



MELISE LUCAS SILVEIRA

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E
POPULACIONAL DE *Trachemys dorbigni*
(TESTUDINES, EMYDIDAE) NO EXTREMO
SUL DO BRASIL**

LAVRAS – MG

2013

MELISE LUCAS SILVEIRA

**VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E POPULACIONAL DE *Trachemys
dorbigni* (TESTUDINES, EMYDIDAE) NO EXTREMO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Paisagens Fragmentadas e Agroecossistemas, para a obtenção de título de Mestre.

Orientador

Dr. Alex Bager

LAVRAS-MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silveira, Melise Lucas.

Varição morfológica e populacional de *Trachemys dorbigni*
(Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil / Melise Lucas
Silveira. – Lavras : UFLA, 2013.

88 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Alex Bager.

Bibliografia.

1. Tartaruga de água-doce - Anomalias. 2. Impacto antrópico. 3.
Tartaruga de água-doce - Variação morfológica. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.5222

MELISE LUCAS SILVEIRA

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E POPULACIONAL DE *Trachemys dorbigni* (TESTUDINES, EMYDIDAE) NO EXTREMO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Paisagens Fragmentadas e Agroecossistemas, para a obtenção de título de Mestre.

APROVADA em 15 de julho de 2013.

Dr. Lucas Del Bianco Faria UFLA

Dr. Paulo Dias Ferreira Júnior UVV

Dr. Alex Bager

Orientador

LAVRAS-MG

2013

Aos meus pais, Nestor e Marta, que estiveram presentes em todos os momentos, eu dedico este trabalho e os meus sinceros agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Biologia (DBI), pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do setor de Ecologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos e atenção dedicada.

Ao professor Alex Bager pela orientação para a realização deste trabalho.

Aos professores Lucas Del Bianco Faria, Paulo Dias Ferreira Júnior e Renato Gregorin, por terem aceitado participar da banca examinadora.

A todas as pessoas que de alguma forma auxiliaram na coleta dos dados utilizados nesse trabalho.

Aos colegas de mestrado pelo companheirismo e amizade.

Aos colegas de laboratório pelos valiosos diálogos e momentos de descontração.

Aos amigos que fiz em Lavras pelos inúmeros momentos de alegria, estarão em meu coração para o resto da vida.

Aos amigos do Sul, vocês são como o sol, sem vocês nada faz sentido.

Aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado, sem a ajuda e motivação de vocês nada disso teria existido. Obrigada por nunca julgarem minhas escolhas, sabem o quanto isso é importante para mim.

Vou dar braçadas, remar todos mares do mundo.
OTM

RESUMO

A presente dissertação, intitulada “Variação Morfológica e populacional de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil”, encontra-se organizada em dois artigos. O primeiro artigo, intitulado “Variação geográfica na morfologia e estrutura populacional de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil” e o segundo artigo, com o título: “Irregularidades no padrão de escudos de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae): ontogenia e variação espacial”. Este estudo contribuiu para a caracterização das populações de *Trachemys dorbigni* do sul do Rio Grande do Sul, assim como a caracterização da ecomorfologia apresentada pela espécie e a presença de irregularidades no casco. De acordo com o esperado, as populações apresentaram variação morfológica e variação em suas estruturas populacionais entre as localidades amostradas. A variação morfológica não foi correlacionada com a distância geográfica. Foram encontrados fêmeas e machos significativamente maiores em locais legalmente protegidos, dentro de uma Unidade de Conservação. A variação na estrutura populacional (razão sexual) foi explicada pela presença de impacto antrópico. Em relação à escutelação observou-se uma diferença significativa entre as taxas de irregularidade de fêmeas provenientes de diferentes localidades, assim como também foram encontradas diferenças entre os sexos. As alterações na escutelação de *T. dorbigni*, de acordo com os resultados encontrados, provavelmente não influenciam na sobrevivência de seus indivíduos. A poluição do corpo d’água (eg.pesticidas) possivelmente não é a responsável isolada pela ocorrência de alterações nos escudos, pois tanto indivíduos de locais poluídos como os de preservados não apresentaram diferenças significativas nas taxas de irregularidades.

Palavras-chave: Anomalias. Impacto antrópico. Tartaruga de água-doce. Variação morfológica.

ABSTRACT

This dissertation, entitled "Morphological variation and population in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) in southern Brazil" is organized in two articles. The first article, entitled "Geographic variation in morphology and population structure in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) in southern Brazil" and the second article, entitled: "Irregularities in the pattern of shells in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae): age variation and spatial". This study contributes to the characterization of populations of *T. dorbigni* in southern Rio Grande do Sul, as well as the characterization of ecomorphology presented by species and presence of irregularities in the shell. In accordance with expectations, the populations showed morphological variation and variation in their population structures between the sampling sites. The morphological variation was not correlated with geographic distance. We found females and males significantly higher in places legally protected within a conservation area. The variation in population structure (sex ratio) was explained by the presence of anthropogenic impact. Regarding scutation observed a significant difference between the rates of irregularity of females from different locations, as well as find differences between the sexes. Changes in scutation of *T. dorbigni*, according to the results probably do not affect the survival of individuals. The pollution of the water body (eg.pesticides) possibly is not alone responsible for the occurrence of changes in the shells, because both individuals as preserved polluted sites showed no significant differences in rates of irregularities.

Keywords: Anomalies. Anthropic impact. Freshwater turtle. Morphological variation.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3	CONCLUSÃO.....	18
	REFERÊNCIAS.....	20
	SEGUNDA PARTE -	
	ARTIGOS	23
	ARTIGO 1 Variação geográfica na morfologia e estrutura populacional de <i>Trachemys dorbigni</i> (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil.....	24
	ARTIGO 2 Irregularidade no padrão de escudos de..... <i>Trachemys dorbigni</i> (Testudines, Emydidae): variação etária e espacial.....	58

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Compreender como os organismos se comportam e respondem às pressões ambientais é uma das mais antigas questões da Ciência. O ramo da ecologia que busca respostas para entender as relações da forma do organismo com o meio onde vivem é a ecomorfologia ou morfologia ecológica.

Inicialmente vale aqui conceituar o que é morfometria e ecomorfologia, a morfometria em si estuda a forma de um organismo e sua relação com o tamanho (PERES-NETO et al., 1995). Já a ecomorfologia trabalha com o entendimento das relações entre o fenótipo e os fatores abióticos e bióticos a que este está submetido e, dessa forma, revela padrões relacionados à ecologia das espécies (MOTTA et al., 1995).

A interação entre o genótipo, fenótipo e condições ambientais possibilita o desenvolvimento de caracteres morfológicos e comportamentais que determinam as estratégias realizadas pelos organismos e sua adaptação ao meio em que vivem (PERES-NETO; VALENTIN; FERNANDEZ, 1999). Assim, a busca por padrões tenta descobrir tais caracteres morfológicos e entender as respostas dos organismos frente às condições que foram submetidos ao longo de sua existência.

Para compreender como os organismos se comportam quanto a ecomorfologia, os pesquisadores avaliam a morfometria. Os estudos podem ser realizados através de técnicas de morfometria tradicional, que usa medidas lineares, ou morfometria geométrica, que utiliza marcos anatômicos. Ambas as técnicas utilizam como ferramenta a estatística multivariada para analisar o tamanho e a forma dos indivíduos, já que os organismos são multidimensionais (KLINGENBERG, 2002).

Alguns estudos de ecomorfologia são realizados com o grupo dos testudines (eg. CARRETERO et al., 2005; DAZA; PAEZ, 2007; LOVICH et al.,

2010) ao redor do mundo. Porém, no Brasil existe uma grande carência, sendo escassos trabalhos que tratem de variação morfológica entre populações de quelônios (eg. LUBIANA; FERREIRA JÚNIOR, 2009).

A presente dissertação intitulada: “Variação Morfológica e Populacional de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil”, objetiva analisar as variações morfológicas da espécie, alterações nas estruturas populacionais e verificar o padrão de escutelação considerando a variação etária e espacial. A dissertação foi estruturada em dois artigos, que abordam diferentes populações da espécie em cinco áreas no estado do Rio Grande do Sul.

O primeiro artigo intitulado: “Variação geográfica na morfologia e estrutura populacional de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil” analisou a variação morfológica e as estruturas populacionais da espécie, em áreas que apresentam diferentes impactos antrópicos.

O segundo artigo focou os escudos epidérmicos dos quelônios, sendo este intitulado “Irregularidades no padrão de escudos de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae): variação etária e espacial” e sendo analisadas as irregularidades no padrão de escudos.

Com este trabalho, objetivou-se identificar a existência de variações na morfologia e estrutura populacional, e analisar as irregularidades sobre o padrão de escutelação da espécie *T. dorbignino* extremo sul do Brasil, possibilitando compreender como as populações da espécie de diferentes localidades respondem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os Testudines ou Chelonia constituem 14 famílias com aproximadamente 331 espécies (ERNST; LOVICH, 2009; VITT; CALDWELL, 2009; TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP, 2012). Os animais pertencentes a essa ordem apresentam um longo período de vida, maturidade sexual tardia e uma baixa taxa de crescimento populacional (POUGH; HEISER; JANIS, 2008), com um padrão de crescimento corpóreo rápido em juvenis, e lento quando atingem a maturidade sexual (DUNHAM; GIBBONS, 1990; FRAZER et al., 1990; KENNET, 1996; MAGNUSSON et al., 1997; SHINE; IVERSON, 1995; SPENCER, 2002).

Os Testudines estão subdivididos em duas subordens: Cryptodira e Pleurodyra. Os representantes da subordem Cryptodira possuem vértebras cervicais com articulações, o que permite retrair a cabeça com uma curvatura em forma aproximada de “S”. Já os representantes da subordem Pleurodyra retraem a cabeça lateralmente devido a presença de juntas côndilo-cótilo ou cilíndricas entre vértebras cervicais adjacentes (POUGH et al., 2008).

Os Testudines são conhecidos por apresentarem um casco, estrutura única que diferencia esse grupo dos demais vertebrados (POUGH et al, 2008). Essa estrutura é intimamente associada a alguns padrões comportamentais (MOLINA, 1992), assim como a diversidade morfológica existente entre as espécies do grupo (VITT; CALDWELL, 2009). A porção dorsal do casco é denominada carapaça e a porção ventral denominada plastrão. Os ossos da carapaça geralmente são recobertos por escudos córneos de origem epidérmica que não coincidem em número e posição com os ossos subjacentes, característica que torna esta porção do casco extremamente resistente a choques mecânicos (POUGH et al., 2008).

As tartarugas da família Emydidae (Ordem Cryptodira) estão presentes na Europa, sul da América do Norte e sudeste da América do Sul, e se dividem em duas subfamílias: Emydinae e Deirochelyinae (VITT; CALDWELL, 2009). A família inclui tartarugas de hábitos semiaquáticos, aquáticos e terrestres, que podem medir de 11 cm até 40 cm quando adultas, e atualmente totalizam 42 espécies distribuídas em 10 gêneros (VITT; CALDWELL, 2009).

Dentro de Emydidae, e pertencente a subfamília Deirochelyinae, está o gênero *Trachemys*, sendo esse o único gênero da família Emydidae encontrado na América Central e América do Sul, com sua distribuição dos Estados Unidos à Argentina (SEIDEL, 2002). No Brasil, o gênero *Trachemys* é representado por apenas uma espécie: *Trachemys dorbigni*, que tem sua distribuição no Rio Grande do Sul, norte da Argentina e Uruguai (alguns exemplares são encontrados em outras regiões do Brasil, provavelmente devido à soltura ilegal desses animais) (LEMA; FERREIRA, 1990; VANZOLINI, 1995); há descrita uma subespécie: *T. d. adiutrix* (FRITZ et al., 2012; VANZOLINI, 1995), restrita a uma área do estado do Maranhão e Piauí, no nordeste do Brasil (BATISTELLA; CASTRO; VOGT, 2008).

Trachemys dorbigni é conhecida popularmente como “tartaruga tigre d’água” e é o quelônio mais abundante do Rio Grande do Sul (PEREIRA; DIEFENBACH, 2001). É uma espécie de fácil encontro e visualização, pois apresenta o comportamento de assoalhamento aquático e aéreo. Habitam diversos ambientes aquáticos, como banhados, rios, canais de irrigação, quadras de arroz, poças e cavas (BUJES; VERRASTRO, 2008) e até ambientes altamente poluídos, como corpos d’água que recebem dejetos orgânicos (FAGUNDES et al., 2010a).

A espécie *T. dorbigni* não se encontra na lista de animais ameaçados de extinção do Rio Grande do Sul (FONTANA et al., 2003). Porém, a espécie vem sofrendo diversos impactos, como a contaminação dos rios, destruição da mata

ciliar e comercialização ilegal de filhotes como animais de estimação, considerado o segundo réptil mais comum no comércio ilegal de animais de "pet shop" no Brasil (ICMBIO-RAN, 2011), atividades que influenciam na estabilidade das populações dessa espécie (MOLINA; GOMES, 1998; BUJES; VERRASTRO, 2008). Atividades agrícolas também geram um impacto negativo para a conservação de *T. dorbigni* principalmente nas áreas de desova, onde, segundo Bager e Rosado (2010), é necessária a preservação de uma faixa com 94m de extensão (medidos a partir da margem dos corpos d'água) para que se proteja 90% dos seus ninhos. Existe também a perda de indivíduos por atropelamentos (CARDOSO et al., 2010; COELHO et al., 2008), podendo afetar populações localizadas próximas a rodovias. Diante dessas ameaças, *T. dorbigni* deverá ser incorporada na nova lista de espécies brasileiras ameaçadas de extinção, na categoria de quase ameaçada (Comunicação pessoal)¹.

Trachemys dorbigni apresenta coloração verde-esmeralda quando jovem, com linhas de coloração amarela e laranja. Ao passar do tempo essa coloração perde a intensidade. A carapaça de *T. dorbigni* possui forma elíptica, composta por 38 escudos córneos, sendo um nucal, dois supracaudais, 22 marginais, cinco vertebrais e oito costais. O plastrão é composto por 16 escudos córneos: dois gulares, dois humerais, dois peitorais, dois abdominais, dois femorais, dois anais, dois axilares e dois anguiniais (CABREBRA, 1998). Um estudo realizado por Bujes e Verrastro (2007) descreveu a ocorrência de escudos epidérmicos supernumerários e algumas anomalias ocorrentes nos cascos de alguns exemplares de *T. dorbigni*. As fêmeas de *T. dorbigni* chegam a atingir em média 212 mm de comprimento de carapaça, enquanto que os machos atingem 181 mm (BAGER; FREITAS; KRAUSE, 2010).

A espécie apresenta dimorfismo sexual, onde os machos apresentam melanização, uma cauda mais larga e comprida, e a cloaca mais distal em relação à margem posterior do plastrão (CABRERA, 1998). Outra característica

para diferenciar machos de fêmeas foi recentemente descrita por Bager, Freitas e Krause (2010), que apontaram a CPD (distância terminal entre a carapaça e o plastrão) como uma importante característica, principalmente em indivíduos com menos de 130 mm de comprimento de carapaça, tamanho em que a melanização ainda não está presente.

Segundo Fagundes, Bager e Cechin (2010a), a maturidade sexual em fêmeas de *T. dorbigni* parece ocorrer a partir dos 176 mm de comprimento de carapaça. Para os machos, Fagundes, Bager e Cechin (2010b) verificaram a maturidade sexual em 127 mm de comprimento da carapaça.

