

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E PARÂMETROS POPULACIONAIS DE**  
***Phrynops geoffroanus* (Reptilia, Testudines, Chelidae) EM UMA LAGOA**  
**URBANA NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

**KARINE GERALDA VENTURINI DE OLIVEIRA**

**VILA VELHA**  
**ABRIL/2015**

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E PARÂMETROS POPULACIONAIS DE**  
***Phrynops geoffroanus* (Reptilia, Testudines, Chelidae) EM UMA LAGOA**  
**URBANA NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

**KARINE GERALDA VENTURINI DE OLIVEIRA**

**VILA VELHA**  
**ABRIL/2015**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

O48c Oliveira, Karine Geralda.

Caracterização morfométrica e parâmetros populacionais de *Phrynops geoffroanus* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em uma lagoa urbana no norte do Espírito Santo / Karine Geralda Oliveira. – 2015.

54 f.: il.

Orientador: Rute Beatriz Garcia Clemente Carvalho.

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas)  
Universidade Vila Velha, 2015.

Inclui bibliografias.

1. Tartaruga. 2. Tartaruga-População-ES. 3. Biologia.  
I. Carvalho, Rute Beatriz Garcia Clemente. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 597.924

**KARINE GERALDA VENTURINI DE OLIVEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E PARÂMETROS  
POPULACIONAIS E DE *Phrynops geoffroanus* (Reptilia, Testudines,  
Chelidae) EM UMA LAGOA URBANA NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Vila Velha, como pré-  
requisito do Programa de Pós-  
Graduação em Ecologia de  
Ecossistemas, para a obtenção do  
grau de Mestre em Ecologia.

Aprovada em 16 de abril, de 2015

Banca Examinadora:



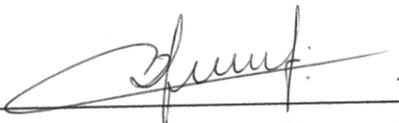
---

Prof. Dr. Paulo Dias Ferreira Júnior - UFES



---

Profa. Dra. Ana Carolina Srebek de Araújo – UVV



---

Profa. Dra. Rute Beatriz Garcia Clemente Carvalho – UVV

Orientadora

A minha amada companheira Juliana, por todo amor, dedicação, compreensão, apoio e carinho.  
Aos meus pais, por sustentarem os meus sonhos  
como se fossem os deles  
A Deus.

“Unir-se é um bom começo.  
Manter a união é um progresso.  
Trabalhar em conjunto é a vitória.”

*Henry Ford*

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dra. Rute Beatriz Garcia Clemente-Carvalho, por todo o apoio e tempo dispensados a este trabalho. Pelos novos horizontes que me abriu e pela amizade criada.

Ao querido professor Dr. Paulo Dias Ferreira Júnior, por ter sido o primeiro louco a acreditar nesse trabalho, mesmo quando não havia cágados em lugar algum, principalmente nas armadilhas!

À equipe de professores do mestrado em Ecologia de Ecossistemas por todo conhecimento dispensado.

Aos colegas de turma.

Aos amigos Márcio, Hilton, Alexandra, Lillian, Vinicius, Cinthia por toda a ajuda oferecida. Obrigada!

À UVV, pelas oportunidades oferecidas.

A CAPES, pela bolsa de estudos ofertada.

À minha amada mãe, Marilene, por todo apoio nas idas ao campo e todo o apoio financeiro, sempre ajudando e acreditando.

Ao meu amado pai, Itamar, por todas as idéias e invenções mirabolantes que tanto me ajudaram nas idas ao campo. Por todas as vezes que me cobriu no trabalho, com tanta paciência. Obrigada.

À amada Juliana, por todo o companheirismo, paciência e entrega. Pela incrível ajuda nos campos. O que seria dos cágados se você não estivesse por perto para dizer: tadinho desse, tão magrinho, solta ele!!!! RSRRS. E claro, por entender a minha ausência em vários momentos. Obrigada.

Aos meus irmãos, Pollyanne e Lázaro, por toda a ajuda e incentivo.

A Muna, por toda a ajuda.

Ao tio Tião, por ter achado os cágados para mim e tornado esse trabalho possível.

Ao Sérgio, pescador que foi meus braços e pernas.

A todos que de alguma maneira participaram desse projeto e desses dois anos do mestrado.

## SUMARIO

RESUMO GERAL .....	9
ABSTRACT .....	10
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	11
REFERÊNCIAS I.....	16
2. CAPÍTULOS .....	19
<b>2.1. Capítulo 1 - Caracterização da forma da carapaça e plastrão de <i>Phrynops geoffroanus</i> em uma lagoa urbana no norte do Espírito Santo</b>	
<i>Resumo</i> .....	19
<i>Abstract</i> .....	20
<i>Introdução</i> .....	21
<i>Material e Métodos</i> .....	24
<i>Resultados</i> .....	29
<i>Discussão</i> .....	32
<i>Conclusões</i> .....	34
<i>Referências II</i> .....	35
<b>2.2. Capítulo 2 - Parâmetros populacionais de <i>Phrynops geoffroanus</i> em uma lagoa urbana no norte do Espírito Santo</b>	
<i>Resumo</i> .....	38
<i>Abstract</i> .....	39
<i>Introdução</i> .....	40
<i>Material e Métodos</i> .....	42
<i>Resultados</i> .....	47
<i>Discussão</i> .....	51
<i>Conclusões</i> .....	55
<i>Referências III</i> .....	56

## RESUMO GERAL

OLIVEIRA, KARINE GERALDA VENTURINI DE, M. Sc, Universidade Vila Velha – ES, Abril de 2015. **Caracterização morfométrica e parâmetros populacionais de *Phrynops geoffroanus* (Reptilia, Testudines, Chelidae) em uma lagoa urbana no Norte do Espírito Santo, Brasil.**

Orientadora: Rute Beatriz Garcia Clemente-Carvalho

A Família Chelidae é a mais diversa em termos de número de espécies e compreende os quelônios de água doce Sul Americanos. Apesar do grande número de espécies de quelônios dessa família, pouco se sabe sobre a história natural das espécies, o que dificulta abordagens mais complexas sobre os vários aspectos ecológicos. O objetivo do presente estudo foi avaliar aspectos biológicos básicos e ecológicos de uma população da espécie *P. geoffroanus* em uma lagoa urbana no Estado do Espírito Santo, Brasil. A dissertação apresenta-se dividida em dois capítulos. No capítulo 1 foi realizada a caracterização da forma da carapaça e plastrão de machos e fêmeas da população de *P. geoffroanus* utilizando técnicas de morfometria geométrica. No capítulo 2 foram avaliados parâmetros populacionais da população, incluindo aspectos como tamanho dos indivíduos, distribuição etária, razão sexual e outros aspectos biométricos. Os resultados da dissertação contribuirão num futuro próximo para a realização de estudos taxonômicos mais detalhados, e ainda nas propostas de estratégias de conservação da espécie.

**Palavras-chave:** dimorfismo sexual, forma, morfometria geométrica, tamanho

## ABSTRACT

OLIVEIRA, KARINE GERALDA VENTURINI DE, M.Sc, University of Vila Velha – ES, April 2015. **Morphometric characterization and population parameters of *Phrynops geoffroanus* (Reptilia, Testudines, Chelidae) in an urban lake of the North Espírito Santo, Brazil.**

Supervisor: Rute Beatriz Garcia Clemente Carvalho

The Chelidae Family is the most diverse in terms of number of species, and comprehend the fresh-water turtles from South America. In despite of the number of species, poor is known about their natural history, dificulting the development of new tools to study their ecology. The aims of this master thesis was evaluate the biologic and ecologic aspects of the *P. geoffroanus* with distribution in an urban lake in Espírito Santo State, Brazil. The master thesis is presented in two chapters. In the first chapter the population of *P. geoffroanus* had the carapace and plastron analised to evidenciate the sexual size dimorphism and sexual shape dimorphism, applying geometric morphometrics tools. In the chapter 2 was evaluated the population characteristics such as size, age and sexual ratio. The results found here will contribute for taxonomic studies in the future, and for mitigating conservation strategies.

**Keywords:** geometric morphometrics, sexual dimorphism, shape, size

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A Ordem Testudines é considerada uma das mais antigas linhagens de vertebrados, com os registros mais antigos datados do Triássico (Ernest & Barbour, 1989; Pritchard, 1979). Atualmente, essa Ordem engloba todos os quelônios, tanto os terrestres (jabutis) quanto os de água doce (cágados e tartarugas) e salgada (tartarugas marinhas). Uma característica importante e marcante que torna esse grupo inconfundível é a presença de um casco formado por uma carapaça na parte dorsal do corpo, e um plastrão na parte ventral do corpo. Apesar desse casco ter limitado a diversidade e restringido os tipos de ambientes possíveis que esses animais poderiam ocupar, ele é um dos responsáveis pelo sucesso do grupo, pois, conferiu aos animais uma proteção extra em situações de risco (Pough *et al.*, 2003). Os quelônios atuais estão divididos em dois grandes grupos: Cryptodira e Pleurodira, que podem ser diferenciados pela forma como retraem seus pescoços. Os quelônios do grupo Pleurodira movem o pescoço para o lado horizontalmente, enquanto que os Cryptodira retraem o pescoço no plano vertical (Pough *et al.*, 2001).

Atualmente são conhecidas cerca de 330 espécies de quelônios divididas em 14 famílias (Bour, 2008). No Brasil ocorrem 36 espécies distribuídas em 8 famílias (Bonin *et al.*, 2006). Ao contrário do que acontece na maior parte do mundo, a fauna brasileira de quelônios é composta principalmente de Pleurodira. Entre os Pleurodira, a família Chelidae é considerada a mais diversa, das 36 espécies que ocorrem no Brasil 20 pertencem a ela.

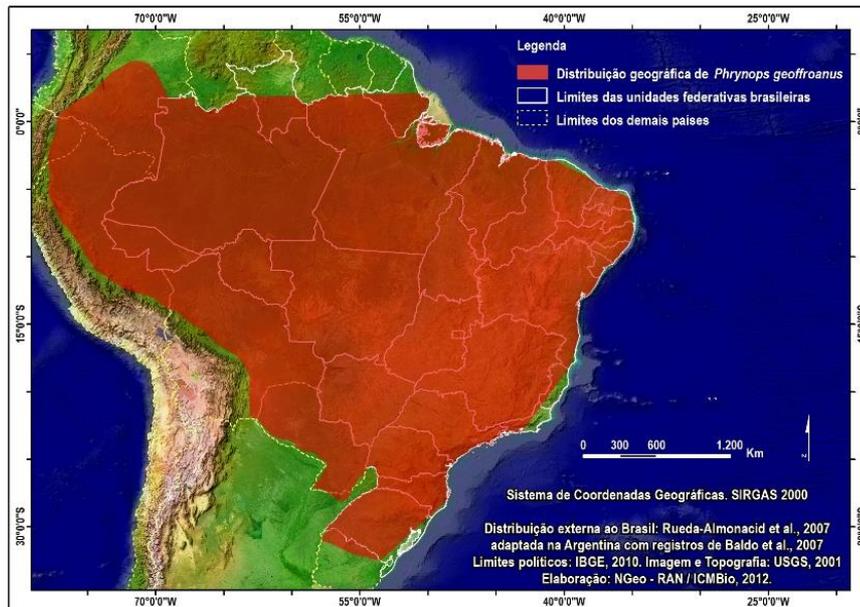
Apesar do grande número de espécies de quelônios que ocorrem no Brasil, pouco se sabe sobre a história natural das espécies. A falta de conhecimento dificulta abordagens mais complexas sobre os vários aspectos ecológicos, sendo o conhecimento básico essencial para o desenvolvimento de planos de conservação e manejo (Souza, 2004).

As populações de quelônios têm sofrido declínios em níveis alarmantes em todo o mundo e a destruição de habitats naturais, a introdução de espécies exóticas e a superexploração tem dizimado populações inteiras. As organizações conservacionistas recomendam

urgência na implementação de soluções para a crise global de sobrevivência dos quelônios que constitui um dos táxons de vertebrados mais ameaçados de extinção (Klemens, 1995). Além disso, por apresentarem taxa de crescimento lenta, alta taxa de mortalidade juvenil, maturidade sexual tardia e pequeno sucesso reprodutivo, as taxas de substituição de indivíduos são baixas, aumentando o risco de extinção quando há redução no recrutamento dos quelônios (Pough *et al.*, 2001).

