



ARRAIAS DE ÁGUA DOCE (Chondrichthyes – Potamotrygonidae): BIOLOGIA, VENENO E ACIDENTES¹

Juliana Luiza Varjão Lameiras², Oscar Tadeu Ferreira da Costa³, Maria Cristina dos Santos⁴ e
Wallice Luiz Paziúba Duncan³

Resumo

Acidentes com arraias da família Potamotrygonidae são muito comuns no Brasil. São animais de água doce e possuem de 1 a 3 ferrões de dentina, localizados na base da cauda, usados na defesa do animal. O ferrão é coberto por uma bainha tegumentar contendo glândulas mucosas e de veneno. Os acidentes geralmente acontecem quando as pessoas pisam no dorso do animal, escondido sob a areia. Por consequência, a arraia introduz o ferrão no pé ou no calcanhar da vítima, causando um ferimento extremamente dolorido, que muitas vezes infecciona e leva à necrose do tecido. Na região Amazônica, a questão é ainda mais grave, pois os acidentes costumam ocorrer em lugares distantes e isolados, muitas vezes, sem atendimento médico. O tratamento é baseado no uso de anti-inflamatórios e antibióticos, pois ainda não existe antídoto específico para o veneno das arraias.

Palavras-chave: Potamotrygonidae; *Potamotrygon*; Arraias de água doce; Veneno; Ferrão.

Abstract

Accidents with stingrays of the Potamotrygonidae family are very common in Brazil. They are freshwater animals and have 1-3 dentin stingers, located at the base of the tail, used in protecting the animal. The stinger is covered by a cutaneous sheath containing mucous and poison cells. Accidents usually happen when people step on the back of the animal, hidden under the sand. Consequently, the ray enters the sting on the foot or the heel of the victim, causing an extremely painful injury, which infects and often leads to tissue necrosis. In the Amazon region, the issue is even more serious because accidents usually occur in distant and isolated localities, often without medical care. The treatment is based on the use of anti-inflammatories and antibiotics, as yet there is no specific antidote for the poison of stingrays.

Key-words: Potamotrygonidae; *Potamotrygon*; Freshwater stingrays; Venom; Sting.

¹Parte de dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Imunologia Básica e Aplicada, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

²Aluna do Programa de Pós-graduação em Imunologia Básica e Aplicada, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: julameiras@hotmail.com

³Professores do Laboratório de Citologia, Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Av. Gal. Rodrigo Octávio, 6.200, Coroado II, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mails: oscarcosta@ufam.edu.br e wduncan@ufam.edu.br



⁴Professora Associada, Laboratório de Imunologia, Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Av. Gal. Rodrigo Octávio, 6.200, Coroado II, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: mcsantos@ufam.edu.br.

1. Introdução

Durante a evolução, os animais desenvolveram sofisticados mecanismos para capturar a presa ou intimidar o agressor. Uma dessas estratégias foi justamente a produção de venenos ou peçonhas, estudados ao longo dos anos para a obtenção de novos fármacos ou, ainda, para a produção de ferramentas para elucidar mecanismos fisiológicos (CONCEIÇÃO et al., 2006; KOZLOV et al., 2006). A produção de toxinas por animais aquáticos garante a sobrevivência em ecossistemas altamente competitivos. Estes animais produzem um vasto número de componentes tóxicos como alcaloides, esteroides, peptídeos e proteínas, com propriedades químicas e farmacológicas diferentes das existentes em venenos de animais terrestres (RUSSELL, 1971; MAGALHÃES et al., 2006).

Os animais aquáticos de maior importância médica são os peixes e os acidentes provocados por esses animais são denominados de ictismo. O ictismo pode ser dividido em acidentes acantotóxicos (forma ativa) ou sarcotóxicos (forma passiva). Os acantotóxicos são causados por peixes peçonhentos, por exemplo, as arraias, sendo de caráter traumático ou necrosante, com dor predominante. Os peixes peçonhentos possuem ferrões ou espinhos, retosserrilhados e pontiagudos, envolvidos por tegumento, capazes de causar ferimentos e introduzir a peçonha. Já os sarcotóxicos ocorrem pela ingestão de peixes venenosos (como baiacus, que podem conter toxinas na pele, músculos, vísceras ou gônadas) ou de peixes com a carne contaminada por produtos químicos ou bactérias (FUNASA, 2001).

Existem inúmeras espécies de peixes peçonhentos, principalmente, em áreas tropicais (HADDAD JR., 2008), incluindo as arraias (Elasmobrânquios), os bagres (Siluriformes), o peixe-escorpião e o peixe-pedra (Scorpaeniformes), o peixe-sapo (Batrachoidiformes), o peixe-zebra (Cypriniformes), o peixe-aranha e o peixe-cirurgião (Perciformes) (CHURCH; HODGSON, 2002; HADDAD JR., 2003; SMITH; WHEELER, 2006). Os acidentes causados por peixes geram

ferimentos com diversos sintomas, como dor intensa, necrose cutânea, bolhas, ulcerações e febre. Podem ocorrer mortes em casos de lesões que atingem órgãos vitais ou que estejam associadas com infecções bacterianas (MONTEIRO-DOS-SANTOS et al., 2011). Embora os acidentes com peixes sejam considerados severos, existem poucos relatos científicos a respeito (LOPES-FERREIRA et al., 2000; SIVAN et al., 2010). Enquanto há muitos trabalhos caracterizando as atividades biológicas de toxinas de animais terrestres, como serpentes, aranhas e escorpiões, há poucos dados sobre venenos de peixes, como as arraias (CONCEIÇÃO et al., 2006; MAGALHÃES et al., 2006; MONTEIRO-DOS-SANTOS et al., 2011).

A presente revisão bibliográfica teve como objetivo verificar os principais avanços e estudos científicos relacionados aos acidentes com arraias de água doce.

2. Metodologia

Para a elaboração do presente artigo, foi feito levantamento bibliográfico nos portais de busca Periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br), Sciverse Hub (www.hub.sciverse.com), Sciverse ScienceDirect (www.sciencedirect.com), Sciverse Scopus (www.scopus.com), Scirus (www.scirus.com), Pubmed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) e Google Acadêmico (scholar.google.com.br), utilizando-se as seguintes palavras-chave: Potamotrygonidae, *Potamotrygon*, “stingray injuries”, “freshwater stingrays”, “stingray venom”, “stingray accidents” e ictismo. Foram encontradas 350 publicações, do período de 1952 a 2012, das quais 96 foram usadas como referência bibliográfica para compor este artigo de revisão.

3. Arraias: classificação e aspectos gerais

Dentre os principais peixes peçonhentos estão as arraias, que, apesar de não serem agressivas, causam um grande número de acidentes nas regiões que habitam (HALSTEAD, 1966; ERICSSON et al., 2006; MAGALHÃES et al.,

2008), e, assim, são consideradas um problema de saúde pública (ERICSSON et al., 2006). As arraias peçonhentas pertencem à Classe Chondrichthyes, (peixes cartilagosos), Subclasse Elasmobranchii, Subdivisão Batoidea, ordem Myliobatiformes (NELSON, 2006), chamadas de “*stingrays*” (do inglês, *sting*, ferrão, e *ray*, arraia), sendo a única ordem de arraias providas de ferrões na cauda (LOVEJOY, 1996; MCEACHRAN; ASCHLIMAN, 2004). As arraias têm o corpo achatado dorsoventralmente, com os olhos e os espiráculos situados na região dorsal, e as fendas branquiais (cinco pares) (Figura 1) situadas na parte ventral (HALSTEAD, 1988).



Figura 1. Exemplar de *Paratrygon aiereba*, fêmea, com a parte ventral exposta, exibindo os cinco pares de fendas branquiais e as nadadeiras pélvicas. Foto: Juliana Lameiras.

As arraias da Família Potamotrygonidae medem cerca de 40 cm. Algumas espécies dulcícolas da família Dasyatidae podem passar de um metro de diâmetro. As arraias marinhas podem atingir até cinco metros na idade adulta (família Mobulidae) (HALSTEAD, 1988)

As arraias apresentam ampla distribuição geográfica, sendo encontradas em mares temperados e tropicais (UZEL et al., 2002; BARBARO et al., 2007) e, ainda, nos rios da América do Sul, África Equatorial e no Rio Mekong, no Sudeste asiático (MAGALHÃES et al., 2008). No Brasil, as arraias marinhas (Figura 2) estão distribuídas por toda a costa do Oceano Atlântico, e as espécies de água doce, da família Potamotrygonidae, estão presentes nos rios das regiões Norte, Centro-Oeste, Sul e Sudeste (CARVALHO et al., 2003). No Nordeste, ocorrem apenas duas espécies de potamotrygonídeos, no Rio Parnaíba, nos estados do Maranhão e Piauí: *Potamotrygon orbignyi*

(MORO et al., 2012a) e *Potamotrygon signata*, que é uma espécie endêmica (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009; ROSA et al., 2010; MORO et al., 2012b).