O conhecimento sobre a reprodução da espécie sugere que *T. dorbigni* é capaz de nidificar duas ou mais vezes na mesma época reprodutiva (BAGER; FREITAS; KRAUSE, 2007; VANZOLINI, 1997). O período de desova de *T. dorbigni* tem seu início na primeira quinzena de outubro até a primeira quinzena de janeiro, com período de maior nidificação na segunda quinzena de novembro (BAGER; FREITAS; KRAUSE, 2007), com predominância de desovas no turno da manhã. Cada fêmea deposita em média 12 ovos por ninho, esses ovos apresentam formato elíptico e uma casca pergaminosa, com período de incubação de aproximadamente 95 dias (BAGER; FREITAS; KRAUSE, 2007). Molina (1995) realizou um estudo em cativeiro, e verificou desovas entre agosto e janeiro. O mesmo autor verificou uma média de 8,9 ovos por ninho. Ninhos de *T. dorbigni* sofrem intensa predação; em um estudo realizado por Gonçalves, Cechin e Bager (2007) 98% dos ninhos foram predados. A predação ocorre tanto por animais (eg. *Tupinambis merianae*), como também pelo homem para o comércio de animais de estimação (LEMA; FERREIRA 1990; BARCO; LARRIERA 1991; BAGER et al. 2007). Ainda é desconhecido o impacto que a pressão sobre ninhos e filhotes pode causar nas populações de *T. dorbigni*.

A distância dos ninhos em relação ao corpo d'água pode variar entre 0.4 m e 160.5 m, e de acordo com Bager e Rosado (2010) os ninhos ocorrem com

maior frequência entre 21 m e 40 m de distância do corpo d'água. Bager et al. (2007) relatam ninhos de *T. dorbigni* tanto em solos de areia como de argila, e verificaram uma preferência das fêmeas por áreas planas para realizarem a nidificação. Alguns estudos mostram que os ninhos são depositados de forma agregada (GONÇALVES; CECHIN; BAGER, 2007; FAGUNDES; BAGER; CECHIN, 2010a). O comportamento de acasalamento em *T. dorbigni* foi dividido em quatro fases sucessivas por Molina (1996) (em ambiente artificial): 1) procura pela fêmea, 2) acompanhamento à fêmea, 3) apresentação frontal e 4) cópula. Durante a apresentação frontal, a cabeça, o pescoço e os membros anteriores do macho ficam bem evidentes para a fêmea e o autor sugere que pode haver uma preferência por machos totalmente melânicos, já que essas partes do corpo tornam-se escuras com a maturidade sexual. O comportamento de desova foi dividido por Bager (2003) em cinco fases distintas: 1) deambulação pré-desova, 2) cavando, 3) desovando, 4) cobrindo e 5) deambulação pós-desova. Foi relatado por Bager et al. (2007) que os filhotes de *T. dorbigni* apresentam o comportamento de permanecerem no ninho após a eclosão dos ovos, uma estratégia que visa aumentar o sucesso de sobrevivência dos filhotes, que deixam o ninho após o inverno.

Quanto à dieta, vários autores consideram *T. dorbigni* uma espécie onívora oportunista (HAHN, 2005; HAHN; KRAUSE; BAGER, 2005; LEMA; FERREIRA, 1990; PEREIRA, 1998), alimentando-se de uma diversidade de itens de origem vegetal e animal. Há relatos de indivíduos de *T. dorbigni* se alimentando de um gastrópode exótico conhecido como “mexilhão-dourado” (*Limnoperna fortunei*) (BUJES; ELY; VERRASTRO, 2007). Hahn, Krause e Bager (2005) estudaram a dieta de indivíduos atropelados nas BRs 392 e 471, verificando que não existe sobreposição de nichos entre machos e fêmeas em *T. dorbigni*, sugerindo que a partição dos recursos alimentares observada para essa espécie pode ser resultado da diferente utilização dos microhabitats.

O presente estudo irá avaliar populações de *T. dorbigni* em áreas inseridas no bioma Pampa, que é caracterizado por extensas áreas abertas (eg. Campos da Campanha e do Planalto), e sua vegetação predominante compreende gramíneas e leguminosas, entremeadas por matas de galeria (pequenos bosques de árvores que ocorrem principalmente ao longo dos cursos d'água) (CHOMENKO, 2006). No Brasil, esse Bioma Pampa ocorre somente no Rio Grande do Sul e tem sido profundamente modificado por atividades humanas (e.g. pastoreio excessivo, queimadas, invasão de espécies exóticas e conversão de áreas nativas em áreas agriculturáveis) (BENCKE, 2003; PORTO, 2002; RISSER, 1997), bem como é considerado um dos biomas mais ameaçados do Brasil por possuir pouquíssimas unidades de conservação e uma das menores áreas legalmente protegidas (IBAMA/RS, 2007).

Buscando encontrar padrões morfológicos do casco e escutelação que possam ser associados aos impactos antrópicos a que a espécie é submetida, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a morfologia, estrutura populacional e irregularidades na escutelação de cinco populações de *Trachemys dorbigni* provenientes de diferentes áreas no extremo sul do Brasil.

3 CONCLUSÃO

A presente dissertação está elaborada em dois manuscritos, o primeiro: “Variação Morfológica e populacional de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil” foi desenvolvido na porção sul do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo cinco localidades que apresentam diferentes impactos antrópicos. As amostragens foram realizadas entre os anos de 1993 e 2007, por meio do uso de armadilhas com isca, rede de arrasto, busca ativa em campo e na água. Neste primeiro manuscrito, testou-se : 1) se as populações apresentaram alguma variação em suas estruturas populacionais, analisando as distribuições de estruturas de tamanho e a razão sexual; 2) se o tamanho e forma do corpo (morfologia da carapaça) variaram geograficamente, encontrando onde os indivíduos são maiores/menores e quais medidas apresentam variação em sua forma; 3) se o dimorfismo sexual na forma (SShD) e o índice de dimorfismo sexual (SDI) variou entre as populações estudadas. Concluiu-se que as populações variaram morfológicamente, assim como suas estruturas também apresentaram variação em suas razões sexuais. O segundo artigo, com o título: “Irregularidades no padrão de escudos de *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae): ontogenia e variação espacial” foi desenvolvido na porção sul do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo também sítios de amostragem, os quais apresentam diferentes impactos antrópicos. As amostragens foram realizadas entre os anos de 1993 e 2006, onde indivíduos adultos foram capturados por meio do uso de armadilhas com isca, rede de arrasto, busca ativa em campo e na água; e filhotes foram coletados através de busca por ninhos em épocas de nidificação. Em todos os indivíduos capturados foram observadas as irregularidades no padrão dos escudos. Neste estudo objetivou-se analisar os fatores ontogenia e variação espacial sobre o padrão de escudos da espécie *Trachemys dorbigni*. Observou-se uma diferença significativa entre as taxas de

irregularidade de fêmeas provenientes de duas localidades, assim como foram encontradas para duas localidades taxas de anomalias mais elevadas em fêmeas do que nos machos. As alterações na escutelação dessa espécie provavelmente não influenciam na sobrevivência de seus indivíduos.

REFERÊNCIAS

BAGER, A. **Aspectos da Biologia e Ecologia da Tartaruga Tigre D`Água, *Trachemys dorbignyi*, (Testudines – Emydidae) no Extremo Sul do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil.** 2003. 110p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BAGER, A. *Trachemys dorbignyi* (Brazilian Slider Turtle): Albinism. **Herpetological Bulletin**, Reino Unido, v. 113, p. 34-34, 2010.

BAGER, A.; FAGUNDES, C. K.; PIEDRAS, S. R. N. *Trachemys dorbignyi* hatchling overwintering. **Herpetological Review**, Salt Lake City, v. 38, n. 3, p. 335-336. 2007.

BAGER, A.; FREITAS, T. R. O.; KRAUSE, L. Nesting ecology of a population of *Trachemys dorbignyi* (Emydidae) in southern Brazil. **Herpetologica**, Austin, v. 63, n. 1, p. 56-65, mar. 2007.

BAGER, A.; FREITAS, T. R. O.; KRAUSE, L. Morphological characterization of adults of Orbigny's slider *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines Emydidae) in southern Brazil. **Tropical Zoology**, Firenze, v. 23, n.2, p. 181-194, dec. 2010.

BAGER, A.; ROSADO, J. L. O. Estimation of core terrestrial habitats for freshwater turtles in southern Brazil based on nesting areas. **Journal of Herpetology**, Salt Lake City, v. 44, n. 4, p. 658-662, dec. 2010.

BARCO, D. M.; LARRIERA, A. Sobre la validez de las subespecies de *Trachemys dorbignyi* y su distribución geográfica (Reptilia, Testudines, Emydinae). **Revista de La Asociación de Ciencias Naturales Del Litoral**, Santo Tomé, v. 22, n. 2, p. 11-17. 1991.

BATISTELLA, A. M.; CASTRO, C. P.; VOGT, R. C. Geographic Distribution, *Trachemys adiutrix*. **Herpetological Review**, Salt Lake City, v. 39, n. 2, p. 107-108. 2008.

BENCKE, G. A. Apresentação. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. (Org.). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 14-21.

BUJES, C. S.; ELY, I.; VERRASTRO, L. *Trachemys dorbigni*. Diet. **Herpetological Review**, Salt Lake City, v. 38, n. 3, p. 335. 2007.

BUJES, C. S.; VERRASTRO, L. Supernumerary epidermal shields and carapace variation in Orbigny's slider turtles, *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 666-672. 2007.

BUJES, C. S.; VERRASTRO, L. Quelônios do delta do Rio Jacuí, RS, Brasil: uso de habitats e conservação. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 157-170, out. 2008.

CABRERA, M. R. **Las tortugas continentales de Sudamerica Austral**. Córdoba, Argentina: Talleres gráficos BR Copias, 1998. 108p.

CARDOSO, C da C.; REBELATO, M. M.; MAINARDI, L. M.; HARTMANN, P. A. Atropelamentos de *Trachemys dorbigni* (Durémil & Bibron, 1835) (Testudines, Emydidae) em uma rodovia do Pampa brasileiro. In: XI SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PUCRS, 11., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2010. p. 129-131.

CARRETERO, M. A. et al. Morphological divergence among populations of *Testudo graeca* from west-central Morocco. **Animal Biology**, v. 55, n. 3, p. 259-279. 2005.

CHOMENKO, L. **O Pampa no atual modelo de desenvolvimento econômico.** IHU ONLINE, São Leopoldo, 2006. Disponível em: IHU ONLINE <<http://www.unisinos.br/ihu>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

COELHO, I. P.; KINDEL, A.; COELHO, A. V. P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 689-699, jul. 2008.

DAZA, J. M.; PAEZ, V. V. Morphometric variation and its effect on reproductive potential in female colombian slider turtles (*Trachemys callirostris*). **Herpetologica**, Austin, v. 63, n. 2, p. 125-134, jun. 2007.

DUNHAN, A. E.; GIBBONS, J. W. Growth of the slider turtle. In: GIBBONS, J. W. (Org.). **Life History and Ecology of the slider turtle**. Washington, D. C: Smithsonian Institution Press, 1990. p. 135-145.

ERNST, C. H.; LOVICH, J. E. **Turtles of the United States and Canada**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2009. 840 p.

FAGUNDES, C. K.; BAGER, A.; CECHIN, S. T. Z. *Trachemys dorbigni* (Testudines: Emydidae) in an anthropic environment in Southern Brazil: (II) Reproductive Ecology. **The Herpetological Journal**, Montrose, v. 20, n.3, p. 195-199, jul. 2010a.

_____. *Trachemys dorbigni* (Testudines: Emydidae) in an anthropic environment in Southern Brazil: (I) Sexual size dimorphism and population estimates. **The Herpetological Journal**, Montrose, v. 20, n. 3, p. 185-193, jul. 2010b.

FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. **Livro Vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 632 p.

FRAZER, N. B.; GIBBONS, J. W.; GREENE, J. L. Exploring Faben's growth interval model with data on a long – lived vertebrate, *Trachemys scripta* (Reptilia: Testudinata). **Copeia**, Lawrence, 1990: 112 – 118. 1990.

FRITZ, U. et al. Molecular phylogeny of Central and South American slider turtles: implications for biogeography and systematics (Testudines: Emydidae: *Trachemys*). **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 50, n. 2, p. 125-136, mai. 2012.

GONÇALVES, F. A.; CECHIN, S. Z.; BAGER, A. Predação de ninhos de *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835) (Testudines, Emydidae), no extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n. 4, p. 1063-1070, dez. 2007.

HAHN, A. T. **Análise da Dieta de *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835) no Sul do Rio Grande do Sul, Brasil (Testudines: Emydidae)**. 2005. 53p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

HAHN, A. T.; KRAUSE, L.; BAGER, A. Sobreposição e amplitude de nicho alimentar na espécie *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835) no extremo sul do Brasil (Testudines: Emydidae). In: Mostra Inova UFRGS, 2005, Porto Alegre. **Anais da Mostra Inova UFRGS**. 2005.

IBAMA/RS. "Parecer da Equipe Técnica do IBAMA - Grupo de Trabalho do Bioma Pampa - Sobre o Zoneamento Ambiental da Atividade da Silvicultura no Rio Grande do Sul". 5p. 2007.

ICMBIO-RAN. **Quelônios – *Trachemys dorbigni* – Tigre d'água brasileiro**. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/ran/index.php?id_menu=128&id_arq=66>. Acesso em: 14 jul. 2011.

KENNET, R. Growth models for two species of freshwater turtle, *Chelodina rugosa* and *Eseyadentata*, from the wet-dry tropics of northern Australia. **Herpetologica**, Austin, v. 52, n. 3, p. 383-395. 1996.

KRAUSE, L.; GOMES, N.; LEYSER, K. L. Observações sobre a nidificação e desenvolvimento de *Chrysemys dorbignyi* (Duméril & Bibron, 1835) (Testudines, Emydidae) na Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 79-90. 1982.

LEGLER, J. M. The genus *Pseudemys* in Mesoamerica: taxonomy, distribution, and origins. In: GIBBONS, J. W. (Org.). **Life History and Ecology of the Slider Turtle**. Washington, D. C: Smithsonian Institution Press, 1990. p. 82–105.

LEMA, T.; FERREIRA, M. T. S. Contribuição ao conhecimento dos testudines do Rio Grande do Sul (Brasil) – Lista sistemática comentada. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 12, n. 1, p. 125-164. 1990.

LOVICH, J. E. et al. Biphasic Geographic Variation in sexual size dimorphism of turtle (*Mauremys leprosa*) populations along an environmental gradient in Morocco. **Chelonian Conservation and Biology**, Kansas, v. 9, n. 1, p. 45-53, jun. 2010.

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

MAGNUSSON, W. E. et al. Growth of the turtle, *Phrynops rufipes* in Central Amazônia, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Kansas, v. 2, n. 4, p. 576-581. 1997.

MOLINA, F. B. O. Comportamento reprodutivo de quelônios. **Biotemas**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 61-70. 1992.

MOLINA, F. B. **Observações sobre a biologia e o comportamento reprodutivo de *Trachemys dorbigni* (Dumeril & Bibron, 1835) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Emydidae).** 1995. 307p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

_____. **Biologia e comportamento reprodutivo de quelônios.** In: Encontro Anual de Etologia, 14, Uberlândia, MG. Anais; organiz. por K. Del-Claro. Uberlândia, MG, Sociedade Brasileira de Etologia & Universidade Federal de Uberlândia, 1996.

MOLINA, F. B.; GOMES, N. Incubação artificial dos ovos e processo de eclosão em *Trachemys dorbigni* (Duméril&Bibron, 1835) (Reptilia, Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.15, p. 135-143. 1998.

PEREIRA, F. E. **Aspectos da ecologia de *Trachemys dorbigni* (Duméril&Bibron. 1835) (Testudines: Emydidae) em dois corpos d'água artificiais na Região da Grande Porto Alegre, Rio Grande do Sul.** 1998. 73p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PEREIRA, F. E; DIEFENBACH, C. O. Growth in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). **Biociências**. Porto Alegre, v. 9, p. 21-31. 2001.

