



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JOÃO VITOR DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE  
ESCORPIÕES E ESCORPIONISMO COM ÊNFASE EM *Tityus  
serrulatus* LUTZ & MELLO, 1922 (Scorpiones, Buthidae) EM  
AMBIENTES ANTRÓPICOS NO NORTE DO PARANÁ.**

---

Londrina  
2021

JOÃO VITOR DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE  
ESCORPIÕES E ESCORPIONISMO COM ÊNFASE EM *Tityus  
serrulatus* LUTZ & MELLO, 1922 (Scorpiones, Buthidae) EM  
AMBIENTES ANTRÓPICOS NO NORTE DO PARANÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. João Antonio Cyrino Zequi

Londrina  
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

J62 Oliveira, João Vitor de.  
ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESCORPIÕES E ESCORPIONISMO COM ÊNFASE EM *Tityus serrulatus* LUTZ & MELLO, 1922 (Scorpiones, Buthidae) EM AMBIENTES ANTRÓPICOS NO NORTE DO PARANÁ. / João Vitor de Oliveira. - Londrina, 2021.  
122 f. : il.

Orientador: João Antonio Cyrino Zequi.  
Coorientador: Lucienne Garcia Pretto Giordano.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2021.  
Inclui bibliografia.

1. Ecologia urbana - Tese. 2. Epidemiologia - Tese. 3. Controle epidemiológico - Tese. 4. Monitoramento epidemiológico - Tese. I. Zequi, João Antonio Cyrino. II. Giordano, Lucienne Garcia Pretto. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 574

JOÃO VITOR DE OLIVEIRA

**ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE  
ESCORPIÕES E ESCORPIONISMO COM ÊNFASE EM *Tityus  
serrulatus* LUTZ & MELLO, 1922 (Scorpiones, Buthidae) EM  
AMBIENTES ANTRÓPICOS NO NORTE DO PARANÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. João Antonio Cyrino Zequi  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Mário Antonio Navarro da Silva  
Universidade Federal do Paraná - UFPR

---

Prof. Dr. Roberto Manoel Pereira  
University of Florida, Institute of Food and  
Agricultural Sciences - UF/IFAS

Londrina, 08 de outubro de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meus pais Elcias de Oliveira e Valnice Aparecida Rodrigues de Oliveira que sempre apoiaram e incentivaram em todas as escolhas que me trouxeram até aqui, por fazerem tudo que estava ao seu alcance para me oferecer uma educação de qualidade, que me serviu de base ao decorrer de todo esse processo.

A minha irmã Leticia de Oliveira, que me incentivou a prosseguir com meus estudos e me apoiando quando necessário.

Agradeço ao Andrew Silva Felipe e a Ana Flávia de Carvalho. A eles devo minha gratidão, por estarem ao meu lado nos momentos de conquista e de crises, agradeço o fundamental apoio, confiança, compreensão e por sempre incentivarem a buscar o meu melhor.

As minhas amigas e companheiras de laboratório Bianca Piraccini e Karina Rossi da Silva, pelo apoio, aconselhamento e momentos de descontração, no decorrer deste trabalho.

Aos professores Laurival Antônio Vilas-Bôas e Gislayne Trindade Vilas-Bôas que contribuíram com ideias e incentivos no início da minha pesquisa

Ao agente da Vigilância Sanitária de Londrina e amigo Mário Inácio da Silva, que esteve presente em todas as etapas do trabalho, contribuindo na construção deste como um todo.

A professora co-orientadora Lucienne Garcia Pretto Giordano, pelos ensinamentos na área de microbiologia e por ter cedido seu tempo, espaço e laboratório nas etapas iniciais da pesquisa.

Aos professores membros da banca Carlos Eduardo de Alvarenga Júlio, Cícero Lucinaldo Soares de Oliveira Costa, Fernando Maia Silva Dias, Mário Antonio Navarro da Silva e Roberto Manoel Pereira pela contribuição no enriquecimento da minha pesquisa.

Por fim agradeço ao meu Orientador Prof. Dr. João Antonio Cyrino Zequi, por todos os ensinamentos ao longo do mestrado pela paciência ao lidar com os imprevistos que surgiram ao decorrer do trabalho, pela oportunidade, apoio e disposição ao me orientar a trabalhar com um tema pouco desbravado e para concluir também pela amizade construída ao longo desses anos.

Agradeço a Universidade Estadual de Londrina Departamento de Biologia

Animal e Vegetal oferecer estrutura física e a logística necessária para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Vigilância Sanitária Municipal de Londrina por contribuir na aquisição e equipamentos, dados, no transporte e na participação nos experimentos em campo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

OLIVEIRA, João Vitor de. **Estratégias de monitoramento e controle de escorpiões e escorpionismo com ênfase em *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae) em ambientes antrópicos no norte do Paraná.** 2021. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

## RESUMO

No Brasil, desde 2007, o escorpionismo tem sido o maior responsável por envenenamento humano por animais, superando os casos envolvendo cobras e aranhas. Das 160 espécies de escorpiões existentes no Brasil, 60% pertencem a família Buthidae, que inclui todas as de interesse médico. O escorpião amarelo *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones: Buthidae) é considerado o mais perigoso da América do Sul, pela alta toxicidade do seu veneno. Devido a sua capacidade de reprodução por partenogênese e adaptabilidade a ambientes antrópicos, essa espécie antes restrita ao bioma cerrado, atualmente está distribuída por vinte estados. Este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência, distribuição de escorpião amarelo e acidentes com escorpiões no Município de Londrina, com base em dados históricos e testar métodos alternativos de monitoramento e controle de escorpiões. Para o monitoramento de acidentes foram utilizados dados provenientes do SINAN (Sistema de Informação e Agravos de Notificação) de 2008 a 2020, e ocorrência do SINAP (Sistema de Notificação de Animais Peçonhentos) de 2011 a 2020, analisados através do Estimador de intensidade de Kernel. O uso de armadilhas foi comparado à busca ativa diurna em dois cemitérios públicos do município de Londrina, em novembro de 2020 a abril de 2021. Foram realizados testes com fungos isolados de escorpiões infectados e com *Aspergillus tamaritii* Kita (1913) em diferentes concentrações como biocontroladores. Não foram obtidos resultados positivos na utilização de fungos como controladores biológicos. Através do teste de Tukey foi constatado o aumento significativo nas ocorrências de *T. serrulatus* ( $p=0.0001$ ;  $F=7,5$ ) e de acidentes com escorpiões ( $p=0.001$ ;  $F=18,17$ ) havendo correlação entre ambos pelo teste de Pearson (Pearson=0,2; IC=95%). De 2011 a 2020 houveram 3460 ocorrências de escorpiões, dos quais 2452 eram *T. serrulatus*, e de 2008 a 2020 foram notificados 578 acidentes com escorpiões, onde 51,73% das vítimas foram do sexo feminino e 48,27% do sexo masculino, não havendo prevalência significativa entre sexos pela análise de variância, ANOVA ( $p=0,83$ ;  $F=0,04$ ). Quanto à faixa etária, o predomínio ocorreu entre os grupos de 20 a 29 anos e 40 a 49 anos, havendo diferença significativa para com os grupos mais jovens e idosos pelo teste de Tukey ( $p=0,0001$ ;  $F=10,1916$ ). Na classificação quanto ao grau de gravidade dos acidentes 94,63% foram leves e 3,11% moderados, não havendo casos graves nem óbitos. Para as duas áreas de amostragem, em números totais as armadilhas capturaram mais que o dobro de escorpiões que a busca ativa diurna, e quando comparado o número de indivíduos coletados por hora, através dos diferentes métodos, a busca ativa se mostrou mais eficiente pelo teste de Tukey para as duas áreas ( $p=0,0001$ ;  $F=14,49$ ) ( $p=0,0001$ ;  $F=24,56$ ), porém a armadilha apresentou maior homogeneidade na amostragem. Obteve-se predomínio de indivíduos juvenis pelo teste de Kruskal-Wallis para ambas as áreas ( $p=0.0001$ ;  $H=39,20$ ) ( $p=0,0001$ ;  $H=34,69$ ) o que expressa plena reprodução nos ambientes estudados. Pelas análises espaciais, foi demonstrado como a população de

escorpião amarelo se disseminou pela cidade, estabelecendo zonas críticas e como os acidentes acompanharam de forma similar, também, foi possível delimitar as zonas de maior ocorrência para que as ações de controle sejam nelas focadas. Com o aumento das ocorrências de *T. serrulatus*, especialmente no último ano de amostragem, associado ao aumento de acidentes com escorpiões no decorrer dos anos, é necessário o emprego de estratégias de monitoramento mais eficazes e a baixo custo, para um eficiente controle integrado à rede de saúde pública e sistemas de informações de acidentes, sendo a estratégia aqui desenvolvida uma eficiente ferramenta para monitoramento para determinar índices de infestação, controle e ações integradas.

**Palavras-chave:** incidência; escorpião; epidemiologia; envenenamento; armadilha.

OLIVEIRA, João Vitor de. **Strategies for monitoring and control of scorpions and scorpionism with emphasis on *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae) in anthropic environments in northern Paraná.** 2021. 120 p. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, 2021.

## ABSTRACT

In Brazil, since 2007, scorpion have been responsible for most human poisoning by animals, surpassing cases involving snakes and spiders. Of the 160 species of scorpions existing in Brazil, 60% belong to the Buthidae family, which includes all those of medical interest. The yellow scorpion *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones: Buthidae) is considered the most dangerous in South America, due to the high toxicity of its venom. Due to its ability to reproduce by parthenogenesis and adaptability to human environments, this species, which was previously restricted to the cerrado biome, is currently distributed over twenty states. This work aimed to evaluate the occurrence and distribution of yellow scorpion and accidents with scorpions in the city of Londrina, based on historical data and to test alternative methods of monitoring and controlling scorpions. For the monitoring of accidents, data from the SINAN (Information System for Notifiable Diseases) from 2008 to 2020 were used, and the occurrence of the SINAP (Reporting System for Poisonous Animals) from 2011 to 2020, analyzed using the Kernel Intensity Estimator. The use of traps was compared to the active search during the day in two public cemeteries in the municipality of Londrina, from November 2020 to April 2021. Tests were carried out with fungi isolated from infected scorpions and with *Aspergillus tamaritii* Kita (1913) at different concentrations as biocontrol agents. Positive results were not obtained in the use of fungi as biological controllers. The Tukey test showed a significant increase in the occurrence of *T. serrulatus* ( $p=0.001$ ;  $F=7.5$ ) and accidents with scorpions ( $p=0.001$ ;  $F=18.17$ ) with a correlation between them by Pearson test (Pearson=0.2; CI=95%). From 2011 to 2020 there were 3460 occurrences of scorpions, of which 2452 were *T. serrulatus*, and from 2008 to 2020 578 accidents with scorpions were reported, where 51.73% of the victims were female and 48.27% male, there was no significant prevalence between genders according to the analysis of variance, ANOVA ( $p=0.83$ ;  $F=0.04$ ). As for the age group, the predominance occurred between the groups of 20 to 29 years and 40 to 49 years, with a significant difference for the younger and older groups by the Tukey test ( $p=0.0001$ ;  $F=10.1916$ ). In the classification of the degree of severity of accidents, 94.63% were mild and 3.11% moderate, with no serious cases or deaths. For the two sampling areas, in total numbers, the traps captured more than twice as many scorpions as the daytime active search, and when comparing the number of individuals collected per hour, using the different methods, the active search was more efficient according to Tukey's test for the two areas [ $p=0.0001$ ;  $F=14.49$ ) and ( $p=0.0001$ ;  $F=24.56$ )], but the trap showed greater homogeneity in the sampling. A predominance of juvenile individuals was demonstrates Kruskal-Wallis test for both areas ( $p=0.0001$ ;  $H=39.20$ ) ( $p=0.001$ ;  $H=34.69$ ) which full reproduction occurs in the study environments. Through spatial analysis, it was shown how the yellow scorpion population spread throughout the city, establishing critical zones and how accidents followed in a similar way, it was also possible to identify the most frequent zones so that control actions are focused

on them. With the increase in occurrences of *T. serrulatus*, especially in the last year of sampling, associated with the increase in accidents with scorpions over the years, it is necessary to employ more effective and low-cost monitoring strategies for an efficient integrated control. public health network and accident information systems, and the strategy developed here is an efficient tool for monitoring to determine infestation rates, control and integrated actions.

