

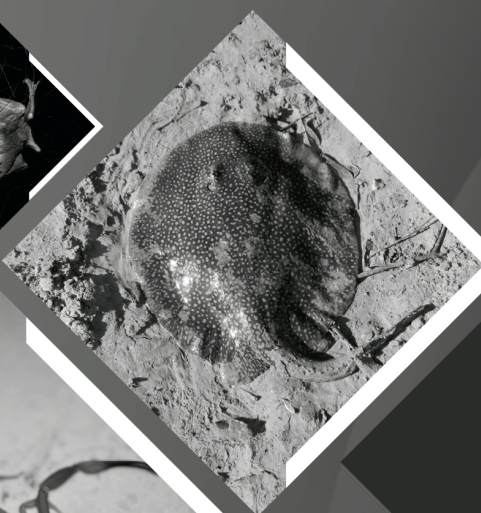
ORGANIZADOR
Nelson Rufino de Albuquerque

ANIMAIS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA DE MATO GROSSO DO SUL



ORGANIZADOR
Nelson Rufino de Albuquerque

ANIMAIS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA DE MATO GROSSO DO SUL





**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MATO GROSSO DO SUL**

Reitora

Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

Vice-Reitor

Albert Schiaveto de Souza

Obra aprovada pelo

CONSELHO EDITORIAL DA UFMS

RESOLUÇÃO nº 329-COED/AGECOM/UFMS.

de 23 de janeiro de 2026.

Conselho Editorial

Rose Mara Pinheiro (presidente)

Adriane Angélica Farias Santos Lopes de Queiroz

Alleisa Ferreira Riquelme

Andrés Batista Cheung

Cid Naudi Silva Campos

Elizabete Aparecida Marques

Fabio Oliveira Roque

Maria Lúgia Rodrigues Macedo

Ronaldo José Moraca

William Teixeira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Coordenadoria de Bibliotecas – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

Animais de importância médica de Mato Grosso do Sul [recurso eletrônico] /
organizador, Nelson Rufino de Albuquerque. -- Campo Grande, MS : Ed. UFMS,
2025.
PDF (242 p.) : il. color.

ISBN 978-85-7613-735-1
Inclui bibliografia.

1. Animais peçonhentos – Estudo e ensino. 2. Envenenamento por animais
peçonhentos – Cuidado e tratamento. 3. Hymenoptera – Identificação. 4. Díptera. 5.
Aracnídeos. 6. Peixes peçonhentos. 7. Serpentes. 8. Morcegos. 9. Animais – Estudo e
ensino – Mato Grosso do Sul. I. Albuquerque, Nelson Rufino de.

CDD (23) 590.7

Bibliotecária responsável: Tânia Regina de Brito – CRB 1/2.395

ORGANIZADOR
Nelson Rufino de Albuquerque

ANIMAIS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA DE MATO GROSSO DO SUL



Bothrops mattogrossensis em Corumbá, Mato Grosso do Sul.
Foto: Alessandher Piva.

Campo Grande - MS
2025

 **editora
UFMS**

© do organizador

Nelson Rufino de Albuquerque

1ª edição: 2025

Projeto Gráfico, Editoração Eletrônica

TIS Publicidade e Propaganda

Revisão

A revisão linguística e ortográfica
é de responsabilidade dos autores

A grafia desta obra foi atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, de 1990, que entrou em vigor no Brasil em 1º de janeiro de 2009.

Direitos exclusivos para esta edição



Secretaria da Editora UFMS - SEDIT/AGECOM/UFMS

Av. Costa e Silva, s/nº - Bairro Universitário
Campo Grande - MS, 79070-900
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Fone: (67) 3345-7203
e-mail: sedit.agecom@ufms.br

Editora associada à



ISBN: 978-85-7613-735-1

Versão digital: dezembro de 2025

Obra contemplada no Edital AGECON nº 06/2024

Seleção de Propostas para Apoio a Publicação de Livros Científicos em Formato Digital pela
Editora UFMS - Publica 2024.



Este livro está sob a licença Creative Commons, que segue o princípio do acesso público à informação. O livro pode ser compartilhado desde que atribuídos os devidos créditos de autoria. Não é permitida nenhuma forma de alteração ou a sua utilização para fins comerciais. br.creativecommons.org

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
---------------------------	-----------

CAPÍTULO I - BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DE HIMENÓPTEROS PEÇONHENTOS QUE OCORREM EM MATO GROSSO DO SUL

Rodrigo Pires Dallacqua

INTRODUÇÃO	15
-------------------------	-----------

PRINCIPAIS ESPÉCIES DE HIMENÓPTEROS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA EM MATO GROSSO DO SUL

.....	17
--------------	-----------

ABELHAS	17
----------------------	-----------

FORMIGAS	20
-----------------------	-----------

VESPAS E MARIMBONDOS	22
-----------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	24
--------------------------------------	-----------

CAPÍTULO II - *Aedes Aegypti*

Mariana Mayumi Zanoni

INTRODUÇÃO	26
-------------------------	-----------

BIOLOGIA	27
-----------------------	-----------

<i>Aedes Aegypti</i> e <i>Aedes Albopictus</i>	33
---	-----------

AEDES AEGYPTI E A TRANSMISSÃO DE PATÓGENOS ..	34
--	----

DOENÇAS ..	35
-------------------	----

COMBATE AO VETOR ..	37
----------------------------	----

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA ..	39
-----------------------------------	----

CAPÍTULO III - FLEBOTOMÍNEOS

Mariana Mayumi Zanon, Aline Etelvina Casaril Arrua, Wagner de Souza Fernandes

INTRODUÇÃO ..	43
----------------------	----

BIOLOGIA ..	45
--------------------	----

IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES ..	49
--------------------------------------	----

IMPORTÂNCIA MÉDICA E VETERINÁRIA ..	51
--	----

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA ..	55
-----------------------------------	----

CAPÍTULO IV - ARANHAS (ARANAE)

Adolfo Melgarejo Morel Neto, Douglas de Araújo

APRESENTAÇÃO ..	61
------------------------	----

DADOS EPIDEMIOLÓGICOS, EFEITOS DO VENENO E IDENTIFICAÇÃO ..	63
--	----

PHONEUTRIA SPP.	63
-----------------------------	----

LOXOSCELES SPP ..	65
--------------------------	----

LATRODECTUS SPP.	68
SAZONALIDADE	70
PREVENÇÃO, COMO LIDAR E O QUE FAZER EM CASO DE ACIDENTE	71
AGRADECIMENTOS	73
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	74
 CAPÍTULO V - ESCORPIÕES	
Malson Neilson de Lucena, Henrique Ranieri Covali Pontes, Laís Côrrea de Lima, Mila Marluce Lima Fernandes, Jéssica de Moraes Carretone, Ohanna Gabriely Souza Leite, Brayhan Meneguelli de Souza	
INTRODUÇÃO	77
BIOLOGIA DOS ESCORPIÕES	78
PEÇONHA DOS ESCORPIÕES	81
ACIDENTES COM ESCORPIÕES	82
PRINCIPAIS ESPÉCIES CAUSADORAS DE ACIDENTES ESCORPIÔNICOS EM MATO GROSSO DO SUL	86
<i>TITYUS SERRULATUS</i>	87
<i>TITYUS BAHIENSIS</i>	88
<i>TITYUS CONFLUENS</i>	89
<i>TITYUS PARAGUAYENSIS</i>	91

TITYUS MATTOGROSSENSIS	92
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	94
 CAPÍTULO VI - PEIXES PEÇONHENTOS	
Karina Keyla Tondato-Carvalho, Vinicius Renner Lampert, Douglas Alves Lopes	
INTRODUÇÃO.....	98
EVOLUÇÃO E DIVERSIDADE DE PEIXES PEÇONHENTOS	99
DIVERSIDADE DE PEIXES PEÇONHENTOS DE ÁGUA DOCE NEOTROPICAIS	101
PEIXES PEÇONHENTOS DE MATO GROSSO DO SUL	102
ANATOMIA DO SISTEMA DE PEÇONHA EM PEIXES DE MATO GROSSO DO SUL	109
VENENOS DOS PEIXES PEÇONHENTOS E SUAS TOXINAS	118
TIPOS DE TOXINAS	120
ACIDENTES POR ENVENENAMENTO COM PEIXES DE ÁGUA DOCE	125
ACIDENTES POR ENVENENAMENTO COM PEIXES PEÇONHENTOS EM MATO GROSSO DO SUL	127
ORIENTAÇÕES PROFILÁTICAS	135

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	137
 CAPÍTULO VII - BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DAS SERPENTES PEÇONHENTAS	
Nelson Rufino de Albuquerque, Roullien Henrique Martins	
APRESENTAÇÃO	155
QUEM SÃO AS SERPENTES?	156
REPRODUÇÃO	157
REGULAÇÃO TÉRMICA	157
SISTEMA SENSORIAL	158
DENTIÇÃO	159
PEÇONHENTO E VENENOSO	162
SINOPSE DAS PRINCIPAIS SERPENTES PEÇONHENTAS DE MATO GROSSO DO SUL	163
FAMÍLIA ELAPIDAE	165
FAMÍLIA VIPERIDAE	172
FAMÍLIA COLUBRIDAE	179
CHAVE PARA IDENTIFICAÇÃO DE SERPENTES PEÇONHENTAS DAS FAMÍLIAS ELAPIDAE E VIPERIDAE QUE OCORREM NO BRASIL	180
AGRADECIMENTOS	182
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	183

CAPÍTULO VIII - SERPENTES E A SUA TOXINOLOGIA

Alayne Coelho Ribeiro, Walter Mateus Schneider Blema

TOXICOLOGIA E TOXINOLOGIA	188
OFIDISMO	189
EPIDEMIOLOGIA DOS ACIDENTES COM SERPENTES BRASILEIRAS	190
SOROTERAPIA.....	195
APARATO INOCULADOR	195
INFECÇÃO SECUNDÁRIA	197
DIFERENÇA ENTRE A PEÇONHA DE SERPENTES JUVENIS E ADULTAS	199
PRIMEIROS SOCORROS E PREVENÇÃO	202
SERPENTES EXÓTICAS	204
COMPOSTOS BIOQUÍMICOS DAS SERPENTES	205
<i>BOTHROPS</i>	206
<i>CROTALUS</i>	208
<i>LACHESIS</i>	209
<i>MICRURUS</i>	209
ASPECTOS CLÍNICOS POR ENVENENAMENTO DE SERPENTES	210

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	214
 CAPÍTULO IX - MORCEGOS E DOENÇAS	
Marcelo Oscar Bordignon.....	224
 OS MORCEGOS - QUANTOS SÃO, DO QUE SE ALIMENTAM E A “LENDA DO CONDE DRÁCULA”	224
 MORCEGOS E A HISTOPLASMOSE	225
 MORCEGOS E A RAIVA	226
 SINTOMAS DA RAIVA	227
 TRANSMISSÃO	228
 VACINAÇÃO ANTIRRÁBICA CANINA E FELINA	229
 O QUE FAZER SE VOCÊ FOR MORDIDO POR UM MORCEGO	230
 MORCEGOS E A LEISHMANIOSE	230
 AGRADECIMENTOS	233
 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	234

APRESENTAÇÃO

Várias espécies de animais (tanto invertebrados como vertebrados) produzem toxinas químicas que têm como função matar ou incapacitar presas ou como defesa contra eventuais predadores. Alguns desses animais liberam ativamente suas toxinas em outros animais por meio de dentes especializados ou por uma ferroadada, e são, portanto, classificados como peçonhentos. Eles se distinguem dos animais venenosos pelo fato de que estes últimos liberam passivamente suas toxinas em outros animais através do simples contato, ou por inalação, ou mesmo após serem ingeridos. Outros animais, como morcegos e algumas espécies de insetos, não produzem toxinas, mas transmitem doenças graves.

Hymenoptera é um grupo de insetos que inclui vespas, formigas e abelhas, amplamente distribuídos pelo mundo e de grande importância ecológica, econômica e médica. Acidentes com picadas causadas por esses insetos são comuns, porém subnotificados, e quase todos os casos registrados se restringem a acidentes com a espécie de abelha social *Apis mellifera*. O Estado de Mato Grosso do Sul, em especial, registrou entre 2000 e 2022 5,96% do total de ocorrências com essa espécie no Brasil.

O *Aedes aegypti* é um mosquito originário do Velho Mundo e introduzido no Novo Mundo há aproximadamente 140-230 anos. À medida que evoluiu, essa espécie tornou-se antropofílica, cosmopolita e importante vetor de arboviroses como dengue, febre amarela, zika e Chikungunya, que têm afetado vários municípios de Mato Grosso do Sul. Além disso, outro grupo de mosquitos conhecido como flebotomíneos possui pelo menos seis espécies vetoras de leishmaniose em Mato Grosso do Sul.

As aranhas são um grupo altamente diverso de artrópodes, com aproximadamente 52.000 espécies descritas. Com exceção do gênero *Holarchaea* e da família Uloboridae, todas as aranhas conhecidas pro-

duzem algum tipo de toxina. Na região Centro-Oeste, os acidentes envolvendo aranhas foram responsáveis por aproximadamente 3% de todos os casos notificados no país, e são geralmente de natureza leve a moderada, indicando a raridade de casos graves de picadas de aranha. Outro grupo de artrópodes relacionados às aranhas, os escorpiões, também é conhecido por causar acidentes em humanos, que podem levar à morte, especialmente se forem crianças ou idosos. As picadas de escorpiões são responsáveis pela maioria dos acidentes envolvendo animais peçonhentos em nosso país.

Os peixes, com quase 37.000 espécies válidas, constituem o maior e mais diversificado grupo de vertebrados do planeta, com duas linhagens distintas de espécies peçonhentas presentes em Mato Grosso do Sul na bacia do alto rio Paraguai e/ou na bacia do alto rio Paraná. Com nove espécies de arraias e representantes de sete das 20 famílias de bagres ocorrendo naturalmente ou de forma introduzida nestas bacias, essas espécies peçonhentas causam morbidade significativa (doença e incapacidade sem morte). Inúmeros estudos têm demonstrado a alta frequência de acidentes entre pescadores profissionais em ambientes de água doce no Brasil, com destaque especial para as arraias, que, embora não causem tantos acidentes quanto os mandis e os bagres, acabam causando sérios traumas mecânicos aos acidentados. Além disso, acidentes envolvendo peixes são subnotificados em nosso país, o que resulta em um problema de saúde negligenciado.

Existem 438 espécies de serpentes no Brasil, mas entre estas, apenas cinco espécies da família Viperidae (cascavéis, jararacas) e quatro espécies da família Elapidae (corais-verdadeiras) ocorrem em Mato Grosso do Sul. Essas espécies produzem toxinas que podem ser potencialmente perigosas para os humanos. Por outro lado, a maioria das serpentes que ocorrem em nosso país contribui para a redução das populações de ratos, que podem transmitir doenças às pessoas. Serpentes não peçonhentas

também consomem as peçonhentas, ajudando a manter o equilíbrio dos ecossistemas. Mesmo as espécies peçonhentas não são particularmente perigosas, a menos que sejam pisadas ou provocadas de alguma forma.

Além de serem os únicos mamíferos capazes de voar, os morcegos, embora não sejam considerados peçonhentos, também podem transmitir doenças (vírus, protozoários e bactérias) aos humanos, como histoplasmose, leishmaniose e raiva. Das 1.400 espécies de morcegos existentes no mundo e das 172 existentes no Brasil, apenas três são consideradas hematófagas e alimentam-se exclusivamente do sangue de mamíferos e aves. Destas, o morcego-vampiro-comum (*Desmodus rotundus*) possui as maiores populações e é o principal causador do ciclo urbano e rural da raiva no Brasil e em outros países da América do Sul.

Considerando que a identificação de espécies peçonhentas é um procedimento importante, pois permite o reconhecimento de espécies de importância médica em nível regional, facilitando o tratamento correto e, ao mesmo tempo, conscientizando a população sobre a importância ecológica de diversas dessas espécies, este livro foi escrito por professores, técnicos, egressos e alunos dos cursos de Ciências Biológicas e Farmácia da UFMS e dos cursos de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e tem como objetivo contribuir para a qualificação de estudantes e profissionais das áreas de ciências biológicas e da saúde, especialmente aqueles interessados no estudo de himenópteros, dípteros, aracnídeos, peixes, serpentes e morcegos de importância médica que ocorrem em Mato Grosso do Sul.

CAPÍTULO I

BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DE HIMENÓPTEROS PEÇONHENTOS QUE OCORREM EM MATO GROSSO DO SUL

Rodrigo Pires Dallacqua

Introdução

Os himenópteros formam um grupo de insetos holometábolos que engloba as vespas, formigas e abelhas, apresentando ampla distribuição ao redor do mundo e de suma importância ecológica, econômica e médica. Apesar da origem evolutiva a partir de vespas herbívoras (que se alimentam de tecidos vegetais), a maioria das espécies pertencentes à ordem Hymenoptera possui hábito parasitoide, ou seja, durante seu desenvolvimento larval se alimentam de insetos e outros artrópodes, provocando a sua morte (ARAÚJO; PENTEADO-DIAS, 2015).

Há ainda uma parte destes insetos que se comportam como predadores, todos pertencentes ao grupo dos Aculeata, que tem origem evolutiva comum e são caracterizados pela presença de ferrão nas fêmeas, uma estrutura especializada para defesa e predação, através da inoculação de veneno (BROTHERS, 2021). Este constitui o grupo de himenópteros peçonhentos, pois precisam entrar em contato direto com sua presa/hospedeiro para ferroá-lo (Fig. 1), causando paralisia.

Figura 1 . Ferrão de uma abelha operária de *Apis mellifera*.



Foto de Cristiano Menezes, 2017 – disponível em:
[https://www.facebook.com/
photo/?fbid=1431759836945187&set=a.791920770929100](https://www.facebook.com/photo/?fbid=1431759836945187&set=a.791920770929100)

Uma curiosidade sobre os himenópteros refere-se ao sistema haplodiploide de determinação do sexo: em geral, as fêmeas são diploides, originadas a partir de ovócitos fecundados por espermatozoides, ao passo que os machos são haploides, produzidos a partir de ovócitos não fecundados e que se desenvolvem por partenogênese (MELO; DAL MOLIN, 2024).

Os acidentes com ferroadas causados por estes insetos são comuns, porém, subnotificados. Inclusive, a quase totalidade de casos registrados restringem-se aos acidentes com a espécie de abelha social *Apis mellifera*. O Sinan (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) do Ministério da Saúde, publicou no final de 2023 um compilado de dados com a série histórica entre os anos 2000 e 2022 de

acidentes ocasionados por essas abelhas (<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/animais-peconhentos/acidentes-por-abelhas/publicacoes/serie-historica-de-acidentes-por-abelhas-2000-a-2022/view>). Neste levantamento é possível notar que o Estado de Mato Grosso do Sul registrou 3.714 casos, que representam 5,96% do total de ocorrências no Brasil.

A gravidade dos incidentes está relacionada aos componentes do veneno inoculado, com sintomas relatados que vão da ocorrência de reações alérgicas locais ou sistêmicas, de grau variado, sobretudo em pessoas com hipersensibilidade. Embora existam diferenças na composição do veneno entre as espécies de himenópteros, a ocorrência dos sintomas mais severos e até mesmo de morte relacionada aos acidentes com abelhas, vespas e formigas está mais relacionada à quantidade de ferroada recebida e, por conseguinte, com a quantidade de veneno inoculado (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2001).

Principais espécies de himenópteros de importância médica em Mato Grosso do Sul

ABELHAS

As abelhas fazem parte da família Apidae e têm mais de 20.000 espécies descritas. A maioria destas têm hábito de vida solitário, em que as fêmeas e machos adultos emergem dos ninhos e se encontram apenas para o acasalamento. Nestes casos, as fêmeas constroem os ninhos em cavidades escavadas ou pré-existentes, no solo ou em árvores. As células de cria são abastecidas com recursos florais (pólen e néctar) para alimentação das larvas em desenvolvimento (DANFORTH *et al.*, 2019; MICHENER, 1974).

No entanto, as abelhas mais estudadas e conhecidas são organiza-

das em complexas sociedades matriarcais, em que uma fêmea (a rainha) monopoliza a atividade reprodutiva e controla os demais indivíduos da colmeia. As demais fêmeas (as operárias) exercem as funções de construção da estrutura e defesa do ninho, alimentação de cria e coleta de recursos. Os machos, por sua vez, são menos numerosos e, em geral, têm papel apenas na reprodução (SEELEY, 2006; WINSTON, 2003).

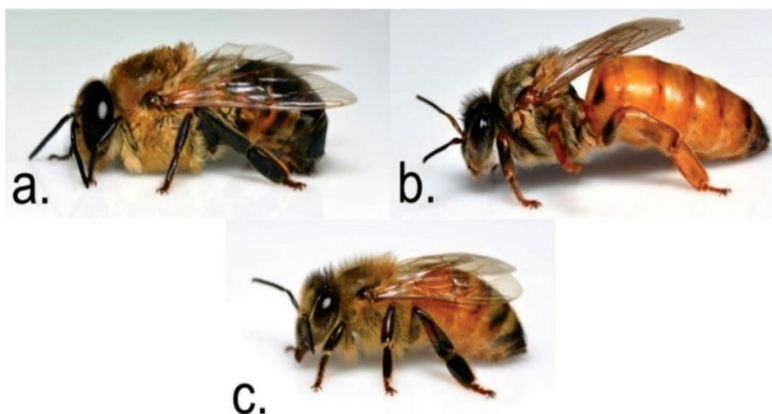
As abelhas desempenham um papel crucial na polinização de muitas plantas e culturas agrícolas. Os serviços ecossistêmicos prestados por estes insetos são, portanto, fundamentais para a produção de alimentos e para a manutenção da biodiversidade vegetal. Além disso, o desenvolvimento de técnicas avançadas de manejo e criação permitiram a exploração comercial dos produtos das colmeias de abelhas sociais.

Tanto entre as espécies de hábito solitário, como nas sociais, há representantes que se utilizam do aparelho de ferrão para defesa e/ou predação, o que as torna potenciais causadoras de acidentes para o homem e outros animais. Apesar da imensa diversidade biológica das abelhas, veremos abaixo algumas características que tornaram a *A. mellifera* como o principal himenóptero de importância médica.

Apis mellifera

As abelhas *Apis mellifera* (Fig. 2), popularmente conhecidas como abelhas europeias ou melíferas, são caracterizadas pela existência de castas femininas morfofisiologicamente distintas: a rainha, fêmea única que monopoliza a reprodução e apresenta maior porte; e as operárias, que são menores, parcialmente estéreis e cuidam das tarefas gerais de manutenção do ninho. Os machos (zangões) possuem tamanho intermediário entre a rainha e a operárias e têm função exclusivamente reprodutiva.

Figura 2. Diferenças de forma e tamanho entre os indivíduos que compõem uma colônia de *A. mellifera*. (a) Zangão; (b) Rainha; e (c) Operária.



Fotos: Mike Bentley em MORTENSEN *et al.*, 2019

A *A. mellifera* é uma espécie exótica no Brasil, tendo sido introduzida inicialmente no século XIX, quando colmeias de subespécies de origem alemã (*Apis mellifera mellifera*) e italiana (*Apis mellifera ligustica*) foram trazidas principalmente para as regiões sul e sudeste do país, para exploração de cera e mel. A difícil adaptação destas abelhas de origem europeia ao clima tropical do país atrapalhava o crescimento da produtividade apícola no país. Por isso, em 1956, o governo brasileiro solicitou ao geneticista brasileiro Warwick E. Kerr que trabalhasse em um programa de seleção de linhagens, no intuito de que produzisse híbridos capazes de elevar a produção de mel e, preferencialmente, associando à uma menor defensividade das abelhas, para facilitar o seu manejo. Com isso, houve a importação de matrizes da subespécie de origem africana, a *A. mellifera scutellata*, para realização de cruzamentos controlados desta com as abelhas europeias. Um incidente no ano de 1957 levou à enxameação de 26 das colmeias de abelhas africanas mantidas na região de Rio Claro/SP. Na natureza, houve o cruzamento não controlado destas com as popula-

ções de abelhas europeias pré-existentes, dando origem ao híbrido identificado como abelha africanizada (GONÇALVES, 1974; KERR, 1967).

As abelhas africanizadas se expandiram rapidamente por quase todo o continente americano, devido à sua adaptação ao clima e alta resistência à patógenos. No entanto, o comportamento altamente defensivo das operárias levou a um aumento expressivo nos casos de acidentes com estas abelhas.

FORMIGAS

As formigas pertencem à família **Formicidae**, que inclui um vasto grupo de insetos sociais amplamente distribuídos em diversos habitats. Há espécies de formigas portadoras de ferrão abdominal associado a glândulas de veneno, que podem produzir dor intensa e causar complicações que vão de irritações locais a condições mais graves, como anafilaxia, necrose e infecção secundária em humanos. Em Mato Grosso do Sul, são conhecidas 306 espécies destes insetos, distribuídas em de 71 gêneros dentro de 11 subfamílias (DEMÉTRIO *et al.*, 2016). As espécies mais conhecidas por ferroadas doloridas e que causam lesões na pele e dor intensa estão abaixo descritas.

Paraponera clavata

Popularmente conhecida como tocandira ou formiga bala, *Paraponera clavata* (Fig. 3) é uma espécie que habita as florestas tropicais da América Central e do Sul e pertence à subfamília Paraponerinae (BACCARO *et al.*, 2015). Trata-se de uma formiga de porte grande, com 1,8 a 3 cm de comprimento, de coloração preta brilhante e sem diferenciação morfológica entre as castas (espécie monomórfica).

Figura 3. *Paraponera clavata*, popularmente conhecida como tocandira ou formiga-bala



Foto de Stephane De Greef, 2015 – disponível em:
<https://www.biodiversity4all.org/photos/6211631>

Os ninhos de *P. clavata* podem ser constituídos por até 3.000 indivíduos e estão geralmente construídos no solo, em bases de árvores ou próximas a cipós. A dieta das formigas varia entre a ingestão de pequenos artrópodes e néctar, dependendo da disponibilidade de recursos, sendo estes coletados dentro da área de forrageio a até 40m de seus ninhos (FERNANDES *et al.*, 2015).

Os acidentes com estas formigas, em geral, ocorrem quando as pessoas entram em contato com as formigas ao caminhar por áreas de mata fechada ou ao mexer em seus ninhos. A ferroada produz uma dor intensa e pode provocar edema, febre e eritema no local, ocasionalmente acompanhada de fenômenos sistêmicos, como sudorese e taquicardia (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2001).

Solenopsis invicta

Também conhecida como formiga-de-fogo, as formigas do gêne-

ro *Solenopsis* (Fig. 4) são famosas por suas ferroadas que causam uma sensação de queimação e podem resultar em bolhas e erupções cutâneas. Essa espécie é invasiva e pode ser encontrada em diversas áreas urbanas e rurais tornam-se agressivas e atacam em grande número se o formigueiro for perturbado. Cada formiga é capaz de ferroadar 10-12 vezes a sua presa, levando à formação de uma pequena lesão dupla central, rodeada de lesões pustulosas.

Figura 4. *Solenopsis invicta*



Foto de Clarence Holmes, 2020 – disponível em:
<https://www.biodiversity4all.org/photos/72323413>

VESPAS E MARIMBONDOS

As vespas e marimbondos, himenópteros da família Vespidae, são insetos cosmopolitas com distribuição em áreas tropicais, englobando tanto espécies de hábito solitário como sociais. Da mesma forma que notamos entre as abelhas, apresenta espécies com comportamento defensivo em diferentes graus e suas ferroadas podem provocar desde desconforto local até reações alérgicas severas, como anafilaxia. Em Mato Grosso do Sul destacam-se as vespas sociais do gênero *Polistes* spp. (Fig. 5), conhecidas como vespas de papel, por conta da estrutura de seus ni-

nhos. Foram identificadas 8 espécies no Estado (AUKO *et al.*, 2017).

As ferroadas destes insetos são bem documentadas em estudos médicos, por conta da semelhança dos efeitos locais e sistêmicos do veneno, similar aos provocados pela ferroadada de abelhas, embora com menor intensidade. Diferentemente das abelhas *A. mellifera*, as vespas não perdem seus ferrões por autotomia, podendo atacar múltiplas vezes uma mesma presa.

Figura 5. *Polistes canadensis*, também conhecida como marimbondo caboclo



Foto de José Manuel Carreón Silva, 2016 – disponível em:
<https://www.biodiversity4all.org/photos/3510880>

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ARAÚJO, Carolina Rodrigues; PENTEADO-DIAS, Angélica Maria. Biologia e Taxonomia de Himenópteros Parasitoides. *In*: LIMA, M. S. C. S., CARVALHO, L. S., PREZOTO, F. (org.). **Métodos em ecologia e comportamento animal**, Teresina: Editora UFPI, 2015. p. 147-163.

AUKO, Tiago Henrique *et al.* Inventário de vespas (Hymenoptera, Vespidae) no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia**. Série Zoologia, v. 107, p. e2017125, 2017.

BACCARO, Fabricio B. *et al.* **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015. 388 p.

BROTHERS, Denis J. Aculeate Hymenoptera: phylogeny and classification. *In*: **Encyclopedia of Social Insects**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 3-11.

DANFORTH, B.N.; R. L. MINCKELY; J. L. NEFF. **The Solitary Bees: Biology, Evolution, Conservation**. Princeton, Princeton University Press. 472 pp, 2019.

DEMÉTRIO, M. F. *et al.* Inventário da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia**. Série Zoologia, v. 107, p. e2017126, 2017.

FERNANDES, I. O.; SOUZA, J. L. P.; BACCARO, F. B. Estado da arte sobre a Filogenia, Taxonomia e Biologia de Paraponerinae. **As formigas poneromorfas do Brasil**, Ilhéus: Editus, p. 43-54, 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL) *et al.* **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. 2 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001.

GONÇALVES, L. S. Comments on the aggressiveness of the Africanized bees in Brazil. 2. **American bee journal**, v. 114, n. 12, p. 448-450, 1974.

KERR, W. E. The history of the introduction of African bees in Brazil. **South African Bee Journal**, v. 39, p. 33-35, 1967.

LIMA, Felipe Varussa de Oliveira; SILVESTRE, Rogério. Abelhas (Hymenoptera, Apidae sensu lato) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia**. Série Zoologia, v. 107, p. e2017123, 2017.

MELO, G. A. R.; DAL MOLIN, A. Capítulo 27: Hymenoptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. D. E; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (org). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2 ed. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2012. p. 484-545.

MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study**. Cambridge: Belknap, 1974. 404 p.

MORTENSEN, A. N.; SMITH, B.; ELLIS, J. D. The social organization of honey bees. **EDIS**, v. 2015, n. 9, p. 3-3, 2015.

RAMIREZ-ESQUIVEL, Fiorella; RAVI, Sridhar. Functional anatomy of the worker honeybee stinger (*Apis mellifera*). **Iscience**, v. 26, n. 7, 2023.

SEELEY, T. D. **Ecologia da Abelha: um estudo de adaptação na vida social** (tradução de CA Osowski). Porto Alegre: LTDA, 2006.

WINSTON, Mark L. **A biologia da abelha**. Olomouc: Magister, 2003. 276 p.

CAPÍTULO II

Aedes Aegypti

Mariana Mayumi Zanoni

Introdução

Aedes aegypti, que significa o odioso do Egito, é um mosquito pertencente ao filo Arthropoda, ordem Diptera e família Culicidae. É um animal originário do velho mundo, e introduzido ao novo mundo há aproximadamente 140-230 anos (KOTSAKIOZI, 2018; POWELL; GLORIA-SORIA). No Brasil, foi trazido na época colonial por meio de navios negreiros (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Seu ancestral selvagem é o *Aedes aegypti formosus*, um mosquito mais escuro que ainda existe nas florestas da África subsaariana. Esses animais costumam depositar seus ovos em buracos de árvores e preferem sangue animal (POWELL; TABACHNICK, 2013). A principal teoria sobre a domesticação dessa espécie sugere que ela foi consequência da expansão do Deserto do Saara. Com essa expansão, as populações de *Aedes aegypti* foram forçadas a depositar seus ovos em recipientes usados pelos humanos para armazenar água (KOTSAKIOZI, 2018; POWELL; GLORIA-SORIA).

Devido à sua importância como vetor da febre amarela, houve uma grande campanha para erradicá-la. No Rio de Janeiro, as brigadas sanitárias estabelecidas por Oswaldo Cruz foram responsáveis por eliminar os criadouros. Em 1947, a Organização Mundial da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde criaram o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti*. Desde então, vários programas de erradicação foram criados. No Brasil, o primeiro sucesso ocorreu em 1955 quando o vetor foi eliminado pela primeira vez no país. No entanto, foi reintroduzido

em 1967. Então, novas campanhas surgiram e foi eliminado novamente em 1973. No entanto, com as mudanças sociais e climáticas, foi reintroduzido novamente em 1976 (BRAGA; VALLE, 2007).

Em 2001, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) passou a focar no controle desse animal, abandonando as metas de erradicação. Novos planos e programas foram implementados: o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD) e o Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD), que passaram a focar no controle entomológico desse vetor (BRAGA; VALLE, 2007).

Biologia

Com sua evolução, o *Ae. aegypti* tornou-se um animal antropofílico e cosmopolita, de hábitos crepusculares, encontrado em regiões tropicais e subtropicais (BRAGA; VALLE, 2007; CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Tem ciclo de vida holometábolo (Fig. 1). Seus ovos medem aproximadamente um milímetro e são de formato oval. As fêmeas depositam seus ovos em recipientes contendo água, com a oviposição ocorrendo logo acima da linha d'água. O desenvolvimento embrionário geralmente é concluído em até quarenta e oito horas após a postura. Após esse desenvolvimento estar completo, o ovo pode permanecer inerte por anos, aguardando o contato com a água (NELSON, 1986).

Ao entrarem em contato com a água, os ovos eclodem, dando origem às larvas de primeiro estágio. O período larval tem quatro estágios no total. As larvas têm cabeça ovoide, tórax e nove segmentos no abdômen. Possuem um sifão que as diferencia das larvas de outros mosquitos. Além disso, posicionam-se quase verticalmente na água, têm movimento serpentino e também são fotossensíveis (Fig. 2). A duração desse estágio pode variar de acordo com a temperatura, densidade de larvas em um

recipiente e disponibilidade de alimento, mas em geral pode durar cinco dias até a evolução para o estágio de pupa (NELSON, 1986).

O estágio larval é onde ocorre a alimentação e a respiração, enquanto no estágio de pupa é onde ocorre apenas a respiração (Fig. 3). A pupa de *Ae. aegypti* tem um formato de vírgula e um par de tubos respiratórios chamados de “trompetas”. Esta fase envolve a metamorfose do estágio larval para o estágio adulto (CARVALHO; MOREIRA, 2017; NELSON, 1986).

Figura 1. Ciclo de vida do *Aedes aegypti*

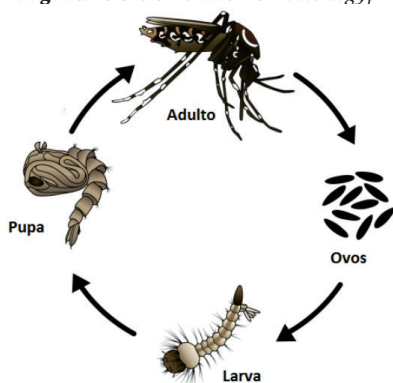


Foto: FIOCRUZ, 2024a

Figura 2. Visualização em lupa de larva em álcool.



Foto: Acervo pessoal

Figura 3. Pupa em visualização na lupa



Foto: Acervo pessoal

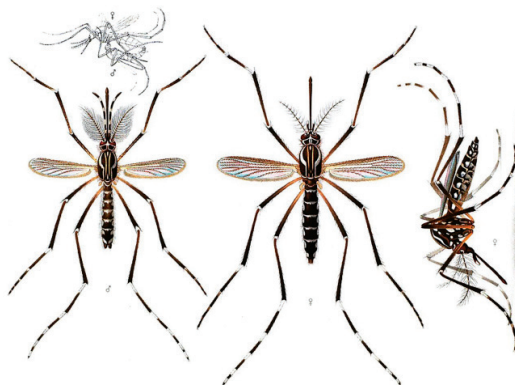
Os adultos têm corpo escuro com listras brancas e listras em forma de lira no mesonoto (Fig. 4). A diferenciação entre macho e fêmea pode ser feita através dos palpos e antenas; o macho tem palpos desenvolvidos e antenas plumosas, as fêmeas têm antenas peludas e palpos curtos (Fig. 5) (NELSON, 1986).

Figura 4. Listras em formato de lira no mesonoto do mosquito



Foto: <https://www.britannica.com/science/chikungunya-virus#/media/1/1159462/127044>

Figura 5. Morfologia de macho (esquerda) e fêmea (direita) de *Aedes aegypti*.



Desenhos licenciados sob domínio público via Wikimedia Commons

Após emergirem, os adultos pousam nas paredes dos criadouros para que seus exoesqueletos possam endurecer. Os machos geralmente emergem primeiro e suas partes reprodutivas giram 180°. Após aproximadamente vinte e quatro horas, eles podem se reproduzir (NELSON, 1986; VALLE, 2021).

Esse animal costuma ser encontrado em locais escuros e silenciosos, sendo comumente encontrado dentro de casas, principalmente em quartos, banheiros e cozinhas. Os adultos podem viver até quarenta e cinco dias. Os machos se alimentam de seiva e as fêmeas se alimentam de sangue, pois é necessário para a maturação dos ovos (VALLE, 2021).

As fêmeas possuem uma espermateca que armazena espermatozoides, então elas podem acasalar apenas uma vez e liberar óvulos pelo resto da vida. Aproximadamente quatro dias após a refeição de sangue, os óvulos estarão prontos para serem postos; esse processo ocorre em cada ciclo gonotrófico (BARATA *et al.*, 2001). Elas possuem uma característica chamada “postura de salto”, elas não colocam todos os seus ovos no mesmo recipiente, espalhando seus ovos por vários locais de reprodução para garantir maior sucesso reprodutivo (REINBOLD-WASSON; REISKIND, 2021).

Qualquer recipiente que possa armazenar água é chamado de criadouro. O Ministério da Saúde implementou o manual chamado Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), um método para obtenção de indicadores entomológicos que permite entender a distribuição do *Aedes aegypti* (BRASIL, 2013). Neste manual, os criadouros foram divididos em cinco categorias (Fig. 6): Grupo A: armazenamento de água, subdividido em: A1 (tanque de água elevado conectado à rede pública ou coleta mecânica de poços) e A2 (tanques no nível do solo para armazenamento doméstico); Grupo B: Tanques móveis (por exemplo, vasos/jarras com água); Grupo C: Tanques fixos (tanques em canteiros de obras); Grupo D: Removíveis, D1 (pneus e outros materiais rodantes) e D2 (lixo, sucata em pátios); e Grupo E: Naturais (axilas de folhas, buracos em árvores) (BRASIL, 2013).

Figura 6. Classificação dos criadouros de acordo com o LIRAA.



Desenhos licenciados sob domínio público via Wikimedia Commons



Fotos: Acervo pessoal

Aedes aegypti* e *Aedes albopictus

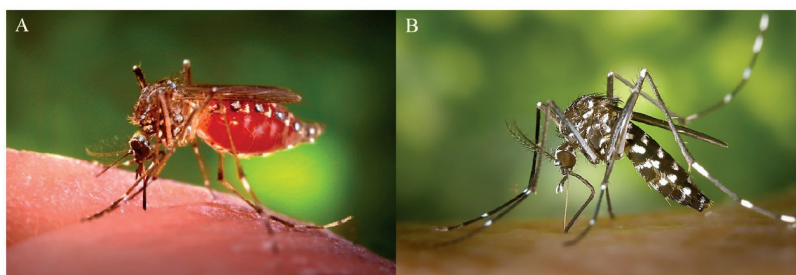
Ae. aegypti e *Ae. albopictus* podem ser vetores de doenças, mas apresentam algumas diferenças. *Ae. albopictus* é conhecido como o “mosquito tigre asiático”, nativo do sudeste asiático, e tem se expandido globalmente, especialmente em áreas rurais e periurbanas, diferentemente do *Ae. aegypti*, que é encontrado predominantemente em áreas urbanas, mas assim como o *Ae. aegypti*, utiliza criadouros artificiais e naturais (CONSOLI; OLIVEIRA 1994).

Em relação aos hábitos alimentares, o *Ae. albopictus* é menos seletivo que o *Ae. aegypti*; pode se alimentar do sangue de outros tipos de mamíferos e até mesmo de aves, o que pode reduzir sua eficiência na transmissão de doenças, enquanto o *Ae. aegypti* tem preferência pelo sangue humano (KRAEMER, 2015). O período de atividade do *Ae. aegypti*, como discutido anteriormente, é crepuscular, ativo durante o dia, mas principalmente durante o entardecer e amanhecer, já o *Ae. albopictus* também é diurno, porém com uma flexibilidade maior no horário de atividade (CONSOLI; OLIVEIRA 1994; PAUPY *et al.*, 2009).

A diferença morfológica está relacionada ao padrão de coloração desses animais (Fig. 7). *Ae. aegypti* tem corpo escuro com listras brancas e marcações em forma de lira no tórax, e anéis brancos em algumas articulações das pernas. *Ae. albopictus* também é escuro, mas tem uma linha branca longitudinal contínua ao longo de seu dorso e suas listras brancas e pretas são mais evidentes em suas pernas (CONSOLI; OLIVEIRA 1994; KRAEMER, 2015).

A diferenciação desses dois mosquitos é importante para uma rápida identificação e para o controle, uma vez que o *Ae. albopictus* tem maior capacidade de utilizar criadouros naturais e devido à sua distribuição geográfica (JULIANO; LOUNIBOS, 2005; KRAEMER, 2015).

Figura 7. *Aedes aegypti* do lado esquerdo e *Aedes albopictus* do lado direito, evidenciando a diferença no padrão de coloração desses animais.



Fotos licenciadas sob domínio público via Wikimedia Commons

***Aedes aegypti* e a transmissão de patógenos**

Aedes aegypti é um importante vetor de arbovírus como: Febre Amarela, Dengue, ZIKA e Chikungunya (POWELL; GLORIA-SO-RIA; KOTSAKIOZI, 2018).

Arbovírus (Arthropod-Borne Virus) são doenças transmitidas por picadas de artrópodes (GOULD *et al.*, 2017). No caso do *Ae. aegypti*, as doenças são transmitidas por fêmeas infectantes no ciclo: homem infectado → *Aedes aegypti* → homem (VALLE, 2021).

Para esclarecer os termos, uma fêmea infectada é aquela que adquire o vírus, geralmente após se alimentar de sangue com o vírus, mas ela não o transmite. Ela permanecerá infectada pelo resto da vida. Esse vírus pode ser passado para os ovos na transmissão vertical. Já as fêmeas infectantes são aquelas capazes de passar o vírus adiante. Apenas uma parcela das fêmeas infectadas se torna infecciosa. Isso ocorre quando o vírus, que foi ingerido no sangue, passa pelo tecido epitelial do estômago. Nas glândulas salivares, ele se multiplica usando as próprias células do inseto para gerar cópias, só então pode ser transmitido pela saliva do inseto. Esse processo dura dias, período chamado de incubação extrínseca (VALLE, 2021).

Doenças

O *Ae. aegypti* é o vetor de vírus do gênero *Flavivirus*: Febre Amarela, ZIKA e dengue e do gênero *Alphavirus*: Chikungunya.

A febre amarela é a única que possui ciclo silvestre e ciclo urbano. Nessa doença, o ser humano é hospedeiro ocidental, sendo mais comum em primatas não humanos (PNH); os PNH possuem outros vetores, como os mosquitos do gênero *Haemagogus* (BRASIL, 2024). É uma doença com manifestação febril aguda, que quando sintomática pode apresentar: febre, calafrios, dores de cabeça e no corpo. Na forma mais grave da doença, o paciente pode desenvolver insuficiência hepática e renal, podendo levar à morte. Além da forma sintomática, há também a forma assintomática (CAVALCANTE; TAUILL, 2016).

A dengue também é uma doença infecciosa febril aguda e possui cinco sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4 e DENV-5. Este último é encontrado apenas em florestas da Malásia (MUSTAFA *et al.*, 2015). Pode se manifestar de duas formas: Febre da Dengue e Febre Hemorrágica da Dengue (FHD). Os principais sintomas são: febre alta repentina, dores de cabeça, dores musculares, articulares ou retro-orbitais, fadiga e falta de apetite. A FHD apresenta os mesmos sintomas da dengue clássica, mas causa sangramentos leves ou mais graves onde o paciente pode desenvolver derrames gastrointestinais e intracranianos (BRASIL, 2023a; ROY; BHATTACHARJEE, 2020).

O ZIKA pode se apresentar como uma doença febril semelhante a dengue e chikungunya ou pode ser assintomático. Quando sintomático, as manifestações mais comuns são febre, exantema de início precoce, prurido, cefaleia, artralgia, astenia e mialgia, conjuntivite não purulenta e edema periarticular. Pode se apresentar com associação de infecção viral neurológica, Síndrome de Guillain-Barré (SGB), uma condição rara em que o sistema imunológico do paciente ataca os ner-

vos periféricos e microcefalia, que é a forma mais grave de defeitos congênitos. Nesse caso, há uma infecção cruzada, onde o vírus é transmitido da mãe para o feto, podendo causar aborto espontâneo, morte fetal ou malformações congênitas. Alterações no sistema nervoso central e outras complicações neurológicas constituem em conjunto a Síndrome Congênita do Zika Vírus (SCZ), caso em que a criança tende a apresentar, ao longo da vida, diversas deficiências intelectuais, físicas e sensoriais (BRASIL, 2023b).

O Brasil, por meio do Ministério da Saúde, foi o primeiro a relatar casos de microcefalia associados à infecção pelo vírus Zika. Em 2015, no Nordeste brasileiro, houve um aumento de casos de recém-nascidos com microcefalia. Pesquisadores do Instituto Evandro Chagas (IEC) isolaram o vírus ZIKA no cérebro de um recém-nascido com microcefalia que morreu (GARCIA, 2018).

Chikungunya significa “aqueles que se dobram” devido à aparência curva que os pacientes apresentavam na primeira epidemia documentada da doença, na África (FIOCRUZ, 2023). Seus principais sintomas são febre, dores intensas nas articulações, inchaço nas articulações, dores nas costas, dores musculares, coceira e manchas vermelhas no corpo. É possível que se desenvolvam manifestações sistêmicas no sistema nervoso, pele, rins, sistema cardiovascular e outros. A doença apresenta três fases: aguda ou febril, com duração entre cinco e quatorze dias, pós-aguda, entre quinze e dezenove dias, e crônica, quando os sintomas permanecem por mais de noventa dias (BRASIL, 2023c).

