. T. 2004. **Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans.** University of Oklahoma Press, Norman. Marine Resources Library, 282p.

BIAGI, R. & MANTELATTO, F. L. M. 2006. **Relative growth and sexual maturity of the hermit crab *Paguristes erythrops* (Anomura, Diogenidae) from South Atlantic.** *Hydrobiologia* 559: 247–254.

BIALETZKI, A; NAKATANI, K; BAUMGARTNER, G & G. BOND- BUCKUP. 1997. **Occurrence of *macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's Inlet (Ressaco do leopoldo), upper Paraná River, Porto Rico, Paraná, Brazil.** *Revista Brasileira de Zoologia*, 14 (2): 379-390.

BLACKITH, R. E.; REYMENT, R. A. 1971. **Multivariate morphometrics.** London, Academic Press, 412p.

BLISS, D. E. 1990. **Shrimps, lobster and crabs.** Their fascinating Life Story. Columbia University Press, New York. 242p.

BOLINA, C. O.; MARCOS, C. G.; ROCHA, R. F. S.; COELHO, C. P. **Levantamento das espécies de camarão de água doce encontradas na região de Itumbiara-GO.** In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 08., 2007, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p. 1-2.

BOND-BUCKUP, G. & L. BUCKUP, 1999. **Os crustáceos de Rio grande do sul.** Rio grande do sul, editora da universidade, 503 pp.

BOOKSTEIN, F.L. 1991. **Morphometric tools for landmark data: geometry and biology.** Cambridge University Press, Cambridge. 455 p.

BOWMAN, T. E. & L. G. ABELE, 1982. **Classification of the recent Crustacea.** In: D. E. Bliss. *The biology of Crustacea: Sistematic, the fossil record, and biogeography.* New York. Vol 1 (pp 1 – 25). Academic Press.

BRAGA, A. C.A. 2007. **Biologia e Ecologia do camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Caridea: Alpheoidea: Hippolytidae) na região de Ubatuba, litoral norte paulista.** Tese (Doutorado em zoologia) - Instituto de Biociências – Unesp-Botucatu, São Paulo, 145 f.

BRUSCA, R. C.; G. J. BRUSCA. **Invertebrados. 2a ed.** Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2011.

BRUSCA, R. & BRUSCA, G. 2007. **Invertebrados.** 2<sup>a</sup> Ed., Sinauer Associates, Guanabara Koogan S.A., 968.

BUENO, S. L. S. & S. A. RODRIGUES. 1995. **Abbreviated larval development of the freshwater prawn, *Macrobrachium iheringi* (Ortmann, 1897) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory.** *Crustaceana*, 68 (6): 665-686.

BURKENROAD, M. D. 1963. **The evolution of Eucarida (Crustacea: Eumalacostraca) in relation to the fossil record.** *Taluane Studies in Geology*, 2:3– 16.

CALIL, M. S. 2005. **Distribuição espacial dos crustáceos decápodes e anfípodas de substratos não-consolidados sublitorais da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, RJ**

CALLE, D.A.; QUIÑONES, M.L.; ERAZO, H.J. & N. JARAMILLO. 2008. **Discriminación por morfometría geométrica de once espécies de *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) presentes en Colombia.** *Biomédica* 28: 371-385.

CALVÍNCIO, J. D. SÁ, LLS. MOURA, M. S. B. RIBEIRO, J. G. **Determinação das características físicas, climáticas e da paisagem da bacia hidrográfica do rio Brígida com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.** *Revista de Geografia*. 2007.

CAVALCANTI, L.B.; CORREIA, E.S.; CORDEIRO, E.A. **Camarão. Manual de cultivo do *Macrobrachium rosenbergii* (pitu havaiano – gigante da Malásia).** Aquaconsult, 143 p., Recife, 1986.

CAVALCANTI, M. J.; LOPES, P. R. D. **Análise morfométrica multivariada de cinco espécies de Serranidae (Teleostei: Perciformes).** *Acta Biologica Leopoldensia*, v.15, n.1, p.53-64, 1993.

CEARÁ. **Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH)**. Fortaleza: SRH, 2005.