**Keywords:** incidence; scorpion; epidemiology; poisoning; trap.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Morfologia geral de um escorpião. ....17
- Figura 2** – A: Pré-juvenis recém-nascidos de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 alojados no dorso da mãe; B: após oito dias de desenvolvimento pós embrionário. ....18
- Figura 3** – A: Indivíduo adulto de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922, destaca-se a coloração amarelo claro com o dorso do mesossoma amarelo escuro e serrilha no terceiro e quarto segmento do metassoma; B: Distribuição de *T. serrulatus* nos estados brasileiros. ....24
- Figura 4** – Serrilha localizada no terceiro e quarto segmento do metassoma, caractere diagnóstico para identificação de escorpiões da espécie *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922. ....24
- Figura 5** – A: Indivíduo adulto de *Tityus bahiensis* (Perty, 1834), nota-se a coloração marrom avermelhada e manchas escuras nos pedipalpos; B: Distribuição de *T. bahiensis* nos estados brasileiros. ....25
- Figura 6** – A: Indivíduo adulto de *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876), evidenciado pela faixa longitudinal no dorso e da mancha triangular no prossoma; b: Distribuição de *T. stigmurus* nos estados brasileiros. ....26
- Figura 7** – A: Macho adulto de *Tityus obscurus* (Gervais, 1843). Nota-se a coloração completamente preta e as quelas bem alongadas; B: Distribuição de *T. obscurus* nos estados brasileiros. ....27
- Figura 8** – Modelo externo da armadilha tipo abrigo; B: Elementos internos da armadilha tipo abrigo, utilizado em coletas em cemitérios em Londrina, Paraná. ....42
- Figura 9** – A: Distribuição dos quadrantes A (armadilhas) B (Busca ativa) e armadilhas no Cemitério Padre Anchieta entre 23 de novembro de 2020 e 08 de fevereiro de 2021. ....44
- Figura 10** – A: Distribuição dos quadrantes A (armadilhas) B (Busca ativa) e armadilhas no Cemitério João XXIII entre 12 de fevereiro de 2021 e 26 de abril de 2021. ....45
- Figura 11** – Ocorrência de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no município de Londrina de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020. ....49

<b>Figura 12</b> – Regressão polinomial com curva ajustada evidenciando a tendência de aumento na população e <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina.....	50
<b>Figura 13</b> – Acidentes com escorpiões no município de Londrina de 01 de janeiro de 2018 a 31 de dezembro de 2020.....	51
<b>Figura 14</b> – Taxas de crescimento de ocorrências de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 e de acidentes com escorpiões no Município de Londrina entre 2011 e 2020.. .....	52
<b>Figura 15</b> – Análise de Pearson demonstrando a existência de correlação entre o aumento de ocorrências de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 e o aumento de acidentes com escorpiões.. .....	52
<b>Figura 16</b> –Variação mensal na quantidade de acidentes escorpiônicos no Município de Londrina de 2008 a 2020.. .....	53
<b>Figura 17</b> –Taxa de incidência de acidentes com escorpiões associada ao sexo no município de Londrina de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2020. ....	54
<b>Figura 18</b> –Taxa de incidência de acidentes com escorpiões associadas às faixas etárias no município de Londrina de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2020.....	55
<b>Figura 19</b> –Número de espécimes coletados por meio de armadilha e busca ativa nos cemitérios Padre Anchieta e João XIII entre o período de 23 de novembro de 2020 e 26 de abril de 2021. ....	56
<b>Figura 20</b> –A: Quantidade de espécimes/hora de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 coletados nos cemitérios Padre Anchieta e João XXIII através de busca ativa e com uso de armadilhas de novembro e 2020 a abril de 2021; B: Média geral de espécimes/hora coletados nos cemitérios Padre Anchieta e João XXIII através de busca ativa e com uso de armadilhas.. .....	57
<b>Figura 21</b> –Número de espécimes coletados nos períodos matutino e vespertino nos cemitérios Padre Anchieta e João XIII entre o período de 23 de novembro de 2020 e 26 de abril de 2021. ....	58

<b>Figura 22</b> –Número de espécimes coletados de diferentes estágios de desenvolvimento nos cemitérios: A: Padre Anchieta; B: João XIII entre o período de 23 de novembro de 2020 e 26 de abril de 2021.....	59
<b>Figura 23</b> –Análise de distribuição espacial de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 através do Estimador de Intensidade de Kernel no município de Londrina em 2020.....	61
<b>Figura 24</b> – Sobreposição de acidentes com escorpiões em áreas de ocorrência de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 na área urbana de Londrina de 2011 a 2020.....	62
<b>Figura 25</b> – Sobreposição de acidentes com escorpiões em áreas de ocorrência de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 na área urbana de Londrina em 2020.....	63
<b>Figura 26</b> –Indivíduos juvenis de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 camuflados no substrato durante uma busca ativa no cemitério Padre Anchieta.....	68
<b>Figura 27</b> – Indivíduos de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 observados se alimentando e reproduzindo no interior das armadilhas.....	71
<b>Figura 28</b> –Estruturas deterioradas, entulho e acúmulo de folhagens no cemitério Padre Anchieta, contribuído para proliferação de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922.....	74
<b>Figura 29</b> – A: Individuo adulto saudável de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922; B: Individuo adulto de <i>Tityus serrulatus</i> acometido por infecção fúngica provenientes de coletas em campo.....	84
<b>Figura 30</b> – Bateria de testes com três repetições de três fungos isolados mais o grupo controle mantidos em uma estufa BOD a 24°C por 30 dias.....	86

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Classificação, sintomas e tratamento soroterápico para acidentes com escorpiões.....23
- Tabela 2** – Número de ocorrências de todas as espécies capturas no município de Londrina de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020 .....48
- Tabela 3** – Classificação dos casos de acidentes com escorpiões no município de Londrina de 01 de janeiro de 2018 a 31 de dezembro de 2020 .....55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACESF	Administração dos Cemitérios e Serviços Funerários de Londrina
CVS	Valores Separados por Vírgula
BDA	Agar Batata Dextrose
BOD	Demanda Biológica de Oxigênio
CENEPI	Centro Nacional de Epidemiologia
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
OMS	Organização Mundial da Saúde
SAEE	Soro antiescorpiônico
SES	Secretária Estadual de Saúde
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINAP	Sistema de Notificação de Animais Peçonhentos
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS/MS	Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde
UBS	Unidade Básica de Saúde
UTM	Universal Transversa de Mercator
UV	Ultravioleta

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
2.1	ASPECTOS BIOLÓGICOS.....	15
2.2	TAXONOMIA.....	19
2.3	ENVENENAMENTO.....	19
2.4	ESCORPIONISMO .....	20
2.5	ESCORPIÕES DE IMPORTÂNCIA MÉDICA .....	22
2.5.1	<i>Tityus serrulatus</i> .....	23
2.5.2	<i>Tityus bahiensis</i> .....	25
2.5.3	<i>Tityus stigmurus</i> .....	26
2.5.4	<i>Tityus obscurus</i> .....	26
2.6	MONITORAMENTO E CONTROLE .....	27
	<b>OBJETIVOS</b> .....	31
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	32
<b>3</b>	<b>Capítulo 1. Monitoramento e Controle</b> .....	37
3.1	INTRODUÇÃO.....	37
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.2.1	Área de Estudo.....	38
3.2.2	Coleta de Dados SINAN e SINAP .....	39
3.2.3	Confecção da Armadilha Tipo Abrigo.....	40
3.2.4	Testagem das Armadilhas Tipo Abrigo .....	43
3.2.5	Análises.....	46
3.3	RESULTADOS .....	48
3.4	DISCUSSÃO .....	63
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	76
<b>4</b>	<b>Capítulo 2. Biocontrole</b> .....	81
4.1	INTRODUÇÃO .....	81

4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	82
4.2.1	Coleta e Armazenamento de Escorpiões .....	82
4.2.2	Isolamento e Cultivo de Fungos .....	84
4.2.3	Teste de Letalidade.....	85
4.2.4	<i>Aspergillus tamaritii</i> Kita (1913).....	86
4.3	RESULTADO E DISCUSSÃO .....	87
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>96</b>
	APÊNDICE A – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2011.....	97
	APÊNDICE B – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2012.....	98
	APÊNDICE C – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2013.....	99
	APÊNDICE D – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2014...100	
	APÊNDICE E – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2015...101	
	APÊNDICE F – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2016...102	
	APÊNDICE G – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2017...103	
	APÊNDICE H – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2018...104	
	APÊNDICE I – Intensidade da distribuição de <i>Tityus serrulatus</i> Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2019...105	
	APÊNDICE J – Tráfico de escorpiões através de grupos em redes sociais.....	106

<b>ANEXOS</b> .....	108
ANEXO A – Instrução Normativa Nº 141, de 19 de dezembro de 2006.....	109
ANEXO B – Ficha de notificação/investigação de acidentes por animais peçonhentos – Versão SINAN-NET 2007.....	112
ANEXO C – Subdivisões em zonas do perímetro urbano da cidade de Londrina.....	114

## **1. APRESENTAÇÃO**

- O presente documento trata-se da versão de defesa da dissertação, apresentada na forma tradicional dividida em dois capítulos. O primeiro intitulado Monitoramento e Controle, e o segundo, Biocontrole.

## 2. INTRODUÇÃO GERAL

### 2.1 Aspectos biológicos

Os escorpiões são artrópodes, ordem Scorpiones, descritos como os aracnídeos mais antigos a surgirem no planeta. Evidências morfológicas como a presença de brânquias indicam que os primeiros possuíam vida aquática e habitavam os oceanos durante o Siluriano a cerca de 400 milhões de anos, tendo invadido o ambiente terrestre durante o Carbonífero a cerca de 350 milhões de anos (Briggs, 1987). Seus notórios aspectos biológicos e evolutivos permitiram que sobrevivessem na superfície terrestre por milênios, até os dias atuais, mantendo sua morfologia praticamente inalterada (Marcussi et al., 2011).

Este grupo possui ampla distribuição, estando presentes em todos os continentes com exceção da Antártida. Ocorrem em ambientes naturais diversos, sendo encontrados em desertos, florestas tropicais e temperadas, cavernas, savanas e ambientes antrópicos juntos às habitações humanas (Brusca & Brusca, 2007; Santos & Modesto, 2020). Podem ser encontrados até mesmo em altitudes elevadas, como nos Andes a 4.400 metros acima do nível do mar (Marcussi et al., 2011).

De forma geral, possuem exigências específicas em relação ao habitat e condições do meio ambiente, apresentando padrões ecológicos previsíveis. Contudo, a alta capacidade de adaptação, principalmente entre os indivíduos do gênero *Tityus* Koch, 1836, resulta em padrões de distribuição irregulares em áreas urbanas (Brasil, 2009).

Quanto ao hábito, a maioria das espécies é noturna, permanecendo escondidos durante o período diurno sob rochas, troncos, serapilheira, no solo úmido, entre folhas de bromélias ou enterrados na areia, sendo mais ativos durante os meses mais quentes e chuvosos, em regiões tropicais (Araújo et al., 2010; Reckziegel 2013).

São animais carnívoros, se alimentam principalmente de insetos como baratas, gafanhotos, cupins e grilos, mas também de aracnídeos e pequenos vertebrados (Freitas, 2011; Santos & Modesto, 2020). Também é observado o canibalismo, principalmente em cativeiro, podendo ocorrer entre indivíduos de

diferentes ou da mesma espécie, até mesmo entre mãe e prole (Marcussi et al., 2011). Em situações de escassez podem permanecer por meses sem se alimentar (González-Sponga, 2011).

Além de atuarem na predação de uma variedade de espécies, segundo Mullen & Durden (2019) os escorpiões são fonte de alimento para mais de 150 espécies de predadores, dos quais os mais comuns são aves silvestres e domésticas como corujas, gaviões e seriemas, galinhas, patos e marrecos, lagartos, lagartixas, sapos, macacos, e diversas espécies de pequenos roedores.

No caso de algumas espécies predadoras os escorpiões chegam a constituir parte significativa da dieta como corujas buraqueiras, mocho duende e roedores do gênero *Onychomys* Baird, 1857 (Mullen & Durden, 2009). Serpentes do gênero *Chionactis* Cope 1860 alimentam-se quase exclusivamente de escorpiões (Marcussi et al., 2011).

Muitas espécies apresentam estratégias variadas que possibilitam a predação, em algumas serpentes e marsupiais, como o gambá, ocorre à presença de inibidores de toxinas no plasma sanguíneo que os tornam resistentes a peçonha do escorpião. Estratégias comportamentais também podem ser observadas, por exemplo, em babuínos que escavam o solo a procura de escorpiões e posteriormente removem o télson ou o metassoma completo evitando, assim, ferroadas enquanto os comem (Marcussi et al., 2011).

Todos os escorpiões possuem uma morfologia muito semelhante entre si, apresentam um corpo dividido em três regiões: prossoma, mesossoma e metassoma. O prossoma resulta da fusão dos segmentos anteriores, que são cobertos por uma carapaça, o mesossoma é composto por sete segmentos e o metassoma por cinco, estando articulado ao télson, que contém a glândula de veneno e um ferrão denominado acúleo ou aguilhão. Diferente dos insetos, possuem quatro pares de pernas torácicas e um par de palpos compridos que funcionam como pinças (Brusca & Brusca, 2007; Marcussi et al., 2011).

No prossoma ou cefalotórax, estão dispostos dois olhos medianos e até cinco laterais, e seis pares de apêndices ligados à região ventral, sendo, quatro pares de pernas, um par de quelíceras modificadas em formato de pinça, utilizadas para manipular e triturar o alimento, e um par de palpos compridos que possuem em sua extremidade a quela, uma estrutura também modificada em formato de pinça, que

possui função de captura e imobilização de presas, percepção sensorial, defesa, e fixação do parceiro no ritual de corte (Brazil & Porto, 2010; Lourenço & Cuellar, 1995) (Fig. 1).

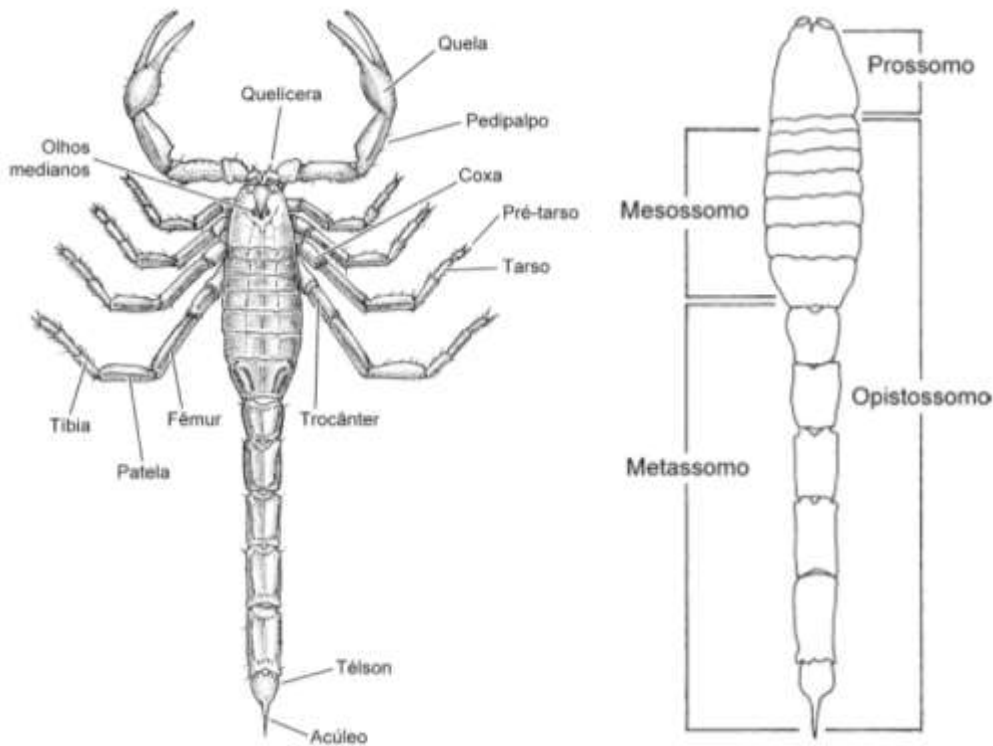


Figura 1: Morfologia geral de um escorpião. Adaptado de Brusca et al., 2018.