4. Família Potamotrygonidae: biologia, diversidade e distribuição geográfica

Espécies da família Potamotrygonidae são membros bem conhecidos da fauna de peixes neotropicais, mais pelos ferimentos que podem causar do que por suas propriedades biológicas ou pela história evolutiva intrigante (SILVA; CARVALHO, 2011). Essas arraias também são conhecidas por serem comercializadas como peixes ornamentais (DUNCAN et al., 2010). Diferente de qualquer outra família viva de arraias, os potamotrygonídeos se diversificaram no ambiente de água doce da América do Sul (THORSON et al., 1983; LOVEJOY, 1996; CARVALHO et al., 2004; SILVA; CARVALHO, 2011), a partir de um grupo irmão do gênero *Himantura* (família Dasyatidae), durante as incursões marinhas do Mioceno, há aproximadamente 20 milhões de anos atrás (LOVEJOY et al., 1998; LOVEJOY et al., 2006).



Figura 2. Exemplares de arraias marinhas do gênero *Dasyatis*, presente no litoral brasileiro. Foto: Juliana Lameiras.

Na Bacia Amazônica, estas arraias são encontradas em todos os tipos de rio (SIOLI, 1967), incluindo rios de água branca (rica em sedimentos), água clara (pobre em sedimento), e água preta (rica em ácidos húmicos) (DUNCAN; FERNANDES, 2010; ROSA et al., 2010). Podem viver em habitats lênticos (como lagos e igapós), lóticos (incluindo fortes correntezas) (ALMEIDA et al., 2008; 2009) e até próximo de cachoeiras e corredeiras, nos mais diversos substratos, como

fundos arenosos, lodosos e rochosos (ROSA et al., 2010). Alimentam-se principalmente de pequenos invertebrados, (incluindo insetos, anelídeos, moluscos, crustáceos), peixes ósseos e até mesmo de bagres (SHIBUYA et al., 2012).

Os potamotrygonídeos são um grupo claramente monofilético, compartilhando especializações morfológicas e fisiológicas únicas, incluindo a pélvis com um grande processo de expansão mediana anterior (processo pré-pélvico), sangue com baixas concentrações de ureia e redução da glândula retal (GERST; THORSON, 1977). São animais estenoalinos e hiperosmóticos em relação ao ambiente (TREBERG et al., 2006). A maioria das espécies tem arranjos dorsais coloridos, incluindo ocelos, padrões reticulares e marcas vermiformes, que, geralmente, são espécie-específica (THORSON et al., 1983). O tamanho pode do animal pode variar de 25 cm de comprimento do disco (*Potamotrygon* sp., arraia cururu) a 100 cm (*Paratrygon aiereba*) (ROSA et al., 2010). Além do ferrão, algumas espécies apresentam denticulos na superfície dorsal do disco e numerosos tubérculos mineralizados ao longo da cauda. Tais estruturas também são capazes de causar envenenamento (CARVALHO et al., 2003).

Em alguns lugares do Brasil, o ferrão e a gordura de algumas espécies de arraias de água doce são usados até mesmo no preparo de remédios caseiros para asma, reumatismo e artrite (ALVES; ROSA, 2007; ALVES; ALVES, 2011).

As arraias de água doce são vivíparas aplacentárias (THORSON et al., 1983) (Figura 3). Os embriões são nutridos por uma secreção da mucosa viliforme do útero materno, chamada de trophonemata, o que caracteriza o modo reprodutivo dos potamotrygonídeos como viviparidade matrotrofica (WOURMS et al., 1988). A gestação pode variar de três a nove meses, dependendo da espécie. As fêmeas geralmente são maiores que os machos e o ciclo reprodutivo parece estar relacionado ao ciclo hidrológico (ARAÚJO et al., 2004; CHARVET-ALMEIDA et al., 2005).



Figura 3. Os potamotrygonídeos são vivíparas aplacentários. A – Momento do nascimento de uma arraia cururu (*Potamotrygon* sp.). B – Neonato de arraia cururu. Fotos: Wallace Duncan.

Assim como as espécies marinhas, as arraias de água doce apresentam baixa fecundidade, maturação sexual tardia e crescimento lento, características que tornam os potamotrygonídeos sejam mais susceptíveis a impactos ambientais (CARRIER et al., 2004).

O histórico taxonômico da família Potamotrygonidae é repleto de equívocos e incertezas devido ao policromatismo do grupo, que, no passado, levou à descrição de espécies em sinonímia e, até hoje, gera dúvidas durante a identificação de espécimes coletados ou guardados em coleções (CARVALHO et al., 2003; GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009; ROSA et al., 2010). Quatro gêneros estão reconhecidos atualmente: *Potamotrygon*, *Paratrygon* (monotípico), *Plesiotrygon*, descrito por ROSA et al. (1987), com uma segunda espécie, *P. nana*, descrita por CARVALHO; RAGNO (2011), e *Heliotrygon*, descrito recentemente por CARVALHO; LOVEJOY (2011), com duas espécies reconhecidas.

Potamotrygon é o gênero mais diverso, com aproximadamente 20 espécies válidas (ROSA et al., 2010; SILVA; CARVALHO, 2011). Apresenta cauda moderadamente robusta e curta, geralmente mais curta que o comprimento do disco, com ferrões na porção mediodistal (CARVALHO et al., 2003). Ocorre em todos os países da América do Sul (exceto o Chile), nas

drenagens dos rios Atrato e Magdalena (Colômbia), Orinoco e Maracaibo (Venezuela), rios costeiros das Guianas, Suriname, Rio Amazonas e seus afluentes (Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru, Venezuela), Rio Tocantins (Brasil), e na bacia do Paraná-Paraguai (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai) (ROSA et al., 2010).

Plesiotrygon (Figura 4) é popularmente conhecida como “arraia-chicote”, devido à longa cauda, com ferrões em posição mediana (ROSA et al., 1987). O gênero é endêmico para a drenagem Amazônica, do Rio Napo, no Equador, até a foz do Rio Amazonas, no Pará, inclusive do Baixo Rio Tocantins (ROSA et al., 2010).

Em *Paratrygon*, (Figura 5A) a cauda é longa, nos juvenis, e geralmente reduzida e afilada nos adultos, com os ferrões posicionados na base. É conhecida pelos ribeirinhos da região Amazônica como “arraia-maçã”, devido ao formato peculiar de seu disco corporal (ROSA, 1990). Ocorre no norte da Bolívia, Leste do Peru e Equador, Norte do Brasil (Amazonas e Pará), no Rio Amazonas e seus afluentes, Baixo Rio Tocantins, e Venezuela, na bacia do Rio Orinoco (ROSA et al., 2010).



Figura 4. Espécime de arraia *Plesiotrygon iwamae*. Foto: Wallace Duncan.

Heliotrygon (Figura 5B) é chamada de “arraia redonda”, pois possui o corpo bem circular em comparação aos outros gêneros, que apresentam o corpo mais oval. Seu ferrão é extremamente reduzido. A distribuição é semelhante à de *Plesiotrygon iwamae*, ocorrendo no Rio Amazonas e seus tributários. (CARVALHO; LOVEJOY, 2011).

Espécies como a arraia cururu (*Potamotrygon* sp.) (Figura 6A) e *P. schroederi* (Figura 6B) são endêmicas do Rio Negro, enquanto *Paratrygon aiereba*, *Potamotrygon orbigny* (Figura 6C) e *Potamotrygon motoro* (Figura 6D) têm ampla

distribuição geográfica e podem ser encontradas nas águas do Rio Amazonas, na foz do Rio Tocantins e no Rio Negro (DUNCAN; FERNANDES, 2010; ROSA et al., 2010).

Recentemente, foram descritas as espécies *Potamotrygon marinae*, que ocorre na Guiana Francesa, nos rios Oiapoque e Maroni (DEYNAT, 2006), *Potamotrygon boesemani*, descrita da bacia do rio Corantijn, no Suriname, (ROSA et al., 2008) *Potamotrygon tatiane*, que foi descrita do Río Madre de Díos, Peru, Alto Rio Madeira, ocorrendo em simpatria com outras espécies de *Potamotrygon* (*Potamotrygon falkneri*, *P. orbigny* e *P. motoro*) (SILVA; CARVALHO, 2011) e *Potamotrygon tigrina*, descrita do Rio Nanay, no Alto Rio Amazonas, Peru (CARVALHO et al., 2011).



Figura 5. Exemplares de arraias de água doce da Bacia Amazônica. A – *Paratrygon aiereba*. B – *Heliotrygon gomesi*. Fotos: Wallace Duncan.

Em São Paulo e nos municípios paranaenses e sul-matogossenses, localizados às margens do Rio Paraná, à montante das Sete-Quedas de Guaíra/PR, arraias não faziam parte da fauna aquática nativa até o final da década de 1970. No entanto, com a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu, em 1982, a barreira geográfica

representada pelas Sete-Quedas foi submersa, possibilitando a colonização do trecho situado à montante de Guaira por espécies como *Potamotrygon schuhmachi*, *P. falkneri* e *P. motoro*, que vem se aproveitando dos canais artificiais nas barragens da Hidrovia Tietê-Paraná para ampliar sua área de distribuição, despertando interesse de pesquisadores e da comunidade médica, pois já existem acidentes com arraias nestes locais (GARRONE NETO et al., 2007; GARRONE NETO; HADDAD JR., 2010).