PERES-NETO, P. R.; VALENTIN, J. L.; FERNANDEZ, F. A. S. Introdução a Análises Morfométricas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p.57-89. 1995.

PORTO, M. L. Os Campos Sulinos: sustentabilidade e manejo. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 119-138.2002.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; JANIS, C. M. **A Vida dos Vertebrados.** 4. ed. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo Ltda, 2008. 750p.

PRITCHARD, P. C. H.; TREBBAU, P. The Turtles of Venezuela. Contributions in Herpetology. **Society for the Study of Amphibians and Reptiles**, Ithaca, 1984. 403p.

RISSER, P. G. Diversidade em e entre prados. In: WILSON, E.O (Org.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 224-229.

SEIDEL, M. E. Revision of the West Indian emydid turtles (Testudines). **American Museum Novitates**, New York, n. 2918, p. 1-41, jun. 1988.

SEIDEL, M. E. Taxonomic observations on extant species and subspecies of slider turtles, genus *Trachemys*. **Journal of Herpetology**, Salt Lake City, v. 36, n. 2, p. 285-292, jun. 2002.

SHINE, R.; IVERSON, J. B. Patterns of survival, growth and maturation in turtles. **Oikos**, Copenhagen, v. 72, n.3, p. 343-348, abr. 1995.

SPENCER, R. J. Growth patterns of two widely distributed freshwater turtles and a comparison of common methods used to estimate age. **Australian Journal of Zoology**. Victoria, v. 50, n. 5, p. 477-490, dez. 2002.

TURTLE TAXONOMY WORKING GROUP [P. P. van Dijk, J. B. Iverson, H. B. Shaffer, R. Bour and A. G. J. Rhodin]. Turtles of the world, 2012 update: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. In: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. **Chelonian Research Monographs**, n. 5, p. 1-86. 2012.

VANZOLINI, P. E. A new species of turtle, genus *Trachemys*, from state of Maranhão, Brasil (Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 1, p. 111-125. 1995.

_____. A note on the reproduction of *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 57, p. 165-175.1997.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2009. 720 p.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS*

ARTIGO 1

Varição geográfica na morfologia e estrutura populacional de *Trachemys
dorbigni* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Brasil

O artigo foi redigido conforme as normas da revista científica: *Herpetologica*
(versão preliminar)

RESUMO

Foi avaliada a variação morfométrica e a estrutura populacional de cinco populações de *Trachemys dorbigni* no extremo sul do Brasil. Objetivou-se testar se os fenótipos variam de acordo com as distâncias geográficas entre os sítios e/ou com os impactos antrópicos de cada localidade. Também foi avaliado como cada população está estruturada (razão sexual), buscando explicações para as variações em suas estruturas com base nos impactos antrópicos aos quais as populações estão submetidas. As populações variaram morfologicamente, assim como suas estruturas também apresentaram variação em suas razões sexuais. A variação morfológica não foi correlacionada à distância geográfica e, em relação às características do ambiente, verificou-se que fêmeas e machos maiores ocorreram em locais legalmente protegidos, dentro de uma Unidade de Conservação. Razões sexuais tendenciosas a favor de um sexo foram explicadas pela presença de impacto antrópico.

Palavras-chave: Carapaça. Conservação. Estrutura de população. Tartaruga de água doce. Variação morfológica.

Quelônios vêm sendo submetidos a diversos impactos de origem humana, como a introdução de espécies exóticas (Richards-Dimitrie et al., 2013), degradação do habitat (Myers e Gibbs, 2013), construção de empreendimentos lineares (eg. rodovias; Aresco, 2005; Steen et al., 2006), coleta ilegal de ovos e indivíduos para *pet* e para consumo (Carretero et al., 2005; Daza e Paez, 2007; Sung; Karraker; Hau, 2013). Essas perturbações ambientais podem induzir mudanças no fenótipo dos indivíduos, alterando características morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais.

As alterações podem ocorrer entre populações de uma mesma espécie, causando variações na morfologia (fenótipo dos indivíduos) (Carretero et al., 2005), na estrutura populacional (Germano e Bury, 2009; Greaves e Litzgus, 2009) e nos aspectos reprodutivos (Daza e Paez, 2007). Desta forma, a busca por padrões objetiva identificar caracteres morfológicos e alterações nos parâmetros populacionais, e entender as respostas dos organismos frente às condições que são submetidos ao longo de sua existência.

Certas características da história de vida, como organismos que apresentam vida longa, crescimento corpóreo lento e maturidade sexual tardia, fazem algumas espécies serem menos resistentes aos efeitos de impactos antrópicos e características físicas e biológicas do habitat, sendo assim mais suscetíveis a declínios populacionais (Steen e Gibbs, 2004; Steen et al., 2006; Wallace e Saba, 2009). Desta maneira, as espécies que apresentam essas características podem necessitar de um período maior para que declínios populacionais possam ser observados (Findlay e Bourdages, 2000), e os efeitos da pressão do ambiente exercida nestes organismos só poderão ser reconhecidos quando se tornarem mais graves.

Tartarugas apresentam as características de história de vida citadas acima (eg. longo tempo de geração) e tanto as alterações na morfologia quanto as relacionadas à estrutura populacional têm implicações diretas na conservação

de suas populações. Alterações morfológicas apresentam relação direta com aspectos reprodutivos (Daza e Paez, 2007), influenciando na fecundidade e no tamanho da prole gerada, alterando o *fitness* reprodutivo (Ryan e Lindeman, 2007). Enquanto que alterações nas estruturas de populações (e.g. desvio na proporção sexual) podem ser um indicativo inicial de declínio populacional (Steen e Gibbs, 2004), colocando em risco o status futuro das populações.

O trabalho aqui proposto visa realizar um estudo de variação geográfica em uma espécie de tartaruga de água doce, *Trachemys dorbigni*, através de estudos ecomorfológicos e de estrutura populacional de cinco populações no extremo sul do Brasil. A espécie pertence à família Emydidae, com distribuição de seus representantes predominantemente no hemisfério norte (Pritchard e Trebbau, 1984), sendo que *T. dorbigni* é encontrada na América do Sul, com distribuição na Argentina, Brasil e Uruguai (Fritz e Havas, 2007). No Brasil há a descrição de uma subespécie para *T. dorbigni*: *T. d. adiutrix*, restrita a uma área do estado do Maranhão e Piauí, no nordeste do Brasil (BATISTELLA; CASTRO; VOGT, 2008; FRITZ et al., 2012; VANZOLINI, 1995).

Habita diversos ambientes aquáticos, como banhados, rios, canais de irrigação, quadras de arroz, e até ambientes altamente poluídos, como corpos d'água que recebem dejetos orgânicos. *Trachemys dorbigni* é o quelônio mais abundante do extremo sul do Brasil (Pereira e Diefenbach, 2001), sofrendo diversos impactos ao seu habitat, como contaminação dos rios, destruição da mata ciliar e comercialização ilegal de filhotes como animais de estimação, atividades que influenciam na estabilidade das populações dessa espécie (Molina e Gomes, 1998; Bujes e Verrastro, 2008).

Neste estudo, objetivou-se: 1) identificar o dimorfismo sexual na forma (SShD) e o índice de dimorfismo sexual (SDI) das populações estudadas; 2) verificar se as populações apresentaram alguma variação em suas estruturas populacionais, analisando as distribuições de estruturas de tamanho e

a razão sexual; 3) se o tamanho e forma do corpo (morfologia da carapaça) mudou com a localidade, encontrando onde os indivíduos são maiores/menores e quais medidas apresentam variação em sua forma.

Dessa forma, buscou-se identificar uma possível variação na morfologia de *T. dorbigni* de acordo com as pressões antrópicas a que os indivíduos são submetidos, assim como as estruturas populacionais apresentarão alterações em seus parâmetros devido a forças seletivas do ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estado do Rio Grande do Sul está situado no extremo sul do Brasil, caracterizado por um clima subtropical e temperado (Maluf, 2000), com a precipitação anual variando de 1162 a 2162 mm. As amostragens foram realizadas em quatro municípios do Rio Grande do Sul, todos localizados na Planície Costeira, zona sul do estado do Rio Grande do Sul: Arroio Grande, Pelotas, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, compreendendo cinco sítios de amostragens (Figura 1). Desses, dois sítios fazem parte de uma área legalmente protegida, a Estação Ecológica do Taim, denominados nesse trabalho como: ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2. Nestas cinco áreas estudadas encontrou-se diferentes impactos de origem antrópica (Tabela 1).

No município de Arroio Grande estão inseridas três formações fitoecológicas: Savana, Serra do Sudeste e Áreas de Formações Pioneiras (Souza e Velho, 2007), sendo encontrado neste uma altitude de 22 metros e uma temperatura média de 18° C. Neste município as amostragens foram realizadas na localidade de Ponta Alegre, nas coordenadas 32°12' de latitude e 52°44' de longitude. Esta localidade apresenta um impacto antrópico gerado pela coleta ilegal de filhotes de *T. dorbigni*, a fim de suprir o comércio ilegal para *pet* (RS Biodiversidade, 2007); segundo Bager (comunicação pessoal), outra interferência antrópica encontrada são as áreas de plantio de arroz localizadas próximas a área de coleta.

No município de Pelotas, as coletas ocorreram em uma área de banhado, formado pelas águas do arroio Santa Bárbara, apresentando uma área de aproximadamente 5,4 ha, apresentando uma altitude de 7 metros e com temperatura média de 19° C. A bacia do arroio Santa Bárbara está localizada na

porção sudoeste do município de Pelotas, e ocupa uma área de aproximadamente 83 km². Insere-se no conjunto de bacias do sistema lagunar Patos-Mirim, desaguando no Canal São Gonçalo (Simon e Cunha, 2008). A cobertura vegetal original resulta da localização da bacia em uma área de transição entre a serra e o litoral, apresentando áreas de banhado, campos, pastagens, além da mata subtropical arbustiva. No entanto, segundo Simon e Cunha (2008), a atual configuração espacial da área evidencia um intenso processo de apropriação dos recursos naturais por parte das atividades agrícolas e urbano-industriais. As águas do arroio Santa Bárbara sofrem despejo de resíduos humanos, sendo imprópria para consumo e balneabilidade (Fagundes et al., 2010). Além deste impacto a área de coleta também é margeada pela rodovia BR 392, por 680 m de extensão e aproximadamente 110 m distante da margem da água, gerando potencial atropelamento dos quelônios em deslocamento.

O município de Rio Grande compreende dois sítios de amostragens, a Lagoa Verde e uma dos sítios legalmente protegidos, a ESEC Taim 1, ambos apresentando áreas com 5 metros de altitude e com suas temperaturas médias de 18° C. A Lagoa Verde está inserida na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde (APA da Lagoa Verde), a qual foi criada em 22 de abril de 2005, segundo a Lei Municipal 6.084. A APA Lagoa Verde compreende um complexo formado pelos corpos hídricos Lagoa Verde, Arroio Senandes e Arroio Bolacha. Caracteriza-se por formações vegetais de campo sujo, fragmentos de floresta, mata de restinga arenosa e banhado (Batista et al., 2007). De acordo com Colares et al. (2007), a Lagoa Verde recebe água salgada, oriunda do estuário da Lagoa dos Patos, através dos ventos do quadrante Sul, mas o excesso de chuvas no inverno aumenta o aporte de água doce, diminuindo a salinidade de suas águas. Esta área de coleta é considerada como a mais preservada dentre todos os cinco sítios amostrados.

A Estação Ecológica do Taim (ESEC Taim), localizada entre o Oceano Atlântico e a Lagoa Mirim, tem parte de sua área no município de Rio Grande e parte em Santa Vitória do Palmar (Brasil, 1986). A estação compreende praias oceânicas, dunas, campos, matas, lagoas e, principalmente, banhados e alagados (Fragoso; Marques; Collischonn, 2008).

Na porção que compreende o município de Rio Grande, a área de coleta ocorreu na ESEC Taim 1; esta área apresenta como impacto antrópico presença de rodovia próxima ao corpo d'água, com uma distância da margem da água de cerca de apenas 10 metros. Ainda pertencente a ESEC Taim, mas fazendo parte do município de Santa Vitória do Palmar, está o sítio de amostragem denominado como ESEC Taim 2, apresentando altitude e temperatura média semelhantes às da ESEC Taim 1. Esta área ocupa a margem oeste da Lagoa Mangueira, onde faz divisa com uma extensa área de cultivo de arroz. Nesta área a atividade agrícola tem sido desenvolvida há mais de 20 anos (Bager et al., 2007); o cultivo é realizado através da irrigação por inundação, cuja água é disponibilizada por bombeamentos da água de diversas lagoas da estação. A pecuária é outra atividade implantada na região, a qual utiliza os campos de plantio de arroz nos anos de pousio. Estas atividades geram uma fonte de poluentes, como nutrientes, princípios ativos e orgânicos naturais lixiviados (Fragoso; Marques; Collischonn, 2008).

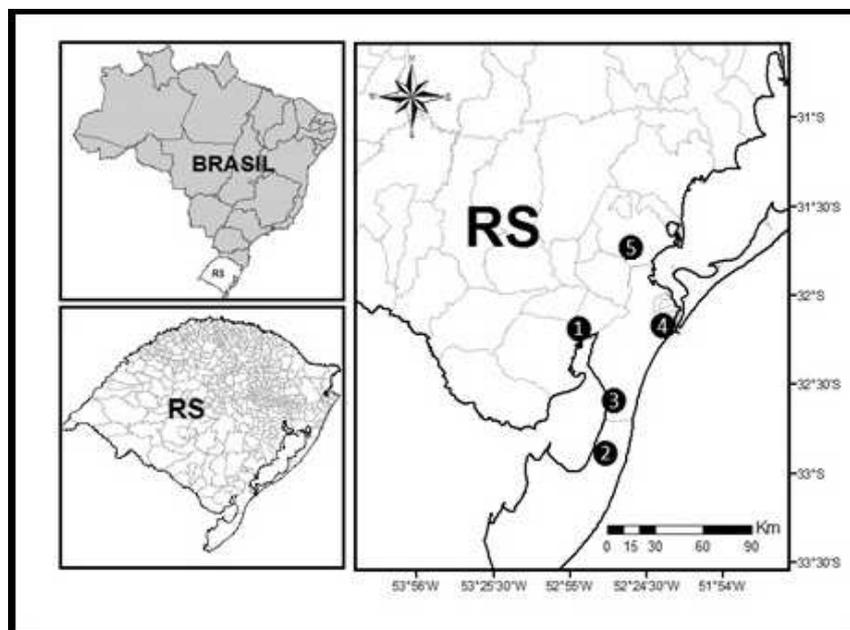


Figura 1 Mapa do estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, indicando as áreas de estudo. 1= Arroio Grande; 2= ESEC Taim 2;3= ESEC Taim 1;4= Lagoa Verde; 5= Pelotas

Tabela 1 Caracterização das localidades amostradas, período de amostragem, métodos de captura e total de adultos capturados em cada área

	Arroio Grande	ESEC Taim 1	ESEC Taim 2	Lagoa Verde	Pelotas
Latitude (S)	32°10'58,36"	32°32'00,16"	32°49'32,59"	32°07'54,16"	31°76'94,7"
Longitude (W)	52°42'57,66"	52°32'08,24"	52°37'19,01"	52°10'58,68"	52°36'82,1"
Altitude (m)	22	5	5	5	7
Temperatura Média Anual (°C)	18	18	18	18	19
Impacto Antrópico	Coleta de ovos/Agricultura	Rodovia	Agricultura		Poluição; Rodovia
Período de Amostragem	2000-2002, 2004-2005	1995-1996, 1998, 2000 e 2002	1995-2005	1993-1995	2006-2007
Métodos de Captura	ASF/ASW	ASF/ASW/ FN/SN	ASF/ASW/ FN	ASF/ASW/ SN	ASF/ASW/ FN/CT
Fêmeas/Machos	1152/21	161/303	763/191	122/108	286/181

FN: Armadilha do tipo funil; SN: mergulho livre com snorkel; CT: armadilha de siri; ASF: busca ativa em campo; ASW: busca ativa na água.