Em um contexto de cocirculação de DENV, ZIKV e CHIKV, como em Mato Grosso do Sul, é fundamental realizar, sempre que possível, investigação utilizando métodos diretos para detecção desses vírus. Em relação ao diagnóstico sorológico, há possibilidade de reação cruzada entre ZIKV e DENV na sorologia IgM (BRASIL, 2023b; PENA, 2021; SILVA; MAGALHÃES).

Combate ao vetor

Com o fracasso da tentativa de erradicação do vetor do país, a FUNASA, em 2001, mudou seu objetivo para o controle vetorial (BRAGA; VALLE, 2007).

É possível realizar a vigilância entomológica por meio de controles químicos, biológicos e mecânicos.

Os controles químicos são inseticidas, adulticidas e larvicidas neurotóxicos para os mosquitos. Antigamente eram utilizados organoclorados (larvicidas), mas foram substituídos por organofosforados, como malation, fenitrothion e temefós, conforme proposto pelo PNCD. No entanto, existem outras alternativas de substituição que utilizam um volume menor do produto, que são os piretróides, como a cipermetrina e a deltametrina (ZARA, 2016). A nebulização (adulticida) é uma técnica utilizada quando há grande proliferação de mosquitos em determinadas áreas da cidade. É uma nebulização especial, e o Ministério da Saúde indica que seu uso deve ser equilibrado (BRASIL, 2022). O grande problema do uso desses produtos é a resistência que esses animais podem desenvolver (VALLE, 2021).

O controle biológico inclui o uso de bactérias, peixes e pequenos invertebrados que podem preda as formas de vida aquáticas do mosquito. Um método que tem se mostrado eficaz é a *Wolbachia*, em que bactérias simbióticas são introduzidas no *Ae. aegypti* em laboratório. Essas bactérias impedem o desenvolvimento dos vírus (FIOCRUZ, 2024b). Além dessas, há também pesquisas sobre a liberação de machos estéreis para reduzir a população de fêmeas desse mosquito (ZARA, 2016).

O controle mecânico é um dos métodos mais eficientes, baseado na limpeza de potenciais criadouros. Recipientes que são limpos com frequência têm aproximadamente quatro vezes menos chances de se tornarem criadouros (OVERGAARD *et al.*, 2017). É importante usar

esponjas e escovas para limpar as paredes dos recipientes, pois é onde os ovos aderem. Também é importante vedar tambores, caixas d'água ou qualquer objeto usado para armazenar água. Caso o criador tenha larvas, é recomendado jogá-las em local seco, assim elas desidratarão e morrerão (VALLE, 2021).

É de extrema importância que a sociedade participe do combate ao *Ae. aegypti*; a limpeza e o cuidado para não armazenar água são essenciais para que isso aconteça.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARATA, Eudina AM *et al.* População de *Aedes aegypti* (l.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, p. 237-242, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102001000300004>

BRAGA, Ima Aparecida; VALLE, Denise. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 2, p. 113-118, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde de A a Z: Febre Amarela**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/f/febre-amarela>. Acesso em: 24 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dengue**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Zika vírus**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/z/zika-virus>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Chikungunya**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/chikungunya>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. ***Aedes aegypti*: quando o Ministério da Saúde age no combate ao mosquito que transmite três doenças**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/maio/aedes-aegypti-quando-o-ministerio-da-saude-age-no-combate-ao-mosquito-que-transmite-tres-doencas>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes.** Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BRITANNICA. *Aedes aegypti*. Disponível em: <https://www.britannica.com/animal/Aedes-aegypti>. Acesso em: 28 set. 2024.

CARVALHO, Fabiano Duarte; MOREIRA, Luciano Andrade. Why is *Aedes aegypti* Linnaeus so successful as a species? **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 3, p. 243-255, 2017.

CAVALCANTE, Karina Ribeiro Leite Jardim; TAUIL, Pedro Luiz. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 11-20, 2016.

CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1994.

FIOCRUZ. **Chikungunya: sintomas, transmissão e prevenção.** 2024. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/chikungunya-sintomas-transmissao-e-prevencao>. Acesso em: 28 set. 2024.

FIOCRUZ. **Como é o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*?** Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pergunta/como-e-o-ciclo-de-vida-do-mosquito-aedes-aegypti>. Acesso em: 28 set. 2024a.

FIOCRUZ. **Bactéria *Wolbachia*: a história do método que se fortalece no combate à dengue no Brasil.** 2024. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/en/noticia/2024/03/bacteria-wolbachia-historia-do-metodo-que-se-fortalece-no-combate-dengue-no-brasil>. Acesso em: 28 set. 2024b.

GARCIA, Leila Posenato. **Epidemia do vírus Zika e microcefalia no Brasil: emergência, evolução e enfrentamento**. 2018. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/177584>. Acesso em: 28 set. 2024.

GOULD, Ernest *et al.* Emerging arboviruses: Why today? *One Health*, v. 4, p. 1-13, 2017.

JULIANO, Steven A.; LOUNIBOS, Philip L. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558-574, 2005.

KRAEMER, Moritz UG *et al.* The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. **eLife**, v. 4, p. e08347, 2015.

MUSTAFA, M. S. *et al.* Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. **Medical Journal Armed Forces India**, v. 71, n. 1, p. 67-70, 2015.

NELSON, M. J. ***Aedes Aegypti: Biology and Ecology***. Washington, DC: PAHO, 1986. 50 p.

OVERGAARD, Hans J. *et al.* A cross-sectional survey of *Aedes aegypti* immature abundance in urban and rural household containers in central Colombia. **Parasites & Vectors**, v. 10, p. 1-12, 2017.

PAUPY, C. *et al.* *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. **Microbes and Infection**, v. 11, n. 14-15, p. 1177-1185, 2009.

PINHEIRO, Pedro. ***Aedes aegypti* (fotos): como é o mosquito da dengue?** MD. Saúde, 05 set. 2024. Disponível em: <https://www.mdsaude.com/doencas-infecciosas/fotos-mosquito-dengue/>. Acesso em: 28 set. 2024.

POWELL, Jeffrey R.; GLORIA-SORIA, Andrea; KOTSAKIOZI, Panayiota. Recent history of *Aedes aegypti*: vector genomics and epidemiology records. **Bioscience**, v. 68, n. 11, p. 854-860, 2018.

POWELL, Jeffrey R.; TABACHNICK, Walter J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*: a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, p. 11-17, 2013.

REINBOLD-WASSON, Drew David; REISKIND, Michael Hay. Comparative skip-oviposition behavior among container breeding *Aedes* spp. mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 58, n. 6, p. 2091-2100, 2021

ROY, Sudipta Kumar; BHATTACHARJEE, Soumen. Dengue virus: epidemiology, biology, and disease aetiology. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 67, n. 10, p. 687-702, 2021.

SILVA, Severino Jefferson Ribeiro da; MAGALHÃES, Jurandy Júnior Ferraz de; PENA, Lindomar. Simultaneous circulation of DENV, CHIKV, ZIKV and SARS-CoV-2 in Brazil: an inconvenient truth. **One Health**, v. 12, p. 100205, jun. 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/61877>. Acesso em: 28 set. 2024.

VALLE, Denise *et al.* **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2021. 172 p.

ZARA, Ana Laura de Sene Amâncio *et al.* Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.

CAPÍTULO III

FLEBOTOMÍNEOS

Mariana Mayumi Zanoni, Aline Etelvina Casaril Arrua,
Wagner de Souza Fernandes

Introdução

Flebotomíneos são artrópodes pertencentes à classe Insecta, ordem Diptera, subordem Nematocera, família Psychodidae e subfamília Phlebotominae. Estima-se que tenham surgido na Terra há 250-300 milhões de anos, sendo os fósseis mais antigos datados do Período Cretáceo Inferior (120-135 milhões de anos atrás) (ANDRADE-FILHO, 2009). Apesar das evidências fósseis em âmbar que atestam a antiguidade desses insetos, o primeiro flebotomíneo foi descrito por Filippo Bonanni em 1691 que o nomeou *Culex minumus aculeatus* (GALATI; RODRIGUES, 2023). Após a implementação do sistema binomial por LINNAEUS (1758), Giovanni Scopoli, naturalista italiano, em 1786 descreveu a primeira fêmea de flebotomíneo. A espécie em questão foi identificada como *Bibio papatasi*, e posteriormente renomeada como *Phlebotomus papatasi* (LEWIS, 1982).

Nas Américas, as primeiras espécies foram registradas por COQUILLET (1907), sendo *Phlebotomus vexator* e *Phlebotomus cruciatus*, encontrados na Ilha Plummer (Estados Unidos da América) e na Guatemala, respectivamente. Em 1912, foram identificadas as primeiras espécies de flebotomíneos no Brasil: *Phlebotomus squamiventris*, *Phlebotomus longipalpis* e *Phlebotomus intermedius* (LUTZ; NEIVA, 1912). O número de espécies permaneceu pequeno até a descoberta de que esses artrópodes poderiam atuar como vetores de vários microrganismos, entre eles, a bactéria *Bartonella bacilliformis*, vírus das famílias Bunyaviridae e Rhabdoviridae e protozoários dos gêneros *Endotrypanum* e *Leishmania*.

A taxonomia dos flebotomíneos, assim como de outros grupos de animais, sofreu diversas mudanças ao longo dos anos. Até 1911, os flebotomíneos eram agrupados dentro do gênero *Phlebotomus* devido às suas características morfológicas. Entre 1911 e 1914, em alguns estudos, Newstead sugeriu a utilização de alguns caracteres diferenciais para distinguir as espécies, como as cerdas no abdômen e características da genitália masculina, fazendo as primeiras tentativas de divisão deste gênero (GALATI, 2003).

THEODOR (1948) adotou a categoria de subfamília para os flebotomíneos e os dividiu em quatro gêneros, com base na armadura bucal. Os gêneros adotados por ele foram *Phlebotomus* e *Sergentomyia* para o Velho Mundo e *Brumptomyia* e *Lutzomyia* para o Novo Mundo. No mesmo ano e no ano seguinte, outros dois gêneros foram descritos para as Américas: *Warileya*, por Hertig e *Hertigia*, por Fairchild (GALATI, 2003).

A primeira chave taxonômica para a classificação dos flebotomíneos foi publicada por YOUNG; DUNCAN (1994). Nesta, as principais estruturas observadas no inseto foram: a morfologia dos ascoides, do lábio, dos palpos, a genitália dos machos, a espermateca e o cibário das fêmeas, a relação entre o tamanho dos segmentos antenais, a presença ou ausência de espinhos femorais, bem como a extensão da sutura interocular.

Em 1995, Galati propôs a classificação da subfamília Phlebotominae com base na sistemática filogenética dos grupos das Américas e a dividiu em duas tribos (Phlebotomini e Hertigini) e em oito subtribos (Hertigiina, Idiophlebotomina, Brumptomyiina, Phlebotomina, Australophlebotomina, Sergentomyiina, Lutzomyiina e Psychodopygina). Em 2003, a mesma autora publicou uma chave de identificação dos táxons da América no livro “Flebotomíneos do Brasil”, na qual analisou 88 estruturas morfológicas desses insetos (GALATI, 2003).

Até 2023, 1.060 espécies de flebotomíneos foram relatadas no mundo, das quais 32 são fósseis (GALATI; RODRIGUES, 2023). No Brasil, 279 espécies foram identificadas (AGUIAR; VIEIRA, 2018) e no estado de Mato Grosso do Sul, 71 espécies são conhecidas, das quais duas são vetores de *Leishmania infantum* (*Lutzomyia longipalpis* e *Lutzomyia cruzi*) e quatro são vetores de *Leishmania* spp. (*Nyssomyia whitmani*, *Nyssomyia intermedia*, *Nyssomyia neivai* e *Bichromomyia flaviscutellata*) (BARRIOS *et al.*, 2020).

Biologia

Flebotomíneos são insetos dípteros, pequenos, de aspecto hirsuto, que variam de dois a três milímetros de comprimento (Fig. 1). O eixo da cabeça e do abdômen forma um ângulo de 90°, dando-lhes uma aparência corcunda. Suas asas são hialinas e lanceoladas, que permanecem eretas ao corpo mesmo durante o pouso. Além disso, possuem pernas longas e finas cobertas por cerdas finas (BRASIL; BRASIL, 2018; FORATTINI, 1973). Devido a essas características morfológicas, esses insetos têm diferentes nomes populares no Brasil, como mosquito-palha, corcundinha, asa-branca e asa-dura (RANGEL; SHAW, 2018).

Figura 1. Fêmea de *Lutzomyia longipalpis* em mão humana.



Foto: Fernandes, 2013

O ciclo de vida dos flebotomíneos é holometábolo, ou seja, consiste em metamorfose completa e é caracterizado por quatro estágios: ovo, larva (quatro estágios larvais), pupa e adulto (alado) (Fig. 2) (BRASIL; BRASIL, 2018). Esses insetos diferem dos demais dípteros por desenvolverem todo o seu estágio larval em matéria orgânica contida no solo e não na água (RANGEL; SHAW, 2018).

Figura 2. Ciclo biológico dos flebotomíneos: o ovo, larvas, pupa e adulto

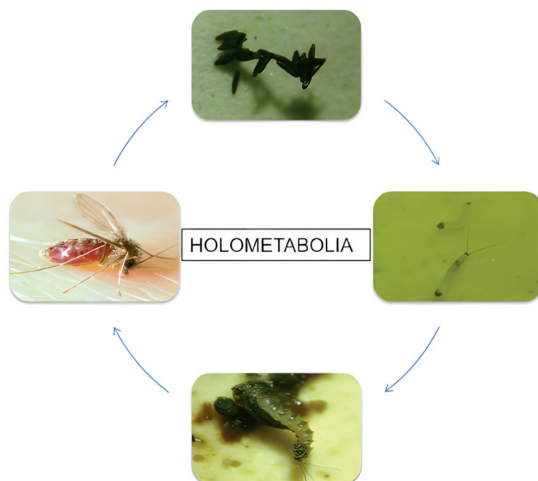


Foto: Adaptado de Universidade de Liverpool, 2024

Os ovos são elípticos, variam de 300 a 500 μm de comprimento, são postos esbranquiçados e escurecem horas após a postura. O exocório apresenta elevações e depressões, conferindo aos ovos diferentes ornamentações que podem variar entre espécies ou grupos taxonômicos supraespecíficos (ALENCAR; SCARPASSA, 2018; BRASIL; BRASIL, 2018; MAROLI *et al.*, 2012).

As larvas (Fig. 3) são terrestres, saprófagas e anfipneústicas, de coloração branca, com aspecto vermiforme, cabeça mais escura e esclerotizada e constituídas por doze segmentos. Desenvolvem-se em ambientes

ricos em matéria orgânica. As cerdas caudais são encontradas no último segmento abdominal, variando de um a dois pares dependendo do íns-tar. Após a eclosão, as larvas alimentam-se principalmente de cascas de ovos e matéria em decomposição, só parando de se alimentar próximo a muda de estágio. Quando estão próximas da muda para o estágio de pupa, as larvas liberam seu conteúdo gastrointestinal e se fixam ao sub-strato, permanecendo ali até a emergência do adulto (BRASIL; BRASIL, 2018; CASANOVA *et al.*, 2013; MAROLI *et al.*, 2012).

Figura 3. Larvas flebotomíneas em colônia de criação



Foto: Fernandes (2013)

As pupas possuem 13 segmentos: quatro formam o cefalotórax e nove formam o abdômen. Inicialmente, são branco-amareladas e tor-nam-se mais escuras próximo à eclosão. Permanecem fixadas a um sub-strato e realizam apenas movimentos de extensão e flexão do corpo. Não se alimentam nem se movimentam. Essa fase dura entre sete e dez dias e quando o adulto emerge, é possível visualizar as estruturas dos olhos, peças bucais, antenas, palpos, tórax, abdômen e asas (BRASIL; BRASIL, 2018; FORATTINI, 1973; VOLF; VOLFOVA, 2011).

Os animais alados apresentam claro dimorfismo sexual. Nas fêmeas, os últimos segmentos do abdômen formam um aspecto romboide, região na qual se localiza internamente o par de espermatecas, órgão reprodutor que apresenta variações morfológicas e é necessário para a identificação das espécies. Outra estrutura importante na taxonomia está localizada na cabeça e é formada por uma cavidade com placas de esclerito denominada cibário, onde podem existir conjuntos de dentes. Acredita-se que essa estrutura tenha evoluído e se modificado ao longo do tempo, sendo atualmente utilizada também para separar grupos (FORATTINI, 1973; GALATI, 2018). A genitália dos machos é formada por um conjunto de apêndices bem desenvolvidos. Das oito estruturas que compõem a genitália, o gonóstilo e o gonocoxito, juntamente com o aparecimento dos ductos edeais e bainha parameral são utilizados para identificar as espécies (GALATI, 2018).

Figura 4 . A: Macho de *Lutzomyia longipalpis* conservado em álcool, visualização em lupa. B: Fêmea de *Lutzomyia longipalpis* conservada em álcool, visualização em lupa.

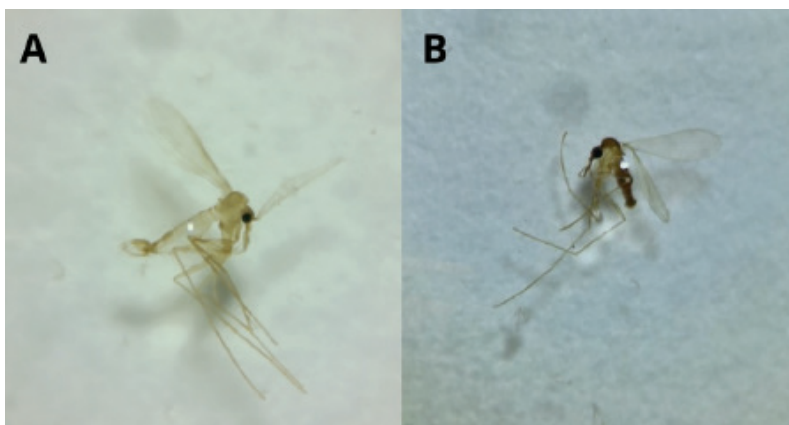


Foto: Arquivo pessoal

Os flebotomíneos apresentam hábitos preferencialmente crepusculares e noturnos. Os insetos adultos necessitam de um ambiente com microclima estável, considerando suas estruturas delicadas e sensíveis à

dessecação (RANGEL; LAINSON, 2003). Embora a maior riqueza de espécies seja encontrada em regiões mais preservadas, como áreas florestais, muitas se adaptam a ambientes urbanos, domésticos e peridomésticos (AGUIAR; MEDEIROS, 2003; RANGEL; LAINSON, 2003).

Os tipos de locais onde são encontrados variam de acordo com a estação do ano e a umidade do ar, bem como com a espécie. Eles se refugiam em locais com matéria orgânica em decomposição, pouca ou nenhuma luz, bons níveis de umidade e locais com circulação de ar. Ou seja, seu habitat varia de acordo com o microclima de cada região (RANGEL; LAINSON, 2003).

Em relação aos hábitos alimentares, machos e fêmeas alimentam-se de substâncias açucaradas (carboidratos), pois necessitam dessas substâncias como fonte de energia. Além disso, as fêmeas também são hematófagas, pois necessitam de sangue para o desenvolvimento ovariano e maturação dos óvulos (GRÜNEWALD, 1999; READY, 2013; SILVA).

As fêmeas podem se alimentar de uma variedade de fontes, seu repertório alimentar inclui animais de sangue quente e frio, como mamíferos (humanos, roedores, cães, cavalos e outros primatas), pássaros, répteis e anfíbios (KILLICK-KENDRICK, 1999).

Identificação das espécies

A identificação das espécies utiliza a diferenciação das estruturas visíveis do inseto após sexagem, clarificação e montagem do espécime em lâmina e observação microscópica (Fig. 5). De acordo com suas características morfológicas, taxonomicamente, os flebotomíneos são classificados como artrópodes, da classe Insecta, ordem Diptera, subordem Nematocera, família Psychodidae e subfamília Phlebotominae (YOUNG; DUNCAN, 1994).

Figura 5. Fêmea montada em lâmina.



Foto: Arquivo pessoal

No Brasil, duas das chaves taxonômicas mais utilizadas são: a proposta por YOUNG; DUNCAN (1994), intitulada “Guia para a identificação e distribuição geográfica de *Lutzomyia* no México, América do Sul e Central e oeste da Índia”; e a proposta por GALATI (2003), que está publicada na obra *Flebotomíneos do Brasil*, e atualizada em 2023 no livreto virtual “Morfologia e terminologia de Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). Classificação de taxóons nas Américas”.

O estado de Mato Grosso do Sul representa a localidade-tipo de nove espécies de flebotomíneos: *Evandromyia aldafalcaoae*, *Evandromyia corumbaensis*, *Evandromyia orcyi*, *Expapillata cerradincola*, *Lutzomyia almerioi*, *Lutzomyia cruzi*, *Lutzomyia dispar*, *Lutzomyia forattinii* e *Psathyromyia campograndensis* (BARRIOS *et al.*, 2020; GALATI, 2023).

Importância médica e veterinária

Os flebotomíneos são vetores de alguns agentes etiológicos que podem acometer humanos e animais, como protozoários do gênero *Leishmania* e outros tripanossomatídeos, bactérias do gênero *Bartonella* e diversos arbovírus, sendo ponto de encontro de diferentes parasitas, porém, pesquisadores ressaltam a necessidade de estudos complementares para melhor esclarecer a competência de transmissão desses outros microrganismos (RANGEL; LAINSON, 2003; RANGEL; SHAW, 2018).

A leishmaniose é uma antroponose que pode acometer humanos, animais domésticos e animais silvestres. Essas doenças estão presentes nos cinco continentes, onde representam um grave problema de saúde pública. Estão presentes em 102 países e são endêmicas em 99. Segundo a Organização Mundial da Saúde, estão entre as 10 doenças tropicais mais negligenciadas, com 12 milhões de pessoas infectadas no mundo. O Brasil está entre os países com maior número de casos notificados tanto de LC quanto de LV (WHO, 2024).

Vários fatores de risco têm sido relatados para a ocorrência da leishmaniose, dentre os quais podemos destacar o contato do parasita vetor com o homem e a vulnerabilidade de humanos que vivem em baixas condições socioeconômicas. A leishmaniose, assim como outras doenças negligenciadas, afeta principalmente comunidades economicamente desfavorecidas e carentes de políticas públicas, especialmente populações migrantes que vivem nas periferias dos grandes centros urbanos onde essas doenças são endêmicas.

Outro fator de risco está relacionado às mudanças ambientais, especialmente as climáticas e paisagísticas, como o aumento das temperaturas globais e o desmatamento, respectivamente, que favorecem o estabelecimento e o aumento da densidade de insetos vetores (DESJEUX, 2004; LAU; SMITH 2016; ORYAN; AKBARI, 2016; PARHAM *et al.* 2015; VALERO; URIARTE, 2020).

A leishmaniose apresenta amplo espectro clínico e as manifestações variam de acordo com a espécie de protozoário envolvida e as respostas do hospedeiro. Em humanos, podem se apresentar principalmente nas formas de: leishmaniose visceral, leishmaniose cutânea e leishmaniose mucocutânea (VON STEBUT, 2015; WHO, 2024).

Dentre as formas mais graves do complexo das leishmanioses, a LV sem tratamento adequado pode ser fatal, principalmente em populações desnutridas e pacientes imunossuprimidos (DESJEUX, 1996; NWEZE; NWEZE; ONOJA, 2020). A doença tem sido fortemente relacionada à pobreza. Bairros compostos por famílias com baixas condições socioeconômicas e que vivem em áreas com saneamento básico precário apresentam maior risco de infecção, como já observado no nordeste do país (WERNECK *et al.*, 2007) e no Centro-Oeste brasileiro (LUZ *et al.*, 2021). Na América Latina, o agente etiológico é a *Leishmania (Leishmania) infantum* Nicolle 1908, que é transmitida ao hospedeiro vertebrado pela picada de flebotomíneos fêmeas das espécies *Lutzomyia longipalpis* Lutz & Neiva 1912 (LAINSON; SHAW, 1978) e *Lutzomyia cruzi* Mangabeira 1938 (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Figura 6. Paciente com hepatoesplenomegalia.



Foto: Arquivo pessoal

A forma mais comumente relatada é a leishmaniose cutânea (LC), que causa lesões na pele como uma pápula no local da picada, que se tornam úlceras indolores e podem deixar cicatrizes permanentes, causando estigma na sociedade (Fig. 7). Do total de casos, 90% ocorrem nas Américas, Bacia do Mediterrâneo, Oriente Médio e Ásia Central. A ocorrência estimada de LC é de 600.000 a 1 milhão de novos casos em todo o mundo por ano (WHO, 2024).

No Brasil, a LC pode ser causada por uma das sete espécies de leishmânias dermatóricas: *Leishmania (Viannia) braziliensis*, que tem ampla distribuição no país e é responsável pela maioria dos casos de LT; *Leishmania (Leishmania) amazonensis*, que é registrada nas regiões Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Amazônia; *Leishmania (Viannia) guyanensis*, *Leishmania (Viannia) lainsoni*, *Leishmania (Viannia) naiffi*, *Leishmania (Viannia) lindenbergi* e *Leishmania (Viannia) shawi* encontradas na Amazônia (BURZA; CROFT; BOELAERT, 2019; GONTIJO; CARVALHO, 2003). Destes, apenas *L. (L.) amazonensis* e *L. (V.) braziliensis* foram isolados de lesões de pacientes em Mato Grosso do Sul (DORVAL *et al.*, 2006; NUNES *et al.*, 1995).

Figura 7 . Leishmaniose cutânea - lesão em mão



Foto: Adaptado de Knapp; Jonathan (2020)

A leishmaniose mucocutânea é outra manifestação que causa lesões, porém, pode levar à destruição parcial ou total das mucosas do nariz, boca e garganta (Fig. 8). Dessa forma, o paciente pode necessitar de intervenções cirúrgicas, podendo levar à desfiguração facial, podendo causar transtornos psicológicos como depressão e ansiedade (WHO, 2024). A principal espécie relacionada à forma mucocutânea é a *Leishmania* (*Viannia*) *braziliensis*.

Figura 8. Lesão causada pela Leishmaniose Mucocutânea. (A) Vista da base. (B) Vista frontal.



Foto : : Arquivo pessoal

Existem também outras formas mais raras de leishmaniose, como a leishmaniose cutânea difusa, que se manifesta com o desenvolvimento de múltiplas pápulas não ulcerativas, a leishmaniose cutânea recidiva cútis, com lesões que surgem ao redor de uma lesão já cicatrizada, e a leishmaniose cutânea disseminada, determinada a partir de dez ou mais lesões em duas ou mais regiões do corpo (BURZA; CROFT; BOELAERT, 2018).

A disseminação mundial dessas morbidades pode ser explicada pelas mudanças ambientais antropogênicas, pela diversidade ecológica de agentes etiológicos, insetos e animais reservatórios, bem como pela ineficácia dos programas de controle. Além disso, ainda há dificuldades no diagnóstico precoce e na manutenção do tratamento das leishmanioses. Esse cenário demanda o estabelecimento de estratégias de vigilância dessas doenças, com o objetivo de interromper os elos da sua cadeia de transmissão (DANTAS-TORRES *et al.*, 2012; GONTIJO; MELO, 2004).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGUIAR, Gustavo Marins de; MEDEIROS, Wagner Muniz de. Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do Brasil. *In*: GALATI, E. A. B.; RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (org.). **Flebotomíneos no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. p. 207-255.

AGUIAR, Gustavo M.; VIEIRA, Vanessa R. Regional distribution and habitats of Brazilian Phlebotomine Species. *In*: RANGEL, E. F.; SHAW, J. J. (ed.). **Brazilian Sandflies**. Rio de Janeiro: Springer, 2018. p. 251-298.

ALENCAR, R. B.; SCARPASSA, V. M. Morphology of the eggs surface of ten Brazilian species of phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). **Acta Tropica**, v. 187, p. 182-189, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.07.023>

ANDRADE-FILHO, J. D.; GALATI, E. A. B.; BRAZIL, R. P. Review of American fossil Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) with a description of two new species. **Journal of Medical Entomology**, v. 46, n. 5, p. 969-979, 2009.

BARRIOS, S. P. G. *et al.* Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) and Biomes in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 57, n. 6, p. 1882-1904, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjaa127>

BRAZIL, R. P.; BRAZIL, B. G. Bionomy: Biology of Neotropical Phlebotomine Sand Flies. *In*: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (org.). **Brazilian Sand Flies**. Springer: Cham, 2018. p. 299-318.

BURZA, S.; CROFT, S. L.; BOELAERT, M. Leishmaniasis. **The Lancet**, v. 392, n. 10151, p. 951-970, 2019.

CAROTENUTO, A.; ALBERS, G. D.; HANKINS, R. Clinical Diagnosis and Management of Mucosal Leishmaniasis in the Context of a Global Pandemic: A Case Report. **Cureus**, v. 14, n. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.30586>

CASANOVA, C.; ANDRIGHETTI, M. T. M.; SAMPAIO, S. M. P.; MARCORIS, M. L. G.; COLLA-JACQUES, F. E.; PRADO, A. P. Larval Breeding Sites of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Visceral Leishmaniasis Endemic Urban Areas in Southeastern Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n. 9, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002443>

DANTAS-TORRES, F.; SOLANO-GALLEGU, L.; BANETH, G.; RIBEIRO, V. M.; CAVALCANTI, M. P.; OTRANTO, D. Canine leishmaniosis in the Old and New Worlds: unveiled similarities and differences. **Trends in Parasitology**, v. 28, p. 531-538, 2012.

DESJEUX, P. Leishmaniasis: Public health aspects and control. **Clinics in Dermatology**, v. 14, n. 5, p. 417-423, 1996.

DESJEUX, P. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 27, n. 5, p. 305-318, 2004.

DORVAL, M. E. M. C.; OSHIRO, E. T.; CUPOLILLO, E.; CASTRO, A. C. C.; ALVES, T. P. Ocorrência de leishmaniose tegumentar americana no Estado do Mato Grosso do Sul associada à infecção por *Leishmania* (*Leishmania*) amazonensis. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 1, p. 43-46, 2006.

FORATTINI, O. P. **Entomologia Médica: psychodidae, phlebotominae, leishmanioses, bartoneloses**. 4 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1973.

GALATI, E. A. B. Morfologia e taxonomia: classificação de Phlebotominae. In: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (org.). **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 23-51, 2003

GALATI, Eunice A. B. Phlebotominae (Diptera, Psychodidae): classification, morphology and terminology of adults and identification of American taxa. In: **Brazilian sand flies: biology, taxonomy, medical importance and control**, p. 9-212. 2018.

GALATI, Eunice Aparecida Bianchi; RODRIGUES, Bruno Leite. A review of historical Phlebotominae taxonomy (Diptera: Psychodidae). **Neotropical Entomology**, v. 52, n. 4, p. 539-559, 2023.

GONTIJO, B.; CARVALHO, M. L. R. Leishmaniose Tegumentar Americana. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 1, p. 71-80, 2003.

GONTIJO, C. M. F.; MELO, M. N. Leishmaniose visceral no Brasil: quadro atual, desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 7, n. 3, p. 338-349, 2004.

KILLICK-KENDRICK, R. The biology and control of phlebotomine sand flies. **Clinics in Dermatology**, v. 17, n. 3, p. 279-289, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0738-081X\(99\)00046-2](https://doi.org/10.1016/S0738-081X(99)00046-2)

KNAPP, A. P.; ALPERN, J. D. Cutaneous Leishmaniasis. **The New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMicm1908092>

LAINSON, R; SHAW, J. J. Epidemiology and ecology of leishmaniasis in Latin America. **Nature**, v. 273, n. 5664, p. 595-600, 1978.

LAU, C. L.; SMITH, C. S. Bayesian networks in infectious disease eco-epidemiology. **Reviews on Environmental Health**, v. 31, n. 1, p. 173-7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1515/reveh2015-0052>

LEWIS, D. J. A taxonomic review of the genus *Phlebotomus* (Diptera: Psychodidae). **Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)**, v. 45, p. 121-209, 1982.

LINNAEUS, C. **Systema nature per regna tria nature, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis**. Tomus I. Editio decima, reformata. Holmiae: Impensis Direct, Laurentii Salvii, 1758. 824 p.

LUTZ, Adolpho; NEIVA, Arthur. Contribuição para o conhecimento das espécies do gênero *Phlebotomus* existentes no Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 4, p. 84-95, 1912.

LUZ, Joao Gabriel G. *et al.* Human visceral leishmaniasis in Central-Western Brazil: Spatial patterns and its correlation with socioeconomic aspects, environmental indices and canine infection. **Acta Tropica**, v. 221, p. 105965, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105965>

MAROLI, M.; FELICIANGELI, M. D.; BICHAUD, L.; CHARREL, R. N.; GRADONI, R. Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 27, n. 2, p. 123-147, 2012

MURRAY, Henry W. *et al.* Advances in leishmaniasis. **The Lancet**, v. 366, n. 9496, p. 1561-1577, 2005.

NUNES, V. L. B.; DORVAL, M. E. C.; OSHIRO, E. T.; NOGUCHI, R. C.; ARÃO, L. B.; FILHO, G. H.; ESPÍNDOLA, M. A.; CRISTALDO, G.; ROCHA, H. C.; SERAFINI, L. N.; SANTOS, D. Estudo epidemiológico sobre Leishmaniose tegumentar (LT) no município de Corguinho, Mato Grosso do Sul: estudos na população humana. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 28, n. 3, p. 185-193, 1995.

NWEZE, J. A.; NWEZE, E. I.; ONOJA, U. S. Nutrition, malnutrition, and leishmaniasis. **Nutrition**, v. 73, p. 1-14, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110712>

OLIVEIRA, E. F.; OSHIRO, E. T.; FERNANDES, W. S.; FERREIRA, A. M. T.; OLIVEIRA, A. G.; GALATI, E. A. B. Vector Competence of *Lutzomyia cruzi* Naturally Demonstrated for *Leishmania infantum* and Suspected for *Leishmania amazonensis*. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 96, n. 1, p. 178-181, 2017.

ORYAN, A.; AKBARI, M. Worldwide risk factors in leishmaniasis. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 9, n. 10, p. 925-932, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtm.2016.06.021>

PARHAM, Paul E. *et al.* Climate, environmental and socio-economic change: weighing up the balance in vector-borne disease transmission. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 370, n. 1665, p. 20130551, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0551>

READY, P. D. Biology of phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 227-250, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153557>

RANGEL, Elizabeth F.; LAINSON, Ralph (org.). **Flebotomíneos no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. 360 p.

RANGEL, Elizabeth F.; SHAW, Jeffrey J. (ed.). **Brazilian sand flies: biology, taxonomy, medical importance and control**. Springer: Cham, 2018.

SILVA, Onilda Santos da; GRUNEWALD, Jörg. Contribution to the sand fly fauna (Diptera: Phlebotominae) of Rio Grande do Sul, Brazil and *Leishmania* (*Viannia*) infections. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 94, p. 579-582, 1999.

VALERO, N.N.H.; URIARTE, M. Environmental and socioeconomic risk factors associated with visceral and cutaneous leishmaniasis: a systematic review. **Parasitology Research**, v. 119, p. 365-384, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06575-5>

VOLF, P.; VOLFOVA, V. Establishment and maintenance of sand fly colonies. **Journal of Vector Ecology**, v. 36, Suppl. 1, p. S1-S9, 2011.

VON STEBUT, E. Leishmaniasis. **Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft**, v. 13, n. 3, p. 191-200, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddg.12595>

WERNECK, G. L.; COSTA, C. H.; WALKER, A. M.; DAVID, J. R.; WAND, M.; MAGUIRE, J. H. Multilevel modelling of the incidence of visceral leishmaniasis in Teresina, Brazil. **Epidemiology and Infection**, v. 135, n. 2, p. 195-201, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268806006881>

WHO EXPERT COMMITTEE ON THE CONTROL OF THE LEISHMANIASES. MEETING; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Control of the leishmaniasis: report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis, Geneva, 22-26 March 2010**. World Health Organization, 2010.

WHO. Leishmaniasis. 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>. Acesso em: 28 set. 2024.

YOUNG, D. G.; DUNCAN, M. A. Guide to the identification and geographic distribution of lutzomyia sand fly in Mexico, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). **Memoirs of the Entomological Institute**, n. 54, p. 1- 887, 1994.

CAPÍTULO IV

ARANHAS (ARANAE)

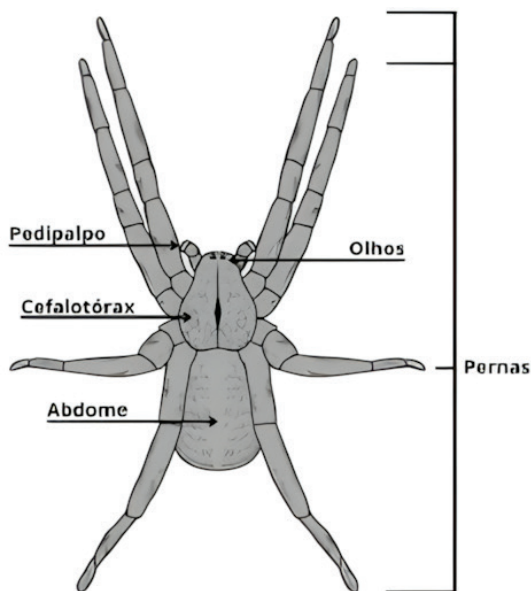
Adolfo Melgarejo Morel Neto, Douglas de Araújo

Apresentação

As aranhas são invertebrados pertencentes à ordem Araneae que causam medo e repulsa em algumas pessoas devido a algumas de suas características morfológicas e fisiológicas, como a presença de quelíceras, pelos e veneno, além de fatores da história de vida do indivíduo e até mesmo razões evolutivas (ZVARIKOVÁ *et al.*, 2021). No entanto, como veremos a seguir, apenas uma ínfima parcela das espécies de aranhas existentes no mundo tem potencial para causar algum tipo de dano à saúde humana.

As aranhas podem ser identificadas por algumas características morfológicas fundamentais. Uma delas é a divisão do corpo em dois segmentos principais (tagmas): o cefalotórax e o abdome (Fig. 1). O cefalotórax abriga os gânglios nervosos, quatro pares de pernas locomotoras, olhos (quando presentes), pedipalpos, com funções relacionadas a manipulação de presas, teia, etc. (em machos adultos são modificados para funcionar também como órgãos copuladores) e quelíceras, responsáveis pela inoculação do veneno. O abdome contém a maioria dos órgãos internos, como as gônadas (testículos ou ovários), glândulas de seda e fiandeiras, usadas na produção da teia (FOELIX, 2011).

Figura 1. Tagmas (partes do corpo) de uma aranha.



Desenho: Roullien H. Martins

As aranhas constituem um grupo megadiverso, com aproximadamente 52.000 espécies descritas em todo o mundo e, com exceção do gênero *Holarchaea* Forster, 1955 e da família Uloboridae, todas possuem algum tipo de veneno (WORLD SPIDER CATALOG, 2024; ZHANG *et al.*, 2024). Entretanto, apenas uma pequena fração dessa diversidade representa risco à saúde humana, sendo classificadas como aranhas de importância médica. Aproximadamente 228 espécies, ou 0,43% do total, representam algum perigo para os humanos. Os gêneros de importância médica em todo o mundo incluem *Latrodectus* Walckenaer, 1805; *Loxosceles* Heineken & Lowe, 1832; *Phoneutria* Perty, 1833; além de toda a família Atracidae Hogg, 1901. No Brasil, entretanto, apenas os gêneros *Latrodectus*, *Loxosceles* e *Phoneutria* estão presentes, sendo a família Atracidae exclusiva da Austrália (MULLEN & VETTER, 2019; CARDOSO *et al.*, 2022)

Segundo dados da Secretaria de Vigilância em Saúde, publicados no Boletim Epidemiológico 31, entre 2017 e 2021, houve 168.420 casos de **araneísmo** no Brasil, resultando em 92 mortes. Na região Centro-Oeste, onde está localizado o estado de Mato Grosso do Sul, os acidentes com aranhas representam cerca de 3% do total de casos registrados no país, e são geralmente de natureza leve a moderada, o que indica a raridade de casos graves de araneísmo. Em Mato Grosso do Sul foram 999 casos no período, com apenas um óbito (BRASIL, 2022)

Dados epidemiológicos, efeitos do veneno e identificação

Phoneutria spp. (família CTENIDAE)

Conhecidas como aranhas-armadeiras, o gênero *Phoneutria* é representado por oito espécies no Brasil, das quais apenas duas ocorrem no estado de Mato Grosso do Sul: *Phoneutria nigriventer* (KEYSERLING, 1891) e *Phoneutria eickstedtae* MARTINS & BERTANI, 2007 (MARTINS; BERTANI, 2007; WORLD SPIDER CATALOG, 2024), com registros para as cidades de Água Clara, Anaurilândia, Aquidauana, Bataguassu, Bodoquena, Bonito, Campo Grande, Caracol, Corumbá, Costa Rica, Dois Irmãos do Buriti, Dourados, Iguatemi, Miranda, Paranaíba, Ribas do Rio Pardo e Santa Rita do Pardo, segundo dados do Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan, do site de ciência cidadã iNaturalist e da literatura (RAIZER *et al.*, 2017). Essa distribuição é certamente mais ampla se considerarmos exemplares depositados em outras Coleções e a falta de amostragem em algumas áreas, pois percebe-se que há casos de acidentes em cidades não listadas acima

Essas são as maiores aranhas de importância médica do país, podendo atingir até 18 cm de comprimento, incluindo as pernas (MARTINS; BERTANI, 2007). Segundo dados da Secretaria de Vigilância em Saúde, os acidentes causados por essas aranhas, denominados **foneu-**

trismo, representam aproximadamente 13% do total de acidentes com aracnídeos registrados no Brasil, correspondendo a 23.016 casos, o que representa o segundo lugar dentre os três gêneros de aranhas de importância médica (BRASIL, 2022).

Essas aranhas não produzem teias ornamentais ou orbiculares, sendo classificadas como aranhas errantes devido ao seu hábito de se locomover pelo solo ou outras superfícies (FOELIX, 2011). Dentre todas as aranhas de importância médica no Brasil, as aranhas-armadeiras são as mais agressivas, conhecidas por sua característica exibição defensiva, na qual levantam os dois primeiros pares de pernas e assumem uma postura defensiva, comportamento que deu origem ao seu nome popular: “armadeira” (FOELIX, 2011; MARTINS; BERTANI, 2007).

Acidentes envolvendo aranhas-armadeiras são conhecidos por causar dor intensa, que pode levar a quadros graves. O veneno dessas aranhas afeta principalmente o sistema nervoso, e os sintomas podem incluir edema, sudorese, tremores, arritmia cardíaca e, em alguns casos, priapismo (FOELIX, 2011; BRASIL, 2022).

Para a identificação popular de aranhas-armadeiras, é possível observar uma série de características sem se expor ao risco de acidente (Fig. 2-3). No abdômen, há manchas longitudinais claras dispostas em fileiras, que podem lembrar o formato de um coração; no cefalotórax, uma faixa escura longitudinal característica; além da possível presença de quelíceras avermelhadas; e a já mencionada exibição defensiva em que a aranha levanta os dois primeiros pares de pernas (FOELIX, 2011; MARTINS; BERTANI, 2007).

Figura 2. *Phoneutria* sp. Aranha armadeira. Abdômen marcado por manchas claras, cefalotórax com faixa escura característica e quelíceras avermelhadas.



Fotos: Adolfo Melgarejo Morel Neto

Figura 3. *Phoneutria* sp. Aranha-armadeira. Display defensivo e marcações no cefalotórax e abdômen aparentes.



Fotos: Pedro H. Martins

Loxosceles spp. (família SICARIIDAE)

Conhecidas como aranhas-marrons ou aranhas-violinistas, o gênero *Loxosceles* é representado por 21 espécies endêmicas do Brasil e 1 inserida no território nacional, divididas em quatro grupos: o grupo

gaucho, representado por onze espécies; o grupo *laeta*, com três espécies; o grupo *spadicea*, composto por três espécies; e o grupo *amazonica/rufescens*, o qual apresenta cinco espécies (BERTANI *et al.*, 2024; FUKUSHIMA *et al.*, 2017). Em Mato Grosso do Sul existem registros para as cidades de Bodoquena, Bonito, Caarapó, Cassilândia, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti, Itaporã, Inocência, Miranda e Paranaíba, segundo dados do Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan, do site de ciência cidadã iNaturalist e da literatura (RAIZER *et al.*, 2017). Essa distribuição é certamente mais ampla se considerarmos exemplares depositados em outras Coleções e a falta de amostragem em algumas áreas, pois percebe-se que há casos de acidentes em cidades não listadas acima.

Essas aranhas são pequenas, com corpo medindo cerca de 1 cm e comprimento total de até 3 cm, incluindo pernas. Diferentemente das aranhas-armadeiras, as aranhas-marrons constroem teias desorganizadas e soltas, que lembram pedaços de algodão desfiado. Podem ser encontradas em ambientes antropizados, como casas e construções, sendo animais muito bem adaptados a esse tipo de ambiente, mas também ocupam habitats naturais diversos, como entre rochas, em ocos de árvores e até mesmo em cavernas, onde algumas espécies são consideradas troglóbias, ou seja, exclusivamente adaptadas à vida em cavernas (BERTANI *et al.*, 2010, 2024).

As aranhas-marrons são responsáveis pelo maior número de acidentes aracnídeos no Brasil e em Mato Grosso do Sul, totalizando mais de 39.000 casos de **loxoscelismo no país (período de 2017 a 2021)**, o que representa 23% de todos os acidentes aracnídeos no país. Diferentemente das picadas de *Phoneutria* e *Latrodectus*, as picadas de *Loxosceles* geralmente não são notadas imediatamente, pois não causam dor instantânea. No entanto, os sintomas são característicos: casos leves e moderados apresentam dor de baixa intensidade, vermelhidão no local da picada, presença de bolhas e endurecimento da área afetada. O veneno

dessas aranhas tem efeitos necrosantes e hemolíticos, podendo causar, em casos graves, necrose e, embora raro, insuficiência renal (BRASIL, 2022; FOELIX, 2011).

Identificar o gênero *Loxosceles* pode ser desafiador devido ao seu pequeno tamanho, mas há algumas características marcantes que o tornam fácil de reconhecer (Fig. 4). A mais notável é a presença de uma marcação escura no cefalotórax, semelhante ao formato de um violino. Além disso, o cefalotórax é em forma de pera e a aranha tem seis olhos dispostos em três pares, seguindo um padrão semicircular, ao contrário da maioria das aranhas, que tem oito olhos, como os gêneros *Phoneutria* e *Latrodectus*.

Apesar de serem as maiores causadoras de acidentes com aranhas no Brasil, as aranhas-marrons não são agressivas, e as picadas geralmente ocorrem quando o animal é pressionado contra o corpo humano (BRASIL, 2022).