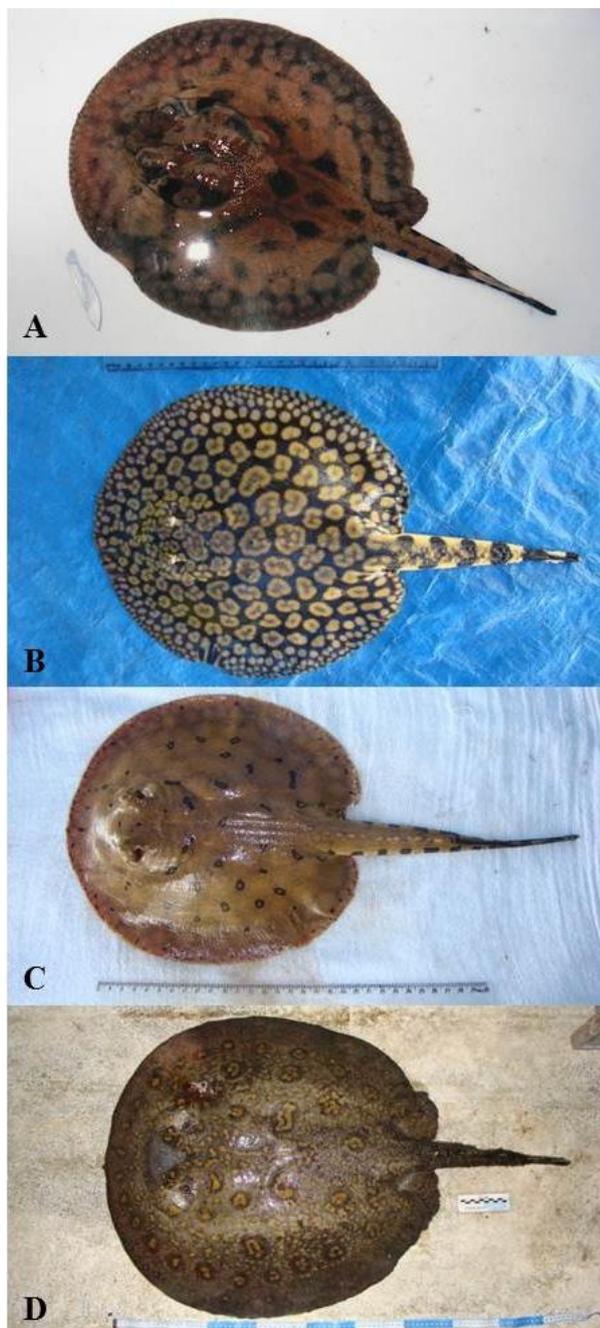


Figura 6. Exemplos de arraias de água doce da Bacia Amazônica do gênero *Potamotrygon*. A – *Potamotrygon* sp.

(arraia cururu); B – *P. schroederi*; C – *P. orbignyi*; D – *P. motoro*. Fotos: Wallace Duncan.

Há pouco tempo, a espécie *P. motoro* foi registrada no Alto do Reservatório Seletar, em Cingapura. Esta espécie foi introduzida neste local devido ao comércio de arraias para aquarofilia. Por ser um predador de topo de cadeia, de se alimentar de uma grande variedade de animais e de ser uma das espécies mais fecundas de potamotrigonídeos, a *P. motoro* tem potencial para ser uma espécie invasora (NG et al., 2010).

Devido ao grande tamanho corporal, ao endemismo de algumas espécies, à dificuldade de captura e aos riscos com o manuseio (Figura 7), os potamotrigonídeos têm sido pouco estudados, constituindo uma parcela pouco conhecida da fauna de água doce, quando comparados a outros grupos de animais aquáticos (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009).



Figura 7. O horário ideal para se capturar arraias de água doce é à noite, o que torna a tarefa muito arriscada para os pescadores, ainda mais no ambiente da Floresta Amazônica, onde, além das arraias, existem outros animais potencialmente perigosos, como serpentes e jacarés. Foto: Wallace Duncan.

5. Ferrão, veneno e muco

As arraias possuem de um a três ferrões na base da cauda que, quando usada na defesa do animal, funciona como um chicote, causando uma lesão severa (THORSON et al., 1988; BARBARO et al., 2007; DEGHANI et al., 2009). Os ferrões (Figura 8) são estruturas afiadas, alongadas e mineralizadas, derivados de denticulos dérmicos modificados (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009), retro serrados bilateralmente e cobertos por uma bainha tegumentar com um sulco glandular

ventrolateral, contendo glândulas de veneno ao longo de cada borda (HALSTEAD, 1988; DEGHANI et al., 2009; MONTEIRO-DOS-SANTOS et al., 2011). A distribuição dessas células secretoras, ou glândulas de veneno, pode diferir de acordo com a espécie, e o ferrão pode chegar até 37 cm em algumas espécies (WEISS; WOLFENDEN, 2001; CAMPBELL et al., 2003). Os ferrões costumam ser proporcionais ao tamanho do animal e são regenerados à medida que são perdidos. A quantidade, o tamanho e a posição deles diferem entre as famílias da ordem Myliobatiformes (HALSTEAD, 1988), características que, aliadas aos hábitos das arraias, podem influenciar na ocorrência e na gravidade dos acidentes (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009).

Em um estudo histológico dos ferrões das arraias de água doce *Potamotrygon leopoldi*, *P. falkneri*, *P. orbignyi* e das arraias marinhas *Dasyatis guttata* e *Aetobatus narinari*, PEDROSO et al. (2007) mostraram que no ferrão das espécies de água doce existe um maior número de células secretoras de proteína, de dois tipos diferentes, distribuídos por toda a epiderme, enquanto nas espécies marinhas, estas células secretoras estão apenas ao redor ou dentro dos sulcos ventrolaterais do ferrão. Segundo os autores, estas diferenças poderiam influenciar nos envenenamentos por arraias de água doce, que são, geralmente, mais graves e apresentam maior porcentagem de necrose que os acidentes causados por arraias marinhas.



Figura 8. Ferrão de arraia de água doce (*Potamotrygon* sp.). Foto: Wallace Duncan.

DEGHANI et al. (2010), em análise histológica dos ferrões das espécies marinhas *Himantura walga*, *Himantura* sp., *Pastinachus sephen* (Dasyatidae), *Aetobatus flagellum* (Myliobatidae) e *Gymnura poecilura* (Gymnuridae), do Golfo Pérsico e do Mar Oman, também verificaram a presença de células produtoras de muco, mas, somente os ferrões das arraias da família Dasyatidae apresentaram células secretoras de veneno ao redor ou dentro dos sulcos ventrolaterais do ferrão, como no estudo citado anteriormente. Tal fato poderia explicar a gravidade dos envenenamentos causados pelas arraias da família Dasyatidae, que originou as arraias de água doce.

Em adição ao veneno, as arraias produzem um muco espesso, que recobre todo o corpo do animal. O muco, secretado por células mucosas localizadas na epiderme, é considerado a primeira linha de defesa (ZHAO et al., 2008), e, como observado em espécies marinhas, pode conter aminoácidos, peptídeos, carboidratos, glicopeptídeos, glicolipídeos, (KLESIUS et al., 2008) serotonina, fosfodiesterase, 5'-nucleotidase, agentes vasoconstritores (AUERBACH, 1991; EVANS; DAVIES, 1996; WEISS; WOLFENDEN, 2001) componentes imunes, como lisozimas, imunoglobulinas, proteínas do sistema complemento, lectinas, proteína C-reativa, enzimas proteolíticas e peptídeos antimicrobianos (ALEXANDER; INGRAM, 1992).

VENNILA et al. (2011) mostraram que o muco das arraias marinhas *Dasyatis sephen* e *Himantura gerrardi* possui atividade antimicrobiana contra as bactérias *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Vibrio cholerae*, e atividade antifúngica contra os fungos *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum*, *Alternaria alternaria*, *Candida tropicalis*, *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp. Outros estudos também mostram que o muco da arraia de água doce *Potamotrygon* cf. *henlei* possui peptídeos antimicrobianos contra as bactérias *Micrococcus luteus* e *E. coli*, e contra os fungos *Candida albicans* e *C. tropicalis* (MONTEIRO-DOS-SANTOS et al., 2011; CONCEIÇÃO et al., 2012). Estes estudos ressaltam a importância do muco das arraias na imunidade inata. Peptídeos, como orpotrina e porflan, também foram isolados do epitélio do ferrão de *P. gr. orbignyi*

(CONCEIÇÃO et al., 2006; CONCEIÇÃO et al., 2009). Tais peptídeos foram capazes de induzir vasoconstrição e inflamação, respectivamente.