O presente estudo teve como foco uma espécie da família Chelidae: *Phrynops geoffroanus*, conhecida popularmente como cágado-de-barbichas. *Phrynops geoffroanus* é uma espécie que faz parte do controverso “Complexo *geoffroanus*”, que se trata de um complexo de espécies com taxonomia ainda não completamente esclarecida. Muitos autores consideram este táxon como uma super espécie que apresenta possibilidades de ser dividida em várias espécies crípticas e mesmo em espécies novas, como a descoberta por Friol (2014), na Bacia do Rio Paraná; outros autores, sustentam que esta é uma espécie politípica com várias subespécies diferentes (Rueda-Almonacid *et al* 2007).

*Phrynops geoffroanus* possui ampla distribuição geográfica na região neotropical, ocorrendo na América do Sul, desde a Amazônia Colombiana ao sul do Brasil, até o norte da Argentina e Uruguai (Lema & Ferreira, 1990) (Fig.1). O habitat desses quelônios é primariamente em lagoas, açudes, riachos e rios (Medem, 1960; Pritchard & Trebbau 1984; Ernst & Babour, 1989).



**Figura 1-** Distribuição do *Phrynops geoffroanus* na América do Sul. Fonte: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7418-repteis-phrynops-geoffroanus-cagado-de-barbicha.html>

A forma da carapaça de *Phrynops geoffroanus* é achatada no plano dorso-ventral e larga, apresentando coloração marrom escura ou cinza esverdeada. O plastrão é geralmente plano, possuindo coloração vermelha rosada com manchas pretas irregulares. A cabeça é larga e lisa com coloração preta e linhas brancas e irregulares. A parte inferior da cabeça é branca com linhas e pontos pretos. A característica mais marcante dessa espécie é uma linha preta e larga que se estende longitudinalmente pelo olho. Na cabeça há um par de barbelas alongadas de coloração branca com a base de cor preta, característica responsável pela denominação popular da espécie como cágados de barbicha ou cágados de barbelas (Pritchard & Trebbaud, 1984; Ernest & Barbour, 1989) (Fig. 2).

Os juvenis de *P. geoffroanus* são facilmente reconhecidos em virtude da presença de um padrão de coloração característico com manchas pretas e alaranjadas escuro no plastrão e na região da ponte. Essas manchas tornam-se menos intensas à medida em que o indivíduo vai se tornando adulto.



**Figura 2** – *Phrynops geoffroanus*. Em detalhe coloração do casco e presença de barbelas na parte inferior da cabeça.

Os indivíduos de *P. geoffroanus* apresentam dimorfismo sexual em algumas partes corporais. Os machos adultos têm cauda comprida e plastrão levemente côncavo. As fêmeas adultas apresentam cauda curta e plastrão plano (Molina, 1998). É um animal com dieta predominantemente carnívora que se alimenta de peixes, insetos aquáticos e outros invertebrados (Souza, 2004).

Em ambiente natural, os adultos são comumente observados durante as horas de sol repousando às margens de corpos d'água e sobre troncos e rochas emersos em rios, remansos e lagoas. Frequentemente caem em redes de pescadores e abocanham iscas em anzóis. Podem ser vistos em grupos de 15-20 indivíduos repousando juntos. Geralmente entram na água quando observados a pouca distância, são ariscos e desconfiados. O hábito é predominantemente diurno, sendo que no período noturno os indivíduos dormem abaixo da superfície da água apoiados em troncos submersos e galhos (Ernest & Barbour, 1989).

Apesar da ampla distribuição geográfica de *P. geoffroanus* e por ser uma espécie comumente encontrada em vários rios brasileiros e até em

áreas urbanas poluídas, seria possível pressupor que já existisse amplo conhecimento sobre a espécie em ambientes naturais. Entretanto, ainda pouco se conhece sobre a sua história natural (Lisboa *et al.*, 2004) sendo a maioria das informações disponíveis a respeito da biologia e da ecologia desse cágado obtidas por estudos de animais cativos (Molina, 1992a, b, 1996a, b, 1998; Guix *et al.*, 1989; Lisboa *et al.*, 2004).

No Estado do Espírito Santo as informações sobre essa espécie de quelônio em ambiente natural ainda são muito incipientes, não havendo relatos confiáveis sobre diversos aspectos biológicos da espécie.

Dessa forma, justifica-se obter informações sobre alguns aspectos biológicos do cágado *P. geoffroanus*. O objetivo do presente estudo foi avaliar aspectos biológicos básicos e ecológicos de uma população da espécie *P. geoffroanus* em uma lagoa urbana no Estado do Espírito Santo, Brasil. A dissertação foi dividida em dois capítulos. No capítulo 1 foi realizada a caracterização da forma da carapaça e plastrão de machos e fêmeas da população de *P. geoffroanus* utilizando técnicas de morfometria geométrica. No capítulo 2 foram avaliados parâmetros populacionais da população, incluindo aspectos como tamanho dos indivíduos, distribuição etária, razão sexual e outros aspectos biométricos.

Com isso, espera-se ampliar o conhecimento básico de características ecológicas e biológicas da espécie *Phrynops geoffroanus*, que podem contribuir num futuro próximo para a realização de estudos taxonômicos mais detalhados, e ainda nas propostas de estratégias de conservação da espécie.

## REFERÊNCIAS I

BONIN, F.; DEVAUX, B.; DUPRÉ, A. 2006. Turtles of the World. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 416p.

BOUR, R., 2008. Neotype of *Emys castanea* Schweigger, 1812 (Pelomedusidae). *Emys* 15 (4): 36-40.

ERNEST, C.H.; BARBOUR, R.W. 1989. Turtles of the World. Washington: Smithsonian Institution Press,. 313p.

GUIX, J.C.; M. SALVATTI; M.A. PERONI & J.S. LIMA-VERDE 1989. Aspectos da reprodução de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Testudines, Chelidae). Grupo Estudos Ecológicos Série Documentos, 1 (1): 1-19.

KLEMENS, M.W. 1995. Reptiles as a food resource. *Biodiversity and Conservation*. London, 4 (3): 281-298.

LEMA, T.; FERREIRA, M.T.S. 1990. Contribuição ao conhecimento dos Testudines do Rio Grande do Sul (Brasil): lista sistemática comentada (Reptilia). *Acta Biologica Leopoldensia*, 12 (1): 125-164.

LISBOA, C.S.; CHINEN, S.; MOLINA, F.B. 2004. Influência da temperatura no período de incubação dos ovos de *Phrynops geoffroanus* (Testudines, Chelidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 71 (1): 392-393.

MEDEM, F. 1960. Informe sobre reptiles colombianos. Observaciones sobre la distribución geografica y ecologia de la tortoga *Phrynops geoffroanus* Colombia. *Novedades Colombianas/Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca*, 1 (1): 291-300.

MOLINA, F.B. 1992a. O comportamento reprodutivo de quelônios. *Biotemas*, 5 (2): 61-70.

MOLINA, F.B. 1992b. Observações sobre o comportamento agonístico de cágados *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) (Reptilia, Testudines, Chelidae) em cativeiro. *Biotemas*, 5 (1): 79-84.

MOLINA, F.B. 1996a. Mating behavior of captive Geoffroy's side-necked turtles, *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae). *Herpetological Natural History*, 4 (2): 155-160.

MOLINA, F.B., 1998. Comportamento e biologia reprodutiva dos cágados *Phrynops geoffroanus*, *Acanthochelys radiolata* e *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae), em cativeiro. *Revista de Etologia*, (nº especial): 25-40.

POUGH, F.H. ANDREWS, R.M., CADLE, J.E., CRUMP, M.L., SAVITZKY, A.H. WELLS, K.D. 2001. *Herpetology*. Printice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 612p.

POUGH, F.H., JANIS, C.M. & HERSER J.B. 2003. *A vida dos Vertebrados*. Atheneu Editora São Paulo LTDA, São Paulo, 699p.

PRITCHARD, P.C.H. *Encyclopedia of Turtles*. United States: T.F.H. Publications, Inc. Ltd, 1979.

PRITCHARD, P.C.H.; TREBBAU, P. 1984. *The turtles of Venezuela*. Oxford: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403P.

RUEDA-ALMONACID, J.V., CARR, J.L., MITTERMEIER, R.A., RODRÍGUEZMAHECHA, J.V., MAS, R.B., VOGT, R.C., RHODIN, A.G.J., OSSA-VELÁSQUEZ, RUEDA, J.N., MITTERMEIER, C.G. 2007. *Las Tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico*. Conservación International, Serie Guías Tropicales de Campo, 533p.

SOUZA, F.L. 2004. Uma revisão sobre os padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa*, 3 (1): 15-27.

## 2. CAPÍTULOS

### 2.1. CAPÍTULO I

#### **DIMORFISMO SEXUAL DA CARAPAÇA E PLASTRÃO DE *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae) EM UMA LAGOA URBANA NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

**Karine Geralda Venturini de Oliveira<sup>1</sup> & Rute Clemente-Carvalho<sup>1,2</sup>**

**1** – Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, Universidade Vila Velha, Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, 29102-770, Vila Velha, ES, Brasil.

**2** – Laboratório de Ecologia de Anfíbios e Répteis (LEAR) - Universidade Vila Velha.

As normas utilizadas no texto são referentes a Revista Brasileira de Zoologia.

### **RESUMO**

O dimorfismo sexual da forma e do tamanho pode surgir a partir de diferenças ecológicas entre os sexos a partir da seleção natural e sexual. Os caracteres de dimorfismo sexual podem aparecer em diferentes escalas e níveis de organização dos organismos sendo mais evidentes em algumas estruturas. *Phrynops geoffroanus* é uma espécie de quelônio de água doce pertencente à família Chelidae com ampla distribuição na América do Sul. Apesar de abundantes em algumas regiões, pouco se sabe sobre a variação da forma e do tamanho da carapaça e plastrão entre machos e fêmeas. Até o momento, o dimorfismo sexual foi identificado apenas em algumas estruturas corporais como o comprimento da cauda, posição da cloaca e concavidade do plastrão, não sendo comprovado estatisticamente o dimorfismo sexual da forma da carapaça e plastrão. A morfometria geométrica constitui um conjunto de ferramentas precisas em detectar variações morfológicas mesmo em pequenas escalas. Neste trabalho é predito que se existe variação da forma, mesmo em pequena escala, esta deverá ser identificada através das técnicas de morfometria geométrica. Foram amostrados um total de 30 machos e 25 fêmeas de *P. geoffroanus* da Lagoa do Aviso, Linhares, Espírito Santo, Brasil. A análise das deformações relativas revelaram que existe variação significativa de forma para o plastrão. A diferença de forma da carapaça não foi significativa, entretanto, os extremos da distribuição das amostras indicam diferença de forma entre os sexos. Essa ausência de dimorfismo para a carapaça, e sobreposição das amostras nos eixos das deformações relativas pode ser efeito da presença de indivíduos sexualmente imaturos e que ainda não apresentam a forma diferenciada para a estrutura analisada. O dimorfismo sexual de tamanho foi identificado entre machos quanto fêmeas. Concluímos por meio do presente estudo que a forma da carapaça e plastrão de machos e fêmeas da espécie *P. geoffroanus* apresentam sutis diferenças, certamente relacionadas a aspectos ecológicos e reprodutivos da espécie.

**Palavras-chave:** Carapaça, Dimorfismo Sexual, Forma, Plastrão.

## ABSTRACT

Sexual shape dimorphism and sexual size dimorphism may emerge from ecological differences between males and females, from natural or sexual selection. The dimorphic characters can appear in different levels and scales of organism organization being more evident in some structures than others. *Phrynops Geoffroyanus* is a fresh water turtle of the Family Chelidae, with large distribution in South America. Despite their abundance in different localities, poor is known about sexual size and sexual shape dimorphisms. Until now, sexual dimorphism was identified only for some corporal structures such as tail length, cloaca position, and plastron concavity, however the sexual dimorphism was not statistically significant. The geometric morphometric tools raised as a powerful tool to detect morphological variations even in small scales. In this master thesis is predicted that if exist morphological variation in carapace and plastron between males and females, it can be detected applying geometric morphometric techniques. For this study, 30 males and 25 females of *P. Geoffroyanus* were sampled from Lagoa do Aviso, Linhares, Espírito Santo, Brazil. The relative warps analysis revealed that there is significant variation in plastron between males and females. The variation of the carapace was not significant, however, samples distributed along the axes of relative warp axes indicate that there is difference between both sexes. The absence of significant dimorphism shape in carapace can be explained by the presence of some sexual immature individuals in the sampled population, which do not have the adult shape for this structure. The sexual size dimorphism was identified between sexes for both analyzed structures. It is possible to conclude in this study that the shape of carapace and plastron of *P. Geoffroyanus* show slightly differences between sexes, which is related to ecological and reproductive aspects of this species.

