

Ana Clara Miranda Gomes¹, Gustavo de Paula Campos², Raquel Roque Rodrigues³, Arthur Fernandes Barbosa Parrela⁴, Bruna Soares de Souza Lima Rodrigues⁵, Marcella Nunes Melo-Braga⁶, Ademir Nunes Ribeiro Junior⁷, Rodrigo Siqueira-Batista⁸

^{1, 2, 3, 4, 5, 8} Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga

⁶ Universidade Federal de Minas Gerais

⁷ Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁸ Universidade Federal de Viçosa

Escorpiões do gênero *Tityus* no Brasil: biologia, bioquímica da peçonha e fisiopatologia do escorpionismo

Scorpions of the genus *Tityus* in Brazil: biology, biochemistry of venom and pathophysiology of scorpionism

Resumo. O escorpionismo é um importante problema de saúde pública no mundo. Diferentes espécies de escorpiões estão envolvidas em acidentes, com repercussões que vão desde quadros leves até situações que causam a morte. Estes animais são invertebrados carnívoros, vivíparos e capazes de produzir peçonha – constituída por diferentes toxinas, a qual pode ser inoculada em outros animais, para caça ou defesa – cujos componentes afetam, especialmente, os canais iônicos, o que permite a liberação de neurotransmissores com atuação no sistema nervoso autônomo. Após inoculação, ocorrem alterações metabólicas nas vítimas – incluindo o *Homo sapiens* –, as quais são capazes de desencadear diferentes manifestações clínicas que vão desde sintomas leves até a morte. No território brasileiro, o gênero *Tityus*, pertencente à família Buthidae, é o mais importante em termos de importância médica, e o mais numeroso em relação às espécies, com destaque para *Tityus serrulatus*, *Tityus bahiensis*, *Tityus stigmurus*, *Tityus obscurus* (*Tityus paraensis*) e *Tityus silvestris*. Com base nessas ponderações, o objetivo do presente artigo é a apresentação dos aspectos biológicos, patogênicos, ecoepidemiológicos e profiláticos dos acidentes causados por escorpiões no Brasil. **Palavras-chave:** Escorpiões, Picada de escorpiões, Veneno de escorpiões, Rede social, Instagram.

Abstract. Scorpionism is an important public health problem in world. Different species of scorpions are involved in accidents, with repercussions that range from slight conditions to situations that cause death. They are carnivorous invertebrates, viviparous and capable of producing venom – consisting of different toxins, which can be inoculated in other animals, for hunting or defense – whose components affect, especially, the ionic channels, which allows the release of neurotransmitters acting on the autonomic nervous system. After inoculation, metabolic changes occur in the victims – including *Homo sapiens* – which are able to trigger different clinical manifestations ranging from mild symptoms to death. In The Brazilian territory, the genus *Tityus*, belonging to the family Buthidae, is the most important in terms of medical importance, and the most numerous in relation to the species, especially *Tityus serrulatus*, *Tityus bahiensis*, *Tityus stigmurus*, *Tityus obscurus* (*Tityus paraensis*) e *Tityus silvestris*. This article aims to present the biological, pathogenic, ecoepidemiological and prophylactic aspects of accidents caused by scorpions in Brazil.

Key words: Scorpions; Scorpion Stings; Scorpion Venoms.

Introdução

Os escorpiões são os primeiros artrópodes terrestres dentre os quelicerados descritos na escala biológica. Mais de 1500 espécies e subespécies já foram identificadas e estão amplamente distribuídas no mundo, por causa da fácil adaptação a diversos climas e ambientes (COLOMBO; ALENCAR, 2014). São invertebrados carnívoros, vivíparos e capazes de produzir peçonha – constituída por diferentes toxinas –, que pode ser inoculada em outros animais para presas ou defesa. Os componentes tóxicos produzem alterações metabólicas nas vítimas – incluindo o

Homo sapiens –, e são capazes de desencadear diferentes manifestações clínicas que vão desde sintomas leves até a morte (FREITAS, 2011; KALAPOTHAKIS *et al.*, 2021; PARRELA *et al.*, 2022).

Apenas alguns gêneros de escorpiões são relevantes do ponto de vista médico, quando se considera os eventos mórbidos que ocorrem em humanos, com especial atenção a *Tityus*, *Centruroides* e *Buthus*. A maior incidência de acidentes ocorre em regiões tropicais e subtropicais (BARBOSA *et al.*, 2014). É importante ressaltar que o aumento do número de casos está relacionado à urbanização extensiva, ao incremento da produção de lixo e à fragilidade das condições de saneamento básico, favorecendo a interação entre aracnídeos e humanos. A capacidade de adaptação do animal aumenta quando aspectos propícios, como alimentação abundante, ambiente favorável e temperatura ideal, estão presentes, facilitando sua proliferação (LISBOA *et al.*, 2020).

A partir dessas breves notas, o presente artigo tem como objetivo rever e discutir os aspectos biológicos do escorpião do gênero *Tityus*, a distribuição de espécies no Brasil, a bioquímica da peçonha e a fisiopatologia do emponhamento.

Biologia dos escorpiões

Escorpiões são animais invertebrados que pertencem à ordem Scorpiones, a qual compreende 14 famílias, apresentada no Quadro 1. No Brasil, do ponto de vista da relevância médica, as principais espécies encontradas pertencem ao gênero *Tityus*, cuja taxonomia é mostrada no Quadro 2.

Quadro 1. Principais famílias da ordem Scorpiones.

Akravidae
Bothriuridae
Buthidae
Caraboctonidae
Chactidae
Chaerilidae
Euscorpidae
Hemiscorpiidae
Iuridae
Microcharmidae
Pseudochactidae
Scorpionidae
Superstitioniidae
Vaejovidae

Fonte: NCBI Taxonomy Integrated Taxonomic Information System

Quadro 2. Classificação taxonômica do gênero *Tityus*.