MAGALHÃES et al. (2008), isolaram e caracterizaram uma hialuronidase do epitélio do ferrão de *P. motoro* do Rio Crixás-Açu, Goiás. A presença de vários componentes no muco, juntamente com o veneno, poderia aumentar a gravidade dos ferimentos causados por arraias de água doce. Além disso, os estudos fornecem informações fundamentais para o diagnóstico clínico e o desenvolvimento de novas terapias para o tratamento de acidente por arraias. (MONTEIRO-DOS-SANTOS et al., 2011).

6. Acidentes por arraias: mecanismos de intoxicação e manifestações clínicas

As arraias de água doce são animais de hábito bentônico, costumando ficar escondidas sob a areia, no fundo dos rios (Figura 9). São criaturas dóceis e não costumam atacar os humanos (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009). No entanto, se são acidentalmente pisadas ou têm suas nadadeiras tocadas, a arraia gira o corpo em comportamento defensivo, movimentando a cauda rapidamente e, assim, introduzindo, o ferrão na vítima, causando um ferimento ou laceração irregular, (MAGALHÃES et al., 2006).

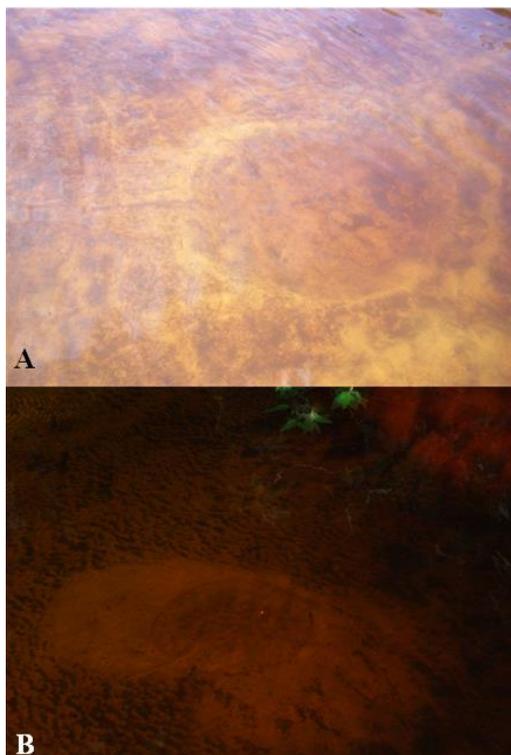


Figura 9. A – Marcas deixadas (“cama de arraia”) na areia por uma arraia durante o forrageamento noturno. B – Arraia *Paratrygon aiereba* focada com uma lanterna durante a noite.

Ao se enterrar na areia, as arraias ficam camufladas, causando os acidentes. Fotos: Wallace Duncan.

As regiões anatômicas mais afetadas são os pés e os calcanhares, no caso dos banhistas, e as mãos, no caso dos pescadores (BRISSET et al., 2006; LIM; KUMARASINGHE, 2007), que se acidentam ao manipular o animal (Figura 10). Os acidentes se caracterizam por sua intensa ação inflamatória (ANTONIAZZI et al., 2011). A vítima se queixa de dor intensa, desproporcional ao tamanho da lesão. Em torno da ferida aparecem eritema e edema, caracterizando a primeira fase do envenenamento. Em seguida, surge uma necrose central, causando, na área afetada, flacidez do tecido e formação de uma úlcera profunda, que evolui lentamente, comum neste tipo de envenenamento (COOK et al., 2006; CLARK et al., 2007; MAGALHÃES et al., 2008). Os pacientes também podem apresentar complicações sistêmicas, como náuseas, vômitos, salivação, sudorese, depressão respiratória, fasciculação muscular e convulsões (HADDAD JR. et al., 2004; FORRESTER, 2005). Lesões letais raramente ocorrem, exceto em casos onde o ferrão atinge órgãos vitais (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009). É muito provável que o delicado tegumento que envolve o ferrão seja dilacerado durante sua penetração na pele da vítima, liberando, assim, o veneno. Como um fator agravante, o ferrão pode quebrar e provocar a retenção de fragmentos de dentina na ferida (HADDAD JR. et al., 2004).



Figura 10. Ferimento na mão de um pescador durante a manipulação de uma arraia. A dor causada pelo veneno das arraias de água doce costuma ser desproporcional ao tamanho do ferimento. Mesma uma pequena lesão como esta causa uma dor insuportável. Foto: Wallace Duncan.

Além do veneno, o ferrão causa uma laceração que, frequentemente, leva à infecção secundária, frequentemente causadas por *Pseudomonas* spp., e *Staphylococcus* spp., (HADDAD JR., 2008) e necrose (Figura 11), especialmente em locais de clima quente e úmido, como a floresta Amazônica, onde os acidentes com aranhas são relativamente comuns, principalmente com a população ribeirinha (PIERINI et al., 1996).



Figura 11. A – Lesão com necrose e infecção causada por ferroadada de uma aranha de água doce da região Amazônica. B – Lesão após tratamento com antibióticos, ainda não cicatrizada. Vale ressaltar que as lesões causadas por aranhas demoram a cicatrizar. Fotos cedidas gentilmente por Daniela Maia.

Recentemente, DOMINGOS et al. (2011) isolaram Bactérias Gram-negativas do muco de *Potamotrygon motoro* do Alto Rio Paraná, capazes de hemolisar eritrócitos humanos e resistentes a, pelo menos, um antibiótico, o que poderia influenciar na evolução da infecção secundária. Ao analisar as mudanças histopatológicas induzidas pelo veneno de *P. falkneri*, (ANTONIAZZI et al., 2011) mostraram

que, seis horas após a injeção, surgem infiltrados inflamatórios, focos de necrose em células epidérmicas basais e, que em 24 horas, já é possível observar necrose da pele, do tecido subcutâneo e do músculo esquelético. Este estudo mostra a capacidade do veneno de uma aranha de água doce de induzir necrose em tão pouco tempo. A gravidade da lesão também se dá pela ação mecânica do ferrão, que, além de introduzir o veneno, possibilita que bactérias do muco e da água onde o animal vive adentrem no ferimento, podendo causar infecções secundárias (DOMINGOS et al., 2011).

No Brasil, até o momento, não há relatos de morte em consequência de acidentes com aranhas de água doce. Mas, na literatura internacional, existem relatos de casos (envolvendo espécies marinhas) com perfurações abdominais (CROSS, 1976), e morte, em decorrência de perfurações cardíacas (FENNER et al., 1989; WEISS; WOLFENDEN, 2001), perfurações torácicas e até mesmo tétano (RATHJEN; HALSTEAD, 1969; MEYER, 1997). O caso de maior repercussão mundial até hoje foi o acidente ocorrido com o famoso apresentador e biólogo Steve Irwin, conhecido como “caçador de crocodilos”, que morreu em consequência de uma lesão no tórax causada por uma aranha marinha durante o seu trabalho (RODRÍGUEZ et al., 2008).

Problemas adicionais para a questão dos ferimentos causados por aranhas de água doce são os aquaristas, responsáveis pela importação maciça dessas espécies para a Europa, Japão e Estados Unidos. A falta de informações sobre os riscos de como manter estes animais em um aquário pode resultar em lesões, às vezes com consequências graves (SCHIERA et al., 2002). Já existem relatos de casos na Bélgica (VAN OFFEL; STEVENS, 2000) e na Alemanha (MEBS, 1980).

HADDAD JR. (2003) comenta que os acidentes merecem maior atenção das autoridades, uma vez que a vítima fica incapacitada e se afasta do trabalho por semanas ou mesmo meses, além de poder ficar com sequelas. Os acidentes também são importantes pelo fato de não existir um tratamento específico e de muitos profissionais de saúde não receberem treinamento adequado para cuidar das vítimas (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009).

7. Estudos com veneno de arraia

O primeiro estudo sobre as propriedades bioquímicas e farmacológicas de veneno de arraia, realizado por RUSSELL; HARREVELD (1954), demonstrou os efeitos cardiovasculares causados pelo veneno da espécie marinha *Urobatris helleri*. RUSSELL (1953) mostrou a presença de polipeptídeos de alto peso molecular, serotonina e a atividade enzimática da fosfodiesterase e 5'-nucleotidase no veneno. Ainda, em relação às espécies marinhas, LALWANI (1995) afirma que o veneno pode causar espasmo das artérias coronárias, dor torácica e alterações na atividade elétrica do coração.