**Keywords:** carapace, plastron, sexual dimorphism, shape

## INTRODUÇÃO

As possíveis mudanças nos padrões de forma entre organismos podem ser decorrentes da ontogenia ou de variações durante a trajetória ontogenética, do dimorfismo sexual, da variação geográfica devido ao fluxo gênico limitado, da taxonomia e de processos evolutivos aos quais as populações estão sujeitas (Marcus *et al.*, 1996; Zelditch *et al.*, 2004). Uma das maneiras de avaliar a variação de forma entre diferentes organismos, populações e espécies é através da aplicação das técnicas de morfometria geométrica.

A morfometria geométrica pode ser definida como o estudo estatístico das mudanças e variações da forma em relação aos fatores causais (Bookstein, 1991; Slice, 2005). Portanto, considera as formas biológicas, fazendo-se inferências sobre as possíveis causas que levam às diferenças de forma (Monteiro & Reis, 1999). Assim, um dos objetivos da morfometria geométrica é descrever e representar a geometria das formas estudadas independente do tamanho, localizando claramente as regiões onde ocorrem as mudanças e, reconstruindo e reconstituindo graficamente tais mudanças na forma (Fornel, 2005). Para a análise da forma, os dados utilizados em morfometria geométrica não se baseiam em medidas lineares ou ângulos, mas em coordenadas cartesianas chamadas de marcos anatômicos (Monteiro e Reis, 1999). Essas coordenadas de forma podem ser definidas num plano e ter duas dimensões ( $x, y = 2D$ ) ou em um espaço de três dimensões ( $x, y, z = 3D$ ) que preservam toda informação geométrica de um dado conjunto de pontos. A vantagem do uso de coordenadas ao invés de medidas lineares é que essas incluem informações que permitem a reconstrução da forma após as diversas análises uni e multivariadas (Monteiro & Reis, 1999). Dessa forma, a morfometria geométrica é considerada mais eficiente que a morfometria tradicional em capturar a informação relacionada à forma dos organismos apresentando maior robustez estatística, quanto à magnitude das mudanças de forma independente do tamanho (Rohlf & Marcus, 1993).

Valenzuela *et al* (2004), utilizaram pela primeira vez as técnicas de morfometria geométrica para diferenciar os sexos entre juvenis das espécies

*Podocnemis expansa* obtendo sucesso que não foi alcançado pelo método da morfometria clássica. Lubiana & Ferreira Júnior (2009) fazendo uso da morfometria geométrica apontaram diferenças não somente entre o sexo dos filhotes de *Podocnemis expansa* em cada população, mas também entre duas populações. Clemente-Carvalho *et al.* (2008) ao analisar a forma do crânio de anfíbios miniaturizados utilizando marcos anatômicos em estruturas cranianas muito pequenas, conseguiram distinguir uma população do Estado de São Paulo de outras populações do mesmo Estado e do Rio de Janeiro. Contudo, esse resultado não foi satisfatório, e os autores reavaliaram posteriormente as mesmas populações, incluindo o uso de semimarcos (Clemente-Carvalho *et al.*, 2011). Detalhando melhor as estruturas cranianas, o resultado obtido foi diferente do primeiro. A população do Estado do Rio de Janeiro apresentou a forma craniana distinta das populações do Estado de São Paulo. A comparação de sequências de DNA mitocondrial e nuclear realizada no mesmo trabalho apontaram que a diferença de forma entre as populações não era apenas devido à variação geográfica, e sim, devido à existência de uma espécie distinta no Estado do Rio de Janeiro. Sendo assim, o uso de semimarcos nas análises de forma foi fundamental para identificar diferenças discretas entre as populações analisadas. Apesar da ampla aplicação das técnicas de morfometria geométrica, algumas espécies de quelônios ainda não foram avaliadas quanto à forma da carapaça e do plastrão utilizando essas técnicas. Portanto, não conhecemos a variação dessas estruturas numa população, o que pode permitir uma melhor sexagem de indivíduos.

Os cágados da espécie *Phrynops geoffroanus* pertencem à família Chelidae e apresentam ampla distribuição na América do Sul. Apesar de abundantes em algumas regiões, pouco se sabe sobre a variação da forma da carapaça e plastrão entre machos e fêmeas. Normalmente as fêmeas são ligeiramente maiores do que os machos (Guix *et al.*, 1989), apresentando dimorfismo sexual em algumas estruturas corporais como o comprimento da cauda, posição da cloaca e concavidade do plastrão. As fêmeas possuem cauda pequena, curta e uma cloaca posicionada mais próxima ao corpo. Nos machos, a cauda é mais longa e larga e a cloaca tem uma posição mais distal em relação ao corpo. O plastrão é ligeiramente mais côncavo e mais

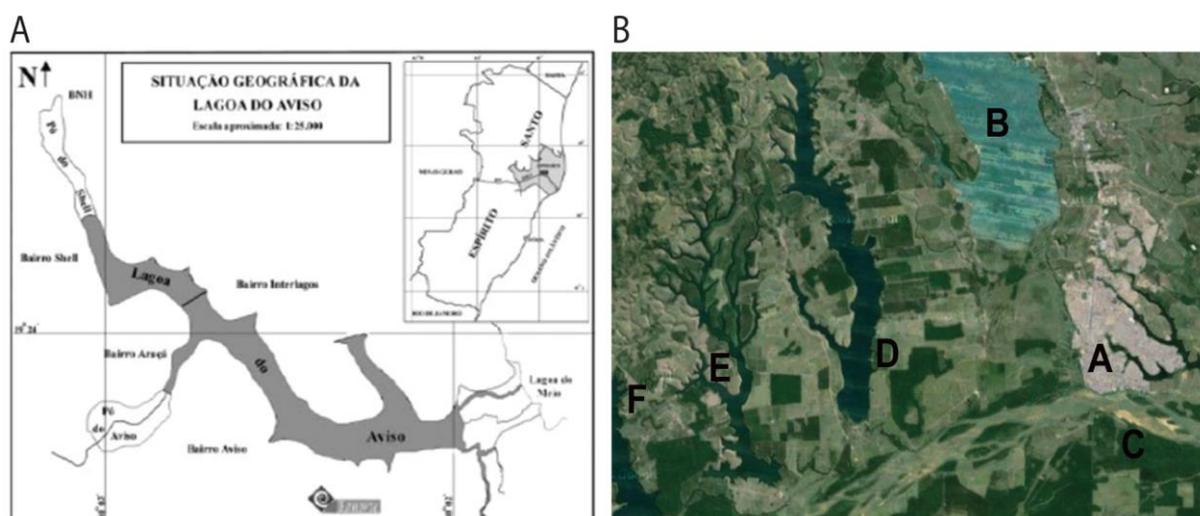
colorido nos machos (Goulart, 2004; Guix *et al.*, 1989). Entretanto, os caracteres mencionados muitas vezes não são observáveis nos indivíduos de uma população natural.

Para se identificar características morfológicas possíveis de serem utilizadas na caracterização do dimorfismo sexual, a utilização de técnicas de morfometria geométrica são ideais por permitirem a distinção da forma dos indivíduos, independente do tamanho do indivíduo. Sendo assim, o presente trabalho foi desenvolvido sob a hipótese de que a forma da carapaça e plastrão de *Phrynops geoffroanus* variam em função do sexo dos indivíduos devido as exigências e estratégias ecológicas diferenciadas entre os sexos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Área de estudo

O estudo foi realizado em uma lagoa urbana chamada Lagoa do Aviso no município de Linhares no norte do estado do Espírito Santo. A lagoa localiza-se no Baixo Rio Doce compondo o maior complexo lacunar da região sudeste do Brasil (Fig.1A e B). O seu perímetro se estende por aproximadamente 10km (Teixeira *et al.*, 2002). A região encontra-se em zona caracterizada por chuvas tropicais de verão, sendo o clima considerado tipo tropical úmido W segundo Köppen (1948), apresentando precipitação média anual de 1.214 mm (Peixoto *et al.* 2008). Nessa região a estação seca vai de maio a setembro, porém apenas em julho e agosto a taxa de precipitação é inferior a 60 mm de chuva. A média anual de temperatura é de 23,6°C, com temperaturas extremas em julho (15,6°C) e em fevereiro (27,5°C) (Peixoto & Gentry 1990). Do ponto de vista fitogeográfico, a área em que está inserida a lagoa é de domínio da Mata Atlântica. Entretanto, nos dias atuais o entorno da Lagoa do Aviso está completamente fragmentado, visto que ela se localiza na zona urbana central da cidade de Linhares.



**Figura 1** – Localização da Lagoa do Aviso. (A) Lagoa do Aviso, Linhares, Espírito Santo. **Fonte:** Teixeira *et al.*, 2002.. (B) Sistema lagunar do Baixo Rio Doce. Fonte: Google Maps A= Lagoa do Aviso, B= Lagoa Juparanã, C= Rio Doce, D= Lagoa Nova, E= Lagoa das Palminhas , F= Lagoa Juparanã-Mirim. F

Provavelmente a Lagoa do Aviso sofre influência de atividades humanas como o despejo direto de esgoto doméstico das residências

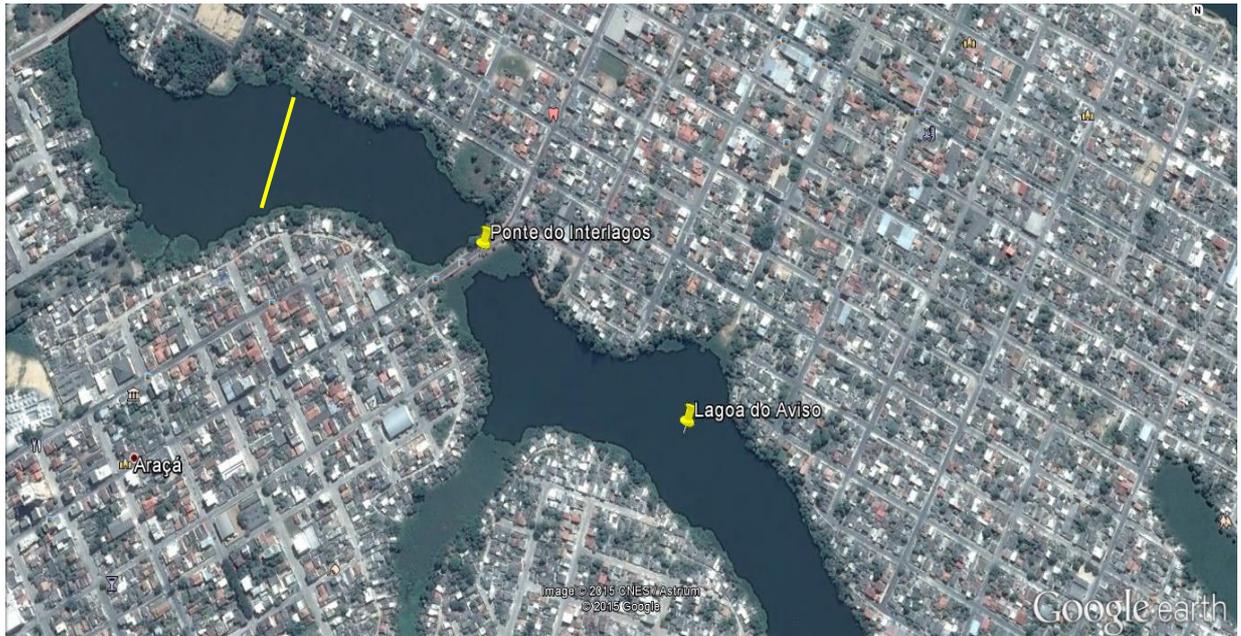
localizadas no seu entorno, por apresentar fortes sinais de eutrofização indicada pela presença de muitas plantas aquáticas na superfície da água (Fig. 2).



**Figura 2** – Trecho da Lagoa do Aviso coberto por plantas aquáticas.

## *2. Obtenção das amostras e dados de morfometria geométrica*

Os indivíduos foram capturados entre 15/06/2014 a 05/12/2014, com intervalos de 30 a 45 dias, completando o total de seis eventos de captura. Todos os eventos de captura ocorreram no mesmo local (Fig. 3). Para a captura foi usada uma rede de espera com malha de 6mm, 500m de comprimento e 2m de altura. Cada evento de captura durou 3 dias e a rede ficou submersa 12 h por dia, sendo das 6:00h até as 12:00h e das 18:00h às 0:00h. A rede foi monitorada a cada 3h para evitar que os animais capturados se afogassem. Desse modo, em cada evento de captura a rede permaneceu na água por 36 h.



