

Morfometria de raias continentais (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) do alto rio Paraná, Brasil

Antonio Guilherme Cândido da Silva* e Erivelto Goulart

¹Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Departamento de Biologia, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: antguilherme@hotmail.com

RESUMO. Potamotrygonidae constitui o único grupo recente de Chondrichthyes cujo habitat está restrito, exclusivamente, a águas continentais. Na planície de inundação do Alto rio Paraná, espécies desta família estabeleceram-se após o fechamento das comportas da usina hidrelétrica de Itaipu, a jusante. O objetivo deste trabalho foi, utilizando medidas corporais, identificar diferenças morfométricas entre indivíduos de *Potamotrygon* cf. *motoro* (Natterer in Müller & Henle, 1841) e *Potamotrygon falkneri* Castex & Maciel, 1963 capturados nesta região, bem como estimar o tamanho com que machos destas espécies atingem a maturidade gonadal. Machos de *P. falkneri* e *P. cf. motoro* das populações avaliadas atingem a maturidade gonadal com largura do disco variando em torno de 26 cm e 23 cm, respectivamente. Na comparação das espécies, *P. cf. motoro* apresentou maior distância proporcional entre as narinas e maior comprimento proporcional da cauda e dos espiráculos. Identificou-se dimorfismo sexual secundário para *P. falkneri*, consistindo da presença de fileiras laterais de espinhos na cauda das fêmeas. Estudos futuros de morfologia funcional e ecomorfologia poderão esclarecer o significado das diferenças morfométricas para o modo de vida destas espécies.

Palavras-chave: Myliobatiformes, *Potamotrygon* cf. *motoro*, *Potamotrygon falkneri*.

ABSTRACT. Morphometry of upper Paraná river freshwater stingrays (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). Potamotrygonidae is the only extant chondrichthyan group restricted exclusively to freshwater. This family invaded the Upper Paraná river system after the closing of Itaipu Dam. This study aimed to identify morphometric differences between *Potamotrygon* cf. *motoro* (Natterer in Müller & Henle, 1841) and *Potamotrygon falkneri* Castex & Maciel, 1963 sampled in that area, and estimate male size at gonadal maturation. *P. falkneri* and *P. cf. motoro* males reach gonadal maturation at 26 cm and 23 cm disc width, respectively. Comparing both species, *P. cf. motoro* presented larger tail, spiracles and distance between nostrils. Lateral small stings on tails of *P. falkneri* females were observed as secondary sexual dimorphism. Further studies on functional morphology and ecomorphology may point the meaning of morphometric differences to these species' ecological interactions.

Key words: Myliobatiformes, *Potamotrygon* cf. *motoro*, *Potamotrygon falkneri*.

Introdução

Raias continentais (Potamotrygonidae) são endêmicas da América do Sul. Rosa (1985) fez uma extensa revisão da família e estabeleceu 20 espécies válidas distribuídas em três gêneros – *Potamotrygon*, *Plesiopygion* e *Paratrygon*, sendo os dois últimos monoespecíficos. Mould (1997) reconhece estas espécies e cita outras quatro não-descritas.

As principais características que distinguem a família são o habitat, exclusivamente, continental, a presença do processo pré-pélvico, incapacidade de retenção de uréia, atrofia da glândula retal e modificação das ampolas de Lorenzini para operação

em água doce (Rosa, 1985; Raschi e Mackanos, 1989; Compagno e Cook, 1995; Dingerkus, 1995; Zorzi, 1995). Na cauda, superiormente, inserem-se os ferrões, em número variando de um a quatro, todos implantados no mesmo local. Os ferrões têm origem dérmica e parecem ser freqüentemente substituídos (Carvalho *et al.*, 2003). Os acidentes envolvendo raias continentais necessitam de atenção médica não apenas pela lesão mecânica causada pelo ferrão, mas também pela ação tóxica da peçonha (Haddad Junior. *et al.*, 2004).

Os saltos de Sete Quedas representavam uma barreira para a dispersão da ictiofauna no rio Paraná. Com o fechamento da barragem e o enchimento do

lago da hidrelétrica de Itaipu, a jusante, em 1982, esta barreira deixou de existir. Tornou-se possível o estabelecimento, no alto rio Paraná, de diversas espécies de peixes anteriormente confinadas ao trecho inferior (Agostinho *et al.*, 1992). Dentre estas, três espécies de raias continentais da família Potamotrygonidae – *Potamotrygon* sp., *P. motoro* e *P. falkneri* (Agostinho *et al.*, 1997).