Coleta de dados

As amostragens foram realizadas entre os anos de 1993 e 2007, por meio do uso de armadilha do tipo funil e armadilha de siri (FN e CT), rede de arrasto, busca ativa no campo e na água (Tabela 1). A armadilha do tipo funil (FN) foi empregada na maioria das áreas, com dimensões de 30,4 cm de largura e 14,7 cm de altura. A armadilha de siri (CT) foi utilizada apenas em Pelotas e apresenta quatro aberturas (uma de cada lado) medindo em média 40,5 cm de circunferência (Fagundes et al., 2010). As buscas em campo consistiam da procura por indivíduos deambulando ou em processo de desova, esse tipo de busca amostra preferencialmente fêmeas. Na água as amostragens foram realizadas através de busca ativa e/ou de mergulho livre com snorkel, capturando indivíduos manualmente (Bager et al., 2010).

Registrou-se até 11 medidas de carapaça e plastrão de cada animal capturado: comprimento de carapaça (CC), largura máxima da carapaça (LMC), comprimento máximo do plastrão (CMP), comprimento da sutura médio-ventral (CSMV), largura máxima do plastrão (LMP), comprimento do lobo anterior (CLBA), comprimento do lobo posterior (CLBP), altura máxima da carapaça (ALT), distância terminal entre a carapaça e o plastrão (CPD), comprimento curvilíneo da carapaça (CCC), largura curvilínea da carapaça (LCC). As medidas lineares foram obtidas com paquímetros com acuracidade de 0,5 e 1 mm, enquanto que as medidas curvas (CCC e LCC) foram mensuradas com fita métrica flexível, permitindo acompanhar a curvatura da carapaça. Após a biometria todos os indivíduos capturados receberam um número individual, através de um corte nos escudos marginais, seguindo a metodologia proposta por Cagle (1939), com modificações idealizadas por Bager et al. (2010).

O sexo dos indivíduos foi determinado com base nas seguintes características secundárias, conforme determinadas por Cabrera (1998) e Bager

et al. (2010): comprimento da cauda, posição da cloaca em relação à margem posterior do plastrão e a existência do processo de melanização da carapaça e partes moles. Considerou-se machos os que apresentaram processo de melanização e uma cauda mais larga e comprida com cloaca em posição distal (em fêmeas a cloaca é mais próxima do plastrão), ou apenas uma dessas características (Molina; Matushima; Mas, 2001).

Análise de dados

Foi realizado um pré-tratamento dos dados, aplicou-se a fórmula dos quartis utilizando um coeficiente de 1,5, a fim de identificar e remover os possíveis outliers (Ryan, 2007):

$$\begin{aligned} & 3^{\text{a}}\text{quartil} + 1,5 * (3^{\text{a}}\text{quartil} - 1^{\text{a}}\text{quartil}) \\ & 1^{\text{a}}\text{quartil} - 1,5 * (3^{\text{a}}\text{quartil} - 1^{\text{a}}\text{quartil}) \end{aligned}$$

Comparou-se as distribuições de tamanho (CC) de cada população utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a existência de diferenças entre as estruturas de tamanho dos indivíduos de cada localidade (Zar, 2009). A razão sexual foi analisada com teste de qui-quadrado, utilizando apenas os exemplares capturados por armadilhas iscadas e busca ativa na água, excluindo os exemplares capturados com a busca ativa em campo, e limitando a influência amostral a fim de favorecer a mesma probabilidade de captura entre os sexos.

O efeito de tamanho é um grande problema em estudos de morfologia, desta forma eliminou-se tal efeito através do método idealizado por Leonart et

al. (2000), utilizando a seguinte equação: $Z = Y * \left(\frac{X_{\sigma}}{\bar{X}}\right)^b$, onde, X_{σ} é a média do

comprimento de carapaça (CC). O X representa o comprimento de carapaça de cada indivíduo; Y é a variável a ser transformada; b é o coeficiente alométrico da variável Y com o comprimento de carapaça, obtido através de uma regressão linear entre os logaritmos de Y e X ; e Z é a nova variável transformada, essas variáveis transformadas foram utilizadas em todas as análises discriminantes.

A fim de testar as variações de dimorfismo sexual dentro de cada população, foi realizada uma análise discriminante (Zuur; Leno; Smith, 2007) separando os grupos por sexos e utilizando as seguintes variáveis morfométricas: ALT, CCL, CLBA, CLBP, CMP, CPD, CSMV, LMC e LMP. Para as variáveis que não puderam entrar na análise multivariada, porque em alguns grupos não foram obtidas todas as mesmas variáveis morfométricas, realizaram-se testes de paralelismo e covariância.

Foi calculado o índice de dimorfismo sexual (SDI) (Stephens e Wiens, 2009) por meio da equação:

$$SDI = \frac{\text{Média CC das fêmeas}}{\text{Média CC dos machos}} - 1$$

Para analisar a variação geográfica em relação à morfologia, testou-se a diferença morfológica entre os grupos através do teste de análise discriminante linear, realizando uma análise para cada sexo separadamente. Os grupos foram formados de acordo com sua área geográfica (cinco grupos formados para cada análise) e as variáveis morfométricas utilizadas foram: ALT, CLBP, CMP e LMC. Para as variáveis morfométricas que não puderam entrar na análise discriminante, a variação geográfica foi testada através de paralelismo e covariância. As análises discriminantes foram realizadas utilizando o programa

Statistica 6 (Statsoft, 2004) e as de paralelismo e covariância e o qui-quadrado foram realizadas com o BioEstat 5.0 (Ayres et al., 2007).

Testou-se a autocorrelação espacial para verificar se a distância geográfica poderia explicar a variação morfométrica (Daza e Paez, 2007), e para isso comparou-se as matrizes de distâncias geográficas (Km) e morfométricas (ALT, CLBP, CMP e LMC), sendo que as matrizes foram separadas por sexo. A análise foi testada através do teste de Mantel (Mantel, 1967) utilizando o software Passage 2.0 (Rosenberg e Anderson, 2011).

RESULTADOS

Estrutura de população

Foi capturado um total de 3253 indivíduos adultos de *Trachemys dorbigni* provenientes de cinco populações no extremo sul do Brasil. A população de Arroio Grande apresentou fêmeas com uma média de CC de 203 mm e os machos 154 mm (Tabela 2).

Na ESEC Taim 1, as fêmeas apresentaram média de 236 mm de CC e os machos 197 mm. Nesta população a razão sexual foi de 0,5:1 (83 fêmeas; 184 machos) ($\chi^2 = 31,667$; $P < 0,0001$) (Tabela 2).

A população pertencente à ESEC Taim 2 apresentou fêmeas com média de 233 mm de CC, enquanto que para os machos a média de CC foi igual a 191 mm. A proporção de fêmeas e machos ficou em 1:1,36 (53 fêmeas; 72 machos) ($\chi^2 = 2,888$; $P = 0,107$) (Tabela 2).

Em Lagoa Verde, a média de CC para as fêmeas foi de 206 mm e para os machos foi de 181 mm. A razão sexual encontrada foi igual a 1,11:1 (117 fêmeas; 105 machos) ($\chi^2 = 0,649$; $P = 0,460$) (Tabela 2).

A população de Pelotas está estruturada com fêmeas que apresentaram média de CC de 192 mm e machos com média de 164 mm. A razão sexual desta população foi de 1:1,07 (160 fêmeas; 172 machos) ($\chi^2 = 0,434$; $P = 0,546$) (Tabela 2).

Tabela 2 Medidas do comprimento de carapaça (CC) (mm) e razão sexual (fêmeas:machos) de cinco populações de *Trachemys dorbigni* no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil

Localidade	Média CC				Média CC				Razão Sexual (F:M)
	Fêmeas (n)	Mín	Máx	D.P	Machos (n)	Mín	Máx	D.P	
Arroio Grande	203 (25)	180	247	18,8	154 (12)	127	178	15,3	
ESEC Taim 1	236 (83)	198	265	14,2	197 (184)	162	233	13,5	0,5:1*
ESEC Taim 2	233 (53)	206	256	11,9	191 (72)	159	216	13,2	1:1,36
Lagoa Verde	206 (117)	154	250	19,9	181 (105)	138	222	16,2	1,11:1
Pelotas	192 (160)	160	229	15,6	164 (172)	127	206	17,8	1:1,07

*Razão sexual estatisticamente diferente de 1:1.

Dimorfismo Sexual

Foi possível constatar que em *T. dorbigni* as fêmeas são maiores que os machos, pois observou-se um padrão em todas as localidades amostradas. Os machos foram maiores do que as fêmeas apenas na variável CPD (distância terminal entre a carapaça e o plastrão), nas demais medidas morfológicas analisadas as fêmeas foram maiores ou não houve diferenças significativas (Tabela 3). Na tabela 3 também pode-se verificar que os índices de dimorfismo sexual variaram de 0,14 a 0,32 entre as populações de *T. dorbigni*.

Tabela 3 Variáveis morfométricas identificadas através de Paralelismo (TP) e Covariância (Cov) como dimorfismos sexuais e o índice de dimorfismo sexual (SDI) encontrado de machos e fêmeas de *Trachemys dorbigni* no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil.

			LMC	CMP	CLBP	CPD	ALT	CLBA	CSMV	LMP	CCC	SDI
Arroio Grande	TP	F	1,29	0,74	3,98	-	1,02	-	-	-	-	0,32
		P	0,25	0,61	<0,05	-	0,31	-	-	-	-	
	Cov	F	19,39	53,87		-	8,33	-	-	-	-	
		P	<0,05	<0,05		-	<0,05	-	-	-	-	
ESEC Taim 1	TP	F	0,00	0,12	0,17	-	-	0,27	3,62	1,23		0,20
		P	0,98	0,73	0,69	-	-	0,62	0,06	0,27	-	
	Cov	F	133,67	121,47	51,73	-	-	6,19	19,28	59,65	-	
		P	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	-	
ESEC Taim 2	TP	F	2,50	0,12	0,03	-	4,29	-	-	2,36	-	0,16
		P	0,11	0,73	0,85	-	<0,05	-	-	0,12	-	
	Cov	F	60,14	167,57	55,68	-		-	-	98,62	-	
		P	<0,05	<0,05	<0,05	-		-	-	<0,05	-	
Lagoa Verde	TP	F	3,89	0,54	0,43	0,69	7,49	4,75	-	7,42	0,47	0,14
		P	<0,05	0,53	0,52	0,59	<0,05	<0,05	-	<0,05	0,50	
	Cov	F		91,41	8,13	56		-	-		0,32	
		P		<0,05	<0,05	<0,05		-	-		0,58	
Pelotas	TP	F	2,71	0,22	12,27	0,08	4,99	-	-	-	-	0,18
		P	0,10	0,64	<0,05	0,77	<0,05	-	-	-	-	
	Cov	F	101,93	206,38		54,42		-	-	-	-	
		P	<0,05	<0,05		<0,05		-	-	-	-	

- Medida morfométrica não obtida.

Comparando as estruturas de tamanho (CC) das populações entre si, verificou-se que as populações de Arroio Grande e Pelotas apresentaram as menores classes de tamanho, com classes de tamanho entre 120 mm e 170 mm para os machos de Arroio Grande, e entre 120 mm e 200 mm para os de Pelotas. Já as fêmeas de Arroio Grande apresentaram classes variando entre 180 mm e 240 mm, e as de Pelotas entre 160 mm e 220 mm (Figura 2). Através da análise de Kolmogorov-Smirnov verificou-se estatisticamente que as populações destas duas localidades (Arroio Grande e Pelotas) apresentam estruturas de tamanho similares entre si (Tabela 4). As demais populações (ESEC Taim 1, ESEC Taim 2 e Lagoa Verde), apresentaram classes de tamanho maiores e suas estruturas de tamanho foram estatisticamente diferentes de todas as demais populações analisadas (Tabela 4).

Tabela 4 Teste de Kolmogorov-Smirnov para comparar as estruturas de tamanho (CC) para fêmeas e machos de cinco populações de *Trachemys dorbigni* no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil. *D*= desvio máximo; *P*= nível de significância

		Arroio Grande		ESEC Taim 1		ESEC Taim 2		Lagoa Verde		Pelotas	
		<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>	<i>D</i>	<i>P</i>
Fêmea	Arroio Grande	-	-	0,71	<0,05	0,74	<0,05	0,29	>0,05*	0,20	>0,05*
	ESEC Taim 1	-	-	-	-	0,16	>0,05*	0,57	<0,05	0,81	<0,05
	ESEC Taim 2	-	-	-	-	-	-	0,54	<0,05	0,84	<0,05
	Lagoa Verde	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39	<0,05
	Pelotas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Arroio Grande	-	-	0,88	<0,05	0,83	<0,05	0,67	<0,05	0,19	>0,05*
Macho	ESEC Taim1	-	-	-	-	0,02	<0,05	0,39	<0,05	0,70	<0,05
	ESEC Taim 2	-	-	-	-	-	-	0,29	<0,05	0,65	<0,05
	Lagoa Verde	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49	<0,05
	Pelotas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Arroio Grande	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Populações com estruturas de tamanho similares.

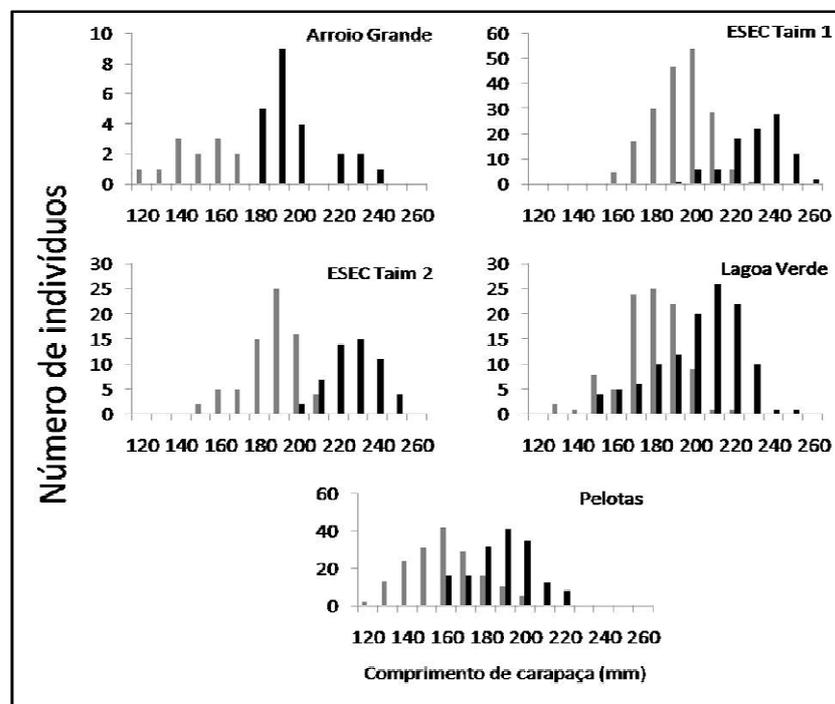


Figura 2 Distribuição de frequência do comprimento de carapaça (CC) (mm) para machos (barras cinzas) e fêmeas (barras pretas) de cinco populações de *Trachemys dorbignio* estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil

Varição Morfométrica

Fêmeas de ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 foram maiores do que as fêmeas das demais áreas, enquanto que as de Pelotas foram as menores encontradas no estudo (Tabela 3). Padrão semelhante foi encontrado para os machos, com os maiores também sendo de ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2, com a exceção da população de Arroio Grande que apresentou os menores machos entre todas as populações (Tabela 3).