**Figura 3** – Local das capturas – Linha amarela representa local da armação das redes de emalhe.

### 2.1. *Obtenção das imagens da carapaça e do plastrão de Phrynops geoffroanus*

No total foram fotografados 30 machos e 25 fêmeas de *P. geoffroanus*. Os indivíduos que foram classificados como juvenis por não apresentarem caracteres sexuais evidentes, foram excluídos das análises.

Os animais foram fotografados com uma máquina digital SONY com 16 megapixels de resolução. A carapaça e o plastrão foram fotografados obedecendo ao alinhamento das estruturas com a base do tripé onde estavam apoiados. O mesmo padrão de alinhamento foi repetido para todos os exemplares. Isso elimina o efeito da posição da amostra durante as análises de forma. Além do alinhamento padronizado para este estudo, fizemos uso um número posicionado em cima da carapaça e do plastrão de cada indivíduo. O tamanho desse número foi padronizado para posteriormente ser utilizado como referência para a escala.

### 2.2. *Digitalização dos marcos anatômicos e semimarcos*

Foram definidos 33 marcos e 14 semimarcos anatômicos para a carapaça (Fig. 4A) e 17 marcos e 16 semimarcos anatômicos para o plastrão (Fig 4B). A maioria dos marcos anatômicos utilizados são do tipo 1 de acordo com a classificação de Bookstein (1991). Marcos anatômicos do tipo 1 são

formados pelas intercessões entre as linhas que delimitam os escudos vertebrais, laterais e marginais. Os demais marcos anatômicos utilizados foram do tipo 2, que incluem as curvaturas da porção externa dos escudos marginais (Monteiro & Reis, 1999). Devido a simetria bilateral apenas um lado da carapaça e do plastrão foi utilizado para as análises de morfometria geométrica. Para digitalizar os marcos anatômicos e os semimarcos foi utilizado o programa tpsDig (Rohlf, 2001).

**A**



**B**



**Figura 4** – Marcos e semimarcos anatômicos utilizados na carapaça (A) e no plastrão de *P. geoffroanus*. o representam os marcos e  $\Delta$  representam os semimarcos anatômicos.

### *2.3. Análise das Deformações Relativas e Estatística*

A análise das deformações relativas pode ser compreendida como uma análise de componentes principais (PCA), em que se reduz em poucas dimensões a maior parte da variância dos dados (Monteiro & Reis, 1999). A primeira dimensão (RW1) é gerada de uma forma capaz de capturar a maior variância possível. A segunda dimensão (RW2) é ortogonal à primeira e captura a maior variância restante, e assim sucessivamente para as demais RWs. Portanto, as deformações relativas sumarizam a variação da forma, de maneira comparável a uma análise de componentes principais (Monteiro & Reis, 1999). Os autovalores resultantes da análise de deformações relativas foram submetidos a MANOVA, sob hipótese nula de que fêmeas e machos possuem mesma forma.

Para avaliar a variação de tamanho nas estruturas analisadas entre machos e fêmeas, o tamanho do centróide foi calculado. Em seguida, os valores do tamanho do centróide foram comparados através do teste *t*, considerando a hipótese nula de que ambos os sexos possuem a mesma média.

As análises de deformações relativas e o cálculo do tamanho do centróide foram realizados no programa tpsRelw (Rohlf, 2004). A MANOVA e o teste *t* foram realizados no programa Past 3.07 (Hammer et al. 2001).

## RESULTADOS

A análise de deformações relativas indicou que não há diferença de forma da carapaça entre machos e fêmeas (Fig. 5). A MANOVA realizada com os escores obtidos na análise das deformações relativas confirma que quanto a forma da carapaça machos e fêmeas são idênticos (Wilk's lambda= 0,3138, F= 3,963,  $p=0,00063$ ).

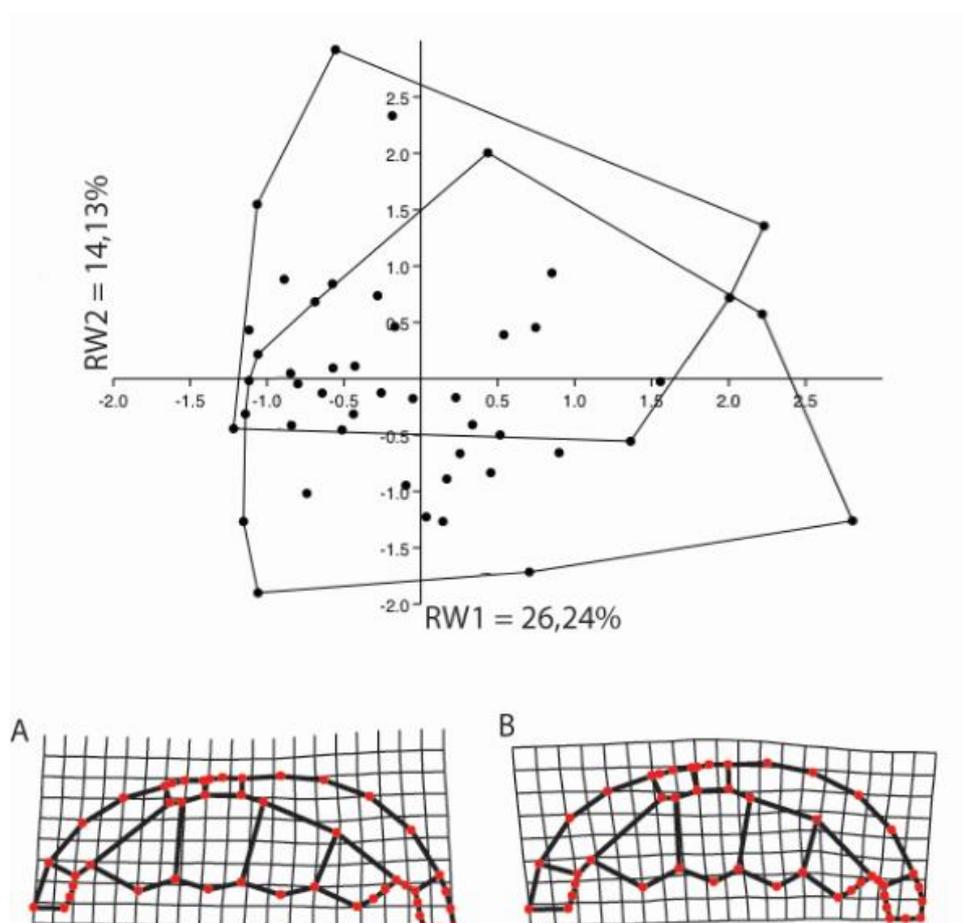
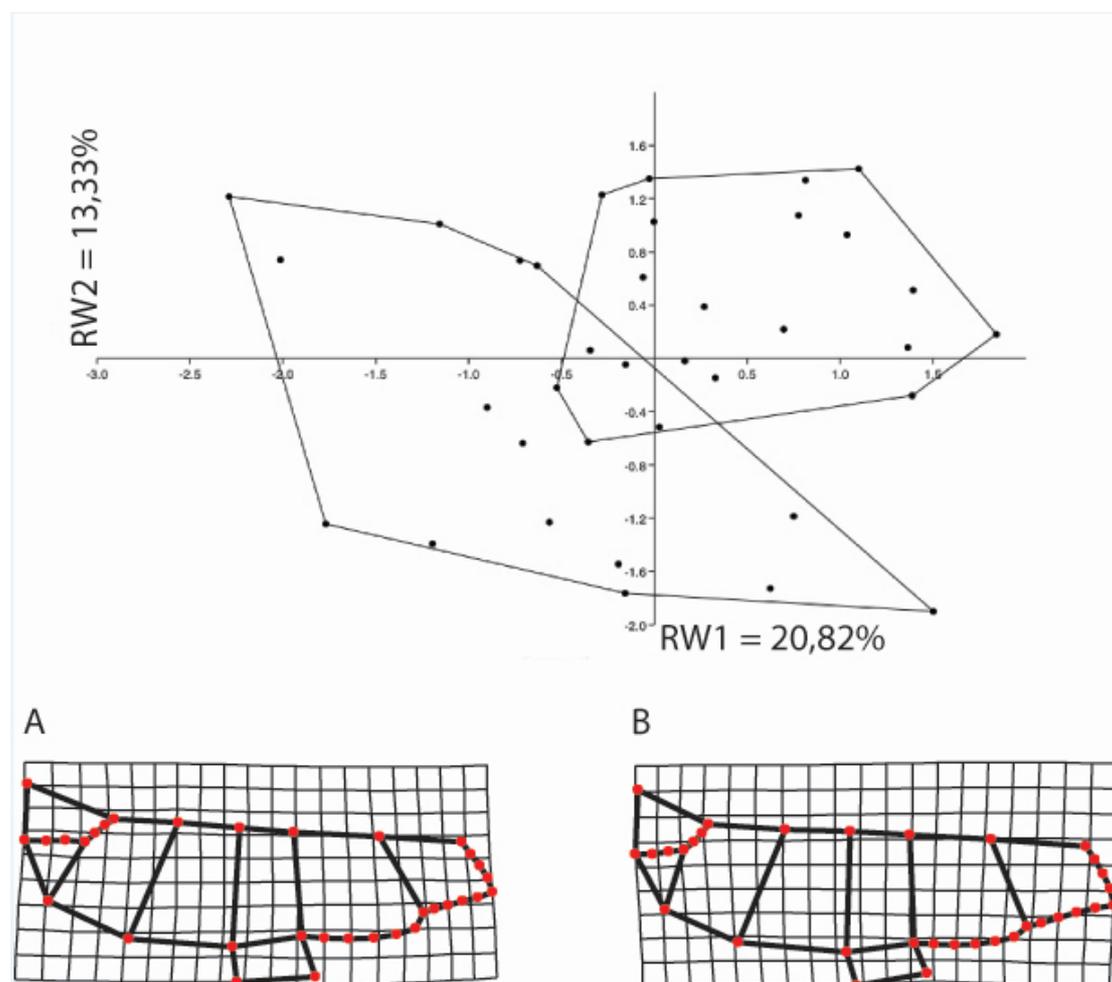


Figura 5 – Ordenação das amostras de *Phrynops geoffroanus* no espaço de forma da primeira e segunda deformação relativa. (A) Grade de deformação representando a forma da carapaça dos machos. (B) Grade de deformação representando a forma da carapaça das fêmeas.

Observando as grades de deformação (Figura 5 A e B), a forma da carapaça dos machos e fêmeas apresentam sutis diferenças. A carapaça dos machos apresenta um menor distanciamento na parte central da carapaça quando comparados com a carapaça das fêmeas.

Machos e fêmeas diferem quanto ao tamanho relativo da carapaça calculado através do tamanho do centroide ( $t= 1,943$ ,  $p=0,0571$ ).

A análise de deformações relativas realizadas com o plastrão indicou que a existência de diferença de forma entre machos e fêmeas (Figura 6). A MANOVA realizada com os escores obtidos na análise das deformações relativas confirma que quanto a forma da carapaça machos e fêmeas são significativamente distintos (Wilk's lambda= 0,0274,  $F= 4,569$ ,  $p=0,0071$ ).



**Figura 6** – Ordenação das amostras de *Phrynops geoffroanus* no espaço de forma da primeira e segunda deformação relativa. (A) Grade de deformação representando a forma do plastrão das fêmeas. (B) Grade de deformação representando a forma do plastrão dos machos.

Observando as grades de deformação (Figura 6 A e B), a forma do plastrão difere entre machos e fêmeas em locais específicos. A região gular nas apresenta-se mais alongada, enquanto as porções inguinal e anal são mais estreitas no sentido ântero-posterior da estrutura.

Machos e fêmeas diferem quanto ao tamanho relativo do plastrão calculado através do tamanho do centroide ( $t = -1,0599$ ,  $p = 0,4615$ ).

## DISCUSSÃO

O uso da morfometria geométrica na tentativa de diferenciar a forma das estruturas biológicas é comprovadamente uma ferramenta mais eficaz do que a morfometria tradicional. Pesquisadores como Grossman *et al.* (2007) trabalhando com *Chelonia mydas*, Boone & Holt (2001) trabalhando com *Gopherus agassizii* e Hildebrand *et al.* (1997) trabalhando com *Podocnemis expansa*, não obtiveram sucesso com a morfometria tradicional. Valenzuela *et al.* (2004), utilizou a morfometria geométrica na diferenciação de sexos de filhotes, obtendo mais de 95% de acerto.