É plausível que espécies filogeneticamente próximas, compartilhando o mesmo habitat, adotem alguma estratégia para minimizar ou eliminar a competição por recursos. Neste caso, é possível que haja diferenças morfológicas entre as espécies, já que a anatomia está relacionada à maneira como os indivíduos relacionam-se entre si e com o ambiente. As relações entre forma e função são bem documentadas em peixes para uma ampla lista de características morfológicas (Gatz Junior, 1979).

Aspectos externos distintos indicam que pode haver diferenças no modo de vida de espécies simpátricas e filogeneticamente próximas. Thorson *et al.* (1983) estudaram aspectos reprodutivos e de desenvolvimento de *Potamotrygon motoro* e *P. constellata* e identificaram diferenças morfométricas entre populações amazônicas destas espécies. Pantano Neto (2001) demonstrou diferenças morfo-anatômicas entre *Potamotrygon motoro* e *P. henlei*, e relacionou-as à composição da dieta. Este trabalho, utilizando medidas corporais, teve o objetivo de identificar diferenças morfométricas entre *Potamotrygon* cf. *motoro* (Natterer in Müller & Henle, 1841) e *Potamotrygon falkneri* Castex & Maciel, 1963, das populações que co-habitam a planície de inundação do alto rio Paraná, bem como estimar o tamanho em que os machos destas espécies atingem a maturidade gonadal.

Material e métodos

As coletas aconteceram no sítio de Peld (Pesquisas Ecológicas de Longa Duração) estudado pela Universidade Estadual de Maringá, na planície de inundação do alto rio Paraná, entre os estados do Paraná e de Mato Grosso do Sul, em julho/agosto de 2004 e janeiro de 2005. Foram amostrados três pontos ao redor da ilha Mutum (22°45'02"S; 53°18'00"W). Para captura foram utilizados anzol em linha de mão, canço com molinete, espinhel e arpão. Nos anzóis utilizaram-se iscas naturais.

Os animais foram identificados conforme Rosa (1985). A massa dos indivíduos foi aferida em balança eletrônica com precisão de 0,1 g. Medidas morfométricas foram tomadas com ictiômetro e paquímetro analógico, com precisão de 1 mm. Todas as aferições foram realizadas com os indivíduos ainda

frescos. A unidade de comprimento adotada foi o centímetro (cm) e a de massa foi o grama (g).

Os dados tomados estão exibidos na Figura 1 e descritos a seguir:

- Comprimento total (Ct) – distância entre a extremidade anterior do disco e a ponta da cauda.
- Comprimento do disco (CDi) – distância entre as extremidades anterior e posterior do disco, em linha mediana.
- Largura do disco (LDi) – maior distância entre as margens laterais do disco, em linha transversal.
- Comprimento do espiráculo (CEs) – distância entre a entre os extremos anterior e posterior do espiráculo.
- Largura do espiráculo (LEs) – distância entre os extremos medial e lateral do espiráculo, em linha transversal.
- Largura da boca (LBo) – maior distância entre as bordas laterais da boca.
- Comprimento da nadadeira pélvica (CPel) – distância entre a inserção da margem lateral e a margem posterior da nadadeira pélvica.
- Largura da nadadeira pélvica (LPel) – distância entre a margem medial e a extremidade posterior da margem lateral da nadadeira pélvica, em linha transversal.
- Distância entre narinas (DNas) – distância entre as margens anteriores das narinas.
- Comprimento da câmara branquial (DFeI-V) – Distância entre a primeira e a quinta fenda branquial.
- Comprimento pré-oral (CPb) – Distância entre a extremidade anterior do disco e a fenda bucal, em linha mediana, com a boca fechada.
- Comprimento da cauda (CCa) – distância entre a base e a extremidade posterior da cauda esticada, em linha mediana.
- Comprimento da cloaca (CClo) – distância entre as bordas anterior e posterior da fenda cloacal.
- Comprimento do cláspere (CCla) – comprimento da margem medial do cláspere.
- Largura do cláspere (LCla) – distâncias entre as margens medial e lateral do cláspere, em linha transversal partindo da margem posterior da nadadeira pélvica.
- Massa (P) – massa do indivíduo fresco.