BARBARO et al. (2007), comparando os extratos de tecido e muco da pele da arraia marinha *Dasyatis guttata* e da arraia de água doce *Potamotrygon falkneri*, observou atividade edematogênica, gelatinolítica, caseinolítica e fibrinogenolítica para ambos os extratos, porém, somente o extrato de *P. falkneri* apresentou atividade da hialuronidase, necrose, atividade miotóxica e letalidade, além de ter maior nociceptividade que o extrato de *D. guttata*. RODRIGUES (1972) mostrou que o veneno de *P. motoro* (do Rio Araguaia) possui um princípio ativo com atividade colinérgica em íleo de cobaias e atividade hipotensora quando administrado por via intravenosa, em ratos. Em um estudo comparativo, MAGALHÃES et al. (2006) mostraram que os extratos de muco dos ferrões de *Potamotrygon scobina* e *P. orbignyi*, foram capazes de induzir dor, edema e necrose em camundongos. MONTEIRO-DOS-SANTOS et al. (2011) também mostraram que os extratos de muco de ferrão e dorso de *Potamotrygon* cf. *henlei* também foram capazes de induzir dor e edema, além de possuírem atividade proteolítica. Este estudo também mostrou que ambos os extratos induziram o influxo de infiltrados inflamatórios quando testados em modelo murino. HADDAD JR. et al. (2004) mostrou que o veneno de *P. falkneri* tem atividade caseinolítica, gelatinolítica e da hialuronidase.

Ainda existem poucos estudos sobre as atividades biológicas dos venenos de arraias de água doce. A falta de dados é principalmente devido à dificuldade de se extrair o veneno, pois a captura destes animais é perigosa e muito difícil. Além disso, a quantidade de veneno que se consegue extrair é mínima, e o veneno é termolábil, o que dificulta o seu transporte e conservação (HADDAD JR. et al., 2004).

8. Epidemiologia

No Brasil, ainda existem poucos estudos epidemiológicos sobre os acidentes causados por arraias de água doce (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009). Existem registros de acidentes nas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Araguaia (HADDAD JR., 2003), porém, são mais comuns na floresta Amazônica (CHARVET-ALMEIDA et al., 2002), onde constituem um importante problema de saúde pública, embora não recebam a mesma atenção dispensada para os casos de ofidismo e acidentes envolvendo artrópodes peçonhentos (SÁ-OLIVEIRA et al., 2011). PIERINI et al. (1996) afirmam que, no Acre, Região do Juruá, os acidentes são frequentes entre índios e seringueiros.

SÁ-OLIVEIRA et al. (2011) ao investigar 22 vítimas de acidentes por arraias em quatro comunidades da Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Estado do Amapá, em 2009, mostrou que a maioria das vítimas tinha mais de 15 anos, era do sexo masculino e foi atingida nos membros inferiores (86%). Nenhuma das vítimas soube identificar as espécies de arraias que causaram os acidentes. A maioria dos acidentes ocorreu no período da tarde, durante o verão. Os principais sintomas clínicos relatados foram dor intensa no local da lesão, febre, cicatrizes e houve até mesmo um caso de amputação.

Outros estudos epidemiológicos sobre acidentes com arraias de água doce ocorridos no Pará (PARDAL et al., 1992; PARDAL et al., 1993) e nos rios Paraná, Paraguai, Araguaia e Tocantins (HADDAD JR. et al., 2004) também relatam características semelhantes: a maioria dos acidentes ocorreu à tarde, no verão, e a maioria das vítimas era de adultos do sexo masculino que estavam praticando atividades à beira da praia. As vítimas reportaram dor intensa e o local da ferroadada apresentou, inicialmente, edema e eritema, seguido de necrose isquêmica. Nos últimos 20 anos, a ocorrência de espécies de arraias na região do Alto Rio Paraná (divisa entre Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná) e na foz do Rio Tietê (São Paulo), despertou o interesse de médicos e pesquisadores (HADDAD JR., 2005; GARRONE NETO; HADDAD JR., 2007; GARRONE NETO et al., 2007), pois estes locais não eram colonizados por arraias antes e, atualmente, já existem registros de acidentes nestas regiões.

9. Tratamento

Em relação ao tratamento destinado às vítimas de acidente por arraias, GARRONE NETO; HADDAD JR. (2009) ponderam que, embora seja possível obter o controle do quadro com medidas clínicas, a inativação das toxinas é a forma ideal de neutralizar os sintomas dos acidentes. Não há um antiveneno específico para o tratamento das lesões e a abordagem terapêutica é baseada no uso de analgésicos, anti-inflamatórios, água morna para aliviar a dor intensa e uso de antibióticos para prevenir infecção secundária (HADDAD JR. et al., 2004; BARBARO et al., 2007; GARRONE NETO; HADDAD JR., 2010).

Nos acidentes por arraia, recomenda-se que, inicialmente, o ferimento seja lavado em água corrente ou solução salina, a fim de remover a maior quantidade possível de toxina. Em seguida, pode-se imergir o membro ferido em água morna (aproximadamente 45°C). Com isso, espera-se que haja um alívio da dor entre 30 e 90 minutos, pois acredita-se que a toxina das arraias seja termolábil. Pode-se utilizar lidocaína a 2% (sem adrenalina) para a exploração cirúrgica do ferimento, visando-se retirar restos de tecido e possíveis fragmentos do ferrão, visíveis em exame de raios-X. A adrenalina não é recomendada por causar vasoconstrição cutânea, o que prejudicaria a resposta do organismo ao veneno e aumentaria ainda mais o risco de necrose. Se necessário, realiza-se uma sutura, deixando-se um dreno no local da lesão. Antibióticos de amplo espectro são usados em casos de pacientes com lesões profundas e muito necrosadas (por exemplo, 100 mg de doxiciclina por dia ou 500 mg de ciprofloxacina duas vezes ao dia, ou conforme determinado por culturas bacterianas do ferimento). É recomendado também que a vítima receba imunização antitetânica. Pacientes com perfurações abdominais ou torácicas devem receber atendimento médico imediatamente, pois há risco de morte nestes casos (FENNER et al., 1989; WEISS; WOLFENDEN, 2001; SCHARF, 2002; PARDAL, 2009)

O fato de não haver terapia específica e eficaz para os acidentes com arraias induz a população ribeirinha da Região Amazônica a buscar terapias alternativas para minimização do quadro clínico derivado do acidente, como uso de urina, ervas, óleos fitoterápicos (SÁ-OLIVEIRA et al., 2011), sebo-de-holanda, borra de café, e, nos casos mais bizarros, diesel ou querosene. Estes tratamentos

não são recomendados, pois podem agravar o quadro clínico.

10. Considerações finais

Acidentes por arraias são geralmente subnotificados nos programas de epidemiologia das Unidades Municipais de Saúde do país como se esses animais não fossem peçonhentos. (SÁ-OLIVEIRA et al., 2011). Como em outros lugares do Brasil, os acidentes são temidos pela população, pois estão geralmente associados a casos de incapacidade física temporária ou permanente. A documentação detalhada desses acidentes é rara, pois, na maioria das vezes, ocorrem em lugares distantes e isolados, como na floresta Amazônica, contribuindo para a falta de conhecimento sobre o assunto (HADDAD JR. et al., 2004).

Devido ao pequeno número reportado de casos, não existe uma justificativa estatística para a produção de um antiveneno específico. Daí a importância dos estudos epidemiológicos, da notificação dos casos e da divulgação de medidas profiláticas e de programas educativos junto às populações de risco que possam prevenir e reduzir o número de acidentes por arraias no Brasil (GARRONE NETO; HADDAD JR., 2009). Além disso, as autoridades de Saúde Pública devem adotar medidas que estimulem a qualificação adequada aos profissionais de saúde para o atendimento e tratamento de acidentados por arraias e estudos que viabilizem a produção de imunobiológicos que neutralizem os venenos das arraias existentes no país (SÁ-OLIVEIRA et al., 2011).

Até o momento, existem poucos dados publicados sobre os efeitos e as propriedades biológicas dos venenos das arraias da família Potamotrygonidae encontradas na Bacia Amazônica, apesar dos benefícios farmacêuticos que podem ser gerados a partir da pesquisa com venenos dessas espécies (SMITH; WHEELER, 2006).

Agradecimentos

À FAPEAM pela concessão de Bolsa do Programa de Apoio à Pós-Graduação Stricto Sensu – POSGRAD, Resolução nº. 014/2010, à Juliana Luiza Varjão Lameiras.

Ao CNPq pela concessão da Bolsa de Produtividade (No. 302615/2010-5) à Maria Cristina dos Santos.



Divulgação

Este artigo é inédito. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação do artigo por meio eletrônico.

Referências bibliográficas

ALEXANDER, J. B.; INGRAM, G. A. Noncellular nonspecific defence mechanisms of fish. **Annual Review of Fish Diseases**, v. 2, n. 0, p. 249-279, 1992. Doi: [10.1016/0959-8030\(92\)90066-7](https://doi.org/10.1016/0959-8030(92)90066-7)

ALMEIDA, M. P.; BARTHEM, R. B.; VIANA, A. S.; CHARVET-ALMEIDA, P. Diversidade de raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no estuário amazônico. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 41, n. 2, p. 82-89, 2008.

ALMEIDA, M. P.; BARTHEM, R. B.; VIANA, A. S.; CHARVET-ALMEIDA, P. Factors affecting the distribution and abundance of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) at Marajó island, mouth of the Amazon River. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences (PANAMJAS)**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2009.