A maioria dos escorpiões é dióica, algumas poucas espécies são capazes de se reproduzir assexuadamente por meio de partenogênese, em alguns gêneros ocorre dimorfismo sexual, em que o macho apresenta as quelas maiores com a presença de um orifício que pode ser visualizado enquanto a pinça permanece fechada (Marcussi et al., 2011).

O ritual de corte e acasalamento envolve sequências complexas, tendo início quando o casal se encontra e o macho é reconhecido e aceito pela fêmea em um processo denominado iniciação (Peretti, 2000), geralmente é o macho que dá início ao processo de corte, mas também pode ser iniciado pela fêmea ou por meio de um encontro acidental (Ross, 2009).

Posteriormente ocorre a dança nupcial, onde o macho agarra e estimula a fêmea pelos palpos, neste processo os indivíduos se deslocam em várias direções explorando o ambiente procurando uma superfície adequada para a fixação do

espermátóforo (Marcussi et al., 2011; Peretti et al., 2000).

Por fim o macho toca o solo com seu gonópore e deposita seu espermátóforo em forma de bastonete, que consiste em uma estrutura de quitina que contém os espermatozoides, com a ponta inclinada em direção a fêmea que é conduzida de modo que seu opérculo genital se fixe ao espermátóforo causando sua compressão e lançando os espermatozoides no trato reprodutivo da fêmea (Jorge, 2010; Marcussi et al., 2011).

O desenvolvimento embrionário dura de 3 a 18 meses dependendo da espécie e de fatores externos como a disponibilidade de alimento. Após o parto os filhotes apresentam pouca mobilidade e exoesqueleto mole, em seguida são alojados no dorso da mãe (Fig. 2A) com o auxílio das pinças e pernas anteriores, esta fase é denominada pré-juvenil durando de 5 a 25 dias até a primeira ecdise (Fig. 2B). Posteriormente se inicia a fase juvenil em que o escorpião deixa o dorso e se torna independente, passando por diversos estágios de muda e crescimento até atingir a fase adulta (Lourenço, 2002; Brazil & Porto, 2010).



Figura 2: A: Pré-juvenis recém-nascidos de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 alojados no dorso da mãe; B: após oito dias de desenvolvimento pós embrionário.

O desenvolvimento embrionário varia entre as espécies, para o gênero *Tityus* dura cerca de três meses, após o nascimento os juvenis se alojam no dorso da mãe, onde permanecem até a primeira ecdise, em seguida se tornam independentes. O

período de nascimento e dispersão também varia, para alguns indivíduos, no gênero *Tityus* é de cerca de 14 dias (Szilagyi et al., 2007), e a expectativa de vida varia de 3 a 5 anos (Lourenço et al., 2003).

## 2.2 Taxonomia

Muitas das características morfológicas utilizadas na identificação dos escorpiões são sutis, algumas podem ser observadas somente através de dissecação e microscopia, de modo que os avanços tecnológicos mais recentes contribuíram para um avanço taxonômico significativo (Marcussi et al., 2011).

A taxonomia dos escorpiões vem sofrendo diversas alterações nos últimos 50 anos, pois durante a década de 1970 um total de seis famílias eram reconhecidas, já na década de 1980 mais três famílias foram descritas (Lourenço, 2009).

Na década de 1990 ocorreu um grande avanço na taxonomia dos escorpiões, com diversas propostas que ajudaram a tornar mais claras as relações filogenéticas. Sissom (1990) listou 1077 espécies 117 gêneros e nove famílias. Fet e colaboradores (2000) publicou um catálogo no qual foram listadas 16 famílias, 154 gêneros e 1252 espécies.

Só nos últimos 20 anos mais de 1000 espécies de escorpiões foram descritas, Rein (2021) estima a existência de cerca de 2363 espécies distribuídas em 213 gêneros e 19 famílias. Dados mais recentes demonstram que atualmente existam 2608 espécies (Mullen & Durden, 2019; Rein, 2021).

Dentre as famílias descritas a Buthidae se destaca sendo a maior, com mais de 1127 espécies descritas e distribuídas em 90 gêneros (Mullen & Durden, 2019).

## 2.3 Envenenamento

Diversos animais possuem a capacidade produzir, armazenar secretar e inocular substância tóxica, o que lhes confere um mecanismo de defesa contra predadores e uma vantagem competitiva na predação. Os animais venenosos possuem em seu organismo toxinas nocivas, e dentre eles, existem aqueles que apresentam aparatos especializados para inoculação dessa substância, sendo,

portanto, denominados peçonhentos (Dutra, 2020).

Devido à essa capacidade de inoculação de toxina em suas presas, os escorpiões são considerados animais peçonhentos, capazes de gerar reações adversas e geralmente acompanhadas de muita dor (Rigoni et al., 2013).

A eficiência da ferroada está associada ao metassoma, uma estrutura bastante musculosa que permite um bom posicionamento do télson para uma introdução rápida e certa do acúleo no seu alvo. Além disso estruturas sensoriais presentes, como cerdas, fazem com que o indivíduo perceba se houve ou não penetração na pele ou exoesqueleto de seu alvo, evitando que haja desperdício de toxina. Nem sempre a ferroada resulta em envenenamento, visto que algumas vezes esta ocorre sem que haja injeção de peçonha, este fenômeno é chamado de “ferroada seca” e é utilizado como “forma de aviso”. (Marcussi et al., 2011).

## **2.4 Escorpionismo**

Os trabalhos voltados para animais peçonhentos no Brasil tiveram início com pesquisas desenvolvidas por Vital Brazil (1865-1950), na produção de soro antiofídico com serpentes brasileiras, sendo ele o primeiro cientista a produzir este medicamento no país, assim considerado o precursor no interesse pelo escorpionismo (Cardoso et al., 2009).

No século XX, com a fundação do instituto Serumtherápico, em fevereiro de 1901, que posteriormente deu origem ao instituto Butantan deu-se início a vigilância de acidentes ofídicos por meio da elaboração de boletins de ocorrência nos quais eram registrados os dados da vítima, do animal e informações relevantes. Foi através desses boletins que os primeiros estudos de epidemiologia de animais peçonhentos foram publicados no Brasil, servindo assim como base para os futuros trabalhos com escorpiões (Bochner, 2003; Cardoso et al., 2009).

O aumento na frequência de acidentes ocasionados por escorpiões em todo o mundo constitui um problema de saúde pública, em 2007 foram registrados cerca de 1,2 milhões de acidentes por ano com mais de 3,250 óbitos (Chippaux & Goyffon., 2008). No Brasil, desde 2007, o escorpionismo tem sido o maior responsável por envenenamento humano por animais, superando os casos envolvendo cobras e aranhas (Brasil, 2021).

Silva (2015) em seu trabalho de monitoramento, com a utilização dos dados de ocorrências fornecidos pelo SINAN, pode constatar um aumento no número absoluto de acidentes escorpiônicos em todos os estados entre os anos de 2010 e 2012, com destaque para Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Pernambuco, os quais de 2002 a 2012 somaram 65,7% das ocorrências.

No período de 2007 a 2021 no Brasil foram notificados 2.454.217 acidentes causados por animais peçonhentos, dos quais 51,19% foram causados por escorpiões (Brasil, 2021).

A maioria dos casos de acidentes com escorpiões no país apresenta um curso benigno com letalidade em cerca de 0,58% dos casos. Os óbitos estão geralmente associados a acidentes envolvendo crianças e idosos com o *Tityus serrulatus* Lutz e Mello, 1922 considerado o mais perigoso escorpião da América do Sul, devido à alta toxicidade do seu veneno (Miyamoto et al., 2018; Torres et al., 2002).

Devido às características neurotóxicas do veneno, a morte por picada de escorpiões ocorre devido a falência cardiorrespiratória, em um período que varia de 1 a 6 horas após o incidente. Para crianças até 12 anos, muitos dos casos são classificados como graves ou moderados, sendo necessário o tratamento soroterapêutico, esta maior vulnerabilidade ocorre, visto que, a toxicidade esta diretamente relacionada a massa corporal, ao contrário de idosos que sofrem mais reações graves devido a comorbidades e condições físicas fragilizadas (Marcussi et al., 2011).

O escorpionismo é reconhecido como um problema de saúde pública, que segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) vem sendo negligenciado estando, frequentemente, atrelado à pobreza (Health Organization, 2007).

Estudos feitos por Lisboa et al., (2021) apontam que a frequência de acidentes escorpiônicos é maior em populações que apresentam alta vulnerabilidade socioeconômica, devido a um conjunto de fatores como a precariedade no abastecimento de água e esgotamento sanitário, a ausência de coleta de lixo ocasionando o acúmulo no entorno, o que favorece a proliferação de artrópodes fontes de alimento e servem como locais de abrigo, e a presença de domicílios improvisados ou mal estruturados que favorecem o acesso dos escorpiões a sua parte interna.

Embora no ambiente natural os escorpiões desempenham um importante papel ecológico, agindo tanto como predadores, quanto como fonte de alimento para outros animais, nos ambientes alterados pelo homem, ambientes antrópicos, como áreas urbanas, algumas espécies apresentam um excelente desempenho, se tornando um problema epidemiológico (Brazil & Porto, 2011).

## 2.5 Escorpiões de importância médica

Todos os escorpiões conhecidos atualmente são peçonhentos, porém apenas uma pequena parcela, de aproximadamente 2%, é responsável por causar acidentes que necessitem de intervenção médica (Brazil & Porto, 2010). Eles provocam acidentes em todos os continentes que ocorrem, mas as regiões de maior incidência, bem como, as espécies responsáveis são bem definidas geograficamente (Lourenço & Eicktedt, 2009) a exemplo da América do Sul.

Dentre todas as espécies conhecidas no mundo, cerca de 50 são consideradas como de importância médica, das quais 29 pertencem à família Buthidae e apenas 11 são responsáveis por envenenamento grave e fatal, enquanto no Brasil os acidentes de maior interesse toxicológico são causados por *Tityus serrulatus*, *Tityus bahiensis* (Perty, 1833), *Tityus stigmurus* (Thorell, 1877) e *Tityus obscurus* (Gervais, 1843) (Cupo, 2015).

Acidentes com o Escorpião-preto (*Bothriurus bonariensis* Koch, 1842, espécie que ocorre entre os estados da região Sul, também são muito comuns, contudo, devido à baixa toxicidade do seu veneno, não representa interesse toxicológico (Miyamoto et al., 2018).

Os acidentes com escorpiões resultam em manifestações clínicas locais ou sistêmicas que variam dependendo da espécie, tamanho do indivíduo, da concentração e quantidade de veneno inoculada e as características fisiológicas da vítima, sendo classificados em leves, moderados ou graves de acordo com o tipo e intensidade dos sintomas (FUNASA, 2001; Filho et al., 2013) (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação, sintomas e tratamento soroterápico para acidentes com escorpiões.

Classificação	Sintomas	SAEEs
Leve	Dor e parestesia local, comumente associada a agitação e taquicardia decorrente da ansiedade causada pelo acidente.	Ausente
Moderado	Dor intensa associada a manifestações sistêmicas de baixa intensidade como náusea, sudorese, vômito, sialorréia, taquicardia, agitação e taquipnéia.	2 a 3 ampolas
Grave	Sintomas moderados somados a manifestações sistêmicas intensas como vômitos profusos e incoercíveis, sudorese profusa, sialorréia intensa, prostração, convulsão, coma, bradicardia, insuficiência cardíaca, edema pulmonar agudo e choque.	4 a 6 ampolas

SAEEs = Soro antiescorpiônico

Fonte: Adaptado de Cardoso e colaboradores (2009) e Marcussi e colaboradores (2011).

### 2.5.1 *Tityus serrulatus*

Popularmente conhecido como escorpião amarelo, o *T. serrulatus* é nativo do cerrado (Cruz et al., 1995). Antes restrita ao estado de Minas Gerais, hoje encontra-se presente nos estados de SP, PE, PR, PI, RN, RS, SE, CE, BA, MS, RJ, ES, SC, MA, PB, AL, TO, GO e DF (Fig. 3B).

Morfologicamente, o escorpião amarelo apresenta as pernas, o metassoma e toda a face ventral com coloração amarelo-claro, enquanto a face dorsal do mesossoma é de cor marrom escuro. Indivíduos adultos podem chegar até sete centímetros (Fig. 3A), e a principal característica diagnóstica dessa espécie é a presença de uma serrilha no terceiro e quarto segmento do metassoma (Freitas, 2011) (Fig. 4).

Uma característica notável é a sua capacidade de reprodução por partenogênese, o que resulta na existência exclusiva de fêmeas fora de seu habitat natural (Lourenço & Cloudsley-Thompson, 1999). Populações sexuadas de *T. serrulatus* foram registradas no Norte de Minas Gerais e no Oeste da Bahia (Santos

et al., 2014).

