

**Ministério da Educação**  
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Biológicas  
Pós-graduação em Zoologia

**Varição morfológica em *Aegla marginata* bond-buckup, 1994 (Anomura,  
Aeglidae) ao longo de sua distribuição no Estado do Paraná.**

**CAROLINA DE LIMA ADAM**

Orientadora: Professora Dra. Setuko Masunari

Curitiba, 20 de março de 2015

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Família Aeglidae

Persistem controvérsias no que diz respeito à classificação interna da infraordem Anomura MacLeay, 1838, em função da grande plasticidade de formas que este grupo apresenta. Porém, atualmente a classificação mais aceita divide o grupo em sete superfamílias: Lithodoidea Samouelle, 1819; Lomisoidea Bouvier, 1895; Paguroidea Latreille, 1802; Galatheaidea Samouelle, 1819; Hippoidea Latreille, 1825; Aegloidea Dana, 1852; Kiwaoidea Macpherson et al., 2005 (AHYONG et al., 2010; DE GRAVE, 2009; MCLAUGHLIN et al., 2010).

O gênero *Aegla* Leach, 1820, possui cerca de 75 espécies distribuídas no Chile, Argentina, Paraguai, Bolívia e Brasil, sendo o último o país que onde apresenta maior diversidade, e novas espécies vem sendo descritas em estudos recentes (MCLAUGHLIN et al., 2010; SANTOS et al., 2013; SANTOS et al., 2014). É o único representante vivo da família Aeglidae Dana, 1852, formado por habitantes endêmicos de águas continentais do sul da América do Sul, encontrados em profundidades de até 320 metros e em altitudes de até 4.500 metros. Possuem hábitos bentônicos e apresentam papel importante nas relações tróficas, alimentando-se de larvas de insetos e detritos vegetais e servindo de alimento para peixes e rãs (BOND-BUCKUP; BUCKUP 1994; BUENO & BOND-BUCKUP, 2004; PÉREZ-LOZADA et al. 2004).

Aeglidae apresenta também duas espécies fósseis, *Hamuriaegla glaessneri* Feldmann, 1984, e *Protaegla miniscula* Feldmann et al., 1998, ambas do período Cretáceo, identificados na Nova Zelândia e ao sul do México, respectivamente, sendo que a última é considerada o fóssil mais antigo de Aeglidae já registrado (FELDMANN, 1984). A origem do grupo ainda é incerta, porém a hipótese mais aceita atualmente é que são organismos originalmente marinhos, que mais tarde adentraram as águas continentais e se estabeleceram em ambientes de água doce na região sul da América do Sul. Além dos registros fósseis, análises moleculares de estudos mais recentes também corroboram esta hipótese. (FELDMANN, 1984; PEREZ-LOZADA et al. 2004).

Ainda não existe parcimônia a respeito da determinação do local de incursão dos eglídeos em águas continentais, existindo duas hipóteses conflitantes, a de uma

invasão a partir do Atlântico ou da região indo-Pacífica (MORRONE; LOPPRETTO, 1994). A hipótese indo-Pacífica é corroborada por PÉREZ-LOSADA et al. (2004) em um estudo que revisou as transgressões marinhas e os padrões de drenagem, juntamente com análises moleculares das diversas espécies de eglídeos.

Um evento determinante na alteração da geografia local foi o soerguimento da Cordilheira dos Andes, que admitiu a entrada de transgressões marinhas vindas do Oceano Atlântico e do Oceano Pacífico. A hipótese é que as populações de eglídeos adentraram o continente juntamente com a segunda transgressão do pacífico, há cerca de 60 milhões de anos. Esta transgressão se fusionou com rios advindos das Sierras Pampeanas e dos Andes, que posteriormente se separaram dos rios do norte pertencentes ao Rio Paraná. A distribuição atual destes anomuros dulcícolas foi influenciada pela remodelação da paleodrenagem da região, causada pela elevação das cordilheiras e conseqüente alteração na drenagem dos rios, juntamente com o posterior soerguimento da Serra do Mar e o surgimento do Mar do Paraná. (GAYET et al., 1993; POTTER, 1997; LUNDBERG, J.G. et al, 1998; PÉREZ-LOSADA et al., 2004).