Visando retirar o efeito do tamanho para a análise morfométrica, índices foram calculados para todas as medidas, convertendo-as para porcentagem da largura do disco (LDi). A análise dos dados foi feita baseada nos índices obtidos a partir dos dados brutos, buscando-se verificar diferenças morfométricas entre as espécies e entre os sexos da mesma espécie. Para comparação entre os dados, foi aplicado teste U de Mann-Whitney, com nível de

significância de 5%.

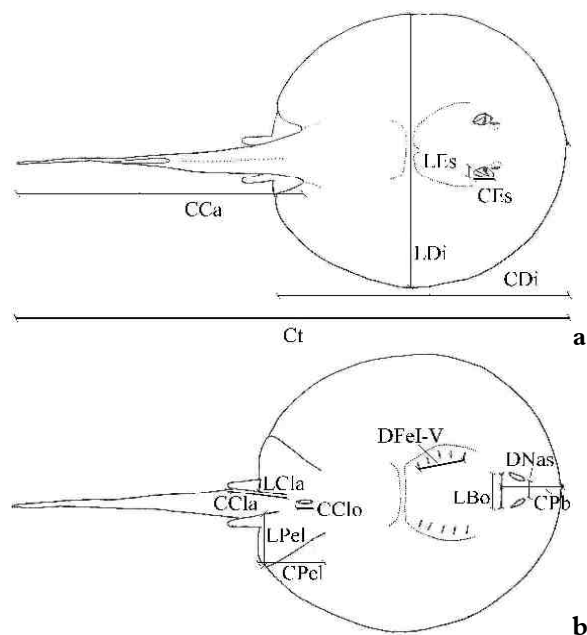


Figura 1. Dados morfométricos avaliados, em vista dorsal (a) e ventral (b) (desenho modificado de Rosa, 1985).

A largura do disco em que machos de ambas as espécies atingem a maturidade gonadal foi estimada pelo tamanho relativo do cláster (considerado como a porcentagem da largura do disco). A proporção observada nos maiores machos foi considerada como sinal de maturidade gonadal. O tamanho do indivíduo (LDi), a partir do qual o comprimento proporcional do cláster se estabiliza, sendo o mesmo observado nos maiores machos, foi considerado como indicativo para determinação do tamanho com que os machos atingem a maturação gonadal. O pacote estatístico utilizado foi o Statistica 6.0.

Resultados e discussão

Agostinho *et al.* (1997) caracterizaram a ictiofauna da planície de inundação do rio Paraná, dentro do sítio de Peld, e utilizaram como aparelhos de pesca espinhéis, redes de espera e arrasto. Citaram a ocorrência de três espécies de raias (*Potamotrygon falkneri*, *Potamotrygon* cf. *motoro* e *Potamotrygon* sp.), sendo todas consideradas raras pelos autores, com maior abundância relativa de *P. motoro*. Luz *et al.* (2002) também avaliaram a composição ictiofaunística desta região, e a única espécie coletada durante o estudo foi *P. motoro*.

Foram coletados 50 espécimes de *Potamotrygon falkneri* e 17 de *Potamotrygon* cf. *motoro*. A distribuição por classe de tamanho das duas espécies na amostra é exibida na Figura 2. *Potamotrygon* cf. *motoro* foi

maioria entre os indivíduos menores, com largura de disco variando entre 16,0 e 22,5 cm. Contudo, desta espécie não foram capturados indivíduos com largura de disco superior a 35,5 cm.

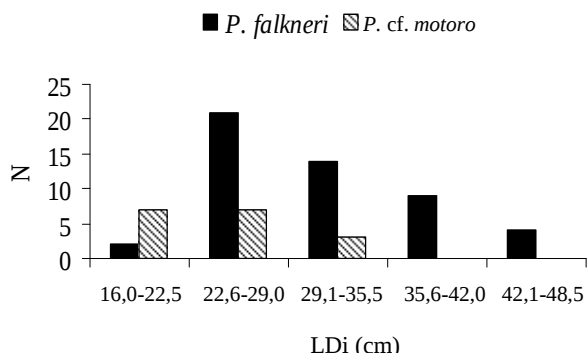


Figura 2. Distribuição, por classe de tamanho, de *Potamotrygon* cf. *motoro* e *Potamotrygon falkneri* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná.