Eukaryota (domain)
Metazoa (phylum)
Arthropoda (phylum)
Chelicerata (subphylum)
Arachnida (group)
Scorpiones (order)
Buthidae (family)
<i>Tityus</i> (genus)

Tityus arellanoparrai (species)
Tityus argentinus (species)
Tityus asthenes (species)
Tityus atriventer (espécie)
Tityus bahiensis (species)
Tityus boconoensis (species)
Tityus carvalhoi (species)
Tityus clathratus (species)
Tityus confluens (species)
Tityus costatus (species)
Tityus curupi (species)
Tityus discrepans (species)
Tityus falconensis (species)
Tityus fasciolatus (species)
Tityus funestus (species)
Tityus gonzalezspingai (species)
Tityus imei (species)
Tityus isabelceciliae (species)
Tityus kuryi (species)
Tityus macrochirus (species)
Tityus magnimanus (species)
Tityus mattogrossensis (species)
Tityus metuendus (species)
Tityus nematochirus (species)
Tityus neoespartanus (species)
Tityus nororientalis (species)
Tityus obscurus (species)
Tityus pachyurus (species)
Tityus paraguayensis (species)
Tityus perijanensis (species)
Tityus pictus (species)
Tityus pictus microdon (species)
Tityus pittieri (species)
Tityus pococki (species)
Tityus pusillus (species)
Tityus quirogae (species)
Tityus riverai (species)
Tityus sanarensis (species)
Tityus serrulatus (species)
Tityus simonsi (species)
Tityus soratensis (species)
Tityus stigmurus (species)
Tityus tenuicauda (species)
Tityus trinitatis (species)
Tityus trivittatus (species)
Tityus uruguayensis (species)
Tityus zulianus (species)

Fonte: NCBI Taxonomy Integrated Taxonomic Information System.

Em termos anatômicos, o corpo do animal é dividido em duas regiões principais: o prossoma, ou cefalotórax, e o opistossoma, ou abdômen, o qual é subdividido em mesossoma e metassoma. Na região anterior, ou prossoma, estão fixadas as oito pernas (formadas por coxa, trocânter, fêmur, patela, tíbia, basitarso, tarso), um par de pedipalpos (composto por coxa,

trocâter, fêmur, patela, tíbia e tarso), utilizados para imobilização da presa, e as duas quelíceras, as quais são tri-segmentadas (coxa, dedo fixo e dedo móvel), e adaptadas para alimentação. O messosoma, região anterior do opistossoma, ou abdômen, apresenta as seguintes estruturas: o operculum genital, os espiráculos (fendas externas dos pulmões) e os apêndices sensoriais, de modo que estão envolvidos com os processos de reprodução, respiração e percepção do ambiente, detecção das presas e dos animais do sexo oposto, respectivamente (SANT'ANA, *et al.*, 2021). Por fim, a cauda ou metasoma, na qual pode ser identificado o télson, uma estrutura que contém um par de glândulas produtoras de veneno e, no final, o ferrão (BRASIL, 2009; BRASIL e PORTO, 2010).

Os escorpiões são animais vivíparos, de modo que o desenvolvimento dos embriões ocorre dentro do corpo da fêmea, e a nutrição é realizada através de uma membrana como a placenta (BRASIL; PORTO, 2010). A gestação dura cerca de três meses para o gênero *Tityus*. No momento da parturição, a fêmea eleva o corpo e com as pernas dianteiras forma uma espécie de “cesta”, na qual os filhotes emergem e duram um período de dias até realizarem a primeira muda, ou seja, trocarem, completamente, o exoesqueleto (BRASIL; PORTO, 2010). Em poucos dias, eles já são independentes e deixam o corpo da fêmea. O período de “abandono” dos filhotes varia entre as diferentes espécies (BRASIL, 2001; BRASIL, 2009; BRASIL, 2016). Em populações de escorpiões da espécie *Tityus serrulatus* o processo de reprodução ocorre por partenogênese, o que significa que os ovos das fêmeas se desenvolvem, diretamente, em embriões, sem necessidade de fecundação pelos machos. Embora exista conhecimento de populações compostas por machos e fêmeas, que estão restritas às regiões Sudeste Nordeste do Brasil, são raros os estudos demonstrando a reprodução sexuada da espécie. Braga-Pereira *et al.* (2019) demonstraram uma possível correlação entre a presença de bactérias *Wolbachia* e a partenogênese na espécie *T. serrulatus*, utilizando o método de amplificação de três genes bacterianos, por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Entretanto, os resultados não sugeriram correlação entre a infecção pela bactéria e a população de escorpiões estudada, tanto a população sexual quanto as partenogenéticas (BRAGA-PEREIRA *et al.*, 2019).

Escorpiões são espécies sinatrópicas, o que significa que grandes populações são identificadas em área urbana, locais onde encontram abrigo, água e comida para sua sobrevivência. São animais noturnos e podem ser encontrados em pedras, entulhos, tijolos, toras e telhas, durante o dia. São comuns em estações quentes, mas, como no Brasil não há muitas mudanças climáticas, elas podem estar presentes em qualquer época do ano (BRASIL, 2009). Além disso, esses invertebrados se adaptam, facilmente, a novos ambientes e são capazes de viver por meses sem água ou comida (BRASIL; PORTO, 2010). A alimentação dos escorpiões depende da caça ativa ou da espera por outros invertebrados. Deve ser comentado, no entanto, que os escorpiões servem de alimento para diferentes animais, incluindo aranhas, sapos, cobras, lagartos, aves e mamíferos (BRASIL, 2009).

Distribuição das espécies de Tityus no Brasil

O território brasileiro alberga quatro famílias de escorpiões: Bothriuridae, Chactidae, Hormuridae e Buthidae (BRAVO e CALOR, 2014). O gênero *Tityus* – o mais numeroso do país, com cinquenta e quatro espécies (Quadro 2) – pertence à família Buthidae. Dentre essas espécies, *Tityus serrulatus*, *Tityus bahiensis*, *Tityus stigmurus*, *Tityus obscurus* (*Tityus paraensis*) e *Tityus silvestris* (Figura 1) são as principais responsáveis por acidentes graves no Brasil (LOURENÇO;

LEGUIN, 2008; RECKZIEGEL, 2013; PARDAL et al., 2014; PAZZINI, et al., 2019; AMADO, et al., 2021). A distribuição dessas espécies está retratada na Figura 2.