Figura 4 . *Loxosceles* sp. Aranha-marrom. Cefalotórax com marcação escura em formato de violino, três pares de olhos, divididos em grupos de dois.



Fotos: Adolfo Melgarejo Morel Neto

Latrodectus spp. (família THERIDIIDAE)

Popularmente conhecidas como aranhas-viúvas, o gênero *Latrodectus* é representado por quatro espécies no território nacional: *Latrodectus mirabilis* (HOLMBERG, 1876), *Latrodectus curacaviensis* (MÜLLER, 1776), *Latrodectus geometricus* C. L. KOCH, 1841, e *Latrodectus mactans* (FABRICIUS, 1775), sendo *L. geometricus* e *L. curacaviensis* amplamente distribuídas por todo o território nacional (OTT *et al.*, 2014; WORLD SPIDER CATALOG, 2024). Devido às diversas discussões sobre a classificação e identificação dessas espécies, apenas *L. curacaviensis* (viúva-flamenguinha) e *L. geometricus* (viúva-marrom) serão consideradas neste contexto, por serem as mais abundantes no Brasil e, consequentemente, no estado de Mato Grosso do Sul, com registros para as cidades de Anastácio, Anaurilândia, Aquidauana, Bonito, Brasilândia, Campo Grande, Corumbá, Costa Rica, Dois Irmãos do Buriti, Dourados, Ivinhema, Nioaque, Mundo Novo, Porto Murtinho e Rio Negro, segundo dados do Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan, do site de ciência cidadã iNaturalist e da literatura (RAIZER *et al.*, 2017). Essa distribuição é certamente mais ampla se considerarmos exemplares depositados em outras Coleções e a falta de amostragem em algumas áreas, pois percebe-se que há casos de acidentes em cidades não listadas acima.

Dentre as aranhas de importância médica no Brasil, as aranhas-viúvas são as menos propensas a causar acidentes, respondendo por apenas 0,5% dos casos, com aproximadamente 850 incidentes de **latrodectismo** registrados de 2017 a 2021 (BRASIL, 2022). As fêmeas dessas aranhas são pequenas, atingindo aproximadamente 3 cm, enquanto os machos são ainda menores, medindo aproximadamente 2 a 3 mm. Embora não sejam agressivas, o veneno dessas aranhas é potente e afeta o sistema nervoso. A picada é extremamente dolorosa, causando uma sensação de queimação que irradia da área afetada, além de taqui-

cardia, hipertensão e dores musculares seguidas de câibras. Em casos graves, o envenenamento pode causar uma condição conhecida como fácies latrodectismica, caracterizada por rosto vermelho coberto de suor, pálpebras inchadas, inflamação dos lábios e contrações nos músculos faciais (BRASIL, 2022; CARUSO *et al.*, 2021; FOELIX, 2011).

As aranhas-viúvas são as mais fáceis de identificar (Fig. 5). Elas têm pernas longas e finas, abdômen globular e padrões de cores que variam entre combinações de preto, branco e, principalmente, vermelho. São aranhas gregárias, o que significa que não é incomum encontrar várias juntas em teias irregulares (BRASIL, 2022).

Figura 5 . *Latrodectus curacaviensis*. Viúva-Flamenguinha. Abdômen globoso, marcado pelas cores vermelha e preta, ooteca de coloração branca, lisa.



Fotos: Adolfo Melgarejo Morel Neto

Diferentemente de outros gêneros de aranhas que podem causar acidentes graves no Brasil, *Latrodectus* possui uma espécie que não é considerada de importância médica, a *L. geometricus*. Conhecida como viúva-marrom, causa apenas envenenamento leve ou moderado em

humanos (CARUSO *et al.*, 2021). As viúvas-marrons são amplamente distribuídas e podem ser facilmente diferenciadas da viúva-flamenguinha (*L. curacaviensis*) por sua coloração, que apresenta padrões em tons de marrom e bege (Fig. 6). A ooteca (saco de ovos) dessas espécies também se diferencia: a ooteca da viúva-marrom possui pequenas projeções semelhantes a espinhos e é branca ou amarelada, enquanto a da viúva-flamenguinha é lisa e branca.

Figura 6. *Latrodectus geometricus*. Viúva-Marrom. Abdômen globoso, marcado pelas colorações em tons de bege, ooteca amarelada/esbranquiçada com protuberâncias que lembram espinhos.



Fotos: Adolfo Melgarejo Morel Neto

Sazonalidade

Acidentes envolvendo aranhas são mais frequentes durante os meses de verão, entre dezembro e fevereiro, quando o clima mais quente favorece a atividade desses animais (BRASIL, 2022). No entanto, há outros fatores a serem considerados ao analisar os encontros com essas espécies.

Loxosceles e *Latrodectus* são amplamente distribuídas em ambien-

tes antropizados, estabelecendo-se em suas teias e permanecendo ali por longos períodos. Por isso, encontros constantes com essas aranhas ocorrem durante todo o ano. Já as espécies do gênero *Phoneutria*, por serem aranhas errantes, apresentam um aumento significativo de encontros entre março e abril, como mostra a Fig. 7. Esse período de transição entre as estações chuvosa e seca coincide com a fase adulta dos indivíduos, quando os machos começam a procurar ativamente as fêmeas para acasalamento.

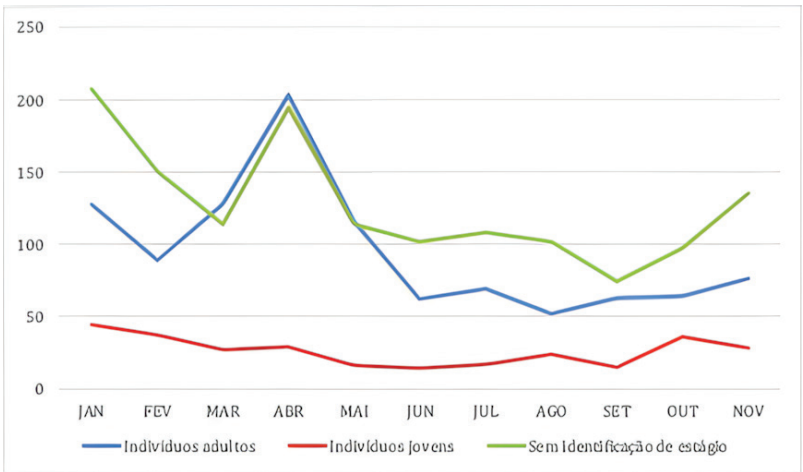


Figura 7. Número de espécimes de *Phoneutria* registrados ao decorrer do tempo. Linha azul = indivíduos adultos, Linha vermelha = indivíduos jovens. Linha cinza = sem identificação de estágio. Fonte: iNaturalist.

Prevenção, como lidar e o que fazer em caso de acidente

O site do Ministério da Saúde traz algumas medidas que podem reduzir o risco de contato com aranhas em ambientes domésticos e rurais: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/animais-peconhentos/acidentes-por-aranhas/prevencao>.

Mesmo com as medidas preconizadas pelo Ministério da Saúde, encontros com aranhas ainda podem ser frequentes. Se uma aranha aparecer em sua casa, um método eficaz para removê-la é usar um pote destampado (preferencialmente transparente) para cobri-la. Em seguida, deslizar cuidadosamente uma folha de papel sob a boca do pote, permitindo que o pote seja virado, o papel lentamente retirado ao mesmo tempo em que o pote é fechado com segurança. A aranha pode então ser solta em uma área arborizada, garantindo sua sobrevivência e a segurança humana. Este procedimento é eficaz para todas as aranhas, sejam elas clinicamente importantes ou não. Em situações mais extremas, como no caso de aranhas mais agressiva (armadeira), você pode entrar em contato com o Centro de Controle de Animais ou o Corpo de Bombeiros local para obter assistência.

No caso de uma picada de uma das espécies de importância médica mencionadas acima, o procedimento inicial é simples: lavar o local da picada com água corrente e sabão neutro. Esse processo reduz o risco de infecções secundárias. Após a limpeza, é essencial procurar atendimento médico, onde os profissionais podem avaliar a gravidade do caso e administrar soro antiaracnídeo, se necessário (BRASIL, 2024).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Taxonomia e Anatomia de Tetrápodes pela oportunidade de participar das visitas em escolas para fortalecer a ciência cidadã e ao Prof. Nelson Rufino de Albuquerque pelo convite para escrever este capítulo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BERTANI, Rogério; BICHUETTE, Maria Elina; CORDEIRO, Livia Medeiros; GALLÃO, Jonas Eduardo. Three new species of *Loxosceles* Heineken & Lowe, 1832 (Araneae, Sicariidae) from Brazilian caves. **European Journal of Taxonomy**, v. 921, n. 1, p. 98-115, 2024.

BERTANI, Rogério; FUKUSHIMA, Caroline Sayuri; NAGAHAMA, Roberto Hiroaki. *Loxosceles chapadensis* (Araneae: Sicariidae): a new re-cluse spider species of the gaucho group from Brazil. **The Journal of Arachnology**, v. 38, n. 2, p. 364-367, 2010.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Panorama dos acidentes causados por aranhas no Brasil, de 2017 a 2021. **Boletim Epidemiológico**, v. 53, n. 31, ago. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2022/boletim-epidemiologico-vol-53-no31/view>. Acesso em: 20 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Acidentes causados por aranhas são a segunda maior causa de envenenamento no Brasil**, set. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/setembro/acidentes-causados-por-aranhas-sao-a-segunda-maior-causa-de-envenenamento-no-brasil>. Acesso em: 4 abr. 2025.

CARDOSO, F. C.; PINEDA, S. S.; HERZIG, V.; SUNAGAR, K.; SHAIKH, N. Y.; JIN, A.-H.; KING, G. F.; ALEWOOD, P. F.; LEWIS, R. J.; DUTERTRE, S. The Deadly Toxin Arsenal of the Tree-Dwelling Australian Funnel-Web Spiders. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 21, 2022.

CARUSO, Marjolly Brigido; LAURIA, Pedro Santana Sales; DE SOUZA, Claudio Maurício Viera; CASAIS-E-SILVA, Luciana Lyra; ZINGALI, Russolina Benedeta. Widow spiders in the New World: a review on *Latrodectus* Walckenaer, 1805 (Theridiidae) and latrodectism in the Americas. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 27, p. e20210011, 2021.

FOELIX, Rainer. **Biology of spiders**. Oxford University Press, 2011.

FUKUSHIMA, Caroline Sayuri; DE ANDRADE, Rute Maria Gonçalves; BERTANI, Rogério. Two new Brazilian species of *Loxosceles* Heineken & Lowe, 1832 with remarks on *amazonica* and *rufescens* groups (Araneae, Sicariidae). **ZooKeys**, n. 667, p. 67, 2017.

iNATURALIST. **A community for naturalists and nature lovers**. Disponível em: <https://www.inaturalist.org>. Acesso em: 26 ago. 2024.

MARTINS, Rosana; BERTANI, Rogerio. The non-Amazonian species of the Brazilian wandering spiders of the genus *Phoneutria* Perty, 1833 (Araneae: Ctenidae), with the description of a new species. **Zootaxa**, v. 1526, n. 1526, p. 1-36, 2007.

MULLEN, G. R.; VETTER, R. S. Spiders (Araneae). In: MULLEN, G. R.; DURDEN, L. A. (ed.). Medical and veterinary entomology. 3. ed. London: Elsevier, **Academic Press**, 2019. p. 507–531.

RAIZER, J.; BRESCOVIT, A. D.; OLIVEIRA, U. D.; SANTOS, A. J. Diversidade e composição da araneofauna do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 107, p. e2017109, 2017.

WORLD SPIDER CATALOG. **World Spider Catalog**. Disponível em: <https://wsc.nmbe.ch/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

ZHANG, Yiming; SHEN, Yunxiao; JIN, Pengyu; ZHU, Bingyue; LIN, Yejie; JIANG, Tongyao; HUANG, Xianting; WANG, Yang; ZHAO, Zhe; LI, Shuqiang. A trade-off in evolution: the adaptive landscape of spiders without venom glands. **GigaScience**, v. 13, 2024.

ZVARÍKOVÁ, M.; PROKOP, P.; ZVARIK, M.; JEŽOVÁ, Z.; MEDINA-JEREZ, W.; FEDOR, P. What makes spiders frightening and disgusting to people? **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 9, p. 694569, 2021.

CAPÍTULO V

ESCORPIÕES

*Malson Neilson de Lucena, Henrique Ranieri Covali Pontes,
Laís Côrrea de Lima, Mila Marluce Lima Fernandes, Jéssica de Moraes
Carretone, Ohanna Gabriely Souza Leite, Brayhan Meneguelli de Souza*

Introdução

Os escorpiões são invertebrados peçonhentos conhecidos por provocarem acidentes em seres humanos, que podem levar as vítimas ao óbito, principalmente se forem crianças ou idosos. Devido aos acidentes e a capacidade de serem encontrados em ambientes antrópicos, os escorpiões fazem parte do imaginário popular. Scorpius é o nome de uma constelação e na mitologia grega essa constelação teria se originado a partir de um escorpião gigante. Na astrologia, a constelação Scorpius corresponde ao signo de escorpião.

Os escorpiões são animais invertebrados classificados na ordem Scorpiones e classe Arachnida, sendo assim, animais artrópodes do sub-filo Chelicerata. Surgiram há mais de 400 milhões de anos (período Siluriano da Era Paleozoica) e acredita-se que possam ter sido os primeiros artrópodes a conquistarem o ambiente terrestre, embora não haja consenso se os escorpiões surgiram em ambiente marinho ou terrestre.

Atualmente, existem cerca 2.600 de espécies, distribuídas por 247 gêneros e 22 famílias.

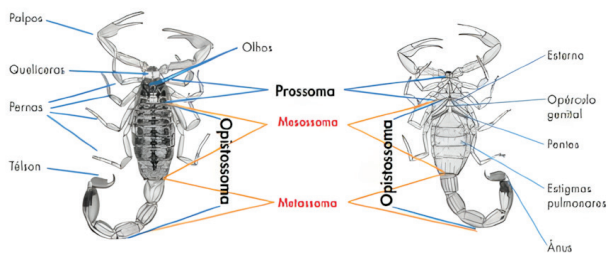
Esse capítulo está dividido em quatro seções: biologia dos escorpiões, composição da peçonha dos escorpiões, acidentes com escorpiões e principais espécies de escorpiões que ocorrem no estado de Mato Grosso do Sul. O capítulo tem como objetivos relacionar a biologia dos escorpiões às adaptações que permitiram a conquista de uma ampla variedade

de ambiente; mostrar a composição da peçonha dos escorpiões e como esta se relaciona com o quadro clínico apresentado pela vítimas de uma picada de escorpião; mostrar o estado atual dos acidentes por escorpiões no sentido de estimular políticas públicas que visem o controle da população desses animais peçonhentos; e por fim, mostrar a diversidade de escorpiões que ocorrem no estado de Mato Grosso do Sul.

Biologia dos escorpiões

Os escorpiões são aracnídeos com tamanho que varia entre 8,5 mm a 23 cm e são caracterizados por um corpo segmentado (Fig. 1), que inclui um cefalotórax (prossoma) e um abdômen (opistossoma) dividido em pré-abdômen (mesossoma) e pós-abdômen (metassoma). No prossoma, estão localizados um par de pedipalpos, um par de quelíceras, quatro pares de apêndices locomotores e um par de olhos centrais. O mesossoma apresenta sete segmentos, sendo o segmento um com um par de opérculos genitais ventrais. No mesossoma também estão localizados os esperáculos, que são as estruturas respiratórias. O metassoma apresenta cinco segmentos e o télson, que é utilizado para defesa e captura de presas. O télson contém um par de glândulas produtoras de peçonha (STOCKMANN, 2015).

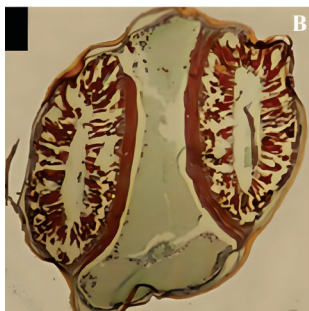
Figura 1. Representação esquemática da morfologia externa do corpo de um escorpião, face dorsal (à esquerda) e ventral (à direita).



Fonte: CANDIDO; FAN, 2019

O télson está associado ao sistema muscular extrínseco e intrínseco. A musculatura extrínseca consiste nos músculos da cauda e músculos com pontos de inserção antes das glândulas, que permitem alcançar a presa e impulsionar mecanicamente o aguilhão garantindo a penetração. Já a musculatura intrínseca está localizada ao redor das glândulas de peçonha, sua contração impulsiona a peçonha através do aguilhão (Fig. 2). O epitélio glandular pode ser simples ou dobrado, apresentando geralmente células de suporte, células caliciformes secretoras de muco e células glandulares serosas contendo grânulos de secreção de diferentes tamanhos em vesículas fechadas (YIGTI; BELIN, 2008).

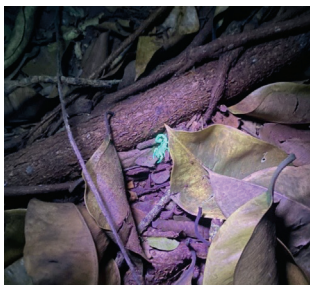
Figura 2 . Corte histológico das glândulas de peçonha de *Euscorpium tergestinum*



Fonte: adaptado de YIGTI; BELIN, 2008

Os escorpiões possuem várias adaptações fisiológicas que lhes permitem sobreviver em condições adversas. Por exemplo, eles podem reduzir sua taxa metabólica para economizar energia durante períodos de escassez de alimento. O sistema circulatório dos escorpiões é do tipo aberto, e eles possuem um coração tubular localizado no mesossoma. Sua respiração é realizada através de pulmões foliáceos, denominados espiráculos, que são adaptados para a troca gasosa em ambientes com baixa umidade. A digestão é extracorporal com auxílio dos sucos digestivos (STOCKMANN, 2015). Os escorpiões apresentam na cutícula, um composto denominado beta-carbolina, que os torna fluorescentes (Fig. 3) (STACHEL *et al.*, 1999).

Figura 3. Fluorescência do escorpião *Tityus paraguaensis*.



Fonte: Henrique Ranieri Covali Pontes

Os escorpiões são encontrados em uma variedade de habitats, desde desertos áridos até florestas tropicais. Eles são principalmente noturnos e possuem adaptações comportamentais e fisiológicas que permitem sua sobrevivência em ambientes extremos. A distribuição geográfica dos escorpiões é ampla, com maior diversidade em regiões tropicais e subtropicais, entretanto, ocorrem em todos os continentes, com exceção da Antártida (BLANCO; MELO, 2014; BRAZIL; PORTO, 2010).

O comportamento dos escorpiões é amplamente influenciado por fatores ambientais, como temperatura e disponibilidade de presas. Preferem temperaturas entre 11 e 40 °C, mas podem ser encontrados em ambiente de até 50 °C (LOURENÇO, 2015). São predadores oportunistas, alimentando-se principalmente de insetos como grilos, gafanhotos, vespas e besouros, aranhas e pequenos vertebrados como lagartos, serpentes e roedores. Na natureza, os predadores dos escorpiões incluem formigas, aranhas, sapos, lagartos, serpentes, pássaros e alguns mamíferos, como suricatos, sendo estes imunes a peçonha de escorpião (STOCKMANN, 2015).

O comportamento de acasalamento dos escorpiões é complexo, envolvendo uma dança pré-nupcial, onde o macho e a fêmea se seguram pelos pedipalpos antes da transferência de esperma. A reprodução nos escorpiões é vivípara, o que significa que as fêmeas dão à

luz filhotes vivos. Após o acasalamento, a fêmea carrega os embriões dentro de seu corpo até que estejam totalmente desenvolvidos. Após o nascimento, os filhotes são carregados nas costas da mãe até a primeira muda, momento em que se tornam independentes. O ciclo reprodutivo dos escorpiões varia de acordo com a espécie, com alguns tendo ciclos anuais, enquanto outros podem reproduzir-se a cada dois anos. Espécies dos gêneros *Hottentotta* e *Tityus* podem apresentar partenogênese (STOCKMANN, 2015).

Os escorpiões são altamente adaptados ao seu ambiente, com mecanismos para lidar com a desidratação e a escassez de alimentos. Alguns escorpiões do deserto, por exemplo, possuem uma cutícula altamente impermeável que reduz a perda de água. Além disso, eles têm a capacidade de detectar vibrações no solo, o que os ajuda a localizar presas e evitar predadores. Também são bem adaptados ao ambiente urbano, sendo encontrados nos lixos e entulhos das cidades. Existem também espécies chamadas de generalistas, sendo essas capazes de ocupar mais de um tipo de ambiente. Algumas espécies também podem ocupar regiões com grandes alterações ambientais causadas pelo homem, como edificações em áreas urbanas e rurais (LOURENÇO, 2018).

Embora a maioria das espécies de escorpiões não estejam atualmente em risco de extinção, a destruição de habitats e a coleta excessiva para o comércio de animais exóticos representam ameaças potenciais. A conservação dos escorpiões é essencial para manter o equilíbrio ecológico, uma vez que eles desempenham um papel importante como predadores de insetos e outros pequenos animais.

Peçonha dos escorpiões

A peçonha dos escorpiões é uma mistura complexa de toxinas que variam de acordo com a espécie. Como mencionado anteriormente,

a peçonha é utilizada tanto para captura de presas quanto para defesa. A peçonha de escorpião contém uma variedade de compostos químicos, sendo uma mistura de polipeptídeos, nucleotídeos, lipídios, mucoproteínas, aminas biogênicas e outras substâncias; e a quantidade desses compostos é variável, dependendo do espécime animal e do número de picadas (HMED *et al.*, 2013). A peçonha de escorpiões também contém uma variedade de diferentes toxinas não enzimáticas e enzimáticas como hialuronidas, metaloproteínas e serinoproteases (WANG; WANG, 2016).

Os peptídeos representam cerca de 5% do peso seco das peçonhas escorpiônicas, que podem conter diversos peptídeos diferentes. Estes podem ser classificados de diferentes formas, podendo ser considerado sua estrutura, locais-alvo, importância farmacológica, entre outros (HMED; SERRIA; MOUNIR, 2013). Um modelo de classificação amplamente utilizada, é o agrupamento dos peptídeos em duas grandes classes: peptídeos com pontes dissulfeto (disulfide-bridged peptides: DBPs) e peptídeos sem pontes dissulfeto (non-disulfide-bridged peptides: NDBPs) (ZENG; CORZO; HAHIN, 2005). Sendo já identificados aproximadamente 3000 peptídeos DBPs e 200 peptídeos NDBPs, estima-se que esse número represente menos de 2% do total de peptídeos presentes nas peçonhas escorpiônicas (ZHONG *et al.*, 2017). Os peptídeos DBPs são caracterizados, em sua maioria, por alterarem o funcionamento dos canais iônicos, sendo relacionados com os efeitos neurotóxicos observados nos acidentes escorpiônicos (BHAVYA *et al.*, 2016), podendo afetar mamíferos, insetos e crustáceos (ZHONG *et al.*, 2017).

Acidentes com escorpiões

Alguns escorpiões têm importância médica significativa devido ao potencial perigo de suas picadas. As toxinas presentes na peçonha de escorpiões podem causar uma série de sintomas em humanos, desde dor

intensa até problemas neurológicos graves. No entanto, também há pesquisas em andamento sobre o uso medicinal de toxinas de escorpiões no tratamento de doenças como câncer e doenças autoimunes.

Os escorpiões são considerados o segundo animal peçonhento mais perigoso para os seres humanos e a toxicidade da peçonha do escorpião varia entre diferentes espécies e entre uma mesma espécie de diferentes regiões (CARDOSO *et al.*, 2009). As picadas de escorpião podem causar dor local imediata, mas também podem ser seguidas por outros sintomas locais, como inchaço, hiperemia e parestesia (CARDOSO *et al.*, 2009). O desenvolvimento de sintomas sistêmicos (gastrointestinais, respiratórios, e / ou distúrbios neurológicos) sinaliza um aumento na gravidade do envenenamento e a gravidade dos casos depende do escorpião e / ou da vítima (CARDOSO *et al.*, 2009).

O nível clínico apresentado em cada caso é variável, e diversos fatores influenciam, tais como: idade do paciente, o tempo entre a picada e o início do tratamento, a quantidade de peçonha inoculada e a espécie e tamanho do escorpião. Em relação ao quadro clínico dos acidentes escorpiônicos, são classificados em grau leve, moderado e grave, sendo que o quadro pode evoluir de nível (Tab. 1) (ARAÚJO *et al.*, 2017; CARMO *et al.*, 2019; CHIPPAUX, 2012). Em quadros leves, o tratamento é da sintomatologia, que consiste no alívio da dor com administração local de anestésico sem vasoconstritor (Lidocaína a 2%) ou analgésicos sistêmicos, como dipirona na dose de 10 mg/kg a cada seis horas (BRASIL, 2009; FERREIRA; SOUZA ROCHA, 2019). Nos casos moderados e graves, o Ministério da Saúde padroniza um protocolo de tratamento soroterápico, sendo administrado o soro antiescorpiônico (SAEE) ou soro antiaracnídeo polivalente na forma de 2 a 3 ampolas para casos moderados e 4 a 6 para acidentes graves. A aplicação é via intravenosa e o paciente deve permanecer na unidade de tratamento para o monitoramento das funções vitais (BRASIL, 2009; SILVA; DE MORAES; SANTOS, 2020).

Tabela 1. Nível de gravidade, manifestações clínicas e tratamento soroterápico de acidentes com escorpião.

Nível	Manifestações Clínicas	Soroterapia (SAEEs ou SAAr)
Leve	Dor e parestesia locais	-
Moderado	Dor local intensa associada a uma ou mais manifestações, como náuseas, vômitos, sudorese, sialorreias, agitação, taquipneia e taquicardia.	2 a 3 ampolas
Grave	Sintomas do nível moderado acrescido de uma ou mais das seguintes manifestações: vômitos profusos e incoercíveis, sudorese profusa, sialorreia intensa, prostração, convulsão, coma, bradicardia, insuficiência cardíaca, edema pulmonar agudo e choque.	4 a 6 ampolas

Apesar de todo escorpião apresentar glândulas produtoras de peçonha e possuir a capacidade de inocular sua peçonha, menos de 50 espécies no mundo provocam acidentes graves ou que necessitem de intervenção médica e cerca de 95% desses escorpiões pertencem à família Buthidae, as exceções são algumas espécies de duas outras famílias, Hemiscorpiidae e Scorpionidae. No Brasil, os escorpiões de importância médica pertencem exclusivamente ao gênero *Tityus* (BRAZIL *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2017; LOURENÇO, 2018).

Os acidentes com animais peçonhentos se tornaram um relevante problema de saúde pública devido a incidência de casos nos últimos anos, sendo incluído na Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública por meio da portaria nº 264 de 17

de fevereiro de 2020 (DIAS *et al.*, 2020). As notificações de acidentes por escorpiões superaram as notificações por acidentes com serpentes, embora, os acidentes por serpentes apresentem maior letalidade.

Anualmente, cerca de 1,5 milhão de acidentes e aproximadamente 2.600 óbitos são registrados por acidentes com escorpiões no mundo (CARMO *et al.*, 2019). No Brasil, em relação a acidentes com escorpiões, o Ministério da Saúde vem registrando um aumento no número de casos (Tab. 2). Em 2018, o número de notificações foi de 158 mil casos em todo o país, já no ano de 2019 esse número aumentou para 170 mil casos, um aumento de 8%. Nos anos seguintes (2020-2021), os números casos notificados diminuíram para 162 mil e 159 mil, respectivamente, segundo o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Esta diminuição nos últimos dois anos pode estar intimamente ligada a pandemia de COVID-19, uma vez que era recomendação do Ministério da Saúde evitar unidades básicas de saúde e hospitais em casos não urgentes, a fim de evitar a exposição ao vírus.

Em relação a região do Centro-Oeste, em 2018 foram notificados 8.279 acidentes com escorpiões, sendo 25% (2.134) registrados no estado de Mato Grosso do Sul, colocando-o como o segundo estado com maior número de acidentes, ficando atrás apenas de Goiás. Entretanto, diferente do observado nacionalmente, os números de acidentes foram crescentes nos anos de 2020 e 2021, com 2.895 casos em 2020, um aumento de 35% em relação a 2019 (SINAN, 2024).

Tabela 2 . Número de casos notificados de escorpionismos nos últimos 17 anos em nível nacional, regional e estadual.

Ano	Brasil	Centro-oeste	Mato Grosso do Sul
2023	201.690	16.781	4.950
2022	182.085	13.058	3.816
2021	149.134	9.911	2.510
2020	157.029	10.398	2.895
2019	167.112	10.190	2.519
2018	157.278	8.279	2.134
2017	124.142	6.308	1.599
2016	91.009	4.592	1.008
2015	85.908	3.983	1.099
2014	86.584	4.249	1.086
2013	77.920	3.703	876
2012	63.732	3.593	1.067
2011	59.036	2.424	682
2010	51.469	2.116	394
2009	50.111	1.961	330
2008	40.086	1.482	283
2007	37.186	1.121	115

Fonte: DATASUS – Ministério da Saúde, 2024

Principais espécies causadoras de acidentes escorpíonicos em Mato Grosso do Sul

CARVALHO *et al.* (2017) mostram que a escorpiofauna de Mato Grosso do Sul é composta por 16 espécies, representando mais de 50% de todas as espécies de escorpiões conhecidas para a região Centro-Oeste. As espécies para o estado de Mato Grosso do Sul, estão distribuídas em cinco gêneros e duas famílias de escorpiões. Bothriuridae (*Bothriurus*, *Brachistosternus* e *Brazilobothriurus*) está representada por quatro espécies, enquanto que Buthidae (*Ananteris* e *Tityus*) por 12 espécies.

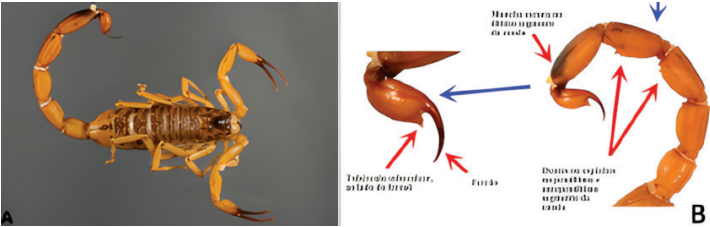
Tityus serrulatus

Conhecido popularmente como escorpião-amarelo, o escorpião *Tityus serrulatus* ocorre no cerrado e caatinga do centro-leste brasileiro, principalmente em ambientes antrópicos, sendo considerada uma espécie de ampla distribuição e oportunista. O crescimento de acidentes com escorpiões dessa espécie está diretamente relacionado com a urbanização e o desmatamento. Além disso, nessa espécie, as fêmeas podem sofrer partenogênese. Em Mato Grosso do Sul, essa espécie tem sido identificada na cidade de Campo grande.

T. serrulatus (Fig. 4A) apresenta em média 55-65mm e sua coloração varia entre tons de amarelo, suas quelíceras e pernas apresentam coloração uniforme em amarelo claro, os segmentos dorsais (tergitos) apresentam coloração escura, exceto o sétimo segmento, que possui uma faixa escura apenas na região central. A principal característica para identificação da espécie é a sua cauda (metassoma), a qual apresenta região denticulada nos segmentos II-IV, com serrilha de dentes posteriores maiores nos segmentos III-IV (Fig. 4B).

Os machos e fêmeas exibem dimorfismo sexual característico. Os machos possuem os segmentos abdominais posteriores (metassoma) mais largos e o último segmento das pinças (fêmur-tarso do pedipalpo) ligeiramente mais comprido em comparação às fêmeas.

Tabela 4. *Tityus serrulatus*. A. Espécime, vista dorsal. B. Metassoma e télson ampliados.



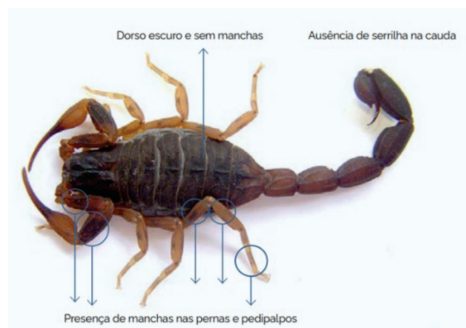
Fonte: Adaptado de ALMEIDA, 2012

Devido a composição da peçonha, à letalidade e o alto número de acidentes, o escorpião *Tityus serrulatus* representa o escorpião de maior importância em saúde pública no Brasil. A peçonha de *T. serrulatus* é uma complexa mistura de toxinas, sendo as principais, as neurotoxinas, que podem causar dor local intensa, edema, sudorese bradicardia ou taquicardia, hipotensão ou hipertensão, e em casos mais graves pode levar a formação de edema pulmonar agudo, levando a insuficiência respiratória, além do óbito. Os casos mais graves de acidentes escorpiônicos ocorrem principalmente em crianças e idosos.

Tityus bahiensis

O escorpião *Tityus bahiensis*, popularmente conhecido como escorpião-marrom, é uma espécie de escorpião da família Buthidae. Essa espécie ocorre em vários municípios de Mato Grosso do Sul, como Bataguassu, Campo grande e Três Lagoas. Ele apresenta um corpo relativamente achatado e a cor do dorso varia do marrom-avermelhado ao preto, sem manchas, com pernas e quelíceras geralmente mais claras, com presença de manchas (Fig. 5). Os pedipalpos são finos e longos, características da maioria dos escorpiões da família Buthidae.

Figura 5. *Tityus bahiensis*.



Fonte: RECKZIEGEL *et al.*, 2024

Tityus bahiensis é uma espécie noturna e predadora, alimentando-se principalmente de insetos e outros pequenos artrópodes. Ele possui um comportamento de caça ativo, utilizando a peçonha para imobilizar as presas. A reprodução do *Tityus bahiensis* é vivípara, com as fêmeas dando à luz a filhotes vivos que permanecem no dorso da mãe por alguns dias até realizarem a primeira muda e se dispersarem. A espécie é de longevidade relativamente longa, vivendo de 3 a 5 anos em condições naturais.

Além disso, desempenha um papel importante no controle biológico de insetos, incluindo aqueles considerados pragas urbanas. Contudo, a urbanização e a modificação do ambiente natural têm aumentado os encontros entre humanos e escorpiões, elevando o risco de acidentes. Ele prefere habitats com vegetação rasteira e solo arenoso, sendo comumente encontrado em áreas urbanas, especialmente em locais com acúmulo de entulho, madeiras e materiais de construção, onde há maior disponibilidade de alimento e abrigo.

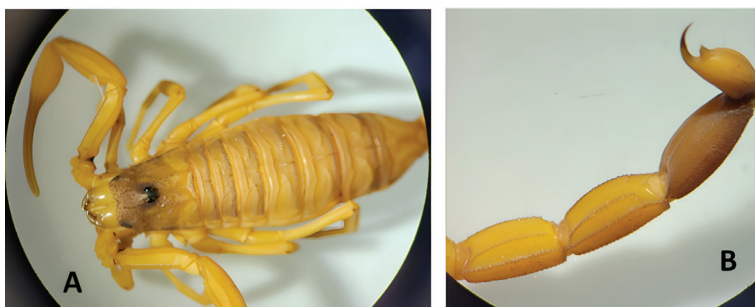
Tityus bahiensis é uma das espécies de escorpiões de maior relevância médica no Brasil. Sua peçonha contém uma mistura de toxinas que podem causar uma série de sintomas em humanos, variando de dor local intensa a manifestações sistêmicas graves, como vômitos, sudorese, taquicardia, hipertensão, e, em casos mais severos, choque anafilático e insuficiência respiratória, especialmente em crianças e idosos. O envenenamento requer atenção médica imediata, e em muitos casos, a administração de soro antiescorpiônico é recomendada.

Tityus confluens

Os artrópodes quelicerados da espécie *Tityus confluens* foram descritos por Borelli (1899) como uma subespécie de *Tityus trivittatus*, e, posteriormente desvinculado por um estudo mais completo de Maury

(1974), e reforçado por Lourenço em 1980 através de características morfológicas como ausência de três faixas escuras longitudinais nos tergitos (Fig. 6A), que distinguiam *T. confluens* das demais subespécies de *T. trivittatus*. Conhecido popularmente como escorpião amarelo, *T. confluens* apresenta semelhança também em coloração com o *T. serrulatus*, provocando confusão na identificação das espécies, no entanto, observa-se ausência de serrilha na região do metassoma (Fig. 6B), característica determinante na identificação de *T. serrulatus*.

Figura 6. *Tityus confluens*. A. Espécime. B. Metassoma ampliado.



Fonte: Ohanna Gabriely Leite Souza

Os escorpiões da espécie *T. confluens* medem cerca de 4 a 6 cm de comprimento e apresentam hábitos noturnos, coloração amarelo claro, carapaça granulosa, carenas marcadas e manchas pigmentares negras. Estes animais apresentam também dimorfismo sexual, onde os indivíduos machos possuem as tíbias dos pedipalpos um pouco mais largas do que em fêmeas.

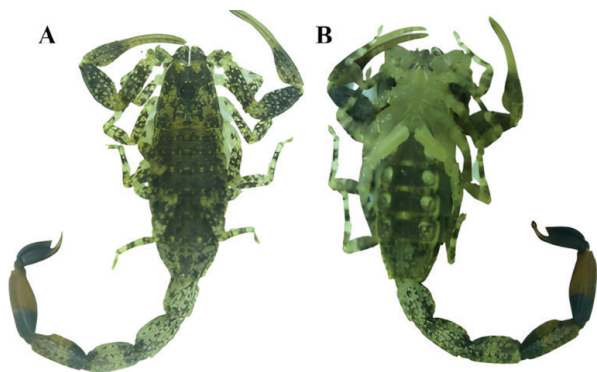
Em Mato Grosso do Sul, ocorre em vários municípios como Bonito, Campo grande e Porto Murinho. Tem-se observado um aumento das notificações de *T. confluens* nos últimos anos, principalmente na região Centro-Oeste, onde o número de acidentes escorpiônicos tem crescendo significativamente, em decorrência da ampliação da presen-

ça desses animais em ambientes urbanos. A espécie ainda é identificada como responsável por mortes em outros países, demonstrando uma necessidade de monitoramento em vigilância epidemiológica.

Tityus paraguayensis

A espécie *Tityus paraguayensis* (Fig. 7) apresenta uma ocorrência restrita ao estado de Mato Grosso do Sul em território brasileiro, municípios de Corumbá, Mundo Novo, Terenos e Campo grande, podendo ser encontrada também no Paraguai e norte da Argentina (LOURENÇO, 2006). Habita principalmente áreas de Cerrado e Chaco, tipos de formação vegetal aberta semixerófita que ocorrem na América do Sul, embora já haja relatos de sua presença também no Pantanal, ocupando copas de árvores durante o período alagado deste bioma. Esses animais apresentam cerca de 28 a 35 mm de comprimento, coloração que varia de amarelo claro a escuro, com pigmentação escura distribuída de forma irregular por todo o corpo. O dimorfismo sexual desta espécie pode ser observado na tíbia do pedipalpo, pentes e o segmento V do metassoma que são mais robustos nos machos quando comparado com as fêmeas.

Figura 7. Escorpião da espécie *Tityus paraguayensis*, A - vista dorsal; B - vista ventral.



Fonte: Henrique Ranieri Covali Pontes

Estudos citogenéticos já foram realizados com essa espécie, evidenciando uma ploidia $2n$ entre 16 e 18 cromossomos. Existem também algumas espécies com semelhanças físicas ao *T. paraguayensis*, como o *T. mattogrossensis*. No entanto, ainda são escassas as informações a respeito desta espécie, principalmente nos campos toxicológico e epidemiológico, indicando a necessidade de estudos para melhor compreensão deste animal.

Tityus mattogrossensis

Tityus mattogrossensis é uma espécie de escorpião descrita originalmente por Borelli em 1901, e desde então tem sido alvo de diversas revisões e estudos taxonômicos. A espécie, inicialmente identificada na região de Mato Grosso, foi comparada ao longo dos anos com outras espécies do gênero *Tityus*, incluindo *Tityus indecisus* e *Tityus paraguayensis*. Essas comparações levaram à conclusão de que *T. indecisus* seria, na verdade, um sinônimo de *T. mattogrossensis*, dada a sua similaridade morfológica e a proximidade das regiões onde foram encontrados.

Suas principais características incluem um comprimento de 3 a 3,5 cm (Fig. 8), coloração geral castanho amarelada com manchas por todo o corpo, pernas e palpos. Os quarto e quinto segmentos caudais são escurecidos na porção posterior, e há a presença de um espinho sob o ferrão, o que é um traço distintivo importante. Morfologicamente, *T. mattogrossensis* possui características que o distinguem de outras espécies do gênero *Tityus*. Entre essas características, destaca-se o desenvolvimento mais acentuado das carenas dorsais da cauda. A espécie também apresenta variações no número de dentes dos peignes e nas séries de granulações dos pedipalpos. Uma das diferenças marcantes em relação ao *T. paraguayensis* é a ausência de manchas nas hanches das pernas, um detalhe observado principalmente nas fêmeas.

Figura 8. *Tityus matogrossensis*.



Fonte: BRASIL, 2009

A distribuição geográfica do *Tityus matogrossensis* é bastante ampla, abrangendo a região centro-oeste do Brasil. A espécie é predominantemente encontrada em áreas de Cerrado e Cerradão. Apesar dessa ampla distribuição, o número de locais conhecidos onde a espécie foi coletada ainda é limitado, indicando que há uma necessidade de mais coletas e estudos para um mapeamento completo da sua presença no território brasileiro. Não existem registros de sua ocorrência em Campo grande, tendo sido identificado em Aquidauana e Três Lagoas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALMEIDA, R. B. **Atlas of the species of *Tityus* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones, Buthidae) in Brazil.** 2010. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ARAÚJO, K. A. M. *et al.* Epidemiological study of scorpion stings in the Rio Grande do Norte State, Northeastern Brazil. **International Journal of Health & Allied Sciences**, v. 7, p. 23-30, 2017.

BHAVYA, J. *et al.* Scorpion Toxin Polypeptides as Therapeutic Agents: An Overview. **Protein & Peptide Letters**, v. 23, n. 9, p. 848-859, 2016.

BLANCO, B. S.; MELO, M. M. Acidentes por Sapos. **Cadernos técnicos de Veterinária e Zootecnia: Animais peçonhentos**, n. 75, p. 42-50, 2014.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de controle de escorpiões.** Brasília: Ministério da saúde, 2009.

BRAZIL, T. K.; PORTO, T. J. **Os escorpiões.** Salvador: EDUFBA, 2010.

BUCARETCHI, F. *et al.* Clinical consequences of *Tityus bahiensis* and *Tityus serrulatus* scorpion stings in the region of Campinas, southeastern Brazil. **Toxicon**, v. 89, p. 17-25, 2014.

BÜCHERL, W.; BUCKLEY, E. E.; DEULOFEU, V. (ed.). **Venomous Animals and Their Venoms: Volume II. Venomous Invertebrates.** New York: Academic Press, 1968.

CAMPOS, O. M. Os escorpiões brasileiros. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 17, p. 237-363, 1924.

CANDIDO, D. M.; FAN, H. W. **Escorpião: Controle de escorpiões de importância em saúde.** São Paulo: Instituto Butantan, 2019. p. 16.

CARDOSO, J., FRANÇA, F., SANTOS, P., PARDAL, P. **Animais peçonhentos do Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**, 2 ed. Sarvier: São Paulo. 2009.

CARMO, É. A. *et al.* Factors associated with the severity of scorpion poisoning. **Text & Context Nursing**, p. 1-14, 2019.

CARVALHO, L.S.; BRESCOVIT, A.D.; SOUZA, C.A.R.; RAIZER, R. Checklist dos escorpiões (Arachnida, Scorpiones) de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Serie Zoologia**, v. 107, p. 1-7, 2017.

CHIPPAUX, J. P. Emerging options for the management of scorpion stings. **Drug Design, Development and Therapy**, v. 6, p. 165-173, 2012.

CUPO, P. Clinical update on scorpion envenoming. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, p. 642-649, 2015.

CUPO, P.; AZEVEDO-MARQUES, M. M.; HERING, S. E. Escorpionismo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 517-528, 2003.

DIAS, R. *et al.* Perfil dos acidentes escorpiônicos, no período de 2007 a 2019 no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Arqs Veterinária**, v. 36, n. 1. p. p. 32-39, 2020.

FERREIRA, L. C.; SOUZA ROCHA, Y. C. Incidência de acidentes por escorpiões em Januária, Minas Gerais, Brasil. **Journal Health NPEPS**, v. 4, p. 228-241, 2019.

GUERRA-DUARTE, C.; SAAVEDRA-LANGER, R.; MATAVEL, A.; OLIVEIRA-MENDES, B. B. R.; CHAVEZ-OLORTEGUI, C.; BITTEN-COURT PAIVA, A. L. Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, p. 2023.

HMED, B.; SERRIA, H.T.; MOUNIR, Z.K. Scorpion peptides: poten-

tial use for new drug development. **Journal of Toxicology**, v. 2013, p. 1-5, 2013.

LOURENÇO, W. R. **Scorpions of Brazil**. Les Édition de l'If: Paris. 2002. 308 p.

LOURENÇO, W. R. A New Species of *Tityus* C. L. Koch, 1836 (Scorpiones: Buthidae) from Dominican Amber. **Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa**, v. 38, p. 117-120, 2006.

LOURENÇO, W. R. Biogéographie des espèces du groupe naturel *Tityus clathratus* (Chelicerata, Scorpiones, Buthidae). **Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. Section A, Zoologie, biologie et écologie animales**, v. 14, p. 473-481, 1992.

LOURENÇO, W. R. Le Scorpion Buthidae: *Tityus matto grossensis* Borelli, 1901 (Morphologie, écologie, biologie et développement postembryonnaire). **Bulletim Museum Natural History**, v. 4, p. 95-117, 1979.

LOURENÇO, W. R. The evolution and distribution of noxious species of scorpions (Arachnida: Scorpiones). **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 24, p. 1-12, 2018.

LOURENÇO, W. R. Scorpion Diversity and Distribution: Past and Present Patterns. In: GOPALAKRISHNAKONE, P. *et al.* (ed.). **Scorpion Venoms**. Springer Reference, 2015. p. 3-23.

MATTOS, V. F. *et al.* High chromosome variability and the presence of multivalent associations in buthid scorpions. **Chromosome Research**, v. 21, p. 121-136, 2013.

MATTOS, V. F. *et al.* Insights into the origin of the high variability of multivalent-meiotic associations in holocentric chromosomes of *Tityus* (*Archaeotityus*) scorpions. **PLoS ONE**, v. 13, p. 1-23, 2018.

RECKZIEGEL, G.; DOURADO, F.; JUNIOR, V. **Guia de Animais Peçonhentos do Brasil** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Se-

cretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Departamento de Doenças Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2024.164 p.