ALVES, R. R. N.; ALVES, H. N. The faunal drugstore: Animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, n. 9, 2011. Doi:[10.1186/1746-4269-7-9](https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-9)

ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. Zootherapy goes to town: The use of animal-based remedies in urban areas of NE and N Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 113, n. 3, p. 541-555, 2007. Doi: [10.1016/j.jep.2007.07.015](https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.07.015)

ANTONIAZZI, M. M.; BENVENUTI, L. A.; LIRA, M. S.; JARED, S. G.; NETO, D. G.; JARED, C.; BARBARO, K. C. Histopathological changes induced by extracts from the tissue covering the stingers of *Potamotrygon falkneri* freshwater stingrays. **Toxicon**, v. 57, n. 2, p. 297-303, 2011.

ARAÚJO, M. L. G.; CHARVET-ALMEIDA, P.; ALMEIDA, M. P.; PEREIRA, H. Freshwater stingrays (Potamotrygonidae): status, conservation and management challenges. **Information document AC**, v. 20, p. 1-6, 2004.

AUERBACH, P. S. Marine Envenomations. **New England Journal of Medicine**, v. 325, n. 7, p. 486-493, 1991.

BARBARO, K. C.; LIRA, M. S.; MALTA, M. B.; SOARES, S. L.; GARRONE NETO, D.; CARDOSO, J. L.; SANTORO, M. L.; HADDAD JR., V. Comparative study on extracts from the tissue covering the stingers of freshwater (*Potamotrygon falkneri*) and marine (*Dasyatis guttata*) stingrays. **Toxicon**, v. 50, n. 5, p. 676-87, 2007.

BRISSET, I. B.; SCHAPER, A.; POMMIER, P.; DE HARO, L. Envenomation by Amazonian freshwater stingray *Potamotrygon motoro*: 2 cases reported in Europe. **Toxicon**, v. 47, n. 1, p. 32-4, 2006.

CAMPBELL, J.; GRENON, M.; YOU, C. K. Pseudoaneurysm of the superficial femoral artery resulting from stingray envenomation. **Annals of Vascular Surgery**, v. 17, n. 2, p. 217-220, 2003. Doi: [10.1007/s10016-001-0214-5](https://doi.org/10.1007/s10016-001-0214-5)

CARRIER, J. C.; PRATT, H. L.; CASTRO, J. I. Reproductive biology of elasmobranchs. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. (Ed.). *Biology of sharks and their relatives*. Boca Raton: CRC Press, 2004. cap. 10, p.269-286.

CARVALHO, M. R.; LOVEJOY, N. R. Morphology and phylogenetic relationships of a remarkable new genus and two new species of neotropical freshwater stingrays from the Amazon basin (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Zootaxa**, v. 48, p. 13-48, 2011.

CARVALHO, M. R.; LOVEJOY, N. R.; ROSA, R. S. Family potamotrygonidae. In: REIS, R. E.; FERARIS JR., C. J.; KULLANDER, S. O. (Ed.). *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America (CLOFFSCA)*. 1st. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.22-29.

CARVALHO, M. R.; MAISEY, J. G.; GRANDE, L. Freshwater stingrays of the green river formation of Wyoming (early eocene), with the description of a new genus and species and an analysis of its phylogenetic relationships (Chondrichthyes, Myliobatiformes). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, p. 1-136, 2004/06/01 2004.

CARVALHO, M. R.; PEREZ, M. H. S.; LOVEJOY, N. R. *Potamotrygon tigrina*, a new species of freshwater stingray from the upper Amazon basin,



closely related to *Potamotrygon schroederi* Fernandez-Yépez, 1958 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Zootaxa**, n. 2827, p. 1-30, 2011.

CARVALHO, M. R.; RAGNO, M. P. An unusual, dwarf new species of Neotropical freshwater stingray, *Plesioptrygon nana* sp. nov., from the upper and mid Amazon basin: the second species of *Plesioptrygon* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 51, p. 101-138, 2011. Doi: [10.1590/S0031-10492011000700001](https://doi.org/10.1590/S0031-10492011000700001)

CHARVET-ALMEIDA, P.; ARAÚJO, M. L. G.; ALMEIDA, M. P. Reproductive aspects of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, v. 35, p. 165-171, 2005.

CHARVET-ALMEIDA, P.; ARAÚJO, M. L. G.; ROSA, R. S.; RINCÓN, G. Neotropical freshwater stingrays: diversity and conservation status. **Shark News**, v. 14, p. 1-20, 2002.

CHURCH, J. E.; HODGSON, W. C. The pharmacological activity of fish venoms. **Toxicon**, v. 40, n. 8, p. 1083-1093, 2002.

CLARK, R. F.; GIRARD, R. H.; RAO, D.; LY, B. T.; DAVIS, D. P. Stingray envenomation: a retrospective review of clinical presentation and treatment in 119 cases. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 33, n. 1, p. 33-37, 2007. Doi: [10.1016/j.jemermed.2007.03.043](https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2007.03.043)

CONCEIÇÃO, K.; KONNO, K.; MELO, R. L.; MARQUES, E. E.; HIRUMA-LIMA, C. A.; LIMA, C.; RICHARDSON, M.; PIMENTA, D. C.; LOPES-FERREIRA, M. Orpotrin: A novel vasoconstrictor peptide from the venom of the Brazilian Stingray *Potamotrygon* gr. *orbignyi*. **Peptides**, v. 27, n. 12, p. 3039-3046, 2006. Doi: [10.1016/j.peptides.2006.09.002](https://doi.org/10.1016/j.peptides.2006.09.002)

CONCEIÇÃO, K.; MONTEIRO-DOS-SANTOS, J.; SEIBERT, C. S.; ISMAEL SILVA JR., P.; MARQUES, E. E.; RICHARDSON, M.; LOPES-FERREIRA, M. *Potamotrygon* cf. *henlei* stingray mucus: biochemical features of a novel antimicrobial protein. **Toxicon**, v. 60, n. 5, p. 821-829, 2012.

CONCEIÇÃO, K.; SANTOS, J. M.; BRUNI, F. M.; KLITZKE, C. F.; MARQUES, E. E.; BORGES, M. H.; MELO, R. L.; FERNANDEZ, J. H.; LOPES-

FERREIRA, M. Characterization of a new bioactive peptide from *Potamotrygon* gr. *orbignyi* freshwater stingray venom. **Peptides**, v. 30, n. 12, p. 2191-2199, 2009. doi:[10.1016/j.peptides.2009.08.004](https://doi.org/10.1016/j.peptides.2009.08.004)

COOK, M. D.; MATTEUCCI, M. J.; LALL, R.; LY, B. T. Stingray envenomation. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 30, n. 3, p. 345-347, 2006. Doi:[10.1016/j.jemermed.2005.02.024](https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2005.02.024)

CROSS, T. B. An unusual stingray injury - the skindiver at risk. **Medical Journal of Australia**, v. 2, n. 25-26, p. 947-948, 1976.

DEGHANI, H.; SAJJADI, M. M.; PARTO, P.; RAJAIAN, H.; MOKHLESI, A. Histological characterization of the special venom secretory cells in the stinger of rays in the northern waters of Persian Gulf and Oman Sea. **Toxicon**, v. 55, n. 6, p. 1188-94, Jun 1 2010.

DEGHANI, H.; SAJJADI, M. M.; RAJAIAN, H.; SAJEDIANFARD, J.; PARTO, P. Study of patient's injuries by stingrays, lethal activity determination and cardiac effects induced by *Himantura gerrardi* venom. **Toxicon**, v. 54, n. 6, p. 881-886, 2009.

DEYNAT, P. *Potamotrygon marinae* n. sp., une nouvelle espèce de raies d'eau douce de Guyane (Myliobatiformes, Potamotrygonidae). **Comptes Rendus Biologies**, v. 329, n. 7, p. 483-493, 2006. Doi: [10.1016/j.crv.2006.02.003](https://doi.org/10.1016/j.crv.2006.02.003)

DOMINGOS, M. O.; FRANZOLIN, M. R.; DOS ANJOS, M. T.; FRANZOLIN, T. M. P.; BARBOSA ALBES, R. C.; DE ANDRADE, G. R.; LOPES, R. J. L.; BARBARO, K. C. The influence of environmental bacteria in freshwater stingray wound-healing. **Toxicon**, v. 58, n. 2, p. 147-153, 2011.

DUNCAN, W. L. P.; FERNANDES, M. N. Physicochemical characterization of the white, black, and clearwater rivers of the Amazon Basin and its implications on the distribution of freshwater stingrays (Chondrichthyes, Potamotrygonidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 3, p. 454-464, 2010.

DUNCAN, W. L. P.; INOMATA, S. O.; FERNADES, M. N. Comércio de arraiais de água doce na região do Médio Rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 2, p. 13-22, 2010.