Na morfometria geométrica temos à disposição diferentes análises que podem ser utilizadas sozinhas ou em conjunto para evidenciar diferenças na forma de estruturas de indivíduos. Clemente-Carvalho *et al.* (2008) ao analisar a forma do crânio de anfíbios miniaturizados utilizando marcos anatômicos em estruturas cranianas muito pequenas, conseguiram distinguir uma população do Estado de São Paulo de outras populações do mesmo Estado e do Rio de Janeiro. Contudo, esse resultado não foi satisfatório, sendo que os autores reavaliaram as mesmas populações, incluindo o uso de semimarcos (Clemente-Carvalho *et al.*, 2011). Ao detalhar melhor as estruturas cranianas, o resultado obtido foi diferente do primeiro, explicando melhor a divergência entre as populações dos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

As análises de deformações relativas realizadas utilizando marcos e semimarcos em associação no presente trabalho não evidenciou significativamente a diferença de forma para a carapaça entre machos e fêmeas da espécie *P. geoffroanus*, porém, evidenciaram diferença significativa na forma do plastrão. A extensa sobreposição dos indivíduos nos dois primeiros eixos das deformações relativas pode estar indicando a presença de indivíduos sexualmente imaturos, e conseqüentemente sem diferenciar a forma entre machos e fêmeas. As grades de deformação da carapaça (Figura 5 A e B) representam indivíduos que se posicionam nos extremos da distribuição das amostras no espaço da forma da primeira e segunda deformações relativas. A discreta diferença de forma observada

indica que possivelmente existe diferença de forma entre indivíduos adultos, sendo os jovens aqueles indivíduos que não apresentam forma da carapaça definida para um dos sexos. De maneira geral, a carapaça das fêmeas apresentam escudos mais largos que lhes conferem uma carapaça mais alta e convexa do que a carapaça dos machos. Essa característica permite que as fêmeas apresentem um maior volume corporal interno, necessário para a acomodação dos ovos na fase reprodutiva. Por outro lado, o fato dos machos possuírem uma carapaça menos convexa poderia lhes conferir uma maior capacidade de mobilidade, uma vez que ofereceria uma menor resistência em relação à água durante o processo de natação. Essa mobilidade poderia ser importante vantagem na hora da procura por uma fêmea. A carapaça dos machos apresenta forma mais estreita e fechada em relação à das fêmeas. Quanto ao plastrão, as análises de deformações relativas realizadas utilizando marcos e semimarcos em associação evidenciou significativamente a diferença de forma entre machos e fêmeas. As fêmeas apresentam a região posterior do plastrão mais estreita no sentido ântero-posterior. Isso pode indicar que o distanciamento do plastrão com relação a carapaça na região da cloaca pode promover a passagem dos ovos de maneira facilitada. De maneira geral, a estrutura do plastrão apresenta-se mais plana do que os machos, fato que também está ligado a estratégias reprodutivas. Os machos tendem a apresentar plastrão côncavo pois isso permite um melhor encaixe sobre a fêmeas durante a cópula (Astort, 1984). Entretanto, isso não foi devidamente observado em todas as amostras, corroborando com a possibilidade de existir na amostragem populacional indivíduos que ainda não eram sexualmente maduros.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho avaliou a diferença de forma da carapaça e plastrão entre machos e fêmeas de uma população da espécie *P. geoffroanus*, sendo a forma da carapaça semelhante entre os sexos, e a forma do plastrão significativamente distinta. Machos e fêmeas diferem quanto ao tamanho das duas estruturas. Essas diferenças observadas para forma e tamanho evidenciam adaptações relacionadas as estratégias reprodutivas, trazendo vantagens tanto para fêmeas quanto para machos no momento da cópula e armazenamento de ovos. A aplicação de morfometria geométrica foi fundamental para evidenciar essa diferença, principalmente com o uso específico da associação de marcos e semimarcos anatômicos.

## REFERÊNCIAS II

ASTORT, E.D. 1984. Dimorfismo sexual secundário de *Phrynops (Phrynops) hilarii* y su conducta reproductora en cautiverio (Testudines – Chelidae). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” e Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales, 13 (1): 107-113.

BOOKSTEIN, F. L. 1991. Morphometric Tools for Landmark Data. Geometry and Biology. Cambridge University Press, Cambridge, 460p.

BOONE, J.L. & HOLT, E.A. 2001. Sexing young free-ranging desert tortoises (*Gopherus agassizii*) using external morphology. Chelonian Conservation and Biology, 4 (1): 28-33.

CLEMENTE-CARVALHO, R. B. G.; ALVES, A. C. R.; PEREZ, S. I.; HADDAD, C. F. B.; REIS, S. F. 2011. Morphological and molecular variation in the Pumpkin Toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Anura: Brachycephalidae). Journal of Herpetology, 45 (1): 94-99.

CLEMENTE-CARVALHO, R.B.G.; MONTEIRO, L.R.; BONATO, V.; ROCHA, H.S.; PREIRA, G.R.; OLIVEIRA, D.F.; LOPES, R.T.; HADDAD, C.F.B.; MARTINS, E.G.; REIS, S.F. 2008. Geographic variation in cranial shape in the Pumpkin Toadlet (*Brachycephalus ephippium*): a geometric analysis. Journal of Herpetology, 42 (1): 176-185.

GOULART, C.E.S. 2004. Herpetologia, Herpetocultura e Medicina de Répteis. 1ª ed. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinária. 56p.

GROSSMAN. A.; MENDONÇA. P.; COSTA. M.R.; BELLINI. C. 2007. Morphometrics of the Green Turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserve, Brasil. Marine Turtle Newsletter 118 (1): 12-13.

GUIX, J.C.; M. SALVATTI; M.A. PERONI & J.S. LIMA-VERDE 1989. Aspectos da reprodução de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) em cativeiro (Testudines, Chelidae). Grupo Estudos Ecológicos Série Documentos, 1 (1): 1-19.

HAMMER, O, HARPER DAT AND RYAN PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4 (1): 9.

HILDEBRAND, VP., BERMUDEZ, N. and PEÑUELA, MC., 1997. *La tortuga charapa (Podocnemis expansa) en el Río Caquetá, Amazonas, Colombia: aspectos de la biología reproductiva y técnicas para su manejo*. Santafé de Bogotá, Colombia: Disloque Editores.

IBGE (2012) Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2 ed. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

LUBIANA, A.; FERREIRA JÚNIOR, P.D. 2009. Pivotal temperature and sexual dimorphism of *Podocnemis expansa* hatchlings (Testudines: Podocnemididae) from Bananal Island, Brazil. Zoologia, 26 (3): 527-533.

MARCUS, L.F.; CORTI, M.; LOY, A.; NAYLOR, G.J.P.; SLICE, D.E. 1996. Advances in Morphometrics. NATO ASI series A: Life Sciences Vol. 284, Plenum Press, New York.

MONTEIRO, L.R.; REIS, S. F. 1999. Princípios de Morfometria Geométrica. Holos Editora, Ribeirão Preto. 188p.

ROHLF, F.J. TpsRegr for Windows version 1.40. 2000. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. Disponível em: < <http://life.bio.sunysb.edu/morph/> > Acesso em: 14 de Abril de 2014.

ROHLF, F.J. TpsRelw for Windows version 1.44. 2004. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. Disponível em: < <http://life.bio.sunysb.edu/morph/> > Acesso em: 14 de Abril de 2014.

ROHLF, F.J.; MARCUS, L.F. 2001. A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution* 8 (4): 129-132.

TEIXEIRA, J.L. 2002. Uso e ocupação do solo na margem legal da lagoa do Avido: consideração sobre as políticas públicas de gestão do ambiente urbano. *Geografares*. 4 (1): 3-12.

VALENZUELA, N.; ADAMS, D.C.; BOWDEN, R.M.; GAUGER, A.C. 2004. Geometric morphometric sex estimation for hatchling turtles: a powerful alternative for detecting subtle sexual shape dimorphism. *Copeia* 2004 (4): 735-742.

ZELDITCH, M.L.; SWIDERSKI, D.L.; SHEETS, H.D. & FINK, W.L. 2004. *Geometric Morphometrics for biologists: a primer*. San Diego, Elsevier Academic Press. 443p.

## 2.2. CAPÍTULO II

### Parâmetros populacionais DE *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae) EM UMA LAGOA URBANA NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Karine Geralda Venturini de Oliveira<sup>1</sup> & Rute Clemente-Carvalho<sup>1,2</sup>

1 – Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, Universidade Vila Velha, Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, 29102-770, Vila Velha, ES, Brasil.

2 – Laboratório de Ecologia de Anfíbios e Répteis (LEAR) - Universidade Vila Velha.

As normas utilizadas no texto são referentes a Revista Brasileira de Zoologia.

### RESUMO

A caracterização dos parâmetros populacionais gera informações essenciais para avaliar as respostas das populações aos impactos ambientais e são importantes ferramentas para fomentar planos de manejo e conservação. O presente estudo teve como objetivo avaliar padrões populacionais de uma população de cágado da espécie *Phrynops geoffroanus*, na Lagoa do Aviso, situada no norte do Estado do Espírito Santo. Neste trabalho foram consideradas a biometria para a diferenciação entre os sexos e a estrutura populacional dessa espécie. Os resultados obtidos indicaram que as fêmeas são maiores que os machos quanto ao comprimento e largura da carapaça e plastrão, altura da carapaça, e comprimento da cabeça. As fêmeas são também mais pesadas do que os machos. A estrutura populacional de *P. geoffroanus* da Lagoa do Aviso se caracteriza pela predominância de fêmeas e machos adultos e presença de indivíduos juvenis com diferentes tamanhos. A razão sexual da população foi de 1 macho para cada 1,7 fêmeas. O tamanho da população foi estimado em 426 indivíduos e pode ter sido subestimado pela baixa taxa de recaptura. Essas informações agregam dados importantes a respeito da ecologia dessa espécie de cágado.

**Palavras-chave:** Estrutura populacional, razão sexual, tamanho da população

## ABSTRACT

The population structure can give essential information about a species and it can generate important information to promote management and conservation plans. The aims of this study were evaluate patterns of population structure of the species *Phrynops geoffroanus*, a fresh water turtle. This study was conducted on Lagoa do Aviso, Espírito Santo State, Brazil. In this work we considered biometry to differentiate sexual dimorphism, and patterns of population structure. The results indicated that females are larger than males in length and width of the carapace and plastron, carapace height and length of the head. Females are also heavier than males. The population structure of *P. geoffroanus* from Lagoa do Aviso is characterized by the predominance of adults and the presence of young individuals with different sizes/ages. The sex ratio of the population was 1 male for every 1.7 females. The population size is estimated at 426 individuals, however it may be an underestimated population size as we got low recapture rate. This work provided important information on the ecology of this fresh water turtle species.

**Keywords:** Population size, population structure, sex ratio

## INTRODUÇÃO

População é um conjunto de organismos capazes de trocar informações genéticas em um dado espaço de tempo (Odum,2004). As Populações são dinâmicas, apresentando variação ao longo dos anos devido principalmente aos fatores natalidade, a mortalidade, imigração e emigração. Em função desses fatores as populações podem aumentar em número, entrar em declínio ou sofrer total desaparecimento. (Silva & Araújo, 2008). O tamanho e a natureza da variação destes fatores são importantes para a identificação do mecanismo de regulação das populações (Ricklefs, 2003).

Esses parâmetros populacionais (natalidade, mortalidade, imigração e emigração) são difíceis de serem avaliados em estudos a curto prazo em espécies de quelônios de água doce, principalmente em virtude de serem animais de vida longa. Entretanto, algumas características populacionais tais como a estrutura etária, a razão sexual e o tamanho populacional, também são importantes para caracterizar uma população e requerem um período menor de duração de estudo. Informações como essas são valiosas e podem ser muito úteis na interpretação ou mesmo na elaboração de novas hipóteses sobre os processos ecológicos que atuam em uma população, além de serem fundamentais para avaliar as respostas aos impactos ambientais provenientes das ações antrópicas (Gibbons *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 2006).