SILVA, R. C.; DE MORAES, A. R. C. S.; SANTOS, E. C. Perfil Epidemiológico Dos Casos De Escorpionismo Na Região Nordeste. **Revista interdisciplinar em saúde**, v. 7, p. 123-136, 2020.

SINAN/SVS/MS, 2024. Casos – Escorpionismo.

STACHEL, S. J.; STOCKWELL, S. A.; VAN VRANKEN, D. L. The Fluorescence of Scorpions and Cataractogenesis. **Chemistry & Biology**, v. 6, p. 531-539, 1999.

STOCKMANN, R. Introduction to scorpion biology and ecology. In: GOPALAKRISHNAKONE, P. *et al.* (ed.). **Scorpion Venoms**. New York: Springer Reference, 2015. p. 25-59.

WANG, X.; WANG, G. Insights into antimicrobial peptidases from spiders and scorpions. **Protein Peptides Letters**, v. 23, p. 707-721, 2016.

YAMAZAKI, L. *et al.* *Tityus paraguayensis* (Scorpiones: Buthidae) em co-
pas de *Callisthene fasciculata* (Vochysiaceae) no Pantanal de Mato Grosso
(Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v. 44, p. 153-158, 2015.

YIGIT, N; BENLI, M. The venom gland of the scorpion species *Euscorpius mingrelicus* (Scorpiones: Euscorpiidae): morphological and ultrastructural characterization. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 14, n. 3, p. 467-480, 2008.

ZENG, X. C.; CORZO, G.; HAHIN, R. Scorpion venom peptides without disulfide bridges. **IUBMB Life**, v. 57, p. 13-21, 2005.

ZHONG, J. *et al.* Transcriptomic analysis of the venom glands from the scorpion *Hadogenes troglodytes* revealed unique and extremely high diversity of the venom peptides. **Journal of Proteomics**, v. 150, p. 40-62, 2017.

CAPÍTULO VI

PEIXES PEÇONHENTOS

*Karina Keyla Tondato-Carvalho, Vinicius Renner Lampert,
Douglas Alves Lopes*

Introdução

Peixes constituem o grupo mais diversificado de animais cordados do planeta, com aproximadamente 36.900 espécies válidas (FRICKE *et al.*, 2024), compreendendo mais de 50% de todos os vertebrados conhecidos (NELSON *et al.*, 2016). Embora os ambientes marinhos representem aproximadamente 97% da superfície da Terra, aproximadamente 45% de toda a diversidade de peixes conhecida está contida em ambientes de água doce, que representam menos de 1% da superfície da Terra (LÉVÊQUE *et al.*, 2008; TEDESCO *et al.*, 2017). Nesse contexto, a região Neotropical se destaca por apresentar uma hidrografia extensa e volumosa, que abriga a maior riqueza de espécies de peixes de água doce do planeta (REIS *et al.*, 2016). Mais de 6.200 espécies de peixes de água doce neotropicais são atualmente reconhecidas (ALBERT *et al.*, 2020) e estimativas indicam que cerca de 9.000 espécies podem ocorrer nesta região (REIS *et al.*, 2016).

Além da grande diversidade taxonômica, a região Neotropical também é reconhecida por concentrar a maior diversidade funcional de peixes de água doce (SU *et al.*, 2019). Cerca de 75% de toda a diversidade funcional de peixes de água doce do planeta está concentrada nesta biorregião (TOUSSAINT *et al.*, 2016). Essa diversidade é evidenciada nas mais variadas morfologias, estratégias ecofisiológicas, comportamentais e atributos de história de vida (WINEMILLER *et al.*, 2015). Dentre as múltiplas estratégias presentes nos peixes, os sistemas de defesa certa-

mente constituem uma das mais diversificadas e complexas, envolvendo estruturas morfológicas complexas, aspectos fisiológicos e bioquímicos e repertórios comportais (MIKHEEV; PASTERNAK, 2006). Sistemas de defesa (ou sistemas anti-predação) em peixes incluem feromônios de alarme (MIKHEEV; PASTERNAK, 2006), formação de cardumes intra e interespecíficos (KLOSINSKI *et al.*, 2022), tanatose (HUMPHREYS; RUXTON, 2018), coloração adaptativa (HULTHÉN, 2024) e o desenvolvimento de estruturas inoculadoras de toxinas [peçonha] (HARRIS; JENNER, 2019).

Neste capítulo, uma revisão sobre a peçonha em peixes é apresentada, com o objetivo de discutir aspectos evolutivos dessa estratégia de defesa no grupo, a diversidade de linhagens que evoluíram algum sistema de peçonha na região Neotropical, a diversidade de espécies peçonhentas em Mato Grosso do Sul, a anatomia do sistema inoculador da peçonha nas diferentes linhagens abordadas, os tipos de toxinas presentes nos peixes, as características e incidência conhecida nos acidentes por envenenamento e orientações profiláticas.

Evolução e diversidade de peixes peçonhentos

A peçonha em peixes possivelmente evoluiu através da seleção de características que apresentavam alguma eficiência contra a predação, competição, ou ainda favoreciam o processo de obtenção de alimentos (HARRIS; JENNER, 2019; NDANDALA *et al.*, 2023; SMITH *et al.*, 2016). É provável que a peçonha tenha evoluído de forma convergente várias vezes nos peixes, sendo encontrada em ao menos 19 grandes linhagens (Fig. 1), que incluem três classes: Petromyzonti, através das secreções bucais das lampréias; Chondrichthyes (peixes cartilaginosos), através dos espinhos de nadadeiras em quimeras e alguns tubarões ou os ferrões caudais das arraias; Actinopterygii (peixes ósseos, com nadadeiras raiadas),

nas nadadeiras), com cerca de 650 espécies peçonhentas; os Siluriformes (bagres), com cerca de 1000 espécies peçonhentas.

Diversidade de peixes peçonhentos de água doce neotropicais

Apesar de a grande maioria das linhagens de peixes peçonhentos conhecidas serem exclusivamente ou majoritariamente compostas por representantes marinhos, duas delas apresentam uma considerável diversidade de espécies em água doce (SMITH *et al.*, 2006). Arraias (ou raias) da subfamília Potamotrygoninae (família Potamotrygonidae) são os únicos peixes cartilaginosos que evoluíram para viverem exclusivamente em ambientes de água doce, a partir de um ancestral marinho (SILVA *et al.*, 2022). Todos os representantes conhecidos de Potamotrygoninae são peçonhentos e atualmente são consideradas válidas 38 espécies, classificadas em quatro gêneros, todos endêmicos da América do Sul (VAN DER SLEEN; ALBERT, 2018).

Outro grupo majoritariamente de água doce, com representantes venenosos, é o dos Siluriformes. Com exceção das famílias Ariidae e Plotosidae, que apresentam maior diversidade em ambientes marinhos (embora também contenham representantes em água doce e estuários), todos os outros Siluriformes são peixes de água doce (MALABARBA; MALABARBA, 2020). Das 41 famílias válidas em Siluriformes (*sensu* FRICKE *et al.*, 2024), 20 possuem representantes peçonhentos, 18 delas exclusivamente de água doce (WRIGHT, 2009). Estas 18 famílias peçonhentas estão distribuídas por quase todos os continentes do planeta e, cinco delas são encontradas naturalmente na região Neotropical.

No tópico a seguir, são apresentadas as famílias de peixes com representantes peçonhentos do estado de Mato Grosso do Sul, situado no centro-sul da América do Sul e drenado por duas bacias hidrográficas: Paraguai e alto rio Paraná.

Peixes peçonhentos de Mato Grosso do Sul

Duas linhagens distintas de peixes peçonhentos ocorrem no território de Mato Grosso do Sul (*sensu* HARRIS; JENNER, 2019), associadas à bacia do alto rio Paraguai e/ou à bacia do alto rio Paraná. Em *Potamotrygoninae* (arraias de água doce), sete espécies pertencentes ao gênero *Potamotrygon* Garman, 1877 ocorrem naturalmente na bacia do rio Paraguai (SILVA *et al.*, 2022) e duas espécies, *Potamotrygon amandae* Loboda & Carvalho, 2013 e *Potamotrygon falkneri* Castex & Maciel, 1963 (Fig. 2) foram artificialmente introduzidas no alto rio Paraná (DAGOSTA *et al.*, 2024; FRÖHLICH *et al.*, 2017; LANGEANI *et al.*, 2007), possivelmente após a construção e inundação do reservatório de Itaipú, na década de 1980, que submergiu as cachoeiras de Sete Quedas, antigo divisor biogeográfico das ecorregiões aquáticas do rio Paraná, conhecidas como alto e baixo rio Paraná (OTA *et al.*, 2018).

Figura 2 . *Potamotrygon falkneri* em vida, capturada por pescadores no rio Brilhante, tributário do rio Ivinhema, alto rio Paraná, município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul. Capturada em 19.vi.2024, com linha e anzol.



Foto: D.A. Lopes

A segunda linhagem com representantes peçonhentos em Mato Grosso do Sul é Siluriformes (Figs. 3 e 4). Nesta ordem, todas as cinco famílias peçonhentas, exclusivamente de água doce, com distribuição Neotropical (*sensu* WRIGHT, 2009) possuem espécies com ocorrência conhecida para Mato Grosso do Sul, sendo estas: Callichthyidae, Doradidae, Heptapteridae, Pimelodidae e Pseudopimelodidae (WRIGHT, 2009). Todas as famílias mencionadas possuem representantes naturalmente distribuídos pelas bacias do rio Paraguai e alto rio Paraná (DAGOSTA *et al.*, 2024; GIMENES-JUNIOR; RECH, 2022). Adicionalmente, outras duas espécies peçonhentas, exóticas, foram introduzidas na bacia do alto rio Paraná e podem ser esporadicamente encontradas em Mato Grosso do Sul: *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), pertencente à Clariidae, nativa da África e *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818), pertencente a Ictaluridae, nativa da América do Norte (FRÖHLICH *et al.*, 2017). Deste modo, representantes de sete das 20 famílias de bagres peçonhentos conhecidas ocorrem em Mato Grosso do Sul.

Figura 3 . *Hoplosternum littorale* (Callichthyidae) em vida, capturado durante monitoramento ambiental em vazante tributária do rio Miranda, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul. Capturado em 21.viii.2023.



© Couto Murillo

Foto: R.M.P. Couto

Figura 4. *Osteogaster aff. aenea* (Callichthyidae) em vida, capturado durante o inventário de ictiofauna para a Área de Proteção Ambiental (APA) Microbacia Anhanduí-Pardo, no ribeirão Claro, tributário do Rio Pardo, município de Ribas do Rio Pardo, Mato Grosso do Sul. Coletado em 20.i.2024.



Foto: R.M.P. Couto

A seguir, uma lista com as linhagens, respectivas espécies, bacias de ocorrência e origem na região é apresentada (Tab. 1). A classificação dos grandes grupos como como peçonhento segue WRIGHT (2009) e HARRIS; JENNER (2019); A listagem das espécies por bacia hidrográfica segue GIMÊNES-JUNIOR; RECH (2022) para a bacia do rio Paraguai e DAGOSTA *et al.* (2024) para a bacia do alto rio Paraná. Para algumas espécies com ocorrências restritas nas referidas bacias hidrográficas, consultas sobre distribuição foram realizadas em FRICK *et al.* (2024) e em plataformas que hospedam dados de coleções ictiológicas, como o SpeciesLink (CRIA, 2024) e GBIF (2024). Estas consultas tiveram por objetivo assegurar se essas espécies têm registro de ocorrência no território de Mato Grosso do Sul. A ordem de apresentação das ordens na tabela é feita com base na classificação filogenética adotada em FRICKE *et al.* (2024) e a ordem de apresentação das famílias de Siluriformes e das espécies dentro das respectivas famílias é feita por critério alfabético. A nomenclatura aplicada aos táxons foi conferida e atualizada, quando conveniente, segundo FRICKE *et al.* (2024).

Tabela 1. Espécies de peixes peçonhentos por ordem e família com ocorrência em Mato Grosso do Sul. Famílias marcadas com asterisco (*) representam táxons exóticos, provenientes de outras biorregiões; X = espécie com ocorrência natural conhecida na bacia hidrográfica; X* = espécie com ocorrência conhecida na bacia hidrográfica, devido a introdução humana.

Táxon	Bacia do rio Paraguai	Bacia do alto rio Paraná
Myliobatiformes		
Potamotrygonidae		
<i>Potamotrygon amandae</i> Loboda e Carvalho, 2013	X	X*
<i>Potamotrygon brachyura</i> (Günther, 1880)	X	-
<i>Potamotrygon falkneri</i> Castex & Maciel, 1963	X	X*
<i>Potamotrygon histrix</i> (Müller & Henle, 1834)	X	-
<i>Potamotrygon motoro</i> (Müller & Henle, 1841)	X	-
<i>Potamotrygon pantanensis</i> Loboda & Carvalho, 2013	X	-
<i>Potamotrygon schuhmacheri</i> Castex, 1964	X	-
Siluriformes		
Callichthyidae		
<i>Aspidoras fuscoguttatus</i> Nijssen & Isbrücker, 1976	-	X
<i>Brochis britskii</i> Nijssen & Isbrucker, 1983	X	-
<i>Brochis pantanalensis</i> Knaack, 2001	X	-
<i>Brochis splendens</i> (Castelnau, 1855)	X	-
<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
<i>Corydoras areio</i> Knaack, 2000	X	-
<i>Corydoras aurofrenatus</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	X	-
<i>Gastrodermus hastatus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	X	-
<i>Hoplostoma polystictum</i> (Regan, 1912)	X	-
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	X	X
<i>Lepthoplosternum pectorale</i> (Boulenger, 1895)	X	X*
<i>Megalechis picta</i> (Müller & Troschell, 1849)	X	X*
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)	X	X*
<i>Osteogaster aff. aenea</i> (Gill, 1858)	X	X
Doradidae		
<i>Anadoras weddellii</i> (Castelnau, 1855)	X	-

<i>Amblydoras nheco</i> (Higuchi, Birindelli, Sousa & Britski, 2007)	X	-
<i>Ossancora eigenmani</i> (Boulenger, 1895)	X	X*
<i>Ossancora punctata</i> (Kner, 1853)	X	-
<i>Oxydoras knerii</i> Bleeker, 1862	X	-
<i>Platydoras armatulus</i> (Valenciennes, 1840)	X	X*
<i>Pterodoras granulosus</i> (Valenciennes, 1821)	X	X*
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)	X	X
<i>Trachydoras paraguayensis</i> (Eigenmann & Ward, 1907)	X	X*
Heptapteridae		
<i>Pimelodella avanhadavae</i> Eigenmann, 1917	-	X
<i>Pimelodella gracilis</i> (Valenciennes, 1835)	X	X
<i>Pimelodella griffini</i> Eigenmann, 1917	X	-
<i>Pimelodella guato</i> Pierre & Slobodian, 2024	X	-
<i>Pimelodella megalura</i> Miranda Ribeiro, 1918	X	-
<i>Pimelodella mucosa</i> Eigenmann & Ward, 1907	X	-
<i>Pimelodella notomelas</i> Eigenmann, 1917	X	-
<i>Pimelodella serrata</i> Eigenmann, 1917	X	-
<i>Pimelodella taeniophora</i> (Regan, 1903)	X	-
<i>Rhamdia aff. quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	X	X
Pimelodidae		
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	X	X
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)	X	X*
<i>Iheringichthys megalops</i> Eigenmann & Ward, 1907	X	-
<i>Iheringichthys syi</i> Azpelicueta & Britski, 2012	-	X
<i>Pimelodus absconditus</i> Azpelicueta, 1995	X	-
<i>Pimelodus argenteus</i> Perugia, 1891	X	-
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacépède, 1803	-	X
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner, 1877	-	X
<i>Pimelodus mystriosus</i> Azpelicueta, 1998	X	X*
<i>Pimelodus ornatus</i> Kner, 1858	X	X*
<i>Pimelodus pantaneiro</i> Souza-Filho & Shibatta, 2007	X	-
<i>Pimelodus paranensis</i> Britski & Langeani, 1988	-	X

<i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	X	X
<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	X	X*
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	X	X*
<i>Zungaro jahu</i> (Ihering, 1898)	X	X
Pseudopimelodidae		
<i>Microglanis garavelloi</i> Shibatta & Benine, 2005	-	X
<i>Microglanis leniciae</i> Shibatta, 2016	X	-
<i>Pseudopimelodus mangurus</i> (Valenciennes, 1835)	X	X
<i>Rhyacoglanis paranensis</i> Shibatta & Vari, 2017	X	X
<i>Rhyacoglanis variolosus</i> (Miranda Ribeiro, 1914)	X	-
Clariidae*		
<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	-	X*
Ictaluridae*		
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)	-	X*

São consideradas válidas para o território de Mato Grosso do Sul, 63 espécies de peixes peçonhentas, caracterizadas por possuírem ferrões ou raios de nadadeiras transformados em espinhos, associados a glândulas secretoras de toxinas. Destas, sete espécies são de arraias, da família Potamotrygonidae e 56 são de bagres. Pimelodidae, família dos grandes bagres sul-americanos, abriga a maior diversidade de espécies peçonhentas em Mato Grosso do Sul, com 16 espécies registradas. Em sequência, Callichthyidae, família dos cascudos com duas séries de placas nas laterais do corpo, com 14 espécies. Heptapteridae, família dos mandís e chum chum é representada por 10 espécies peçonhentas em Mato Grosso do Sul, Doradidae é representada por nove espécies e Pseudopimelodidae é representada por cinco espécies.

Para as famílias Callichthyidae, Doradidae e Pseudopimelodidae, todas as espécies com ocorrência conhecida para Mato Grosso do Sul foram incluídas como peçonhentas, devido a ocorrência de espinhos

moderadamente ou bem desenvolvidos nas nadadeiras dorsal e peitorais (BIRINDELLI *et al.*, 2022; OTA *et al.*, 2018; SHIBATTA *et al.*, 2022; TENCATT, 2022). Para Heptapteridae e Pimelodidae, foram incluídas na lista apenas as espécies que possuem nadadeiras com raios enrijecidos, transformados em espinhos (DEPRÁ *et al.*, 2022; ROCHA, 2018; SLOBODIAN *et al.*, 2022), uma vez que, espécies com raios moles não são capazes de perfurar humanos ou outros animais e, mesmo que apresentem glândulas secretoras de toxinas, não podem ser consideradas peçonhentas. Adicionalmente, WRIGHT (2009) menciona que em gêneros pertencentes a famílias peçonhentas, mas que perderam ao longo da evolução a forte ossificação dos primeiros raios dorsal e peitorais, há uma tendência evolutiva à considerável redução e até desaparecimento das glândulas secretoras de toxinas.

Por outro lado, algumas famílias de bagres neotropicais retêm os primeiros raios das nadadeiras dorsal e/ou peitorais modificados em espinhos, como Aspredinidae (CARVALHO *et al.*, 2022) e Auchenipteridae (CALEGARI *et al.*, 2022), mas estas estruturas perderam suas glândulas de veneno associadas (WRIGHT, 2009). Apesar da perda da peçonha, estes espinhos se mantêm funcionais, possivelmente na defesa desses animais, e em outros tipos de comportamento, como o de estridulação em alguns gêneros das referidas famílias, relacionado à comunicação (KAATZ *et al.*, 2010). Todavia, essas famílias com raios transformados em espinhos, mas sem glândulas de toxinas não foram incluídas na listagem, visto que não se trata de animais peçonhentos.

Em termos de diversidade por bacia hidrográfica de Mato Grosso do Sul, 53 espécies de peixes peçonhentos são encontradas na bacia do rio Paraguai, todas consideradas nativas. Já na bacia do alto rio Paraná, 34 espécies peçonhentas foram registradas, sendo 16 destas invasoras. Das espécies peçonhentas invasoras na porção drenada pelo alto rio Paraná em Mato Grosso do Sul, duas são de arraiais e 14 são bagres. Den-

tre os bagres, 12 são introduzidos a partir de outras bacias hidrográficas da região Neotropical, especialmente do baixo rio Paraná, através da inundação do reservatório de Itaipu ou do funcionamento das escadas de peixes do mesmo reservatório (JÚLIO-JUNIOR *et al.*, 2009; OTA *et al.*, 2018). *Clarias gariepinus* e *Ictalurus punctatus* são nativas da África e América do Norte, respectivamente, e suas introduções em Mato Grosso do Sul possivelmente estão associadas à aquicultura e escapes de lagoas para pesca recreativa, como pesqueiros (OTA *et al.*, 2018).

Anatomia do sistema de peçonha em peixes de Mato Grosso do Sul

O sistema de peçonha nas duas grandes linhagens de peixes com essa característica que ocorrem em Mato Grosso do Sul são diferentes dos pontos de vista anatômico e histológico. Nas arraias, o sistema de peçonha é representado por dois ferrões compridos e serrilhados (Fig. 5), posicionados dorsalmente na extremidade distal da cauda e que estão associados a dois tipos principais de células que atuam no sistema de peçonha: células glandulares gigantes, e células de suporte, pequenas, que circundam as células glandulares (NDANDALA *et al.*, 2023). Esses ferrões são revestidos por um fino tecido epidérmico, que contém células epidérmicas comuns e as células glandulares gigantes, circundadas pelas células de suporte (SMITH; WHEELER, 2006) (Fig. 5).

Figura 5. Ferrões caudais de uma arraia de água doce em evidência. Um dos ferrões é sempre maior e as estruturas podem ser substituídas ao longo da vida. Exemplar de *Potamotrygon motoro*, depositado na Coleção Zoológica Didática do INBIO da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.



Foto: D.A. Lopes

Nos bagres e cascudos peçonhentos, glândulas similares às descritas para as arraias estão localizadas anteriormente na porção proximal do primeiro raio das nadadeiras dorsal e peitorais, com algumas diferenças entre as famílias (NDANDALA *et al.*, 2023). Estes raios são fortemente ossificados e transformados em espinhos, que podem variar consideravelmente em forma e tamanho, a depender da família ou gênero.

Nos Callichthyidae, a morfologia dos espinhos é bastante variável, podendo estes espinhos serem pouco, moderadamente ou bem desenvolvidos, com serrilhas com formas e orientações bastante distintas (Fig. 6) (REIS, 1998). Em *Aspidoras* Ihering, o espinho dorsal pode ser pouco desenvolvido a moderado (Fig. 7), mas provido de serrilhas posteriores, orientados em direção à extremidade distal do espinho (DIAS *et al.*, 2024). Em *Hoplisoma* Swaison, o espinho dorsal é bem desenvolvido e as serrilhas também são orientadas para a extremidade distal do espinho (DIAS *et al.*, 2024). Em contraste a esse padrão, em *Brochis* Cope o espi-

nho dorsal é bem desenvolvido (Fig. 8) e apresenta serrilhas orientadas para a base do espinho (DIAS *et al.*, 2024). Em *Hoplosternum* Gill os espinhos peitorais são também caracteres de dimorfismo sexual, evidenciando a variedade de formas de espinhos associados a glândulas de toxina nos Callichthyidae. Nos machos de *Hoplosternum*, os espinhos são mais alongados e são dorsalmente torcidos na extremidade distal, formando algo semelhante a um anzol (REIS, 1998). Em relação às glândulas de toxinas, estas são arranjas em bainhas contínuas de células secretoras, que possivelmente surgiram no ancestral dos Callichthyidae, de forma independente à encontrada nos demais Siluriformes, visto que a peçonha é uma característica exclusiva dessa família entre os Loricariioidea (WRIGHT, 2009, 2015).

Figura 6. Visão lateral do espinho dorsal em exemplares diafanizados e corados de *Brochis* (A e C, respectivamente) e *Hoplisoma* (B e D, respectivamente), mostrando os diferentes padrões de serrilhas encontrados em suas respectivas margens posteriores.

Barra de escala: 1,0 mm.

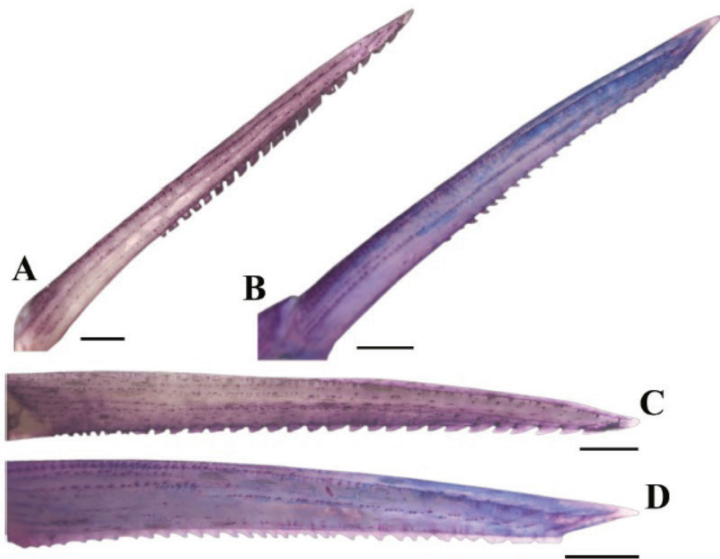


Imagem obtida em DIAS *et al.*, 2024

Figura 7. *Aspidoras fuscoguttatus*, espécie com o espinho dorsal pouco desenvolvido. Amostrado em riacho sem nome, afluente do rio Paraná, durante monitoramento de ictiofauna, no município de Aparecida do Taboado, MS.



Foto: R.M.P. Couto

Figura 8. *Brochis britskii*, espécie com o espinho dorsal bem desenvolvido. Amostrado no rio Salobra durante inventário de ictiofauna, no município de Miranda, Mato Grosso do Sul.



Foto: R.M.P. Couto

Em Doradidae a morfologia dos espinhos normalmente segue o seguinte padrão: espinhos bem desenvolvidos, bastante ossificados e com serrilhas bem desenvolvidas (Fig. 9), conspícuas, que podem ser orientadas tanto para a base do espinho como para a extremidade distal (WRIGHT, 2009). No entanto, algumas exceções são conhecidas, como *Anadoras wedellii*, nativa da bacia do rio Paraguai, que apresenta o espinho da nadadeira dorsal liso, totalmente desprovido de serrilhas (BIRINDELLI *et al.*, 2022). As glândulas de toxina nas bases dos espinhos dos Doradidae também possuem um arranjo diferente do encontrado em outros grupos de peixes peçonhentos, especialmente de outros Siluriformes (WRIGHT, 2009). Nos representantes dessa família, se encontram aglomerados de tecido glandular subdivididos internamente em bolsas de células glandulares por septos tegumentados (Fig. 10), enquanto nos demais grupos de Siluriformes peçonhentos, são encontradas bainhas únicas contínuas de células glandulares (WRIGHT, 2009). Essa característica fornece evidência de que a peçonha dos Doradidae também surgiu independentemente da encontrada em outros grupos de Siluriformes, uma vez que esta família é considerada grupo irmão de Auchenipteridae, em um clado contendo ainda, Aspredinidae, ambas famílias com o desenvolvimento dos espinhos nas nadadeiras, mas desprovidas de glândulas secretoras de toxinas (WRIGHT, 2015).

Figura 9. Espinho peitoral de um exemplar não identificado de Doradidae. Nesta família o espinho peitoral é bastante ossificado, geralmente achatado dorsolateralmente e com serrilhas nas margens anteriores e posteriores. Material da Coleção Zoológica Didática do INBIO da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.



Foto: D.A. Lopes

Figura 10. Sistema de peçonha distinto de um Doradidae não identificado. O tecido glandular secretor de toxinas não se agrupa sobre os espinhos nas espécies dessa família, mas é encontrado em arranjos macroscópicos entre as serrilhas da margem posterior dos espinhos. Abreviações: s = espinha peitoral, ps = serrilha posterior, gt = tecido glandular.

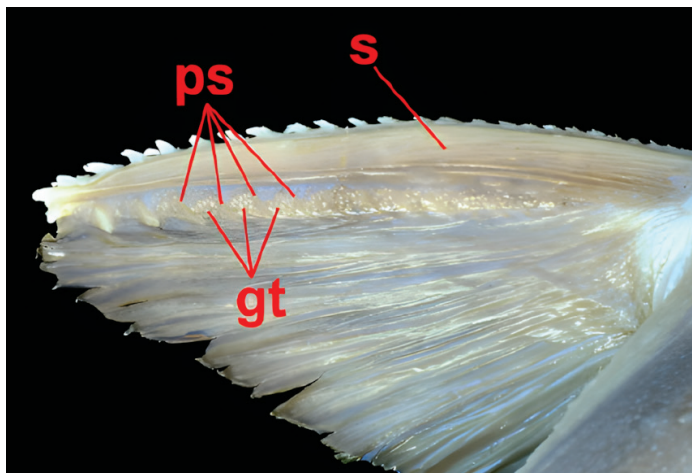
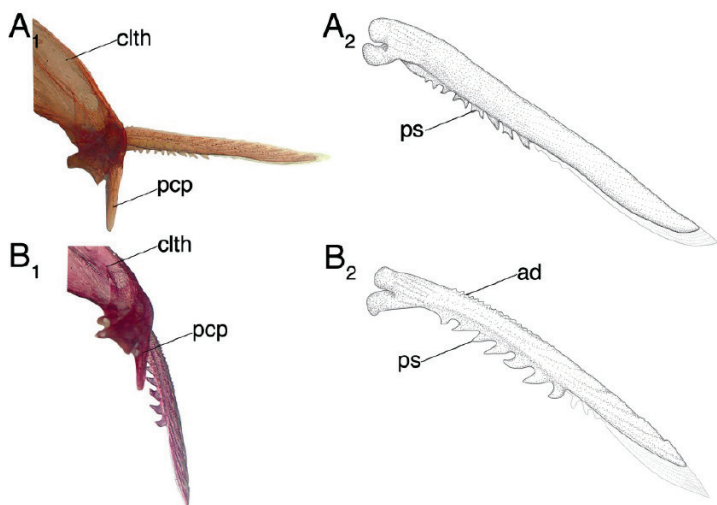


Figura obtida em WRIGHT, 2009

Nos Heptapteridae, a morfologia do primeiro raio das nadadeiras dorsal e peitorais também apresenta algumas variações entre gêneros e espécies. Como mencionado anteriormente, alguns gêneros dessa família perderam, ao longo de sua evolução, o processo de transformação desses raios em espinhos pungentes (BRITSKI *et al.*, 2007; OTA *et al.*, 2018; SLOBODIAN *et al.*, 2022) e, a capacidade de perfurar potenciais predadores ou competidores utilizando as nadadeiras e inocular toxinas (HARRIS, 2024). Por outro lado, parte dos gêneros classificados em Heptapteridae ainda possuem raios das nadadeiras transformados em espinhos, os quais são associados a glândulas de veneno (WRIGHT, 2009, 2015). Em *Brachyrhamdia* Myers, os espinhos peitorais são desenvolvidos, com uma extremidade distal curta e flexível, uma lâmina óssea que se estende da linha média do osso e uma série de serrilhas localizadas na borda posterior (Fig. 11) (CARVALHO *et*

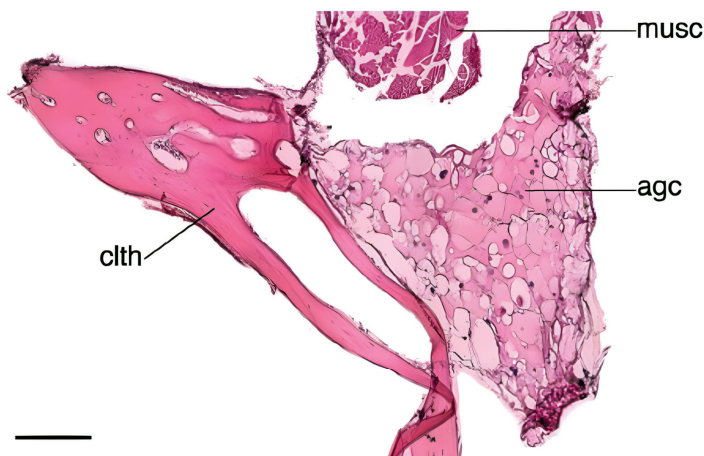
al., 2021). Os espinhos das espécies de *Brachyrhamdia* estão associados a glândulas axilares, situadas entre o cleitro (osso da cintura peitoral) e o músculo *abductor superficialis* (Fig. 12) e o tamanho dessas estruturas pode variar interespecificamente (CARVALHO *et al.*, 2021). Características anatômicas do sistema de peçonha de outros Heptapteridae ainda permanecem desconhecidos. No entanto, dada a grande diversidade taxonômica desse grupo (SLOBODIAN *et al.*, 2022) e as inúmeras variações observadas na anatomia dos espinhos e glândulas de toxinas de espécies de outras famílias de Siluriformes, é possível que variações consideráveis também estejam presentes no sistema de peçonha dos diferentes gêneros e espécies de Heptapteridae.

Figura 11. **A1** - Visão dorsal do espinho peitoral direito e cintura de *Brachyrhamdia marthae*; comprimento total do espinho 5,8 mm. **A2** ilustração do mesmo espinho, com a parte ossificada representada em preto e a porção não ossificada em cinza. **B1** visão dorsal do espinho peitoral direito e cintura de *B. heteropleura*; comprimento total do espinho 4,6 mm. **B2** ilustração do espinho representado em B1, com a parte ossificada representada em preto e a porção não ossificada em cinza. Abreviações: ad = denticulação anterior, clth = cleitro, pcp = processo posterior do cleitro, os = serrilhas posteriores.



Figuras obtidas em CARVALHO *et al.*, 2021

Figura 12 . A1 - Secção oblíqua longitudinal da cintura peitoral esquerda de *Brachyrhamdia heteropleura*, indicando células glandulares envoltas em tecido conectivo. Barra de escala: 0,5 mm. Abreviações: agc = células glandulares axilares, musc = musculatura, clth = cleitro.



Figuras obtida em CARVALHO *et al.*, 2021

O sistema de espinhos e glândulas de veneno dos Pimelodidae também é pouco conhecido, até o momento. Apesar disso, essa família é considerada a mais rica em espécies peçonhentas para Mato Grosso do Sul (veja a Tab. 1) e possivelmente é uma das mais ricas em espécies com essa estratégia entre os Siluriformes do mundo. Sabe-se que os Pimelodidae possuem um sistema de peçonha similar ao encontrado em todos os demais Siluriformes, com exceção dos Callichthyidae e dos Doradidae (WRIGHT, 2009, 2015). Nesta linhagem, uma variada forma de espinhos dorsal e peitorais são conhecidos, incluindo espinhos curtos, como em *Duopalatinus* Eigenmann & Eigenmann e espinhos longos, como em *Pseudoplatystoma* Bleeker e *Hemisorubim* Bleeker (ROCHA, 2018). Estes espinhos são normalmente serrilhados, tanto nas nadadeiras dorsal como nas peitorais (Fig. 13). As glândulas de toxinas são compostas por feixes contínuos e conspícuos de células secretoras, de tamanho avantajado e cercadas por células de suporte (NDANDALA *et al.*, 2023). Alguns

gêneros classificados em Pimelodidae perderam os espinhos das nadadeiras ao longo de sua evolução, como *Pinirampus* Bleeker (ROCHA, 2018), e, consequentemente, tiveram expressiva redução ou até a perda das glândulas secretoras de toxinas (WRIGHT, 2009).

Figura 13. Espinho peitoral bem desenvolvido de *Hemisorubim platyrhynchus* (jurupoca). Nesta espécie o primeiro raio da nadadeira peitoral é transformado em um grande espinho, com pequenas serrilhas na margem posterior.

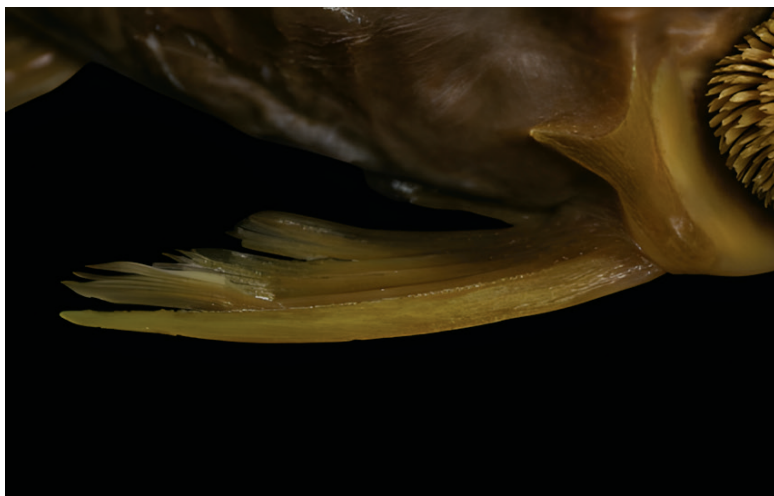


Foto: D.A. Lopes

Para os Pseudopimelodidae, as informações disponíveis são ainda mais escassas. Espécies pertencentes a esta família são reofílicas (vivem associadas a corredeiras) e normalmente são encontradas com baixa frequência e abundância. Por este motivo, descrições anatômicas ou histológicas sobre os espinhos ou glândulas secretoras de toxinas são de cunho taxonômico ou inexistentes. Nas nadadeiras peitorais, os Pseudopimelodidae possuem o primeiro raio enrijecido, transformado em espinho e com serrilhas nas margens anterior e posterior (Fig. 14) (SHIBATTA; VAN DER SLEEN, in VAN DER SLEEN; ALBERT, 2018). Em *Pseudopimelodus* Bleeker os espinhos da nadadeira peitoral são recobertos por

uma espessa camada de pele (SHIBATTA; VAN DER SLEEN, in VAN DER SLEEN; ALBERT, 2018), embora nenhuma informação a respeito da presença ou ausência de células secretoras de toxinas nessa pele esteja disponível. Todavia, sabe-se que nos Pseudopimelodidae, de forma generalizada, o sistema de espinhos das nadadeiras, os tipos de glândulas e as associações entre estas estruturas são similares ao padrão encontrado em Heptapteridae e Pimelodidae e possivelmente surgiu no ancestral comum de grande parte das linhagens de Siluriformes (WRIGHT, 2015).

Figura 14. *Microglanis leniceae*, espécie de Pseudopimelodidae endêmica da bacia do rio Miranda, em MS, que apresenta espinhos dorsal e peitorais moderadamente desenvolvidos. Exemplar capturado durante um levantamento de espécies em fazenda, no rio Salobra, município de Miranda.



© Couto Murillo

Foto: R.M.P. Couto

Venenos dos peixes peçonhentos e suas toxinas

Veneno é uma substância tóxica, natural ou preparada, capaz de alterar ou destruir as funções vitais de um organismo (MICHAELIS, 2024). Ainda, venenos são substâncias que podem causar morte, ferimentos ou danos a órgãos, tecidos, células e DNA, geralmente por rea-

ções químicas. O veneno é uma formulação complexa de múltiplas moléculas diferentes, todas as quais trabalham em conjunto para interromper diferentes vias fisiopatológicas para produzir um efeito geral desejado. As moléculas podem ser altamente específicas ou não específicas em seu direcionamento biológico pretendido, tudo isso depende do tipo de molécula, família ou função evoluída (HARRIS, 2024). Normalmente, o veneno é produzido por glândulas especiais sendo liberado para receptores específicos (ISBISTER, 2001).

Os venenos de peixes são uma fonte amplamente inexplorada de compostos biologicamente significativos. Como eles são termo-sensíveis, acessíveis ao muco e difíceis de extrair, receberam pouca atenção (ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015). A maioria deles é composta por uma variedade de produtos químicos e contém toxinas bioativas que têm uma variedade de efeitos neuromusculares, cardiovasculares, citotóxicos e nociceptivos. A maioria dos venenos de peixes contém toxinas formadoras de poros grandes, como estonustoxinas (SNTx) e verrucotoxina (VTX) (CHURCH; HODGSON, 2002; ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015).

Em contraste com os venenos de vários animais terrestres, os venenos dos peixes parecem conter um pequeno número de toxinas (ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015). Ao mesmo tempo, há uma variedade de toxinas proteicas adicionais, como a dracotoxina, a traquinina e a natectina, que foram identificadas em muitas espécies, mas são pouco estudadas (ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015). Os venenos de peixes contêm uma variedade de outros ingredientes ativos; por exemplo, o veneno da arraia tem a 5-hidroxitriptamina, 5-nucleotidase e fosfodiesterase (ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015). Os venenos do peixe-pedra, do peixe-leão e da arraia de água doce também têm acetilcolina ou um colinômimético (ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015), que são úteis para várias atividades biológicas.

Tipos de toxinas

Toxinas enzimáticas

Citolisinas / Estonustoxinas – Essas toxinas estão presentes no veneno dos peixes-pedra (*Synanceia* spp., particularmente *S. horrida*), os quais são os peixes venenosos mais amplamente estudados, provavelmente devido às suas glândulas de veneno facilmente acessíveis e sua importância médica. A atividade letal do veneno de *S. horrida* é causada por uma proteína formadora de poros citolíticos heterodimérica solúvel (citolisina), apropriadamente chamada de estonustoxina (SNTx). Foi demonstrado que o SNTx causa vasorelaxamento dependente do endotélio, hemólise, edema, aumento da permeabilidade vascular, efeitos miotóxicos (particularmente na junção neuromuscular), efeitos citotóxicos e dor intensa (KHOO, 2002; KHOO *et al.*, 1992, 1998; POH *et al.*, 1992).

Quitinases - A quitina é o biopolímero natural mais abundante depois da celulose (KUMAR, 2000). Em animais, ela fornece rigidez mecânica à célula e oferece uma barreira física contra patógenos invasores. As quitinases são hidrolases que clivam as ligações β -1,4-glicosídicas em polímeros de quitina (FLACH *et al.*, 1992). A alta expressão dentro das glândulas bucais sugere que a atividade da quitinase nas secreções bucais provavelmente desempenha um papel na digestão da quitina dentro de algumas escamas de peixe para auxiliar na alimentação parasitária da lampreia (KUMARI; RATH, 2014; TANG *et al.*, 2015; RUMENGAN *et al.*, 2017). Foi ainda sugerido que as quitinases também podem desempenhar um papel importante na defesa contra patógenos microbianos que provavelmente invadem a ferida aberta causada pela lampreia (XIAO *et al.*, 2012).

Colinesterases - As colinesterases são uma família de enzimas presentes no sistema nervoso central que catalisam a hidrólise do neurotransmissor endógeno acetilcolina (ACh). A ACh se liga aos recepto-

res nicotínicos (nAChR) e muscarínicos (mAChR) para abrir o canal do receptor para processos como a contração muscular. Até o momento, apenas o veneno de *Trachinus draco*, espécie marinha, demonstrou exibir atividade de acetilcolinesterase (AChE) (HAAVALDSEN; FONNUM, 1963). Essa atividade causa paralisia, como visto em venenos de outros predadores (BARBER *et al.*, 2013). No entanto, a paralisia por meio dessa via para fins defensivos parece incomum, já que a dor é tipicamente um método defensivo anti-predador eficaz.

Dracotoxinas - Toxina isolada do veneno bruto de *Trachinus draco* (peixe-aranha-grande) e apropriadamente chamada de dracotoxina (CHHATWAL; DREYER, 1992b). Essa toxina causa despolarização da membrana e hemólise. A ação hemolítica demonstrou especificidade para eritrócitos de coelho e rato, pois não afetou eritrócitos de camundongo, porquinho-da-índia ou humanos (CHHATWAL; DREYER, 1992a, b). Acredita-se que a especificidade hemolítica da dracotoxina seja devido à sua interação com glicoforinas na membrana do eritrócito (CHHATWAL; DREYER, 1992b). A despolarização da membrana e a dor ocorrem provavelmente devido às ações citolíticas da dracotoxina, como foi observado em outros venenos de peixes (ZIEGMAN; ALEWOOD, 2015). Dadas as atividades conhecidas da dracotoxina, é possível que ela seja uma citolisina.

Hyaluronidases - As hialuronidases são uma família de enzimas catalíticas que quebram o hialuronano ao clivar as ligações 1–4 entre N-acetilglucosamina e glucuronato (JUNG, 2020). As hialuronidases provavelmente desempenham um papel predominante na quebra de moléculas celulares e da matriz extracelular (MEC) para facilitar a disseminação e difusão de outras toxinas (NAGARAJU *et al.*, 2009). A degradação de matrizes celulares também pode provocar dor, particularmente em conjunto com outras moléculas causadoras de dor. Essas enzimas foram encontradas em muitos venenos de peixes, incluindo *Potamotrygon*

amandae (DE OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2016), *P. falkneri* (BARBARO *et al.*, 2007; HADDAD JUNIOR *et al.*, 2004), *P. motoro* (MAGALHÃES *et al.*, 2008) que ocorrem em Mato Grosso do Sul. As hialuronidases provavelmente estão presentes em muitos outros venenos de peixes e desempenham um papel importante na defesa.

Nocitoxinas - São toxinas nociceptivas isoladas a partir do veneno de *Notesthes robusta* (Bullrout) (HAHN; O'CONNOR, 2000). Esta toxina algésica também mostrou uma leve atividade hemolítica contra eritrócitos humanos. A nocitoxina (e o veneno geral de *N. robusta*) parece termoestável em comparação com outras toxinas de veneno de peixe. Novamente, nenhuma investigação posterior tentou caracterizar esta toxina mais profundamente. Sua atividade nociceptiva aparentemente única combinada com sua estabilidade pode torná-la uma candidata potencial para bioprospecção.

Toxinas proteínáceas

Naterinas - As proteínas naterinas foram isoladas pela primeira vez do veneno do peixe-sapo brasileiro *Thalassophryne nattereri*, de importância médica (MAGALHÃES *et al.*, 2006). Foi demonstrado que elas causam atividades nociceptivas e edematogênicas, provavelmente por meio da atividade semelhante à calicreína tecidual/cininogenase com a liberação de cininas (LOPES-FERREIRA *et al.*, 2004; MAGALHÃES *et al.*, 2005). As cininas atuam como mediadoras da inflamação e induzem dor inflamatória (alodínia) aumentando a resposta dos receptores de dor polimodais em tecidos locais (COUTURE *et al.*, 2001; UENO; OH-ISHI, 2003), explicando assim as atividades fisiopatológicas induzidas por essas toxinas.

Natectinas e outras lectinas - Lectinas são uma grande família de proteínas de ligação a carboidratos e glicoproteínas que consistem em muitas variantes estruturais. Uma dessas variantes é a das lectinas

do tipo C, que são proteínas não enzimáticas dependentes de Ca^{2+} que têm muitas funções, como sinalização célula a célula, resposta imune, aglutinação e apoptose (CAMBI; FIGDOR, 2009; DRICKAMER, 1993, 1999; SHARON; LIS, 2004). Um importante componente de toxina encontrado no veneno de *T. nattereri* é a natectina, uma lectina do tipo C específica para galactose com aproximadamente 30% de similaridade de sequência com outras lectinas do tipo C encontradas nos venenos das cobras *Trimeresurus stejnegeri* e *Lachesis muta* (LOPES-FERREIRA *et al.*, 2011). A natectina causa hemaglutinação (aglutinação de hemácias), que é independente do Ca^{2+} e induz atividade pró-inflamatória (KOMEAGAE *et al.*, 2011; LOPES-FERREIRA *et al.*, 2011; SARAIVA *et al.*, 2011).