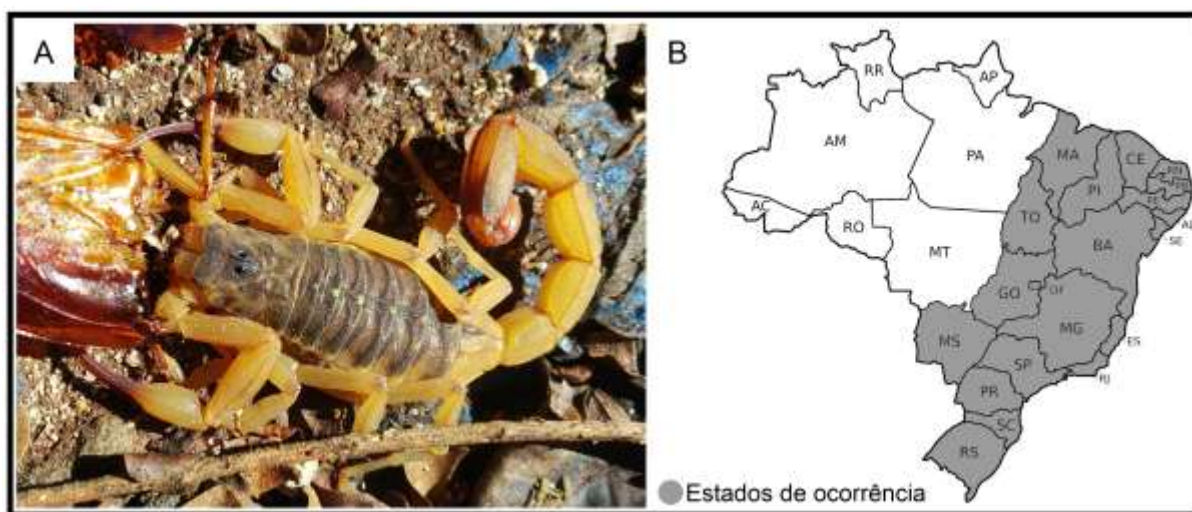


Figura 3: A: Indivíduo adulto de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922, destaca-se a coloração amarelo claro com o dorso do mesossoma amarelo escuro e serrilha no terceiro e quarto segmento do metassoma; B: Distribuição de *T. serrulatus* nos estados brasileiros.



Figura 4: Serrilha localizado no terceiro e quarto segmento do metassoma, caractere diagnóstico para identificação de escorpiões da espécie *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922.

Esta espécie atinge a maturidade sexual após um ano de idade, depois de sofrerem cinco ecdises (Marcussi et al., 2011). Um indivíduo adulto chega a

reproduzir duas vezes por ano, com cerca de 20 filhotes por ninhada, em média cada escorpião amarelo pode dar origem à cerca de 160 outros escorpiões em toda sua vida que dura de quatro a cinco anos (Brasil, 2009).

### 2.5.2 *Tityus bahiensis*

Também conhecido como escorpião marrom, esta espécie ocorre nos estados do RS, SC, PR, MS, SP, MG, MT, BA, GO, DF, RJ e ES (Brasil, 2009; Reckziegel, 2013) (Fig. 5B). O comprimento varia de seis a sete centímetros, possui corpo e cauda marrom avermelhada, com pernas e pedipalpos mais claros com manchas em marrom escuro, não possuem serrilhas no metassoma, e a quela dos machos é bastante dilatada (Freitas, 2011) (Fig. 5A).

É o segundo maior causador de acidentes na região sudeste (Brazil & Porto, 2010) embora ocorram com menor frequência quando comparados ao *T. serrulatus* raramente causando envenenamento fatal. São bem adaptados a campos, cerrados, e matas ralas, sendo geralmente encontrados sob pedras e cupinzeiros. A reprodução é exclusivamente sexuada com gestação variando de dois meses e meio a três meses, cada ninhada contem cerca de 20 filhotes. (Marcussi et al., 2011).

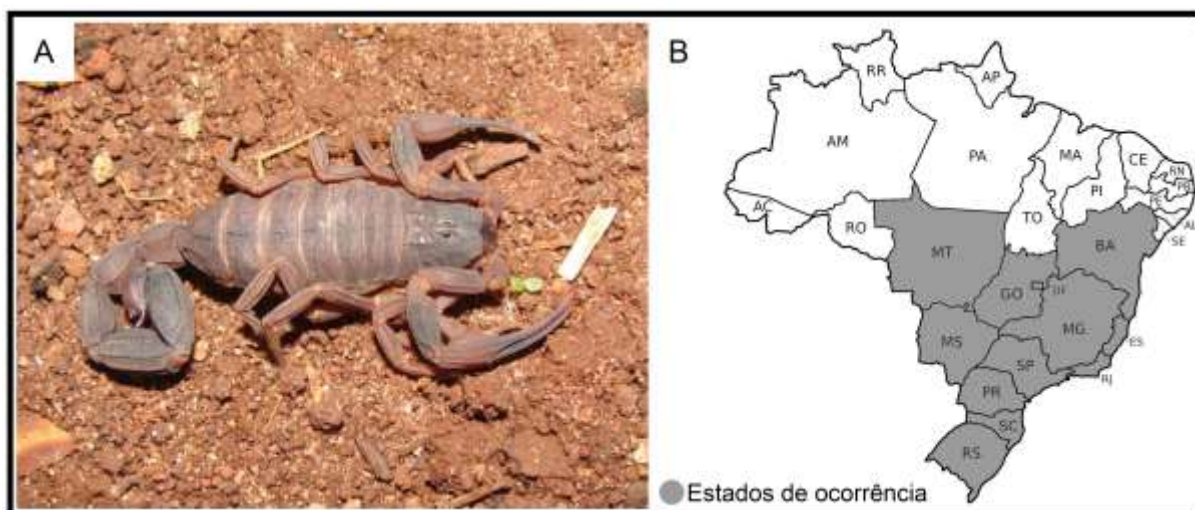


Figura 5: A: Indivíduo adulto de *Tityus bahiensis* (Perty, 1834), nota-se a coloração marrom avermelhada e manchas escuras nos pedipalpos. Foto: Pedro Neves; B: Distribuição de *T. bahiensis* nos estados brasileiros.

### 2.5.3 *Tityus stigmurus*

Popularmente conhecido como escorpião listrado e escorpião amarelo do Nordeste, se assemelha muito ao *T. serrulatus*, nos hábitos e coloração, também possui serrilha no terceiro e quarto segmento do metassoma, porém menos acentuada, a reprodução ocorre de forma sexuada e por partenogênese (Santos et al., 2014).

Seu diferencial está na presença de uma faixa longitudinal no dorso do mesossoma e de uma mancha triangular no prossoma, ambas de coloração marrom escura. Seu comprimento varia de seis a sete centímetros (Brasil, 2009) (Fig. 6A).

Embora de interesse médico, raramente são responsáveis por causar acidentes graves. Sua distribuição antes restrita a região Nordeste do país atualmente engloba os estados do Paraná e Santa Catarina (Freitas, 2011) (Fig. 6B).

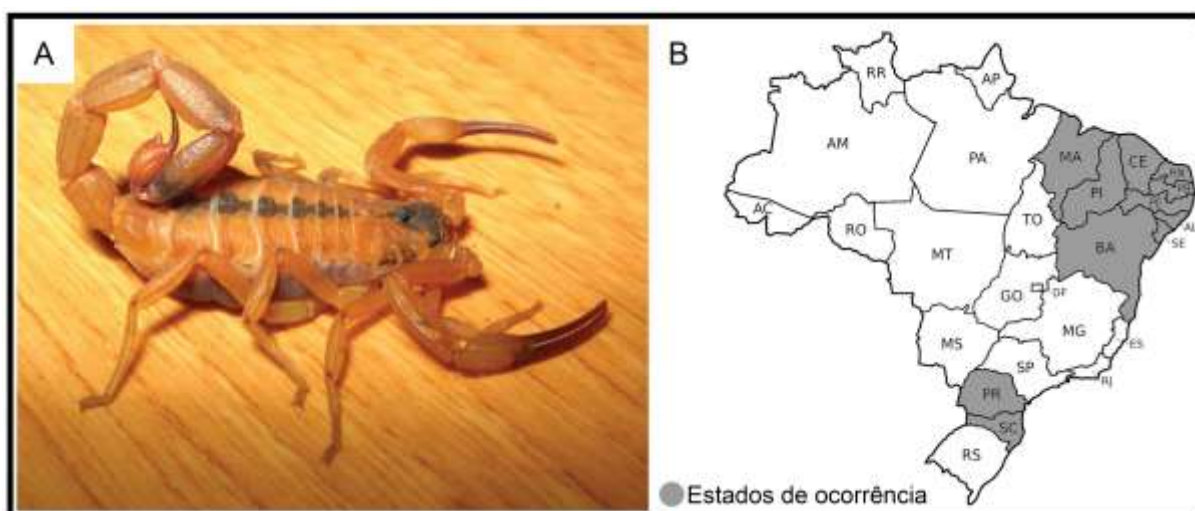


Figura 6: A: Indivíduo adulto de *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876), evidenciado pela faixa longitudinal no dorso e da mancha triangular no prossoma. Foto: Marco Freitas; B: Distribuição de *T. stigmurus* nos estados brasileiros.

### 2.5.4 *Tityus obscurus*

Conhecido como escorpião preto da Amazônia, quando juvenis possuem o corpo e apêndices castanhos com manchas escuras, já na fase adulta são completamente pretos, podendo atingir até nove centímetros de comprimento. A

reprodução é exclusivamente sexuada (Brasil, 2009) (Fig. 7A).

Os indivíduos são bem distintos possuindo dimorfismo sexual, ao contrário da maioria dos escorpiões, são os machos que apresentam as quelas bastante finas e alongadas, bem como o tronco e cauda quando comparado às fêmeas (Brasil, 2009).

Ocorre em todos os estados da região norte do país, e no estado do Mato Grosso (Fig. 7B), sendo encontrado principalmente no interior das matas (Freitas, 2011; Reckziegel, 2013).

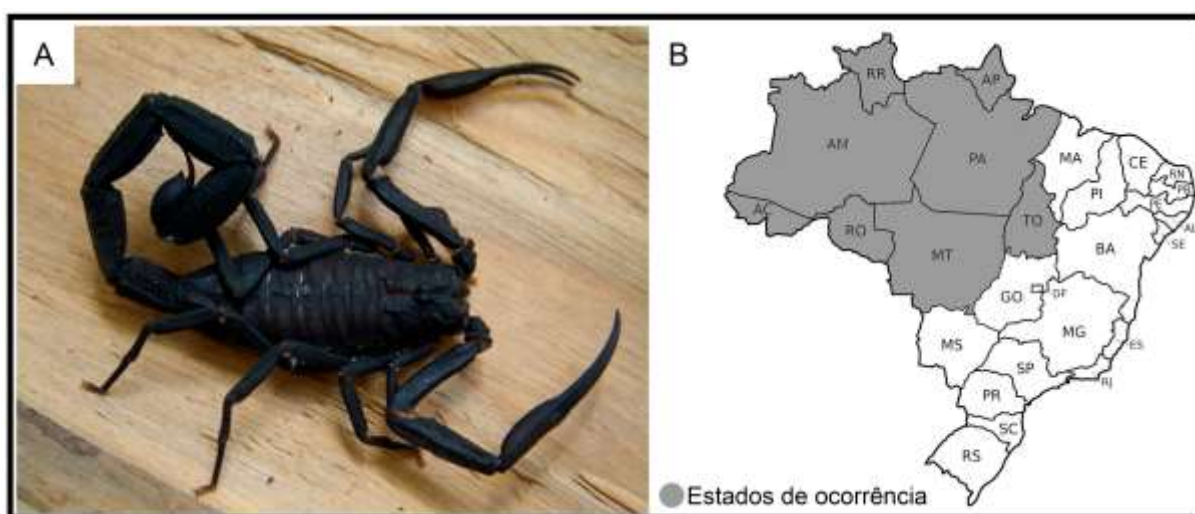


Figura 7: Macho adulto de *Tityus obscurus* (Gervais, 1843). Nota-se a coloração completamente preta e as quelas bem alongadas. Foto: Instituto Butantan; B: Distribuição de *T. obscurus* nos estados brasileiros.

## 2.6 Monitoramento e Controle

A captura, utilização, perseguição ou caça de escorpiões em seus habitats naturais, e de qualquer outro animal silvestre no Brasil, é considerada infração ambiental sendo regulamentada por diversos atos legais, como a Lei de Proteção a Fauna (Lei n. 5.197, de 1967), a Lei de Crimes Ambientais (Lei n. 9.605, de 1998) e o Decreto de Crimes Ambientais (Decreto n. 3.179, de 1999) (Brazil & Porto, 2010).

Mas o registro, monitoramento, captura e controle de animais que ofereçam risco ao homem é de competência do município junto à supervisão, orientação e acompanhamento do estado, de acordo com o inciso 10 do art. 3º da Portaria

MS/GM nº 1.172, de 15 de junho de 2004, referente à organização do Sistema Único de Saúde (SUS) e às atribuições relacionadas à vigilância em saúde (Brasil, 2009).

Assim, o manejo e controle de fauna sinantrópica nociva ao homem, na qual se enquadram os escorpiões, foi regulamentado pela Instrução Normativa Nº 141 de 19 de dezembro de 2006 (Anexo A). No inciso 1 do artigo 4º fica determinado a autorização para o controle de artrópodes nocivos, por órgãos governamentais da Saúde, Agricultura e Meio Ambiente, sem que haja a necessidade de autorização por parte do IBAMA (Brasil, 2006).

É necessário à implementação de medidas de controle que envolva parcerias entre os órgãos de limpeza urbana, saneamento, universidade e órgãos de pesquisa, para implementação de ações de educação ambiental que tornem a população um agente ativo no combate ao escorpionismo e para o desenvolvimento de métodos de monitoramento e controle mais eficientes que os utilizados atualmente (Brasil, 2009).

Anteriormente à realização do controle, é necessária a definição de áreas prioritárias e de risco, feitas por levantamentos e monitoramentos de ocorrência provenientes do SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação), do registro de ocorrência de escorpiões em residências ou imóveis limítrofes, das notificações de acidentes e da demanda espontânea da população, que servirão de base para as intervenções.