Através da análise discriminante foi possível verificar que os indivíduos pertencentes às cinco populações analisadas formaram grupos distintos. Para as fêmeas a ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 foram unidas em um mesmo grupo, enquanto que as demais áreas formaram um segundo grupo ($P < 0,05$; $F_{16,40} = 206,82$; Wilks' lambda = 0,16) (Figura 3). O nível de acerto da classificação da análise discriminante foi de 81,34%. As áreas foram separadas pelo comprimento máximo do plastrão, altura máxima da carapaça, largura máxima da carapaça e comprimento do lobo posterior. O grupo formado por ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 apresentou fêmeas mais largas, com plastrão mais comprido, carapaças mais altas e lobos posteriores maiores do que as fêmeas do segundo grupo (Tabela 5).

Os machos apresentaram uma separação diferente da encontrada para as fêmeas; um grupo foi formado por ESEC Taim 1, ESEC Taim 2 e Lagoa Verde, enquanto que as populações de Arroio Grande e Pelotas ficaram isoladas ($P < 0,05$; $F_{8,93} = 363,358$; Wilks' lambda = 0,059) (Figura 3). O nível de acerto da classificação foi de 87,29%. Os machos foram separados pelo comprimento máximo da carapaça e altura máxima da carapaça (Tabela 5).

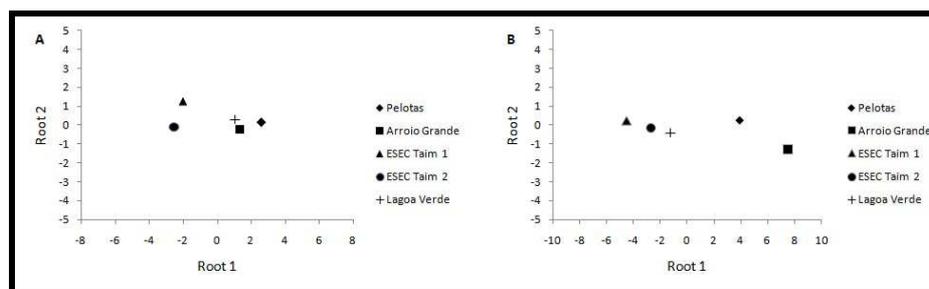


Figura 3 Análise Discriminante de cinco populações de fêmeas (A) e machos (B) de *Trachemys dorbigni* no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil. Os símbolos são os centroides (média da função discriminante) de cada população

A análise discriminante realizada com as fêmeas em período reprodutivo mostrou diferença significativa entre as populações ($P < 0,05$; $F_{162,26} = 338,09$; Wilks' lambda = 0,835). Foi encontrado o mesmo padrão de agrupamento que ocorreu na análise que englobou todas as fêmeas capturadas durante o estudo. O nível de acerto da análise foi de 82,46%.

Tabela 5 Coeficientes canônicos, total de acerto (%) da classificação e nível de explicação da Can I e II da Análise Discriminante para cinco populações de fêmeas e machos de *Trachemys dorbigni* no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil. ALT= altura máxima de carapaça; CLBP= comprimento do lobo posterior; CMP= comprimento máximo de plastrão; LMC= largura máxima de carapaça CAN= coeficientes canônicos

		Variáveis				Nível de explicação	Total de acerto
		ALT	CLBP	CMP	LMC	%	%
Fêmeas	Can I	-0,192	0,142	-0,612	-0,757	0,973	78,07
	Can II	-0,851	0,942	-0,570	0,168	0,993	
Machos	Can I	-0,137		0,984		0,990	87,29
	Can II	-0,992		0,182		1,000	

Através de análises de paralelismo e covariância encontrou-se a mesma formação de grupos encontrada com a análise multivariada (análise discriminante). Desta forma, para fêmeas, as populações da ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 continuaram formando o mesmo grupo, enquanto que Arroio Grande, Lagoa Verde e Pelotas formaram um segundo grupo.

Já para os machos, a análise de paralelismo e covariância mostrou uma formação diferente que a encontrada com a análise discriminante. A análise bivariada apresentou uma formação de quatro grupos, com ESEC Taim 1 e

ESEC Taim 2 formando um grupo, já as populações de Arroio Grande, Lagoa Verde e Pelotas ficaram isoladas, formando os demais três grupos. A formação de grupos obtida com as análises bivariadas acrescentaram o comprimento da sutura médio-ventral (CSMV) como uma variável que separa a população de Lagoa Verde da população da ESEC Taim 1 ($F= 3,61$; $P < 0,05$).

Não foi encontrada uma autocorrelação espacial entre as matrizes de distâncias geográficas e morfométricas para as fêmeas ($r = -0,049$; $P = 0,565$), assim como também não foi encontrada para os machos ($r = 0,214$; $P = 0,176$).

DISCUSSÃO

Em relação à razão sexual houve variação entre as populações estudadas, onde uma das quatro populações analisadas apresentou desvio na razão sexual. A população da ESEC Taim 1 apresentou uma população desviada para machos; considerando que esta população é impactada pela presença de rodovia, sugere-se que o desvio ocorre pela perda de fêmeas por atropelamento. Alguns autores (Steen and Gibbs, 2004; Aresco, 2005; Steen et al., 2006) concluíram que as fêmeas realmente são mais vulneráveis ao atropelamento do que os machos. O desvio na razão sexual e uma possível redução na sobrevivência de adultos pode ser um indicativo inicial de declínio populacional (Bowen et al., 2004; Steen e Gibbs, 2004), alertando para a problemática dos empreendimentos lineares próximos a corpos d'água. O trabalho realizado por Bager e Fontoura (2012) revela um aumento nas taxas de atropelamento de *T. dorbigni* na rodovia presente na ESEC Taim após a instalação de sistemas de proteção a fauna silvestre, aumentando o alerta sobre o desvio na proporção sexual da população impactada por tal rodovia.

Neste estudo pode-se ver que o desvio na razão sexual é resultado de um conjunto de fatores: impacto antrópico e comportamento diferenciado das

fêmeas; onde na época de nidificação se deslocam mais que os machos e necessitam atravessar estradas para encontrar um local adequado para a desova, onde a própria estrada proporciona um potencial habitat de nidificação (Schlaepfer et al., 2002).

Contudo, a população de Pelotas, que também apresenta como impacto a presença de rodovia, não teve sua proporção sexual afetada. As taxas de mortalidade ocasionada pela estrada podem ainda não ter sido suficientes para causar um efeito na razão sexual desta população (Grosse et al., 2011). E a existência de uma maior distância entre o corpo d'água e a estrada (110 metros) poderia estar ocasionando menos mortes do que a estrada encontrada na ESEC Taim 1, que, por observação pessoal dos autores, esta última está bem mais próxima das áreas úmidas (10 metros). Isto é fortemente suportado pelo estudo de Bager e Rosado (2010), o qual mostra que *T. dorbigni* desloca-se em média uma distância de 50 metros do corpo d'água para nidificar. Desta forma, na localidade de Pelotas, a estrada somente é alcançada pelos poucos indivíduos que extrapolam a média de deslocamento das fêmeas desta espécie. Além deste fator distância entre o corpo d'água e as estradas, outros estudos mostram o volume de tráfego como agente influenciador na forma como as estradas afetam os quelônios (Gibbs e Shriver, 2002; Iosif; Rozyłowicz; Popescu, 2013).

Recentes trabalhos sobre dimorfismo sexual em tartarugas têm mostrado que em muitas espécies de água doce, inclusive *T. dorbigni*, as fêmeas são maiores do que os machos (Gosnell et al., 2009; Bager et al., 2010; Bonnet et al., 2010; Bujes et al., 2011); este padrão também foi observado neste trabalho, em que todas as cinco populações analisadas apresentaram fêmeas maiores do que machos. Diferenças de tamanho entre machos e fêmeas provavelmente indicam diferenças ecológicas, fisiológicas e evolutivas entre os sexos (Dunham e Gibbons, 1990). Sugere-se uma dupla estratégia adaptativa entre os sexos, vantagens seletivas (Bonnet et al., 2010), sendo vantajoso para as fêmeas

atingirem maiores dimensões em relação aos machos, pois o tamanho corpóreo está associado ao aumento do seu potencial reprodutivo (tamanho da ninhada/maior tamanho dos ovos), podendo assim dar origem a um maior número de descendentes (Lovich e Gibbons, 1992; Bonnet et al., 2010). É vantajoso para os machos serem menores do que as fêmeas, possibilitando um aumento na mobilidade desses, o que auxilia na localização das fêmeas para a cópula, alocando grande parte de suas atividades a comportamentos sexuais (Berry Shine, 1980; Bonnet et al., 2010).

As cinco populações apresentaram padrões semelhantes de dimorfismo sexual, sendo que os machos foram sempre maiores na variável CPD do que as fêmeas; nas demais medidas as fêmeas foram maiores do que os machos na maioria das populações analisadas. Os resultados de dimorfismo sexual deste trabalho são semelhantes aos já reportados para a espécie (Bager; Freitas; Krause, 2010). Os valores de SDI relatados apresentaram uma grande variação entre as populações, porém esses valores estão dentro dos já reportados para a espécie (Molina, 1995; Bujes et al. 2011) e para o gênero (Gibbons e Lovich, 1990).

Verificou-se uma variação morfológica interpopulacional, sendo que as tartarugas da ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 foram maiores do que as capturadas nas demais áreas de estudo. A variação fenotípica entre duas ou mais populações pode ser resultado de sua bagagem genética juntamente com pressões antrópicas e características do ambiente, ou resultado de uma autocorrelação espacial (proximidade geográfica) (Dungan et al., 2002). Para as populações tanto de fêmeas como de machos pode-se eliminar o efeito de proximidade geográfica sobre a variação fenotípica encontrada, pois a autocorrelação espacial não foi estatisticamente significativa. Assim, as diferenças significativas encontradas no tamanho e forma do corpo podem ter surgido por pressão de seleção de diferentes condições do ambiente a que foram submetidos os indivíduos.

Os resultados deste trabalho mostraram que as fêmeas foram separadas pelo comprimento máximo do plastrão, altura máxima da carapaça, largura máxima da carapaça e comprimento do lobo posterior, sendo que as fêmeas das ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 foram mais largas e mais altas que as demais, e apresentaram um plastrão mais comprido e com lobos posteriores maiores, resultando em indivíduos mais volumosos. Os machos da ESEC Taim 1 e ESEC Taim 2 apresentaram um plastrão mais comprido e carapaças mais altas do que os dos demais machos, as demais populações (Arroio Grande, Lagoa Verde e Pelotas) ficaram isoladas, sem formar grupo com nenhuma outra população.

Os impactos antrópicos são fatores indicados como potenciais agentes de modelagem da forma e influência do tamanho (eg. Carretero et al., 2005; Daza e Paez, 2007). Observou-se, neste estudo, que indivíduos pertencentes a populações localizadas em áreas protegidas, em uma Unidade de Conservação encontrada no sul do Rio Grande do Sul, estão sofrendo uma pressão de seleção que está gerando indivíduos de maiores dimensões do que as demais populações analisadas. Enquanto que fêmeas de Pelotas, submetidas a ambiente com poluição orgânica, foram as que apresentaram as menores medidas morfológicas entre todos os demais. Já a população de Lagoa Verde, área isenta de impacto antrópico, apresentou fêmeas e machos com medidas morfológicas intermediárias.

Ao encontrar uma variação geográfica em relação à morfometria em *T. dorbigni* e saber o quão importante é o tamanho corpóreo em quelônios (Daza e Paez, 2007; Zuffi; Odetti; Meozzi, 1999), levou-se em consideração os resultados encontrados por Fagundes et al. (2010) e Bager et al. (2007), que estudaram a biologia reprodutiva de *T. dorbigni*. Fagundes et al (2010) encontraram menor tamanho dos ovos e menor número destes por ninhada para as fêmeas de Pelotas, enquanto que Bager et al (2007), trabalhando na Estação Ecológica do Taim (ESEC Taim), encontraram fêmeas ovopositando um maior

número de ovos por ninho e com estes sendo de tamanho maior do que os ovos provenientes das fêmeas de Pelotas. Com bases nesses estudos supracitados, tem-se fortemente suportada a hipótese de que o ambiente, ao moldar e selecionar diferentes tamanhos de indivíduos, acabam por alterar também os parâmetros reprodutivos em quelônios.

Agradecimentos. O primeiro autor agradece a agência CAPES pela bolsa de estudos que permitiu o desenvolvimento deste trabalho. Agradece aos alunos/colegas que ajudaram na coleta de dados em campo e seu processamento no Laboratório de Manejo e Conservação Ambiental (LAMCA), e ao Dr. Paulo Dias Ferreira Júnior e Dr. Lucas Del Bianco Faria por sugestões e críticas ao manuscrito.

LITERATURA CITADA

Aresco, M.J. 2005. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation* 123:37-44.

Ayres, M., M. Ayres JR., D.L. Ayres., and A.S. Santos. 2007. *Bioestat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. 364p.

Ashton, K.G., R.L. Burke, and J.N. Layne. 2007. Geographic Variation in Body and Clutch Size of Gopher Tortoises. *Copeia* 2007:355-363.

Bager, A., and J.L.O. Rosado. 2010. Estimation of Core Terrestrial Habitats for Freshwater Turtles in Southern Brazil Based on Nesting Areas. *Journal of Herpetology* 44:658-662.

Bager, A., T.R.O. Freitas, and L. Krause. 2007. Nesting ecology of a population of *Trachemysdorbignyi* (emydidae) in Southern Brazil. *Herpetologica* 63:56-65.

Bager, A., T.R.O. Freitas, and L. Krause. 2010. Morphological characterization of adults of Orbigny's slider *Trachemysdorbignyi* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines Emydidae) in southern Brazil. *Tropical Zoology* 23:181-194.

Bager, A., and V. Fontoura. 2012. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. *Ecological Engineering* 53:31-38.

Barco, D.M., and A. Larriera. 1991. Sobre la validez de las subespecies de *Trachemysdorbignyi* y su distribución geográfica (Reptilia, Chelonia, Emydinae). *Revista de La Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 22:11-17.

- Batista, T. L., R.C.A. Canteiro., L.P.P. Dorneles., and I.G. Colares. 2007. Levantamento Florístico das Comunidades Vegetais na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde, Rio Grande, RS. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5:225-227.
- Berry, J.F., and R. Shine. 1980. Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (Order Testudines). *Oecologia* 44:185-191.
- Bonnet, X., V. Delmas, H. El-Mouden, T. Slimani, B. Sterijovski, and G. Kuchling. 2010. Is sexual body shape dimorphism consistent in aquatic and terrestrial chelonians?. *Zoology* 113:213-220.
- Bowen, K.D., P.L. Colbert, and F.J. Janzen. 2004. Survival and Recruitment in a Human-Impacted Population of Ornate Box Turtles, *Terrapene ornata*, with Recommendations for Conservation and Management. *Journal of Herpetology* 38:562-568.
- BRASIL, 1986. Decreto nº 92.963. Estação Ecológica do Taim.
- Bujes, C.S., and L. Verrastro. 2008. Chelonians from the Delta of Jacuí River, RS, Brazil: habitats use and conservation. *Natureza e Conservação* 6:157-170.
- Bujes, C.S., F.B. Molina, and L. Verrastro. 2011. Population characteristics of *Trachemys dorbigni* (testudines, emydidae) from delta do Jacuí state Park, Rio Grande do Sul, southern Brazil. *South American Journal of Herpetology* 6:27-34.
- Bury, R.B. 1979. Population ecology of freshwater turtle. Pp 571-602 in M. Hurlles and H. Morlock (Eds), *Turtles – perspective and research*. New York, USA.
- Cabrera, M.R. 1998. Las tortugas continentales de Sudamérica Austral. Talleres gráficos BR Copias, Argentina.
- Cagle, F.R. 1939. A system of marking turtles for future identification. *Copeia* 3:170-173.