CEARÁ TURISMO – Fortaleza, Hotéis, Pousadas, Praias - Disponível em: [www.ceara.com.br](http://www.ceara.com.br) - Acessado em: (04/01/2012)

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALD, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A. J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J. M.; ROBAINA, G. e ROFRIGUEZ, B. **Guía de campo de las especies comerciales marinas y de agua salobres de la costa septentrional de sur america**. Roma: FAO, 1992, p. 103

CHACUR, M. M.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. **Aspectos biológicos do camarãoespinho *Exhipplysmata oplophoroides* (HOLTHUIS, 1948) (CRUSTACEA, CARIDEA, HIPPOLYTIDAE)**. Revista Brasileira Biologia, v. 59, n. 1, p. 173-181, 1998.

CLAYTON, D. A. 1990. **Crustacean allometric growth: a case for caution**. Crustaceana. 58 (3): 270-290.

COBO, V. J. & ALVES, D. F. R. 2009. **Relative growth and sexual maturity of the spider crab, *Mithrax torturae* (Brachyura, Mithracidae) on a continental island of the Southeastern Brazilian coast**. Crustaceana 82 (10): 1265-1273

COELHO NETO, Ana L. **Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia**. In: GUERRA, Antonio teixeiraa & CUNHA, Sandra Baptista (org.). Geomorfologia: uma a tualização de bases e conceitos. 2 ed.. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. Cap. 03

COELHO, PA. 1963. **Observações preliminares sobre a biologia e a pesca dos camarões do gênero *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) no estado de Pernambuco, Brasil**. Trabhs Inst.Oceanogr.Univ.Recife, 3:75-81.

COELHO, R. M.; LEPSCH, I. F. ; MENK, J. R. F. **Relações solo/relevo em uma encosta com transição arenito-basalto em Jaú (SP)**. R. Bras. Ci. Solo, v.18, p.125-137, 1994.

COLLART, O. & RABELO, H. (1996) **Variation in egg size of the fresh-water prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae)**. J. Crustacean Biol. **16**: 684-688.

COLLINS, P.; WILLINER, V.; GIRI, F. **Littoral communities: Macrocrustaceans**. In: IRIONDO, M. H.; PAGGI, J. C.; PARMA, M. J. (eds.). The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. p. 277-301.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH). Disponível em<<http://portal.cogerh.com.br/eixos-de-atuacao/gestao-participativa/documentos/alocacaonegociada-de-agua-no-vale-do-jaguaribe-e-banabuiu.pdf>> Acesso dia 07/05/2008.

DÁVILA, C. R. G. **Revisão taxonômica dos camarões de água doce (Crustacea:Decapoda: Palaemonidae: Sergestidae) da Amazônia Peruana**. 1998. 80 f. Dissertação (Mestrado em biologia Aquática e Pesca Interior) – Ministério da Cultura e Trabalho, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1998

DE GRAVE, S.; Pentcheff, N.D.; Ahyong, S.T.; Chan, T.-Y.; Crandall, K.A.; Dworschak, P.C.; Felder, D.L.; Feldmann, R.M.; Fransen, C.H.J.M.; Goulding, L.Y.D.; Lemaitre, R.; Low, M.E.Y.; Martin, J.W.; Ng, P.K.L.; Schweitzer, C.E.; Tan, S.H.; Tshudy, D. & Wetzer, R. 2009. **A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans**. Raffles Bulletin of Zoology 21: 1-109.

DE GRAVE, S.; FRANSEN, C. H. J. M. 2011. **Carideorum catalogus: the recent species of the dendrobranchiate, stenopodidean, procarididean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda)**. Zoologische Mededelingen 89(5):195-589.

DE GRAVE, S., AND D. DIAZ. 2001. **Morphometric comparison between Mediterranean and Atlantic populations of *Pontophilus norvegicus* (Decapoda, Crangonidae).** *Hydrobiologia* 449: 179-186.