ERICSSON, C. D.; HATZ, C.; JUNGHANSS, T.; BODIO, M. Medically Important Venomous Animals: Biology, Prevention, First Aid, and Clinical Management. **Clinical Infectious Diseases**, v. 43, n. 10, p. 1309-1317, November 15 2006. DOI:[10.1086/508279](https://doi.org/10.1086/508279)

EVANS, R. J.; DAVIES, R. S. Stingray injury. **Journal of Accident & Emergency Medicine**, v. 13, n. 3, p. 224-225, 1996.

FENNER, P. J.; WILLIAMSON, J. A.; SKINNER, R. A. Fatal and non-fatal stingray envenomation. **Medical journal of Australia**, v. 151, n. 11-12, p. 621-625, 1989.

FORRESTER, M. B. Pattern of stingray injuries reported to Texas poison centers from 1998 to 2004. **Human & Experimental Toxicology**, v. 24, n. 12, p. 639-642, December 1, 2005 2005. Doi: [10.1191/0960327105ht566oa](https://doi.org/10.1191/0960327105ht566oa)

FUNASA. Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos. Brasília: Ministério da Saúde: 81-85 p. 2001.

GARRONE NETO, D.; HADDAD JR., V. Ocorrência de arraias fluviais (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) na região do baixo Paranapanema, Sudeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**, n. 88, p. 10-11, 2007.

GARRONE NETO, D.; HADDAD JR., V. Acidentes por raias. In: CARDOSO, J. L. C.; FRANÇA, F. O. S.; WEN, F. H.; MÁLAQUE, C. M.; HADDAD JR., V. (Ed.). Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. 2nd. São Paulo, Brasil: Sarvier, 2009. cap. 30, p.295-313.

GARRONE NETO, D.; HADDAD JR., V. Arraias em rios da região Sudeste do Brasil: locais de ocorrência e impactos sobre a população. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 1, p. 82-88, 2010. Doi: [10.1590/S0037-86822010000100018](https://doi.org/10.1590/S0037-86822010000100018)

GARRONE NETO, D.; HADDAD JR., V.; VILELA, M. J. A.; UIEDA, V. S. Registro de ocorrência de duas espécies de potamotrigonídeos na região do Alto Rio Paraná e algumas considerações sobre sua biologia. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 0-0, 2007. Doi: [10.1590/S1676-06032007000100023](https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000100023)

GERST, J. W.; THORSON, T. B. Effects of saline acclimation on plasma electrolytes, urea

excretion, and hepatic urea biosynthesis in a freshwater stingray, *Potamotrygon* sp. Garman, 1877. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 56, n. 1, p. 87-93, 1977. Doi: [10.1016/0300-9629\(77\)90446-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(77)90446-7)

HADDAD JR., V. Animais aquáticos de importância médica no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 591-597, 2003.

HADDAD JR., V. Ocorrência de arraias da família Potamotrygonidae no rio Paraná e relato da presença no rio Tietê: resultados preliminares. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, n. 78, p. 3, 2005.

HADDAD JR., V. Animais aquáticos potencialmente perigosos do Brasil: guia médico e biológico. 2a Ed. São Paulo: 2008.

HADDAD JR., V.; GARRONE NETO, D.; PAULA NETO, J. B.; MARQUES, F. P. L.; BARBARO, K. C. Freshwater stingrays: study of epidemiologic, clinic and therapeutic aspects based on 84 envenomings in humans and some enzymatic activities of the venom. **Toxicon**, v. 43, n. 3, p. 287-94, Mar 1 2004.

HALSTEAD, B. W. Venomous marine animals of Brazil. **Memórias do Instituto Butantan**, v. 33, p. 1-25, 1966. Doi: [10.1590/S0037-86822003000500009](https://doi.org/10.1590/S0037-86822003000500009)

HALSTEAD, B. W. Poisonous and venomous marine animals of the world. 2nd. Princeton, New Jersey: The Darwin Press, 1988. 1168

KLESIUS, P. H.; SHOEMAKER, C. A.; EVANS, J. J. *Flavobacterium columnare* chemotaxis to channel catfish mucus. **FEMS Microbiology Letters**, v. 288, n. 2, p. 216-220, 2008. Doi:[10.1111/j.1574-6968.2008.01348.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2008.01348.x)

KOZLOV, S. A.; VASSILEVSKI, A. A.; FEOFANOV, A. V.; SUROVOY, A. Y.; KARPUNIN, D. V.; GRISHIN, E. V. Latacins, antimicrobial and cytolytic peptides from the venom of the spider *Lachesana tarabaevi* (Zodariidae) that exemplify biomolecular diversity. **Journal of Biological Chemistry**, v. 281, n. 30, p. 20983-20992, July 28, 2006 2006. Doi: [10.1074/jbc.M602168200](https://doi.org/10.1074/jbc.M602168200)



- LALWANI, K. Animal toxins: Scorpaenidae and stingrays. **British Journal of Anaesthesia**, v. 75, n. 2, p. 247, 1995. Doi: [10.1093/bja/75.2.247](https://doi.org/10.1093/bja/75.2.247)
- LIM, Y. L.; KUMARASINGHE, S. P. Cutaneous injuries from marine animals. **Singapore Medical Journal**, v. 48, n. 1, p. e25, 2007.
- LOPES-FERREIRA, M.; MOURA-DA-SILVA, A. M.; MOTA, I.; TAKEHARA, H. A. Neutralization of *Thalassophryne nattereri* (niquim) fish venom by an experimental antivenom. **Toxicon**, v. 38, n. 8, p. 1149-1156, 2000.
- LOVEJOY, N. R. Systematics of myliobatoid elasmobranchs: with emphasis on the phylogeny and historical biogeography of neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae: Rajiformes). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 117, n. 3, p. 207-257, 1996. DOI: [10.1111/j.1096-3642.1996.tb02189.x](https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1996.tb02189.x)
- LOVEJOY, N. R.; ALBERT, J. S.; CRAMPTON, W. G. R. Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: Evidence from Neotropical fishes. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 21, n. 1-2, p. 5-13, 2006. Doi: [10.1016/j.jsames.2005.07.009](https://doi.org/10.1016/j.jsames.2005.07.009)
- LOVEJOY, N. R.; BERMINGHAM, E.; MARTIN, A. P. Marine incursion into South America. **nature**, v. 396, n. 6710, p. 421-422, 1998. Doi: [10.1038/24757](https://doi.org/10.1038/24757)
- MAGALHÃES, K. W.; LIMA, C.; PIRAN-SOARES, A. A.; MARQUES, E. E.; HIRUMA-LIMA, C. A.; LOPES-FERREIRA, M. Biological and biochemical properties of the Brazilian *Potamotrygon* stingrays: *Potamotrygon* cf. *scobina* and *Potamotrygon* gr. *orbignyi*. **Toxicon**, v. 47, n. 5, p. 575-583, 2006.
- MAGALHÃES, M. R.; DA SILVA JR, N. J.; ULHOA, C. J. A hyaluronidase from *Potamotrygon motoro* (freshwater stingrays) venom: isolation and characterization. **Toxicon**, v. 51, n. 6, p. 1060-1067, 2008.
- MCEACHRAN, J. D.; ASCHLIMAN, N. Phylogeny of Batoidea. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. (Ed.). *Biology of sharks and their relatives*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press, 2004. cap. 3, p.79-113.
- MEBS, D. Stechrochen-Vergiftungen Sting-ray injuries. *Dtsch Med Wochenschr*, v. 105, n. 37, p. 1289-1291, 1980.
- MEYER, P. K. Stingray injuries. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 8, n. 1, p. 24-28, 1997. Doi: [10.1580/1080-6032\(1997\)008\[0024:SI\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(1997)008[0024:SI]2.3.CO;2)
- MONTEIRO-DOS-SANTOS, J.; CONCEIÇÃO, K.; SEIBERT, C. S.; MARQUES, E. E.; ISMAEL SILVA JR, P.; SOARES, A. B.; LIMA, C.; LOPES-FERREIRA, M. Studies on pharmacological properties of mucus and sting venom of *Potamotrygon* cf. *henlei*. **International Immunopharmacology**, v. 11, n. 9, p. 1368-1377, 2011. Doi: [10.1016/j.intimp.2011.03.019](https://doi.org/10.1016/j.intimp.2011.03.019)
- MORO, G.; CHARVET-ALMEIDA, P.; ROSA, R. S. Aspectos da alimentação da raia de água doce *Potamotrygon orbignyi* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) da bacia do rio Parnaíba, Nordeste do Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 20, n. 2, p. 47-57, 2012a.
- MORO, G.; CHARVET-ALMEIDA, P.; ROSA, R. S. Insectivory in *Potamotrygon signata* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae), an endemic freshwater stingray from the Parnaíba River basin, northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, n. 4, p. 885-891, 2012b. Doi: [10.1590/S1519-69842012000500015](https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000500015)
- NELSON, J. S. *Fishes of the World*. 4th. New Jersey, USA: 2006. 601
- NG, H. H.; TAN, H. H.; YEO, D. C. J.; NG, P. K. L. Stingers in a strange land: South American freshwater stingrays (Potamotrygonidae) in Singapore. **Biological Invasions**, v. 12, n. 8, p. 2385-2388, 2010/08/01 2010. Doi: [10.1007/s10530-009-9663-5](https://doi.org/10.1007/s10530-009-9663-5)
- PARDAL, P. P. O. Ictismo por arraia. In: CARDOSO, J. L. C.; FRANÇA, F. O. D. S.; WEN, F. H.; MÁLAQUE, C. M. S. A.; HADDAD JR., V. (Ed.). *Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes*. 2a. São Paulo: Sarvier, 2009. cap. 47, p.523-529.
- PARDAL, P. P. O.; CARVALHO, L. O. S.; GOMES, F. P.; PEDROSA, G. J. Estudo de 246 acidentes por peixes entre os habitantes do município de Peixe-boi, Pará, Brasil. *Pará Médico*, v. 2, p. 6-10, 1993.