A espécie *Tityus serrulatus*, o escorpião amarelo, possui coloração amarelada nas pernas, pedipalpo e metassoma. Tem aproximadamente 7 cm de comprimento, cor marrom escura no dorso do prossoma e do metassoma, e serrilha dorsal no 3º e 4º segmentos do metassoma, sendo esta última estrutura mais robusta no macho do que na fêmea. A reprodução é por partenogênese e a fêmea pode conceber por volta de 160 filhotes durante a vida. Esta espécie é responsável pela maioria dos acidentes graves e óbitos no país. Devido à acelerada proliferação – e a grande capacidade de adaptação em ambientes urbanos – pode ser encontrado nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (BRAZIL e PORTO, 2010; PARRELA et al., 2022).

O *Tityus bahiensis*, o escorpião marrom ou preto, tem comprimento de aproximadamente 7 cm, possui pernas e pedipalpos marrons, o metassoma e dorso do prossoma e mesossoma tem coloração escura e pernas e pedipalpos com manchas escuras. Nos machos, a tíbia do pedipalpo é maior que nas fêmeas. Essa espécie não possui serrilhas no metassoma (PUORTO et al., 2017) e é a segundo maior responsável por acidentes graves na Região Sudeste, especialmente em crianças. É encontrado ainda no Centro-Oeste e Sul (DIAS, 2016).

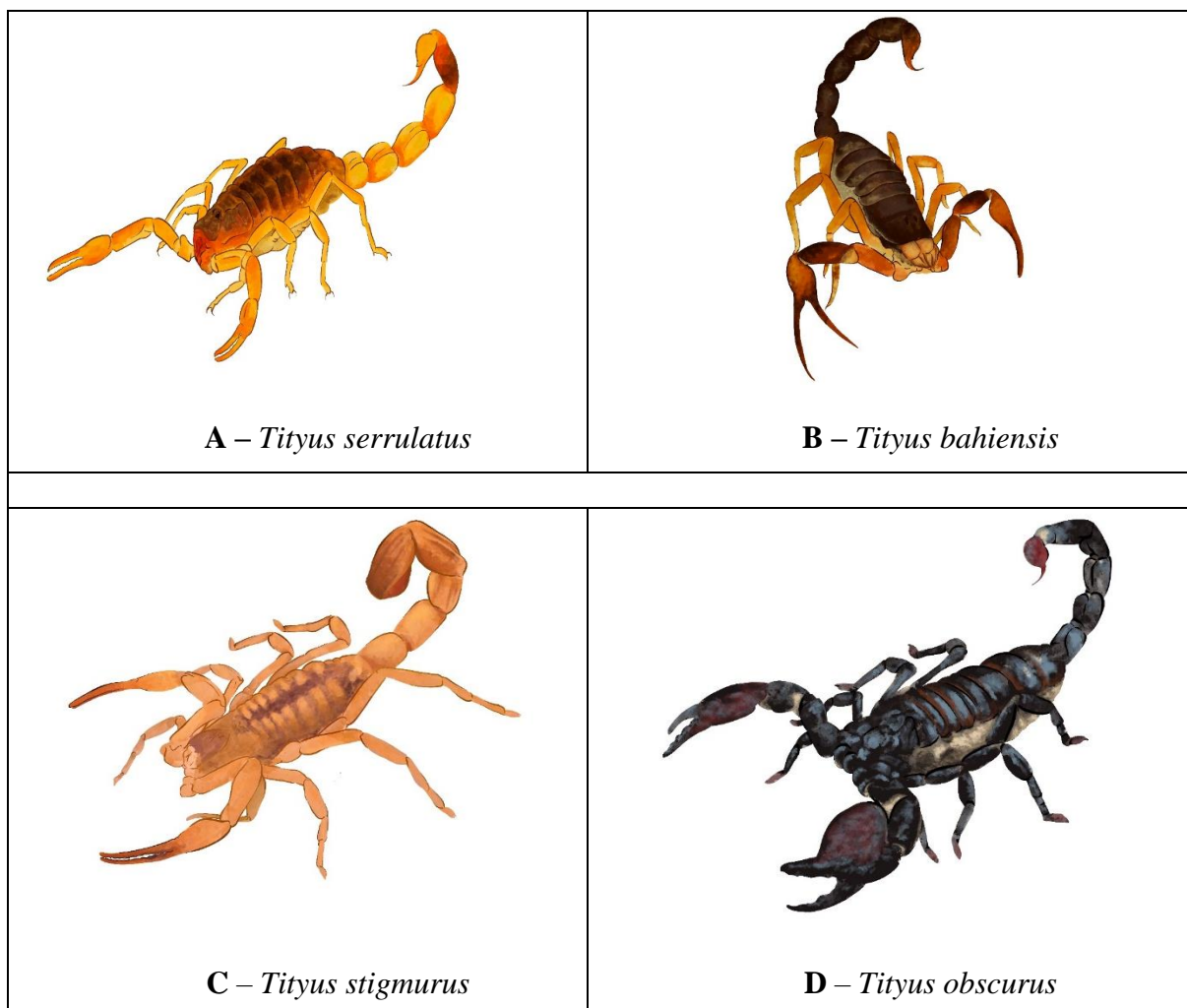


Figura 1 - Espécies de escorpiões de importância médica no Brasil. A – *Tityus serrulatus*; B – *Tityus bahiensis*; C – *Tityus stigmurus*; and D – *Tityus obscurus* (syn. *Tityus paraensis*). Preparado por Ademir Nunes Ribeiro Júnior.

O *Tityus stigmurus*, o escorpião amarelo do Nordeste, mede cerca de 7 cm; suas pernas, pedipalpo e metassoma são amarelos e possui uma faixa longitudinal escura no dorso do mesossoma, com duas faixas menores nas laterais, seguida de uma mancha triangular no dorso do prossoma (PUORTO *et al.*, 2017). Essa espécie tem serrilha dorsal no 3º e 4º segmento do metassoma. A reprodução é partenogenética. O macho possui o pedipalpo mais fino e metassoma maior que a fêmea. É encontrado nas regiões Sudeste e Nordeste e é responsável pela maioria dos acidentes no Nordeste (SILVA *et al.*, 2016).