Proteínas da secreção da glândula bucal (BGSP-1 e BGSP-2 (CRBGP)) - Lampredina é um termo usado para descrever o fluido secretor (essencialmente o veneno bruto) liberado das glândulas bucais da lampreia (LENNON, 1954). A lampredina desempenha um papel importante na produção de anticoagulantes e tem efeitos citolíticos e proteolíticos (LENNON, 1954). Este fluido foi isolado de *Lampetra japonica* e consiste em duas proteínas, BGSP-1, BGSP-2 e pequenos peptídeos.

Cardioleputina - Cardioleputina é uma toxina cardioativa isolada do veneno de *S. verrucosa* (ABE *et al.*, 1996). A toxina causa aumentos ionotrópicos e cronotrópicos nos átrios de porquinhos-da-índia, levando à arritmia. O influxo de Ca^{2+} nas células e um aumento no efluxo de K^{+} nas células marcapasso sugerem que a toxina pode ter como alvo os canais de íons CaV dos átrios (ABE *et al.*, 1996). A atividade cardiotoxica da cardioleputina provavelmente atua em conjunto com outras toxinas cardioativas no veneno, como toxinas de direcionamento de β -adrenorreceptores (que provavelmente são moléculas do tipo catecolamina) (GARNIER *et al.*, 1996; SAUVIAT *et al.*, 1995) e possivelmente VTx (GARNIER *et al.*, 1997b), para produzir um efeito cardiotoxico amplificado.

Lj-RGD3 - Toxinas que possuem um motivo RGD (Arg-Gly-Asp) são encontradas em muitos venenos de cobra, bem como nas secreções das glândulas salivares de sanguessugas e carrapatos, e são conhecidas por inibir a agregação plaquetária (KINI, 2004; KINI & CHOW, 2001; MANS *et al.*, 2002; MAZUR *et al.*, 1991). A inibição da agregação plaquetária por Lj-RGD3 é ideal para o estilo de vida hematófago da lampreia, prevenindo ainda mais a coagulação do sangue em conjunto com outras toxinas, como BGSP-1.

SA-HT - O veneno de *Scatophagus argus* (Scat manchado) contém uma toxina que causa atividades hemorrágicas e pró-inflamatórias (KARMAKAR *et al.*, 2004; MUHURI *et al.*, 2004, 2005). A toxina, chamada SA-HT (toxina da hemorragia de *S. argus*), tem atividade hemorrágica específica em relação ao tecido estomacal, mas não atua no tecido cutâneo (KARMAKAR *et al.*, 2004). Outras atividades da SA-HT incluem edema dependente da dose, permeabilidade capilar, contração e relaxamento do músculo do íleo por meio de atividade semelhante à cinina e uma desgranulação significativa de mastócitos, sugerindo ação mediada por histamina, serotonina, prostaglandinas e leucotrieno da SA-HT (KARMAKAR *et al.*, 2004).

Toxina PC – A toxina-PC é uma proteína isolada do veneno de *Plotosus canius* (bagre rabo-de-enguia). Foi descoberto que era cardiotoxico, provocando parada cardíaca em corações de porquinhos-da-índia, enquanto também causava bloqueio neuromuscular em um ensaio de preparação de músculo *biventer cervicis* de pintinhos. Os efeitos tóxicos e letais foram sugeridos como sendo devidos ao direcionamento de canais de íons K⁺ (AUDDY *et al.*, 1995). No entanto, estudos adicionais são necessários para confirmar essa atividade.

Proteína relacionada à aclimação a temperaturas quentes (Wap65) - Wap65 foi isolada do veneno do bagre marinho Madamango (*Cathrops spixii*) (RAMOS *et al.*, 2012), e é a primeira ocorrência conhe-

cida desse tipo de proteína em qualquer veneno. A toxina induz ação pró-inflamatória, estimulando um aumento no número de leucócitos no endotélio. As proteínas Wap65 têm uma infinidade de funções, como aclimação à temperatura, resposta imune e desenvolvimento (SHA *et al.*, 2008; SARROPOULOU *et al.*, 2010).

Essas são apenas algumas das diferentes toxinas encontradas nos venenos de peixes. A diversidade de toxinas observada nos estudos até aqui ainda representa uma área de pesquisa pouco explorada, mas com elevado potencial de bioprospecção. Pelo pouco que se sabe atualmente, há tipos de toxinas que parecem completamente exclusivos dos peixes, mas a evolução e a farmacologia de algumas dessas toxinas permanecem sem estudo. A evolução e a diversificação do veneno estão interligadas com a ecologia do organismo. No entanto, a ecologia e a história evolutiva de muitas espécies de peixes venenosos permanecem obscuras. Assim, entender a ecologia evolutiva de seus sistemas de veneno abrirá nossa compreensão da evolução do veneno (HARRIS, 2024).

Acidentes por envenenamento com peixes de água doce

O envenenamento por peixes é comum em ambientes de água doce mundo afora (ISBISTER, 2001). No Brasil, peixes peçonhentos são comumente encontrados (HADDAD JUNIOR, 2018; HADDAD JUNIOR; LOPES-FERREIRA, 2023), ressaltando a elevada diversidade (63 espécies) nas bacias do alto rio Paraná e rio Paraguai em Mato Grosso do Sul. Entretanto, estudos sobre peixes peçonhentos brasileiros, suas toxinas e seu potencial biotecnológico tem tido destaque só recentemente.

Essas espécies peçonhentas, causam alta morbidade significativa (doença e incapacidade sem morte), ocasionando inúmeros danos a homeostase, apesar das raras manifestações sistêmicas e baixa letalidade. Inúmeros trabalhos têm demonstrado a alta frequência de lesões em pes-

cadores profissionais em ambientes de água doce no Brasil (HADDAD JUNIOR, 2018, 2003; HADDAD JUNIOR; LASTÓRIA, 2005; SILVA *et al.*, 2010). A maioria dos casos tem manifestações leves, ocorrendo lesão mecânica tecidual e danos adicionais causados pelo efeito local do veneno, ativando o processo inflamatório, com formação de edema, excruciante, dor, necrose de difícil cicatrização, além de alterações hemodinâmicas e cardiorrespiratórias (FUNASA, 2001; HADDAD JUNIOR; LOPES-FERREIRA, 2023; JUNGHANSS; BODIO, 2006). Com todas essas possíveis manifestações, os envenenamentos são de fato um potencial para lesões graves, com destaque às arraias, em consequência a traumas graves de danos mecânicos e infecções bacterianas secundárias (BORONDO *et al.*, 2001; FENNER *et al.*, 1989; MAILLAUD *et al.*, 2020; MEYER, 1997). Ainda, em casos raros, picadas profundamente penetrantes podem afetar grandes vasos sanguíneos e nervos principais (JUNGHANSS; BODIO, 2006), como foi o acidente fatal com o conservacionista Steve Irwin em 2006, perfurado por arraia marinha.

As manifestações, ocorrem através de sintomas e lesões na maioria semelhantes, sendo mais frequente dor intensa localizada e inchaço, e menos frequente, eritema cutâneo, sangramento e necrose no local da ferida (ISBISTER, 2001; MOREIRA & HADDAD JUNIOR, 2022). Segundo Haddad, pesquisador renomado da UNESP (Botucatu-SP) em entrevista à revista pesquisa FAPESP (2023), “as infecções bacterianas são comuns nos ferimentos e podem levar a complicações graves como amputação e sepse”. Adicionalmente, Ferreira-Lopes, pesquisadora do Instituto Butantan, comentou que “o fato de esses peixes não serem citados nos formulários de notificação médica dificulta o trabalho”. A baixa letalidade não coloca os acidentes recorrentes como prioridade para melhor entendimento, notificações de acidentes e pesquisa na área.

Os acidentes com peixes são conhecidos como *Ictismo* e quando ativos com peixes peçonhentos também podem ser chamados de *Acan-*

totóxicos (FUNASA, 2001). São considerados um problema de saúde negligenciado, com subnotificação devido as diversas fragilidades encontradas (HOLANDA *et al.*, 2019). Segundo HADDAD JUNIOR (2003), para cada 200 acidentes em rios e lagos do Brasil, cerca de 40% foram de mandis e bagres e menos de 5% por arraias. Os seus resultados demonstraram que os bagres, especialmente da família Pimelodidae, conhecidas madijubas e mandis-chorões são responsáveis pela maioria dos acidentes, cujo quadro clínico básico das lesões são dor e edema. Por outro lado, as arraias de água doce provocam dor e necrose local mais intensa do que as arraias marinhas, merecendo maior atenção, uma vez que as vítimas têm sequelas no local da ferroadada e ficam afastadas do trabalho de semanas há meses.

Acidentes por envenenamento com peixes peçonhentos em Mato Grosso do Sul

Os acidentes causados por peixes em MS ocorrem especialmente em comunidades de pescadores, relacionada a atividade de manuseio das espécies junto as redes e anzóis. Na bacia do alto rio Paraná, o aumento populacional e o aumento da distribuição das arraias em seus rios têm gerado preocupação e crescente acidentes em banhistas e pescadores (MOREIRA; HADDAD JUNIOR, 2022). Em relação aos acidentes, 16% ocorreram com as arraias, apresentando envenenamento com dor intensa, descrita como intolerável, e úlceras como os principais sintomas. Também foi destacado um maior número de acidentes com ferimentos associados as mandijubas (*Pimelodus maculatus*), além de registros com surubins ou bagres manchados (*Pseudoplatystoma* spp.), com dor intensa, edema, sangramento e úlcera (HADDAD JUNIOR *et al.*, 2012).

Na região Pantaneira (bacia do rio Paraguai) cuja atividade pesqueira de subsistência, profissional e o turismo geram toda economia

regional, os acidentes são frequentes. Essas lesões estão relacionadas a traumas mecânicos, associados à envenenamentos por bagres, mandis e arraias (HADDAD JUNIOR, 2018).

Detalharemos algumas informações, mesmo que ainda escassas na literatura, para espécies de bagres, com destaque a família Pimelodidae (16 espécies) e para arraias da família Potamotrygonidae (sete espécies) que compõe a ictiofauna de Mato Grosso do Sul. Através da consulta de HADDAD JUNIOR (2018) e aqui revisada (presença de peçonha), os bagres e arraias mais importantes em acidentes por envenenamento no Pantanal, são: *Pseudoplatystoma reticulatum* (surubim cachara); *Pseudoplatystoma corruscans* (surubim pintado); *Zungaro jahu* (jaú), *Sorubim lima* (Jurupensém); *Hemisorubim platyrhynchos* (Jurupoca); *Potamotrygon motoro* (arraia-pintada), *Potamotrygon falkneri* (arraia) e *Potamotrygon brachyura* (arraia). Os bagres mencionados são de elevado interesse comercial para pesca e turismo.

Bagres e mandis (30 espécies) – Ordem Siluriformes, famílias Pimelodidae, Heptapteridae, Pseudopimelodidae

Em 2010, uma pesquisa avaliando traumas e envenenamentos nas colônias de pescadores dos municípios de Coxim e Corumbá, evidenciaram algum tipo de lesão por animais em todos os pescadores durante seu trabalho, com peixes causando 78% das lesões (SILVA *et al.*, 2010). As espécies mais frequentes, incluíram surubins (*Pseudoplatystoma* spp.), bagres (*Pimelodus*, *Rhamdia* e *Pimellodella*), jurupensém (*Sorubim lima*) e jurupoca (*Hemisorubim platyrhynchos*), respectivamente, que totalizaram 62% dos casos, causando uma grande variedade de sintomas, como edema, ferimentos e dormência, além de complicações clínicas.

Entre os bagres há muitas espécies peçonhentas que causam ferimentos esporádicos (HADDAD JUNIOR, 2003, 2021). As espécies da

família Pimelodidae têm espinhos ósseos anteriores nas nadadeiras dorsais e peitorais, resultando em três espinhos que causam ferimentos dolorosos (HADDAD JUNIOR *et al.*, 2016). O veneno fica alojado dentro de uma bainha tegumentar que envolve o espinho. Essa bainha se rompe quando o espinho penetra na vítima (HADDAD JUNIOR; LASTÓRIA, 2005; HADDAD JUNIOR; LOPES FERREIRA, 2023). Na literatura, os gêneros que principalmente estão relacionado a lesões com envenenamentos são *Pimelodus* (família Pimelodidae) e *Pimelodella* (família Hep- tapteridae) (HADDAD JUNIOR, 2008).

Em um universo de 200 acidentes observados em sistemas de água doce do Brasil, cerca de 80% dos acidentes foram causados por mandis, especialmente a espécie *Pimelodus maculatus*, conhecida como mandi- -amarelo (HADDAD JUNIOR; LASTÓRIA, 2005). *Pimelodus maculatus*, ocorre em Mato Grosso do Sul, bacia do alto rio Paraná, e ocasiona muitas vítimas entre pescadores amadores e profissionais. No Pantanal (ba- cia do rio Paraguai), *Pimelodus pantaneiro*, confundida com *P. maculatus*, tem ações semelhantes.

Na bacia do rio Paraguai, região de Coxim e Corumbá, 23% dos acidentes por envenenamentos ocorreu com *Pimelodus*, *Pimelodella* e *Rhamdia* spp. (SILVA *et al.*, 2010). O aparelho inoculador da peçonha desta espécie é formado por espinhos ósseos levemente curvados e com margem serrilhada, localizados nas nadadeiras dorsal e peitoral, rico em toxinas (SARMIENTO *et al.*, 2015). A penetração causa dor intensa, edema e eritema e uma inflamação pode se manter por dias (HADDAD JUNIOR; LASTÓRIA, 2005) (Fig. 15). As infecções secundárias bacte- rianas também podem acometer as lesões. As Figs. 16 e 17 demonstram aspectos das lesões.

Figura 15. Exemplar de *Pimelodus maculatus* e espinhos em posição dorsal e peitoral (esquerda) e edema e lesões causados por esta espécie (direita).



Figuras obtidas em HADDAD JUNIOR; LOPES-FERREIRA, 2023

Figura 16. Fragmento do espinho de *Pimelodus maculatus* retido no ferimento de um paciente, retirado posteriormente por cirurgia.



Figuras obtidas em HADADD JUNIOR; LASTORIA, 2005

Figura 17. Lesão, diagnosticada como úlcera, inflamação e infecção após picada de *Pimelodus maculatus*.



Figuras obtidas em HADADD JUNIOR *et al.*, 2012

Na região de Coxim e Corumbá, 24% dos pescadores sofreram lesões por espinhos com espécie do gênero *Pseudoplatystoma* (SILVA *et al.*, 2010), mas não havia sido confirmada ação de toxina associada aos espinhos. O primeiro relato do efeito do envenenamento no gênero *Pseudoplatystoma* foi em 2014, com evidências em *Pseudoplatystoma fasciatum* (LOPES-FERREIRA *et al.*, 2014). Os bagres deste gênero apresentam espinhos grandes, afiados com farpas serrilhadas (BUITRAGO-SUÁREZ; BURR, 2007) na nadadeira dorsal e nadadeiras peitorais, sendo que nas peitorais há bainha tegumentar que possui glândulas especializadas com toxinas (LOPES-FERREIRA *et al.*, 2014).

Em 2016, um novo estudo avaliando lesões causadas especificamente por pintado e cachara em MS (*Pseudoplatystoma corruscans* e *Pseudoplatystoma reticulatum*), demonstrou elevados índices de acidentes e lesões. No município de Miranda, dos 126 pescadores entrevistados, 38 (aproximadamente 30%) já haviam sido feridos por pintados ou cacharas, e no município de Corumbá, 111 dos 355 pescadores (cerca de 57%) relataram lesões causadas por esses peixes (AQUINO *et al.*, 2016). Este resultado, conduziu a confirmação da ação de peçonha nestes bagres utilizados comercialmente na região.

As lesões incluem eritema, edema, lacerações na grande maioria (AQUINO *et al.*, 2016; HADDAD JUNIOR, 2008). Inflamação de longa duração também foi observada em mais de 85% das vítimas e a presença de necrose permaneceu em cerca de 25% do número de vítimas (AQUINO *et al.* 2016) (Fig. 18).

Figura 18. Lesão por ação de *Pseudoplatystoma corruscans*, evidenciando edema e eritema.



Figura obtida em AQUINO *et al.*, 2016

Arraias (sete espécies) – Ordem Mylibatiformes, família Potamotrygonidae

As arraias de água doce são temerosos animais peçonhentos, pois apresentam ferrões, cobertos por epitélio secretor de veneno em suas caudas. Estes ferrões são rígidos, formados por dentina e cobertos por muco repleto de inúmeras toxinas (HADDAD JUNIOR, 2003; MOREIRA; HADDAD JUNIOR, 2022). Para estas espécies de água doce existe um maior número de células secretoras de proteína (duas formas), distribuídos por toda epiderme, enquanto nas espécies marinhas estas células estão apenas ao redor ou dentro dos sulcos do ferrão (PEDROSO *et al.*, 2007). Singularmente, nas arraias de água doce os ferrões serrilhados ficam localizadas na posição medial ou distam de uma cauda musculosa e grossa, o que resulta em ferroadas profundas e traumas severos (Fig. 5) (JUGANSS; BODIO, 2006). Por estes motivos, os acidentes com espécies

de água doce, são mais graves e apresentam maior porcentagem de necrose que os acidentes causados por arraias marinhas, chegando a ser um problema de saúde pública na região amazônica, por exemplo.

O acidente ocasiona lacerações e destruição tecidual pelo envenenamento, causando dor violenta inicialmente e, em estágios posteriores, provoca intensa inflamação com edema, eritema, profunda e extensa necrose cutânea (HADDAD JUNIOR *et al.*, 2013; MOREIRA; HADDAD JUNIOR, 2022) (Fig. 19). Infecções bacterianas secundárias também são comuns, por decorrência da necrose ou pelas próprias características dos ferrões serrilhados que causam um dano devastador ao tecido (DOMINGOS *et al.*, 2011; HADDAD JUNIOR *et al.* 2004).

Figura 19. Úlceras, com infecção e necrose resultantes de ferroada por arraias de água doce.



Figuras obtidas em HADADD JUNIOR *et al.* (2012) e MOREIRA; HADDAD JUNIOR (2022) (abaixo)



Segundo Haddad em entrevista a FAPESP em 2023, cerca de 70% dos acidentes são atribuídos a arraia de água doce nos registros médicos, provavelmente os mais notificados porque as lesões são profundas e doloridas.

Os inúmeros e crescentes acidentes ocorrem em ribeirinhos ou turistas pois as arrias têm hábito bentônico, vivendo semienterradas na areia ou lama, são dóceis e não costumam atacar os humanos (GARRO-NE NETO; HADDAD JUNIOR, 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 (MAGALHÃES *et al.*, 2006). Portanto, banhistas desatentos são alvo de acidentes em diversas regiões do país, podendo ser ferroados no pé, tornozelo ou panturrilha (JUGANSS; BODIO, 2006). Pescadores também são acometidos durante suas atividades de trabalho, especialmente nas mãos (LAMEIRAS *et al.* 2013).

Na região de Coxim e Corumbá, bacia do rio Paraguai, 16% dos pescadores registraram acidentes com arrais e foram acometidos nos pés por ferimentos, associados a dor intensa, edema, parestesia, linfadenopatia, eritema e necrose da pele, resultando em úlceras profundas, infecções bacterianas e cicatrizes extensas (SILVA *et al.* 2010). Para a região Pantaneira, os registros por envenenamentos por arrais foram muito graves, com inflamação intensa e dor inicial foram classificadas como insuportável, progredindo para necroses extensas e úlceras que demoraram a cicatrizar, afastando os pescadores do trabalho (HADDAD JUNIOR, 2018). A ocorrência de sete espécies na bacia do rio Paraguai, sugere uma maior incidência de acidentes ainda não notificados, mas que pode conduzir a uma maior preocupação de saúde pública, especialmente entre pescadores, visto os resultados mencionado acima por HADAD JUNIOR (2018).

Na bacia do alto rio Paraná, a ocorrência de espécies de arraia tem sido de interesse de médicos e pesquisadores, pois atualmente estes

corpos hídricos são colonizados por duas espécies de arraias introduzidas em áreas densamente habitadas (GARRONE NETO *et al.*, 2007; HADDAD JUNIOR, 2005; HADDAD JUNIOR *et al.* 2004; LAMEIRAS *et al.*, 2013). Em estudo recente no rio Tietê, MOREIRA; HADDAD JUNIOR (2022) não registraram nenhum acidente, no entanto, as praias artificiais são locais de lazer da população e têm um potencial econômico turístico considerável, gerando um potencial para acidentes. As arraias estão migrando para cima no rio Tietê e tanto a população como os pescadores devem estar alertados. Em rios da bacia do alto rio Paraná em MS, essas arraias já são visualizadas, como observado no rio Brilhante (Fig. 2).

Orientações profiláticas

Após toda explanação, fica evidente que a elevada morbidade é significativa em humanos feridos por peixes venenosos, mas esta forma de envenenamento não é considerada prioritário dentro do sistema de saúde brasileira (HADDAD JUNIOR, 2003; HADDAD JUNIOR; LOPES-FERREIRA, 2023). Deste modo, há falta informações e orientações de tratamento, o que muitas vezes, conduz a piora do quadro clínico e afastamento de atividades laborais. Em estudos realizados na bacia do alto rio Paraná e Paraguai, os ferimentos foram tratados em casa com imersão em gasolina, urina, ervas, tabaco, azeite, álcool, por exemplo (AQUINO *et al.*, 2016; HADDAD JUNIOR *et al.*, 2012; HADDAD JUNIOR *et al.*, 2013; HADDAD JUNIOR, 2018; SILVA *et al.*, 2010).

O veneno produzido pelos peixes é considerado termolábil, ou seja, é sensível ao calor. Portanto, aplicar água quente tolerável no membro afetado de 30 a 90 minutos melhora a dor. O veneno é realmente instável em altas temperaturas e se degrada com calor, assim, a imersão em água quente alivia os sintomas (FUNASA, 2001). O aumento da temperatura local com este tratamento provoca vasodilatação, um contra-

peso à vasoconstrição causada pelo veneno de bagres, arraias e mandis. Isto contribui para a inativação parcial das toxinas pelo calor e melhora muito o nível de dor dos pacientes (HADDAD JUNIOR, 2018). A dor retorna após a retirada do membro comprometido da imersão. É importante encaminhar as vítimas para um hospital para limpeza das feridas e a extração de quaisquer fragmentos de espinhos ou ferrões, evitando infecções bacterianas secundárias (JUNGHANSS; BODIO, 2006).

No Brasil, não há soro antiveneno disponível para envenenamento por peixes e arraias de água doce (HADDAD JUNIOR, 2003). O tratamento adequado deve objetivar o alívio da dor, o combate dos efeitos do veneno e a prevenção de infecção secundária (FUNASA, 2001).

Como medidas preventivas, foram utilizadas na região Pantaneira e no estado de São Paulo (bacia do alto rio Paraná), o uso de Panfletos. Eles abordam explicações sucintas, fotografias de lesões e orientações sobre primeiros socorros em populações ribeirinhas e sistemas de saúde locais. O uso dos Panfletos reduziu o número de acidentes observados nos anos seguintes (AQUINO *et al.*, 2016; HADDAD JUNIOR *et al.*, 2012; HADDAD JUNIOR, 2018). Portanto, mecanismos de prevenção, incluindo atividades educativas melhoraram a qualidade de vida dos pescadores profissionais do Pantanal e outras regiões no estado de São Paulo.

Por fim, a surpreendente diversidade de peixes peçonhentos nas bacias do alto rio Paraná e Paraguai, ressalta a carência de informações e compreensão que temos em relação aos nossos de peixes de água doce. Felizmente, estudos pioneiros com o uso de biotecnologia têm sido conduzidos, entretanto, a compreensão das principais fontes de moléculas bioativas com atividades cardiovasculares, neuromusculares, citotóxicas, antimicrobianas e antitumorais é extremamente incipiente (PINTO, 2022). Assim, investimento em estudos que envolvam o entendimento dos mecanismos de ações de suas toxinas, suas manifestações físicas, componentes proteicos com potencial biotecnológico, bem como, tratamentos e antiveneno são primordiais.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABE, T. *et al.* Purification and properties of a cardioactive toxin, cardioleputin, from stonefish, *Synanceja verrucosa*. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 2, n. 2, p. 135-149, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-79301996000200006>

ALBERT, J. S.; TAGLIACOLLO, V. A.; DAGOSTA, F. Diversification of Neotropical Freshwater Fishes. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 51, p. 27-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-011620-031032>

AQUINO, Giuliano N. R. DE *et al.* Injuries caused by the venomous catfish pintado and cachara (*Pseudoplatystoma* genus) in fishermen of the Pantanal region in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 3, p. 1531-7, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150336>

AUDDY, Biswajit. *et al.* A lethal protein toxin (toxin-PC) from the Indian catfish (*Plotosus canius*, Hamilton) venom. **Natural Toxins**, v. 3, n. 5, p. 363-368, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1002/nt.2620030507>

BARBARO, K. C. *et al.* 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. 676-687, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2007.06.002>

BARBER, C. M.; ISBISTER, G. K.; HODGSON, W. C. 2013. Alpha neurotoxins. **Toxicon**, v. 66, p. 47-58, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2013.01.019>

BIRINDELLI, J. L. *et al.* Doradidae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande: Julien Design, 2022. p. 320-330.

BORONDO, J. C. *et al.* Fatal weeverfish sting. **Human & Experimental Toxicology**, v. 20, n. 2, p.118-119, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1191/0960327016684356>

BRIGHTON NDANDALA, Charles *et al.* The perspective of fish venom: An overview of the physiology, evolution, molecular and genetics. **Frontiers in Marine Science**, v. 10, p. 1085669, 2023. DOI: <http://doi.org/10.3389/fmars.2023.1085669>

BRITSKI, H. A.; SILLIMON, K. Z.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: Manual de identificação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2007. 230 p.

BUITRAGO-SUÁREZ, U. A.; BURR, B. M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. **Zootaxa**, n. 1512, p. 1-38, 2007. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1512.1.1>

CALEGARI, B. B.; GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. Auchenipteridae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 288-300.

CAMBI, A.; FIGDOR, C. Necrosis: C-type lectins sense cell death. **Current Biology**, v. 19, n. 9, p. R375-R378, 2009.

CARVALHO, T. I.; KLACZKO, J.; SLOBODIAN, V. Pectoral-fin glands and delivery apparatus in the catfish genus *Brachyrhamdia* Myers, 1927 (Siluriformes: Heptapteridae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 61: e20216174. DOI: <http://doi.org/10.11606/1807-0205/2021.61.74>

CARVALHO, T. P.; GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. Aspredinidae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 280-286.

CHHATWAL, I.; DREYER, F. Biological properties of a crude venom extract from the greater weever fish *Trachinus draco*. **Toxicon**, v. 30, n. 1, p. 77-85, 1992a. DOI: [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(92\)90503-W](https://doi.org/10.1016/0041-0101(92)90503-W)

CHHATWAL, I.; DREYER, F. Isolation and characterization of draco-toxin from the venom of the greater weever fish *Trachinus draco*. **Toxicon**, v. 30, n. 1, p. 87-93, 1992b.

CHURCH, J. E.; HODGSON, W. C. The pharmacological activity of fish venoms. **Toxicon**, v. 40, n. 8, p. 1083-1093, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0041-0101\(02\)00126-5](https://doi.org/10.1016/s0041-0101(02)00126-5)

COUTURE, Réjean *et al.* Kinin receptors in pain and inflammation. **European Journal of Pharmacology**, v. 429, n. 1-3, p. 161-176, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0014-2999\(01\)01318-8](https://doi.org/10.1016/s0014-2999(01)01318-8)

CRIA. **SpeciesLink**. Disponível em: <http://www.splink.org.br>. Acesso em 22.viii.2024.

DAGOSTA, Fernando Cesar Paiva *et al.* Fishes of the Upper rio Paraná bas. Diversity, biogeography and conservation. **Neotropical Ichthyology**, v. 22, n. 1, e230066, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2023-0066>

DE OLIVEIRA JUNIOR, Nelson Gomes *et al.* Venom gland transcriptome analyses of two freshwater stingrays (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) from Brazil. **Scientific reports**, v. 6, n. 1, p. 21935, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep21935>

DEPRÁ, G.C.; GIMÊNES-JUNIOR, H. RECH, R. Pimelodidae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal** e entorno. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 396-413.

DIAS, Angelica C. *et al.* Phylogenomic analyses in the complex Neotropical subfamily Corydoradinae (Siluriformes: Callichthyidae) with a new classification based on morphological and molecular data. **Zoological Journal of the Linnean Society**, zlae053, p. 1-31, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlae053>

DOMINGOS, Marta O. *et al.* The influence of environmental bacteria in freshwater stingray wound-healing. **Toxicon**, v. 58, n. 2, p. 147-153, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2011.04.016>

DRICKAMER, Kurt. Evolution of Ca²⁺-dependent animal lectins. **Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology**, v. 45, p. 207-232, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-6603\(08\)60870-3](https://doi.org/10.1016/S0079-6603(08)60870-3)

DRICKAMER, Kurt. C-type lectin-like domains. **Current Opinion in Structural Biology**, v. 9, n. 5, p. 585-590, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-440X\(99\)00009-3](https://doi.org/10.1016/S0959-440X(99)00009-3)

ERICSSON, Charles D. *et al.* Medically important venomous animals: biology, prevention, first aid, and clinical management. **Clinical infectious diseases**, v. 43, n. 10, p. 1309-1317, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1086/508279>

FLACH, J.; PILET, P. -E.; JOLLES, P. What's new in chitinase research? **Experientia**, v. 48, p. 701-716, 1992.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W.; FONG, D. **Catalog of Fishes: Genera, Species, References**. Disponível em: (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Acesso em: 22 ago. 2024.

FROEHLICH, Otávio *et al.* Checklist da ictiofauna do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 107, p. e2017151, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017151>

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL) *et al.* **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos.** Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 1998.

GARNIER, Pascale *et al.* Enzymatic properties of the stonefish (*Synanceia verrucosa* Bloch and Schneider, 1801) venom and purification of a lethal, hypotensive and cytolytic factor. **Toxicon**, v. 33, n. 2, p. 143-155, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(94\)00151-W](https://doi.org/10.1016/0041-0101(94)00151-W)

GARNIER, Pascale *et al.* Presence of norepinephrine and other biogenic amines in stonefish venom. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, v. 685, n. 2, p. 364-369, 1996.

GARNIER, Pascale *et al.* Cardiotoxicity of verrucotoxin, a protein isolated from the venom of *Synanceia verrucosa*. **Toxicon**, v. 35, n. 1, p. 47-55, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(96\)00075-X](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(96)00075-X)

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**, v. 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. (org.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2003. p. 295-313.

GBIF – **Global Biodiversity Information Facility**. Disponível em: <http://https://gbif.org/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande: Julien Design, 2022. 660 p.

HAAVALDSEN, R.; FONNUM, F. Weever venom. **Nature**, v. 199, n. 4890, p. 286-287, 1963.

HADDAD JUNIOR, V. Animais aquáticos de importância médica no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 591-597, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822003000500009>

HADDAD JUNIOR, 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**, v. 78, p. 3, 2005.

HADDAD JUNIOR, V. **Animais Aquáticos Potencialmente Perigosos do Brasil - Guia Médico e Biológico**. São Paulo: Editora Roca, 2008. 288 p.

HADDAD JUNIOR, V. **Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Zoological and Clinical Guide**. Switzerland: Springer Publishers, 2016. 112 p.

HADDAD JUNIOR, V. Injuries caused by fish in a community of Pantanal fishermen: detection, treatment, and prevention of envenomations and trauma. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 51, n. 05, p. 700-704, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0340-2017>

HADDAD JUNIOR, V. **Medical Emergencies Caused by Aquatic Animals: A Biological and Clinical Guide to Trauma and Envenomation Cases**. Switzerland: Springer Publishers, 2021. 350 p.

HADDAD JUNIOR, Vidal; LASTORIA, Joel Carlos. Acidentes por mandijubas (mandis-amarelos): aspectos clínicos e terapêuticos. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 10, n. 3, p. 132-133, 2005.

HADDAD JUNIOR, Vidal; DE SOUZA, Reinaldo Alves; AUERBACH, Paul S. Marine catfish sting causing fatal heart perforation in a fisherman. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 19, n. 2, p. 114-118, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1580/07-WEME-CR-1182.1>

HADDAD JUNIOR, Vidal; LOPES-FERREIRA, Mônica. Envenomations caused by fish in Brazil: an evolutionary, morphological, and clinical vision of a neglected problem. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 56, p. e0144-2023, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0144-2023>

HADDAD JUNIOR, Vidal Haddad; CARDOSO, João Luiz Costa; NETO, Domingos Garrone. Injuries by marine and freshwater stingrays: history, clinical aspects of the envenomations and current status of a neglected problem in Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 19, p. 1-11, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/1678-9199-19-16>

HADDAD JUNIOR, Vidal *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**, v. 43, n. 3, p. 287-294, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2003.12.006>

HADDAD JUNIOR, Vidal *et al.* Trauma and envenoming caused by stingrays and other fish in a fishing community in Pontal do Paranapanema, state of São Paulo, Brazil: epidemiology, clinical aspects, and therapeutic and preventive measures. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, p. 238-242, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822012000200019>

HAHN, S. T.; O'CONNOR, J. M. An investigation of the biological activity of bullrout (*Notesthes robusta*) venom. **Toxicon**, v. 38, n. 1, p. 79-89, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(99\)00135-X](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(99)00135-X)

HARRIS, Richard J. The piscine arsenal: An updated review of venomous fishes. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 34, n. 2, p. 539-574, 2024.

HARRIS, Richard J.; JENNER, Ronald A. Evolutionary ecology of fish venom: adaptations and consequences of evolving a venom system. **Toxins**, v. 11, n. 2, p. 60, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11020060>

HOLANDA, Marlon Negreiros de *et al.* Accident and vascular injury with stingray in the Alto Juruá, Acre, Brazil: a case report. **Journal of Human Growth and Development**, v. 29, n. 3, p. 427-432, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7322/jhgd.v29.9542>.

HULTHÉN, Kaj *et al.* Finotypic plasticity: Predator-induced plasticity in fin size, darkness and display behaviour in a teleost fish. **Journal of Animal Ecology**, 2024. DOI: <http://doi.org/10.1111/1365-2656.14130>

HUMPHREYS, Rosalind K.; RUXTON, Graeme D. A review of thanatosis (death feigning) as an anti-predator behaviour. **Behavioral ecology and sociobiology**, v. 72, p. 1-16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2436-8>

ISBISTER, Geoffrey K. Venomous fish stings in tropical northern Australia. **The American journal of emergency medicine**, v. 19, n. 7, p. 561-565, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1053/ajem.2001.28325>

JÚLIO JÚNIOR, Horácio Ferreira *et al.* A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, p. 709-718, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000400021>

JUNG, Hyunwook. Hyaluronidase: An overview of its properties, applications, and side effects. **Archives of plastic surgery**, v. 47, n. 04, p. 297-300, 2020. DOI: [10.5999/aps.2020.00752](https://doi.org/10.5999/aps.2020.00752)

KAATZ, Ingrid M. *et al.* Differences in pectoral fin spine morphology between vocal and silent clades of catfishes (Order Siluriformes): eco-

morphological implications. **Current Zoology**, v. 56, n. 1, p. 73-89, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1093/czoolo/56.1.73>

KARMAKAR, S. *et al.* Isolation of a haemorrhagic protein toxin (SA-HT) from the Indian venomous butterflyfish (*Scatophagus argus*, Linn) sting extract. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 42, p. 452-460, 2004.

KHOO, Hoon Eng. Bioactive proteins from stonefish venom. **Clinical and experimental pharmacology and physiology**, v. 29, n. 9, p. 802-806, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1440-1681.2002.03727.x>

KHOO, H. E.; CHEN, D.; YUEN, R. 1998. The role of cationic amino acid residues in the lethal activity of stonustoxin from stonefish (*Synanceja horridat*) venom. *IUBMB Life* 44(3): 643-646.

KHOO, Hoon-Eng; CHEN, Desong; YUEN, Raymond. The role of cationic amino acid residues in the lethal activity of stonustoxin from stonefish (*Synanceja horridat*) venom. *IUBMB Life*, v. 44, n. 3, p. 643-646, 1998.

KINI, R. Manjunatha; CHOW, Geraldine. Exogenous inhibitors of platelet aggregation from animal sources. **Thrombosis and Haemostasis**, v. 85, n. 01, p. 179-181, 2001. DOI: 10.1055/s-0037-1612923

KINI, R. Manjunatha. Platelet aggregation and exogenous factors from animal sources. **Current Drug Targets-Cardiovascular & Hematological Disorders**, v. 4, n. 4, p. 301-325, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2174/1568006043335835>

KIRIAKE, Aya; MADOKORO, Mihoko; SHIOMI, Kazuo. Enzymatic properties and primary structures of hyaluronidases from two species of lionfish (*Pterois antennata* and *Pterois volitans*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 40, p. 1043-1053, 2014.

KŁOSIŃSKI, Piotr *et al.* Behavioural responses to con-and heterospecific alarm cues by an alien and a coexisting native fish. **Hydrobiologia**, p. 1-16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-021-04761-0>

KOMEGAE, Evilin Naname *et al.* Insights into the local pathogenesis induced by fish toxins: Role of natterins and natterectin in the disruption of cell-cell and cell-extracellular matrix interactions and modulation of cell migration. **Toxicon**, v. 58, n. 6-7, p. 509-517, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2011.08.012>

KUMAR, Majeti N. V. Ravi. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive and functional polymers**, v. 46, n. 1, p. 1-27, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1381-5148\(00\)00038-9](https://doi.org/10.1016/S1381-5148(00)00038-9)

KUMARI, Suneeta; RATH, Pradip Kumar. Extraction and characterization of chitin and chitosan from (*Labeo rohita*) fish scales. **Procedia Materials Science**, v. 6, p. 482-489, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.062>

LANGANI, Francisco *et al.* Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 181-197, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000300020>

LENNON, Robert E. Feeding mechanism of the sea lamprey and its effect on host fishes. **Fishery Bulletin of the US Fish and Wildlife Service**, v. 56, n. 98, p. 247-293, 1954.

LEVÊQUE, Christian *et al.* Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. **Freshwater animal diversity assessment**, p. 545-567, 2008.

LIU, Shang-Yin Vanson *et al.* Buccal venom gland associates with increased diversification rate in the fang blenny fish *Meiacanthus* (Blenniidae; Teleostei). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 125, p. 138-146, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.03.027>

LOPES-FERREIRA, Mônica *et al.* Kininogenase activity of *Thalassophryne nattereri* fish venom. **Biochemical pharmacology**, v. 68, n. 11, p. 2151-2157, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2004.07.037>

LOPES-FERREIRA, Mônica *et al.* Structural and biological characterization of Nattectin, a new C-type lectin from the venomous fish *Thalassophryne nattereri*. **Biochimie**, v. 93, n. 6, p. 971-980, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2011.03.001>

LOPES-FERREIRA, Mônica *et al.* First report of interruption of mast cell degranulation and endothelial cells activation by anti-inflammatory drugs controlling the acute response provoked by *Pseudoplatystoma fasciatum* fish venom. **Toxicon**, v. 90, p. 237-248, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2014.08.007>

MADOKORO, Mihoko *et al.* Properties and cDNA cloning of a hyaluronidase from the stonefish *Synanceia verrucosa* venom. **Toxicon**, v. 58, n. 4, p. 285-292, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2011.07.014>

MAGALHÃES, Geraldo Santana *et al.* Natterins, a new class of proteins with kininogenase activity characterized from *Thalassophryne nattereri* fish venom. **Biochimie**, v. 87, n. 8, p. 687-699, 2005.

MAGALHÃES, Geraldo Santana *et al.* Transcriptome analysis of expressed sequence tags from the venom glands of the fish *Thalassophryne nattereri*. **Biochimie**, v. 88, n. 6, p. 693-699, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2005.12.008>

MAGALHÃES, Marta R.; DA SILVA JR, Nelson Jorge; ULHOA, Cirano J. A hyaluronidase from *Potamotrygon motoro* (freshwater stingrays) venom: isolation and characterization. **Toxicon**, v. 51, n. 6, p. 1060-1067, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2008.01.008>

MAILLAUD, C. *et al.* Is stonefish *Synanceia verrucosa* envenomation potentially lethal? **Toxicon**, v. 184, p. 78-82, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.05.019>

MALABARBA, L. R.; MALABARBA, M. C. Phylogeny and classification of Neotropical fish. In: BALDISSEROTTO, B.; URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (ed.). **Biology and physiology of freshwater Neotropical fish**. Cambridge: Academic press, 2020. p. 1-19.

MANS, Ben J.; LOUW, Abraham I.; NEITZ, Albert WH. Savignygrin, a platelet aggregation inhibitor from the soft tick *Ornithodoros savignyi*, presents the RGD integrin recognition motif on the Kunitz-BPTI fold. **Journal of Biological Chemistry**, v. 277, n. 24, p. 21371-21378, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.m112060200>

MAZUR, Paul *et al.* Ornatin: potent glycoprotein IIb-IIIa antagonists and platelet aggregation inhibitors from the leech *Placobdella ornata*. **European Journal of Biochemistry**, v. 202, n. 3, p. 1073-1082, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1432-1033.1991.tb16472.x>

MEYER, Peter K. Stingray injuries. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 8, n. 1, p. 24-28, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(1997\)008\[0024:SI\]2.3.CO](https://doi.org/10.1580/1080-6032(1997)008[0024:SI]2.3.CO);

MICHAELIS, H. 2024. **Dicionário brasileiro da Língua portuguesa**. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br>. Acesso em: 26 ago. 2024.

MIKHEEV, V. N.; PASTERNAK, A. F. Defense behavior of fish against predators and parasites. **Journal of Ichthyology**, v. 46, p. S173-S179, 2006.

MOREIRA, Isleide Saraiva Rocha; HADDAD JUNIOR, Vidal. Mapping of the venomous stingrays of the *Potamotrygon* genus in the Tietê River, São Paulo State, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 55, p. e0216-2022, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0216-2022>

MUHURI, D.; DASGUPTA, S. C.; GOMES, A. Lethal, oedema, haemorrhagic activity of spotted butterflyfish (*Scatophagus argus*, Linn) sting extract and its neutralization by antiserum and pharmacological antagonists. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 43, p. 493-497, 2005.

MUHURI, D. *et al.* Pharmacological studies on the venomous spotted butterflyfish (*Scatophagus argus* Linn) sting extract on experimental animals. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 42, p. 461-467, 2004.

NAGARAJU, S.; KEMPARAJU, K.; GIRISH, K. Hyaluronidases, a neglected class of glycosidases from snake venom: beyond a spreading factor. In: MACKESSY, S. P. (org.). **Handbook of venoms and toxins of reptiles**. London: CRC Press Inc., 2009. p. 237-258.

NELSON, Joseph S.; GRANDE, Terry C.; WILSON, Mark V.H. **Fishes of the World**. 5. ed. John Wiley & Sons, 2016. 752 p.

OTA, Renata Rúbia *et al.* Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, p. e170094, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170094>

PEDROSO, Catia M. *et al.* Morphological characterization of the venom secretory epidermal cells in the stinger of marine and freshwater stingrays. **Toxicon**, v. 50, n. 5, p. 688-697, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2007.06.004>

POH, C. H. *et al.* Purification and partial characterization of hyaluronidase from stonefish (*Synanceja horrida*) venom. **Comparative biochemistry and physiology**. B, Comparative biochemistry, v. 101, n. 1-2, p. 159-163, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(92\)90172-n](https://doi.org/10.1016/0305-0491(92)90172-n)

RAMOS, Anderson Daniel *et al.* Specialization of the sting venom and skin mucus of *Cathorops spixii* reveals functional diversification of the

toxins. **Toxicon**, v. 59, n. 6, p. 651-665, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2012.02.002>

REIS, Roberto E. Anatomy and phylogenetic analysis of the neotropical callichthyid catfishes (Ostariophysi, Siluriformes). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 124, n. 2, p. 105-168, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1998.tb00571.x>

REIS, Roberto E. *et al.* Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>

ROCHA, M. S. Family Pimelodidae – long-whiskered catfishes. In: VAN DER SLEEN, P.; ALBERT, J. S. (ed.). **Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas**. Oxford: Princeton University Press, 2018. p. 299-308.

RUMENGAN, I. F. M. *et al.* Characterization of chitin extracted from fish scales of marine fish species purchased from local markets in North Sulawesi, Indonesia. **IOP conference series: earth and environmental science**. IOP Publishing, 2017. p. 012028.

SÁENZ, Aránzazu *et al.* Comparison of biochemical and cytotoxic activities of extracts obtained from dorsal spines and caudal fin of adult and juvenile non-native Caribbean lionfish (*Pterois volitans/miles*). **Toxicon**, v. 137, p. 158-167, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.08.004>

SARAIVA, Tania Cristina *et al.* Nattectin a fish C-type lectin drives Th1 responses in vivo: licenses macrophages to differentiate into cells exhibiting typical DC function. **International Immunopharmacology**, v. 11, n. 10, p. 1546-1556, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2011.05.012>

SARMIENTO, Beatriz Elena *et al.* First report of the characterization of the pathophysiological mechanisms caused by the freshwater catfish *Pimelodus maculatus* (order: Siluriformes). *Toxicon*, v. 101, p. 55-62, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2015.04.010>

SARROPOULOU, Elena *et al.* Evolution of a multifunctional gene: the warm temperature acclimation protein Wap65 in the European seabass *Dicentrarchus labrax*. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 55, n. 2, p. 640-649, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.10.001>

SAUVIAT, Martin-Pierre *et al.* Does crude venom of the stonefish (*Synanceia verrucosa*) activate β -adrenoceptors in the frog heart muscle? **Toxicon**, v. 33, n. 9, p. 1207-1213, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(95\)00049-R](https://doi.org/10.1016/0041-0101(95)00049-R)

SHA, Zhenxia *et al.* The warm temperature acclimation protein Wap65 as an immune response gene: its duplicates are differentially regulated by temperature and bacterial infections. **Molecular Immunology**, v. 45, n. 5, p. 1458-1469, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molimm.2007.08.012>

SHARON, Nathan; LIS, Halina. History of lectins: from hemagglutinins to biological recognition molecules. **Glycobiology**, v. 14, n. 11, p. 53R-62R, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/glycob/cwh122>

SHIBATTA, O. A.; GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. Pseudopimelodidae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 414-420.