Os quelônios de água doce também podem sofrer as consequências dos distúrbios provenientes de ações antrópicas como a fragmentação e perda do habitat. Em diversos casos o resultado de tais ações acabam acarretando em declínios nas populações (Gibbons, 2000). Sabe-se que algumas espécies de cágados apresentam resiliência para sobreviver em ambientes degradados, onde existe menor competição por recursos alimentares (Souza, 1999). Isso porque, o aumento de matéria orgânica proporciona um aumento no número de presas e de alimentos que normalmente não fariam parte da alimentação desses organismos. Um estudo evidenciou que *Phrynops geoffroanus* consumia grande quantidade de itens alimentares de origem antrópica em uma área poluída (Souza & Abe,

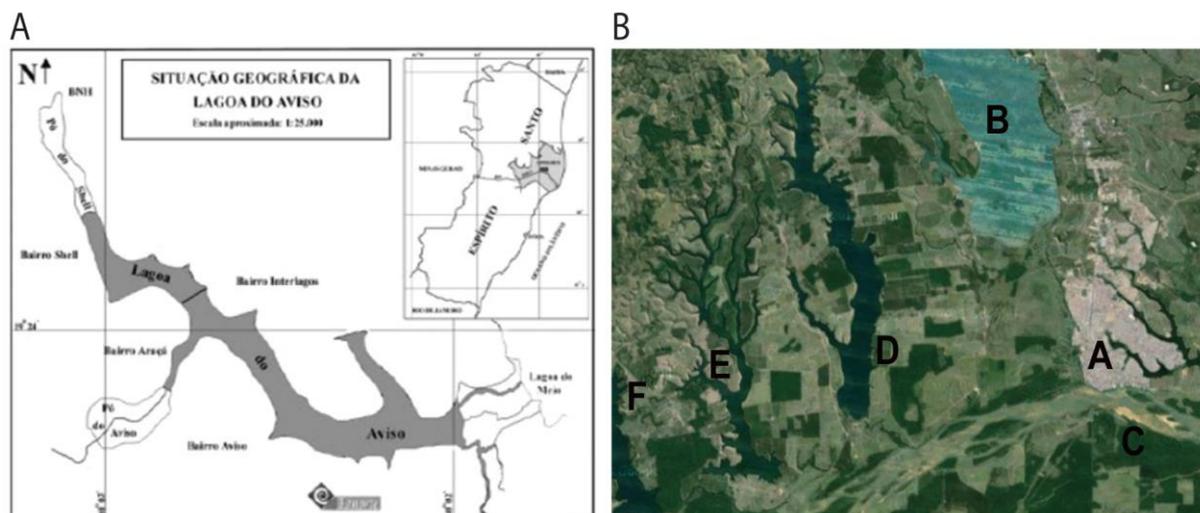
2000). Sendo assim, estudos demográficos de quelônios de água doce que ocupam ambientes urbanos servem de modelo para aqueles realizados em áreas naturais, permitindo comparações entre as diferentes condições de habitat, associadas à biologia e história natural desses animais (Souza, 2004).

Com o intuito de implementar as informações existentes a cerca da dinâmica populacional de *P. Geoffroanus* este estudo teve como objetivos avaliar a biometria dos indivíduos da população, estimar o tamanho populacional, a razão sexual e descrever a estrutura populacional dessa espécie em uma lagoa urbana no norte do estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Área de estudo

O estudo foi realizado em uma lagoa urbana chamada Lagoa do Aviso no município de Linhares no norte do estado do Espírito Santo. A lagoa localiza-se no Baixo Rio Doce compondo o maior complexo lagunar da região sudeste do Brasil (Fig.1A e B). O seu perímetro se estende por aproximadamente 10km (Teixeira *et al.*, 2002). A região encontra-se em zona caracterizada por chuvas tropicais de verão, sendo o clima considerado tipo tropical úmido W segundo Köppen (1948), apresentando precipitação média anual de 1.214 mm (Peixoto *et al.* 2008). Nessa região a estação seca vai de maio a setembro, porém apenas em julho e agosto a taxa de precipitação é inferior a 60 mm de chuva. A média anual de temperatura é de 23,6°C, com temperaturas extremas em julho (15,6°C) e em fevereiro (27,5°C) (Peixoto & Gentry 1990). Do ponto de vista fitogeográfico, a área em que está inserida a lagoa é de domínio da Mata Atlântica. Entretanto, nos dias atuais o entorno da Lagoa do Aviso está completamente fragmentado, visto que ela se localiza na zona urbana central da cidade de Linhares.



**Figura 1** – Localização da Lagoa do Aviso. (A) Lagoa do Aviso, Linhares, Espírito Santo. **Fonte:** Teixeira *et al*, 2002.. (B) Sistema lagunar do Baixo Rio Doce. Fonte: Google Maps A= Lagoa do Aviso, B= Lagoa Juparanã, C= Rio Doce, D= Lagoa Nova, E= Lagoa das Palminhas , F= Lagoa Juparanã-Mirim. F

Provavelmente a Lagoa do Aviso sofre influência de atividades humanas como o despejo direto de esgoto doméstico das residências localizadas no seu entorno, apresentando fortes sinais de eutrofização,

indicada pela presença de alta concentração de plantas aquáticas na superfície da água (Fig. 2 e 3).

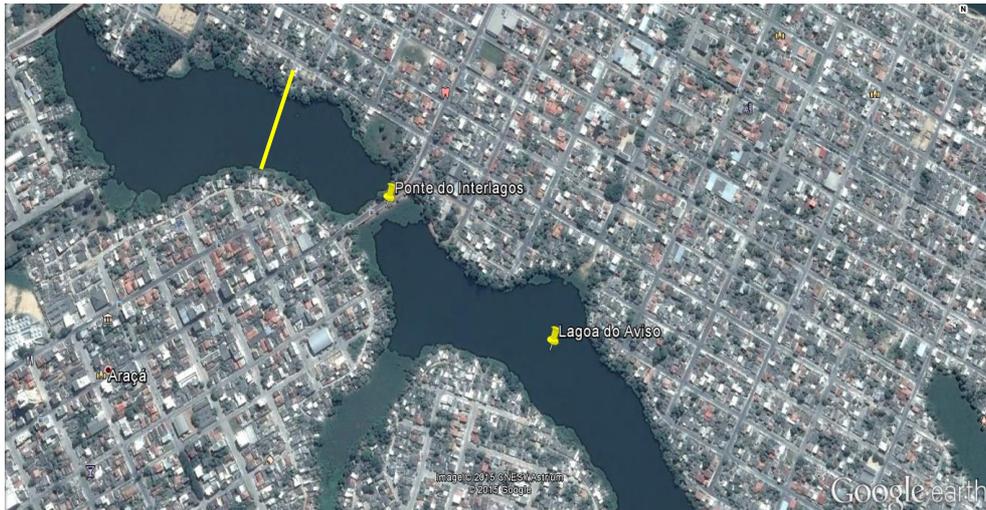


**Figura 3** – Trecho da Lagoa do Aviso coberto por plantas aquáticas.

## *2. Captura, marcação e recaptura*

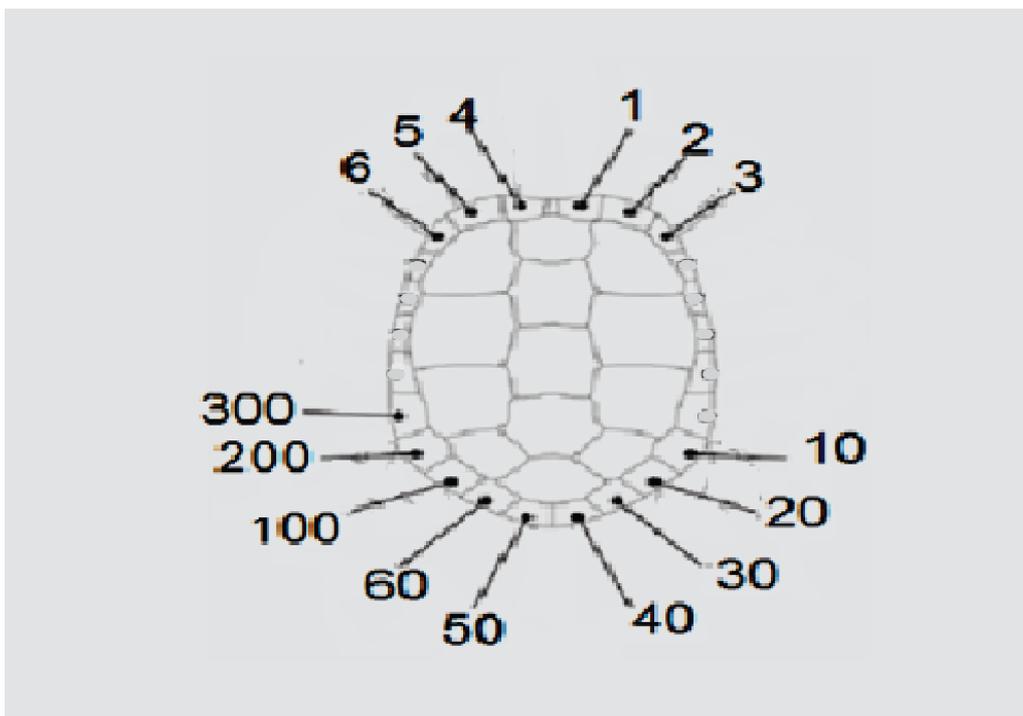
A captura dos indivíduos ocorreu no período de 15/06/2014 a 05/12/2014, com intervalos de 30 a 45 dias, completando o total de cinco eventos de captura. Todos os eventos de captura ocorreram no mesmo local (Fig. 4).

Para a captura foi usada uma rede de espera com malha de 6mm, 500m de comprimento e 2m de altura. Cada evento de captura durou 3 dias e a rede ficou submersa 12 horas por dia, sendo das 6:00h até às 12:00h e das 18:00h às 0:00h. A rede foi monitorada a cada 3 horas para evitar que os animais capturados se afogassem. Desse modo, em cada evento de captura a rede permaneceu na água por 36h.



**Figura 4** – Local das capturas – Linha amarela representa local da armação das redes de malhe.

Cada indivíduo capturado foi identificado e marcado com perfurações no casco obedecendo a numeração adaptada proposta por (Meden 1963) (Fig. 5). Esse tipo de marcação é recomendada para trabalhos de curta a média duração, pois as perfurações nos cascos permanecem visíveis por pelo menos quatro anos, podendo auxiliar em estudos populacionais futuros, além de não interferir nas atividades diárias dos animais.

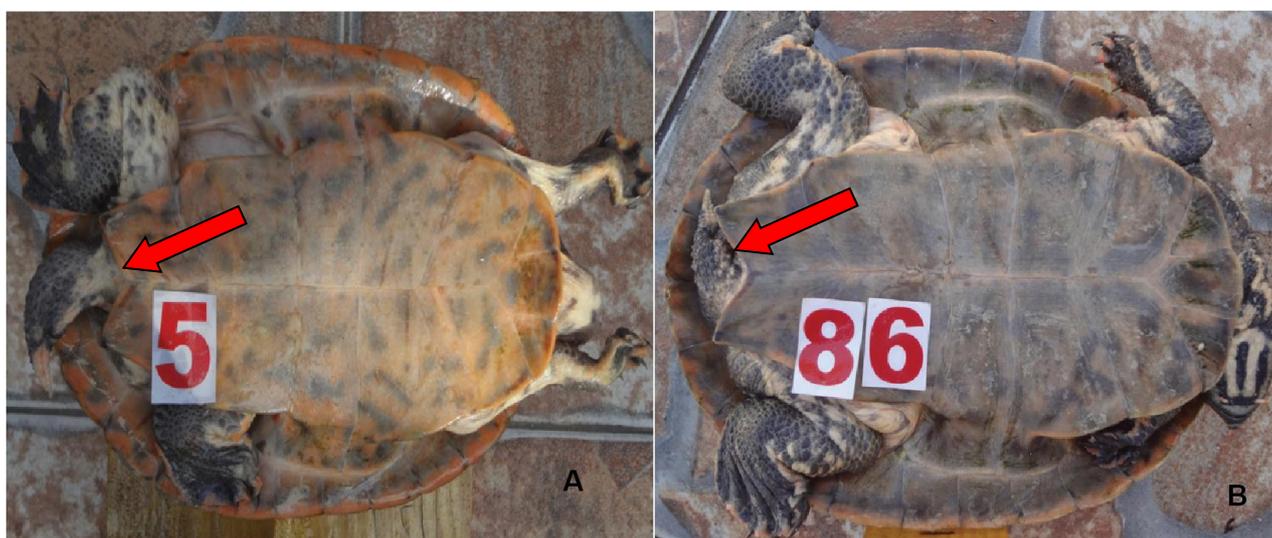


**Figura 5** – Códigos numéricos adotados na marcação dos escudos marginais dos indivíduos. Figura retirada de Meden, 1963.

### 3. Sexagem e biometria

A sexagem foi feita com base nos caracteres sexuais secundários tais como: a forma do plastrão, o comprimento da cauda e a localização da abertura da cloaca. Machos possuem plastrão discretamente côncavos, cauda comprida e abertura da cloaca mais distal em relação à margem posterior do plastrão (Fig. 6).

Para cada indivíduo capturado foram registradas as seguintes informações: espécie, sexo, idade (adulto ou juvenil) e peso. Para a análise biométrica foram consideradas as seguintes medidas corporais: comprimento máximo da carapaça (CMC), largura máxima da carapaça (LMC), comprimento máximo do plastrão (CMP), largura máxima do plastrão (LMP), comprimento da cabeça (CC), largura da cabeça (LC) e a altura do casco (ALT). Todas as medidas foram realizadas com um paquímetro digital ( $\pm 0,01$  mm), fita métrica e balança digital ( $\pm 1$  g).