O *Tityus silvestris* possui entre 2,5 a 4,5 cm e apresenta cor marrom-amarelada com manchas pelo corpo, pernas e palpos. Essa espécie exibe espinho sob o ferrão e é encontrada na região Centro-Oeste e Norte, principalmente no Pará e no Amazonas (COELHO *et al.*, 2016).

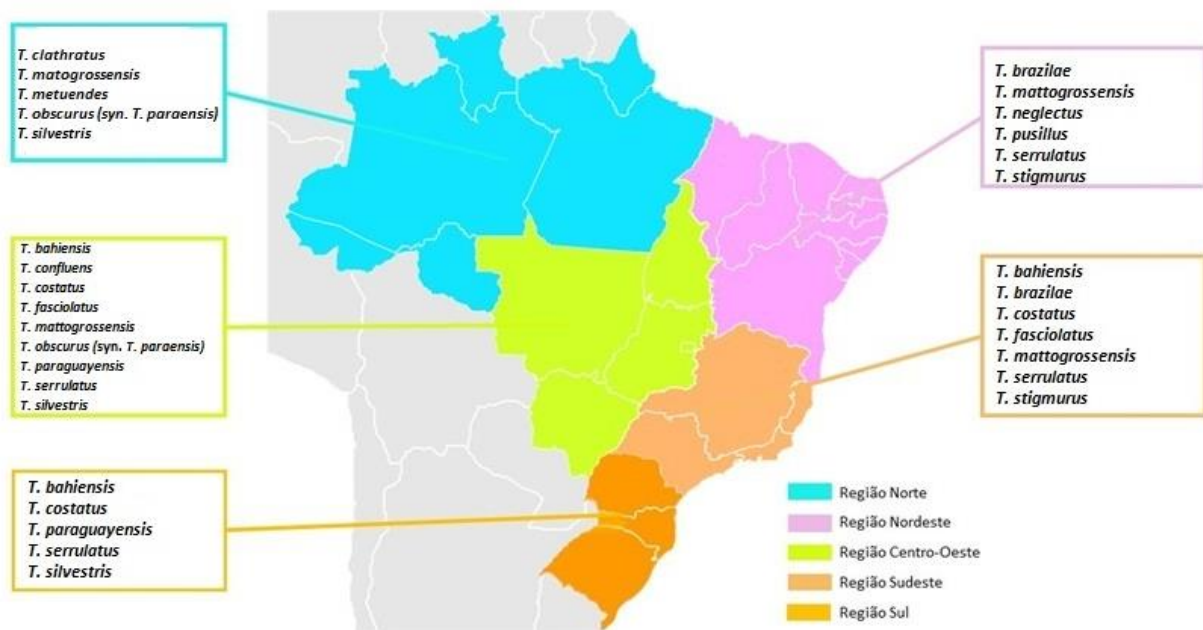


Figura 2 - Distribuição das principais espécies do gênero *Tityus*, no Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Brasil (2001); Lourenço (2002); Brasil (2009); Brazil e Porto (2010); Carvalho et al. (2017); Brasil (2019), Brasil (2020); Lira et al. (2021).

O *Tityus obscurus*, sinônima de *Tityus paraensis* (LOURENÇO; LEGUIN, 2008; PARDAL *et al.*, 2014; SUCEN, 2019) e popularmente conhecido como “escorpião preto da Amazônia”, é o principal responsável por casos de envenenamento graves, na região. Apresenta cerca de 9 cm de comprimento e coloração negra à avermelhada. Macho e fêmea são, morfologicamente, bem diferentes, sendo que o primeiro apresenta os pedipalpos, o tronco e a cauda mais finos e alongados em relação à fêmea (BUTANTAN, 2019).

Bioquímica da peçonha e patogênese do escorpionismo

As estimativas atuais apontam para cerca de 100.000 componentes no veneno dos escorpiões; todavia, apenas uma reduzida parte dessa diversidade bioquímica é conhecida (TRICHES, 2017). Vale destacar que para análise de sua composição, a peçonha escorpiônica é extraída das glândulas do telson, através da maceração em solução salina ou por choque elétrico.

Este último método possibilita que o animal permaneça vivo e apenas o veneno seja obtido, diferentemente da maceração.

Inicialmente, as toxinas eram estudadas a fim de encontrar antídotos para acidentes provocados por esses animais (HASSAN, 1984; OGUIURA, 2004; BERNARDES-OLIVEIRA *et al.*, 2019). Para além disso, os constituintes podem também ser utilizados com finalidade terapêutica ou como armas biológicas, visto que apresentam ação acentuada no organismo de vertebrados. São necessários mais estudos para ampliar o conhecimento a respeito da constituição dessas peçonhas, com o intuito de melhorar as possibilidades terapêuticas, bem como para minimizar o risco de utilização para fins, eticamente não defensáveis, como o bioterrorismo (MACHADO, 2016).