A transgressão do Mar do Paraná ocorreu há aproximadamente 12 milhões de anos, e durante um período de cerca de 2 milhões de anos praticamente toda a região sul da América do Sul ficou submersa. Após a regressão das águas para oceano Atlântico, acredita-se que um processo de especiação possa ter ocorrido no grupo. Este processo foi fortemente influenciado pela elevação da cadeia montanhosa que forma a Serra do Mar, que criou uma barreira geográfica para as espécies, forçando que populações buscassem refúgios nos cursos d'água remanescentes. (PÉREZ-LOSADA et al. 2004).

A espécie *Aegla marginata* tem uma ampla distribuição, sendo encontrada nas regiões nordeste de Santa Catarina, leste do Paraná e sul de São Paulo. Vivem em ambientes lóticos, comumente embaixo de pedras ou serapilheira, podendo ocorrer também em ambientes cavernícolas (BOND-BUCKUP et al. 2003). Utilizando análises moleculares, Pérez-Losada et al, 2004 verificaram que este grupo consiste de populações não-monofiléticas, o que sugere a possibilidade de ser formado de espécies crípticas. A ocorrência de espécies crípticas pode afetar a estimativa da diversidade de um táxon, pois a classificação errônea exclui uma ou mais espécies (BICKFORD et al. 2006). Este problema se torna especialmente acentuado no caso de espécies dulcícolas, como os eglídeos, pois as informações acerca destes

organismos ainda são bastante limitadas, devido ao número de estudos ser muito baixo em comparação com organismos marinhos. Isso torna evidente a importância de novos estudos investigando a existência de variações intrapopulacionais.

## 1.2 Morfometria Geométrica

Há algumas décadas as análises estatísticas multivariadas aplicadas em variáveis morfológicas eram empregadas por biólogos para descrever padrões de variação na forma de indivíduos de um grupo (RUFINO et al, 2006). Essa ferramenta é conhecida como Morfometria Tradicional, e se utiliza principalmente de medidas lineares, mas também de raios e ângulos, para investigar mudanças na forma do objeto que influenciam em seu tamanho. Mas existem algumas restrições do método, sendo o principal deles a dificuldade de gerar representações gráficas da forma do indivíduo a partir apenas de medidas lineares, que são insuficientes e acarretam perda de informações importantes, pois são necessários diversos traços geométricos para descrever e caracterizar a forma de um organismo. (ADAMS et al., 2004; KLINGENBERG; MONTEIRO, 2005).

Outra restrição do método tradicional é que as medidas lineares são normalmente dependentes uma da outra, já que muitas delas passam por um mesmo ponto e acabam se sobrepondo, potencializando possíveis erros de medição. (ZELDITCH et al. 2004). Além disto, existem muitas características complexas que requerem estudos mais aprofundados e podem depender da avaliação de caracteres homólogos do organismo, que não são contemplados nas medidas lineares. (ZELDITCH et al. 2004; KLINGENBERG, 2010).

Partindo dos problemas com a morfometria tradicional e da necessidade de um método mais eficaz para a análise das variações na forma, desenvolveu-se a Morfometria Geométrica, que progrediu muito a partir dos anos 90. (ADAMS et al., 2004). Esta técnica consiste na associação prática da geometria com a biologia, empregando duas fontes singulares de informação de cada área – a *localização* da geometria e a *homologia* da biologia. (BOOKSTEIN, 1982). Um dos métodos mais marcantes desta prática é o dos marcos ou pontos referenciais – *landmarks*; que utiliza uma gama de coordenadas em pontos anatômicos do indivíduo para gerar representações gráficas do formato. (ADAMS et al., 2004). A demarcação destes pontos é feita em justaposições de tecidos, como suturas ósseas; pontos máximos

da curvatura, importantes na observação do deslocamento de pontos de inserção muscular; e pontos extremos, estes considerados pseudo-marcos, sendo eficientes em estudos do contorno das estruturas, porém não apresentando relação de homologia, o que pode prejudicar as análises. (MONTEIRO, 1999).

Como o objetivo é examinar apenas a forma do animal é necessário remover toda informação referente à posição, orientação e escala, aplicando-se métodos de sobreposição, que tornam possível a determinação do centróide (centro de massa) da imagem, regulando as configurações para que todas as figuras fiquem ajustadas em um mesmo ponto de origem, com as mesmas proporções. (UTRECHT, 2004).