**Figura 6** - Dimorfismo sexual em relação ao tamanho da cauda entre machos (A) e fêmeas (B).

### 4. Análise dos dados

As características biométricas de machos e fêmeas foram comparadas por meio de uma análise de covariância - ANCOVA realizada no

programa Systat 12. O nível de significância para o teste de hipótese foi de 5%.

A dinâmica populacional de *P. geoffroanus* foi descrita a partir do método de captura, marcação e recaptura de indivíduos. Para tanto, foi feita a descrição das proporções de espécimes capturados e recapturados a cada mês.

Para a análise da estrutura etária da população os espécimes capturados foram divididos em 6 classes de tamanho, com intervalo de 4,2cm entre cada uma delas.

O valor total mensal de captura de machos e fêmeas adultos foi usado para estimar a razão sexual da população de estudo em questão.

Para estimar o tamanho da população foi utilizado o teste de Parker no programa Bioestat 5.3. Esse teste é usado para estudos em populações abertas e com múltiplas amostragens. O modelo adotado no teste considera população aberta aquela que sofre oscilação em função de nascimentos, mortes, emigração e imigração durante o período de estudo. Segundo Ayres *et al* (2007), o modelo baseia-se na regressão linear, com ajustes pelo método dos mínimos quadrados. O intercepto gerado constitui uma estimativa do quociente entre o número de indivíduos marcados na população e o tamanho do universo amostral. Os dados foram introduzidos no *grid* geral do Bioestat, obedecendo aos seguintes critérios:

*NACMD* = número de animais inicialmente capturados, marcados e devolvidos ao respectivo meio ambiente;

*Períodos* = número de períodos de recaptura ( $i = 1, 2, 3, \dots, p$ );

*ni* = número de indivíduos capturados em cada amostra;

*mi* = número de indivíduos marcados e recapturados em cada amostra.

Para a confecção dos gráficos foram utilizados os programas Minitab 17 e Systat 12.

## RESULTADOS

A avaliação dos caracteres biométricos por meio da análise de Covariância – ANCOVA, indicou que as fêmeas apresentam todas as variáveis com valores superiores aos apresentados pelos machos (Tabela I).

**Tabela I** – Análise de Covariância – ANCOVA dos caracteres biométricos de indivíduos de *Phrynops geoffroanus* da Lagoa do Aviso, Linhares – Espírito Santo

Variáveis	Fêmeas (N=81)		Machos (N=60)		r <sup>2</sup>	F	P
	X	gl	X	Gl			
LMC	18,70		18,0		0,97	2379,10	< 0,05
CMP	16,83	0,052	17,75	0,060	0,98	3681,12	< 0,05
LMP	15,71	0,119	15,51	0,138	0,86	459,10	< 0,05
CCAB	4,58	0,030	4,45	0,034	0,86	425,39	< 0,05
LCAB	3,65	0,034	3,51	0,039	0,81	311,54	< 0,05
ALTURA	5,61	0,036	5,33	0,042	0,89	561,04	< 0,05
PESO	870	0,026	740	0,030	0,83	349,78	< 0,05

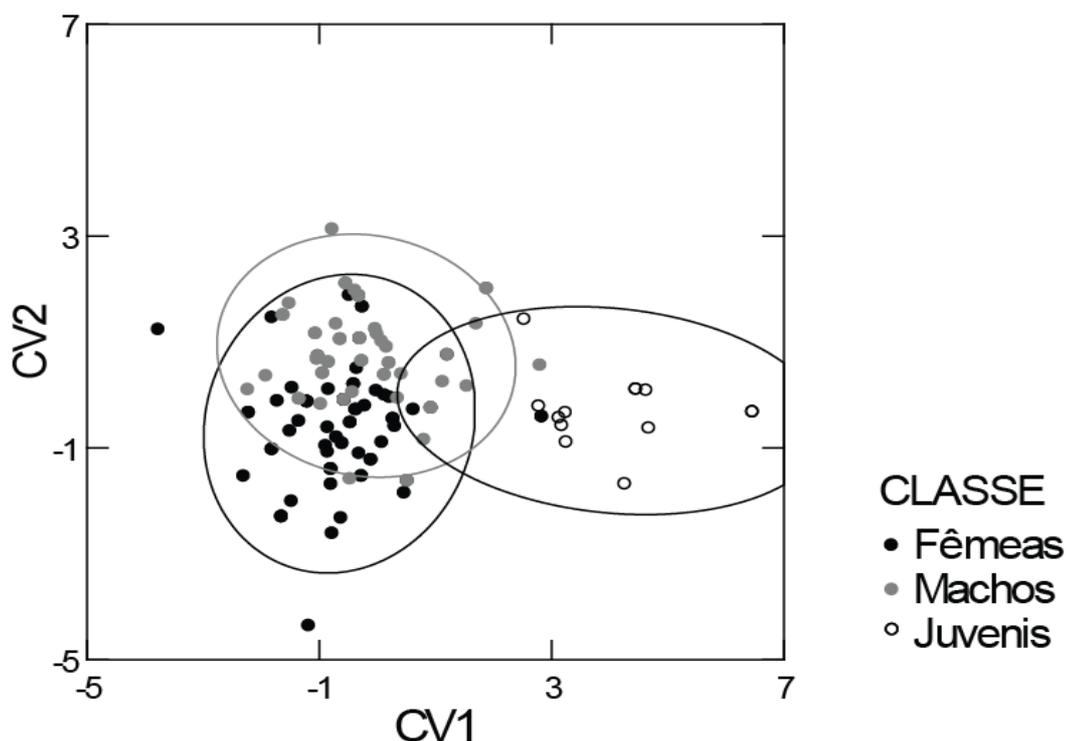
\*CMC = Comprimento máximo carapaça, este dado foi utilizado como covariável na análise de covariância ; LMC= Largura máxima carapaça; CMP= Comprimento máximo plastrão; LMP= Largura máxima plastrão; CCAB= Comprimento cabeça; LCAB= Largura cabeça. Peso expresso em gramas.

A análise discriminante das variáveis de medidas lineares mensuradas detectou grupos consistentes altamente significativos (Tabela II). O poder classificatório dos autovalores da matriz padronizada permitiu um acerto de 77% na discriminação de fêmeas, 79% para a discriminação de machos e 100% para a discriminação dos juvenis. A prova de validação cruzada permitiu um acerto médio de 78%, sendo 73% para as fêmeas, 79% para os machos e 100% para os juvenis.

**Tabela II** - Indicadores estatísticos para a comparação entre as variáveis mensuradas das fêmeas, machos e jovens de *Phrynops geoffroanus* da Lagoa do Aviso.

Parâmetros	Valor	F	gl	P
Lambda de Wilks	0,251	16,312	16;262	0,000
Traço de Pillai	0,930	14,349	16;264	0,000
Traço de Lawley-Hotelling	2,263	18,383	16;260	0,000

Apesar de estatisticamente significativos os resultados apontam uma sobreposição entre os indivíduos das três classes analisadas, principalmente entre machos e fêmeas (Tabela II; Fig. 7).

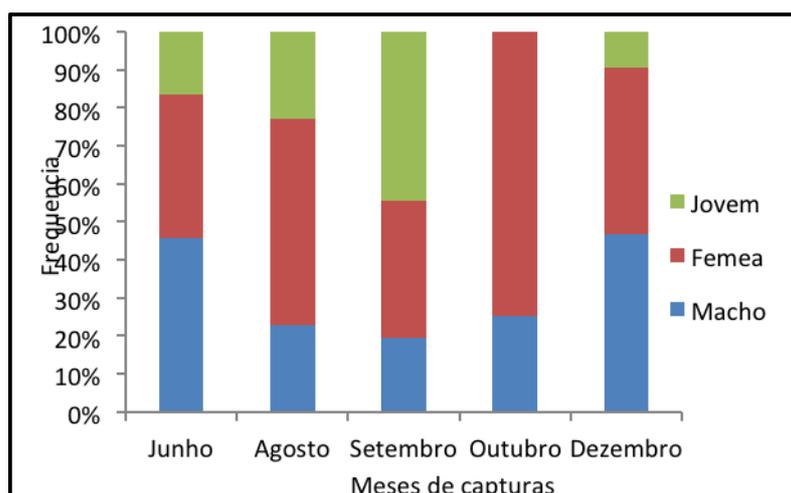


**Figura 7** – Valores canônicos da análise discriminante conjunta das variáveis mensuradas das fêmeas, machos e juvenis de *P. geoffroanus* da Lagoa do Aviso. (Jackknifed: 78%). CV1 ( $\lambda = 0,251$ ; 80,8%).

De acordo com os resultados das funções de classificação obtidas na análise das correlações canônicas as variáveis mais importantes para a classificação das fêmeas foram o comprimento da cabeça (CCAB), a largura máxima da carapaça (LMC) e a largura da cabeça (LCAB). Para a classificação dos machos foram as mesmas das fêmeas e dos juvenis foram o comprimento da cabeça, a altura e a largura máxima da carapaça.

Ao final dos cinco eventos de captura foram capturados 291 espécimes de *P. geoffroanus*, dos quais foram 167 fêmeas, 109 machos e 15 juvenis. Apenas 17 animais (6%) foram recapturados por uma única vez e nenhum animal recapturado mais de uma vez ao longo dos eventos de captura.

Em relação à proporção de machos, fêmeas e jovens capturados ao longo do estudo, os meses de setembro e outubro foram respectivamente os que apresentaram a maior e menor proporção de jovens na população. Os meses de agosto e outubro foram os que apresentaram a maior proporção de fêmeas na população (Fig. 8).



**Figura 8** – Frequência relativa de observações de espécimes machos, fêmeas e jovens de *Phrynops geoffroanus* nos meses de estudo na Lagoa do Aviso, Linhares – Espírito Santo (N = 291)

A razão sexual variou para os indivíduos adultos capturados entre junho e dezembro de 2014. A razão sexual mensal variou na proporção 1:1 somente nos meses de junho e dezembro. No mês de outubro foi observado o maior deslocamento em favor das fêmeas. Os valores em porcentagem estão descritos para cada mês na (Tabela III).

**Tabela III** – Razão sexual verificada para *P. geoffroanus* da Lagoa do Aviso, Linhares – Espírito Santo (N = 276)

Meses de Coleta	Fêmea (%)	Macho (%)	Razão	N
Junho	47,22	52,78	1:1	72
Agosto	63,86	36,14	2:1	83
Setembro	62,50	37,50	2:1	72
Outubro	76,47	23,53	3:1	17
Dezembro	53,13	46,88	1:1	32

Total	60,63	39,37	1,7:1	276
-------	-------	-------	-------	-----

Do total de animais capturados, 64,09% deles se encontraram nas classes de 18,92 a 23,12cm de comprimento máximo da carapaça (Tabela IV).

**Tabela IV** – Distribuição etária da população de *P. geoffroanus* da Lagoa do Aviso, Linhares – Espírito Santo

Classes	Xi	Fi	Percentual
8.41  — 12.61	10,51	3	2,12%
12.61  — 16.81	14,7	12	9,15%
16.81  — 21.02	18,92	42	29,58%
21.02  — 25.22	23,12	49	34,51%
25.22  — 29.42	27,32	28	19,71%
29.42  — 33.63	31,53	7	4,93%
TOTAL		141	100,00%

Intervalos e Xi representam medidas do CMC = Comprimento máximo da carapaça e estão expressos em cm. Fi = Frequência.

Ao longo dos meses de estudo capturamos 291 espécimes de *Phrynops geoffroanus*, contudo, o tamanho da população foi estimado em 464 indivíduos segundo o modelo de *Parker* (Intercepto = 0,99028; Coeficiente de regressão = 0,02163; com um intervalo de confiança entre 324 a 808 indivíduos.

## DISCUSSÃO

As fêmeas de *P. geoffroanus* apresentaram todas as médias corpóreas mensuradas neste estudo superiores a dos machos, incluindo a variável peso, onde as fêmeas se mostraram mais pesadas em relação aos machos. Estas diferenças refletem o dimorfismo sexual existente entre machos e fêmeas de *P. geoffroanus*. Nos quelônios o dimorfismo sexual no tamanho é comum e pode ser um dos fatores que influenciam na maturação e crescimento entre os sexos de uma mesma espécie (Martins, 2006). O maior porte corporal apresentado pelas fêmeas de tartaruga de água doce estaria relacionado principalmente ao aumento de seu sucesso reprodutivo, pois, fêmeas maiores produziram maior quantidade de ovos e ovos maiores, além de realizarem postura de mais de uma ninhada por temporada reprodutiva. Os machos menores seriam mais ágeis e dessa maneira, teriam maiores probabilidades de encontrar fêmeas, investindo menor energia em crescimento para possibilitar um maior sucesso na busca por fêmeas para acasalar (Berry & Shine, 1980). Em *Pseudemys scripta* o dimorfismo sexual em relação à altura do casco pode ser justificado alegando que a maior altura das fêmeas criaria maior espaço para o desenvolvimento dos ovos (Moll & Legler, 1971). Segundo Astort (1984), a menor altura do casco nos machos facilitaria sua estabilidade sobre as fêmeas durante a cópula.