DONALDSON, W. E.; R. T. COONEY & J. R. HILSINGER. 1981. **Growth, age and size at maturity of tanner crab *Chionoecetes bairdii* Rathbun, in the northern gulf of Alaska (Decapoda, Brachyura).** *Crustaceana*. 40 (3): 286-302.

DIMMOCK, A.; WILLIAMSON, I. & P. B. MATHER. 2004. **The influence of environment on the morphology of *Macrobrachium australiense* (Decapoda: Palaemonidae).** *Aquaculture International*, 12: 435–456.

ESPÍRITO-SANTO, R. V. & V. J. ISAAC (Coord.). 2005. **Peixes e camarões do litoral bragantino, Pará, Brasil.** Belém: MADAM. 268p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** 2ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 609p.

FAO (**Food and Agriculture Organization of the United Nations**). Dataset of Global aquaculture production. 2012. <<http://www.fao.org/fishery/statistics/en>>. Acesso em 10 out. 2012.

FERRI, M. G., 1980, **Vegetação brasileira.** Editora Itatiaia/EDUSP, São Paulo (Coleção Reconquista Brasil).

FIEDLER, G. C. 2000. **Sex determination and reproductive biology of two Caridean shrimp genera: *Hymenocera* and *Lysmata*.** University of Hawaii. PhD. Dissertation. 220p.

FITZ, P. R. **Cartografia básica.** São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

FLEXA, C.E. SILVA, K.C.A.; ARNAUD, J.S.; CINTRA, I.H.A.; PORTO, V. M.S. 2005. **Morfometria do camarão cascudo *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862)**

**no município de Cametá/Pará.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 14. Fortaleza. Sociedade Brasileira de Engenharia de Pesca.

FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. 1996. **Crustacea Decapoda from Brazilian Coastal**, 275-287, In: Bicudo, C. E. e Menezes, M. N. A. (eds) Biodiversity in Brazil: A first approach, CNPq, São Paulo, 326p

FREIRE, C.A.; CAVASSIN, F.; RODRIGUES, E.N.; TORRES, A.H.; MCNAMARA, J.C. (2003) **Adaptive patterns of osmotic and ionic regulation, and the invasion of fresh water by the palaemonid shrimps** *Comp Biochem Physiol A* **136**: 771-778.

FREIRE, J.; SAMPEDRO, M. P.; GONZÁLEZ-GUIRRIARÁN, E. 1996. **Influence of morphometry and biomechanics on diet selection in three portunid crabs.** *Marine Ecology Progress Series* **137**: 111-121.

GIRI, F., AND P. A. COLLINS. 2004. **A geometric morphometric analysis of two sympatric species of the family Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) from La Plata basin.** *Italian Journal of Zoology* **71**: 85–88.

GIRI, F., AND A. LOY. 2008. **Size and shape variation of two freshwater crabs in Argentinean Patagonia: the influence of sexual dimorphism, habitat, and species interactions.** *Journal of Crustacean Biology* **28**:37–45.

GOMES-CORRÊA, M. M. 1977. **Palemonídeos do Brasil (Crustacea Decapoda-Natantia).** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 135 p.

GRAVE, S.; Y. CAI & A. ANKER. 2008. **Global diversity of shrimps (Crustacea, Decapoda, Caridea) in freshwater.** *Hydrobiologia*, **595**: 287 – 293.

GUEST, W.C.; Durocher, P.P. 1979. **Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum* effect of salinity and temperature on survival.** *The Prog. Fish. Cult.* **41**(1): 14-18.

GURGEL, J. J. & MATOS, M. O. M. **Sobre a criação extensiva de camarão canela, *Macrobrachium* (Heller) nos açudes públicos do nordeste brasileiro.** In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1983, São Carlo. **Anais...** São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 1983. p. 39.

GURGEL-GONÇALVES, R., C. GALVÃO, J. COSTA AND A.T PETERSON. 2012. Geographic distribution of Chagas disease vectors in Brazil based on ecological niche modeling. *Journal of Tropical Medicine* 2012: 1-15

HAEFNER, P. A. 1990. **Morfometry and size at maturity of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) in Bermuda.** *Bulletin of Marine Science* 46(2).