SHIBATTA, O.A.; VAN DER SLEEN, P. Family Pseudopimelodidae – Bumblebee catfishes, dwarf marbled catfishes. In: VAN DER SLEEN, P.; ALBERT, J. S. **Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas**. Oxford: Princeton University Press, 2018. p. 308-310.

SILVA, Geovane Cândido da *et al.* Injuries and envenoming by aquatic animals in fishermen of Coxim and Corumbá municipalities, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: identification of the causative agents, clinical aspects and first aid measures. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, p. 486-490, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822010000500002>

SILVA, J. P. C. B.; GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. Potamotrygonidae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 64-73.

SKEIE, Einar. Toxin of the weeverfish (*Trachinus draco*) experimental studies on animals. **Acta Pharmacologica et Toxicologica**, v. 19, n. 2, p. 107-120, 1962.

SLOBODIAN, V.; GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. Heptapteridae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 332-343.

SMITH, W. Leo *et al.* Evolution of venomous cartilaginous and ray-finned fishes. **Integrative and Comparative Biology**, v 56, n 5, p. 950-961, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1093/icb/icw070>

SMITH, William Leo; WHEELER, Ward 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: <https://doi.org/10.1093/jhered/esj034>

SU, Guohuan; VILLÉGER, Sébastien; BROSSE, Sébastien. Morphological diversity of freshwater fishes differs between realms, but morphologically extreme species are widespread. **Global Ecology and Biogeography**, v. 28, n. 2, p. 211-221, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/geb.12843>

TANG, W. Joyce *et al.* Chitin is endogenously produced in vertebrates. **Current Biology**, v. 25, n. 7, p. 897-900, 2015.

TEDESCO, Pablo A. *et al.* Explaining global-scale diversification patterns in actinopterygian fishes. **Journal of Biogeography**, v. 44, n. 4, p. 773-783, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.12905>

TENCATT, L. F. C. Callichthyidae. In: GIMÊNES-JUNIOR, H.; RECH, R. (org.). **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. Campo Grande, Julien Design, 2022. p. 302-317.

TOUSSAINT, A. *et al.* Global functional diversity of freshwater fish is concentrated in the Neotropics while functional vulnerability is widespread. **Scientific reports**, v. 6, n. 22125, p. 1-9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep22125>

UENO, Akinori; OH-ISHI, Sachiko. Roles for the kallikrein-kinin system in inflammatory exudation and pain: lessons from studies on kininogen-deficient rats. *Journal of Pharmacological Sciences*, v. 93, n. 1, p. 1-20, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1254/jphs.93.1>

VAN DER SLEEN, P.; ALBERT, J. S. Family Potamotrygonidae – River stingrays. In: VAN DER SLEEN, P.; ALBERT, J. S. (org.). **Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas**. Oxford: Princeton University Press, 2018. p. 70-72.

WINEMILLER, Kirk O. *et al.* Functional traits, convergent evolution, and periodic tables of niches. **Ecology Letters**, v. 18, n. 8, p. 737-751, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/ele.12462>

WRIGHT, Jeremy J. Diversity, phylogenetic distribution, and origins of venomous catfishes. **BMC Evolutionary Biology**, v. 9, p. 1-12, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1186/1471-2148-9-282>

WRIGHT, Jeremy J. Evolutionary history of venom glands in the Si-luriformes. In: GOPALAKRISHNAKONE, P.; MALHOTRA, A. (ed.). **Evolution of Venomous Animals and Their Toxins**. Dordrecht: Springer, 2015. p. 1-19.

XIAO, Rong; PANG, Yue; LI, Qing Wei. The buccal gland of *Lampetra japonica* is a source of diverse bioactive proteins. **Biochimie**, v. 94, n. 5, p. 1075-1079, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2011.12.025>

ZIEGMAN, Rebekah; ALEWOOD, Paul. Bioactive components in fish venoms. **Toxins**, v. 7, n. 5, p. 1497-1531, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins7051497>

CAPÍTULO VII

BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DAS SERPENTES PEÇONHENTAS

Nelson Rufino de Albuquerque, Roullien Henrique Martins

Apresentação

Em 1901, Vital Brazil descobriu a especificidade do soro antiofídico. Uma análise comparativa de sua obra seminal “A defesa contra ofidismo” (BRAZIL, 1911) até a data de sua reedição em forma de edição comemorativa (INSTITUTO VITAL BRASIL, 2011) mostra que houve um aumento no número de acidentes envolvendo animais peçonhentos no Brasil entre as décadas de 1990 e 2000 (média de 70.082 entre 2000 e 2006), além de 16 mortes decorrentes de acidentes envolvendo serpentes entre 2000 e 2007 (CARDOSO *et al.*, 2009). Selecionando apenas as notificações para o estado de Mato Grosso do Sul, BRASIL (2024) revelou que, somente em 2023, foram notificados 1.694 acidentes ofídicos em Campo Grande (aproximadamente 26% dos 6.551 acidentes ofídicos notificados para o estado), sendo 33 destes associados a jararacas (*Bothrops*), três a cascavéis (*Crotalus*), dois a serpentes não peçonhentas (não especificadas) e 1.656 a serpentes classificadas como “ign/brancas”. O número de acidentes ofídicos em Campo Grande praticamente dobrou em relação à quantidade (ou seja, 717) registrada por ALBUQUERQUE; SILVA (2022) para o ano de 2019, com destaque, novamente, para os acidentes com espécies de jararacas (*Bothrops*).

Considerando que a identificação da serpente causadora do acidente é um procedimento importante, pois permite o reconhecimento de espécies de importância médica em nível regional (SANTOS *et al.*, 1995), auxilia na indicação mais precisa do soro antiofídico a ser admi-

nistrado (PINHO; PEREIRA, 2001) e aumenta a conscientização da população sobre a importância das serpentes (MOURA *et al.*, 2010), este capítulo visa contribuir para a formação de estudantes e profissionais das áreas de ciências biológicas e da saúde, auxiliando-os a distinguir as serpentes peçonhentas que ocorrem no Mato Grosso do Sul das espécies não peçonhentas.

Quem são as serpentes?

Serpentes (também chamadas de cobras no Brasil) são animais vertebrados que, como mais comumente definido, pertencem à Classe Reptilia. Derivadas de um ancestral terrestre, as principais características das espécies existentes incluem um corpo alongado, formado basicamente por um crânio e uma longa coluna vertebral, sem a presença de membros anteriores. Membros posteriores estão presentes, mas de forma vestigial e apenas em espécies primitivas, como jiboias (*Boa* spp.), sucuris (*Eunectes* spp.) e pítons (Pythonidae). Os órgãos internos são alongados e bem acomodados para o formato do corpo. A maioria das serpentes possui um crânio muito flexível, envolvendo oito articulações rotacionais e mandíbulas que se movem independentemente, o que proporciona uma ampla abertura da cavidade oral nesses animais.

As serpentes têm escamas que variam em forma, tamanho e ornamentação. A pele, junto com as escamas, é trocada periodicamente, e muitos fatores podem afetar como e quando os indivíduos trocam sua pele antiga, incluindo a própria espécie, idade, clima, temperatura, saúde nutricional e a presença de bactérias ou parasitas. Indivíduos mais jovens geralmente trocam de pele com mais frequência do que os adultos porque ainda estão crescendo. As serpentes também trocam de pele antes da reprodução ou após a oviposição ou parto. Os olhos não têm pálpebras, mas têm uma escama transparente e imóvel (escama ocular), que evoluiu da fusão das pálpebras e protege os olhos de detritos.

Reprodução

As serpentes se reproduzem por fertilização interna. Isso é realizado por um dos hemipênis, que são dois órgãos pares e intromitentes localizados na cauda do macho. Durante a cópula, um dos órgãos é evertido e se encaixa na cloaca da fêmea (um orifício localizado na base da cauda que serve os tratos digestivo, reprodutivo e excretor), onde o esperma será liberado. Cada hemipênis é associado a um testículo.

A maioria das espécies põe ovos e os abandona logo após a oviposição. No entanto, algumas espécies, como a cobra-real (*Ophiophagus hannah*), constroem ninhos e permanecem perto dos filhotes após a eclosão. A maioria das espécies de pítons, como *Python natalensis*, enrolam-se em seus ovos e permanecem com eles até que eclodam, protegendo-os e ajudando a regular a temperatura corporal dos filhotes.

Durante o desenvolvimento, os embriões são nutridos exclusivamente pelo vitelo do ovo em espécies ovíparas, em parte pelas secreções dos ovidutos em espécies cujos ovos eclodem dentro dos ovidutos (ovovivíparas) ou através da placenta e do saco vitelínico (vivíparas).

A reprodução na maioria das serpentes é sexuada (onde há fusão de gametas). No entanto, algumas espécies (e.g., *Agkistrodon piscivorus*, *Epicrates maurus*) podem se reproduzir por partenogênese facultativa, o que significa que elas são capazes de mudar de um modo de reprodução sexuada para um modo assexuado (onde não há fertilização interna e nenhuma fusão de gametas). Fêmeas de algumas espécies de cascavéis, como *Crotalus adamanteus* e *Crotalus atrox*, também são capazes de armazenar esperma no infundíbulo (parte do oviduto), o que permite a fertilização por meses ou até anos após a inseminação.

Regulação térmica

Enquanto os mamíferos são animais endotérmicos, ou seja, man-

têm uma temperatura corporal constante e praticamente independente da temperatura do ambiente, as serpentes são ectotérmicas, ou seja, a regulação da temperatura corporal desses animais depende principalmente de fontes externas de calor (como o sol); por isso é possível ver, em determinados momentos do dia, serpentes em rochas ou galhos de árvores, onde há luz solar. Fêmeas de algumas espécies de pítons podem aumentar sua temperatura corporal por meio de calor endógeno (ou seja, calor produzido pelo próprio organismo) durante o período de incubação, resultando em endotermia facultativa.

Sistema sensorial

As serpentes se guiam principalmente pelo olfato. Elas projetam sua língua bifurcada para fora da boca, capturam moléculas de odor do ar, solo e água e as conduzem para uma estrutura chamada órgão de Jacobson (também conhecido como órgão vomeronasal), que está localizado no céu da boca e é conectado ao bulbo olfatório no cérebro, onde as moléculas são interpretadas. Odores sexuais, odores de indivíduos da mesma espécie, odores de presas e odores de predadores são todos identificados por meio deste órgão.

Ao longo de sua evolução, as serpentes desenvolveram grandes diferenças na forma como seus olhos detectam e transmitem luz. Em particular, isso é visto nas proteínas sensíveis à luz conhecidas como opsinas, que são encontradas nos fotorreceptores em seus olhos. Serpentes que caçam durante o dia têm lentes nos olhos que bloqueiam a luz ultravioleta, permitindo que o animal enxergue claramente em condições de muita luz. Por outro lado, serpentes que caçam à noite têm o oposto: lentes que deixam entrar mais luz ultravioleta, permitindo que enxerguem no escuro ou em condições de pouca luz. Finalmente, as serpentes são dicromáticas, o que significa que podem ver duas cores primárias, azul e verde.

A audição é muito rudimentar, não havendo ouvido externo ou médio; as serpentes só conseguem detectar vibrações sonoras de baixa frequência que se propagam do substrato para os ossos mandibular e quadrado e depois para um ossículo chamado columela auris, que é um remanescente do ouvido médio desses animais e cuja extremidade proximal repousa na janela oval, enquanto a extremidade distal está conectada ao quadrado.

Algumas serpentes têm um senso de termorrecepção bem desenvolvido, possuindo estruturas específicas para perceber variações mínimas de temperatura (em torno de 0,003 °C); essas estruturas são chamadas de fosseta loreal (presentes em espécies da subfamília *Crotalinae* da família *Viperidae*) e fossetas labiais (presente em algumas espécies de *Boidae* e *Pythonidae*). Esse mecanismo é muito útil para localizar animais endotérmicos, como pequenos roedores, já que as fossetas são conectadas ao olho por um nervo óptico, proporcionando um tipo de “visão térmica” para esses animais.

Dentição

Embora os mamíferos sejam os únicos animais capazes de mastigar alimentos, as serpentes usam seus dentes durante o processo de captura e ingestão de presas, bem como os usam para sua própria defesa por meio de mordidas ou, no caso de serpentes peçonhentas, para injetar toxina. As serpentes são consideradas polifiodontes, ou seja, elas substituem seus dentes (incluindo presas injetoras de toxinas) ao longo de suas vidas. Os dentes das serpentes diferem entre si apenas em tamanho (as presas são maiores) e sulco (ausente na maioria das espécies não peçonhentas). Além disso, todos os dentes têm uma única cúspide. Na maioria das espécies, os dentes estão localizados no dentário de cada maxilar, nas maxilas, nos ossos palatinos e nos ossos pterigoides. Algu-

mas serpentes, no entanto, não têm dentes no palatino (e.g., *Calabaria reinhardtii*, *Emydocephalus ijimae* e todas as espécies de *Scolecophidia*), o que pode ser visto como uma herança de seus ancestrais. Várias espécies de serpentes produzem toxinas, que geralmente são liberadas por dentes especializados (presas) que estão localizados na mandíbula superior. Espécies da família *Viperidae*, em particular, têm presas de substituição localizadas logo atrás das presas principais, de modo que a remoção manual destas últimas não as deixará desprotegidas. A maioria das serpentes tem um dos quatro tipos de denteição a seguir:

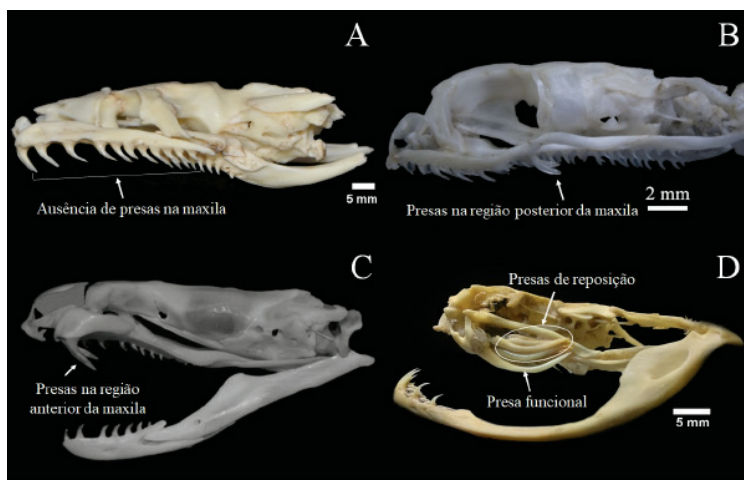
- Áglifa (*sem sulcos*) (Fig. 1A): não possuem dentes especializados para inoculação de toxinas (são sólidos), e a maioria das espécies possui apenas glândulas salivares. Os dentes têm formas e tamanhos semelhantes. Exemplos: jiboias (*Boa* spp.), sucuris (*Eunectes* spp.).

- Opistóglifas (*sulcos posteriores*) (Fig. 1B): possuem um par de presas sulcadas na região posterior de cada maxila superior. Essas presas são maiores que os outros dentes da maxila e possuem sulcos que canalizam toxinas para o furo aberto pelas próprias presas. As serpentes opistóglifas possuem glândulas de Duvernoy (que são homólogas às glândulas que produzem toxinas nas famílias *Elapidae* e *Viperidae*, embora anatomicamente e funcionalmente distintas), cujas secreções desempenham um papel importante na digestão de outros animais consumidos por essas serpentes. As secreções desse tipo de glândula também são consideradas tóxicas, e podem produzir dor, inchaço e outros efeitos se injetadas por via subcutânea. Há registros de acidentes fatais com espécies opistóglifas (e.g., *Dispholidus typus*) que ocorrem na África subsaariana. Exemplos: surucucu-do-pantanal (*Hydrodynastes gigas*) e cobra-verde (*Philodryas olfersii*).

- Proteróglifa (*sulcos anteriores*) (Fig. 1C): possuem um par de presas funcionais inoculadoras de toxinas, curtas e imóveis (nas espécies de *Leptomicrurus* e *Micrurus*) ou parcialmente móveis (nas espécies de *Acanthophis*, *Dendroaspis* e *Oxyuranus*), localizadas na região anterior de cada maxila superior. Os sulcos são quase completamente fechados ao longo da borda anterior de cada presa. As maxilas da maioria das espécies são desprovidas de dentes além das presas; a exceção é *Micruroides euryxanthus*, que tem um ou dois dentes sólidos além das presas. Nas espécies de *Leptomicrurus* e *Micrurus*, as presas têm apenas uma fração de centímetro de comprimento e, portanto, as espécies desses gêneros devem segurar o outro animal caçado, pelo menos momentaneamente, enquanto inoculam sua toxina. Algumas serpentes cuspideiras (e.g., *Hemachatus haemachatus*, *Naja* spp.) têm modificações nas pontas de suas presas que lhes permitem projetar toxinas defensivamente nos olhos de outros animais que podem ameaçá-las. Este tipo de denteção é exclusivo da família Elapidae. Exemplos: cobras-corais verdadeiras (*Leptomicrurus* spp., *Micrurus* spp.).

- Solenóglifa (*tubo sulco*) (Fig. 1D): possuem um par de presas funcionais inoculadoras de toxinas, canaliculadas (tubulares), grandes e móveis, na região anterior de cada maxila superior. Essas presas se projetam simultaneamente na hora do bote. As maxilas são desprovidas de outros dentes além das presas inoculadoras, que são substituídas regularmente. As presas, que podem atingir a metade do comprimento da cabeça, são dobradas contra o céu da boca. As cobras solenóglifas abrem suas bocas a quase 180 graus, o que lhes permite penetrar suas presas profundamente. Uma exceção a este tipo de bote está presente nas espécies de *Atractaspis* (África e Oriente Médio), cujas presas podem ser direcionadas para fora da boca, o que lhe dá a habilidade de dar o bote lateralmente com a boca fechada. Este tipo de denteção é exclusivo da família Viperidae. Exemplos: jararacas (*Bothrops* spp.), cascavéis (*Crotalus durissus*), surucucu-pi-co-de-jaca (*Lachesis muta*).

Figura 1. Dentições áglifa (A) em *Eunectes murinus*, opistóglifa (B) em *Dryophylax chaquensis*, proteróglifa (C) em *Micrurus* (sem escala) e solenóglifa (D) em *Crotalus durissus*.



Fotos: Nelson Rufino de Albuquerque ^{a,d}, Evandro Douglas Moore de Lucena ^b e Marcos Buonato ^c

Peçonhento e venenoso

Os termos peçonhento e venenoso são às vezes empregados de modo intercambiável, mas ambos têm suas próprias definições, que estão relacionadas à maneira como a toxina (uma substância produzida por organismos que causa efeitos fisiológicos prejudiciais) é injetada por certos tipos de animais. Embora ambos usem toxinas para se defender ou subjugar presas, um animal venenoso deve morder (ou picar) para injetar suas toxinas, enquanto um animal peçonhento descarrega suas toxinas passivamente, e somente quando é manuseado ou ingerido (é o que acontece quando qualquer outro animal ingere um sapo, por exemplo). A grande maioria das toxinas de cobras é transferida pela picada, o que torna as cascavéis, jararacas, boca-de-sapo, surucucus-pico-de-jaca, corais-verdadeiras e algumas espécies proteróglifas peçonhentas.

Historicamente, os formatos de cabeça e pupila têm sido usados por vários autores para distinguir serpentes peçonhentas (e.g., cabeça triangular e pupila vertical) de serpentes não peçonhentas (e.g., cabeça não triangular e pupila redonda). No entanto, várias espécies não peçonhentas (e.g., *Boa constrictor*) ou aquelas que produzem toxinas de ação moderada (e.g., *Dryophylax chaquensis*) têm cabeças triangulares ou simplesmente triangulam suas cabeças para intimidar seus predadores. Da mesma forma, algumas dessas serpentes têm pupilas verticais, o que é característico de serpentes que possuem hábitos noturnos. A jiboia (*Boa constrictor*) e a salamanta (*Epicrates cenchria*) (Fig. 2) são serpentes constritoras que se possuem a cabeça triangular e pupilas verticais.

Figura 2. *Boa constrictor* (A) e *Epicrates cenchria* (B) fotografadas em Corumbá, MS; serpentes que não produzem toxinas e têm cabeça triangular e pupilas elípticas.



Fotos: Nelson Rufino de Albuquerque

Sinopse das principais serpentes peçonhentas de Mato Grosso do Sul

De acordo com a última edição da lista de répteis do Brasil (GUEDES *et al.*, 2023), existem 11 espécies de serpentes em Mato Grosso do Sul cujas toxinas são tóxicas o suficiente para causar consequências graves ao acidentado. Dentre estas, sete são classificadas na família Viperidae (jararacas, bocas-de-sapo e cascavéis), enquanto que as demais pertencem a família Elapidae (corais-verdadeiras). Dentre as espécies da família Viperidae, as jararacas *Bothrops itapetiningae* e *B. jararacussu* foram listadas para o estado por GUEDES *et al.* (2023) com base no trabalho de

NOGUEIRA *et al.* (2019), cujos mapas de distribuição apresentam registros dessas espécies para os municípios de Campo Grande e Ponta Porã. Entretanto, os únicos exemplares dessas espécies conhecidos nessas localidades foram depositados na Coleção Herpetológica Alphonse Richard Hoge do Instituto Butantan (parcial e tragicamente destruída por um incêndio em 15 de maio de 2010) com os seguintes números e informações: IBSP 11747 (Indubrazil, Campo Grande, MS), IBSP 17356 e IBSP 17416 (Campo Grande, MS) e IBSP 16433, IBSP 16434, IBSP 16442, IBSP 16645 (Ponta Porã, MS).

Presumimos que esses espécimes foram coletados em localidades desconhecidas e enviados ao Instituto Butantan pela antiga Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, por meio de um ramal da estação Indubrasil (inaugurada em 1936) que foi construído até Ponta Porã (em 1953), na divisa com o Paraguai. Havia um serviço de permutas de serpentes e outros animais peçonhentos por soros entre o Instituto Butantan e as pessoas residentes no “interior do país”, de modo que milhares de espécimes de serpentes foram recebidos pelo Instituto entre 1901 e 1945 através de convênios com as estradas de ferro brasileiras (FONSECA, 1949). Com os espécimes peçonhentos, o Instituto Butantan produzia soros e salvava vidas. Do ponto de vista taxonômico, no entanto, é natural que as localidades associadas aos espécimes fossem geralmente imprecisas, e por esse motivo não consideraremos a ocorrência de *B. itapetiningae* e *B. jararacussu* em Mato Grosso do Sul.

As demais espécies registradas para o estado não produzem toxinas ou produzem toxinas de efeito moderado, com essas últimas raramente causando acidentes graves. Para auxiliar na identificação das espécies de Viperidae e Elapidae registradas para o estado, informamos o *nome científico*, *comprimento* máximo de um indivíduo adulto e alguns estados de caracteres que permitem a *identificação* da espécie. Por fim, tecemos *comentários* gerais sobre cada uma das espécies. Cabe ressal-

tar que apresentamos a *identificação*, em particular, de forma concisa, destacando apenas o padrão de coloração geral de cada espécie. Uma descrição taxonômica detalhada, incluindo a apresentação de variações intraespecíficas de dados merísticos (e.g., número de escamas), morfo-métricos (medidas) ou de padrões que exibem dimorfismo ontogenético, não faz parte do escopo do presente livro. Considerando a grande variação regional entre nomes populares de espécies de serpentes, não recomendamos a utilização da nomenclatura vernácula de forma isolada para fins de identificação das espécies. Ao final do capítulo, apresentamos uma chave para identificação dos gêneros de serpentes peçonhentas que correm no Brasil.

Família Elapidae

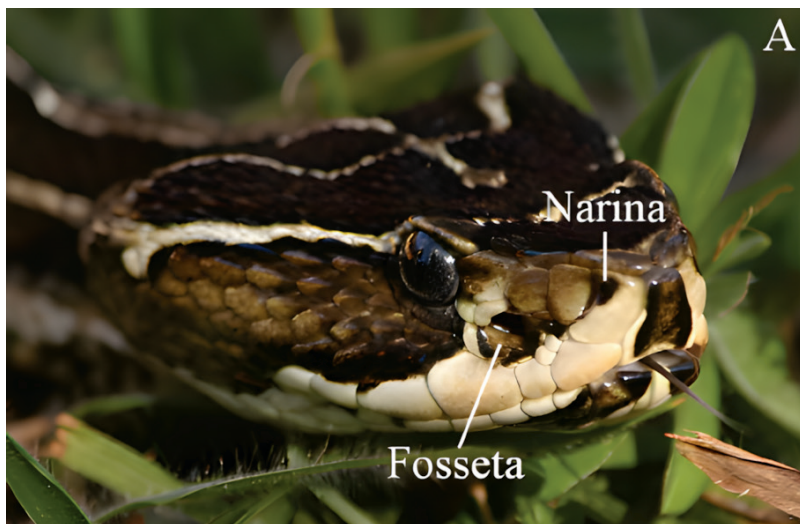
Em Mato Grosso do Sul, foram registradas apenas quatro espécies de cobras-corais verdadeiras, e todas pertencentes ao gênero *Micrurus* (GUEDES *et al.*, 2023). Como suas congêneres, essas espécies possuem o corpo esguio e cilíndrico, com cauda moderadamente curta, e a cabeça redonda, pequena e pouco afastada do pescoço. Os olhos são ligeiramente pequenos e as pupilas são redondas.

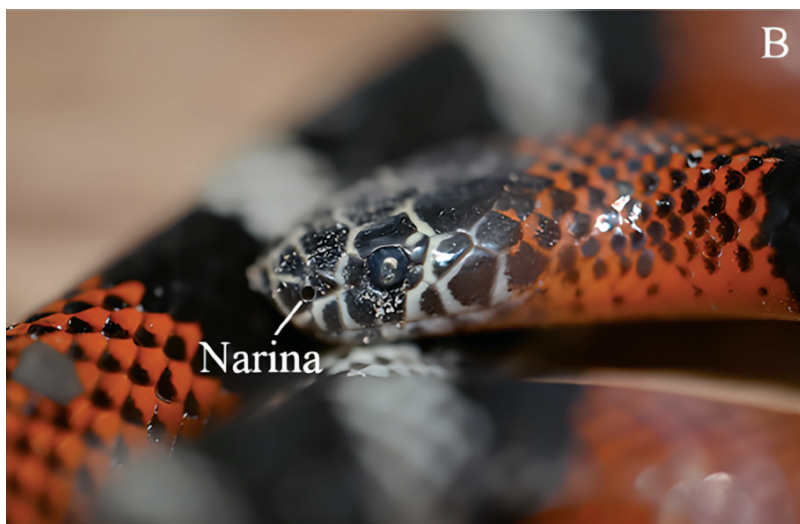
Embora os machos de algumas espécies de *Micrurus* possam se envolver em combates intraespecíficos durante a época de reprodução, as cobras-corais verdadeiras não são propensas a desferir botes em seres humanos. Embora altamente tóxicas, alguns fatores contribuem para que o número de casos de acidentes com corais-verdadeiras seja raro, entre os quais destacamos: o tamanho pequeno a médio dos espécimes, os hábitos semifossoriais da maioria das espécies, o tamanho curto das presas inoculadoras de toina (geralmente <3 mm) e o ângulo de abertura da boca limitado (<30°), o que dificulta a inoculação de toxinas em humanos. De modo geral, ao se sentir ameaçada, uma cobra-coral ver-

dadeira pode fugir, enrodilhar a cauda e esconder a cabeça, se manter imóvel, desferir botes curtos ou até mesmo se fingir de morta.

Essas espécies são distintas de qualquer espécie da família Viperidae pela **ausência de fosseta loreal**, que é uma estrutura termorreceptora localizada entre o olho e a narina das espécies de viperídeos da subfamília Crotalinae (Fig. 3 A-B), e pela dentição proteróglifa (vs. dentição solenóglifa em Viperidae). A presença de anéis coloridos no corpo e cauda pode ser observada em várias espécies de corais-falsas (i.e., não peçonhentas), com algumas dessas ocorrendo em Mato Grosso do Sul (e.g., *Erythrolamprus aesculapii*, *Oxyrhopus trigeminus*). Todas as espécies de *Micrurus* que ocorrem em Mato Grosso do Sul possuem os anéis pretos dispostos em tríades.

Figura 3. Localização da fosseta loreal em um espécime de *Bothrops alternatus* do Biotério da UCDB, Campo Grande, MS (A) e ausência da fosseta em um espécime de *Micrurus triolor* coletado em Porto Murtinho, MS (B); a fosseta é uma estrutura termorreceptora típica de espécies da subfamília Crotalinae da família Viperidae.





Fotos: Carlos Eduardo Moura Marquesa^a, Nelson Rufino de Albuquerque^b

***Micrurus carvalhoi* Roze, 1967, Fig. 4**

Comprimento: até 162,7 cm.

Identificação: possui o focinho preto, seguido por uma faixa branca. Há também uma faixa preta na região dos olhos, que pode se estender até a metade das escamas parietais, formando o capuz cefálico. O corpo é ornamentado com nove a 16 tríades, com os anéis pretos de comprimento semelhante, ou, ocasionalmente, com o anel preto central mais longo. Os anéis brancos são mais curtos, com menos da metade dos anéis pretos externos. Os anéis vermelhos e brancos geralmente são marginados de preto, resultando em um aspecto reticulado. A cauda possui uma tríade completa e uma tríade incompleta.

Comentários: até recentemente esta espécie era considerada uma subespécie de *Micrurus lemniscatus*, que por sua vez não ocorre em Mato Grosso do Sul.

Figura 4 . *Micrurus carvalhoi* de Estreito, Maranhão.



Foto: Arquivo Naturae, disponibilizada por Nelson Jorge da Silva Jr

***Micrurus frontalis* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854), Fig. 5**

Comprimento: até 135 cm.

Identificação: esta espécie possui de 10 a 15 tríades de anéis pretos no corpo. A cauda possui no máximo duas tríades completas. Os anéis pretos podem ter tamanhos similares, ou o anel preto central pode ser mais longo do que os anéis pretos laterais. As escamas dos anéis vermelhos e brancos possuem seus respectivos ápices levemente pigmentados de preto. Os anéis vermelhos são mais longos que os demais anéis do corpo. O topo da cabeça pode ser quase todo preto, preto com linhas pálidas ao longo das suturas, preto com as escamas pré-frontais e a internasal pálidas ou amarelo cremosas com pigmento preto ao longo das suturas.

Comentários: nesta espécie, machos adultos são maiores que fêmeas adultas.

Figura 5. *Micrurus frontalis* do PARNA da Serra da Canastra, em São Roque de Minas, com a cauda enrolada e elevada, visando imitar a cabeça e confundir o eventual predador.



Foto: Henrique Caldeira Costa

***Micrurus pyrrhocryptus* (Cope, 1862), Fig. 6**

Comprimento: até 173 cm.

Identificação: nesta espécie, a maioria das escamas da cabeça é preta e marginada de branco. As escamas da nuca são vermelhas e marginadas posteriormente de preto. Os anéis vermelhos são longos e separados entre si por 5-14 tríades; estas, por sua vez, são constituídas por três anéis pretos intercalados por dois anéis brancos. O anel preto central é mais longo que os anéis pretos externos, enquanto os anéis brancos possuem o mesmo comprimento ou são mais longos que os anéis pretos externos. Tanto os anéis vermelhos como os anéis brancos são melanizados.

Comentários: constantemente confundida com *Micrurus trico-*

lor, pois ambas são similares quanto ao padrão de coloração. Porém, os anéis pretos centrais são mais alongados em *M. pyrrhocryptus*. É a única *Micrurus* que, no Brasil, ocorre apenas em Mato Grosso do Sul.

Figura 6 . *Micrurus pyrrhocryptus* de Porto Murtinho, MS (A) e Santiago del Estero, AR (B).



Fotos: Nelson Jorge da Silva Jr.^a, Sarah Mângia^b

***Micrurus tricolor* Hoge, 1956, Fig. 7**

Comprimento: até 118 cm.

Identificação: a maioria das escamas da cabeça é preta e pouco marginada de branco. As escamas da nuca são vermelhas e marginadas posteriormente de preto. Os anéis vermelhos do corpo são longos e separados entre si por 5-15 tríades; estas, por sua vez, são constituídas por três anéis pretos intercalados por dois anéis brancos. O anel preto central é mais longo que os anéis pretos externos (embora, proporcionalmente, não tão longo como em *M. pyrrhocryptus*), enquanto que os anéis brancos possuem praticamente o mesmo comprimento dos anéis pretos externos. Tanto os anéis vermelhos como os anéis brancos são melanizados, embora os anéis brancos da primeira tríade possam ser imaculados.

Comentários: espécie similar a *Micrurus pyrrhocryptus* quanto ao padrão de coloração, sendo distinta da mesma pelo comprimento dos anéis pretos centrais (mais curtos).

Figura 7. *Micrurus tricolor* de Porto Murtinho, MS. Note o comportamento defensivo de enrolar a cauda na Fig. 7B.



Foto: Franco L. de Souza



Foto: Sarah Mângia

Família Viperidae

Excluindo as espécies *B. itapetiningae* e *B. jararacuçu* (vide discussão no item Sinopse das principais serpentes peçonhentas acima), a família Viperidae é representada por quatro espécies do gênero *Bothrops* e uma espécie de *Crotalus* em Mato Grosso do Sul. Essas espécies se distinguem de qualquer outra espécie de serpente principalmente pela **presença de uma fosseta loreal** (Fig. 3), um orifício localizado entre o olho e a narina que serve para termorrecepção, pela sua dentição **solenóglifa** e por apresentar uma cabeça recoberta por **pequenas escamas quilhadas**. Com exceção da surucucu-pico-de-jaca (*Lachesis muta*), todas as espécies de Viperidae que ocorrem no Brasil são vivíparas (parem filhotes já formados). Quando se sentem ameaçadas, podem vibrar a cauda (tanto jararacas/bocas-de-sapo quanto cascavéis fazem isso, mas a vibração da cascavel é mais notável pela presença do guizo), abrir a boca, enrodilhar-se e desferir botes.

***Bothrops alternatus* Duméril, Bibron & Duméril, 1854, Fig. 8**

Comprimento: até 1,69 m.

Identificação: a região dorsal da cabeça possui um par de manchas largas e alongadas, de tonalidade castanha-chocolate a quase preta, em forma de âncora. A faixa pós-orbital possui uma coloração creme, bordada de preto. A região dorsolateral de cada lado do corpo é constituída por uma série de 24-28 marcas castanhas-chocolate ou pretas, bordadas de branco, em forma de ferradura ou de gancho de telefone. Na linha média longitudinal do corpo, pode-se notar que essas manchas se encontram ou se dispõem de forma alternada.

Comentários: As manchas cruzadas na parte dorsal da cabeça dessa espécie formam uma figura que se parece com uma cruz, o que faz jus a um de seus nomes populares (Urutu-Cruzeira).

Figura 8 . *Bothrops alternatus* do Biotério da UCDB, Campo Grande, MS.
Note a escama ocular visível sobre o olho esquerdo.



Foto: Nelson Rufino de Albuquerque

***Bothrops mattogrossensis* Amaral, 1925, Fig. 9**

Comprimento: até 2,2 m de comprimento.

Identificação: Difere de outras espécies de *Bothrops* por possuir manchas pretas ou marrom-escuras sobre as escamas do dorso da cabeça, dispostas de forma mais ou menos simétrica. A região dorsolateral do corpo é ornamentada com uma série de 16 a 33 manchas de coloração marrom-escura ou preta, sendo estas marginadas de branco. Essas manchas são trapezoidais, triangulares ou em forma de fone de ouvido, e são dispostas alternadamente ou opostas umas às outras na linha média longitudinal do corpo da serpente.

Comentários: Como em outras espécies de *Bothrops*, *B. mattogrossensis* é sexualmente dimórfica, com as fêmeas tendo cabeças relativamente maiores e troncos mais longos que os machos, enquanto que os machos possuem caudas relativamente mais longas. Além disso, as populações desta espécie que vivem no Pantanal possuem hábitos semiarbóricolas, possivelmente devido aos ciclos periódicos de inundação da planície.

Figura 9 . *Bothrops mattogrossensis* do Biotério da UCDB, Campo Grande, MS.



Foto: Roullien Henrique Martins

***Bothrops moojeni* Hoge, 1966, Fig. 10**

Comprimento: Pode atingir 2,3 m de comprimento, embora geralmente seja menor que 1,6 m.

Identificação: ao contrário de *B. alternatus*, o dorso da cabeça desta espécie não possui manchas e a faixa pós-orbital possui uma coloração que varia de cinza-escura a marrom. A região dorsal do corpo é ornamentada com 14 a 21 marcas em forma de trapézio, de coloração cinza-escura ou escura. Estas marcas, na maioria dos casos, estão justapostas na região do meio do corpo da serpente.

Comentários: Fêmeas sexualmente maduras são maiores do que machos maduros. Além disso, elas são mais pesadas do que os machos de tamanho semelhante, possuem a cabeça relativamente mais longa e uma cauda relativamente mais curta do que a de machos maduros.

Figura 10 . *Bothrops moojeni* em Eldorado, Mato Grosso do Sul.



Foto: Alessandher Piva

***Bothrops pauloensis* Amaral, 1925, Fig. 11**

Comprimento: até 93,8 cm de comprimento.

Identificação: A cor de fundo das regiões dorsais da cabeça e do corpo é tipicamente creme, com manchas pretas. Em alguns exemplares, a cor de fundo pode apresentar tonalidades de marrom, vermelho ou cinza. Além disso, o topo da cabeça geralmente apresenta manchas pretas ou marrons arranjadas de forma mais ou menos simétrica. O padrão corporal consiste em uma série de 11-25 manchas dorsolaterais marrom-escuras ou pretas que podem ser trapezoidais, triangulares, subtriangulares ou em forma de fone de ouvido, que se alternam ou se opõem na linha média do corpo.

Comentários: Fêmeas sexualmente maduras são maiores e mais pesadas do que machos sexualmente maduros.

Figura 11 . *Bothrops pauloensis* de Alcinópolis, Mato Grosso do Sul.



Foto: Nelson Rufino de Albuquerque

***Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758), Fig. 12**

Comprimento: Pode atingir 1,9 m, embora a maioria dos exemplares alcance no máximo 1,5 m de comprimento.

Identificação: o o padrão de coloração desta espécie é bastante variável, com a cor de fundo variando de marrom-escuro, marrom-acinzentado, marrom-avermelhado, vermelho-bronzeado, cinza-pálido, bronzeado-rosado até quase preto. Os exemplares possuem 18 a 32 manchas com forma rômica ou de diamante sobre o dorso do corpo. A ponta da cauda consiste de um chocalho (guizo), o que por si só torna esta espécie distinta de qualquer outra serpente no Brasil.

Comentários: serpente terrestre com um corpo robusto. Com exceção de *Crotalus catalinensis*, endêmica da ilha de Santa Catalina no Golfo da Califórnia, o chocalho está presente em todas as espécies de cascavéis. Cada anel do chocalho representa uma troca de pele, de modo que a sucessão de trocas produz um apêndice que consiste em uma série de segmentos interconectados que fazem um ruído audível quando vibrados. Considerando que as serpentes podem trocar de pele mais de uma vez ao longo do ano, é incorreto afirmar que o número de anéis representa a idade da cascavel. Os machos adultos são ligeiramente maiores que as fêmeas.

Figura 12 . *Crotalus durissus* do Biotério da UCDB, Campo Grande, MS (A-B). Note o chocalho na extremidade posterior da cauda em ambos os espécimes.



Fotos: Carlos Eduardo Moura Marques^a, Nelson Rufino de Albuquerque^b

Família Colubridae

As demais espécies de serpentes registradas para Mato Grosso do Sul não produzem toxinas ou produzem toxinas de efeito moderado (com essas últimas possuindo denticção opistóglifa). O número exato de acidentes causados por essas espécies é desconhecido, pois os registros de acidentes ofídicos disponíveis no SINAN Net para o estado referem-se apenas às espécies de *Bothrops*, *Crotalus* e *Micrurus*, sendo as demais classificadas como Ign/Brancas ou Não Peçonhentas. Entretanto, acidentes com as espécies opistóglifas *Hydrodynastes gigas*, *Philodryas olfersii*, *Dryophylax chaquensis* (Fig. 13 A-C) e com a espécie áglifa *Xenodon merremii* (Fig. 13 D) já foram registrados em outros estados, o que indica a possível subnotificação de acidentes com essas espécies em Mato Grosso do Sul.

Figura 13. *Hydrodynastes gigas* (A), *Philodryas olfersii* (B), *Dryophylax chaquensis* (C) e *Xenodon merremii* (D) em Corumbá, MS.



Fotos: Nelson Rufino de Albuquerque

Chave para identificação de serpentes peçonhentas das famílias Elapidae e Viperidae que ocorrem no Brasil

Uma espécie pode ser identificada como pertencente aos gêneros *Crotalus*, *Bothrocophias*, *Bothrops*, *Lachesis* (Fig. 14), *Micrurus* e *Leptomicrurus* através da seguinte chave de identificação:

1. Fosseta loreal presente (Fig. 3)2
- 1.1 Fosseta loreal ausente4
2. Cauda com chocalho (Fig. 12)*Crotalus*
- 2.1. Cauda sem chocalho3
3. Extremidade da cauda com escamas lisas; escamas corporais quilhadas mas não em forma de tubérculos (Fig. 8-12)
..... *Bothrocophias* e *Bothrops*
- 3.1. Extremidade da cauda com escamas eriçadas; escamas corporais quilhadas e em forma de tubérculos, semelhantes à casca da jaca (Fig. 14)*Lachesis*
4. Dentições áglifa ou opistóglifa (Fig. 1A-B); podem apresentar um arranjo de anéis coloridos
não peçonhenta ou causadora de envenenamento moderado
- 4.1 Dentição proteróglifa (Fig. 1C); geralmente possuem um arranjo de anéis coloridos
Leptomicrurus e *Micrurus*

Figura 14. A surucucu-pico-de-jaca (*Lachesis muta*) pode alcançar mais de 3 m de comprimento, o que a torna a maior serpente peçonhenta encontrada no Brasil. É uma espécie típica das regiões florestadas da Amazônia e da mata atlântica. O exemplar abaixo foi fotografado na Floresta Estadual de Tapauá, Amazonas.



Fotos: Paulo Sérgio Bernarde

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Alessandher Piva, Carlos Eduardo de Moura Marques, Franco Leandro de Souza, Henrique Caldeira Costa, Nelson Jorge da Silva Jr., Paulo Sérgio Bernarde e Sarah Mângia, que gentilmente nos cederam algumas das fotos utilizadas neste capítulo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALBUQUERQUE, N. R.; SILVA, R. H. M. Biologia e identificação das serpentes. In: ALBUQUERQUE, N. R. (org.). **Manual de identificação das serpentes peçonhentas de Mato Grosso do Sul**. 1 ed. Campo Grande: Editora UFMS, 2022. p. 10-37.

BERNARDE, Paulo Sérgio. **Serpentes peçonhentas e acidentes ofídicos no Brasil**. Curitiba: Anolis Book, 2014. 224 p.

BOOTH, Warren; SCHUETT, Gordon W. Molecular genetic evidence for alternative reproductive strategies in North American pitvipers (Serpentes: Viperidae): long-term sperm storage and facultative parthenogenesis. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 104, n. 4, p. 934-942, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01782.x>

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação** - Sinan Net, 27 ago. 2024. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/animaisms.def>. PDF. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRAZIL, Vital. **A defesa contra o ophidismo**. São Paulo: Pocal & Weiss, 1911. 152 p.

BUCARETHI F. *et al.* Bites by coral snakes (*Micrurus* spp.) in Campinas, State of São Paulo, Southeastern Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 48, 141-145, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0036-46652006000300005>

CARDOSO, João Luiz Costa *et al.* **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2009. 488 p.

CARVALHO, P. S. *et al.* Snakes of Campo Grande municipality, Mato Grosso do Sul state, Central Brazil. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 321-328, 2018.

CERON, K. *et al.* Epidemiology of snake envenomation from Mato Grosso do Sul, Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 9, p. 1-14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009737>

CHRISTENSEN C. B. *et al.* Hearing with an atympanic ear: good vibration and poor sound-pressure detection in the royal python, *Python regius*. **Journal of Experimental Biology**, v. 215, n. 2, 331-342, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.062539>

CLARK, Rulon W. Diet of the Timber Rattlesnake, *Crotalus horridus*. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 3, p. 494-499, Sep. 2002. DOI: <https://doi.org/10.2307/1566196>

CORREIA, J. M. *et al.* Poisoning due to *Philodryas olfersii* (Lichtenstein, 1823) attended at Restauração Hospital in Recife, State of Pernambuco, Brazil: case report. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 3, p. 336-338, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86822010000300025>

FONSECA, F. Animais Peçonhentos. **Empresa Gráfica da Revista dos Tribunais**, São Paulo, p. 1-376, 1949. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.104405>

GUEDES, T. B., ENTIAUSPE-NETO, O., COSTA H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Herpetologia Brasileira**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 56-161, 2023.

INSTITUTO VITAL BRAZIL (org.). **A defesa contra o Ophidismo: 100 anos depois: comentários**. Instituto Vital Brazil; Casa de Vital Brazil; Fundação Butantan. Niterói: Instituto Vital Brazil, 2011. 108 p (Edição Comemorativa 'A Defesa contra o ofidismo').

KEYLER, D. E. *et al.* Local envenomation from the bite of a juvenile false water cobra (*Hydrodynastes gigas*; Dipsadidae). *Toxicon*, v. 111, 58-61, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2015.12.015>

LEVINE, Brenna A.; SCHUETT, Gordon W.; BOOTH, Warren. Exceptional long-term sperm storage by a female vertebrate. **PLoS One**, v. 16, n. 6, p. e0252049, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252049>

MAHLER, D. L.; KEARNEY, M. The palatal dentition in squamate reptiles: morphology, development, attachment, and replacement. **Fieldiana Zoology**, v. 2006, n. 108, 1-61, 2006. DOI: [https://doi.org/10.3158/0015-0754\(2006\)108\[1:TPDISR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3158/0015-0754(2006)108[1:TPDISR]2.0.CO;2)

MARQUES, O. A. V.; PIZZATTO, L.; SANTOS, S. M. A. Reproductive strategies of New World coral snakes, genus *Micrurus*. **Herpetologica**, v. 69, n. 1, 58-66, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-12-00091>

MONTEIRO, C. *et al.* Feeding, reproduction, and morphology of *Bothrops matogrossensis* (Serpentes, Viperidae, Crotalinae) in the Brazilian Pantanal. **Journal of Herpetology**, v. 40, n. 3, 408-413, 2006. DOI: [https://doi.org/10.1670/0022-1511\(2006\)40\[408:FRAMOB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1670/0022-1511(2006)40[408:FRAMOB]2.0.CO;2)

MOURA, Mário Ribeiro de *et al.* O relacionamento entre pessoas e serpentes no leste de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 133-141, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400018>. Acesso em: 26. fev. 2025.