Carretero, M.A., M. Znari, D.J. Harris, and J.C. Macé. 2005. Morphological divergence among populations of *Testudograeca* from west-central Morocco. *Animal Biology* 55:259-279.

Colares, I. G., M.D.B. Schlee., L.C. Santos., and U.A.S. Magalhães. 2007. Variação da biomassa e produtividade de *Potamogetonpectinatus* L. (Potamogetonaceae) na Lagoa Verde, Rio Grande, RS. *Iheringia*, 62:131-137.

Congdon, J.D., and J.W. Gibbons. 1989. Biomass productivity of turtles in freshwater wetlands: A geographic comparison. *Freshwater Wetlands and Wildlife* 61:583–592.

Congdon, J.D., and J.W. Gibbons. 1990. Turtle eggs: their ecology and evolution. Pp. 109–123 in J.W. Gibbons (Ed.), *Life History and Ecology of the Slider Turtle*. Smithsonian Institution Press, U.S.A.

Congdon, J.D., J.L. Greene, and J.W. Gibbons. 1986. Biomass of freshwater turtles: A geographic comparison. *American Midland Naturalist* 115:165–173.

Correa-Pereira, J., and J.M. Schlee Jr. 2011. Reserva Biológica do Mato Grande: um patrimônio cultural e natural. Disponível em: <http://www.mec.gub.uy/munhina/osa/images/rebio_mato_grande.pdf>. Acesso em 05 de junho de 2011.

Daza, J.M., and V.V. Paez. 2007. Morphometric variation and its effect on reproductive potential in female colombian slider turtles (*Trachemyscallirostriscallirostris*). *Herpetologica* 63:125-134.

Dungan, J.L., J.N. Perry, M.R.T. Dale, P. Legendre, S. Citron-Pousty, M.J. Fortin, A. Jakomulska, M. Miriti, and M.S. Rosenberg. 2002. A balanced view of scale in spatial statistical analysis. *Ecography* 25:626–640.

Dunham, A.E., and J.W. Gibbons. 1990. Growth of the slider turtle. Pp. 135-145 in J.W. Gibbons (Ed.), Life History and Ecology of the Slider Turtle. Smithsonian Institution Press, USA.

Fagundes, C.K., A. Bager, and S.T.Z. Cechin. 2010. *Trachemys dorbigni* in an anthropic environment in southern Brazil: I) Sexual size dimorphism and population estimates. Herpetological Journal 20:185-193.

Findlay, C.S., and J. Bourdages. 2000. Response Time of Wetland Biodiversity to Road Construction on Adjacent Lands. Conservation Biology 14:86-94.

Fragoso Jr., C.R., D.M.L.M. Marques., and W. Collischonn. 2008.

Modelagem tridimensional da estrutura trófica em cascata na Lagoa Mangueira. Relatório de Atividades. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS.

Fritz, U., and P. Hava. 2007. Checklist of chelonians of the world. Vertebrate Zoology 57:149-368.

Germano, D.J., and R.B. Bury. 2009. Variation in Body Size, Growth, and Population Structure of *Actinemys marmorata* from Lentic and Lotic Habitats in Southern Oregon. Journal of Herpetology 43:510-520.

Gibbons, J.W. 1990. Sex ratios and their significance among turtle populations. Pp. 171-182 in J.W. Gibbons (Ed), Life History and Ecology of the Slider Turtle. Smithsonian Institution Press, USA.

Gibbons, J.W., and J.E. Lovich. 1990. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemysscripta*). Herpetological Monographs 4:1-29

Gosnell, J.S., G. Rivera, and R.W. Blob. 2009. A Phylogenetic Analysis of Sexual Size Dimorphism in Turtles. *Herpetologica* 65:70-81.

Greaves, W.F., and J.D. Litzgus. 2009. Variation in life-history characteristics among populations of North American wood turtles: a view from the north. *Journal of Zoology* 279:298-309.

Grosse, A.M., J.C. Maerz, J. Hepinstall-Cymerman, M.E. Dorcas. 2011. Effects of Roads and Crabbing Pressures on Diamondback Terrapin Populations in Coastal Georgia. *The Journal of Wildlife Management* 75:762-770.

Iosif, R., L. Rozyłowicz., and V.D. Popescu. 2013. Modeling road mortality hotspots of Eastern Hermann's tortoise in Romania. *Amphibia-Reptilia* 34:163-172.

Lema, T., and M.T.S. Ferreira. 1990. Contribuição ao conhecimento dos Testudines do Rio Grande do Sul (Brasil). Lista Sistemática comentada (Reptilia). *Acta Biologica Leopoldensia* 12:125-164.

Lleonart, J., J. Salat, and G.J. Torres. 2000. Removing Allometric Effects of Body Size in Morphological Analysis. *Journal of Theoretical Biology*. 205:85-93.

Losos, J.B., and D.L. Mahler. 2010. Adaptive radiation: the interaction of ecological opportunity, adaptation, and speciation. Pp. 381-420 in M. A. Bell, D. J. Futuyma, W. F. Eanes, and J. S. Levinton, Eds. *Evolution Since Darwin: The First 150 Years*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Lovich, J.E., and J.W. Gibbons. 1992. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development & Aging* 56:269-281..

Maluf, J.R.T. 2000. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 8:141-150.

Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalised regression approach. *Cancer Research* 27:209-220.

Matzenauer, R., B. Radin, and I.R. Almeida. 2011. Atlas Climático do Rio Grande do Sul. CemetRS, Brasil.

Molina, F.B., and N. Gomes. 1998. Incubação artificial dos ovos e processo de eclosão em *Trachemys dorbigni* (Duméril&Bibron, 1835) (Reptilia, Testudines Emydidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 15:135-143.

Molina, F.B., E.C. Matushima, and M. Mas. 2001. Class Reptilia, order Chelonia (Testudinata) (chelonians): Turtles, tortoises. Biology, management, and free-living populations, p.15-22. In: M.E. Fowler & Z.S. Cubas (eds.). *Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals*. Ames, Iowa State, University Press.

Pereira, F.E., and C.O. Diefenbach. 2001. Growth in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). *Biociências* 9:21-31.

Peres-Neto, P.R. 1999. Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riachos. *Oecologia Brasiliensis* 6:209-236.

Pritchard, P.C.H., and P. Treibbau. 1984. *Turtles of Venezuela*. Caracas, Soe. Study of Amphibians and Reptiles. 403p.

Rosenberg, M.S., and C.D. Anderson. 2011. PASSAGE: pattern Analysis, spatial statistics, and geographic exegesis. Version 2.0. *Methods in Ecology and Evolution* 2:229-232.

Rosenzweig, M.L. 1968. Net primary productivity offerrestrial communities: prediction from climatological data. *American Naturalist* 102:67-74.

Ross, D.A., K.N. Brewster, R.K. Anderson, N. Ratner, and C.M. Brewster. 1991. Aspects of the ecology of wood turtles, *Clemmys insculpta*, in Wisconsin. Can. Field-Nat. 105:363–367.

RS Biodiversidade. 2007. Operação do IBAMA e Forças Armadas localiza 5,2 mil ovos de tartaruga nas margens da Lagoa Mirim. Disponível em: <<http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=noticias&id=161>>. Acesso em 28 de out. de 2013.

Ryan, K.M., and P.V. Lindeman. 2007. Reproductive allometry in the common map turtle, *Graptemys geographica*. American Midland Naturalist 158:49–59.

Ryan T.P. 2007. Methods of Collecting and Presenting Data. In: [redacted]. Modern Engineering Statistics, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey. Cap 1, p.1-25.

Schlaepfer, M.A., M.C. Runge, and P.W. Sherman. 2002. Ecological and evolutionary traps. Trends in Ecology and Evolution 17:474-480.

Simon, A.L.H., and C.M.M.L. Cunha. 2008. Alterações geomorfológicas derivadas da intervenção de atividades antrópicas: análise temporal na Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS). Revista Brasileira de Geomorfologia - Ano 9, nº 2.

Statsoft, Inc. 2004. Statistica: data analysis software system. Version 6. Tulsa: Computer Program manual.

Steen, D.A., M.J. Aresco, S.G. Beilke, B.W. Compton, E.P. Condon, C. Kenneth Dodd Jr., H. Forrester, J.W. Gibbons, J.L. Greene, G. Johnson, T.A. Langen, M.J. Oldham, D.N. Oxier, R.A. Saumure, F.W. Schueler, J.M. Sleeman, L.L. Smith, J.K. Tucker, and J.P. Gibbs. 2006. Relative vulnerability of female turtles to road mortality. Animal Conservation 9:269-273.

Steen, D.A., and J.P. Gibbs. 2004. Effects of Roads on the Structure of Freshwater Turtle Populations. *Conservation Biology* 18:1143-1148.

Stephens, P.R., and J.J. Wiens. 2009. Evolution of sexual size dimorphisms in emydid turtles: ecological dimorphism, rensch's rule, and sympatric divergence. *Evolution* 63:910-925.

Souza, C.R.G., and F.S. ANJOS. 2007. Impacto dos programas de eletrificação rural em comunidades rurais de Arroio Grande, RS. *Revista Extensão Rural, DEAER/CPGExR – CCR – UFSM, Ano XIV*.

Souza, E.D., and E.A. VELHO. 2007. A Biogeografia de Arroio Grande-RS. XVI CIC UFPEL.

Sung, Y.-H., N.E. Karraker., and B.C.H. HAU. 2013, Demographic Evidence of Illegal Harvesting of an Endangered Asian Turtle. *Conservation Biology*
Tucker, J.K., D. Moll, and O. Moll. 1999. Growth of slider turtles (*Trachemyscripta*) from temperature and tropical populations. *Chelonian Conservation and Biology* 3:464–467.

Wallace, B.P., and V.S. Saba. 2009. Environmental and anthropogenic impacts on intra-specific variation in leatherback turtles: opportunities for targeted research and conservation. *Endangered Species Research* 7:11-21.

Zar, J.H. 2009. *Biostatistical Analysis*, 5th ed. Prentice Hall, New Jersey. 994p

Zuffi, M.A.L., F. Odetti., and P. Meozzi. 1999. Body size and clutch size in the European pond turtle (*Emys orbicularis*) from central Italy. *J. Zool.* 247:139–143.

Zuur, A.F., E.N. Leno., and G.M. Smith. 2007. *Analysing Ecological Data*. Springer, New York. 698p.

APÊNDICE

APÊNDICE I - Variáveis morfométricas obtidas para análise de dimorfismo sexual em fêmeas e machos de cinco populações de *Trachemys dorbigni* no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil. N= número de indivíduos analisados; Mín= valor mínimo; Máx= valor máximo; Méd= valor médio; D.P= desvio padrão.

Variáveis	Arroio Grande		ESEC Taim 1		ESEC Taim 2		Lagoa Verde		Pelotas		
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
LMC	N	1083	21	130	239	543	66	115	104	253	179
	Mín.	125	99	150	125	147	121	123	113	122	99
	Máx.	183	135	195	163	194	163	185	163	176	152
	Méd.	153,9	116,5	176,0	146,6	171,9	139,6	157,4	137,5	149,9	125,5
	D.P	10,5	10,1	9,8	8,2	8,4	9,2	13,5	10,2	10,8	10,9
CMP	N	431	16	124	245	752	90	109	104	251	180
	Mín.	147	111	189	145	185	142	157	127	147	118
	Máx.	232	163	224	209	244	199	222	199	221	192
	Méd.	190,8	136,4	220,0	178,3	215,1	170,7	196,1	164,1	184,8	146,9
	D.P	15,3	15,0	12,8	12,5	11,1	12,4	15,3	13,9	14,8	16,3
CLBP	N	426	16	58	120	524	65	120	105	275	178
	Mín.	76	62	100	79	99	77	77	70	67	63
	Máx.	123	87	129	111	130	109	123	106	119	99
	Méd.	100,0	73,8	115,9	95,6	113,9	91,2	103,2	89,5	96,2	79,1
	D.P	8,5	7,0	6,9	6,7	6,2	6,9	10,7	7,9	9,6	7,6
CPD	N							45	56	139	48
	Mín.							16	17	14	16
	Máx.							27	29	28	30
	Méd.							21,8	23,6	21,7	21,9
	D.P							2,6	2,5	2,8	3,3
ALT	N	1058	20			456	64	113	102	243	174
	Mín.	63	54			90	55	53	59	58	48
	Máx.	114	105			117	113	128	112	107	89
	Méd.	88,8	79,8			103,7	86,9	88,5	86,0	82,7	67,7
	D.P	8,6	16,4			5,1	14,2	15,2	13,4	10,0	8,6

	N		19	126			120	106				
	Mín.		92	82			75	68				
CLBA	Máx.		126	107			123	107				
	Méd.		110,3	92,5			101,7	88,3				
	D.P		8,9	6,4			10,8	7,9				
			Arroio Grande		ESEC Taim 1		ESEC Taim 2		Lagoa Verde		Pelotas	
Variáveis			Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
	N				19	26						
	Mín.				174	146						
CSMV	Máx.				231	188						
	Méd.				202,4	166,4						
	D.P				16,8	11,0						
	N		57	92	435	61	121	107				
	Mín.		114	96	112	90	93	86				
LMP	Máx.		150	123	147	120	144	125				
	Méd.		132,0	110,5	129,9	105,0	122,3	106,0				
	D.P		8,4	5,9	6,5	6,8	11,8	8,0				
	N						118	106				
	Mín.						172	154				
CCC	Máx.						285	250				
	Méd.						231,3	202,4				
	D.P						25,3	20,7				

ARTIGO 2

Irregularidades no padrão de escudos de *Trachemys dorbigni* (testudines, emydidae): variação etária e espacial

O artigo foi redigido conforme as normas da revista científica: Herpetologica
(versão preliminar)

RESUMO

A ocorrência de anomalias é comum em populações de quelônios, podendo ser produzida por fatores bióticos e abióticos. No presente estudo avaliou-se as irregularidades nos escudos epidérmicos da carapaça e plastrão de fêmeas, machos e filhotes de *Trachemys dorbigni*, provenientes de cinco localidades no extremo sul do Brasil, estado do Rio Grande do Sul. Foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre as taxas de irregularidade de fêmeas provenientes de três localidades, assim como encontraram-se para duas localidades taxas de anomalias mais elevadas em fêmeas do que nos machos. Em uma população foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre as taxas de irregularidades entre fêmeas e filhotes, com taxas mais elevadas nas fêmeas. As alterações na escutelação dessa espécie provavelmente não influenciam na sobrevivência de seus indivíduos. A poluição ambiental (eg. pesticidas) possivelmente não é a responsável isolada pela ocorrência de alterações nos escudos, pois tanto indivíduos de locais poluídos como de preservados não apresentaram diferenças significativas nas taxas de irregularidades.

Palavras-chave: Anomalias. Carapaça. Tartaruga de água doce. Variação nos escudos.

O CASCO do grupo Testudines é uma estrutura única que o diferencia dos demais vertebrados, sendo que a porção dorsal do casco é denominada carapaça e a porção ventral denominada plastrão. Juntamente da carapaça, geralmente, encontram-se fundidas as vértebras torácicas e as costelas (Pough et al., 2008). Os ossos da carapaça e plastrão geralmente são recobertos por escudos córneos de origem epidérmica, sendo que estes não coincidem em número e posição com os ossos subjacentes, e é essa característica que torna o casco extremamente resistente a choques mecânicos (Pough et al., 2008).

Estes escudos córneos podem apresentar anormalidades, os quais foram classificados por Zangerl e Johnson (1957) em três grupos: a) suturas incompletas; b) adição ou supressão de escudos e c) anormalidades envolvendo uma área maior. Neste estudo analisou-se apenas a irregularidade de adição ou supressão de escudos, considerada como uma anomalia de menor grau, ou seja, que provavelmente não altera a sobrevivência do portador (Bell et al., 2006).