Quanto ao controle, atualmente o principal método é através da busca ativa, devendo sempre ser realizada por no mínimo dois profissionais, pois envolve a manipulação de entulho, material de construção e a busca em locais de preferência como pilhas de madeira, sob pedras, muros cobertos por plantas onde permanecem escondidos e é neste momento em que podem ocorrer acidentes. No geral, os escorpiões não são agressivos para o homem, mas costumam atacar quando se sentem ameaçados e principalmente quando são tocados (Rigoni et al., 2013).

Para a captura é fundamental a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), principalmente botas ou sapatos fechados, luvas de vaqueta ou raspa de couro para evitar a picada durante a manipulação de objetos, pinças anatômicas de aço inoxidável de pelo menos 20 cm que serão utilizadas no ato de captura.

Os animais coletados vivos devem ser armazenados, em campo e em

laboratório, em recipientes preferencialmente de plástico com tampa perfurada e contendo algodão umedecido com água. Para depósito em coleções científicas e de referência a fixação e armazenamento devem ser feitas utilizando álcool 70%. E para análises moleculares os organismos devem ser armazenados em via seca em freezer á menos 80 graus.

Brites-Neto & Brasil (2012), em um estudo de monitoramento epidemiológico de *T. serrulatus* em áreas urbanas do município de Americana-SP testaram a eficiência da utilização de luz ultravioleta (UV) na busca por escorpiões.

Sabe-se que quando expostos à luz ultravioleta em ambientes escuros os escorpiões apresentam fluorescência devido à presença de uma beta-carbonila e 4-metil-7-hydroxycumarina em seu exoesqueleto (Brites-Neto & Galassi, 2012).

Com os dados obtidos, pode-se observar que as coletas noturnas com a utilização de um dispositivo UV em Americana foram duas vezes mais eficientes se comparadas ao método tradicional (Brites-Neto & Galassi, 2012)..

O controle feito a partir da coleta tem como principal objetivo reduzir a permanência e proliferação dos escorpiões em ambientes urbanizados, porém a utilização de medidas profiláticas é tão eficaz quanto. São elas: a eliminação de ambientes e condições favoráveis a seu desenvolvimento a eliminação ou controle de suas fontes de alimento e a preservação de seus predadores (Brazil & Porto, 2010).

Algumas medidas como a queima de terrenos baldios e desinsetização, muitas vezes acabam tendo efeitos contrários ao esperado, levando ao desalojamento dos escorpiões e favorecendo sua dispersão e ocorrência em locais pouco usuais (Brasil, 2009).

Outro aspecto de importância para o controle está no monitoramento dos cemitérios, o modelo usualmente implementado, horizontal onde os corpos são sepultados em túmulos, constitui um excelente local para sobrevivência e proliferação de escorpiões devido à presença de estruturas e jazigos mal conservados, e abundancia de materiais de construção, lixo, folhas secas, troncos e galhos caídos, vasos de flores, garrafas e materiais de limpeza descartados que fornecem abrigos e contribuem na proliferação de artrópodes fontes de alimento (Brasil, 2009).

Muitas vezes a presença de túmulos mal conservados e com aberturas, que

alojam muitos indivíduos, dificulta a coleta ativa, tendo em vista que não se pode coletar nas áreas internas, pois a violação de túmulos constitui crime previsto no Código Penal Brasileiro (Brasil, 2009).

Os cemitérios no modelo tradicional fornecem fontes de alimento e abrigo em abundância, portanto são excelentes locais para habitação e proliferação de escorpiões. Partindo deste pressuposto de que os cemitérios fornecem as condições ideais para a proliferação de escorpiões, eles podem agir como fonte destes para cidade, então a maior incidência e ocorrência e acidentes envolvendo escorpiões deve se dar em um raio de distância próximo a eles.

Para avaliar a influência dos cemitérios como fonte de escorpiões para a cidade, é preciso primeiramente conhecer a maneira como é distribuída a ocorrência de escorpiões nela, para isso é necessário à utilização de métodos de estatística espacial, que são utilizados para estudar fenômenos georreferenciados distribuídos em um determinado espaço (Silva, 2015).

## **OBJETIVOS**

### **Geral**

- Avaliar a ocorrência, distribuição de *Tityus serrulatus* e acidentes com escorpiões no Município de Londrina, com base em dados históricos e testar nova armadilha para o monitoramento e controle de escorpiões.

### **Específicos**

-Determinar quais áreas da cidade apresentam, e quais são suscetíveis a ocorrência de escorpião amarelo;

-Avaliar a progressão de ocorrência e acidentes com escorpiões entre os anos de 2008 e 2020;

-Verificar se existe correlação entre o aumento de acidentes com o aumento de ocorrências de *T. serrulatus*.

-Avaliar o uso de armadilhas como método para captura e controle de escorpião amarelo.

-Testar métodos de biocontrole com a utilização de fungos patogênicos em laboratório;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Sérgio Batista. B. **Controle microbiano de insetos**. 2.ed. Piracicaba. FEALQ, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Acidentes de trabalho por animais peçonhentos entre trabalhadores do campo, floresta e águas, Brasil 2007 a 2017**. v. 50 n.11 Brasília. 2019.

BRASIL, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>. Acessado em 13 de julho de 2021 .

ARAÚJO, Cristiane S.; CANDIDO, Denise M.; ARAÚJO, Helder F.P.; DIAS, Sidclay C.; VASCONCELLOS, Alexandre. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in northeastern Brazil. **Zoologia**, Curitiba, v. 27, n. 3, p. 372-376, junho de 2010.

BOCHNER Rosany. **Acidentes por animais peçonhentos: aspectos históricos, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos**. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de controle de escorpiões**. 1ª edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa n.º 141, de 19 de dezembro de 2006. Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 20 dez. 2006.

BRAZIL, Tania Kobler; PORTO, Tiago Jordão. **Os escorpiões**. Salvador. EDUFBA, 2010.

BRIGGS, D. E. G. Scorpions take to the water. **Nature**, v. 326, n. 6114, p. 645-646, April 1987.

BRITES-NETO, José; BRASIL, Jardel. Estratégias de controle do escorpionismo no município de Americana. **BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista**. São Paulo v.9 n. 101, p. 04 - 15 maio 2012.

BRITES-NETO, José; GALASSI, Guilherme Guidolin. Monitoramento epidemiológico de *Tityus serrulatus* em áreas urbanas, mediante dispositivo de luz ultravioleta. **Vetores & Pragas**. v. 30. p. 16-18. 2012

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

BRUSCA, Richard C.; MOORE Wendy; SHUSTER, Stephen M. **Invertebrados**. 3ª edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara-Koogan, 2018.

Cardoso J. L. C.; França F.O.S.; Wen F.H.; Málaque C.M.S; Haddad Jr. V. **Animais Peçonhentos no Brasil: Biologia, Clínica e Terapêutica dos Acidentes**. 2 ed. São Paulo. Sarvier, p. 6-21, 2009.

CARVALHO, D. C.; KUNIYOSHI, A. K.; KODAMA, R. T.; OLIVEIRA, A. K.; SERRANO, S. M.; TAMBOURGI, D. V.; PORTARO, F. V. Neuropeptide Y Family Degrading Metalopeptidases in the *Tityus serrulatus* Venom Partially Blocked by Commercial Antivenoms. **Toxicological Siencies**. n. 2 v. 142, p. 418-426. 2014.

CHIPPAUX, J. P.; GOYFFON, M. Neuropeptide Epidemiology of scorpionism: a global appraisal. **Acta Tropica**, n. 2 v. p.107, 71-79, 2008

CRUZ, E. F. S.; YASSUDA, C. R. W.; JIM, J.; BARRAVIERA, B.. Programa de controle de surto de escorpião *Tityus serrulatus*, Lutz e Mello 1922, no Município de Aparecida, SP (scorpiones, Buthidae). **Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n. 2 v. 28, p. 123-128, 1995

CUPO, P. Neuropeptide Clinical update on scorpion envenoming. **Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n. 6 v. 48, p. 642-649, 2015.

DUTRA, Alexandre Augusto de Assis. **ANIMAIS VENENOSOS E PEÇONHENTOS**. In: DEONATO, Micheline Freire; LIMA, Caliandra Maria Bezerra Luna; PESSÔA, Hilzeth de Luna Freire; DINIZ, Margarete de Fátima Formiga Melo. BIOPROSPECÇÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE PRODUTOS NATURAIS E DERIVADOS DE PLANTAS E ANIMAIS. João Pessoa: Editora UFPB, 2020. p. 265-280.

FET, V.; SISSOM, W. D.; LOWE, G.; BRAUNWALDER, M. E. Catalog of the scorpions of the world (1758-1998). **The New York Entomological Society**, New York: p. 690, 2000.

FILHO, Adebald de Andrade; CAMPOLINA, Délio; DIAS, Mariana Borges. **Toxicologia na prática clínica**. 2ª Edição. Belo Horizonte: Folium, 2013.

FREITAS, Marco Antônio de. Arthropoda. **GUIA ILUSTRADO DOS ANIMAIS VENENOSOS E PEÇONHENTOS NO BRASIL**: 2ª Edição. Pelotas: USEB, 2011.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. 2 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. p. 120, 2001.

GONZÁLES-SPONGA, Manuel Ángel. Escorpiones, características, distribución geográfica y comentarios generales. *In. Emergencia por animales ponzoñosos en las Américas*. México: Instituto Biocolon, 2011. P. 65-114

JORGE, Sabrina Outeda. **Corte e aspectos da biologia reprodutiva do escorpião brasileiro *Tityus bahiensis* (Scorpiones: Buthidae)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010

LISBOA, Nereide Santos; BOERE, Vanner; NEVES, Frederico Monteiro. Índice de Vulnerabilidade Socioambiental à Acidentes Escorpiônicos: análise a partir do caso do município de Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 9, n. 1, 2021.

LOUREIRO, E. S.; MONTEIRO, A. C. Patogenicidade de isolados de três fungos entomopatogênicos a soldados de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758)(Hymenoptera: Formicidae). **Árvore**. p. 553-561, 2005.

LOURENÇO, Wilson R.; CLOUDSLEY-THOMPSON, John L. Discovery of a sexual population of *Tityus serrulatus*, one of the morphs within the complex *Tityus stigmurus* (Scorpiones, Buthidae). **Journal of Arachnology**, p. 154-158, 1999.

LOURENÇO, W. R.; CUELLAR, O. Scorpions, scorpionism, life history strategies and parthenogenesis. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 1, n. 2, p. 51-62, 1995.

LOURENÇO W. R.; EICKSTEDT V. R. D. V. Escorpiões de importância médica. In: CARDOSO J. L.C.; FRANÇA F. O. S.; WEN F. H.; MÁLAQUE C. M. S.; HADDAD J.R. V. **Animais Peçonhentos no Brasil: Biologia, Clínica e Terapêutica dos Acidentes**. 2 ed. São Paulo: Sarvier, 2009. p. 182-197.

LOURENÇO, W. R., ANDRZEJEWSKI, V., & CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. The life history of *Chactas reticulatus* Kraepelin, 1912 (Scorpiones, Chactidae), with a comparative analysis of the reproductive traits of three scorpion lineages in relation to habitat. **Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology**. n. 1 v. 242, 63-74, 2003.

LOURENÇO, W. R. Reproduction in scorpions, with special reference to parthenogenesis. *European arachnology*, v. 2002, p. 71-85, 2000.

MARCUSSI, S.; ARANTES, E. C.; SOARES, A. M. **Escorpiões: biologia, envenenamento e mecanismos de ação de suas toxinas**. Ribeirão Preto: Fundação de Pesquisas Científicas (FUNPEC), 2011.

MARQUES, R. P., MONTEIRO, A. C., & PEREIRA, G. T. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do

óleo de Nim (*Azadirachta indica*). **Ciência Rural**. 1675-1680, 2004.

MIYAMOTO, J. G., ANDRADE, F. B., FERRAZ, C. R., CANDIDO, D. M., KNYSAK, I., VENANCIO, E. J.; KWASNIEWSKI, F. H. A comparative study of pathophysiological alterations in scorpionism induced by *Tityus serrulatus* and *Tityus bahiensis* venoms. **Toxicon**. v. 141, 25-33, 2018.

MULLEN, Gary R.; DURDEN, Lance A. **Medical and veterinary entomology**. Academic press, 2019.

PERETTI, Alfredo V. Courtship existence in the field of *Bothriurus bonariensis* males (Scorpiones, Bothriuridae) that lack of a paraxial organ. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 59, n. 1-4, 2000.

PIMENTA, R. J. G., BRANDÃO-DIAS, P. F. P., LEAL, H. G., CARMO, A. O. D., OLIVEIRA-MENDES, B. B. R. D., CHÁVEZ-OLÓRTEGUI, C., KALAPOTHAKIS, E. Selected to survive and kill: *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. **Plos One**. N. 4 v. 14, n. 4, 2019.

PREFEITURA DE LONDRINA. **A cidade**. 2019. Disponível em: <[www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=category&id=5&Itemid=4](http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&id=5&Itemid=4)> . Acesso em junho de 2019.

PREFEITURA DE LONDRINA. **ACESF Administração dos Cemitérios e Serviços Funerários de Londrina**. 2015. Disponível em: <<http://acesf.londrina.pr.gov.br/index.php/cemiterios/relacao-dos-cemiterios.html>>. Acesso em junho de 2019.

RECKZIEGEL, Guilherme Carneiro. Análise do escorpionismo no Brasil no período de 2000 a 2010. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade de Brasília, Brasília 2013.

REIN, J. O. **The scorpion files**, 2021. Disponível em: <https://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/index.php>. Acesso em: 17 jun. 2021.

ROSS, L. K. Notes and observations on courtship and mating in *Tityus (Atreus) magnimanus* Pocock, 1897 (Scorpiones: Buthidae). **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 15, n. 1, p. 43-53, 2009.

SANTOS, Anderson Pimentel dos; DE ALBUQUERQUE MODESTO, Jeanne Claine. ESCORPIÕES E ESCORPIONISMO: ANÁLISE DE CONTEÚDOS E IMAGENS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO. **IJET-PDVL**, Recife, v.3, n.3 p. 117 - 136, Dezembro – 2020

SANTOS, M. D. S., PORTO, T. J., LIRA-DA-SILVA, R. M., & BRAZIL, T. K. Description of the male of *Tityus kuryi* Lourenço, 1997 and notes about males of *Tityus stigmurus* (Thorell, 1877) and *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae). *ZooKeys*, n. 435, p. 49, 2014.