Os índices calculados para ambas as espécies a partir dos dados morfométricos foram comparados, as variáveis que apresentaram diferença significativa pelo teste U de Mann-Whitney ($p < 0,05$) foram graficamente representadas (Figuras 3 a 5).

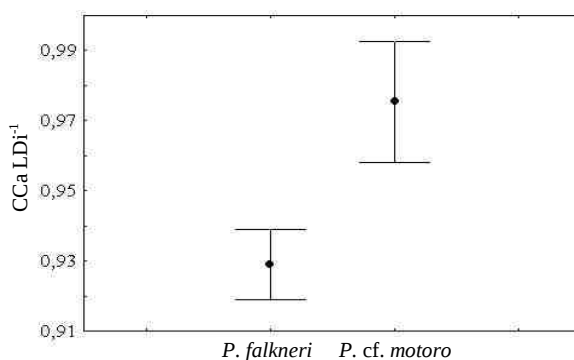


Figura 3. Médias e respectivos erros-padrão do comprimento proporcional da cauda das duas espécies.

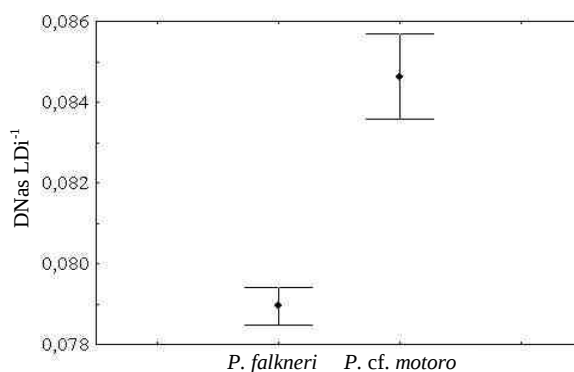


Figura 4. Médias e respectivos erros-padrão da distância proporcional entre narinas das duas espécies.

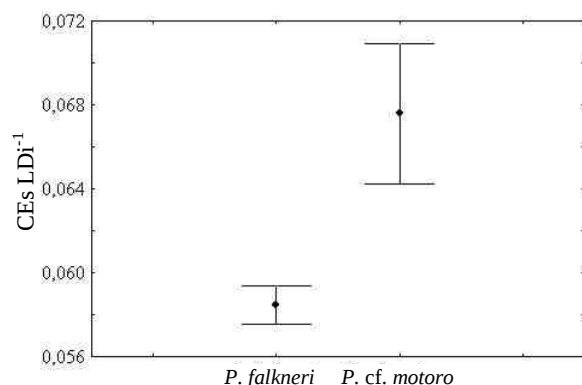


Figura 5. Médias e respectivos erros-padrão do comprimento proporcional dos espiráculos das duas espécies.

Os dados indicaram que *Potamotrygon cf. motoro* têm cauda, comprimento dos espiráculos e distância entre as narinas maiores que os de *P. falkneri*. Thorson *et al.* (1983) atestaram que as populações de *P. cf. motoro*, na Amazônia, têm espiráculos menores que os de *P. constellata*.

Pantano Neto (2001) avaliou a anatomia funcional relacionada à alimentação em *Potamotrygon motoro* e *P. henlei* capturadas no rio Cristalino, afluente do rio Araguaia, em sua margem esquerda, no Estado de Mato Grosso, Brasil. Este autor identificou diferença significativa na largura da boca entre estas espécies, e associou as diferenças morfo-anatômicas entre os tratos digestórios à diferente composição das dietas. Lonardoní *et al.* (2005) analisaram o conteúdo estomacal de *Potamotrygon cf. motoro* e *P. falkneri* e observaram variação da dieta entre as espécies, registrando predomínio de insetos aquáticos e peixes, respectivamente. Apesar da diferente dieta, as amostras analisadas neste estudo não apresentaram diferença significativa de largura da boca.

A comparação entre os sexos de *P. falkneri* indicou que as fêmeas foram maioria nas classes de maior tamanho (Figura 6).