Os estudos indicam que a variação na escutelação é causada tanto por fatores abióticos, como também por fatores genéticos (eg. endogamia e efeito gargalo). Diversas causas são associadas à ocorrência das irregularidades em escudos, como o manuseio dos ovos (Maste Carr, 1989), composição da casca do ovo, onde ovos de casca flexível são mais dependentes do ambiente externo (Salera Jr. et al., 2009), baixa umidade durante a incubação (Lynn e Ullrich, 1950; Bálazs e Györffy, 2006), assim como exposição a baixas ou elevadas temperaturas (Molina, 1995; Hewavisenthi e Parmenter, 2001; Kazmaier e Robel, 2001; Fernandez e Rivera, 2004; Bálazs e Györffy, 2006). Produtos químicos, como PAHs (poluentes orgânicos) também são indicados como potenciais causadores das alterações nos escudos (Bell et al., 2006).

No presente trabalho tem-se como espécie foco de estudo a tartaruga de água doce, *Trachemys dorbigni* (Duméril e Bibron, 1835). A espécie pertence à família Emydidae, com distribuição na América do Sul, sendo encontrada na

Argentina, Brasil e Uruguai (Fritz e Havas, 2007), e há descrição de uma subespécie: *T. d. adiutrix* (FRITZ et al., 2012; VANZOLINI, 1995), restrita a uma área do estado do Maranhão e Piauí, no nordeste do Brasil (BATISTELLA; CASTRO; VOGT, 2008). Habita diversos ambientes aquáticos, como banhados, rios, canais de irrigação, quadras de arroz, e até ambientes altamente poluídos, como corpos d'água que recebem dejetos orgânicos. *Trachemys dorbigni* é o quelônio mais abundante do extremo sul do Brasil (Pereira e Diefenbach, 2001), sofrendo diversos impactos ao seu habitat, como contaminação dos rios, destruição da mata ciliar e comercialização ilegal de filhotes como animais de estimação (Molina e Gomes, 1998; Bujes e Verrastro, 2008).

Este trabalho teve como objetivo responder as seguintes questões: 1) Ocorre variação nas irregularidades de escudos entre fêmeas e machos? 2) Ocorre variação espacial nas irregularidades nos escudos de machos, fêmeas e filhotes? 3) Ocorre variação entre as classes etárias no padrão dos escudos do casco de *T. dorbigni*, ou o padrão dos adultos segue o mesmo dos filhotes?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi realizado no extremo sul do Brasil, na planície costeira do estado do Rio Grande do Sul. As amostragens foram realizadas em cinco sítios pertencentes aos municípios de Arroio Grande (AG), Pelotas, Rio Grande (Lagoa Verde e ESEC Taim 1) e Santa Vitória do Palmar (ESEC Taim 2) (Figura 1) (Tabela 1). Os locais de amostragem englobam campos abertos, extensas áreas de lavouras de arroz irrigado, banhados, manchas de floresta de árvores nativas e áreas legalmente protegidas. As áreas amostradas também se diferenciam por apresentarem diferentes impactos de origem antrópica: como

coleta de ovos e filhotes para suprir o comércio ilegal de animais de estimação (Lema e Ferreira, 1990; Barco e Larriera, 1991); presença de rodovia próxima ao corpo d'água amostrado (Fagundes et al., 2010), ocasionando possíveis colisões entre os veículos e as tartarugas que em épocas de reprodução e nidificação deslocam-se atravessando a rodovia; atividade agropastoril no entorno do corpo d'água (Bager e Rosado, 2010), ocorrendo entrada de pesticidas e aumento de nutrientes do escoamento agrícola. Tais ambientes aquáticos são considerados como um ambiente que apresenta contaminação (Davye Murphy, 2009) e entrada de dejetos orgânicos no corpo d'água (Fagundes et al., 2010), gerando aumento da biomassa vegetal e, conseqüentemente, uma eutrofização local (Tabela 1).

A região de estudo caracteriza-se por apresentar baixas altitudes, com as precipitações médias bem distribuídas através dos meses do ano, com precipitação anual variando de 1200 a 1400 mm. O clima destes municípios está dentro do subtemperado (STE) úmido e temperado (TE) úmido. O clima subtemperado caracteriza-se por temperatura média anual entre 12,1°C a 22°C; o temperado por apresentar temperatura média anual entre 12,1°C a 18°C; e o clima úmido representa um excedente hídrico maior que 200mm e um déficit que vai de 1 a 150mm (Maluf, 2000). A variável ambiental de precipitação foi obtida do Atlas Climático do Rio Grande do Sul (Matzenauer et al., 2011).

Tabela 1 Caracterização das localidades amostradas e período de amostragem

	Arroio Grande	ESEC Taim 1	ESEC Taim 2	Lagoa Verde	Pelotas
Latitude (S)	32°10'58,36"	32°32'00,16"	32°49'32,59"	32°07'54,16"	31°76'94,7"
Longitude (W)	52°42'57,66"	52°32'08,24"	52°37'19,01"	52°10'58,68"	52°36'82,1"
Altitude (m)	22	5	5	5	7
Temperatura Média Anual (°C)	18	18	18	18	19
Tipo Climático	**	STE Um*	TE Um*	STE Um*	TE Um*
Impacto Antrópico	Coleta de ovos/Agricultura	Rodovia	Agricultura	-	Poluição; Rodovia
Período de Amostragem	2000-2002, 2004-2005	1995-1996, 1998, 2000 e 2002	1996-1997, 1999-2002	1993-1995	2006

*STE Um= clima subtropical úmido; *TE Um= clima temperado úmido.

**O município encontra-se em transição do temperado úmido ao subtropical úmido.

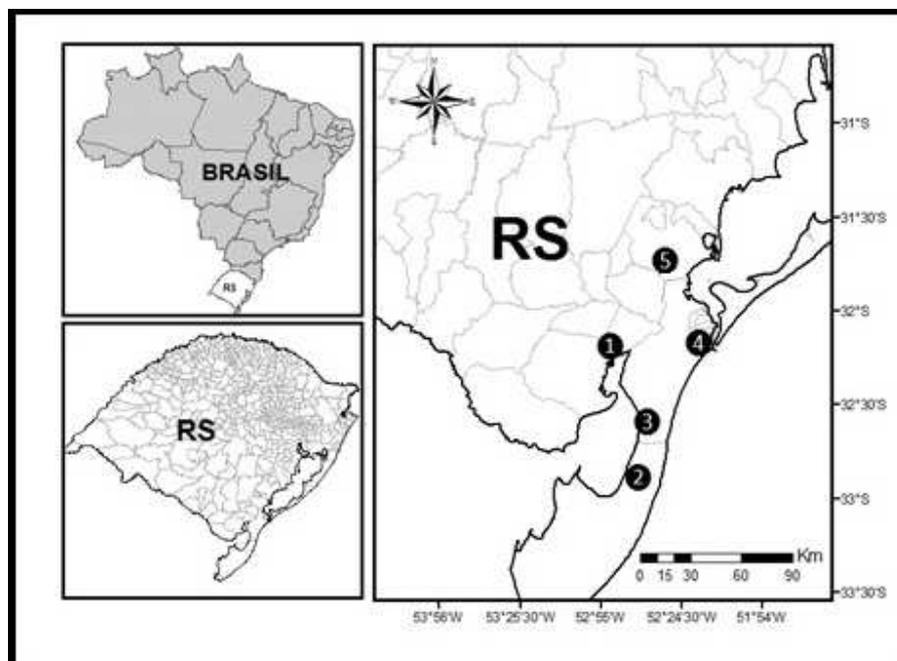


Figura 1 Mapa do estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, indicando a localização das cinco áreas de estudo: 1= Arroio Grande; 2= ESEC Taim 2; 3= ESEC Taim 1; 4= Lagoa Verde; 5= Pelotas

Coleta e análise de dados

As amostragens foram realizadas entre os anos de 1993 e 2006, variando entre as áreas de amostragem (Tabela 1). Indivíduos adultos foram capturados através do uso de armadilhas com isca (FN – armadilha do tipo funil e CT – armadilha de siri), arrastão (rede de arrasto), busca ativa em campo e na água. Os filhotes foram capturados manualmente após seus ninhos terem sido identificados através de busca ativa em campo durante a temporada de nidificação e eclosão dos ovos, provenientes de duas áreas: Arroio Grande e ESEC Taim 2. Alguns dos filhotes analisados são provenientes de chocadeira,

sendo os ovos oriundos do ambiente natural e incubados em laboratório. Os ovos incubados eram pertencentes das localidades de Arroio Grande e ESEC Taim 2, coletados durante a estação de nidificação de 2001 e 2002, respectivamente.

O sexo dos indivíduos adultos foi determinado com base nas seguintes características secundárias, conforme determinadas por Cabrera (1998) e Bager et al. (2010): comprimento da cauda, posição da cloaca em relação à margem posterior do plastrão e a existência do processo de melanização da carapaça e partes moles. Consideraram-se machos os que apresentaram processo de melanização e uma cauda mais larga e comprida com cloaca em posição distal, ou apenas uma dessas características. Os filhotes não foram sexados.

Em todos os indivíduos capturados foram observadas as irregularidades no padrão dos escudos. A espécie em estudo tem sua carapaça composta por 38 escudos córneos, sendo um nugal, dois supracaudais, 22 marginais, cinco vertebrais e oito costais. O plastrão é composto por 16 escudos córneos: dois gulares, dois humerais, dois peitorais, dois abdominais, dois femorais, dois anais, dois axilares e dois inguiniais (Cabrera, 1998) (Figura 2). As observações foram realizadas com base neste padrão, onde registrou-se para cada indivíduo: na carapaça, o tipo de escudo alterado, a quantidade de alterações neste escudo, e identificando se a irregularidade consistia em adição ou supressão do escudo; já para os escudos do plastrão não foi identificado o tipo de escudo alterado, apenas registrou-se a quantidade de alterações e se estas eram de adição ou supressão.

Os indivíduos foram separados em grupos por sexo/classe etária (fêmea, macho e filhote) e localidade. Calculou-se, para cada grupo, a porcentagem e o total de indivíduos que apresentaram alterações no padrão de escudos. Estas proporções foram comparadas par a par entre as localidades e entre os sexos através do teste Z para comparação de proporções. Para verificar se as

irregularidades ocorriam em maior proporção na carapaça ou no plastrão foi efetuado um teste de Qui-quadrado.

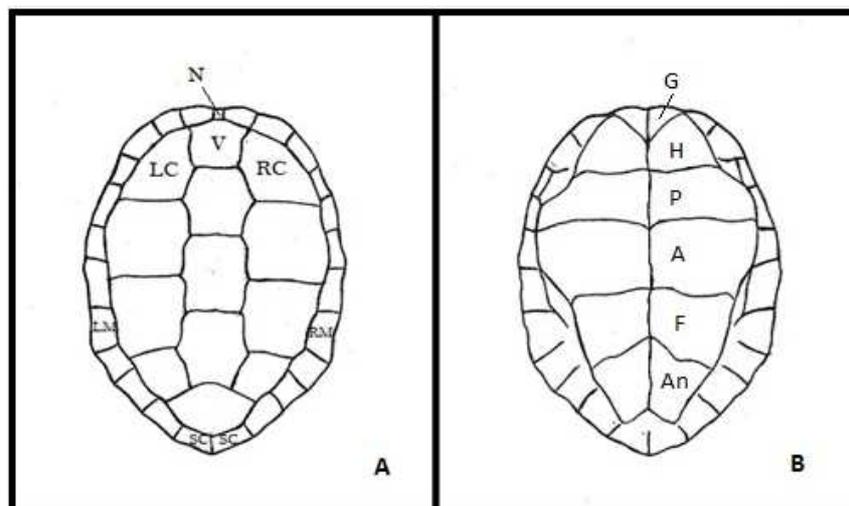


Figura 2 Padrão de escudos do casco de *Trachemys dorbigni*. A: escudos da carapaça (LC= costal esquerdo; RC= costal direito; LM= marginal esquerdo; RM= marginal direito; N= nuchal; V= vertebral; SC= supracaudal). B: escudos do plastrão (G= gular; H= humeral, P= peitoral; A= abdominal; F= femoral; An= anal).

Para testar se os grupos apresentavam similaridade em suas alterações de escudos, realizou-se uma análise de similaridade (ANOSIM). Essa análise incluiu 13 grupos: cinco grupos de fêmeas; quatro grupos de machos; dois grupos de filhotes de ninhos naturais; e dois grupos de filhotes provenientes de chocadeira. Nesta análise foram utilizados apenas os indivíduos que apresentaram alguma alteração no padrão de escudos. Os indivíduos foram considerados como amostras e os escudos como variáveis (LC, RC, LM, RM, V, N, SC, Plastrão), empregou-se a matriz de distância Euclidiana utilizando o número total de escudos que variaram em cada indivíduo. Adicionalmente

realizaram-se mais três análises de similaridade, focando apenas variação geográfica, sendo uma análise para as fêmeas, outra para os machos e outra englobando os filhotes. A análise foi realizada no software PRIMER 6 (Clarke e Gorley, 2006).

RESULTADOS

Nos adultos de *T. dorbigni*, verificou-se que das 2454 fêmeas avaliadas, 479 indivíduos apresentaram alterações em seus escudos, onde 448(93,53%) apresentavam alterações na carapaça, e 31 (6,47%) apresentavam alterações no plastrão ($\chi^2 = 363,03$; g.l= 1; $p < 0,001$) (Tabela 2). Já dos 673 machos avaliados, 90 apresentaram alterações nos escudos, em 81 indivíduos (90%) as irregularidades localizavam-se na carapaça e nove indivíduos (10%) apresentavam alterações no plastrão ($\chi^2 = 57,60$; g.l=1; $p < 0,001$) (Tabela 2).

Dos 881 filhotes provenientes de ninhos naturais, verificou-se que 130 (14,8%) apresentavam padrão irregular dos escudos do casco, todas as irregularidades localizadas na carapaça (Tabela 2).

Dos 70 filhotes provenientes de chocadeira, 13 indivíduos (18,6%) apresentavam padrão irregular dos escudos do casco e que destes, 12 (92,3%) localizavam-se na carapaça e apenas 1 indivíduo (7,7%) apresentou alteração no plastrão ($\chi^2 = 9,31$; g.l= 1; $p < 0,0055$) (Tabela 2).

A taxa de alterações nos escudos das fêmeas de Arroio Grande foi significativamente menor do que as taxas encontradas para as fêmeas da ESEC Taim 2 ($Z = 4,12$; $p < 0,05$) e Pelotas ($Z = 2,93$; $p < 0,05$) (Tabela 3). Os machos não apresentaram diferenças significativas entre suas taxas de alterações de escudos (Tabela 4). Em relação à variação das taxas entre os sexos, em duas populações (ESEC Taim 2 e Pelotas) os machos apresentaram taxas de irregularidades inferiores às encontradas nas fêmeas (Tabela 5). Nos filhotes não

foram encontradas diferenças significativas entre as taxas de irregularidades quando comparados entre localidades e também quando comparados entre filhotes que eclodiram em ninhos naturais com filhotes eclodidos em chocadeira (Tabela 6). Ao comparar as taxas de fêmeas e filhotes, verificou-se que as fêmeas da ESEC Taim 2 apresentam uma taxa de irregularidade significativamente superior a encontrada para os filhotes provenientes da mesma localidade ($Z= 2,34$; $p<0,05$) (Tabela 7).