A constituição complexa da peçonha envolve uma parte na qual se identificam detritos celulares e mucopolissacarídeos e outra parte muito solúvel. A parte solúvel é composta por substâncias tóxicas ao organismo humano, a quais atuam, principalmente, nos canais de íons do sistema nervoso, promovendo desregulação (AHMADI *et al.*, 2020; RECKZIEGEL e PINTO, 2014; NENCIONI *et al.*, 2018; GALVANI, 2019; AMORIM, *et al.*, 2019). Entre os componentes da peçonha escorpiônica, citam-se os peptídeos, os quais, estruturalmente, podem ser classificados em três grupos distintos: (1) Calcinas; (2) os que não possuem pontes dissulfeto em sua estrutura – os peptídeos não-pontes-dissulfeto (NDBPs); (3) Peptides Containig CS α/β Motifs (AHMADI *et al.*, 2020; ALMAAYTAH e ALBALAS, 2014; FURTADO *et al.*, 2020). As calcinas atuam como agonistas dos receptores de rianodina e podem induzir subcondução desses canais, aumentando o cálcio intracelular culminando com a paralisia (XIAO *et al.*, 2016). Os NDBPs são conhecidos pela sua atividade antimicrobiana, por serem potencializadores de bradicininas, e por modularem a resposta imune (ZHIJIAN *et al.*, 2006; ALMAAYTAH e ALBALAS, 2014; PUCCA *et al.*, 2016a; FURTADO *et al.*, 2020). Os Peptides Containig CS α/β Motifs atuam nos canais iônicos, e podem ser divididos em toxinas de cadeia longa ou curta, dependendo de sua estrutura. Podem afetar os canais de sódio e potássio, respectivamente, e induzir a liberação de neurotransmissores com efeitos simpáticos e/ou parassimpáticos, o que explica a sintomatologia relacionada: dor, parestesia, taquicardia ou bradicardia, sialorreia, insuficiência cardíaca, edema pulmonar, entre outros (ORTIZ *et al.*, 2015; AHMADI *et al.*, 2020; COLLAÇO *et al.*, 2020). Além disso, os peptídeos desse grupo estão, intrinsecamente, associados à indução da resposta inflamatória (PUCCA *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2019).

Os principais estudos sobre a peçonha de escorpiões são advindos de pesquisas com espécies relacionadas aos acidentes graves, como *T. serrulatus* e *T. bahiensis* (LOURENÇO; EICKSTEDT, 2009; MIYAMOTO *et al.*, 2018). Os constituintes da primeira espécie melhor são melhor caracterizados, com algumas substâncias isoladas e reconhecidas. As neurotoxinas Ts1 (TsTX-1 ou toxina γ), Ts2 (TsTXIII ou III-8), Ts3 (TsTX ou tityustoxina) e Ts5 (TsTX-V) se ligam aos canais de íons sódio pós-ganglionares, provocando a despolarização das membranas por influxo de Na^+ (MARTIN-EAUCLAIRE, *et al.*, 2018). As toxinas Ts6 (TsTXIV), Ts7 (TsTX-K α ou TsII-9), Ts8 (TsTX-K β ou TsK2), Ts9 (Ts κ), Ts15 e Ts16 agem nos canais de íons potássio pós ganglionares bloqueando o influxo de K^+ para a célula, de modo que o íon concentra-se no meio extracelular. Logo, as toxinas Ts1, Ts2, Ts3 e Ts5 atuam em sinergismo com as neurotoxinas Ts6, Ts7, Ts8, Ts9, Ts15 e Ts16 (COLOGNA *et al.*, 2012; PUCCA *et al.*, 2015; PUCCA *et al.*, 2016b; ROCHA-RESENDE *et al.*, 2017; SANTUSSI *et al.*, 2017; BRITES-NETO, 2019). O peptídeo Ts4, também nomeado de TsTX-VI, provoca reação de hipersensibilidade, lacrimejamento e liberação dose-dependente de glutamato e ácido gama-aminobutírico (GABA). O peptídeo T (Ts10), por sua vez, potencializa os

efeitos da bradicinina pela inibição da enzima conversora de angiotensina (ECA) que hidrolisa a bradicinina e, conseqüentemente, impede a conversão de angiotensina I em angiotensina II, além de inibir a cinase II tecidual. Apesar de não inibir a ECA, as hipotensinas 1, 2, 3 e 4 potencializam a ação hipotensora da bradicinina e, conseqüentemente, provocam vasodilatação (BRITES-NETO, 2019). Ensaios *in vivo* e *in vitro* mostraram o efeito dilatador de Ts10, independente da atividade da ECA, sugerindo a atuação desse peptídeo em alvos moleculares do endotélio vascular, o que culmina com a produção de óxido nítrico (NO) e conseqüentemente a vasodilatação (ROCHA-RESENDE *et al.*, 2017).

A presença de diferentes substâncias complexas, presentes na peçonha, em especial das neurotoxinas que interagem com os canais iônicos, explicam os sinais e sintomas do escorpionismo (PARRELA *et al.*, 2022). A produção e armazenamento da peçonha envolve gasto energético, logo, a quantidade inoculada não é aleatória (ABROUG *et al.*, 2020; ISMAIL e ABD-ELSALAM, 1988), o que pode explicar os quadros clínicos leves, na maioria dos adultos picados pelo artrópode (ABROUG *et al.*, 1999; ABROUG *et al.*, 2020).

Após a picada, a peçonha, inoculada no organismo humano, provoca despolarização da membrana celular e liberação de muitas catecolaminas e acetilcolina, por meio da ligação dos seus componentes aos canais de íons das terminações nervosas não específicas. Assim, atinge diferentes partes do corpo e, conseqüentemente, provoca grande parte dos sintomas clínicos (WEISS e PAIVA, 2017; FURTADO, *et al.*, 2020). Normalmente, a toxicocinética dos compostos do veneno envolve a rápida absorção e distribuição sanguínea, alta afinidade tecidual e lenta excreção. Nos jovens, a absorção e distribuição são mais rápidas e a eliminação mais lenta quando comparadas aos adultos. Dessa maneira, a toxicocinética depende da faixa etária do indivíduo, sendo as manifestações mais graves em crianças e idosos (SOTO-BLANCO e MELO, 2018).

O principal sintoma é a dor no local da picada, com intensidade variável, e associada à sensação de ardor, queimação ou agulhada. Podem ocorrer, ainda, hiperemia, prurido, hiperestesia, parestesia, edema, sudorese e piloereção (ABOURAZZAK *et al.*, 2009; FRANÇA *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2019). Normalmente, as manifestações locais são devidas à reação de hipersensibilidade do tipo IV (REIS *et al.*, 2019). Além disso, há também a atuação das hialuronidases e das metaloproteínases, que degeneram a matriz extracelular da pele, e as aminas vasoativas que provocam maior fluxo sanguíneo para o local, intensificando o quadro de hiperemia e o edema (ABOURAZZAK *et al.*, 2009; REIS *et al.*, 2019; PUCCA *et al.*, 2015; RAHMANI e JALALI, 2012).