SILVA, J. F. A. **Distribuição Geográfica dos Escorpiões no município de Presidente Prudente-SP nos anos de 2012 e 2013. 2015.** Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2015.

SISSOM, W. D. Systematics, biogeography, and paleontology. In POLIS, G. A. **The biology of scorpions.** Stanford, CA: Stanford Univ. Press. 1990 P. 66 – 160.

SZILAGYI, V. J., VOLTOLINI, J. C., FERNANDES, A. L., & CASTAGNA, C. L. Distribuição espacial de indivíduos adultos e juvenis de escorpiões *Tityus serrulatus* e *Tityus bahiensis* (Buthidae) em ambiente urbano, Campinas, SP. **Biogeographica**, v. 70, 19-23, 2007.

RIGONI, V. L. S.. **Efeito do veneno do escorpião *Tityus serrulatus* em células epiteliais humanas (BEAS) e células endoteliais (tEnd).** Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2013.

TORRES, J. B., MARQUES, M. D. G. B., MARTINI, R. K., & BORGES, C. V. A. Acidente por *Tityus serrulatus* e suas implicações epidemiológicas no Rio Grande do Sul. **Saúde Pública**, v. 36, p. 631-633, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Rabies and envenomings: a neglected public health issue: report of a consultative meeting.** World Health Organization, Geneva, 10 January 2007. World Health Organization, 2007.

### 3. CAPÍTULO 1

#### Monitoramento e Controle

##### 3.1 INTRODUÇÃO

No ambiente natural, os escorpiões desempenham um importante papel ecológico como predadores, atuando no controle de variada gama de invertebrados e pequenos vertebrados (Freitas, 2011; Santos & Modesto, 2020), também atua como fonte de alimento para diversas espécies predadoras (Mullen & Durden, 2019).

Porém algumas espécies se tornaram bastante adaptadas a ambientes antrópicos, como é o caso do escorpião amarelo, *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922. Este fato torna necessário o implemento de medidas de monitoramento e controle nas áreas urbanas para que sua proliferação seja evitada (Brasil, 2009).

O controle de escorpiões é de fundamental importância devido ao risco que estes oferecem a saúde humana, tendo em vista que sua erradicação atualmente não é possível e nem viável, medidas de controle ajudam a diminuir o número de acidentes, portanto é necessário que o escorpionismo seja enfrentado como um problema epidemiológico (Brazil & Porto, 2010).

Desde 2007 os escorpiões têm sido os maiores responsáveis por envenenamento humano causado por animais no Brasil, superando os demais animais peçonhentos, e desde então os acidentes vem aumentando. Entre os anos de 2010 e 2012 todos os estados brasileiros apresentaram um aumento no número absoluto de acidentes escorpiônicos (Carvalho et al., 2014; Silva, 2015; Brasil, 2021).

O monitoramento, controle e eliminação de animais nocivos ao homem foram atribuídos aos municípios junto à supervisão e monitoramento do estado em 2004 e o controle de escorpiões passou a ser regulamentado pela instrução Normativa Nº 141 de 2006 (Basil, 2006).

Dentre as propostas adotadas pelo Ministério da Saúde, foi publicado o Manual de Controle de Escorpiões, que propõe a implementação de medidas multidisciplinares envolvendo órgãos de limpeza, saneamento, educação, pesquisa e a própria população, tornando a sociedade um agente ativo no combate ao

escorpionismo (Brasil, 2009).

A busca ativa e o manejo ambiental são, portanto as principais ações a serem adotadas, mas para que elas sejam efetivas são necessários estudos e análises para o mapeamento das áreas de risco no município, a estruturação e treinamento de uma equipe focada no combate ao escorpionismo, a aquisição de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e materiais necessários para o armazenamento, e análise das informações obtidas em campo e através dos sistemas de notificação, SINAN e SINAP (Reckziegel, 2013).

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Área de Estudo**

O local de estudo, município de Londrina, está localizado no norte do estado do Paraná, sua população foi estimada em 575 377 habitantes, segundo dados do IBGE (2020). É a segunda cidade mais populosa do estado e a quarta do sul do país.

Londrina é um importante centro urbano, financeiro, administrativo, econômico, industrial e cultural, considerado o eixo que liga o Sul ao Sudeste do país. Foi fundada em 10 de dezembro de 1934 e teve um alto índice de crescimento impulsionado pelo ciclo do café.

Localizada entre as coordenadas (23°18'36"S e 51°09'46"O) o município possui 1.652,569 Km<sup>2</sup> ocupando cerca de 1% do território paranaense (IBGE, 2020). O ponto mais alto do município tem uma altitude de 844 metros.

É uma região de clima subtropical úmido mesotérmico, com chuvas ocorrendo durante todo o ano, mas com maior frequência durante o verão. A temperatura média anual é de aproximadamente 20 °C porem com elevada amplitude de acordo com as estações.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021), a temperatura máxima registrada foi de 40,6 °C em 6 de outubro de 2020, e a mínima foi de -3,5 °C em 18 de julho de 1975, num evento climático que ficou conhecido como a geada negra. A pluviosidade média anual fica em torno dos 1723 mm (Climate-Data.Org, 2021) já sendo registrados 274,8mm em um único dia, em 12 de janeiro de 2016, segundo o Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná

(SIMEPAR).

### **3.2.2 Coleta de dados SINAN e SINAP**

Para análise das ocorrências e acidentes com escorpiões foram utilizados respectivamente os bancos de dados SINAP (Sistema de Notificação de Animais Peçonhentos) e SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação).

O SINAP é um banco de dados utilizado para notificação e identificação de animais peçonhentos causadores de acidentes com humanos adotado pela Divisão de Zoonoses Intoxicações do Departamento de Vigilância Ambiental da Superintendência de Vigilância em Saúde.

Através desta ferramenta as Secretarias Municipais de Saúde e Centros de Controle de Zoonoses realizam a busca e coleta de animais peçonhentos solicitados pela comunidade, em seguida o laudo com as informações de ocorrência é preenchido e enviado para instituições parceiras junto com o material coletado. Por fim é emitido o Laudo de Identificação de Animais Peçonhentos no qual constam todas as informações junto a identificação do animal por um especialista.

O SINAN é um banco de dados lançado em 1993, com o objetivo de receber dados de doenças e agravos de notificação compulsória, e a partir de 1998 seu uso foi regulamentado tornando obrigatória sua alimentação pelos municípios estados e Distrito Federal (Brasil, 2006).

Primeiramente sob o controle do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), o sistema passou por uma serie de atualizações para que pudesse ser aperfeiçoado e adequado as necessidades e demandas dos usuários, passando pela versão SINAN-Windows e SINAN-Net que se encontra em vigor desde 2007. Com a extinção do CENEPI em 2003 a responsabilidade de gestão do SINAN passou a ser da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) (Laguardia et al., 2004; Brasil, 2007).

Cabe ao município estabelecer prazos para coletar e consolidar os dados adquiridos das unidades notificantes respeitando os prazos estabelecidos pela SVS/MS. Os acidentes por animais peçonhentos devem ser inseridos no sistema na mesma semana de ocorrência do caso, devendo ser encaminhados os arquivos semanalmente da Secretaria Municipal de Saúde (SMS) para a Secretária Estadual

de Saúde (SES) que irão encaminhar os arquivos quinzenalmente à SVS/MS (Brasil, 2005; Brasil, 2007).

A utilização do SINAN junto a outros sistemas de informação em saúde, gera uma importante ferramenta na formulação e avaliação de políticas, programas e planejamentos em saúde, contribuindo na implementação de medidas que visem à melhoria da saúde da população.

Os dados referentes a acidentes envolvendo animais peçonhentos foram coletados nas unidades de saúde por meio da ficha de notificação/investigação de acidentes por animais peçonhentos disponibilizada na versão SINAN-Net a partir de 2007 (Anexo B).

A ficha é composta por oito grupo de dados, os três primeiros constituem a notificação do caso, destinados à caracterização do indivíduo, e os demais se referem à investigação do caso, são eles: Dados gerais; Notificação Individual; Dados de residência; Antecedentes epidemiológicos; Dados clínicos; Dados do acidente; Tratamento e Conclusão.

Os dados disponibilizados pelo SINAN por meio do Portal do Governo Brasileiro são dados generalistas, nos quais não estão contidas as informações das fichas de notificação, apenas agrupamentos de dados.

As informações das fichas podem ser acessadas apenas por agentes de saúde, e para o presente trabalho as informações relevantes do período de 2008 a 2020 foram fornecidas pela Secretaria de Vigilância Sanitária Municipal de Londrina, posteriormente organizadas em planilhas no software Microsoft Excel 2010.

### **3.2.3 Confecção da armadilha tipo abrigo.**

Para coleta de escorpiões são empregados métodos passivos, através de armadilhas, ou ativos com o esforço do coletor. Para coleta passiva, são utilizadas armadilhas de queda (pitfall traps) (Höfer et al., 1996; Dias et al., 2006; Freitas & Vasconcelos, 2008) armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps with drift fence) (Yamaguti & Pinto-da-Rocha, 2006; Pinto-da-Rocha et al., 2007; Ramos, 2007) e armadilhas de queda contidas em vala (trapping ditches) (Fet, 1980).

Armadilhas de queda são largamente utilizadas na coleta de artrópodes, por serem armadilhas de baixo custo, de fácil instalação e manuseio, e seu esforço

amostral é equivalente a todo o tempo em que permanecem em campo. Consistem em recipientes enterrados de modo que sua superfície superior fique nivelada ao solo. Geralmente são implementadas com cercas guias ou aparadeiras (drift fence), que interceptam o trajeto do animal e o guiam até a armadilha (Schmidt et al., 2006).

Demais métodos podem ser utilizados na captura de espécies que ocupam habitats específicos, como o funil de Berlese e extrator de Winkler para aquelas que vivem na serapilheira e termonebulizador para indivíduos arborícolas (canopy fogging), contudo a armadilha de queda é a mais utilizada para amostragem de escorpiões (Brazil & Porto, 2011).

Os métodos ativos podem ser realizados durante o dia, devendo focar a busca nos micro-habitats em que provavelmente os escorpiões estejam alojados, como embaixo de pedras, sob troncos e cascas de arvores, dentro de frestas e buracos (Colombo, 2006; Kaltsas et al., 2006). Ou durante a noite, que frequentemente é mais eficiente principalmente em noites de lua nova devido a utilização de luz UV associada ao período em que os escorpiões estão mais ativos. Através destes métodos os escorpiões podem ser encontrados em até cinco metros de distância do pesquisador (Brazil & Porto, 2011).

Nas áreas urbanas as coletas são feitas por meio de busca ativa durante o dia, devendo sempre ser realizada por dois profissionais utilizando os devidos equipamentos de proteção individual (Brasil, 2009).

Durante as buscas ativas realizadas no Cemitério Anchieta para realização de bioensaios foi observado que os escorpiões eram coletados em maior quantidade em locais onde eram depositados os materiais utilizados na construção de túmulos ou no entulho gerado.

Locais em que geralmente encontram-se escorpiões são compostos por amontoados de tijolos, tabuas de pinus, sacos de cimento, argamassa pisos e cerâmicas, cobertos por lona ou saco plástico. Resultando em um micro-habitat escuro, quente, úmido e protegido de predadores, fornecendo condições ideais para o abrigo e proliferação de escorpiões.

Coletas de escorpiões em cemitério no período noturno por buscas ativas utilizando luz UV eram dificultosas na área de estudo, devido ao período em que este permanecia aberto, das 9:00 as 18:00 horas, e pela indisponibilidade de acompanhamento por um agente da vigilância sanitária. A instalação de pitfall traps

não seria possível nos cemitérios visto que todo o chão é revestido por asfalto ou concreto.

Então foi desenvolvido um novo modelo de armadilha, baseado no princípio de micro-habitats, em que as condições de temperatura, umidade e abrigo são o atrativo para os escorpiões. A armadilha está em processo de protocolo junto a Agência de Inovação Tecnológica da UEL (Aintec) para pleitar sua patente.

A armadilha possui o formato de uma caixa retangular com as laterais de 30 por 20 centímetros e 10 centímetros de altura feita em tábuas de madeira de pinus. A tampa é do tipo deslizante acoplada na parte superior fabricada em chapas de fibra de madeira de alta densidade do tipo Duratree, e fixada com um parafuso. Na parte frontal da armadilha foi deixado uma abertura de 4 centímetros de altura paralelo a base da estrutura (Fig. 8A).

A parte interna foi composta por um recipiente plástico retangular de polipropileno com 15 por 20 centímetros de base e 3 centímetros de altura. Este recipiente foi completamente forrado por algodão hidrófilo não estéril e umedecido com água. Esta estrutura é responsável por manter a umidade elevada dentro do abrigo.

O diagrama é dividido em duas partes, A e B. A parte A mostra um modelo externo de uma caixa retangular feita de madeira. A caixa tem uma base de 20 cm de largura e 30 cm de comprimento, com uma altura de 10 cm. A tampa é deslizante e é fixada na parte superior por um parafuso de fixação. Na parte frontal da caixa, há uma abertura de 4 cm de altura. A parte B mostra os elementos internos da armadilha. Há uma bandeja de ovo verde com uma superfície irregular e porosa. Abaixo da bandeja, há um recipiente de umidade contendo algodão hidrófilo branco, que serve para manter a umidade elevada dentro do abrigo.

Figura 8: A: Modelo externo da armadilha tipo abrigo; B: Elementos internos da armadilha tipo abrigo, utilizado em coletas em cemitérios em Londrina, Paraná.

Sobre o recipiente plástico foi colocado uma bandeja de ovo em papelão reciclado preenchendo todo o espaço restante, formando o local de descanso, o material rugoso facilita a fixação e movimentação do escorpião, e o formato não permite que ele seja prensado contra as paredes do abrigo (Fig. 8B).