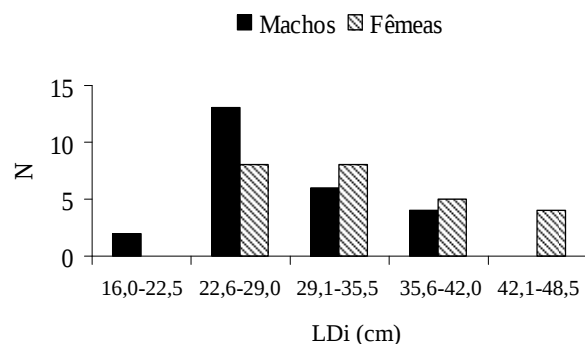


Figura 6. Distribuição, por classe de tamanho e por sexo, dos indivíduos de *Potamotrygon falkneri* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná.

Consideraram-se apenas as variáveis com diferença significativa apontada pelo teste U de Mann Whitney ($p < 0,05$). Os dados indicaram que as fêmeas têm cloacas e largura dos espiráculos maiores; distâncias entre as narinas e comprimento pré-oral menores que os machos (Figuras 7 a 10).

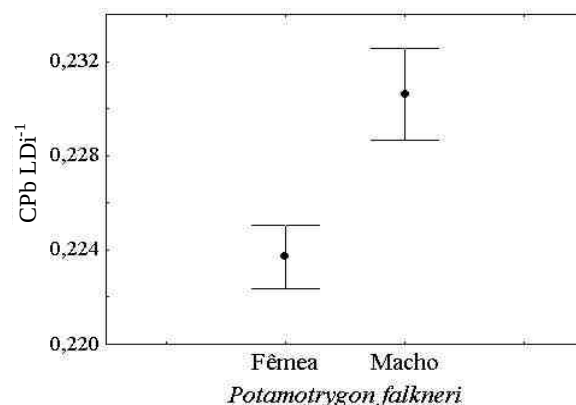


Figura 7. Médias e respectivos erros-padrão do comprimento pré-oral proporcional de machos e fêmeas de *P. falkneri*.

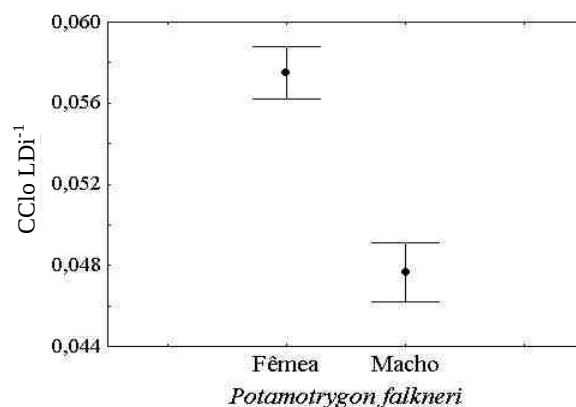


Figura 8. Médias e intervalos de confiança do comprimento proporcional da cloaca de machos e fêmeas de *P. falkneri*.

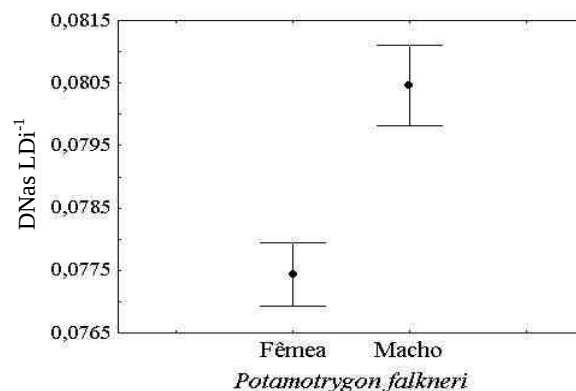


Figura 9. Médias e intervalos de confiança da distância proporcional entre as narinas de machos e fêmeas de *P. falkneri*.

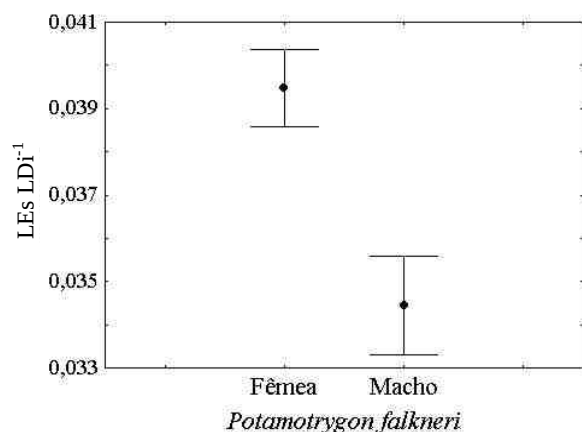


Figura 10. Médias e intervalos de confiança da largura proporcional dos espiráculos de machos e fêmeas de *P. falkneri*.