Utilizando o método morfométrico é possível examinar a forma e a variação da forma, resguardando a integridade física bi e tridimensional do corpo, incluindo as informações que se referem às relações geométricas do objeto de estudo, e não apenas às medidas lineares e angulares, o que torna possível redesenhar a forma da estrutura a partir de sua representação gráfica. (RICHTSMEIER et al. 2002). Conseqüentemente, a morfometria geométrica se tornou uma importante ferramenta para os biólogos, pois faz uso da precisão dos cálculos matemáticos e ao mesmo tempo permite a visualização detalhada de estruturas e formas bastante complexas. (ZELDITCH et al. 2004).

Ao relacionarmos as ferramentas morfométricas ao dimorfismo sexual dentro do reino animal pode-se demonstrar a influência da alometria nestas mudanças. À medida que os organismos se desenvolvem e aumentam de tamanho a forma do seu corpo tende a variar concomitantemente, e em alguns casos um dos sexos cresce em maior proporção do que o outro. (GOULD, 1966; KLINGENBERG, 2010). Como apontado anteriormente, para que se possa analisar apenas a forma do indivíduo usando a morfometria geométrica é necessário remover o efeito do tamanho das configurações, porém a ferramenta consegue analisar a influência do tamanho nas variações de forma empregando uma regressão multivariada do tamanho sobre a forma nos resíduos das análises. (KLINGENBERG, 2010; MONTEIRO, 1999).

### 1.3 Morfometria Geométrica em Crustáceos

A morfometria geométrica já foi aplicada satisfatoriamente em estudos de variações morfológicas em diversas taxa, como os insetos, peixes e mamíferos

(AYTEKIN et al. 2007; CLABAUT, 2007; CORDEIRO-ESTRELA et al. 2006), além de crustáceos (ROSENBERG, 1997; RUFINO et al. 2004), dentre eles os eglídeos. (GIRI; COLLINS, 2004; COLLINS et al. 2008; GIRI; LOY, 2008; BARRÍA et al. 2011; FERNANDES; BICHUETTE, 2012; HEPP et al. 2012; TREVISAN et al. 2012). Este grupo é especialmente atrativo para este tipo de estudo, pois é possível determinar pontos anatômicos bastante definidos na superfície dorsal do cefalotórax rígido, mostrando diferenças sutis que a morfometria tradicional não seria capaz de determinar. (MARTIN; ABELE, 1988; RUFINO et al. 2006).

## **2 OBJETIVO GERAL**

Verificar a existência de variação morfológica em *Aegla marginata* ao longo de sua distribuição Estado do Paraná.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Verificar a existência de variação morfológica na carapaça e nos quelípodos de diferentes populações de *A. marginata* ocorrentes ao longo de sua distribuição no Estado do Paraná, com a utilização de técnicas de morfometria geométrica.
- Obter dados referentes à estrutura, composição etária e densidade de uma população de *A. marginata* no Rio Taquaral, situado no Parque Estadual Pico do Marumbi, Estado do Paraná.
- Conhecer o período reprodutivo e de recrutamento e inferir a longevidade da espécie através do método de Von Bertalanffy.

## **3 HIPÓTESE**

Populações de *A. marginata* apresentam variações na forma e no tamanho de suas carapaças e quelípodos por estarem submetidas à diferentes pressões seletivas ao longo de sua distribuição.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### 4.1 Morfometria Geométrica

As imagens dorsais da carapaça e dos própodos dos quelípodos esquerdo e direito dos espécimes serão feitas com uma máquina fotográfica digital Sony Cybershot com resolução de 14 megapixels, colocada em um suporte que a mantém em posição fixa com distância focal de 15 cm dos indivíduos. Serão estabelecidos 17 marcos anatômicos bidimensionais na carapaça e 10 marcos em cada quelípodo.

Cada indivíduo será marcado três vezes em dias diferentes pelo mesmo pesquisador, utilizando o programa TpsDig2 versão 2.17 (ROHLF, 2010). As configurações dos marcos anatômicos serão sobrepostas utilizando uma Análise Generalizada de Procrustes (GPA). Esta ferramenta possibilita a remoção dos efeitos de posição, sentido e tamanho das configurações dos marcos anatômicos, restando apenas os dados referentes à forma. Desta maneira é possível analisar as diferenças morfológicas entre cada indivíduo. (ADAMS et al. 2004; POLLY, 2012; KLINGENBERG, 2010; MONTEIRO; REIS, 1999).