### 3.2.4 Testagem das armadilhas tipo abrigo.

Foram selecionados dois cemitérios públicos da cidade de Londrina que apresentaram ocorrência de *T. serrulatus*, o Cemitério Anchieta (23°29'80"S e 51°13'83"O) que fica na região Leste, e o cemitério João XXIII (23°32'45"S e 51°17'06"O) localizado na região central.

Em cada cemitério foram estipulados dois quadrantes de 4000 m<sup>2</sup>, que apresentassem características similares, como a presença de árvores e estruturas construídas, então através de sorteio, um quadrante foi determinado para coleta através do uso de armadilhas (Quadrante A) e o restante para coleta através de busca ativa diurna (Quadrante B).

Os quadrantes no Cemitério Anchieta estavam separados por uma distância de 100 metros, e no João XXIII a uma distância de 60 metros. Um estudo realizado por Brasil & Brites-Neto (2019), no qual foi avaliada a capacidade de dispersão de *T. serrulatus* em um cemitério, concluiu-se que após 469 dias de observação a distância máxima percorrida por essa espécie foi de 29,34 metros. Portanto os quadrantes foram separados a uma distância considerável para que um não tivesse influência sobre o outro.

No cemitério Anchieta foram distribuídas 28 armadilhas no quadrante A três dias antes do início das amostragens. As armadilhas foram distribuídas de forma que cobrissem todo o quadrante com uma distância de aproximadamente 10 metros uma da outra, posteriormente numeradas de 1 a 28 e georreferenciadas através do software GPS Status 9.2.194 – PRO (Fig. 9).

As coletas foram realizadas nas segundas e sextas feiras com intervalos de 3 e 2 dias simultaneamente. As de segunda foram realizadas no período matutino com início as 8:00 horas e término as 12:00 horas, já as de sexta no período vespertino com início as 13 horas e término as 17 horas. Tiveram início no dia 23/11/2020 e

término no dia 08/02/2020 totalizando 11 réplicas para cada período e 22 réplicas totais.

Utilizou-se equipamentos de proteção individual como vestimenta adequada (Brasil, 2009), luvas de raspa de couro, máscaras e luvas cirúrgicas, pinças serrilhadas de 25 centímetros, recipientes plásticos de boca larga, garrafas tipo pet de 2,5 litros, chave Philips e mochilas para armazenamento de todo material.

Para cada quadrante o tempo de coleta foi de aproximadamente de duas horas. Primeiro foi feita a vistoria das armadilhas onde cada uma foi recolhida e aberta através da retirada do parafuso de travamento, em seguida os elementos internos eram retirados e os escorpiões ali presentes recolhidos identificados quanto ao estágio de desenvolvimento, e armazenados nos recipientes plásticos. A água presente no algodão foi completada até seu umedecimento total, então as armadilhas foram novamente montadas e devolvidas ao local demarcado.



Figura 9: A: Distribuição dos quadrantes A (armadilhas) B (Busca ativa) e armadilhas no Cemitério Padre Anchieta entre 23 de novembro de 2020 e 08 de fevereiro de 2021.

Na busca ativa foi feita a varredura completa do quadrante e em todas as

estruturas ali presentes, independente da presença de micro-habitats ou da probabilidade de ocorrência de escorpiões, foram checados os amontoados de folhas, pisos soltos, porta-velas, vasos de plantas, enfeites, rachaduras nos túmulos, túmulos abertos, e frestas nos muros.

Os escorpiões encontrados foram também recolhidos, identificados quanto ao estágio de desenvolvimento e armazenados nos recipientes plásticos. O tempo de busca ativa foi de aproximadamente duas horas.

No cemitério João XXIII, foi empregada a mesma metodologia com as amostragens tendo início no dia 12/02/2021 e término no dia 26/04/2021 (Fig. 10).

Após o término das amostragens os escorpiões foram levados à Secretaria de Vigilância Sanitária Municipal, e sacrificados em uma geladeira convencional à temperatura de  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente foram fotografados e catalogados no SINAP, armazenados em álcool 70% e enviados para Universidade Federal do Paraná (UFPR) para identificação e fechamento do Laudo de Identificação de Animais Peçonhentos.



Figura 10: A: Distribuição dos quadrantes A (armadilhas) B (Busca ativa) e armadilhas no Cemitério João XXIII entre 12 de fevereiro de 2021 e 26 de abril de 2021.

### 3.2.5 Análises.

A estatística espacial tem por finalidade o estudo de fenômenos distribuídos em um determinado espaço, podendo ser uma ferramenta para diversas áreas como na epidemiologia, além de identificar e visualizar a ocorrências desses eventos também é possível modelar a ocorrência destes incorporando fatores determinantes, estruturas de distribuição espacial e a identificação de padrões (Brasil, 2007).

Para a análise da distribuição espacial de escorpiões e acidentes no município de Londrina foi empregado o Estimador de Intensidade de Kernel que é um mecanismo de interpolação que verifica a intensidade de distribuição de um determinado fenômeno dentro de sua área de atuação (Silva, 2015).

Este método analisa o comportamento de padrões de pontos, fornecendo a intensidade por meio de interpolação e de uma função de suavização, que associa um valor a um ponto do espaço de estudo baseado na distância de cada evento vizinho a ele (Barbosa, 2011).

Os endereços de ocorrência de escorpiões no município de Londrina foram obtidos a partir dos Laudos de Identificação de Animais Peçonhentos de 2011 a 2020, e os de acidente a partir das Fichas de Notificação do SINAN de 2008 a 2019.

Os endereços foram localizados no software Google Earth Pro 7.3.3.7786 previamente configurado para apresentar os dados em UTM (Universal Transversa de Mercator), através da inserção de um marcador, os valores de Longitude UTM e Latitude UTM obtidos foram atribuídos a cada endereço respectivamente em uma tabela no Microsoft Excel 2010 em formato CSV.

Os valores de UTM de ocorrência e acidentes foram separados por anos carregados no Software QGIS 3.16.0 – Hannover, para o sistema de referência de coordenadas (SRC) foi determinado a EPSG:31982 – SIRGAS 2000 / UTM zone 22S, zona na qual está localizado o Município de Londrina.

Para cada ano foi gerado um Shapefile no qual cada acidente e ocorrência representava um ponto, e através da ferramenta de processamento foi executado a Estimativa de densidade de Kernel ao qual foi atribuído um raio de 300 metros e tamanho de pixel igual a 1 (Silva et al., 2015).

Para verificar se houve aumento significativo nas ocorrências de *T. serrulatus*,

na cidade de Londrina, entre o período de 2011 a 2020 e nos acidentes com escorpiões entre o período de 2008 a 2019, se houve variação mensal significativa nos acidentes escorpiônicos e se existe um predomínio entre diferentes faixas etárias foi realizado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% através do software BioEstat 5.0.

A prevalência de acidentes com escorpiões relacionada ao sexo foi testada a partir da Análise de Variância, ANOVA, utilizando o software BioEstat 5.0, para o qual foi considerado como significativamente diferente se  $p < 0,05$ .

Para verificar se houve variação significativa nas ocorrências de *T. serrulatus* nos diferentes meses do ano, e se houve predomínio de coleta de um estágio específico de desenvolvimento, no qual foram considerados juvenis os indivíduos entre o primeiro e terceiro instar, grande os indivíduos em quarto instar e adultos os indivíduos em quinto instar de desenvolvimento, e utilizou-se o Teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância de 5% através do software BioEstat 5.0.

A existência de correlação entre o aumento de acidentes com escorpiões com o aumento de ocorrências de *T. serrulatus* foi verificada a partir da análise de correlação de Pearson, no software BioEstat 5.0 ao nível de significância de 5%.

Para comparar a eficácia dos diferentes métodos de coleta foi necessário normalizar os dados obtidos devido à variação de esforço amostral através da obtenção do índice de coleta, para cada dia de amostragem, calculado pelas seguintes fórmulas:

$$I_a = \frac{N}{H} \quad I_b = \frac{N}{(H \times N_c)}$$

Onde:

$I_a$  = índice de coleta com armadilhas.

$I_b$  = índice de coleta com busca ativa.

$N$  = número de espécimes coletados.

$H$  = horas de esforço amostral.

$N_c$  = número de coletores.

Após a obtenção dos índices de coleta dos diferentes métodos testados, foi

feito o teste de Tukey ao nível de significância de 5%, através do software BioEstat 5.0, para verificar se houve diferença significativa quanto aos métodos empregados.

### 3.3 RESULTADOS

Entre o período de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020 foram notificadas 3460 ocorrências de escorpiões no Município de Londrina, com base nos dados do SINAP dos quais 2,66% foram identificados como *Ananteris* sp., 16,99% *Bothriurus* sp., 0,12% *Tityus* sp., 0,06% *T. stigmurus*, 0,09% *T. costatus*, 2,31% *T. bahiensis*, 70,87% *T. serrulatus* e 6,91% não foram identificados (Tabela 2).

Tabela 2: Número de ocorrências de Scorpiones capturados no município de Londrina de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020.

Espécie	Ocorrências
<i>Ananteris</i> sp.	92
<i>Bothriurus</i> sp.	588
<i>Tityus</i> sp.	4
<i>Tityus stigmurus</i>	2
<i>Tityus costatus</i>	3
<i>Tityus bahiensis</i>	80
<i>Tityus serrulatus</i>	2452
Não identificados	239
<b>Total</b>	<b>3460</b>

Fonte: SINAP

A primeira ocorrência de *T. serrulatus* no Município de Londrina aconteceu no dia 11/02/2011 no Jardim Bandeirantes, neste mesmo ano houve outras duas ocorrências. Já no ano de 2012 foram registrados 25 espécimes, de 2013 a 2016 houve uma flutuação na população com respectivas ocorrências de 110, 57, 83 e 63 indivíduos (Fig. 11).

Do ano de 2016 a 2020 a população de *T. serrulatus* passou por consecutivos aumentos indo de 63 para 1184 ocorrências anuais. A quantidade de indivíduos

coletados a cada ano neste espaço de tempo foi de respectivamente 63, 149, 358, 420 e 1184. Pelo teste de Tukey, no nível de 5% de significância, 2020 difere estatisticamente de toda a série histórica ( $p=0.0001$ ;  $F=7,5$ ) (Fig. 11).

Neste período entre 2018 e 2019 foi observado o menor aumento de ocorrências com 17,32%, já o maior foi entre os anos de 2019 e 2020 com um aumento de 181,9%, entre 2016 e 2017 o aumento foi de 136,5% e entre 2017 e 2018 foi de 140,26% (Fig. 14).

Quanto à variação mensal na ocorrência *T. serrulatus* de 2011 a 2020, não houve diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p=0,79$ ;  $H=6.99$ ).

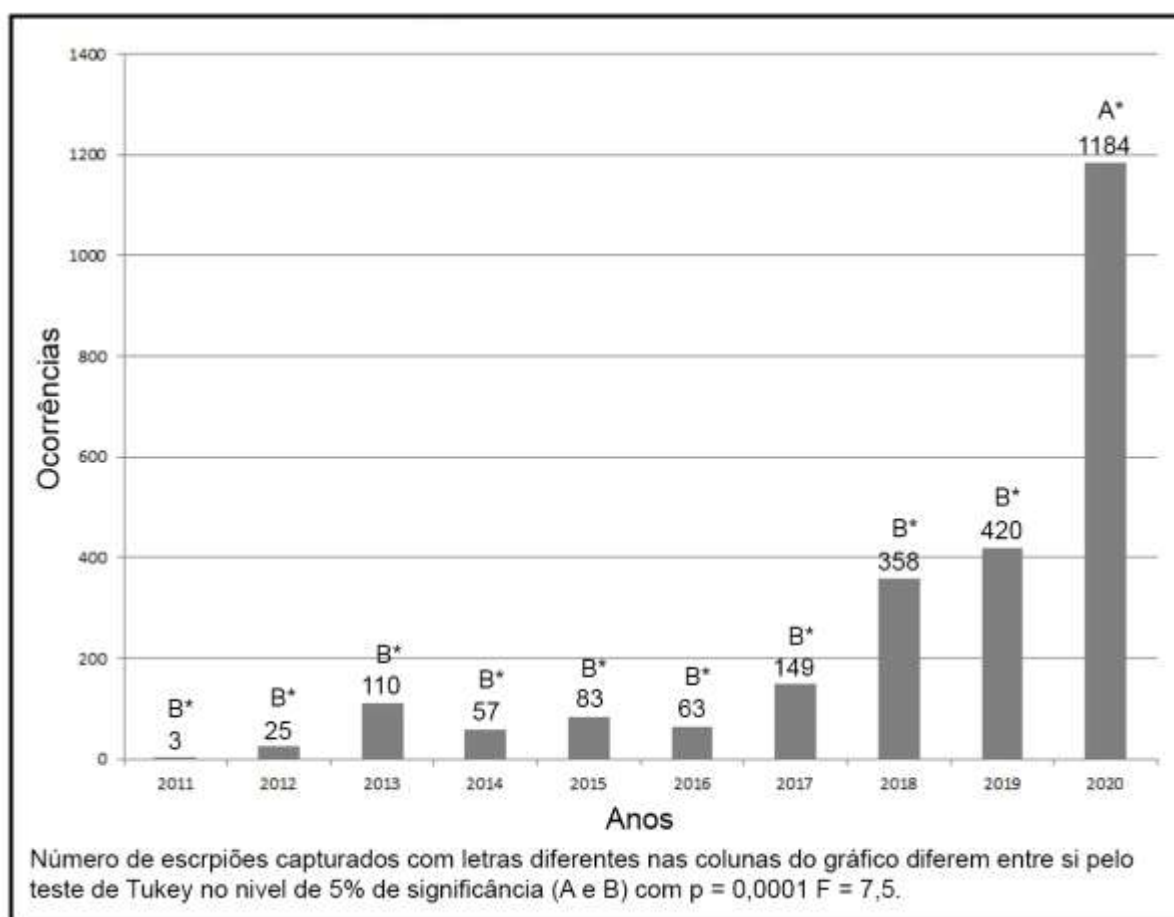


Figura 11: Ocorrência de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no município de Londrina de 01 de janeiro de 2011 a 31 de dezembro de 2020. Fonte dos dados: SINAP.