HARTNOLL, R. G. 1978. **The determination of relative growth in Crustacea.** *Crustaceana*, v.34, n.3, p.281-293.

HARTNOLL, R. G. 1982. Growth. In: D. E. BLISS (ed.) *The biology of Crustacea: Embryology, Morphology and Genetics.* New York. Vol. 2 (pp. 111-196). Academic Press.

HENDRICKX, M. E. 1995. **Checklist of *Brachyuran crabs* (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific.** *Biologie* 65: 125- 150.

HOLTHUIS, L. B. **A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas I. The subfamilies Euryrhynchinae and Pontoniinae.** *Occasional Paper of the Allan Hancock Found Publication*, v. 11, p. 1-332, 1951.

HOLTHUIS, L. B. 1952. **A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The Subfamily Palaemonidae.** *Occasional Papers of the Allan Hancock Foundation*, 12: 1- 396.

HOPKINS M.J., THURMAN C.L., 2010, **The geographic structure of morphological variation in eight species of fiddler crabs (Ocypodidae: genus *Uca*) from the eastern United States and Mexico.** *Biol. J. Linn. Soc.* 100, 248-270.

HUBER, M. E. 1985. **Allometric growth of the carapace in Trapezia (Brachyura, Xanthidae)**. Journal of Crustacean Biology. 5 (1): 79-83

IHERING, H. VON. 1897. **Os camarões de água doce do Brasil**. Revista do Museu Paulista, 2: 421-432.

JUANES, F.; LEE, K. T.; McKNIGHT, A.; KELLOGG, K. 2007. **Claw allometry in green crabs, *Carcinus maenas*: heterochely, handedness, and sex**. Marine Biology (2008) 153: 523–528.

KENSLEY, B. & I. WALKER. 1982. **Palaemonid shrimps from the Amazon Basin, Brazil (Crustacea: Decapoda: Natantia)**. Smithsonian Contributions to Zoology, 362 (3): 1-28.

KONAN, K. M.; ADÉPO-GOURÈNE, A. B.; OUATTARA, A.; NYINGY, W. D.; GOURÈNE, G. 2010. **Morphometric variation among male populations of freshwater shrimp *Macrobrachium vollenhovenii* from Cote d'Ivoire Rivers**. Fisheries Research 103: 1–8.

LATREILLE, P. A. 1828. **Trichodactyle, Trichodactylus**. In: Encyclopédie Méthodique. Histoire naturelle. Entomologie, ou Histoire Naturelle des Crustacés, des Arachnides et des 56 Insectes. Paris, Agasse. vol. 10, p. 705.

LEAL, F C. O. JM, Bonilha LEC. 2003. **Caracterização Ambiental da Estação Ecológica de Aiuaba – Bioma Caatinga – Sertão dos Inhamuns (CE)**. Trabalho publicado em evento.

LEZCANO, A. H.; GONZÁLEZ-JOSÉ, R.; SPIVAK, E. D.; DELLATORRE, F. G. 2012. **Geographic differences in the carapace shape of the crab *Cyrtograpsus affinis* (Decapoda: Varunidae) and its taxonomic implications**. Scientia Marina 76(2).

LOBÃO, V.L.; ROJAS, N.E.T.; BARROS, H. P.; LACE, M.; HORIKAWA, M.T. e LULA, L.A.B.M. **Determinação da densidade adequada para larvicultura de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1962) (Crustacea, Decapoda:**

**Palaemonidae**). Boletim do Instituto de Pesca, 14: 45-49. 1987.

LYRA, M.L.; HATADANI, L.M.; DE AZEREDO-ESPIN, A.M.L & L.B. KLACZKO. 2010. **Wing morphometry as a tool for correct identification of primary and secondary New World screwworm fly**. Bulletin of Entomological Research 100: 19-26.

MACIEL, C. R., VALENTI, W. C. 2009. **Biology, Fisheries, and Aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review**. Nauplius, 17(2): 61-79. MAESTRIPIERI

MAGALHÃES, C. **Desenvolvimento Larval Obtido em Laboratório de Palaemonídeos da Região Amazônica**. Amazoniana, 9, 247-274, 1985.