Além das diferenças morfométricas, verificou-se um carácter qualitativo que pode compor dimorfismo sexual secundário para esta espécie – as fêmeas avaliadas apresentaram séries laterais de espinhos na cauda, próximo da extremidade posterior. Em indivíduos menores, estes são dificilmente observados a olho nu, mas perceptíveis pelo tato. Nos machos da espécie não foram encontrados os espinhos.

Considerando *P. cf. motoro*, a Figura 11 mostra que os machos foram maioria em todas as classes de tamanho da amostra.

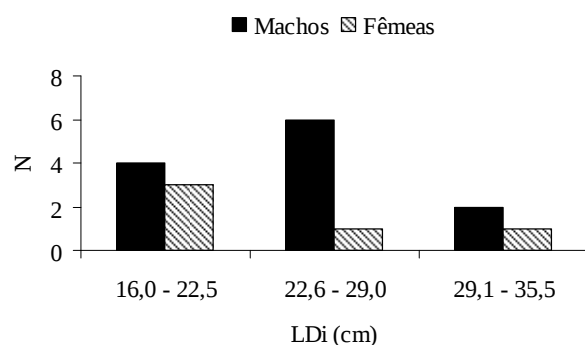


Figura 11. Distribuição, por classe de tamanho e por sexo, dos indivíduos de *Potamotrygon cf. motoro* coletados na planície de inundação do alto rio Paraná.

As diferenças morfométricas entre os sexos de *P. cf. motoro* não foram significativas. Contudo, o teste U de Mann-Whitney revelou forte indicação de diferença de comprimento proporcional da cloaca entre machos e fêmeas, com valor de $p = 0,057$. Os dados representados na Figura 12 apontaram para o maior comprimento da cloaca nas fêmeas.

A observação de diferenças morfométricas entre os sexos sugere que a eventual identificação dos indivíduos, baseada em proporções corporais, deve considerar as variações intra-específicas relacionadas ao sexo.

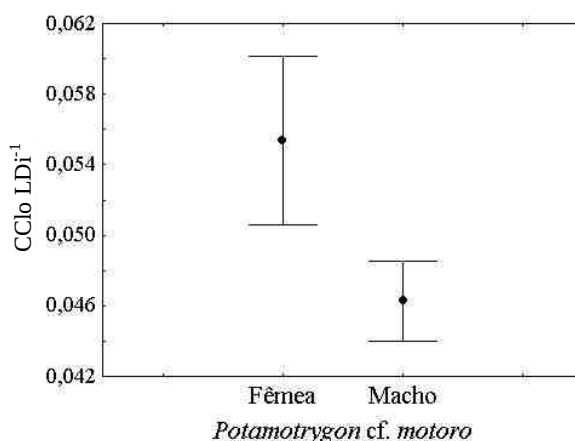


Figura 12. Médias e respectivos erros-padrão do comprimento proporcional da cloaca de machos e fêmeas de *P. cf. motoro*.

Características macroscópicas, como tamanho e nível de consolidação da cartilagem do cláspere, são critérios aplicáveis à determinação da maturidade gonadal de elasmobrânquios machos (Thorson *et al.*, 1983; Braccini e Chiaramonte, 2002; Stobutzki *et al.*, 2002). Thorson *et al.* (1983) estabeleceram o tamanho em que os machos de *Potamotrygon motoro* e *P. circularis* (sinonímia de *P. constellata*) atingem a maturidade gonadal, baseando-se no tamanho relativo do cláspere (calculado como porcentagem da largura do disco) e na consolidação da sua estrutura cartilaginosa. Os autores informam que estas características podem ser facilmente observadas e medidas, sendo a melhor forma de determinação da maturidade gonadal de machos da maioria dos elasmobrânquios. Eles utilizaram para análise espécimes de populações selvagens da bacia amazônica e estabeleceram que machos de *P. constellata* atingem a maturidade gonadal com largura de disco variando entre 32 e 42 cm. Para os machos de *P. motoro*, Castex (1963) *apud* Thorson *et al.* (1983) observou que ocorreu a maturação gonadal em indivíduos com largura de disco de aproximadamente 31,9 cm. Contudo, Thorson *et al.* (1983) observaram um macho nascido em cativeiro que copulou e produziu prole com 25,5 cm de largura de disco e 43 meses de idade. Considerando este fato e o tamanho proporcional do cláspere dos indivíduos coletados por eles, os autores estimaram que a maturação gonadal de machos de *P. motoro* aconteça com largura de disco entre 20 e 25 cm.