Tabela 2 Total de indivíduos de *Trachemys dorbigni* analisados, com o nº e a % total de indivíduos com alterações nos escudos, provenientes de cinco localidades do extremo sul do Brasil

		Fêmeas	Machos	Filhotes nat	Filhotes choc
Arroio Grande	N total	1148	21	713	36
	N alterados (%)	183 (15,9)	0	103 (14,5)	8 (22,2)
ESEC Taim 1	N total	140	303	-	-
	N alterados (%)	29 (20,7)	44 (14,5)	-	-
ESEC Taim 2	N total	762	81	168	34
	N alterados (%)	179 (23,5)	10 (12,4)	27 (16,1)	5 (14,7)
Lagoa Verde	N total	121	108	-	-
	N alterados (%)	22 (18,2)	18 (16,7)	-	-
Pelotas	N total	283	181	-	-
	N alterados (%)	66 (23,3)	18 (9,9)	-	-

*Filhotes nat= filhotes provenientes de ninhos naturais; Filhotes choc= filhotes provenientes de chocadeira.

Tabela 3 Valores de Z e p correspondentes às comparações entre fêmeas de cinco localidades no estado do Rio Grande do Sul, com relação às taxas de irregularidades no casco. Nível de significância= 0,05

	ESEC Taim 1	ESEC Taim 2	Lagoa Verde	Pelotas
Arroio Grande	1,44 (0,15)	4,12(0,03)*	0,64(0,52)	2,93(0,03)*
ESEC Taim 1		0,72(0,47)	0,51(0,61)	0,60(0,55)
ESEC Taim 2			1,29(0,20)	0,06(0,95)
Lagoa Verde				1,15(0,25)

* significativamente diferente.

Tabela 4 Valores de Z e p correspondentes às comparações entre machos de quatro localidades com relação às taxas de irregularidades no casco. Nível de significância= 0,05

	ESEC Taim 2	Lagoa Verde	Pelotas
ESEC Taim 1	0,50(0,62)	0,53(0,59)	1,46(0,14)
ESEC Taim 2		0,83(0,41)	0,58(0,56)
Lagoa Verde			1,67(0,09)

Tabela 5 Porcentagem de indivíduos com alterações nos escudos e valores de Z e p correspondentes às comparações entre fêmeas e machos de quatro localidades com relação às taxas de irregularidades no casco. Nível de significância= 0,05

Localidade	% Fêmea alterada	% Macho alterado	Z (p)
ESEC Taim 1	20,71	14,52	1,63(0,10)
ESEC Taim 2	23,49	12,35	2,28(0,02)*
Lagoa Verde	18,18	16,66	0,30(0,76)
Pelotas	23,32	9,94	3,65(0,02)*

* significativamente diferente.

Tabela 6 Porcentagem de indivíduos com alterações nos escudos e valores de Z e *p* correspondentes às comparações entre filhotes de ninhos naturais e de chocadeira de duas localidades com relação às taxas de irregularidades no casco. Nível de significância= 0,05

	% de indivíduos alterados	Z (<i>p</i>)
AG choc X Ag nat	22,22; 14,45	1,28(0,20)
ESEC Taim 2 choc X ESEC Taim 2 nat	14,70; 16,07	0,20(0,84)
AG nat X ESEC Taim 2 nat	14,45; 16,07	0,53(0,59)
AG choc X ESEC Taim 2 choc	22,22; 14,70	0,81(0,42)

AG choc= Filhotes de Arroio Grande de chocadeira; AG nat= Filhotes de Arroio Grande de ninho natural; ESEC Taim 2 choc= Filhotes da ESEC Taim 2 de chocadeira; ESEC Taim 2 nat= Filhotes da ESEC Taim 2 de ninho natural.

Tabela 7 Porcentagem de indivíduos com alterações nos escudos e valores de Z e *p* correspondentes às comparações entre fêmeas e filhotes de duas localidades com relação às taxas de irregularidades no casco. Nível de significância= 0,05.

Localidade	% Fêmea alterada	% Filhote alterado	Z (<i>p</i>)
Arroio Grande	15,90	14,82	0,66(0,51)
ESEC Taim 2	23,49	14,36	2,34(0,02)*

* significativamente diferente.

Os grupos testados na análise de similaridade ANOSIM foram diferentes entre si quanto à composição do padrão de alterações nos escudos (Global R= 0,0037; *p*= 0,018), porém, de acordo com o valor de R gerado, a dissimilaridade entre os grupos é muito baixa. Quando comparado apenas o grupo de fêmeas entre si, o resultado encontrado foi similar, com um Global R= 0,029 e *p*= 0,001. Para o grupo composto apenas por indivíduos machos, o Global R encontrado foi de -0,012 (*p*= 0,78), não existindo diferenças entre os machos em relação às alterações encontradas em seus escudos. O mesmo foi identificado para os filhotes, onde a análise também não encontrou diferenças entre estes indivíduos, gerando um Global R de 0,015 (*p*= 0,24).

DISCUSSÃO

Analisando a anomalia de adição ou supressão de escudos, pode ser observado que em todos os grupos analisados as irregularidades ocorreram com maior frequência na carapaça do que no plastrão. Este mesmo padrão já foi encontrado para outras espécies de quelônios, *Chelonoidiscarbonaria* (Andrade e Abe, 1993), *Terrapeneornata* (Kazmaier e Robel, 2001), *Emysorbicularis* (Fernández e Rivera, 2004; Báalazs e Györffy, 2006), *Podocnemisexpansae* *P. unifilis* (Salera Jr. et al, 2009). Esta diferença deve ocorrer pelo fato de *T. dorbigni* apresentar um maior número de escudos na carapaça (n= 38) do que no plastrão (n= 16), aumentando as chances de ocorrer irregularidades na carapaça.

A incidência de indivíduos com anomalias variou significativamente entre as populações no presente estudo, porém ocorrendo variação apenas entre fêmeas. Em um estudo realizado por Rivera et al. (2008), foi observado um padrão para *E.orbicularis*, com o número de indivíduos com anomalias aumentando em populações do sul ao norte, sendo correlacionado com um decréscimo no número de alelos e diversidade genética (Velo-Antón et al., 2008).

Foram encontradas neste estudo duas populações que apresentaram diferenças significativas das taxas de anormalidades entre os sexos. Em um estudo realizado por Báalaz e Györffy (2006) não houve diferença entre os sexos em uma população estudada de *E.orbicularis*.

Neste estudo não encontrou-se variação estatisticamente significativa entre as frequências de filhotes com anormalidades, provavelmente o resultado é gerado pelo fato de que todos os filhotes analisados foram submetidos a temperaturas oscilantes durante a incubação. Telemeco et al (2013) encontraram variação entre as frequências de anormalidades em filhotes de *Chrysemispicta*, tal variação foi explicada pelo tempo de exposição a altas temperaturas durante a

incubação, onde um maior tempo de exposição produz um maior número de filhotes com anomalias nos escudos.

Bujes e Verrastro (2007) é o único estudo que trata sobre escudos irregulares em *T. dorbigni*, os autores encontraram uma menor frequência de alterações nos escudos do que o encontrado neste estudo. No estudo desses autores, a incidência de indivíduos com anomalias, tanto de machos, fêmeas e filhotes, foi menor do que o encontrado no presente trabalho. A maior diferença entre os dois estudos foi para o grupo de filhotes eclodidos em ambiente natural, onde encontrou-se 14,75% destes com irregularidades, enquanto que Bujes e Verrastro (2007) encontraram apenas 6,52% dos filhotes com alterações nos escudos.

Diferentemente do encontrado para *E.orbicularis* (Fernández e Rivera, 2004), neste estudo não houve um padrão de aumento nas taxas de irregularidades nos indivíduos provenientes de locais considerados poluídos. As fêmeas de Arroio Grande, área considerada como uma das mais preservadas neste trabalho, apresentaram taxas de irregularidades significativamente menores do que as fêmeas da ESEC Taim 2 e Pelotas, provenientes de áreas consideradas poluídas. Porém, isso não foi regra, pois estas mesmas fêmeas da ESEC Taim 2 e Pelotas quando comparadas com as de outros locais considerados como não poluídos, não houve diferença significativa nas taxas de irregularidades. Corroborando com os resultados deste trabalho, o estudo de Davy e Murphy (2009), realizado com duas espécies de quelônios (*Chrysemys picta marginata* e *Chelydra serpentina*), verificou que a contaminação dos sítios habitados não explica a variação nas frequências de deformidades, sugerindo que a incidência de deformidade não pode ser usada como um indicador de qualidade do habitat.

As irregularidades nos escudos de *T. dorbigni* parecem ter origem genética (Velo-Antón et al., 2011), ou ser produzida por algum fator abiótico que afeta o desenvolvimento embrionário (eg. umidade e temperatura). Caso o

fator responsável pelas anormalidades tivesse associação à poluição do ambiente, deveriam ser observadas elevadas taxas de irregularidades em indivíduos provenientes de locais poluídos e contaminados com pesticidas (Bell et al., 2006), que seria o caso das populações que habitam a ESEC Taim 2 e a área de Pelotas, onde existem grandes áreas de plantação de arroz irrigado e dejetos de esgoto doméstico, respectivamente.

Corroborando com Bujes e Verrastro (2007), as irregularidades encontradas em *T. dorbigni* provavelmente não afetam a sobrevivência dos indivíduos dessa espécie. Pois, muitos dos indivíduos observados com alterações em seus escudos estavam em atividade reprodutiva, e como mostrado em nossos resultados a incidência de anomalias entre fêmeas e filhotes foram similares em uma população, enquanto que a outra população analisada apresentou maior incidência de irregularidades nas fêmeas do que nos filhotes. Desta forma, estes dados são um indicativo de que filhotes que nascem com tais alterações podem apresentar maiores chances de chegar a idade adulta do que os que apresentam padrão regular de seus escudos, não comprometendo seu desenvolvimento.

Agradecimentos. O primeiro autor agradece a agência CAPES pela bolsa de estudos que permitiu o desenvolvimento deste trabalho. Agradece ainda aos alunos/colegas que ajudaram na coleta de dados em campo e seu processamento no Laboratório de Manejo e Conservação Ambiental (LAMCA), e ao Dr. Paulo Dias Ferreira Júnior e Dr. Lucas Del Bianco Faria por sugestões e críticas ao manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Andrade, D.V., and A.S. Abe. 1993. Natural occurrence of shell abnormalities in hatchling red-footed tortoises (*Geochelone carbonaria*). Herpetological Review 24:89.
- Bager, A., and J.L.O. Rosado. 2010. Estimation of core terrestrial habitats for freshwater turtles in southern Brazil based on nesting areas. Journal of Herpetology 44:372-378.
- Bager, A., T.R.O. Freitas, and L. Krause. 2010. Morphological characterization of adults of Orbigny's slider *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines Emydidae) in southern Brazil. Tropical Zoology 23:181-194.
- Bálazs, E., and G. Györfy. 2006. Investigation of the European pond turtle (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758) population living in a backwater near the river Tisza, southern Hungary. Tiscia 35:55-64.
- Barco, D.M., and A. Larriera. 1991. Sobre la validez de las subespecies de *Trachemys dorbigni* y su distribución geográfica (Reptilia, Chelonia, Emydinae). Revista de La Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 22:11-17.
- Bell, B., and J.R. Spotila, J. Congdon. 2006. High incidence of deformity in aquatic turtles in the John Heinz National Wildlife Refuge. Environmental Pollution, 142:457-465.
- Bujes, C.S., and L. Verrastro. 2007. Supernumerary epidermal shields and carapace variation in Orbigny's slider turtles, *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). Revista Brasileira de Zoologia 24:666-672.
- Bujes, C.S., and L. Verrastro. 2008. Chelonians from the Delta of Jacuí River, RS, Brazil: habitats use and conservation. Natureza e Conservação 6:157-170.

- Cabrera, M.R. 1998. Las tortugas continentales de Sudamérica Austral. Talleresgráficos BR Copias, Argentina.
- Cagle, F.R. 1939. A system of marking turtles for future identification. *Copeia* 3:170-173.
- Clarke, K.R., and R.N. Gorley. 2006. PRIMER v6: User manual/tutorial. PRIMER-E Ltd, Plymouth. 190 pp.
- David, C.M., and R.W. Murphy. 2009. Explaining patterns of deformity in freshwater turtles using MacCulloch's hypothesis. *Can. J. Zool* 87:433-439.
- Fagundes, C.K., A. Bager, and S.T.Z. Cechin. 2010. *Trachemys dorbigni* in an anthropic environment in southern Brazil: I) Sexual size dimorphism and population estimates. *Herpetological Journal* 20:185-193.
- Fernández, C.A., and A.C. Rivera, 2004. Asymmetries and accessory scutes in *Emys orbicularis* from Northwest Spain. *Biologia, Bratislava* 14:85-88.
- Fritz, U.; Hava, P. 2007. Checklist of chelonians of the world. *Vertebrate Zoology, Dresden*, v. 57, p. 149-368.
- Hewavisenthi, S., and Parmenter, J. 2001. Influence of Incubation Environment on the Development of the Flatback Turtle (*Natator depressus*). *Copeia*, 3:668-682.
- Kazmaier, R.T., and J.R. Robel. 2001. Scute Anomalies of Ornate Box Turtles in Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 104:178-182
- Lema, T., and M.T.S. Ferreira. 1990. Contribuição ao conhecimento dos Testudines do Rio Grande do Sul (Brasil). Lista Sistemática comentada (Reptilia). *Acta Biologica Leopoldensia* 12:125-164.
- Lynn, G., and S.M.C. Ullrich. 1950. Experimental production of shell abnormalities. in turtles. *Copeia* 4:253-262.
- Maluf, J.R.T. 2000. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 8:141-150.

- Mast, R.B., and J.L. Carr. 1989. Carapacial scute variation in Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys Kempii*) hatchlings and juveniles. in: international Symposium on Kemp's ridley Sea Turtle Biology, Conservation and Management. National Marine Fisheries Service Southeast, p. 2002-2219.
- Matzenauer, R., B. Radin, and I.R. Almeida. 2011. Atlas Climático do Rio Grande do Sul. CemetRS, Brasil.
- Molina, F.B. Observações sobre a biologia e o comportamento reprodutivo de *Trachemys dorbigni* (Dumeril & Bibron, 1835) em cativeiro (Reptilia, Testudines, Emydidae). 1995. 307p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Molina, F.B., and N. Gomes. 1998. Incubação artificial dos ovos e processo de eclosão em *Trachemys dorbigni* (Duméril & Bibron, 1835) (Reptilia, Testudines Emydidae). Revista Brasileira de Zoologia 15:135-143.
- Pereira, F.E., and C.O. Diefenbach. 2001. Growth in *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae). Biociências 9:21-31.
- Pough, F.H. et al. A Vida dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu Editora São Paulo Ltda, 2008. 303-325p.
- Rivera, A.C., C. Ayres, and G. Velo-Antón. 2008. High prevalence of accessory scutes and anomalies in Iberian populations of *Emys orbicularis*. Revista Española de Herpetología 22:5-14.
- Rosenzweig, M.L. 1968. Net primary productivity of terrestrial communities: prediction from climatological data. American Naturalist 102:67-74.
- Salera Jr., G., A. Malvasio, and T.C.G. Portelinha. 2009. Avaliação de padrão irregular dos escudos do casco em *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). Acta Amazônica 39:429-436.
- Telemeco, R.S., D. Warner, M.K. Reida, and F.J. Janzen. 2013. Extreme developmental temperatures result in morphological abnormalities in painted

- turtles (*Chrysemys picta*): a climate change perspective. *Integrative Zoology* 8:197-208.
- Velo-Antón, G., M. García-París, A. C. Rivera. 2008. Patterns of nuclear and mitochondrial DNA variation in Iberian populations of *Emys orbicularis* (Emydidae): conservation implications. *Conservation Genetics*, 9:1263-1274.
- Velo-Antón, G., C.G. Becker, and A.C. Rivera. 2011. Turtle Carapace Anomalies: The Roles of Genetic Diversity and Environment. *Plos One* 6:e18714.
- Zangerl, R., and R.G. Johnson. 1957. The nature of shield abnormalities in the turtle shell. *Fieldiana Geol.* 10:341-362.