MAGALHÃES, C. 2000. **Abreviated development of *Macrobrachium jelskii* (Miers 1977) Crustacea: Decapoda: Palaemonidae from de Rio Solimoes foodplain, Brasil reares in the laboratory**. Nauplius, Río Grande, 8 (1): 1-14.

MAGALHÃES, C. 1999. **Biodiversidade do Estado de São Paulo**. São Paulo, FAPESP. 279p.

MAGALHÃES, C. e WALKER, I. **Larval development and ecological distribution of Central Amazonian palaemonid shrimps (Decapoda, Caridae)**. Crustaceana. V.55, N. 3, 279-292. 1988.

MAGALHÃES, C. Diversity and abundance of decapods crustaceans in the rio Tahuamanu and rio Manupiri basins. In: CHERNOFF, B. ; WILLINK, P. W. (Eds.). **A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Upper Rio Orthon basin, Pando, Bolivia**. Appendix 5. Washington, D.C.: Conservation International, 1999. p. 35- 38. (Bulletin of Biological Assessment ,15).

MAGALHÃES, C. 1985. **Desenvolvimento larval obtido em laboratório de palemonídeos da região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda)**. Amazoniana, 9 (2): 247-274.

MANTELATTO, F. L. M. & A. FRANZOZO. 1992. **Relação peso/ largura da carapaça no caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) na região de Ubatuba, SP.** Brazilian Archives of Biology and Technology. 35 (4): 719 – 724.

MAYR, E. 1977. **Populações, espécies e evolução.** São Paulo: Nacional e EDUSP. 485

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. **An updated classification of the recent Crustacea.**

Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 2001. 124 p.

MCNAMARA, J.C.; MOREIRA, G.S.; MOREIRA, P.S. **The effect of on respiratory metabolism, survival and moulting in first zoea of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea; Decapoda).** Hydrobiologia, v. 101, p. 239- 242, 1983.

MONTEIRO, L.R. & S.F. dos REIS. 1999. **Princípios de morfometria geométrica.** Holos Editora, Ribeirão Preto. 189 p.

MORAES-RIODADES, P.M.C.; VALENTI, W.C.; PERALTA, A.S.L.; AMORIM, M.D.L. **Carcinicultura de água doce no estado do Pará: situação atual e perspectivas,**p.598-604, in Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 11, Recife, 1999.

MORAES-RIODADES, P. M. C. & W. C. VALENTI. 2004. **Morphotypes in male Amazon River Prawns, *Macrobrachium amazonicum*.** Aquaculture, 236 (1-4): 297-307.

MORAES, D.A. 2003. **A Morfometria Geométrica e a “Revolução na Morfometria”:** localizando mudanças na forma dos organismos. <http://www.bioetim.hpg.ig.com.br/III-3/Artigos/moraes.htm>. Acesso: Janeiro de 2011.

MOREIRA, L. C. & O. ODINETZ-COLLART. 1993. **Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea na Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil.** Amazoniana-Limnologia et Oecologia Regionalis Systemae Fluminis Amazonas, 12 (3-4): 385-398.

MARTIN, J. W.; CRANDALL, A. K. & FOLDER, D. F. 2009. **Decapod crustacean phylogenetics**. Crustacean issues, CRC Press, Preface ix.

MELO, G. A. S. 1985. **Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil**: 215p. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo, Brasil.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1996. 604p.

MELLO, G. A. S. 2003. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo. Edições Loyola, 429p

MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. (2001) **Freshwater prawn farming in Brazilian Amazônia shows potential for economic and social development**. Global Aquaculture Advocate 4, 73-74.

MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. (2004) **Morphotypes in male Amazon River Prawns, *Macrobrachium amazonicum***. Aquaculture 236: 297-307.

MORAES-RIODADES, P. M. C. 2005. **Cultivo do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes densidades: fatores ambientais, biologia populacional e sustentabilidade econômica**. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 117 p.

MURPHY, N.P. & AUSTIN, C. M. (2005) **Phylogenetic relationships of the globally distributed freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae): biogeography, taxonomy and the convergent evolution of abbreviated larval development**. Zool. Scripta 34:187-197.