Seguindo o mesmo princípio, o tamanho em que os machos de *Potamotrygon falkneri* e *P. cf. motoro* de populações selvagens da planície de inundação do alto rio Paraná atingem a maturidade gonadal foi preliminarmente estimado pela análise dos dados coletados (Figuras 13 e 14).

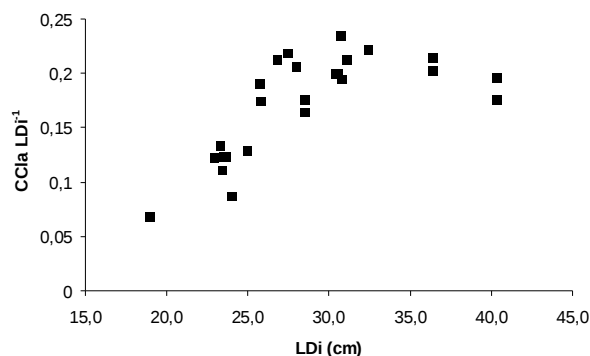


Figura 13. Gráfico de dispersão do comprimento relativo do clásser pela largura do disco de *P. falkneri*.

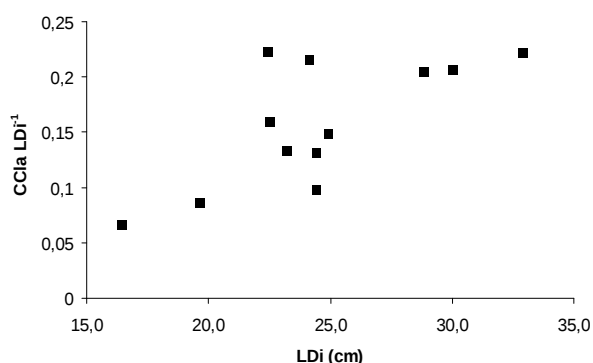


Figura 14. Gráfico de dispersão do comprimento relativo do clásser pela largura do disco de *P. cf. motoro*.

Os dados expostos indicam que machos de *Potamotrygon falkneri* atingem a maturidade gonadal com largura do disco variando em torno de 26 cm. Os dados para *P. cf. motoro* indicaram a maturidade dos machos quando estes atingem largura do disco variando em torno de 28 cm. Contudo, dois espécimes, com largura de disco 22,4 e 24,1 cm dispunham de clásser proporcionalmente grande e estrutura cartilaginosa aparentemente madura. Estas medidas são semelhantes às apontadas por Thorson *et al.* (1983), podendo-se sugerir que a maturação gonadal dos machos de *P. cf. motoro* da planície do alto rio Paraná ocorre em torno de 23 cm de largura de disco.

No presente estudo não foram feitas avaliações do estágio de maturação das gônadas, não sendo possível fazer inferência sobre o tamanho em que as fêmeas destas espécies atingem a maturidade gonadal na área de estudo. Porém, Figueiredo (1977) observou que fêmeas de Chondrichthyes, em geral, atingem a maturidade gonadal com maior tamanho que os machos. Os dados de Thorson *et al.* (1983) confirmam esta informação para as populações de *Potamotrygon cf. motoro* e *P. constellata* avaliadas por eles.

Conclusão

Machos de *P. falkneri* da população avaliada atingem a maturidade gonadal com largura do disco variando em torno de 26 cm. Os dados para *P. cf. motoro* indicaram a maturidade gonadal dos machos quando estes atingem largura do disco variando em torno de 23 cm.

São apontadas diferenças morfométricas entre machos e fêmeas de *P. falkneri*, como maior comprimento da cloaca das fêmeas e a presença de dimorfismo sexual secundário, consistindo da existência de fileiras laterais de espinhos na cauda delas. Machos de *P. cf. motoro* diferem das fêmeas por terem menor comprimento da cloaca.