NASCIMENTO, Lywouty Reymond de Souza. *et al.* Integrative taxonomy of *Micrurus ibiboboca* (Merrem, 1820) (Serpentes, Elapidae) reveals three new species of coral snake. **Systematics and Biodiversity**, v. 22, n. 1, p. 2315958, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/14772000.2024.2315958>

NOGUEIRA, C.; SAWAYA, R. J.; MARTINS, M. Ecology of *Bothrops moojeni* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) in the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 4, p. 653-659, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2307/1565988>

NOGUEIRA, Cristiano C. *et al.* Atlas of Brazilian snakes: verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. **South American Journal of Herpetology**, v. 14, n. sp1, p. 1-274, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-19-00120.1>

PESSOA, A. M.; FEITOSA, D. T.; SILVA, N. J. Avaliação dos acidentes causados por cobras corais no Brasil. **Estudos**, Goiânia, v. 42, n. 4, e561-574, 2015.

PINHEIRO, Iury Venâncio *et al.* Perfil epidemiológico dos acidentes por animais peçonhentos notificados no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, no período de 2010 a 2019. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, Três Lagoas/MS, v. 12, n. 1, p. 217-234, 2021.

PINHO, F. M. O.; PEREIRA, I. D. Ofidismo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 24-29, Mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-42302001000100026>.

POPE, Clifford H. Fatal bite of captive African rear-fanged snake (*Dipholidus*). **Copeia**, v. 1958, n. 4, p. 280-282, 1958.

ROBLE, Gordon S.; GILLESPIE, Virginia; LIPMAN, Neil S. Infectious disease survey of *Mus musculus* from pet stores in New York City. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**, v. 51, n. 1, p. 37-41, 2012.

SANTOS, M. C. *et al.* **Serpentes de interesse médico da Amazônia: biologia, venenos e tratamento de acidentes**. Manaus: UA/ SESU, 1995. 70 p.

SANTOS-COSTA, M. C.; OUTEIRAL, A. B.; D'AGOSTINI, F. M.; CAPPELLARI L. H. Envenomation by the neotropical colubrid *Boiruna maculata* (Boulenger, 1896): a case report. **Revista do Instituto de Medicina Tropical, São Paulo**, v. 42, n. 5, 283-286, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0036-46652000000500008>

SILVA JR. N. J.; PIRES, M. G.; FEITOSA, D. T. Diversidade das cobras corais do Brasil. In: SILVA JR., N. J. (org.). **As cobras corais do Brasil: Biologia, Taxonomia, Venenos, Envenenamentos**. 1. ed. Goiás: PUC, 2016. p. 71-160.

SILVA JR. N. J. *et al.* (org.). **Advances in coralsnake biology: with an emphasis on South America**. Utah: Eagle Mountain Publishing, 2021. p. 775.

SIMÕES, B. F. *et al.* Visual pigments, ocular filters and the evolution of snake vision. **Molecular Biology and Evolution**, v. 33, n. 10, p. 2483-2495, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/molbev/msw148>

VALDUJO, P.H. *et al.* Ecology of *Bothrops neuwiedi pauloensis* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) in the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 2, 169-176, 2002. DOI: <https://doi.org/10.2307/1565988>

VALENCIA, J. H.; GARZÓN-TELLO, K.; COGĂLNICEANU, D. Male-male combat in the coralsnake *Micrurus mipartitus decussatus* (Duméril *et al.*, 1854) (Squamata: Elapidae). *Herpetology Notes*, v. 13, 329-332, 2020.

VAN DOORN, K.; SIVAK, J. G. Blood flow dynamics in the snake spectacle. **Journal of Experimental Biology**, v. 216, n. 22, 4190-4195, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.093658>

VEST, D. K. Envenomation following the bite of a wandering garter snake (*Thamnophis elegans vagrans*). **Clinical Toxicology**, v. 18, n. 5, p. 573-579, 1981. DOI: <https://doi.org/10.3109/15563658108990284>

CAPÍTULO VIII

SERPENTES E A SUA TOXINOLOGIA

Alynnne Coelho Ribeiro, Walter Mateus Schneider Blema

Toxicologia e toxinologia

Toxicologia é uma área das ciências biológicas que estuda compostos bioquímicos considerados tóxicos, bem como seus efeitos sobre os organismos vivos, seu uso e composição (DORTA, 2018). Um exemplo é o uso e estudo de metais pesados ou compostos proteicos nocivos. Esta ciência abrange diversas áreas de estudo, incluindo toxicologia experimental, toxicologia forense, toxinologia e outras (DORTA, 2018). Em especial, a toxinologia estuda as toxinas naturais de todos os seres vivos, como peçonhas, venenos, micotoxinas, toxinas botulínicas e outras.

A toxinologia de serpentes estuda os compostos proteicos que são sintetizados na glândula de peçonha e a sua ação no organismo, para que seja possível identificar possíveis tratamentos em casos de envenenamento com serpentes (RANGEL; BERNARDES, 2021).

Alguns estudos exploram os compostos proteicos e os utilizam para estudar possíveis fármacos que podem surgir de peçonhas ou outras toxinas, como o Captopril, um fármaco anti-hipertensivo derivado de um peptídeo da toxina de *Bothrops jararaca*, descoberto em 1965 no Brasil, e amplamente utilizado para tratar hipertensão (VILARINHO; DE SOUSA GONÇALVES, 2024). Esse peptídeo potencializa a bradiginina e tem atividade que inibe a conversão de angiotensina (VILARINHO; DE SOUSA GONÇALVES, 2024). Dentre os peptídeos encontrados no veneno de *Bothrops jararaca*, o menor deles foi selecionado para testes

posteriores, um penta peptídeo, que apresentou atividade anti-hipertensiva e logo foi patenteado pela Bristol-Myers Squibb (HEEL *et al.*, 1980). Outro fármaco igualmente conhecido é o Ozempic®, que veio da peçonha de *Heloderma suspectum*, o monstro-de-gila, e é usado principalmente para tratar diabetes tipo 2 (TRABULSI *et al.*, 2023). Mais tarde, foi modificado para produzir um novo fármaco para tratar obesidade, o Wegovy. Ambas são baseadas na semaglutina, que auxilia na perda de peso, principalmente em casos de obesidade, causando sensação de saciedade após liberação de um hormônio chamado GLP1 (TRABULSI *et al.*, 2023). Dessa forma, a linha de pesquisa que estuda toxinas animais é conhecida e utilizada mundialmente. Além disso, apresenta inúmeras possibilidades para novos fármacos e novos estudos atualmente sendo explorados (LOPES *et al.*, 2020; NEUMANN *et al.*, 2023).

Ofidismo

O ofidismo é um acidente causado pela picada de uma serpente que causa distúrbios fisiológicos nos indivíduos afetados, podendo causar sérios problemas clínicos já registrados, como hemorragias, processos trombolíticos, inflamações, necroses e outros (PINHO; PEREIRA, 2001). Das espécies peçonhentas de interesse médico no Brasil, há duas famílias, Viperidae e Elapidae. Os acidentes mais comuns no Brasil, segundo o Ministério da Saúde, são divididos em 4 tipos, a saber:

- Acidente botrópico (causado por serpentes do gênero *Bothrops*, as jararacas).
- Acidente crotálico (causado por serpentes do gênero *Crotalus*, as cascavéis).
- Acidente laquétrico (causadas por serpentes do gênero *Lachesis*, as surucucus).

- Acidente elapídico (causadas por serpentes do gênero *Micrurus*, as cobras corais).

O ofidismo foi declarado uma emergência médica tropical negligenciada pela Organização Mundial da Saúde (OMS). De acordo com a OMS os acidentes com serpentes peçonhentas foram incluídos na lista das 20 doenças tropicais negligenciadas (DTNs) em 2017 (GUTIÉRREZ *et al.*, 2017). O ofidismo compartilha o título de Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs) com doenças como raiva, hanseníase, tracoma, doença de Chagas e outras.

Atualmente, os acidentes ofídicos afetam pessoas em todo o mundo. Devido ao número de acidentes, o dia 19 de setembro se tornou o dia internacional de atenção aos acidentes ofídicos (CEVAP, 2023). Apesar disso, os acidentes ofídicos são hoje muito conhecidos, cenário que não era comum em décadas passadas, o que gerava medo e preocupação com esses animais. Pesquisas mostram que o dia internacional dos acidentes ofídicos reduziu o número de casos, tendo em vista que ganhou mais repercussão e preocupação em diferentes partes do mundo (CEVAP, 2023). Outro fator determinante para o tratamento dos acidentes ofídicos foi a criação do soro antiofídico, utilizado no Brasil a partir de 1901, responsável por tratar inúmeras pessoas todos os anos. A criação do soro e sua distribuição favoreceram as chances de tratamento dos acidentes.

Epidemiologia dos acidentes com serpentes brasileiras

A epidemiologia é uma ciência que estuda a distribuição e a causa de doenças e eventos relacionados à saúde em populações humanas, propondo medidas para prevenir, controlar ou erradicar doenças e fornecendo indicadores para o planejamento e avaliação de ações de saúde. É um setor essencial em hospitais, pois é fundamental para entender os problemas de saúde e como eles se distribuem em uma determinada es-

tação, região e ano (BARRETO, 2002). Portanto, a epidemiologia dos acidentes ofídicos é importante porque mostra a distribuição, a frequência e os fatores de risco associados às serpentes peçonhentas na região, e pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e tratamento (BOCHNER; STRUCHINER, 2003). No Brasil, os acidentes ofídicos causam impacto na saúde pública, principalmente em áreas rurais e regiões tropicais e subtropicais, onde a interação entre humanos e serpentes é mais comum (BOCHNER; STRUCHINER, 2003). Segundo BRASIL (2025), foram notificados no Brasil, em 2023, 32.240 acidentes com serpentes, com 140 óbitos. Destes 32.240 casos notificados, em 4.353 não foi possível identificar a serpente, sendo estes notificados como ignorados ou em branco. Isto ocorre porque a ficha de notificação de acidentes com animais peçonhentos solicita uma breve identificação da serpente, que caso isso não seja possível, a única forma de preenchimento da ficha é marcando a opção ignorado ou em branco (Fig. 1).

Figura 1. Ficha de notificação de acidentes com animais peçonhentos disponibilizado pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Relatório Acadêmico do Aluno
Instituto de Ensino Superior

SINAN
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACADÊMICO

Nº _____

ACIDENTES POR ATIVIDADES PEDAGÓGICAS

CASO CONFORME: Paciente em tratamento ambulatorial ou em internação hospitalar por uma das seguintes condições: acidente vascular cerebral ou sua seqüela ou risco, ou lesão lesões necessitando de acompanhamento de rotina para controle de risco.

1 Terceira Matulhagem

4 UF (Município de Matulhagem)

5 Nome do Paciente

10 Unidade **11** **12** **13** **14** **15** **16** **17** **18** **19** **20** **21** **22** **23** **24** **25** **26** **27** **28** **29** **30** **31** **32** **33** **34** **35** **36** **37** **38** **39** **40** **41** **42** **43** **44** **45** **46** **47** **48** **49** **50** **51** **52** **53** **54** **55** **56** **57** **58** **59** **60** **61** **62** **63** **64** **65** **66** **67** **68** **69** **70** **71** **72** **73** **74** **75** **76** **77** **78** **79** **80** **81** **82** **83** **84** **85** **86** **87** **88** **89** **90** **91** **92** **93** **94** **95** **96** **97** **98** **99** **00** **01** **02** **03** **04** **05** **06** **07** **08** **09** **10** **11** **12** **13** **14** **15** **16** **17** **18** **19** **20** **21** **22** **23** **24** **25** **26** **27** **28** **29** **30** **31** **32** **33** **34** **35** **36** **37** **38** **39** **40** **41** **42** **43** **44** **45** **46** **47** **48** **49** **50** **51** **52** **53** **54** **55** **56** **57** **58** **59** **60** **61** **62** **63** **64** **65** **66** **67** **68** **69** **70** **71** **72** **73** **74** **75** **76** **77** **78** **79** **80** **81** **82** **83** **84** **85** **86** **87** **88** **89** **90** **91** **92** **93** **94** **95** **96** **97** **98** **99** **00** **01** **02** **03** **04** **05** **06** **07** **08** **09** **10** **11** **12** **13** **14** **15** **16** **17** **18** **19** **20** **21** **22** **23** **24** **25** **26** **27** **28** **29** **30** **31** **32** **33** **34** **35** **36** **37** **38** **39** **40** **41** **42** **43** **44** **45** **46** **47** **48** **49** **50** **51** **52** **53** **54** **55** **56** **57** **58** **59** **60** **61** **62** **63** **64** **65** **66** **67** **68** **69** **70** **71** **72** **73**

[illegible]

Além disto, quando se trata de acidentes com serpentes, a soroterapia é de suma importância para a sobrevivência do paciente quando se trata dos gêneros *Bothrops*, *Crotalus*, *Micrurus* e *Lachesis* (VAZ *et al.*, 2020). Destes 32.240 casos de 2023, 1.185 foram submetidos à soroterapia, enquanto 2.249 não foram, e 919 foram notificados como “ignorados” nesta opção. Esses dados refletem a situação dos hospitais brasileiros, considerando que nem todos têm acesso à soroterapia específica para acidentes com determinado gênero de serpente (VAZ *et al.*, 2020). Apesar disso, tanto o Instituto Butantan, o Instituto Vital Brazil e a Fundação Ezequiel Dias produzem soros antiofídicos e os distribuem através do Sistema Único de Saúde (SUS), buscando estudar os acidentes com cada gênero de serpente em determinadas regiões do Brasil e disponibilizando a soroterapia com logística (AZEVEDO *et al.*, 2020; CUNHA, 2017). Ainda, segundo BRASIL (2025), entre 2010 e 2023, foram notificados 419.522 acidentes envolvendo serpentes no Brasil, dos quais 1.687 resultaram em óbito (Fig. 2). Destes acidentes, a grande maioria corresponde ao gênero *Bothrops*, responsável por 70,67% dos acidentes, seguida pelo gênero *Crotalus*, com 8,12% e espécies não peçonhentas com 6,18% (Fig. 3). O gênero *Micrurus* corresponde a 0,92% dos acidentes, enquanto *Lachesis* corresponde a 2,13% dos acidentes, sendo a minoria dos casos de acidentes envolvendo serpentes peçonhentas (Fig. 3).

Figura 1. Acidentes com serpentes por ano no Brasil entre os anos de 2010 e 2023.

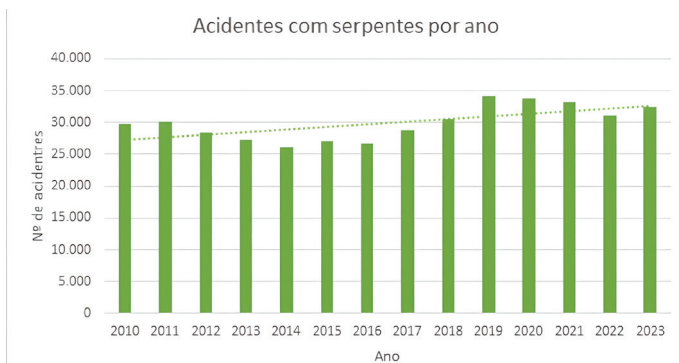
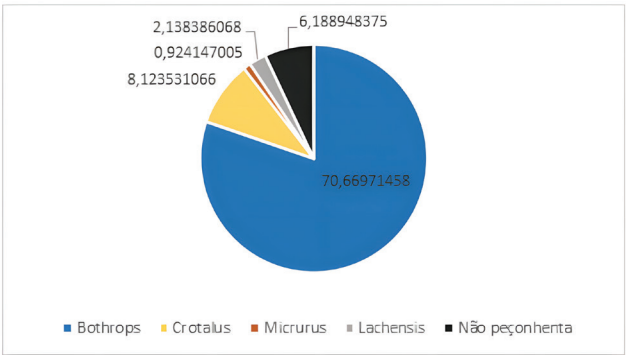


Figura 2. Porcentagem de acidentes com serpentes dos gêneros *Bothrops*, *Crotalus*, *Micrurus*, *Lachesis* e serpentes não peçonhentas entre os anos de 2010 e 2023 no Brasil.



Considerando os dados acima, é possível observar a epidemiologia dos acidentes envolvendo serpentes peçonhentas. Ao comparar a localização dos acidentes, observa-se maior índice de acidentes no Amazonas, Bahia, Maranhão, Minas Gerais, Pará e São Paulo, todos com mais de 20 mil acidentes no período de 2010 a 2023 (Fig. 4). Por fim, também é possível observar a epidemiologia de cada gênero separado, o que é uma informação importante para o estudo dos casos e da distribuição de cada antiveneno (Fig. 5).

Figura 4. Distribuição geográfica dos acidentes com serpentes no Brasil de 2010 a 2023.

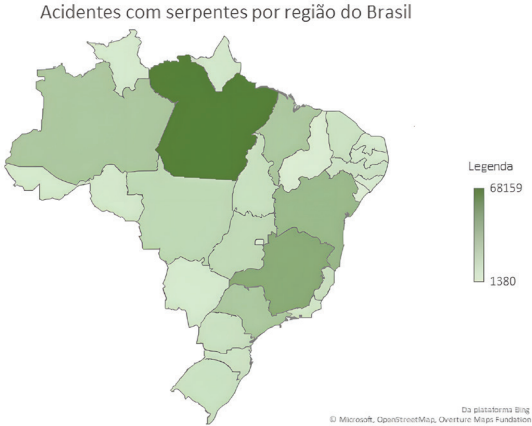
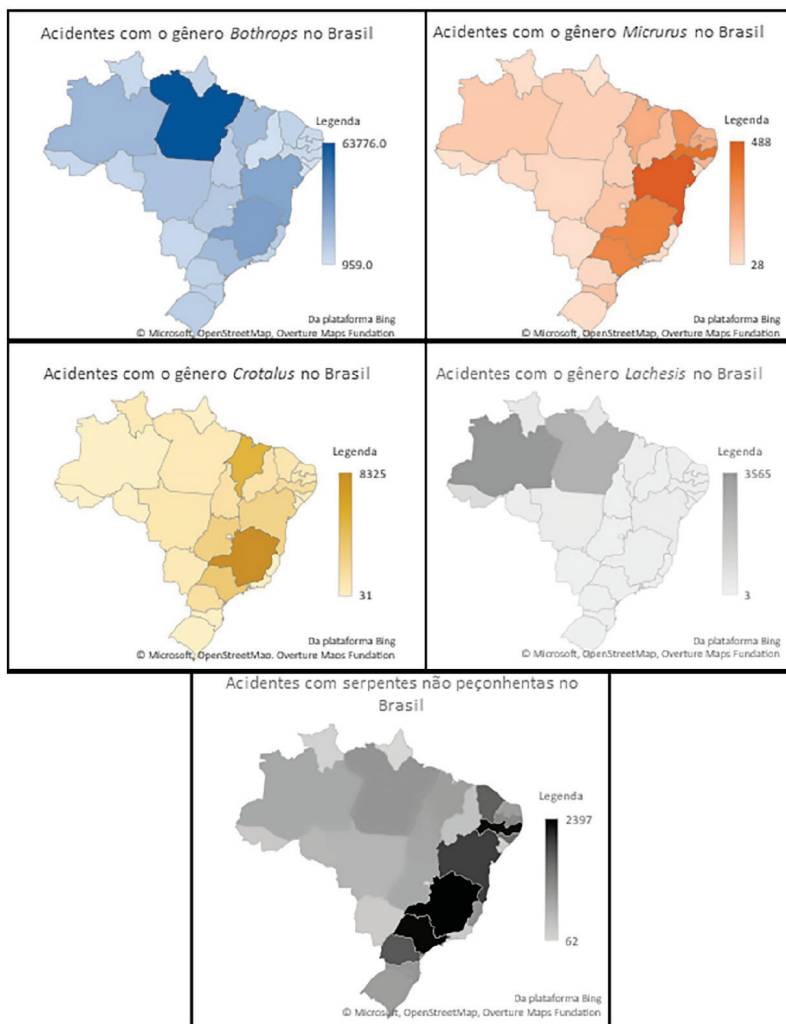


Figura 5. Distribuição geográfica dos acidentes com serpentes dos gêneros *Bothrops*, *Crotalus*, *Micrurus*, *Lachesis* entre os estados do Brasil no período de 2010 a 2023.



Soroterapia

Em 1895, a terapia contra picadas de cobra foi iniciada pelo médico francês Albert Calmette no Instituto Pasteur na Indochina. Suas descobertas foram essenciais para o desenvolvimento de soros em todo o mundo, inclusive no Brasil. As picadas de cobra são uma ameaça global, com aproximadamente 2,7 milhões de pessoas afetadas por ano. Devido à recorrência de casos e à gravidade da situação, foi necessário criar uma terapia de soro. (WILLIAMS *et al.*, 2019). No Brasil, o soro antiofídico foi usado pela primeira vez em 1901 pelo Instituto Butantan, o maior produtor de vacinas e soros da América Latina (BRAZIL *et al.*, 2011; CUNHA, 2017). O soro é produzido pela injeção de pequenas quantidades do antígeno específico em cavalos. Imediatamente após a imunização, o plasma sanguíneo é coletado e purificado (RODRIGUES *et al.*, 2024).

No Brasil, temos cinco tipos de soros antiofídicos: antibotrópico, antielapídico, anticrotálico, além de dois soros com anticorpos para mais de um gênero de serpente, o antibotrópico + anticrotálico e o antibotrópico + antilaquético. Por isso, muitas vezes é importante saber o tipo de serpente que causou o acidente, para que o tratamento possa ser específico e rápido (DE ANDRADE FILHO, 2015).

Os soros são distribuídos pelo SUS com o objetivo de garantir que todos os sistemas públicos de saúde tenham acesso ao tratamento (BRASIL, 2023).

Aparato inoculador

Algumas serpentes são peçonhentas justamente por possuírem um aparato específico para inocular a toxina que produzem. Todos os animais peçonhentos possuem glândulas específicas para a sua síntese,

por isso a maioria dos componentes acaba sendo de origem proteica, como no caso das abelhas do gênero *Apis*, cujos principais componentes são enzimas e peptídeos (RESENDE, 2023).

Em serpentes peçonhentas, o veneno é produzido por uma glândula específica que, em espécies não peçonhentas, é responsável pela produção de saliva. Acredita-se que esse órgão específico tenha se diferenciado em um órgão produtor de toxinas conhecido como glândula de Duvernoy. Além dessa glândula, as presas contêm sulcos superficiais ou um canal fechado para a condução e inoculação de toxinas (RESENDE, 2023).

As serpentes também podem ser classificadas pelo seu tipo de dentição, que é classificado em áglifa, opistóglifa, proteróglifa e solenóglifa (RESENDE, 2023). Nenhuma serpente áglifa (e.g., sucuri *Eunectes murinus*) produz toxinas ou é peçonhenta, pela ausência dos sulcos nas presas (CARDOSO *et al.*, 2003). Serpentes que possuem presas opistóglifas (e.g., cobra-de-cipó verde *Philodryas nattereri*) são conhecidas por produzirem toxinas leves, capazes de paralisar pequenos roedores e anfíbios, embora alguns casos de envenenamento humano também tenham sido registrados (POMMIER; DE HARO, 2007). As presas proteróglifas e solenóglifas são as mais estudadas e representam a maioria das serpentes peçonhentas relatadas, pois são os tipos capazes de produzir toxinas potencialmente perigosas, ou seja, mortais, e representam um problema tanto de saúde pública quanto de saúde animal (CARDOSO *et al.*, 2003; RESENDE, 2023). No entanto, aquelas com dentição proteróglifa (e.g., cobras-corais verdadeiras *Micrurus* spp.) podem possuir comportamento pouco agressivo, sendo responsáveis por poucos acidentes ofídicos registrados no Brasil (DA SILVA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Por fim, a dentição do tipo solenóglifa (e.g., jararaca *Bothrops matogrossensis*) é caracterizada pela presença de presas grandes com sulco central, parcialmente cobertas por pele e que podem ser substituídas por presas de reposição. As jararacas do gênero *Bothrops* são as maiores causadoras

de acidentes que resultam em mortes no Brasil, segundo BRASIL (2025). O gênero *Bothrops* foi responsável por aproximadamente 66,91% dos acidentes no Brasil em 2023, sendo a jararaca, como representante das serpentes com denteção solenóglifa, no Brasil. Por outro lado, o gênero *Crotalus*, as cascavéis, correspondem 8,16% dos acidentes ofídicos em 2023, segundo BRASIL (2025).

Portanto, aproximadamente 80% dos acidentes ofídicos estão associados a serpentes com denteção específica.

Infecção secundária

Uma infecção secundária é o resultado de contaminação ou doença que levará à infecção devido a fatores externos não relacionados à infecção primária. Por exemplo, temos casos de pneumonia bacteriana, que só se desenvolve como resultado da gripe, mas não se desenvolve junto com a gripe, mas sim depois, como resultado (PORTO, 2021). No caso de picadas de cobra, são relatados casos de infecção secundária como resultado de bactérias encontradas na cavidade oral de cobras. Essas bactérias entram no corpo da vítima e se multiplicam, causando uma infecção (COUTINHO *et al.*, 2023; JORGE, 1990).

A infecção secundária por picada de cobra pode resultar em um agravamento dos acidentes, uma vez que uma infecção exige maior controle, além do conhecimento prévio das possíveis cepas a serem tratadas e observadas, que podem ou não apresentar bactérias multirresistentes (PORTO, 2021). As bactérias observadas nas diferentes espécies apresentaram dissimilaridade entre as amostras dos gêneros coletados, com o gênero *Bothrops* apresentando os maiores resultados em termos de número de espécies (DE FARIA *et al.*, 2016).

As bactérias encontradas na cavidade oral podem ou não vir dos

vertebrados dos quais a serpente se alimenta. Estudos mostraram diferenças nas espécies bacterianas antes e depois que as serpentes se alimentam constantemente (JORGE, 1990).

Estima-se que espécies de bactérias gram-positivas e gram-negativas sejam encontradas na mucosa coletada de serpentes. Muitos estudos estão focados na análise de bactérias cultivadas na microbiota de jararacas, uma vez que elas apresentam um número maior de espécies do que outros gêneros de serpentes (JORGE, 1990).

Além disso, o gênero *Bothrops* demonstrou 37 espécies de bactérias isoladas em estudos que coletaram material somente da cavidade oral. Entretanto, 17 espécies de bactérias foram coletadas em abscessos de pacientes acidentados, evidenciando maior dissimilaridade entre o número de espécies nas cavidades orais e no abscesso dos pacientes (JORGE, 1990). Dentre essas espécies, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis* e bactérias do gênero *Clostridium* estavam presentes nas amostras coletadas da cavidade oral, mas ausentes no abscesso, mostrando que, apesar de apresentarem grande similaridade de amostras, algumas bactérias podem não estar presentes em infecções secundárias (DE FARIA *et al.*, 2016; JORGE, 1990).

Mais de 90 amostras também foram analisadas em Goiás, todas as amostras foram de abscessos coletados e com material bacteriano isolado e apresentaram prevalência de *Morganella morganii*, *Escherichia coli* e *Providencia* sp. Entretanto, nenhuma das cepas mais observadas nas amostras in vivo foi mais abundante nos isolados de mucosas de jararaca (DE FARIA *et al.*, 2016).

Os sintomas de infecção por essas principais bactérias podem variar, sendo observados febre, inflamação, choque, infecção do trato urinário, diarreia, náuseas, vômitos e até mesmo problemas respiratórios em casos de infecção pelas três principais cepas, exigindo tratamento

diferente do que em casos em que apenas o antiveneno é necessário (DE FARIA *et al.*, 2016).

A infecção secundária é um problema no tratamento de acidentes ofídicos, que muitas vezes pioram o quadro do paciente, exigindo atenção das unidades de saúde (DE FARIA *et al.*, 2016; Jorge, 1990).

Uma preocupação destacada em artigos de revisão seria a possibilidade de cepas multirresistentes nos abscessos de pacientes, cuja principal preocupação seriam os efeitos do envenenamento, embora a infecção generalizada ainda fosse uma possibilidade. No entanto, atualmente não há relatos de bactérias multirresistentes na cavidade oral ou em relatos de casos (DE FARIA *et al.*, 2016).

Diferença entre a peçonha de serpentes juvenis e adultas

A diferença na composição da peçonha de serpentes jovens e adultas se diz respeito a importância médica levantada acerca dos acidentes causados por jararacas em fases de desenvolvimento diferente que demonstraram maior letalidade e diferentes aspectos clínicos (ANTUNES *et al.*, 2010).

Entre os estudos realizados anos após os incidentes, descobriu-se que se tratava de uma espécie juvenil do gênero *Bothrops*, que na fase adulta, por se alimentar de animais endotérmicos, ganha coloração escura na cauda na fase adulta (ANDRADE *et al.*, 1996)

Observações pioneiras apontaram para uma espécie de jararaca, na qual o estágio de vida da serpente ainda era desconhecido, por isso acreditava-se em uma nova espécie de jararaca com a ponta da cauda branca. Ela era caracterizada por ter a ponta branca na cauda, o que a diferenciava de outras serpentes, além dos casos clínicos que foram

documentados, como sangramento intenso e alta mortalidade quando picada. Só mais tarde foi demonstrado que a espécie era na verdade uma forma juvenil de jararaca, e que em sua forma juvenil apresentava a ponta branca na cauda devido à sua dieta, que quando adulta ficava escura (ANTUNES *et al.*, 2010).

Surgiu questões sobre os diferentes casos clínicos e a dúvida se a composição e concentração do veneno poderiam variar de acordo com a idade da serpente. O estudo de ANTUNES (2010) focou na caracterização de compostos coletados de ambas as serpentes em diferentes estágios de vida, considerando os principais compostos encontrados na toxina. O objetivo foi direcionar um estudo que comprovasse a necessidade de manipulação de serpentes juvenis para a síntese de antiveneno, pois, com o resultado, foi possível avaliar que juvenis de *Bothrops jararaca* apresentam maior efeito coagulante, capaz de causar trombos, do que o veneno de serpentes adultas.

Além disso, os resultados referentes aos compostos inorgânicos não apresentaram diferenças significativas, enquanto compostos de origem proteica, como a fosfolipase A2 (PLA2), apresentaram diferença significativa aproximadamente duas vezes maior em serpentes juvenis. Entretanto, apenas alguns compostos apresentaram diferenças em sua concentração, enquanto outros continuaram obtendo a mesma atividade e concentração.

Entretanto, o veneno de *Bothrops jararaca* juvenil foi menos letal que o de adultos, mas o soro antiveneno ainda apresentou menor capacidade de neutralização. As amostras coletadas obtiveram resultados esperados em sua caracterização, portanto, parte dos resultados apresentaram similaridade devido à composição química semelhante de ambas as amostras, obtendo perfil proteico semelhante em vários pontos e em quantidades semelhantes.

Entretanto, as dissimilaridades comprovaram que pequenas alterações na composição podem diferenciar a forma ativa do veneno, uma vez que, em diferentes fases da vida, as serpentes podem conter composição diferente, sendo um possível fator a transcrição de genes para formação do conteúdo proteico nas glândulas de veneno, que pode ser modificado ao longo da vida.

Outras questões foram levantadas e estudadas ao longo dos anos, uma delas é se as cobras juvenis não têm controle total sobre a liberação do veneno e, devido a esse fator, injetam mais veneno do que o necessário para capturar alimentos, por exemplo. Serpentes adultas têm, em tese, maior controle sobre a inoculação de seu veneno. Esse fato foi descartado por outros estudos que provaram que a idade da serpente não diferencia sua inoculação, mas sim o objetivo, como o tipo de presa ou o tamanho dela (HAYES, 1995). Isso provou que cobras jovens podem controlar a quantidade de toxina inoculada dependendo não da idade da cobra, mas sim do tamanho e tipo de presa (HAYES, 1995).

Outro fator determinante para a quantidade de veneno inoculado é a espécie de serpente, que já foi comprovadamente um fator variável. A dieta de serpentes jovens é baseada em animais ectotérmicos, enquanto serpentes adultas se alimentam de pequenos roedores. Essa diferença pode ser uma das razões para as diferenças na composição de suas glândulas de veneno. (GIBBS, 2011).

A dieta interfere radicalmente nos compostos e concentrações observados no veneno, processo mais comumente observado em animais venenosos, mas que também afeta animais peçonhentos (ANDRADE; ABE, 1999).

Portanto, serpentes juvenis têm a mesma capacidade de inoculação que os adultos, comportamento observado em ambos os estágios, porém, sua composição pode variar, de acordo com a idade e dieta do indivíduo.

Primeiros socorros e prevenção

Acidentes ofídicos são comuns em muitas regiões do Brasil. Devido às invasões humanas em áreas rurais, os acidentes ofídicos estão se tornando mais comuns, sendo observados casos de acidentes ofídicos também em áreas urbanas. O grupo de pessoas mais afetadas por esses acidentes são os trabalhadores e moradores de áreas rurais, que, em contato frequente com florestas densas ou áreas mais afastadas dos grandes centros, acabam se deparando com mais serpentes, que geralmente vivem em áreas rurais mais remotas (CARVALHO; NOGUEIRA, 1998). Vale ressaltar que os acidentes ofídicos podem ser prevenidos e devem ser remediados. (BOCHNER; STRUCHINER, 2003; FEITOSA *et al.*, 1997).

Quanto ao forrageamento, as serpentes podem ser divididas em serpentes ativas ou “senta-e-espera” (OLIVER, 2014). Em geral, a maioria dos acidentes ocorre com serpentes “senta-e-espera”, como as serpentes do gênero *Bothrops*, que se escondem enquanto esperam por comida e acabam se defendendo ao encontrar um predador. Além disso, acidentes com serpentes ativas são menos comuns, como no caso das cobras-corais, mas são igualmente perigosas (STRAUCH, 2018).

Serpentes do tipo “senta-e-espera”, como as do gênero *Crotalus*, têm o hábito de atacar presas próximas que não percebem sua presença. Ou seja, acidentes envolvendo essas serpentes geralmente são causados apenas pela proximidade de sua localização. A cascavel é uma serpente consideravelmente grande, com presas ágeis, que após atrair uma presa ou atacar um indivíduo próximo libera uma quantidade adequada de peçonha (HAYES, 1995).

Atualmente, o aumento do número de acidentes pode ser comparado com a distância até as unidades de saúde que distribuem o soro antiofídico, o que é crucial em casos de acidentes (BRASIL, 2023). Além

da urgência médica na aplicação do antiveneno, também é necessário descrever o animal peçonhento para aplicar o antiveneno específico. Em alguns casos, é fácil reconhecê-lo, como no caso das espécies de corais, pois se distinguem por suas cores exuberantes. No entanto, serpentes dos gêneros *Bothrops* e *Crotalus* podem ser confundidas, principalmente em sua fase juvenil, cuja ponta da cauda não possui o guizo que ajuda na diferenciação das espécies de *Crotalus* (NAVA, 2024).

Para evitar acidentes com esses animais, é importante se manter longe deles ou se manter seguro em relação a eles. Por isso, ao se deparar com um desses animais, é importante não o perturbar. Em casos de trabalho, trilhas ou pesquisas de campo, é essencial usar perneiras ou botas com proteção na parte inferior do corpo, para se proteger contra picadas. Além disso, deve-se evitar arbustos, montes de folhas e galhos e ficar equidistante de tocas e afins, essas são medidas essenciais para proteção contra acidentes ofídicos (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Alguns outros fatores também podem ajudar no combate a esses acidentes, como proteger a fauna local, como os marsupiais comuns no Brasil, que se alimentam naturalmente desses animais e garantem seu controle (SANTORI *et al.*, 2012).

Quase imediatamente após o acidente, é de extrema importância manter o indivíduo em repouso, evitando movimentação. Além disso, quando ocorrer um acidente, não aplique garrote ou qualquer tipo de sucção no indivíduo para eliminar parte da toxina inoculada, e não utilize torniquete, pois essa técnica consiste em amarrar um pedaço de tecido ao redor do membro, apertando-o e evitando que a toxina se espalhe pelo resto do corpo. No entanto, esse ato evita que a toxina seja diluída pelo organismo, além de concentrar toda a toxina em uma única região (AVAU *et al.*, 2016; MACHADO, 2018).

Vale lembrar também que um dos sintomas mais conhecidos e do-

cumentados é a necrose (MOURA-DA-SILVA *et al.*, 1996). O bloqueio do fluxo sanguíneo para um determinado membro pode causar danos irreversíveis ao indivíduo, comprometendo seus movimentos e funções.

Lavar o membro lesionado com água e sabão, sem aplicar sais, tabaco, café ou areia, para aliviar a dor ou inflamação. Manter a área limpa é essencial para eliminar microrganismos que podem causar uma infecção secundária no indivíduo (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Após o atendimento inicial em casa, é de extrema importância ir a uma unidade de saúde que possa administrar soro (ISBISTER, 2024). Caso o animal não possa ser identificado, é necessário avisar os profissionais de saúde para que seja aplicado um soro multiuso.

Serpentes exóticas

No Brasil e no mundo, há um problema com o contrabando e a quantidade de espécies exóticas de animais em muitas regiões. Alguns animais, criados como animais domésticos, são contrabandeados e podem causar problemas na região. As serpentes são muito procuradas nessa área, mesmo que sejam peçonhentas.

Para as espécies de serpentes peçonhentas, é essencial ter um profissional capaz de manusear e alimentar esses animais sem causar acidentes ou fuga do animal. No entanto, há registros de serpentes exóticas peçonhentas sendo trazidas ilegalmente para o Brasil, e são frequentes os relatos de acidentes ou fugas desses animais.

Em casos de acidentes, uma característica que preocupa os criadores desses animais é a falta de soro antiveneno específico, já que nenhum dos pontos de distribuição nos postos de saúde está preparado para produzir e aplicar soros para espécies encontradas em

outros países distantes, como é o caso da falta de soro para as espécies de *Naja*, consideradas extremamente letal, nunca encontrada no Brasil de forma natural.

Outro problema do contrabando é a soltura desses animais em outras regiões, o que pode levar ao desequilíbrio ecológico e resultar em mais acidentes, como já foi registrado, inclusive no Brasil.

Em 2020, em Brasília, no dia 7 de julho, um estudante de medicina veterinária foi atacado por uma naja enquanto estava na fazenda de sua família. A naja foi contrabandeada pelo estudante e estava sob seus cuidados.

Originalmente, a naja, da espécie *Naja naja*, é encontrada apenas no sul da Ásia. O caso chamou a atenção pela gravidade do envenenamento e pelo fato de a cobra ser mantida em casa, por ser uma cobra exótica e venenosa. O estudante comunicou aos familiares sobre o acidente, o que possibilitou que recebessem ajuda de profissionais de saúde. No entanto, ao chegar ao posto de saúde, o jovem entrou em coma devido à gravidade do envenenamento.

O antídoto teve que viajar do Instituto Butantan para Brasília, levando ao problema da falta de antídoto específico para a espécie. Isso porque não há relatos de acidentes envolvendo o gênero e, portanto, o soro não é produzido no Brasil, nem redistribuído para uso. O estudante se recuperou e teve que responder na Justiça pelo contrabando da espécie que ele estava criando ilegalmente (TJDFT, 2023).

Compostos bioquímicos das serpentes

A peçonha das serpentes é um coquetel bioquímico constituído principalmente por enzimas, peptídeos e compostos inorgânicos. Por serem animais peçonhentos, sua toxina é derivada principalmente de proteínas, que representam peptídeos e enzimas, biocompostos im-

portantes para o entendimento da fisiopatologia do envenenamento (CHEN *et al.*, 2018).

As toxinas podem variar de acordo com a espécie de serpente ou seu estágio de desenvolvimento, podendo diferenciar compostos ou concentrações, como identificado em serpentes adultas e juvenis, cuja concentração de certos compostos se mostrou diferente (ANTUNES *et al.*, 2010).

Esse coquetel químico é extremamente letal, mesmo em doses muito baixas, como a peçonha da jararaca, que tem dose letal média (DL50) em camundongos de apenas 12,5 mg/kg (SPILLARI *et al.*, 1999). Apesar disso, as toxinas podem reagir de forma diferente em organismos diferentes, afinal, cada toxina é especializado e desempenha papel fundamental na evolução desses animais (BARUA; MIKHEYEV, 2020).

Os principais componentes da peçonha das serpentes variam, por isso os quatro gêneros principais foram separados para apresentar os componentes e destacar suas diferenças e semelhanças.

Bothrops

As jararacas são conhecidas por possuírem uma das peçonhas mais letais, embora sua composição varie, possui componentes de origem majoritariamente proteica (CHEN *et al.*, 2018). As serpentes possuem enzimas e peptídeos de diferentes grupos (GONÇALVES-MACHADO *et al.*, 2016). O biocomposto mais comumente encontrado no veneno das jararacas são as metaloproteinases, enzimas que digerem proteínas encontradas na matriz extracelular, como a collagenase, que interage com o colágeno presente nos tecidos. Em sua maioria, as metaloproteinases são divididas em três grupos mais comumente encontrados na toxina das serpentes, todos pertencentes aos grupos P-I, P-II e P-III das me-

taloproteínases (GONÇALVES-MACHADO *et al.*, 2016.). Sua função pode variar de acordo com a enzima, seu grupo e sua estrutura, em sua maioria, são responsáveis por causar hemorragias, edemas, necrose, fatores anticoagulantes e antiplaquetários (CARDOSO *et al.*, 2003). Outros compostos encontrados na toxina sintetizada pelas jararacas são: fosfolipases tipo A2 e B, CRISP, lectina tipo C, serina proteases, hialuronidase, glutamina ciclase, actina, L-amino oxidase, fator de crescimento e fator de crescimento endotelial vascular. Os principais compostos, além das metaloproteínases, são as fosfolipases, L-amino oxidase e lectina tipo C. Além disso, outros compostos, como a hialuronidase, também são responsáveis por inúmeros sintomas clínicos encontrados, porém, são encontrados em menor porcentagem que os demais compostos (GONÇALVES-MACHADO *et al.*, 2016). Quando comparamos espécies, em geral, os constituintes do veneno não se alteram, porém, há uma dissimilaridade entre a porcentagem de compostos (CASEWELL *et al.*, 2014). Dentre essas características, as metaloproteínases são divididas em três grupos, nos quais a maioria delas são metaloproteínases do tipo P-III, enquanto P-II e P-I são vistas em menor quantidade (GONÇALVES-MACHADO *et al.*, 2016). As metaloproteínases representam de 20% a aproximadamente 55% da composição total do veneno, mas esses números variam muito de espécie para espécie. (SOUSA *et al.*, 2013). Em *Bothrops neuwiedi*, o composto mais abundante é a PLA2 (fosfolipase A2), enquanto as metaloproteínases representam aproximadamente 20,2% para P-III, 4,5% para P-II e 1,5% para P-I. Embora a PLA2 seja o composto mais abundante em certas espécies, é possível analisar que em outras espécies ocorre o oposto. Em *Bothrops jararaca*, a PLA2 representa aproximadamente 3,3% da composição total, enquanto a metaloproteínase P-III representa consideráveis 42,3%. (SOUSA *et al.*, 2013). Essas dissimilaridades acabam gerando diferenças notáveis nos casos clínicos apresentados. Embora o soro antiveneno seja específico para o gênero em questão, algumas serpentes que não estão agrupadas no soro podem

apresentar efeitos diferentes mesmo com a aplicação de anticorpos (ANTUNES *et al.*, 2010).

Crotalus

Cascavéis são serpentes sul-americanas caracterizadas pelo chocalho na extremidade posterior da cauda do animal. Este chocalho simboliza trocas de pele. A única espécie presente no Brasil é *Crotalus durissus*. Cascavéis também são conhecidas por sua toxina, que é conhecida por ser altamente mortal e tóxica. Os constituintes da peçonha são diversos, variando de componentes de origem proteica, como enzimas e peptídeos, a outros constituintes, como íons e moléculas inorgânicas (FRANÇA *et al.*, 2008). Na peçonha de *Crotalus*, existem quatro compostos principais, a maioria dos quais são específicos do gênero, como a crotoxina, a principal toxina, que representa aproximadamente 70% do peso seco do veneno (FRANÇA *et al.*, 2008) A crotoxina é uma enzima responsável por efeitos neurotóxicos e nefrotóxicos, envolvida na redução da liberação de acetilcolina e outros componentes. (FURTADO *et al.*, 2003). A crotoxina é dividida em duas partes, uma subunidade ácida não enzimática denominada crotoxina A e uma subunidade enzimática denominada crotoxina B, na qual é encontrada uma PLA2 do grupo II dependente de Ca^{2+} . A função da crotoxina A é impedir a atividade catalítica da PLA2 enquanto atua como transportadora, levando a enzima até a junção pré-sináptica, com o objetivo de aumentar sua eficácia e toxicidade. (FRANÇA *et al.*, 2008). Além disso, outros compostos são encontrados no veneno de cascavel, dentre eles destaca-se a presença de metaloproteínases do grupo P-II, que em outros casos compreendem a função antiplaquetária e anticoagulante (GUTIÉRREZ; RUCAVADO, 2000) Entretanto, registros indicam que no envenenamento por cascavel, ambos os fatores não são avaliados clinicamente, mas esse fato pode ser devido à baixa concentração em que é encontrado pela avaliação de

seu peso seco. Em contrapartida, a peçonha de *Crotalus* está fortemente ligada a fatores neurotóxicos e nefrotóxicos, podendo afetar os rins e outros órgãos adjacentes, como a bexiga. (CARDOSO *et al.*, 2003).

Lachesis

As surucucus são amplamente distribuídas em áreas de florestas úmidas localizadas perto do Equador, mas *Lachesis muta* é a única espécie do gênero encontrada no Brasil (COSTA; BÉRNILS, 2018). As surucucus pertencem à mesma família das espécies de *Bothrops* e *Crotalus* (POUGH *et al.*, 2003). Porém sua peçonha é mais semelhante ao das jararacas em termos de componentes e concentrações (SANZ *et al.*, 2008). As surucucus, assim como as jararacas, possuem componentes específicos em seu veneno, como metaloproteínases, principalmente do grupo P-III, PLA2 do grupo II, serina proteases, lectina tipo C, componentes inorgânicos como Zn^{2+} , CRISP e fator regulador do crescimento. As metaloproteínases constituem de 32% a 38% do peso seco total do veneno, representando uma atividade antiplaquetária e anticoagulante característica do grupo. Além disso, outros componentes com maior peso são respectivamente as serino proteases com 25% a 31%, a PLA2 do grupo II que corresponde a 9% a 12% do peso seco e a lectina tipo C que corresponde a 4% a 8% do peso total do veneno. Embora a variação entre as espécies seja evidente no gênero *Lachesis*, o fato de apenas uma das espécies ser encontrada em território brasileiro facilita a síntese de um soro antiveneno (SANZ *et al.*, 2008).