Apesar da Lagoa do Aviso ser um local antropizado, com despejo direto de esgoto doméstico e grande oferta de matéria orgânica, os indivíduos adultos de *Phrynops geoffroanus* avaliados neste estudo, foram ligeiramente menores do que os observados por Molina (1989) em cativeiro e Brites (2002) no Rio Uberabinha, (Uberlândia, MG). Entretanto, os indivíduos analisados neste trabalho apresentaram medidas de carapaça e plastrão maiores do que os indivíduos analisados por Santana (2012) no Monumento Natural Grota do Angico – SE. Esse fato pode ser explicado pelo fato de que diferentes padrões de crescimento corpóreo podem estar relacionados a fatores como o clima, qualidade e disponibilidade de recursos locais (Chen & Lue, 2002). Autores como Gibbons & Lovich (1990) também afirmam que o dimorfismo sexual no tamanho em quelônios pode variar geograficamente

devido à variação local das condições ambientais que causam diferenças no tamanho adulto.

Os resultados obtidos neste trabalho coincidem com os de Molina (1989) em todas as medidas da carapaça e plastrão quando comparamos machos e fêmeas.

Analisando a estrutura populacional foi possível evidenciar a predominância de fêmeas adultas na população de *P. geoffroanus* da Lagoa do Aviso. Quanto ao tamanho dos indivíduos, foram encontrados com mais frequência animais nas classes de tamanho de 18,92cm a 23,12cm de comprimento de carapaça, correspondendo a 64,08% dos animais capturados neste estudo. Estes valores caracterizaram os animais deste estudo como adultos, pois o tamanho do menor animal que apresentava característica sexuais secundárias que nos possibilitou definir o sexo media 16,90cm de comprimento de carapaça. A maior frequência de captura de fêmeas em relação aos machos e juvenis, pode ser reflexo do comportamento reprodutivo. As fêmeas ficam mais ativas no período reprodutivo e ao procurar locais para nidificar, ficariam mais disponíveis à captura (Martins & Souza, 2009). Já a captura de somente 15 animais classificados como juvenis pode estar relacionada à preferência de microhabitats e a predação nesta fase da vida (Téran & Vogt, 2004).

Nos quelônios atuais a determinação do sexo pode ser genotípica (DSG) ou dependente de fatores ambientais (TST). Essas duas modalidades de determinação sexual podem ocorrer dentro de uma mesma família, bem como dentro de um mesmo gênero (Spotila & Standora 1986). Ferreira-Júnior (2009), descreveu a espécie *P. geoffroanus* como sendo uma entre as quatro espécies brasileiras que apresentam determinação sexual genotípica, o que aproximaria de 1:1 as proporções entre machos e fêmeas no nascimento, porém esta relação pode variar ao longo do tempo na mesma população. Neste estudo a proporção de 1:1 foi observada em apenas 2 meses. Lovich & Gibbons (1990) sugerem que a razão sexual desviada em populações de quelônios pode ser explicada pela razão sexual diferencial de indivíduos recém-eclodidos, diferenças da idade de maturação sexual, diferenças nas taxas de movimentação e migração entre os sexos, diferenças nas taxas de mortalidade e sobrevivência entre machos e fêmeas e

problemas na metodologia e técnicas de amostragem. Nesse estudo buscamos minimizar os problemas na metodologia e técnicas de amostragem quando nos preocupamos em montar a rede de emalhe de maneira que abrangesse inúmeros microhabitats dentro da lagoa, como locais com baixa e alta profundidade e com presença e ausência de plantas aquáticas.

A estrutura de uma população de quelônios pode variar por diferentes motivos, dentre eles a migração de indivíduos adultos para outras populações, a pressão de predação diferencial exercida sobre um determinado tamanho corpóreo ou a pressão pela ação antrópica, quando alguns indivíduos maiores e, portanto mais visíveis, são capturados para serem utilizados na alimentação ou como animais de estimação (Hall *et al.*, 1999; Moore & Seigel, 2006). Outro fator que poderia ser responsável por variação na estrutura populacional é a captura de indivíduos para o consumo ou domesticação, entretanto não há relatos dessas práticas no entorno da Lagoa do Aviso.

A abundância estimada no presente estudo foi de 464 indivíduos, com intervalo de confiança entre 324 a 808 indivíduos, para a população de *P. geffroanus* da Lagoa do Aviso em Linhares – Espírito Santo. Este valor modifica-se constantemente em virtude de fatores como entrada e saída de indivíduos na população. A densidade das populações, particularmente das populações abertas, depende das condições ambientais durante a amostragem. No mês de outubro por exemplo, foram capturados apenas 17 animais. Esse fato pode ser explicado, dentre outras causas, pela presença exagerada de vegetação aquática que dificultou a colocação da rede, a movimentação do barco e aumentou os locais de refúgio dos animais. O tamanho estimado para a população pode ter sido subestimado devido à baixa taxa de recaptura (6%). Souza & Abe (2001) relataram que baixas taxas de recaptura indicariam alta mobilidade dos indivíduos e, também que os cágados poderiam ter aprendido a evitar determinados tipos de armadilhas. Esses autores descartaram também a hipótese de altas taxas de mortalidade por infecção em virtude da soltura de animais eventualmente lesionados em decorrência do manuseio para realização dos procedimentos necessários à realização do estudo. Aqui concordamos com esses autores,

pois todos os animais manuseados foram devolvidos à lagoa em bom estado de saúde.

Os dados obtidos no presente estudo demonstraram que apesar da população em questão estar localizada em uma Lagoa urbana altamente antropizada, ela apresentou parâmetros populacionais semelhantes aos das populações que vivem na natureza, evidenciando assim, a capacidade de *P. geoffroanus* ser altamente resistente as pressões antrópicas.

## CONCLUSÕES

As fêmeas diferiram dos machos em todas as medidas mensuradas neste trabalho, evidenciando assim dimorfismo sexual entre machos e fêmeas da espécie *Phrynops geoffroanus*.

A estrutura populacional da população de *Phrynops geoffroanus* da Lagoa do Aviso se caracteriza pela predominância de fêmeas e machos adultos e presença de indivíduos juvenis.

A razão sexual da população se mostrou desviada a favor das fêmeas, na proporção de 1 macho para cada 1,7 fêmea, apesar da espécie em questão apresentar determinação sexual genotípica que aproximaria a proporção de machos e fêmeas em 1:1.

O tamanho da população foi estimado em 426 indivíduos e pode ter sido subestimado pela baixa taxa de recaptura.

Este estudo explorou aspectos populacionais como o tamanho, a razão sexual e a estrutura da população, fornecendo informações importantes para essa espécie brasileira de quelônio em ambiente natural.

## REFERÊNCIAS III

ASTORT, E.D. 1984. Dimorfismo sexual secundário de *Phrynops* (*Phrynops*) *hilarii* (D.y B., 1835) y su conducta reproductora en cautiverio (Testudines – Chelidae). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” e Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales, 13 (2): 107-113.

AYRES, M. et al. BioEstat 4.0 - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil de Mamirauá, Belém-PA, 2005.

BERRY, J. F. & SHINE, R. 1980. Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 44 (1): 185-191.

BRITES, V.L.C. Hematologia, bioquímica do sangue, parasitologia, microbiologia, algas epizoárias, e histopatologia de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) (Testudinata, Chelidae) expostos a diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, Minas Gerais. Tese(Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

CHEN, T.H. & LUE, K.Y. 2002. Growth patterns of the yellow-margined box turtle (*Cuora flavomarginata*) in northern Taiwan. *Journal of Herpetology* 36 (2): 201-208.

FACHIN-TERA, A. & VOGTH, R. C. 2004. Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudine, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. *Phyllomedusa*, 3 (1): 29-42.

FERREIRA JUNIOR, P.D. 2009. Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas. *Acta Amazonica*, 39 (1): 139-154.

GIBBONS, J.W. et al. 2001. Demographic and ecological factors affecting conservation and management of the Diamondback Terrapin (*Malaclemys terrapin*) in South Carolina. *Chelonian Conservation and Biology*, 4 (2): 66-74.

GIBBONS, J.W., D.E. SCOTT, T.R. AVIS, J. RYAN, K.A. BUHLMANN, T.R. ACEY, D. TUBERVILLE, B.S. METTS, J.L. GREENE, T. MILLS, Y. LEIDEN, S. POPPY AND C.T. WINNE. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience*. 8 (50): 653-666.

GIBBONS, J.W., AND J.E. LOVICH. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the Slider Turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs* 4 (3): 129.

HALL, R.J. 1999. Fifty-year trends in a box turtle population in Maryland. *Biological Conservation*, 88 (2): 165-172.

LOVICH, J.E.; GIBBONS, J.W. 1990. Age at maturity influences adult sex ratio in the turtle *Malaclemys terrapin*. *Oikos*, Copenhagen, 59 (1): 126-134.

MARTINS, F.I. & SOUZA, F.L. 2009. *Hydromedusa maximiliani* (Mikan 1825) – Maximilian's Snake-Necked Turtle, Brazilian Snake-Necked Turtle. In: RHODIN, A. G.J.; PRITCHARD, P.C.H.; VAN DIJK, P.P.; SAUMURE, R.A.; BUHLMANN, K.A.; IVERSON, J. B. & MITTERMEIER, R. A. eds. *Conservation biology of Freshwater Turtles and Tortoises: a compilation project of the IUCN/Iheringia*, Sér. Zool., Porto Alegre, 100 (4): 413-424.

MEDEM, F. 1963. Informe sobre reptiles colombianos. Observaciones sobre la distribución geográfica y ecología de la tortuga *Phrynops geoffroanus* Colombia. *Novedades Colombianas/Museo De Historia Natural De La Universidad Del Cauca*, 1 (5): 291-300.

MOLINA, F.B. 1998. Comportamento e biologia reprodutiva dos cágados *Phrynops geoffroanus*, *Acanthochelys radiolata* e *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) em cativeiro. *Revista de Etologia* (n. esp.), 25-40.

MOLL E.O, LEGLER JM. 1971. The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama. *Bull Los Angeles Co Mus Nat Hist Sci* 11 (1): 102.

MOORE, M.J.C.; SEIGEL, R.A. 2006. No place to nest or bask: Effects of human disturbance on the nesting and basking habits of yellow-blotched map turtles (*Graptemys flavimaculata*). *Biological Conservation*, 130 (3): 386-393.

ODUM, E.P. 1988. *Ecologia*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil.

RICKLEFS, R.E. 2003. *A economia da natureza*. 5ª Edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

SANTANA, D.O. Dieta, dinâmica populacional e ectoparasitas de *Phrynops geoffroanus* (Sheiweigger, 1812) (Testudinata, Chelidae) do baixo São Francisco, Poco Redondo, Sergipe. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Sergipe, 2012.

SILVA, V.N. & ARAÚJO, A. F. B. 2008. *Ecologia dos Lagartos Brasileiros*. 1ª ed. Technical Books, Rio de Janeiro, 271p.

SMITH, G R. et al.2006. Changes in a Turtle Community from a Northern Indiana Lake: a long-term study. *Journal of Herpetology*, 40 (2): 180-185.

SOUZA, F.L. 2004. Uma revisão sobre os padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae). *Phyllomedusa* 3 (3): 15-27.

SOUZA, F.L. & ABE, A.S. 2000. Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in southeastern Brazil. *J. Zool.* 252 (2): 437-446.

SOUZA, F.L. & A.S. ABE. 2001. Population structure and reproductive aspects of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting an urban river in southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 36 (2): 57-62.

SOUZA, F.L.; ABE, A.S. 1999. Um sobrevivente em rios poluídos. *Ciência Hoje*. 25 (147): 59-61.

SPOTILA, J.R.; STANDORA, E.A. 1986. Sex determination in the desert tortoise: a conservative management strategy is needed. *Herpetologica*, 42 (1): 67-72.

TEIXEIRA. J.L. 2002. Uso e ocupação do solo na margem legal da lagoa do Avido: consideração sobre as políticas públicas de gestão do ambiente urbano. *Geografares*. 2 (1): 3-12.