A despeito de diferenças na composição da dieta entre as espécies avaliadas, não se notou correspondente diferença significativa na largura da boca. Identificaram-se diferenças morfométricas entre as espécies relacionadas a comprimento de cauda, distância entre as narinas e comprimento dos espiráculos. Estudos futuros de morfologia funcional e ecomorfologia poderão esclarecer o significado das diferenças morfométricas para o modo de vida destas espécies.

Referências

- AGOSTINHO, A.A. *et al.* Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação: um estudo de caso: reservatório de Itaipu. *Rev. Unimar*, Maringá, v. 14 (suplemento), p. 89-107, 1992.
- AGOSTINHO, A.A. *et al.* Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A.E.A.M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem, 1997. p. 179-208.
- BRACCINI, J.M.; CHIARAMONTE, G.E. Biología de la raya *Psammobatis extensa* (Garman, 1913). *Rev. Chilena de Historia Natural*, Santiago, v. 75, n. 1, p. 179-188, 2002.
- CARVALHO, M.R. *et al.* Family Potamotrygonidae (river stingrays). In: REIS, R.E. *et al.* (Ed.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 22-28.
- COMPAGNO, L.J.V.; COOK, S.F. The exploitation and conservation of freshwater elasmobranchs: status of taxa and prospects for the future. *J. Aquacult. Aquatic Sci.*, Parkville, v. 7, p. 62-90, 1995.
- DINGERKUS, G. Relationships of potamotrygonin stingrays (Chondrichthyes: Batiformes: Myliobatidae). *J. Aquacult. Aquatic Sci.*, Parkville, v. 7, p. 32-37, 1995.
- FIGUEIREDO, J.L. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. I. Introdução. Cações, raías e quimeras. São Paulo: USP, Museu de Zoologia, 1977.
- GATZ JUNIOR, A.J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Stud. Zool. Bot.*, Belle Chasse, v. 21, n. 2, p. 91-124, 1979.

- HADDAD JUNIOR, V. *et al.* Freshwater stingrays: study of epidemiologic, clinic and therapeutic aspects based on 84 envenomings in humans and some enzymatic activities of the venom. *Toxicon*, Amsterdam, v. 43, p. 287-294, 2004.
- LONARDONI, A.P. *et al.* Dieta de raias (Chondrichthyes – Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2005, Guarapuava. *Anais...* Guarapuava: Unicentro, 2005.
- LUZ, K.D.G. *et al.* Composição ictiofaunística da planície de inundação do alto rio Paraná. In: WORKSHOP PELD, 2., 2002, Maringá. *Anais...* Maringá: Eduem, 2002. v. 2, p. 102-106.
- MOULD, B. Classification of the recent Elasmobranchii: a classification of the living sharks and rays of the world, 1997. Disponível em: <<http://ibis.nott.ac.uk/elasmobranch.html>>. Acesso em: 4 jul. 2004.
- PANTANO NETO, J.P. *Estudo preliminar da anatomia descritiva e funcional associada à alimentação em raias de água-doce (Potamotrygonidae, Myliobatiformes, Elasmobranchii)*. 2001. Dissertação (Mestrado em Anatomia)—Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- RASCHI, W.; MACKANOS, L.A. The structure of the Ampullae of Lorenzini in *Dasyatis garouaensis* and its implications on the evolution of the freshwater electroreceptive system. *J. Exp. Zool.*, New York, v. 2 (suplemento), p. 101-111, 1989.
- ROSA, R.S. *A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)*. 1985. Tese (Doutorado em Ciência Marinha) - College of William and Mary, Williamsburg, 1985.
- STOBUTZKI, I.C. *et al.* Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. *Fish. Bull.*, Seattle, v. 100, n. 4, p. 800-821, 2002.
- THORSON, T.B. *et al.* Reproduction and development of the South American freshwater stingrays, *Potamotrygon circularis* e *P. motoro*. *Env. Biol. Fish.*, Dordrecht, v. 9, n. 1, p. 3-24, 1983.
- ZORZI, G.D. The biology of freshwater elasmobranchs: an historical perspective. *J. Aquacult. Aquatic Sci.*, Parkville, v. 7, p. 10-31, 1995.

Received on December 11, 2006.

Accepted on September 18, 2007.