NEW, M.B; VALENTI, W.C; TIDWELL, J.H; D' ABRAHMO, L.R; KUTTY, M.N. **Freshwater prawns: biology and farming**. Oxford: wiley-blackwell, v.1. 560p. 2000.

NG, P. K. L.; Guinot, D. & Davie, P. J. F, 2008. **Systema brachyurorum: Part I, An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world**. The Raffles Bulletin of Zoology, 17:1-286.

ODINETZ-COLLART, O. & MOREIRA, L.C. **Potencial pesqueiro de Macrobrachium amazonicum na Amazônia Central (Ilha do Careiro): Variação da abundância e do comprimento**. Amazoniana, 12 (3/4): 399-413, 1993.

ODINETZ-COLLART, O. & H. RABELO. 1996. **Variation in egg size of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae)**. Journal of Crustacean Biology, 16 (4): 684-688.

OGAWA, C. Y.; HAMASAKI, K.; DAN, S.; KITADA, S. 2011. **Fishery biology of mud crabs *Scylla spp.* at Iriomote Island, Japan: species composition, catch, growth and size at sexual maturity**. Fisheries Science 77: 915–927.

OLIVEIRA, A.; PINTO, T. K.; SANTOS, D. P. D.; D'INCAO, F. 2006. **Dieta natural do siri-azul (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da lagoa dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil**. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 96(3): 305-313.

PERES-NETO, P.R. 1995. **Introdução a análises morfométricas**. p. 57-89. In: P.R. Peres-Neto; J.L. Valentin & F.A.S. Fernandez (Eds.). Tópicos em tratamentos de dados biológicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 161 p.

PEREIRA, G. 1997. **A cladistic analysis of the freshwater shrimps of the family Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Caridea)**. Acta Biologica Venezuelica, 17 (1): 1-69.

PEREIRA, G. Laboratório de Crustáceos. Instituto de Zoologia Tropical. Universidade Central de Venezuela. Caracas. 2004. Disponível em: <http://strix.ciens.ucv.ve/~instzool/FaunaA.html>.

PINHEIRO, M. A. A. & N. J. HEBLING. 1998. **Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1979)**. In: VALENTI, W. C. (ed). **Carcinicultura de água doce: tecnologia para a produção de camarões**. Jaboticabal: FUNEP. 21-46 p.

RABANAL, H. R. 1982. **The fishery for palaemonid species and the need and potential for their culture**. In: M. B. New (ed.), **Giant prawn farming**. (pp:309–331). Amsterdam, Elsevier. 532p

RODRIGUES E SILVA, Fernando Barreto; SANTOS, José Carlos Pereira dos; SILVA, Ademar Barros da et al [CD ROM] **Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico**. Recife: Embrapa Solos. Petrolina: Semi-Árido, 2000. Disponível em 1 CD.

ROHLF, F. J. **TPSDig, Digitize Landmarks and Outlines, version 2.05**. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, 2005.

ROHLF, F. J. & L. F. MARCUS. 1993. **A revolution in morphometrics**. Trends in Ecology and Evolution. 8 (4): 129 – 132

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: Edusp. n.6, p.17-30. 1992.

RUPPERT, E.E.; Fox, R.S. & Barnes, R.D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. 7<sup>a</sup> Ed. Roca, 1145.

SANGTHONG, P. & JONDEUNG, A. 2006. **Classification of three crab morphs in the genus *Scylla* using morphometric analysis**. Kasetsart Journal (Nat. Sci.) 40: 958 – 970.

SAWAYA, M.P. 1946. **Sobre alguns camarões d'água doce do Brasil**. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Zoologia, 11: 393-407.

SHORT, J. W. 2004. **A revision of Australian river prawns, *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae).** *Hydrobiologia*, 525 (1-3): 1-100.

SILVA, A. C. F.; BRAZÃO, S.; HAWKINS, S. J.; THOMPSON, R. C.; BOAVENTURA, D. M. 2009. **Abundance, population structure and claw morphology of the semi-terrestrial crab *Pachygrapsus marmoratus* on shores of differing wave exposure.** *Marine Biology* 156: 2591–2599.