Por meio da ativação dos canais de Na⁺, a neurotoxina Ts1 é capaz de provocar a despolarização das membranas celulares e liberação de catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) e de acetilcolina. As catecolaminas provocam, principalmente, efeitos adrenérgicos ao estimular o sistema nervoso simpático e a acetilcolina estimula o parassimpático provocando sintomas colinérgicos (LOUZA, *et al.*, 2020). As catecolaminas provocam aumento da pressão arterial sistêmica, constrição dos vasos periféricos, arritmias cardíacas e, ocasionalmente, edema pulmonar agudo, insuficiência cardíaca e choque (SIQUEIRA-BATISTA *et al.*, 2004; SANT'ANA *et al.*, 2021). A acetilcolina causa aumento de algumas secreções, como, nasal, lacrimal, salivar, brônquica, gástrica e sudorípara, além de espasmos musculares, tremores e diminuição da frequência cardíaca (PAZ *et al.*, 2020).

Além da liberação de neurotransmissores, algumas toxinas da peçonha podem estimular, diretamente, os nervos sensitivos por meio dos canais de íons sódio, liberando neuropeptídeos – semelhantes à substância P – os quais sensibilizam outras fibras nervosas distantes da região de inoculação e ativam os receptores de taquicinina NK1. Essa ativação causa contração da musculatura lisa intestinal e inflamação. A inflamação ocorre devido à ativação dos receptores NK1 existentes nos mastócitos, que estimulam a liberação de componentes inflamatórios, como, fator ativador de plaquetas (PAF), interleucinas (IL-1, IL-2, IL-6 e IL-10) e leucotrienos. Esses componentes podem provocar edema pulmonar, consequência do aumento da permeabilidade capilar pulmonar, e disfunções hemodinâmicas, em decorrência do aumento da pressão arterial sistêmica (SOTO-BLANCO e MELO, 2018).

Considerações finais

O entendimento sobre os aspectos biológicos dos escorpiões pode auxiliar na melhoria das medidas de controle e de prevenção de acidentes por esses animais. Os estudos etiológicos e epidemiológicos ajudam no entendimento dos acidentes – ocorrências por região – e da distribuição das diferentes espécies, em determinados períodos. Vale ressaltar que as investigações relacionadas à composição da peçonha permitem a melhor caracterização das manifestações clínicas, da abordagem diagnóstica e da condução do tratamento dos casos de escorpionismo, além de potencializar a descrição de substâncias com potenciais usos na medicina humana e veterinária.

Referências bibliográficas

- ABOURAZZAK, S. *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of scorpion sting in Fez Marocco. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, [S.l.] v.15, n.2, p.255-267, 2009.
- ABROUG, F. *et al.* Serotherapy in scorpion envenomation: a randomised controlled trial. *The Lancet*, [S.l.], v.354, n9182, p. 906–909, set. 1999.
- ABROUG, F. *et al.* Scorpion envenomation: state of the art. *Intensive Care Med*; [S.l.], n.46, p. 401-410, março, 2020.
- AHMADI, S. *et al.* Scorpion Venom: Detriments and Benefits. *Biomedicines*. [S.l.], v.8, n.5, p. 118, maio, 2020.
- AMADO, T. F., *et al.* Vulnerable areas to accidents with scorpions in Brazil. *Tropical Medicine & International Health*, [S.l.], v.26, n.5, p.591-601, março 2021.
- AMORIM, F. G. *et al.* Proteome of fraction from *Tityus serrulatus* venom reveals new enzymes and toxins. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, [S.l.], v.25, p. 327-345, 2019.
- ALMAAYTAH, A.; ALBALAS, O. Scorpion venom peptides with no disulfide bridges: a review. *Peptides*, [S.l.], v. 51, p. 35-45, jan. 2014.
- BARBOSA, A. D. *et al.* Distribuição espacial de acidentes escorpiônicos em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005 a 2009. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, [S.l.], v.66, n.3, p.721-730, jun. 2014.
- BERNARDES-OLIVEIRA, E. *et al.* *Tityus serrulatus* Scorpion Venom Induces Apoptosis in Cervical Cancer Cell Lines. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. [S.l.], v 11, p. 1–8, jun. 2019.

BRAGA-PEREIRA, G. F. *et al.* Is the parthenogenesis of the yellow scorpion (*Tityus serrulatus*) promoted by endosymbiont bacteria (*Wolbachia* sp.)?. *The Journal of Arachnology*, [S.l.], v. 47, n. 2, p. 284-289, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2001.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica*. – 8. ed. rev. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. *Guia de Vigilância em Saúde*. Brasília: Ministério da Saúde; 2016. p. 812.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. *Guia de Vigilância em Saúde: volume único [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços*. – 3ª. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan)*. Tabulação de dados

TabNet. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defctohtm.exe?sinannet/cnv/animaisbr.>>
Acesso em: 29/09/2020.

BRAVO, F.; CALOR, A. *Artrópodes do Semiárido: Biodiversidade e conservação*. Feira de Santana: Print mídia, 2014.

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

BRITES-NETO, J. Aspectos Clínicos e Terapêuticos do envenenamento por escorpiões em cães e gatos. *Revista de Ciência veterinária de Saúde pública*, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 442-471, ago. 2019.

BUTANTAN. *Controle de escorpiões de importância em saúde*. Instituto Butantan a serviço da vida. 2019. Cidade de São Paulo. Escorpiões. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/vigilancia_em_saude/controlado_zoonoses/animais_sinantropicos/index.php?p=4504#:~:text=Alguns%20escorpi%C3%B5es%20reproduzemse%20assexuadamente,as%20quais%20geram%20novas%20f%C3%AAsmeas. Acesso em: 7 out. 2020.

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

COELHO, J. S. *et al.* Scorpionism by *Tityus silvestris* in eastern Brazilian Amazon. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, Botucatu, v. 22, n. 24, 2016.

COLLAÇO, R. C. *et al.* Neurotoxicity of *Tityus bahiensis* (brown scorpion) venom in sympathetic vas deferens preparations and neuronal cells. *Archives of Toxicology*, [S.l.], v. 94, p. 3315– 3327, jun. 2020.