PARDAL, P. P. O.; GADELHA, M. A. C. Acidentes por animais peçonhentos: manual de rotinas. 2nd. Belém, Pará: 2010. 48

PEDROSO, C. M.; JARED, C.; CHARVET-ALMEIDA, P.; ALMEIDA, M. P.; GARRONE NETO, D.; LIRA, M. S.; HADDAD, V., JR.; BARBARO, K. C.; ANTONIAZZI, M. M. Morphological characterization of the venom secretory epidermal cells in the stinger of marine and freshwater stingrays. **Toxicon**, v. 50, n. 5, p. 688-97, Oct 2007.

PIERINI, S. V.; WARRELL, D. A.; DE PAULO, A.; THEAKSTON, R. D. G. High incidence of bites and stings by snakes and other animals among rubber tappers and amazonian indians of the Juruá Valley, Acre State, Brazil. **Toxicon**, v. 34, n. 2, p. 225-236, 1996.

RATHJEN, W. F.; HALSTEAD, B. W. Report on two fatalities due to stingrays. **Toxicon**, v. 6, n. 4, p. 301-302, 1969.

RODRIGUES, R. J. Pharmacology of South American freshwater stingray venom (*Potamotrygon motoro*). **Transactions of the New York Academy of Sciences**, v. 34, n. 8, p. 677, 1972. Doi: [10.1111/j.2164-0947.1972.tb02721.x](https://doi.org/10.1111/j.2164-0947.1972.tb02721.x)

RODRÍGUEZ, H. G. R.; SÁNCHEZ, E. C.; MÉNDEZ, J. D. Stingray poisoning, a careless aspect in México. **Advances in Environmental Biology**, v. 2, n. 2, p. 54-62, 2008.

ROSA, R. S. *Paratrygon aiereba* (Müller & Henle, 1841): the senior synonym of the freshwater stingray *Disceus thayeri* Garman, 1913 (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, p. 425-437, 1990. Doi: [10.1590/S0101-81751990000400001](https://doi.org/10.1590/S0101-81751990000400001)

ROSA, R. S.; CARVALHO, M. R.; WANDERLEY, C. A. *Potamotrygon boesemani* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae), a new species of Neotropical freshwater stingray from Surinam. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, p. 1-8, 2008. Doi: [10.1590/S1679-62252008000100001](https://doi.org/10.1590/S1679-62252008000100001)

ROSA, R. S.; CASTELLO, H. P.; THORSON, T. B. *Plesiotrygon iwamae*, a new genus and species of Neotropical freshwater stingray (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Copeia**, p. 447-458, 1987.

ROSA, R. S.; CHARVET-ALMEIDA, P.; QUIJADA, C. C. D. Biology of the South American Potamotrygonid stingrays. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. (Ed.). *Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptative physiology and conservation*. 1st. United States: CRC Press, 2010. cap. 5, p.241-286.

RUSSELL, F. E. Stingray injuries: a review and discussion of their treatment. *The American journal of the medical sciences*, v. 226, n. 6, p. 611, 1953.

RUSSELL, F. E. Venom Poisoning. Rational drug therapy, v. 5, n. 8, p. 1-7, August 1971.

RUSSELL, F. E.; HARREVELD, V. A. Cardiovascular effects of the venom of the round stingray, *Urobatis halleri*. **Archives internationales de physiologie et de biochimie**, v. 62, n. 3, p. 322, 1954.

SÁ-OLIVEIRA, J. C.; COSTA, E. A.; PENA, F. P. S. Acidentes por raias (Potamotrygonidae) em quatro comunidades da Área de Proteção Ambiental-APA do rio Curiaú, Macapá-AP. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 74-78, 2011.

SCHARF, M. J. Cutaneous injuries and envenomations from fish, sharks and rays. **Dermatologic Therapy**, v. 15, n. 1, p. 47-57, 2002. Doi: [10.1046/j.1529-8019.2002.01510.x](https://doi.org/10.1046/j.1529-8019.2002.01510.x)

SCHIERA, A.; BATTIFOGLIO, M. L.; SCARABELLI, G.; CRIPPA, D. Stingray injury in a domestic aquarium. **International journal of dermatology**, v. 41, n. 1, p. 50-51, 2002. Doi: [10.1046/j.1365-4362.2002.1333.4.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.2002.1333.4.x)

SHIBUYA, A.; ZUANON, J.; TANAKA, S. Feeding behavior of the Neotropical freshwater stingray *Potamotrygon motoro* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 189-196, 2012. Doi: [10.1590/S1679-62252012000100018](https://doi.org/10.1590/S1679-62252012000100018)

SILVA, J. P. C. B.; CARVALHO, M. R. A new species of Neotropical freshwater stingray of the genus *Potamotrygon* Garman, 1877 from the Río Madre de Dios, Peru (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). **Papéis Avulsos de Zoologia** (São Paulo), v. 51, p. 139-154, 2011. Doi: [10.1590/S0031-10492011000800001](https://doi.org/10.1590/S0031-10492011000800001)

SIOLI, H. Studies in Amazonian waters. In: (Ed.). *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*.



Belém: CNPq, Museu Paraense Emílio Goeldi, v.3, 1967. p.9-50.

SIVAN, G.; VENKETASVARAN, K.; RADHAKRISHNAN, C. K. Characterization of biological activity of *Scatophagus argus* venom. **Toxicon**, v. 56, n. 6, p. 914-925, 2010.

SMITH, W. L.; WHEELER, W. C. Venom evolution widespread in fishes: a phylogenetic road map for the bioprospecting of piscine venoms. *Journal of Heredity*, v. 97, n. 3, p. 206-217, 2006. Doi: [10.1093/jhered/esj034](https://doi.org/10.1093/jhered/esj034)

THORSON, T. B.; BROOKS, D. R.; MAYES, M. A. The evolution of freshwater adaptation in stingrays. **National Geographic Society Research Reports**, v. 15, p. 663-694, 1983.

THORSON, T. B.; LANGHAMMER, J.; OETINGER, M. Periodic shedding and replacement of venomous caudal spines, with special reference to South American freshwater stingrays, *Potamotrygon* spp. **Environmental Biology of Fishes**, v. 23, n. 4, p. 299-314, 1988.

TREBERG, J. R.; SPEERS-ROESCH, B.; PIERMARINI, P. M.; IP, Y. K.; BALLANTYNE, J. S.; DRIEDZIC, W. R. The accumulation of methylamine counteracting solutes in elasmobranchs with differing levels of urea: a comparison of marine and freshwater species. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, n. 5, p. 860-870, March 1, 2006 2006.

UZEL, A. P.; MASSICOT, R.; JEAN, M. Stingray injury to the ankle. **European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology**, v. 12, n. 2, p. 115-116, 2002. Doi: [10.1007/s00590-002-0022-9](https://doi.org/10.1007/s00590-002-0022-9)

VAN OFFEL, J. F.; STEVENS, W. J. A stingray injury in a devotee of aquarium fishes. **Acta Clinica Belgica**, v. 55, n. 3, p. 174-175, 2000.

VENNILA, R.; KUMAR, K. R.; KANCHANA, S.; ARUMUGAM, M.; VIJAYALAKSHMI, S.; BALASUBRAMANIAM, T. Preliminary investigation on antimicrobial and proteolytic property of the epidermal mucus secretion of marine stingrays. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 1, n. 2, Supplement, p. S239-S243, 2011. Doi: [10.1016/S2221-1691\(11\)60162-7](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60162-7)

WEISS, B. F.; WOLFENDEN, H. D. Survivor of a stingray injury to the heart. **Medical journal of Australia**, v. 175, n. 1, p. 33-34, 2001.

WOURMS, J. P.; GROVE, B. D.; LOMBARDI, J. The maternal-embryonic relationship in viviparous fishes. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. (Ed.). *Fish Physiology*. San Diego: Academic Press, v.11B, 1988. p.1-134.

ZHAO, X.; FINDLY, R. C.; DICKERSON, H. W. Cutaneous antibody-secreting cells and B cells in a teleost fish. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 32, n. 5, p. 500-508, 2008. Doi: [10.1016/j.dci.2007.08.009](https://doi.org/10.1016/j.dci.2007.08.009)