SILVA, I. C.; ALVES, M. J.; PAULA, J.; HAWKINS, J. 2010. **Population differentiation of the shore crab *Carcinus maenas* (Brachyura: Portunidae) on the southwest English coast based on genetic and morphometric analyses.** *Scientia Marina*, v.74, n.3.

SOUZA, C.G., et al. **Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas.** Belo Horizonte: EMATER, 2002. 124p.

SPIVAK, E. D. & SCHUBART, 2003 C. D. **Species status in question: a morphometric and molecular comparison of *Cyrtograpsus affinis* and *C. altimanus* (Decapoda, Brachyura, Varunidae).** *Journal of Crustacean Biology* 23(1): 212–222

STATZNER, B. & TF HOLM. 1982. **Adaptações morfológicas de invertebrados bentônicos ao fluxo de corrente - uma velha questão estudada por meio de uma nova técnica (Laer Doppler Anenometry).** *Oecologia* 53: 290-292

VALENTI, W.C. 1985. **Cultivo de Camarões de Água Doce.** São Paulo, Nobel, XII+82p. 1987. **Comportamento reprodutivo de camarões de água doce.** *Anais Encontro Anual de Etologia* 5, Jaboticabal: 195-202.

VALENTI, W.C. 1987. **Comportamento reprodutivo de camarões de água doce.** In: *Encontro anual de etologia*, 5. Jaboticabal, SP. Anais. Jaboticabal, 1987. p. 195-202. Palestra proferida.

VALENTI, W.C.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B.; PEZZATO, L.E. **The potential for *M. amazonicum* culture**. In: World Aquaculture 2003 Salvador, Brazil, “Realizing the Potential: Responsible Aquaculture for a Secure Future”, Realizado no Período de 19 a 23 de Maio de 2003, Salvador. Anais... Salvador. p.804. 2003.

VALENTI, W.C. e MORAES-VALENTI, P. **Aquaculture Production Chain**. World Aquaculture, v. 41(4), p. 54-58, 2010.

VIEIRA, I. M. **Bioecologia e pesca do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) no baixo rio Amazonas – AP. 2003**. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, 2003.

TAVARES, M.S. 1993. **Toward the history of pre-Linnean carcinology in Brazil**. In: Truesdale, F. (ed.) History of Carcinology. Rotterdam: A.A. Balkema. p. 7-29

TCM, Estado do Ceará - Tribunal de Contas dos Municípios, Disponível em: <http://www.tcm.ce.gov.br> - Acessado em: (16/12/2003).

VIEIRA, I. M. **Diversidade de crustáceos das ressacas da Lagoa dos Índios, Tacacá e APA do Curiaú**. In: TAKYIAMA, L. R.; SILVA, A. C. (orgs). *Diagnóstico de ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú*. Macapá: GEA/ SETEC/ IEPA, 2004. p. 67-76.

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, 2006a. p. 100-113.

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, 2006b. P. 106-119.

ZANDERS, I.P. & RODRIGUEZ, J. M. (1992) **Effects of temperature and salinity stress on osmoionic regulation in adults and on oxygen-consumption in larvae and adults of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda Palaemonidae)**. *Comp. Biochem. Physiol.* **101A**: 505-509.

ZAR, J.H. (1999) **Bioestatistical analysis**. 4th.ed. New Jersey: Prentice-Hall, pp.660p.

ZELDITCH, M. L., SWIDERSKI, D. L., SHEETS, H.D.; FINK, W. L. 2004. **Geometric morphometrics for biologists: a primer**. New York, NY: Elsevier Academic Press.

ZILLI, F.; MARCHESE, M.; PAGGI, A. 2009. **Life cycle of *Goeldichironomus holoprasinus* Goeldi (Diptera: Chironomidae)** in laboratory. *Neotropical Entomology*, 38(4): 472-476.

WILLIAMSON, D. I. 1973. **Larval development in a marine and a freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae)**. *Crustaceana*, 23 (3): 282-298.