COLOGNA, C. T. *et al.* Investigation of the relationship between the structure and function of Ts2, a neurotoxin from *Tityus serrulatus* venom. *The FEBS Journal*, [S.l.], v. 279, n. 8, p. 1495–1504, abr. 2012.

COLOMBO, W. D; ALENCAR, I. C. C. de. Etograma do escorpião amarelo *Tityus serrulatus* Lutz & Mello 1922 (Scorpiones: Buthidae), em cativeiro. *Bioscience Journal*, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 576-581, abr. 2014.

DIAS, N. B. *Estudo peptídico e determinação do perfil de metabólitos de escorpiões da família Buthidae: Tityus serrulatus, Tityus bahiensis e Tityus obscurus*. 2016. 55 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociência de Rio Claro, Rio Claro, 2016.

FRANÇA, F. O. S. et al. Acidentes por aracnídeos e insetos. In: Veronesi R, Focaccia R. *Tratado de Infectologia*, São Paulo, v. 5, p. 2331-2350, 2015.

FREITAS, M. A. *Guia ilustrado dos animais venenosos e peçonhentos no Brasil*. 2ª edição. Pelotas: USEB, 2011.

FURTADO, A. A. et al. Biology, venom composition, and scorpionism induced by brazilian scorpion *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876) (Scorpiones: Buthidae): A minireview. *Toxicon*. [S.l.]. v. 185, p. 36-45, out. 2020.

ISMAIL, M.; ABD-ELSALAM, M. A. Are the toxicological effects of scorpion envenomation related to tissue venom concentration?. *Toxicon*, [S.l.], v. 26, n. 3, p. 233-256, jan. 1988.

KALAPOTHAKIS, Y. et al. Novel components of *Tityus serrulatus* venom: A transcriptomic approach. *Toxicon*, [S.l.], v. 189, p. 91-104, jan. 2021.

LIRA, A. F. A.; GUILHERME, E.; SOUZA, M. B.; CARVALHO, L. S. Scorpions (Arachnida, Scorpiones) from the state of Acre, southwestern Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, v. 51. P. 58-62, 2021.

LISBOA, N. S.; BOERE, V.; NEVES, F. M. Escorpionismo no Extremo Sul da Bahia, 2010-2017: perfil dos casos e fatores associados à gravidade. *Epidemiologia e Serv. Saúde*, [S.l.], v. 29, n. 2, 2020.

LOURENÇO, W. R. *Scorpions of Brazil*. Paris: Les Éditions l'If. 1st ed., 2002.

LOURENÇO, W. R.; LEGUIN, E. The true identity of Scorpion (*Atreus*) *Obscurus* Gervais, 1843 (Scorpiones, Buthidae). *Euscorpius*, v. 75, p. 1-11, 2008.

LOURENÇO, W. R.; EICKSTEDT, V. R. *Escorpiões de importância médica*. In: Cardoso JLC et al. *Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes*. p. 198-213. São Paulo: Sarvier; 2009.

LOUZA, G. S. G.; CARMO, L. L. G.; CONCEIÇÃO, I. M. Effect of *Tityus serrulatus* scorpion venom on isolated jejunum: A very useful tool to study the interaction between neurons in the enteric nervous system. *Autonomic neuroscience*, [S.l.], v. 227, set. 2020.

MACHADO, R. J. A. *Caracterização estrutural e avaliação da atividade biológica de uma nova hipotensina identificada no veneno do escorpião Tityus stigmurus*. 2016. 133f. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

MARTIN-EAUCLAIRE, M. F.; BOUGIS, P. E.; LIMA, M. E. de. Ts1 from the Brazilian scorpion *Tityus serrulatus*: A half-century of studies on a multifunctional beta like-toxin. *Toxicon*, [S.l.], v. 152, n.8, p. 106-120, set. 2018.

MIYAMOTO, J. G. et al. A comparative study of pathophysiological alterations in scorpionism induced by *Tityus serrulatus* and *Tityus bahiensis* venoms. *Toxicon*, [S.l.], v. 141, p. 25-33, jan. 2018.

NCBI. *National Center Biotechnology International*. 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=6886&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>. Acesso em 18/09/2020.

- NENCIONI, A. L. A. *et al.* Effects of Brazilian scorpion venoms on the central nervous system. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, v. 24, n. 1, jan. 2018.
- OGUIURA, N. Venenos e toxinas: uma abordagem multidisciplinar. *Biológico*, São Paulo, v.66, n.1/2, p.57, jan./dez., 2004.
- ORTIZ, E. *et al.* Scorpion venom components as potential candidates for drug development. *Toxicon*, [S.l.], v. 93, p. 125–135, jan. 2015.
- PARDAL, P. P. O.; GADELHA, M. A. C.; MENEZES, M. M. G. O.; MALHEIROS, R. S.; ISHIKAWA, E. A. Y.; GABRIE, M. D. G. Envenenamento grave pelo escorpião *Tityus obscurus* Gervais, 1843. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 5, n. 3, p. 65-70, 2014.
- PARRELA, A. F. B.; RODRIGUES, R. R.; CAMPOS, G. P.; GOMES, A. C. M.; LIMA RODRIGUES, B. S. S. L.; BRAGA, M. N. M.; RIBEIRO JUNIOR, A. N.; SIQUEIRA-BATISTA, R. Scorpion envenomation in Brazil: an update. *Infectio*, v. 26, p. 172-180, 2022.
- PAZ, G. G. *et al.* Efeitos tóxicos causados por envenenamento escorpiônico no Brasil. *UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 17, n. 46, p. 92-99, 2020.
- POLIS, G. A. *The Biology of Scorpions*. Ed. Stanford University Press, Stanford, CA, xxvi, p. 587, 1990.
- PUCCA, M. B. *et al.* *Tityus serrulatus* venom – a lethal cocktail. *Toxicon*, [S.l.], v. 108, p. 272– 284, dez. 2015.
- PUCCA, M. B. *et al.* Non-disulfide-bridged peptides from *Tityus serrulatus* venom: Evidence for proline-free ACE-inhibitors. *Peptides*, [S.l.], n. 82, p. 44–51, agos. 2016a.
- PUCCA, M. B. *et al.* Immunosuppressive evidence of *Tityus serrulatus* toxins Ts6 and Ts15: Insights of a novel K (+) channel pattern in T cells. *Immunology*, [S.l.], v. 147, n. 2, p. 240-250, jan. 2016b.
- PUORTO G., et al. *Animais venenosos: serpentes, anfíbios, aranhas, escorpiões, insetos e lacraias*. 2.ed. rev ampl. – São Paulo: Instituto Butantan, p.19, 2017.
- RAHMANI, A.; JALALI, A. Symptom patterns in adult patients stung by scorpions with emphasis on coagulopathy and hemoglobinuria. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, Botucatu, v.18, n. 4, p. 427-431, 2012.
- RECKZIEGEL, G. C.; PINTO, V. L. Scorpionism in Brazil in the years 2000 to 2012. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 46, 2014.
- RECKZIEGEL, G. C. *Análise do escorpionismo no Brasil no período de 2000 a 2010*. 2013. 103 f., il. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- REIS, M. B. *et al.* Scorpion envenomation and inflammation: Beyond neurotoxic effects. *Toxicon*, [S.l.], v. 167, p. 174-179, set, 2019.
- ROCHA-RESENDE, C. *et al.* Moving pieces in a cryptomic puzzle: Cryptide from *Tityus serrulatus* Ts3 Nav toxin as potential agonist of muscarinic receptors. *Peptides*, [S.l.], v. 98, p. 70–77, dez. 2017.
- SANT'ANA, J. L. P.; MOTTA, O. J. R.; VICARI, M. V.; ROCHA FILHO, I. B. M.; MACHADO, G. R.; SILVA, E.; SANTANA, L. A. Escorpionismo e Inteligência Artificial: uma intersecção promissora? *Revista Saúde Dinâmica*, Ponte Nova, v. 3, n. 1, p. 20-34, 2021.