Micrurus

As cobras-corais verdadeiras (*Micrurus* spp.) são encontradas em todo o Brasil e são conhecidas pelo seu padrão de coloração característico

e pela letalidade de sua peçonha, embora não causem muitos acidentes (CASTRO, 2019; STRAUCH *et al.*, 2018). A peçonha da *Micrurus* contém diferentes grupos proteicos, como enzimas ou peptídeos, entre eles estão a PLA2 grupo II e a PLB, enzimas envolvidas em processos necróticos e inflamatórios. A PLA2 está presente em maiores quantidades na espécie *M. corallinus*, que compõe 52,2% do peso total. No entanto, um composto comum à espécie brasileira é a proteína 3FTx, uma cardiotoxina semelhante à encontrada nas espécies de *Naja*. A 3TFx é uma toxina que atua em canais iônicos, perturbando o equilíbrio osmótico (CASTRO, 2019). Essa toxina pode representar aproximadamente 20% a 86,4% do peso total dependendo da espécie de *Micrurus*. Outros componentes de maior interesse são: Peptídeo natriurético (0%-2,2%); Metaloproteinases P-III (0,6%-4,3%); L-amino oxidase (0,3%-4,0%). Alguns outros componentes aparecem de forma autônoma e não são compartilhados entre as espécies, como a Lipase A, presente apenas na espécie *M. altirotris*. Portanto, a peçonha das cobras corais possui diversas propriedades, seja com ação nociceptiva, antinociceptiva, inflamatória, anticoagulante ou anticolinesterásica, sendo uma toxina repleta de compostos que promovem essas condições que geralmente diferem muito dependendo da espécie, apesar de ainda conter regiões conservadas em outras espécies em compostos diferentes (DA SILVA *et al.*, 2016).

Aspectos clínicos por envenenamento de serpentes

Acidentes ofídicos causam complicações, muitas vezes graves. Os sintomas podem variar de acordo com a peçonha ou grupo acometido. Outras variáveis incluem o gênero da serpente, uma vez que, à medida que os componentes da peçonha mudam, uma fisiopatologia diferente é evidente (TASOULIS, 2017). Acidentes botrópicos são caracterizados por três patologias principais: inflamatória aguda, hemorrágica e coagulante (CARDOSO *et al.*, 2003; DOS SANTOS *et al.*, 1995). A peço-

nha botrópica é frequentemente descrito como capaz de causar imensa hemorragia e pode causar trombose (CARDOSO *et al.*, 2003). Essa característica se deve às metaloproteinases presentes em sua composição, que são enzimas que atuam nas proteínas da matriz celular. Além disso, a idade da serpente pode alterar o quadro clínico. Serpentes juvenis do gênero *Bothrops* são comumente ligadas à ativação do Fator X e da protrombina, ação pró-coagulante e pouca atividade inflamatória (CARDOSO *et al.*, 2003). Enquanto isso, serpentes adultas do gênero *Bothrops* apresentam maior ação hemorrágica, com inibição da ativação do Fator X e da protrombina. O quadro clínico costuma variar entre lesões como edema extenso, hematomas extensos, sangramento gengival, múltiplos abscessos e necrose profunda. No entanto, são comuns casos com vários sintomas clínicos espalhados por toda a região do corpo, enquanto na região da picada ocorre um processo necrótico, que pode levar à amputação de membros. A infecção secundária também é um fator agravante do quadro clínico, e pode ser diagnosticada quando o paciente passa a apresentar picos frequentes de febre e sinais persistentes de inflamação. São utilizados critérios de gravidade para acidentes botrópicos, que atuam na análise e diferenciação entre leves, moderados e graves de acordo com o tempo de coagulação, localização e agravamento do edema, manifestações locais e manifestações sistêmicas (CARDOSO *et al.*, 2003).

Paralelamente, os acidentes laquéuticos são caracterizados por apresentarem sintomas diversos, entre eles torpor, edema, coagulação exacerbada, podendo obstruir veias, pulmões e rins, além da peçonha ter efeitos neurotóxicos e inflamatórios. Além disso, os acidentes de *Lachesis* são considerados graves, independentemente do tamanho do animal, uma vez que a diferença de veneno e inoculação entre serpentes *Lachesis* jovens e adultas não é perceptível. Em casos de ofidismo com serpentes do gênero *Lachesis*, é comum aplicar muitos frascos de soro antiveneno para controlar a ação dos componentes (CARDOSO *et al.*, 2003).

A hipotensão generalizada causada pelo acidente não desaparece com a aplicação do soro, sendo uma condição permanente que não depende da dose. Os sinais clínicos presentes em ambos os gêneros, *Bothrops* e *Lachesis*, são semelhantes em muitos aspectos, mas o que caracteriza os acidentes de *Lachesis* é a disfagia. O soro antiveneno específico para *Bothrops* não deve ser usado para acidentes de *Lachesis*, uma vez que a dessemelhança dos constituintes da peçonha que causam hemorragia e trombose são diferentes e não terão efeito algum. (CARDOSO *et al.*, 2003; DOS SANTOS *et al.*, 1995).

Os acidentes crotálicos são conhecidos por seus efeitos hemolíticos e neurotóxicos em humanos. Entretanto, em 1982, foi descrito que a rabdomiólise sistêmica é consequência de acidentes com *Crotalus*. O envenenamento também tem ação miotóxica e coagulante, que, juntamente com a ação neurotóxica, são os três principais efeitos conhecidos. As ações neurotóxicas pré-sinápticas são responsáveis por inibir a liberação de acetilcolina, bloqueando ações motoras e consequentemente podendo paralisar ações motoras e respiratórias, observadas clinicamente. As ações das neurotoxinas servem para paralisar a presa ou predador, podendo levar à morte (CARDOSO *et al.*, 2003).

As toxinas presentes em *Crotalus* atuam principalmente como efeito neurotóxico, pois apresentam uma proteína que carrega uma enzima com alto poder inflamatório e alta capacidade catalítica (FRANÇA *et al.*, 2008). Além disso, outros constituintes são capazes de prolongar o efeito da coagulação, causando trombose e coágulos sanguíneos capazes de afetar veias e órgãos. Nas primeiras três horas após a picada, é possível formular um diagnóstico com base nas fácies miastênicas observadas nos pacientes. É causada pelo efeito neurotóxico e deixa o paciente com músculos faciais flácidos, boca entreaberta e ptose das pálpebras. É conhecida como “cara de bêbado”. Posteriormente, outros aspectos clínicos ligados à neurotoxicidade são observados, como visão turva, dificuldade

para engolir e alterações no olfato e/ou paladar. As manifestações envolvendo efeitos miotóxicos envolvem dores musculares generalizadas, escurecimento da urina devido à rabdomiólise e paralisia respiratória e muscular (CARDOSO *et al.*, 2003).

Acidentes com *Micrurus* são ocasionalmente fatais, levando à paralisia e imobilização instantânea da vítima caracterizada por parada respiratória ou insuficiência cardíaca. Os constituintes da peçonha de *Micrurus* causam ação neurotóxica e miotóxica. As ações neurotóxicas são causadas em locais pré-sinápticos, impedindo a liberação de acetilcolina, e pós-sinápticos, pela fixação competitiva em receptores muscarínicos, impedindo parte da ação nervosa (DA SILVA, 2016).

Ação hemorrágica, nunca registrada em humanos, foi descrita como um possível agravante devido aos constituintes da peçonha, porém, pouquíssimas espécies possuem essa característica. Todavia, efeitos hipotensivos são frequentes em acidentes com as espécies *M. fulvius* e *M. frontalis*. Embora a peçonha não seja letal na maioria dos casos, alguns pacientes ainda relatam condições severas (CASTRO, 2019).

A maioria dos acidentados por esse gênero frequentemente relatam pouco ou nenhum sintoma clínico, mesmo sem a aplicação do soro antiofídico. Porém, os casos clínicos analisados como graves apresentaram sintomas como: Dispneia obstrutiva e restritiva; Dificuldade para manter a postura ereta ou de se levantar do repouso, por falta de força muscular; Dificuldade de deglutição e mastigação; Oftalmoplegia; Visão turva; Ptose palpebral bilateral; Restrição nos movimentos oculares (CARDOSO *et al.*, 2003).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ANDRADE, Denis V. *et al.* Is the venom related to diet and tail color during *Bothrops moojeni* ontogeny? **Journal of Herpetology**, p. 285-288, 1996. DOI: <https://doi.org/10.2307/1565528>.

ANDRADE, Denis V.; ABE, Augusto S. Relationship of venom ontogeny and diet in *Bothrops*. **Herpetologica**, p. 200-204, 1999. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/3893080>. Acesso em: 7 mar. 2025.

ANTUNES, T. C. *et al.* Comparative analysis of newborn and adult *Bothrops* jararaca snake venoms. **Toxicon**, v. 56, n. 8, p. 1443-1458, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.08.011>.

AVAU, Bert *et al.* The treatment of snake bites in a first aid setting: a systematic review. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 10, n. 10, p. e0005079, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005079>.

AZEVEDO, L. R. P. *et al.* Perfil clínico-epidemiológico dos acidentes ofídicos ocorridos no Brasil. **Saúde Coletiva (Barueri)**, v. 11, n. 61, p. 4876-4887, 2021. DOI: [10.36489/saudecoletiva.2021v11i61p4876-4887](https://doi.org/10.36489/saudecoletiva.2021v11i61p4876-4887).

BARRETO, Mauricio L. Papel da epidemiologia no desenvolvimento do Sistema Único de Saúde no Brasil: histórico, fundamentos e perspectivas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, p. 4-17, 2002. DOI: [10.1590/S1415-790X2002000400003](https://doi.org/10.1590/S1415-790X2002000400003).

BARUA, Agneesh; MIKHEYEV, Alexander S. Toxin expression in snake venom evolves rapidly with constant shifts in evolutionary rates. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 287, n. 1926, p. 20200613, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0613>.

BOCHNER, Rosany; STRUCHINER, Claudio J. Epidemiologia dos acidentes ofídicos nos últimos 100 anos no Brasil: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 07-16, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000100002>.

BRASIL. Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos da UNESP. **19/09 é o Dia Internacional de atenção aos acidentes ofídicos**, 19 set. 2023. Disponível em: <https://www.cevap.unesp.br/#1/noticia/27/19-09-e-o-dia-internacional-de-atencao-aos-acidentes-ofidicos/>).

BRASIL.InstitutoButantan.**Umajararacanadacomum:conheçamaior causadora de acidentes com cobras do Brasil**, 7 mar. 2025. Disponível em: <https://butantan.gov.br/bubutantan/uma-jararaca-nada-comum-conheca-a-maior-causadora-de-acidentes-com-cobras-do-brasil#:~:text=Os%20principais%20sintomas%20da%20picada,como%20nas%20gengivas%20e%20nariz>. Acesso em: 23 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico Volume 54 No 18**, 7 mar. 2025 Disponível em: [https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-18#:~:text=Serpentes%20foram%20notificadas%20como%20respos%C3%A1veis,75%25\)%20\(Tabela%201\).;text=Fonte%3A%20Sinan.,2023%20e%20sujeitos%20a%20altera%C3%A7%C3%B5es](https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-18#:~:text=Serpentes%20foram%20notificadas%20como%20respos%C3%A1veis,75%25)%20(Tabela%201).;text=Fonte%3A%20Sinan.,2023%20e%20sujeitos%20a%20altera%C3%A7%C3%B5es). Acesso em: 18 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente**. Aspectos epidemiológicos do ofidismo no Brasil em 2022. Boletim Epidemiológico, 54(18). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-18/view>. Acesso em: 07 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Boletim **Epidemiológico: Aspectos epidemiológicos do ofidismo no Brasil em 2022**. Volume 54, n. 18, 19 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-18>. Acesso em: 06 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net**, 3 mar. 2025. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/animaisms.def>. PDF. Acesso em: 3 mar. 2025.

BRASIL. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. **Acidentes por Serpentes**, 7 mar. 2025. Disponível em: <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Acidentes-por-Serpentes#:~:text=Cerca%20de%2075%25%20dos%20casos,das%20serpentes%20envolvidas%20nos%20acidentes>. Acesso em: 18 fev. 2025.

BRAZIL, Instituto Vital. **A defesa contra o ophidismo: 100 anos depois: comentários**. Instituto Vital Brazil; Casa de Vital Brazil; Fundação Butantan. Niterói: Instituto Vital Brazil, 2011.

CARDOSO, João L. C. *et al.* Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 45, n. 6, p. 338-338, 2003. DOI: 10.1590/S0036-46652003000600009.

CARVALHO, Marcos A. de; NOGUEIRA, Flávia. Serpentes da área urbana de Cuiabá, Mato Grosso: aspectos ecológicos e acidentes ofídicos associados. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 14, n. 4, p. 753-763, 1998.

CASEWELL, Nicholas R. *et al.* Medically important differences in snake venom composition are dictated by distinct postgenomic mechanisms. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 25, p. 9205-9210, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1405484111>.

CASTRO, Karen L. P. *et al.* A Combined Strategy to Improve the Development of a Coral Antivenom Against *Micrurus* spp. *Frontiers in Immunology*, v. 10, p. 2422, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02422>.

CHEN, Na *et al.* Animal protein toxins: origins and therapeutic applications. **Biophysics reports**, v. 4, n. 5, p. 233-242, 2018.

COSTA, Henrique C.; BÉRNILS, Renato S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. **Herpetologia brasileira**, v. 7, n. 1, p. 11-57, 2018.

CUNHA, Luis E. R. da. Soros antiofídicos: história, evolução e futuro. **Journal Health NPEPS**, v. 2, n. 1, p. 1-4, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/jhnpeps/article>. Acesso em: 03 mar. 2025.

DA SILVA, N. J. J. **As cobras-coraís do Brasil: Biologia, Taxonomia, Venenos, Envenenamentos**. 2016. p. 415.

DE ANDRADE FILHO, Adebald. **Análise clínico-epidemiológica de casos de ofidismo atendidos em um hospital público estadual de Minas Gerais de 2003 a 2012**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical) – Universidade Federal de Minas Gerais, São Paulo, 2015. 141 p. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-A2MJH4>. Acesso em: 06 mar. 2025.

DE FARIA, Patrícia R. G. V. *et al.* Infecções secundárias em acidentes ofídicos: uma avaliação bibliográfica. **Revista Estudos-Revista de Ciências Ambientais e Saúde (EVS)**, v. 43, p. 17-26, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18224/est.v43i1.5191>.

DORTA, Daniel J. *et al.* **Toxicologia forense**. São Paulo: Editora Blucher, 2018. 750 p.

DOS SANTOS, Maria Cristina. **Serpentes de interesse médico da Amazônia: biologia, venenos e tratamento de acidentes**. Universidade do Amazonas, 1995.

FEITOSA, Regina F. G. *et al.* Epidemiologia dos acidentes por serpentes peçonhentas no Estado do Ceará-Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 30, p. 295-301, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86821997000400004>.

FRANÇA, Johara B. *et al.* **Transcriptoma da glândula de peçonha de *Crotalus durissus collilineatus*: análise do perfil de expressão gênica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. 85 p. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15805>. Acesso em: 05 mar. 2025.

FURTADO, M. F. D. *et al.* Age-related biological activity of South American rattlesnake (*Crotalus durissus terrificus*) venom. **Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases**, v. 9, n. 2, p. 186-201, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-91992003000200005>.

GIBBS, H. *et al.* Proteomic analysis of ontogenetic and diet-related changes in venom composition of juvenile and adult Dusky Pigmy rattlesnakes (*Sistrurus miliarius barbouri*). **Journal of proteomics**, 74 10, 2169-79. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2011.06.013>

GONÇALVES-MACHADO, Larissa *et al.* Combined venomomics, venom gland transcriptomics, bioactivities, and antivenomics of two *Bothrops jararaca* populations from geographic isolated regions within the Brazilian Atlantic rainforest. **Journal of proteomics**, v. 135, p. 73-89, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2015.04.029>.

GUTIÉRREZ, José M. *et al.* The need for full integration of snakebite envenoming within a global strategy to combat the neglected tropical

diseases: the way forward. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 7, n. 6, p. e2162, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002162>.

GUTIÉRREZ, José M.; RUCAVADO, Alexandra. Snake venom metallo-proteinases: their role in the pathogenesis of local tissue damage. **Biochimie**, v. 82, n. 9-10, p. 841-850, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0300-9084\(00\)01163-9](https://doi.org/10.1016/S0300-9084(00)01163-9)

HAYES, W. Venom metering by juvenile prairie rattlesnakes, *Crotalus v. viridis*: effects of prey size and experience. **Animal Behaviour**, v. 50, n. 1, p. 33-40, 1995. <https://doi.org/10.1006/anbe.1995.0218>

HEEL, R. C. *et al.* Captopril: a preliminary review of its pharmacological properties and therapeutic efficacy. **Drugs**, v. 20, p. 409-452, 1980. DOI: <https://doi.org/10.2165/00003495-198020060-00001>

ISBISTER, Geoffrey K. The critical time period for administering antivenom: golden hours and missed opportunities. **Clinical Toxicology**, v. 62, n. 5, p. 277-279, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/15563650.2024.2352026>

JORGE, Miguel Tanús *et al.* Flora bacteriana da cavidade oral, presas e veneno de Bothrops jararaca: possível fonte de infecção no local da picada. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 32, n. 6-10, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0036-46651990000100002>

LOPES, Marcelo A. C. Q. *et al.* Pintando a História da Cardiologia do Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 6, p. 1047-1050, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20201133>

MACHADO, Claudio. **Acidentes ofídicos no Brasil: da assistência no município do Rio de Janeiro ao controle da saúde animal em instituto produtor de soro antiofídico**. Tese (Doutorado em Medicina Tropical) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2018.

MOURA-DA-SILVA, Ana M. *et al.* Processing of pro-tumor necrosis factor- α by venom metalloproteinases: a hypothesis explaining local tissue damage following snake bite. **European journal of immunology**, v. 26, n. 9, p. 2000-2005, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1002/eji.1830260905>

NAVA, Roman A. *et al.* The tale of the rattle: Using rattle size to understand growth and sexual dimorphism in an insular population of rattlesnakes (*Crotalus oreganus caliginis*). **Ecology and Evolution**, v. 14, n. 7, p. e70005, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.70005>

NEUMANN, Karine R. da S. *et al.* Efeitos do uso do ozempic (semaglutida) no tratamento da obesidade. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 13, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.61164/rmnm.v13i1.1849>

OLIVEIRA, Fernanda N. D. **Preferências alimentares e comportamento alimentar de *Micrurus frontalis* em cativeiro (Serpente: Elapidae) no Museu Biológico do Instituto Butantan.** Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Butantan. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://repositorio.butantan.gov.br/handle/butantan/3724>. Acesso em: 7 mar. 2025.

OLIVEIRA, Selvino N. de *et al.* **Ofidismo em Santa Catarina: Identificação, prevenção de acidentes e primeiros socorros.** 2020.

PINHO, Fábila M. O.; PEREIRA, I. D. Ofidismo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 47, p. 24-29, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-42302001000100026>.

POMMIER, Philip; DE HARO, Luc. Envenomation by Montpellier snake (*Malpolon monspessulanus*) with cranial nerve disturbances. **Toxicon**, v. 50, n. 6, p. 868-869, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2007.06.008>.

PORTO, Caroline *et al.* **Prevalência de infecções por bactérias resistentes aos antimicrobianos em pacientes com Covid-19–Revisão Narrativa.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228881>. Acesso em: 06 mar. 2025.

POUGH, F. Harvey; HEISER, John B.; MCFARLAND, William N. **A vida dos vertebrados.** São Paulo: Atheneu, 2003. 699 p.

RANGEL, Robson R.; BERNARDES, Natalia R. As serpentes e a indústria farmacêutica: medicamentos e soro antiofídico. **Cadernos Camilliani**, v. 17, n. 2, p. 1981-1996, 2021.

RESENDE, Flávia C. de. **O fantástico mundo dos animais peçonhentos: serpentes; características, história natural e reconhecimento das espécies peçonhentas de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Fundação Ezequiel Dias, 2023. 50 p.

RODRIGUES, T. C. *et al.* Dinâmica hematológica de cavalos produtores de soro antibotrópico, durante o processo de imunização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 76, p. e12999, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12999>.

SANTORI, Ricardo T. *et al.* Alimentação, nutrição e adaptações alimentares de marsupiais brasileiros. In: CÁCERES, N. C. (org.). **Os marsupiais do Brasil: Biologia, Ecologia e Conservação**, 2. ed. Campo Grande: Editora da UMFS, 2012. p. 385-406.

SANZ, L. *et al.* Snake venomomics of the South and Central American Bushmasters. Comparison of the toxin composition of *Lachesis muta* gathered from proteomic versus transcriptomic analysis. **Journal of Proteomics**, v. 71, n. 1, p. 46-60, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2007.10.004>.

SOARES CORIOLANO COUTINHO, João Victor *et al.* Epidemiology of secondary infection after snakebites in center-west Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 3, p. e0011167, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011167>.

SOUSA, Leijiane F. *et al.* Comparison of phylogeny, venom composition and neutralization by antivenom in diverse species of *Bothrops* complex. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 7, n. 9, p. e2442, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002442>.

SPILLARI, Luis P. *et al.* Determinação da dl50 da peçonha de *Bothrops jararaca* (WIED, 1824) da serra gaúcha em 24h; para ratos wistar (*Rattus norvegicus*). Salão de iniciação Científica (11: 1999: Porto Alegre). **Livro de resumos**. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

STRAUCH, Marcelo Abrahão *et al.* True or false coral snake: is it worth the risk? *A Micrurus corallinus* case report. **Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases**, v. 24, p. 10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40409-018-0148-9>.

TASOULIS, Theo; ISBISTER, Geoffrey K. A review and database of snake venom proteomes. **Toxins**, v. 9, n. 9, p. 1-23, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins9090290>

TRABULSI, Rhamid K. *et al.* As consequências clínicas do uso de Ozempic para tratamento da obesidade: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 12297-12312, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-305>

VAZ, Vitor H. da S. *et al.* Propriedade intelectual do soro antiofídico: a efetividade a partir da correlação entre os investimentos do governo federal nos principais institutos responsáveis pela produção do soro e realização de pesquisas para o tratamento de acidentes ofídicos no Brasil, com relação ao número de vítimas fatais dos acidentes. **Cadernos Saúde**

Coletiva, v. 28, n. 3, p. 409-421, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-462X202028030018>

VILARINHO, Caroline T.; DE SOUSA GONÇALVES, Elisangela O. Captopril: medicamento originário do veneno da cobra *Bothrops jararaca*. **Revista Eletrônica FACP**, n. 26, 2024.

WILLIAMS, David J. *et al.* Strategy for a globally coordinated response to a priority neglected tropical disease: Snakebite envenoming. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 13, n. 2, p. e0007059, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007059>

CAPÍTULO IX

MORCEGOS E DOENÇAS

Marcelo Oscar Bordignon

Os morcegos – Quantos são, do que se alimentam e a “Lenda do Conde Drácula”

Morcegos são mamíferos com a capacidade peculiar de poderem voar. Esses animais, como outros mamíferos, amamentam seus filhotes e possuem pelos pelo corpo. Ao contrário das aves, eles voam somente no período noturno (em sua maioria). Diferentemente do que as pessoas acreditam, os morcegos possuem excelente visão à noite, porém, para tornar mais eficiente desviar de obstáculos quando a noite está muito escura ou quando estão dentro de uma caverna, eles desenvolveram um “radar” (o correto é sonar) natural usando ondas sonoras de alta frequência, que são inaudíveis pelos seres humanos.

Estes formidáveis mamíferos voadores possuem vários hábitos alimentares, consumindo desde frutos, insetos, néctar de flores, pequenos animais e até sangue. A grande maioria dos morcegos são importantes polinizadores (consomem néctar e pólen) ou dispersores de sementes (consomem frutos), além de importantes controladores de insetos noturnos (consomem insetos). Das cerca de 1400 espécies de morcegos que existem no mundo, cerca de 300 podem ser encontradas nos países da América do Sul. No Brasil existem até agora o registro de 172 espécies. Das 1400 espécies de morcegos no mundo e das 172 existentes no Brasil, apenas três espécies são consideradas hematófagas, ou seja, consomem exclusivamente sangue de outros mamíferos, o que representa 0,02 % das espécies de morcegos do mundo e apenas 1,7% das espécies do Brasil. Um detalhe importante é que estas 3 espécies existem apenas na América Latina, estando ausentes nas demais regiões do planeta, como Europa, África, Ásia e Oceania/Austrália.

Não sei se você notou caro leitor, mas baseado no que relatei até aqui, fica impossível acreditar na “Lenda do Conde Drácula”, e mais ainda, que os morcegos na “Transilvânia” lá no leste da Europa seriam hematófagos. Claramente uma bobagem popular que, contribuiu para nos fazer temer os morcegos e caracterizá-los como animais “do mal”, fazendo-nos esquecer do importante papel que eles possuem, como dispersores de plantas nas florestas e controladores de insetos nas cidades.

Por outro lado, é importante esclarecer que, como todo mamífero silvestre, os morcegos também podem transmitir doenças (vírus, protozoários e bactérias) ao ser humano, tais como: a **Histoplasmose**, a **Leishmaniose** e a **Raiva**. Estas doenças provenientes dos animais são conhecidas como “zoonoses”.

Morcegos e a Histoplasmose

A Histoplasmose, também conhecida como “doença das cavernas” é uma infecção causada por um FUNGO (*Histoplasma capsulatum*), geralmente encontrado geralmente nas fezes de aves (galinhas) ou em abrigos de morcegos, onde, a grande quantidade de fezes secas (guano) destes animais forma um substrato adequado para a propagação do fungo. A transmissão ao ser humano ocorre geralmente, ao respirar o pó ou poeira dispersa no ar, quando se adentra em abrigos onde uma grande quantidade de morcegos está abrigada, tais como cavernas e telhados de casas ou prédios.

Quando a pessoa respira a poeira contaminada, o fungo penetra no pulmão e causa uma infecção, com tosse e febre, parecido com uma pneumonia que, se não tratada, pode evoluir causando danos aos pulmões e até matar o indivíduo.

Devido a estes riscos, não é recomendado fazer a limpeza de te-

lhados ou entrar em cavernas, túneis e bueiros, sem a devida proteção, como máscaras e filtros respiratórios, além de luvas, para evitar a contaminação no ar.

Em Campo Grande já houve casos de pacientes com esta doença, um deles foi de um homem que realizou a limpeza de uma laje (telhado) por várias horas, sem o uso de máscara. No dia seguinte apresentou febre alta, dores pelo corpo e tosse. Apesar de ter sido tratado como um resfriado, após 15 dias ele piorou, sendo levado à UTI. No hospital teve o diagnóstico confirmado de Histoplasmose e após o tratamento com medicação específica para o fungo, foi curado.

Morcegos e a Raiva

A raiva é uma doença infecciosa viral aguda grave, que afeta mamíferos, inclusive o homem, e caracteriza-se como uma encefalite progressiva (mata os neurônios) e aguda, que leva à morte em poucos dias. É causada pelo VÍRUS do gênero *Lyssavirus*, da família Rhabdoviridae, existente desde a época dos faraós, a mais de dois mil anos.

A raiva é muito importante para a saúde pública, devido a sua taxa de mortalidade de aproximadamente 100% (se não for tratada) e também por ser uma doença de ciclo urbano (transmitido por cão e gato doméstico). Por outro lado, existem medidas eficientes de prevenção, como a vacinação humana e animal, a disponibilização de soro antirrábico humano (para tratamento) e campanhas de vacinação e controle focos da doença.

Como já mencionado anteriormente, apenas 3 espécies de morcegos (*Desmodus rotundus*, *Diaemus youngi* e *Diphylla ecaudata*) são hematófagas e alimentam-se exclusivamente de sangue de mamíferos e aves. Destas espécies, o morcego-vampiro-comum (*Desmodus rotundus*) é o que possui as maiores populações e a principal responsável pelo ciclo urbano e rural da raiva no Brasil e outros países da América do Sul (Fig. 1).

Sintomas da Raiva

Após o período de incubação, varia de uma semana a um mês, dependendo da resistência imunológica da vítima. Os sintomas clínicos gerais podem durar de 2 a 10 dias e podem ser: mal-estar, febre de 37 a 39°C, falta de apetite, dores de cabeça, enjoo, dor na garganta, tontura, irritação e mudança de humor. Também podem ocorrer paralisias musculares dolorosas e ínguas pelo corpo. Em cães e gatos, os animais ficam irritados e se escondem em locais escuros e quietos, não querem tomar água nem comer. É comum os animais com raiva evitarem tomar água (hidrofobia) e se esconderem da luz intensa (fotofobia).

Figura 1. Uma das três espécies de morcegos hematógagos, o “morcego- vampiro-comum” (*Desmodus rotundus*) é o principal responsável pelo ciclo da raiva em rebanhos bovinos.



Foto: Marcelo Bordignon (arquivo pessoal)

Transmissão

A raiva é transmitida às pessoas pela saliva de animais infectados, principalmente quando mordem para se defender ou por estarem sentindo dor. Mesmo sem mordida, o simples contato da saliva de animais com raiva em ferimentos na pele, também pode ocasionar contaminação. Em animais domésticos e silvestres, o período de incubação é variável, indo de alguns dias até mais de um ano. Nos cães e gatos, a eliminação de vírus pela saliva ocorre de 2 a 5 dias antes do aparecimento dos sinais clínicos e persiste até a morte do animal. Neste período, o animal infectado pode transmitir a raiva através da saliva. A morte do animal acontece, em geral, de 5 a 7 dias depois do início dos sintomas. Por isso os animais suspeitos devem permanecer em observação por pelo menos uma semana.

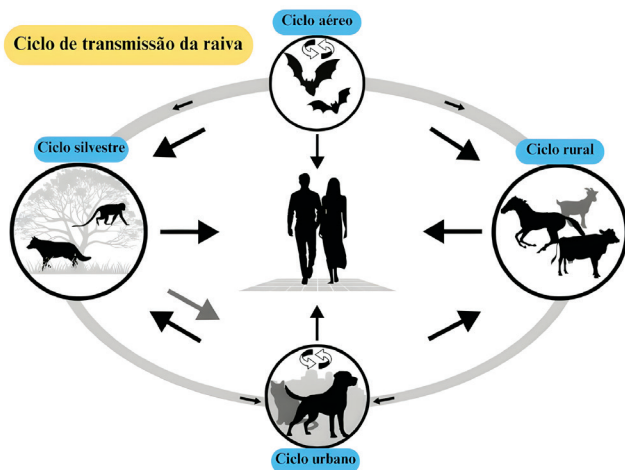
Morcegos hematófagos geralmente estão associados à transmissão da raiva em rebanhos bovinos e outros animais domésticos. Ao se alimentar de sangue, o morcego pode contaminar sua presa com sua saliva, caso o morcego esteja com o vírus ativo em seu organismo. Todo morcego com sintomas de raiva, também morre, mas como o período de transmissão pode variar, ele passa este vírus a outros indivíduos da sua colônia. Não se sabe qual o período de transmissibilidade do vírus em muitas espécies de mamíferos silvestres, mas em morcegos, o vírus pode permanecer latente (isto é, sem sintomas) por meses ou anos.

Importante salientar que, não apenas o morcego hematófago pode transmitir a raiva, mas outras espécies também podem, pois em um mesmo abrigo (caverna, telhado) podem estar vivendo outros morcegos (frugívoros, insetívoros) além da espécie hematófaga. Quando estas espécies lutam por espaço, podem se morder, passando o vírus a outras espécies.

Por causa disso, qualquer pessoa que encontre um morcego dentro de casa, principalmente fora do período noturno, deve ter cuidado e

não pegar sem o uso de equipamento de segurança (luvas de couro). Estes animais podem estar desorientados por alguma doença como a raiva. O que ocorre é que geralmente os gatos “caçam” estes morcegos moribundos e são mordidos neste momento. Vindo a ter os sintomas depois de vários dias. Neste período, podem brigar com outros gatos ou mesmo cães e assim, continuar o ciclo urbano da raiva (Fig. 2).

Figura 2. Ciclo urbano da raiva. Em geral, o vírus presente em animais silvestres, infecta animais domésticos (cães e gatos) os quais infectam o ser humano. A transmissão direta entre animais silvestres e humanos é mais rara.



Vacinação antirrábica canina e felina

De acordo com o Ministério da Saúde, o Programa Nacional de Profilaxia da Raiva (PNPR), criado em 1973, implantou campanhas de vacinação antirrábica em cães e gatos, o que permitiu o controle desta doença em todo o Brasil. Entre 1999 e 2021, o Brasil passou de 1.200 cães positivos para raiva em 1999 para somente 11 casos de raiva canina em 2021. O detalhe é que, destes 11 casos em cães, 10 foram de variantes do vírus provenientes de animais silvestres. Dos casos de raiva registrada em humanos, de acordo com estatísticas do Ministério da Saúde, entre

2010 e 2020, foram registrados 39 casos de pessoas com raiva, sendo que destes casos 51% (20 casos) foram transmitidos diretamente por morcegos, 33% (13 casos) por cães e gatos domésticos e 15% (6 casos) por outros mamíferos silvestres. A medida que as áreas urbanas vão aumentando e ocupando áreas nativas e florestas, aumenta também o contato entre animais silvestres (principalmente morcegos) a população humana. A detecção de raiva em morcegos em áreas urbanas entre 2010 e 2019 representou 86% dos registros detectados em mamíferos silvestres. Isto mostra a importância da vigilância sobre estes animais, monitorando e avaliando suas populações em ambiente urbano.

O que fazer se você for mordido por um morcego?

No caso de receber uma mordida de um morcego, a pessoa deve procurar um serviço de saúde (unidade do SUS) o mais rápido possível. Segundo o Ministério da Saúde, a melhor estratégia para prevenir o surgimento da doença é a imunização com a vacina antirrábica antes ou logo após a exposição ao vírus. Após a mordida, o tratamento também pode incluir a imunização passiva, feita com a aplicação do soro antirrábico e uma solução concentrada e purificada de anticorpos, preparada com o soro de pessoas já imunizadas contra a doença.

Morcegos e a Leishmaniose

A Leishmaniose é uma “doença tropical negligenciada”, ou seja, que recebe pouca atenção da saúde pública, mas com centenas de milhares de novos casos, notificados anualmente em todo o mundo (ALVAR *et al.*, 2012). Esta zoonose é causada por um **PROTOZOÁRIO** parasita do gênero *Leishmania* e são transmitidos aos mamíferos, inclusive o homem, pelo mosquito-palha (*Lutzomyia vespertilionis*). Este mosquito pos-

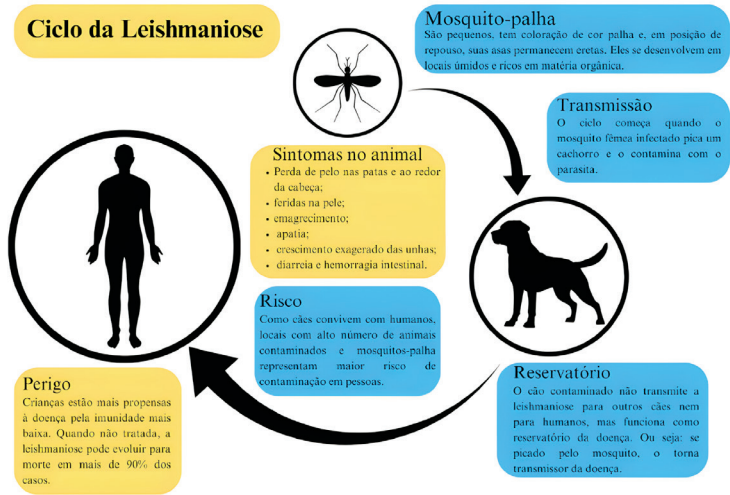
sui seu ciclo reprodutivo associado a matéria orgânica em decomposição, como folhas e frutos em fermentação, durante o processo de apodrecimento, em quintais e terrenos abandonados. Apesar de alguns casos os animais e humanos infectados não apresentem sintomas evidentes, na maioria dos casos, o parasita causa lesões graves na pele, geralmente no local da picada do mosquito, onde a ferida nunca cicatriza. Além disso, existe uma forma mais grave da doença, conhecida como “leishmaniose visceral”, que causa lesões graves no baço e fígado do infectado, levando muitas vezes à morte. Esta doença é um grave problema de saúde pública no Brasil, que apresenta o maior número de casos dentre os demais países da América Latina, segundo a Organização Mundial da Saúde.

O ciclo parasitário da leishmaniose (Fig. 3) inclui os mamíferos e aves silvestres, chamados de “animal reservatório”, recebendo o parasita quando é picado pelo mosquito-palha e fornecendo também o parasita quando o mosquito pica o animal infectado. Nas cidades, em locais próximos às matas ou que possuam ambientes onde haja a proliferação do mosquito-palha, animais silvestres contaminados, quando picados pelo mosquito, transmitem a doença aos cães e gatos os quais, quando são picados pelo mosquito também podem passar ao ser humano.

Na natureza, geralmente mamíferos como o gambá (*Didelphis albiventris*) e ratos silvestres, bem como morcegos, podem se infectar com o parasita da leishmaniose. Em Mato Grosso do Sul, algumas espécies de morcegos já foram detectadas com a presença desta doença, podendo, portanto, serem considerados como possíveis animais-reservatório deste parasita.

Apesar da existência de uma “vacina” para cães e gatos, sua eficácia não é alta, o que não garante 100% de imunidade ao parasita. A melhor forma de combate é eliminar os ambientes para a reprodução do mosquito, como a limpeza de terrenos abandonados e cheios de lixo em decomposição.

Figura 3. Ciclo da Leishmaniose em meio urbano. O transmissor é o mosquito-palha e os mamíferos (cães, gatos e até humanos) são infectados e permanecem como “reservatórios” de parasitas.



Modificado de: Ministério da Saúde do Brasil

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Roullien Henrique Martins pela edição das imagens contidas neste capítulo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana**. – 2. ed. atual. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010. 180 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

DOS REIS, Nelio R. *et al.* (ed.). **Morcegos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007. 253 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE DEPARTAMENTO DE IMUNIZAÇÃO E DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS. Raiva humana por animais silvestres no Brasil: atualizações e condutas profiláticas. **Boletim Epidemiológico**, v. 51, n. 21, p. 1-30, 2020: atualizações e condutas profiláticas. Boletim Epidemiológico nº 35.

SOBRE OS AUTORES

Adolfo Melgarejo Morel Neto

Graduando em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, entusiasta de aranhas e ciência cidadã. Possui diversos certificados em divulgação científica em escolas sobre aracnídeos de importância médica. Possui trabalho premiado no VII Congresso Latino Americano de Aracnologia, com terceiro melhor pôster na categoria Ecologia Comportamento Divulgação e afins.

Aline Etelvina Casaril Arrua

Graduada em Farmácia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestra e Doutora em Doenças Infecciosas e Parasitárias pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Atualmente, atua como técnica do laboratório de Parasitologia Humana da UFMS. Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em entomologia e biologia molecular de flebotomíneos.

Alynne Coelho Ribeiro

Acadêmica do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul vinculada ao Laboratório de Toxicologia (LabTox - UFMS) do setor de bioquímica e pelo REPROGEN.

Brayhan Meneguelli de Souza

Acadêmico do curso de Enfermagem no Instituto Integrado de Saúde/INISA da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), atua como aluno de iniciação científica sob a orientação do Prof. Dr. Malson Neilson de Lucena (PIBIC/FUNDECT). Desenvolve pesquisas no Laboratório de Toxinologia (LabTox) da UFMS, com foco na bioprospecção de fármacos a partir de toxinas animais, especialmente toxinas escorpiônicas com atividade hipotensora.

Douglas Alves Lopes

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e doutorando em Biodiversidade pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Tem experiência em taxonomia, sistemática, anatomia e história natural de peixes de água doce neotropicais, com ênfase em Characiformes. É participante da Sociedade Brasileira de Ictiologia e membro do comitê editorial do Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia.

Douglas de Araújo

Doutor pela Universidade Estadual Paulista (UNESP - Campus de Rio Claro), desde 2008 atuando em Mato Grosso do Sul, inicialmente como docente e pesquisador na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS - Unidades Universitárias de Ivinhema e Mundo Novo) e desde 2013 como docente e pesquisador do Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com 27 anos de experiência na Aracnologia, com estudos sobre sistemática e evolução de aranhas, com foco nos cromossomos.

Henrique Ranieri Covali Pontes

Formado em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura) e graduando em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Mestre e Doutorando em Bioquímica e Biologia Molecular pelo PMBqBM/UFMS. É especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal da Bahia - IFBA. É membro do Laboratório de Toxinologia (LabTox - UFMS) e participa de projeto de pesquisa que investiga a mutagenicidade de produtos de consumo humano. Colabora no projeto de extensão intitulado Modeloteca. Tem interesse no estudo de biologia molecular, toxinologia, bioquímica, biologia celular e genética.

Jéssica de Moraes Carretone

Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética Animal. Trabalhou com citogenética de invertebrados, com enfoque em aranhas. Também tem experiência em montagens e triagens de insetos para coleção zoológica e experiência com Simulações em Dinâmica Molecular e Biofísica Computacional. Atualmente, é doutoranda no Programa Multicêntrico de Bioquímica e Biologia Molecular da UFMS.

Karina Keyla Tondato-Carvalho

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Federal de Mato Grosso e doutora em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É Professora Adjunta 3 do Curso de Ciências Biológicas e colaboradora no Mestrado em Biologia Animal da UFMS. Tem experiência na área de Zoologia e Ecologia de Populações e Comunidades, atuando especialmente com os seguintes temas: ictioplâncton e ecologia de peixes de água doce.

Laís Côrrea de Lima

Bióloga licenciada pela Universidade Federal do Espírito Santo - Campus São Mateus (Ceunes/UFES) e mestra pelo Programa de pós-graduação multicêntrico de Bioquímica e Biologia Molecular (PMBqBM), pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Possui experiência em Ensino de Biologia, principalmente relacionado a produção de materiais didáticos em Citologia, Histologia, Genética e Biologia Molecular. Foi bolsista em dois projetos de Iniciação Científica Junior (PIC Jr - FAPES) entre 2016 a 2019.

Malson Neilson de Lucena

Professor Adjunto no INBIO da UFMS. Doutor e Mestre em Bioquímica pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP e graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura/Bacharelado) pela UFU. Tem experiência com cinética enzimática e adaptações bioquímicas e papel da Na, K ATPase e outras ATPases de crustáceos. Investiga vias de fosforilação e estresse oxidativo em função da alteração da salinidade. Lidera os grupos de Interação de ATPases com peçonhas animais e animais peçonhentos.

Mariana Mayumi Zanoni

Graduada em Ciências Biológicas (licenciatura) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, mestre e doutoranda do PPG em Doenças Infecciosas e Parasitárias. Estudou variações temporais em criadouros de *Aedes aegypti* e atualmente estuda taxonomia integrativa de flebotomíneos. Tem experiência na área de parasitologia, com ênfase em biologia molecular de flebotomíneos.

Marcelo Oscar Bordignon

Biólogo, Mestre e Doutor em zoologia pela Universidade Federal do Paraná. Professor titular da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Orientador no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal desde 2011. Suas linhas de pesquisa enfocam Vertebrata (Mammalia), nos seguintes temas: Ecologia e História Natural de Mammalia, Comportamento Animal, Distribuição e Taxonomia de Mamíferos Neotropicais.

Mila Marluce Lima Fernandes

Graduada em Ciências Biológicas (Bacharelado) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Atualmente é mestranda em Ciências Farmacêuticas pela mesma instituição. Integra os laboratórios de Farmacologia e Inflamação (LabFar) e de Toxinologia (LabTox) da UFMS.

Nelson Rufino de Albuquerque

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Pará e mestre e doutor em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. É professor titular da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, onde ingressou em 2009. Ministra aulas nos cursos de Ciências Biológicas e no PPG em Biologia Animal do INBIO/UFMS. Desenvolve pesquisas principalmente sobre taxonomia e sistemática de serpentes neotropicais, além de coordenar projetos de ensino e extensão sobre ofidismo e coleções zoológicas didáticas.

Ohanna Gabriely Souza Leite

Graduada em Ciências Biológicas - Licenciatura na Universidade Fede-

ral de Mato Grosso do Sul - UFMS, atualmente mestranda em Bioquímica e Biologia Molecular (PMBqBM). Participou do Projeto de Extensão "Olimpíada Brasileira de Informática e Olimpíada Brasileira de Robótica" na UCDB em 2016, foi bolsista PIBIC-Jr do Grupo Minerva entre 2018 e 2020. Participou da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em 2018 e 2019. Estagiou no GATEC - Grupo Arandú de Tecnologias e Ensino de Ciências do INQUI e atuou como residente bolsista pela CAPES no Programa de Residência Pedagógica.

Rodrigo Pires Dallacqua

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da UNESP de Rio Claro, mestre e doutor em Biologia Comparada pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP de Ribeirão Preto. É professor adjunto do Instituto de Biociências da UFMS desde 2013. Tem experiência na área de Biologia do Desenvolvimento de Insetos, com ênfase em espécies solitárias e eussociais de abelhas nativas sem ferão e *Apis mellifera*.

Roullien Henrique Martins

Técnico em Química pela ETEC - Centro Paula Souza de Lins, graduado em Ciências Biológicas (licenciatura) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e mestre em Biologia Animal pelo PPGBA da UFMS. Estuda taxonomia e sistemática de serpentes neotropicais. Foi bolsista do projeto de extensão "Ofidismo em Campo Grande, Mato Grosso do Sul: identificação de espécies, medidas preventivas e importância ecológica das serpentes". Participa de projetos de extensão junto à Coleção Zoológica Didática do INBIO/UFMS.

Vinicius Renner Lampert

Bacharel - ênfase ambiental e Licenciado em Ciências Biológicas, Mestre e Doutor em Biologia Animal, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Ictiologia, trabalhando há 18 anos com levantamentos e inventários para fins de licenciamento ambiental. Na área de pesquisa concentra estudos em análises de atributos ecológicos, biologia reprodutiva e alimentar de peixes Neotropicais de água-doce.

Wagner de Souza Fernandes

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, mestre e doutor em Doenças Infecciosas e Parasitárias pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Atualmente é Biólogo no Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian. Tem experiência em parasitologia e entomologia médica, atuando em epidemiologia das leishmanioses e biologia, sistemática e ecologia de flebotomíneos.

Walter Matheus Schneider Blema

Biólogo, graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Entre 2023 e 2025, cursou o mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular pelo Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular (PMBqBm) da UFMS. Durante a graduação, obteve experiência em citotoxicologia e durante o mestrado.

Este livro foi editorado com as fontes Crimson Text e Montserrat.
Publicado on-line em: <https://repositorio.ufms.br>



ISBN 978-85-7613-735-1



9 788576 137351

 **editora
UFMS**