#### 4.2 Biologia Populacional

Serão feitas coletas mensais de uma população de *A. marginata* no período de abril de 2015 a abril de 2016 em um rio pertencente à Bacia Litorânea do Estado do Paraná: Rio Taquaral, situado dentro do Parque Estadual do Pico do Marumbi, na cidade de Morretes, PR.

As coletas serão realizadas com auxílio de armadilhas tipo covão, com isca de fígado bovino. Estas permanecerão no rio por um período de 12 horas (do final da tarde até a manhã do dia seguinte). As coletas serão complementadas com mostrador *súber*, com esforço amostral de 20 minutos/coleta.

O sexo dos indivíduos coletados será determinado pela presença de pleópodos nas fêmeas e ausência nos machos e posição dos poros genitais (na coxa do 3º par de pereiópodos das fêmeas e 5º par nos machos). O Comprimento da Carapaça (CC) será mensurado com auxílio de paquímetro digital e serão considerados juvenis os indivíduos com CC menor do que as estimativas de tamanho médio da maturidade sexual morfológica da população. Objetivando o menor grau de interferência possível, após a obtenção dos dados os indivíduos serão devolvidos ao rio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, D.C. et al. Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution', **Italian Journal of zoology**, v. 71, n. 1, p. 5 – 16, 2004.
- AHYONG, S.T. et al. A new classification of the Galattheoidea (Crustacea: Decapoda: Anomura). **Zootaxa**, v. 2676, p. 57-68, nov. 2010.
- BICKFORD, D. et al. Cryptic species as a window on diversity and conservation. Trends in Ecology and Evolution, **Science Direct**, v. 22, n. 3, nov. 2006.
- BOND-BUCKUP, G. et al. in MELO, G.A.S. Manual de identificação dos crustacea decapoda de água doce do Brasil. Centro Universitário São Camilo: Museu de Zoologia, **Edições Loyola**, p. 72-73, 2003.
- BUENO, A.A.P & BOND-BUCKUP, G. Natural diet of *Aegla platensis* Schmitt and *Aegla ligulata* Bond-Buckup & Buckup (Crustacea, Decapoda, Aeglidae) from Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 2, p. 115 – 127, 2004.
- DE GRAVE, S. et al. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **Raffles Bulletin of Zoology**, n. 21, p. 1-109, set. 2009.
- FELDMANN, R.M. *Haumuriaegla glaessneri* n. gen. and sp. (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from Haumurian (Late Cretaceous) rocks near Cheviot, New Zealand. **New Zealand Journal of Geology and Geophysics**, v. 27, p. 379-385, 1984.
- KLINGENBERG, C.P. Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. **Nature Reviews Genetics**, v. 11, n. 9, p. 623-635, 2010.
- MCLAUGHLIN, P.A. et al. Checklists of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the kiwaoidea and families chirostylidae and galatheididae of the galattheoidea) and marine lobsters of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, n. 23, out. 2010.
- MONTEIRO, L.R. Princípios de morfometria geométrica. Ribeirão Preto : **Holos**, 1999. 198 p.
- PÉREZ-LOSADA, M. et al. Molecular systematics and biogeography of the Southern american freshwater "crabs" *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches. **Systematic Biology**, v. 53, n.5, p. 767-780, 2004.
- POLLY, P.D. Procrustes, PCA, and 3D coordinates. **Departament of Geological Sciences**, Indiana University, 2012.

ROHLF, F.J. TpdDig2 version 2. Copyright, **Ecology and Evolution**, SUNNY at Stony Brook, 2004.

SANTOS, S. et al. New species and records of the genus *Aegla* Leach, 1829 (Crustacea, Anomura, Aeglidae) from the West-Central region of Rio Grande do Sul, Brazil. **Nauplius**, v. 21, n. 2, p. 211-223, 2013.

SANTOS, S. et al. The Aeglidae of Uruguay (Decapoda: Anomura), with the description of a new species of *Aegla*. **Advances in freshwater decapod systematics and biology**, p. 195-205, 2014.

TREVISAN, A. et al. Sexual dimorphism in *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura). **Nauplius**, v. 20, n. 1, p. 75 – 86, 2012.