SANTUSSI, W. M. *et al.* Antifungal Activity against Filamentous Fungi of Ts1, a Multifunctional Toxin from *Tityus serrulatus* Scorpion Venom. *Frontiers in Microbiology*, [S.l.], v. 8, jun. 2017.

SILVA, N. A. *et al.* Effects of *Tityus stigmurus* (Thorell 1876) (Scorpiones: Buthidae) venom in isolated perfused rat kidneys. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 88, n. 1, p. 665-675, 2016.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; ALBUQUERQUE, A. K. A. C.; ESPERIDIÃO ANTONIO, V.; GOMES, A. P.; QUINTAS, L. E. M. O sistema nervoso autônomo. *Revista Brasileira de Clínica e Terapêutica*, São Paulo, v. 30, n.5, p. 206-212, 2004.

SOTO-BLANCO, B.; MELO M. M. Escorpionismo. In: *Cadernos Técnicos de Saúde*, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 11, 2018.

SUCEN. Superintendência de Controle de Endemias. *Orientações gerais para prevenção de acidente e controle de escorpião no cemitério*. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.saude.sp.gov.br/resources/sucen/homepage/outros-destaques/jornada-a-distancia/guia_orientacoes_cemiterio_.pdf>. Consultado em 30 de novembro de 2021.

TRICHES, C. M. F. *Predição e caracterização de um epitopo conformacional da betaneurotoxina TSI do escorpião Tityus serrulatus*. 2017. 85f. Tese (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2017.

XIAO, L. *et al.* Structure–function relationships of peptides forming the calcin family of ryanodine receptor ligands. *Journal of General Physiology*, [S.l.], v. 147, n. 5, p. 375–394, abr. 2016.

WEISS, M. B.; PAIVA, J. W. S. *Acidentes com Animais Peçonhentos*. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2017.

ZHIJIAN, C. *et al.* Genetic mechanisms of scorpion venom peptide diversification. *Toxicon*, [S.l.], v. 47, n. 3, p.348-355, jan. 2006.

¹Ana Clara Miranda Gomes, estudante de Medicina na Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga. anaclaramirandagomes@hotmail.com;

²Gustavo de Paula Campos, estudante de Medicina na Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga. gustavo.campos10@outlook.com;

³Raquel Roque Rodrigues, estudante de Medicina na Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga. raquelrodrigues96@hotmail.com;

⁴Arthur Fernandes Barbosa Parrela, estudante de Medicina na Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga. arthurparrela@gmail.com;

⁵Bruna Soares de Souza Lima Rodrigues, doutora em Parasitologia pela Universidade Federal de Minas Gerais, docente na Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga. brunasoaressl@yahoo.com.br;

⁶Marcella Nunes Melo Braga, doutora em Química de Proteína e Proteômica pela University of Southern Denmark, pesquisadora da Universidade Federal de Minas Gerais. marcellanmb@gmail.com;

⁷Ademir Nunes Ribeiro Junior, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. junioranrj@gmail.com

⁸Rodrigo Siqueira-Batista, médico pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Doutor em Ciências pela Fundação Oswaldo Cruz, docente na Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal de Viçosa.

^{1,2,3,4,5,8} Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga – Rua G, 205 - Bairro Paraíso - Ponte Nova - MG - Cep: 35430-302.

⁶ Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos nº 6627. ICB Bloco N-4 Sala 202/1. Laboratório de Biologia Sintética e Biomiméticos Pampulha 31270901 - Belo Horizonte, MG – Brasil.

⁷ Universidade Federal do Rio de Janeiro. Endereço postal: Rua Venceslau Brás, 71 - Campus Praia Vermelha Botafogo Rio de Janeiro - RJ. Cep: 22290-140.

⁸Universidade Federal de Viçosa. 3ºAndar - Sala 324 - Campus Universitário Viçosa - MG. CEP: 36570-900.

Este artigo:

Recebido em: 12/2021

Aceito em: 02/2022

Como citar este artigo:

GOMES, Ana Clara Miranda; et al. Escorpiões do gênero *Tityus* no Brasil: biologia, bioquímica da peçonha e fisiopatologia do escorpionismo. *Scientia Vitae*, v.13, n.36, ano 9, p. 01-14, jan./fev./mar. 2022.