A partir de um gráfico de regressão polinomial com curva ajustada é possível observar a tendência de aumento nas ocorrências de *T. serrulatus* no município de Londrina (Fig. 12).

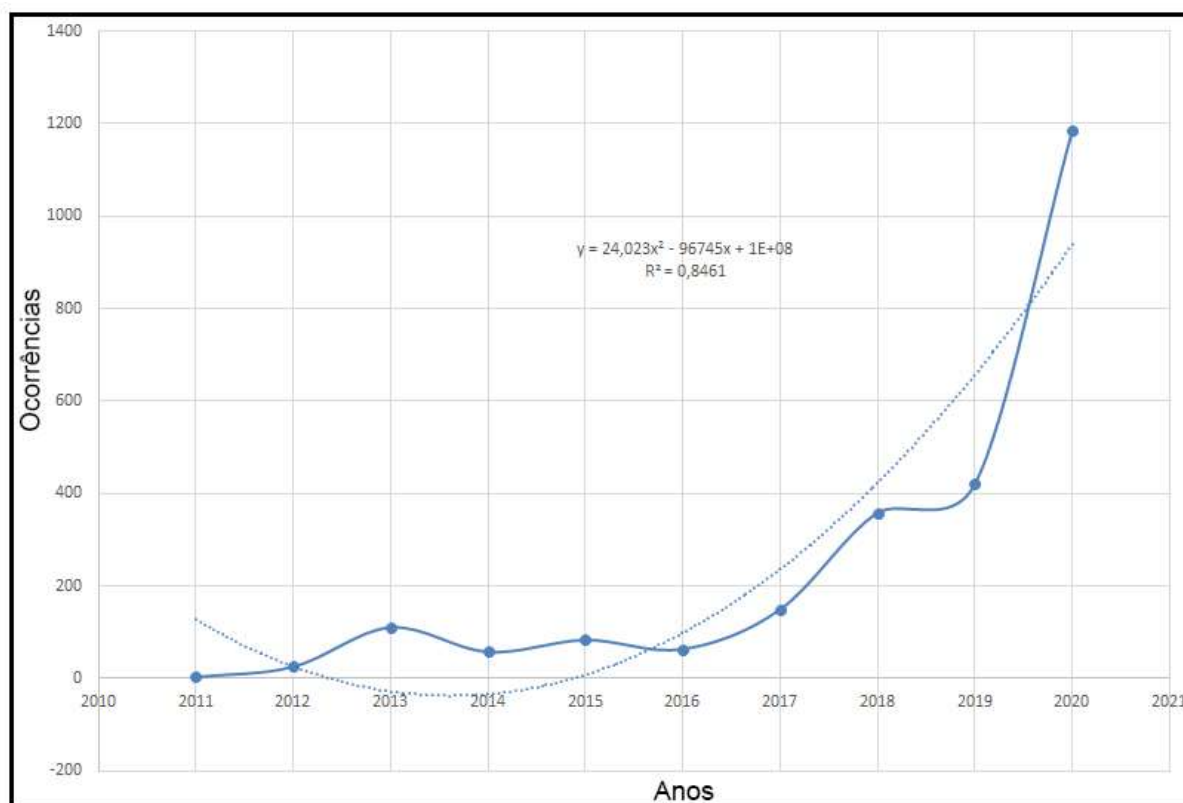


Figura 12: Regressão polinomial com curva ajustada evidenciando a tendência de aumento na população e *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina. Fonte dos dados: SINAP.

Os registros de acidentes envolvendo escorpiões no Município de Londrina disponíveis no SINAN tiveram início em 2008 e até o ano de 2020 somaram 578 notificações (Fig. 13).

De modo semelhante às ocorrências de *T. serrulatus* apresentaram flutuações no número de acidentes a partir do primeiro ano até 2016. Neste período o número de acidentes para cada ano foi de: 2008:17, 2010:8, 2011:16, 2012:13, 2013:36, 2014:34, 2015:52 e 2016:38. Para o ano de 2009 não foram encontrados registros (Fig. 13).

Também foram observados aumentos consecutivos a partir de 2016 até 2019 subindo de 38 para 127 acidentes, o número de registros obtidos para cada ano neste intervalo foi de respectivamente 38, 52, 97 e 127 (Fig. 15).

No ano de 2020 houve uma diminuição no número de casos notificados, com um total de 88 registros (Fig. 13).

Verificou-se que os últimos três anos apresentaram aumento significativo,

com 53,88% das notificações comparado aos anos anteriores. Esse valor difere estatisticamente dos anos anteriores (2008 a 2017) de acordo com o teste de Tukey no nível de significância de 5% ( $p=0.001$ ;  $F=18,17$ ) (Fig. 13).

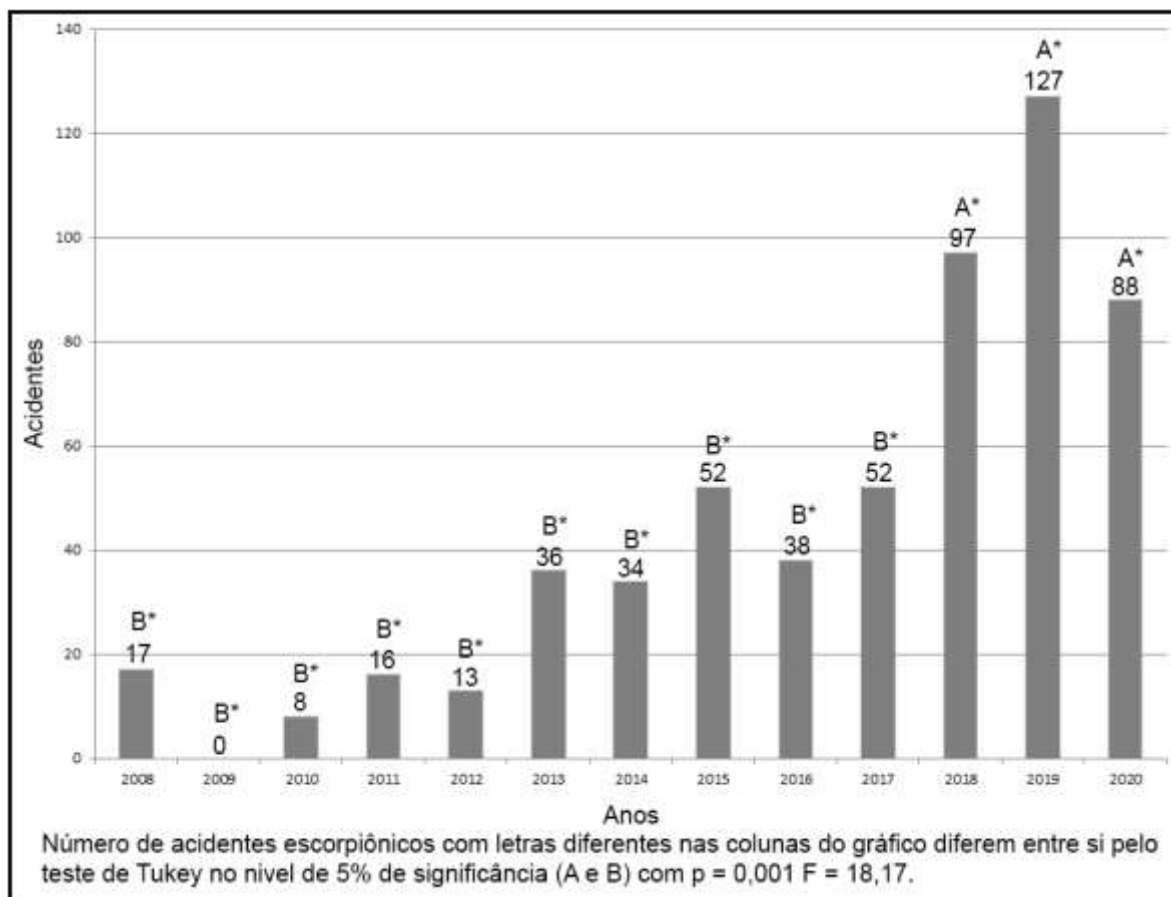


Figura 13: Acidentes com escorpiões no município de Londrina de 01 de janeiro de 2018 a 31 de dezembro de 2020. Fonte dos dados: SINAN.

Ao analisar a taxa de aumento de acidentes entre 2016 e 2019, pode-se observar um padrão semelhante à ocorrência de *T. serrulatus*. Entre os anos de 2018 e 2019 houve o menor aumento de acidentes com uma taxa de 30,92%, entre 2017 e 2018 foi observada a maior taxa no aumento de acidentes com 86,53%, e entre 2016 e 2017 a taxa média com aumento de 36,84%, contudo, no ano de 2020 houve uma redução de 30,71% (Fig. 14).

Pelo teste de Pearson foi observado que existe correlação entre o aumento de número de ocorrências de *T. serrulatus* e o aumento de acidentes com escorpiões (Pearson = 0,2; IC = 95%) (Fig. 15).

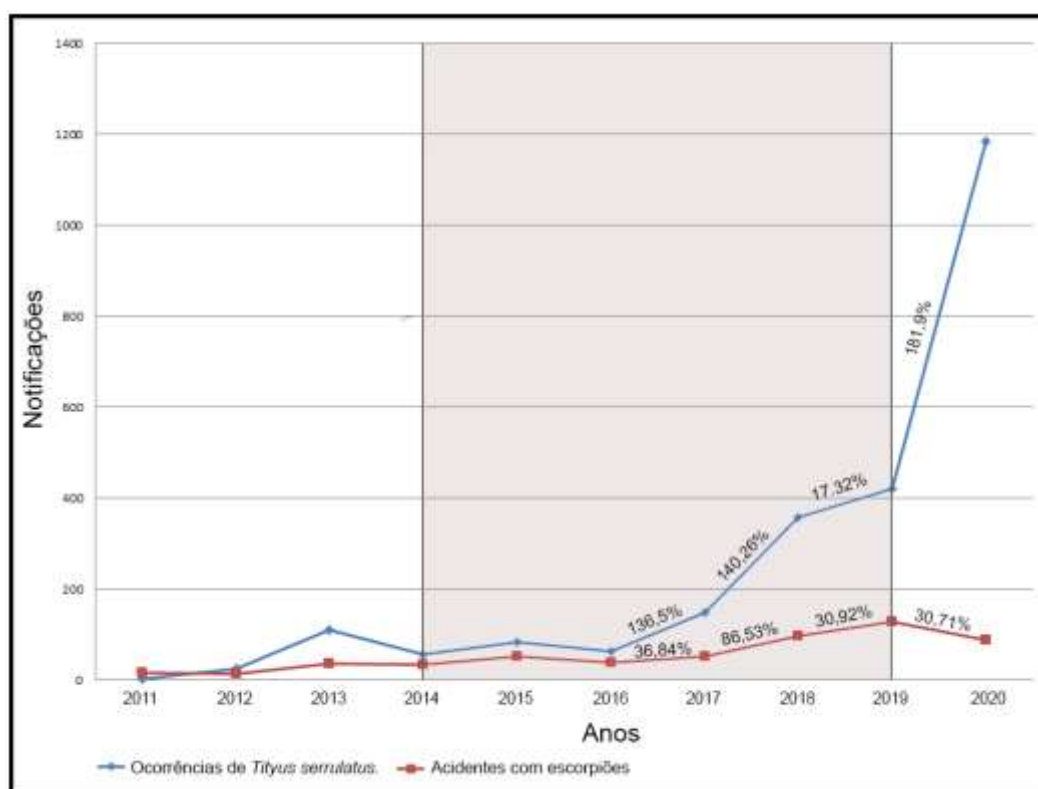


Figura 14: Taxas de crescimento de ocorrências de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 e de acidentes com escorpiões no Município de Londrina entre 2011 e 2020.

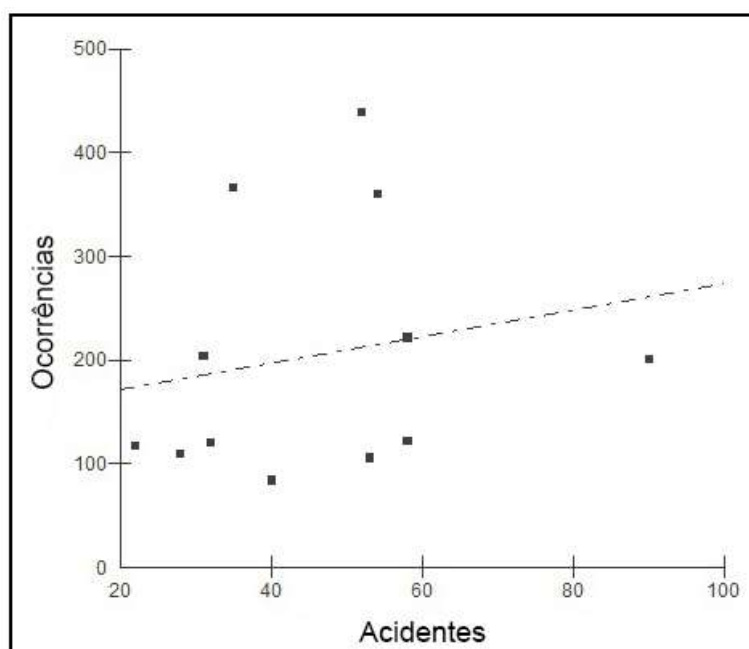


Figura 15: Análise de Pearson demonstrando a existência de correlação entre o aumento de ocorrências de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 e o aumento de acidentes com escorpiões.

Foi observada variação mensal na quantidade de acidentes escorpiônicos

entre o período de 2008 a 2020 pelo teste de Tukey ( $p=0,0181$ ;  $F=2,1869$ ), outubro é o mês de maior registro, com 97 notificações, diferindo significativamente dos meses mais secos e frios como abril, maio e junho (Fig. 16).

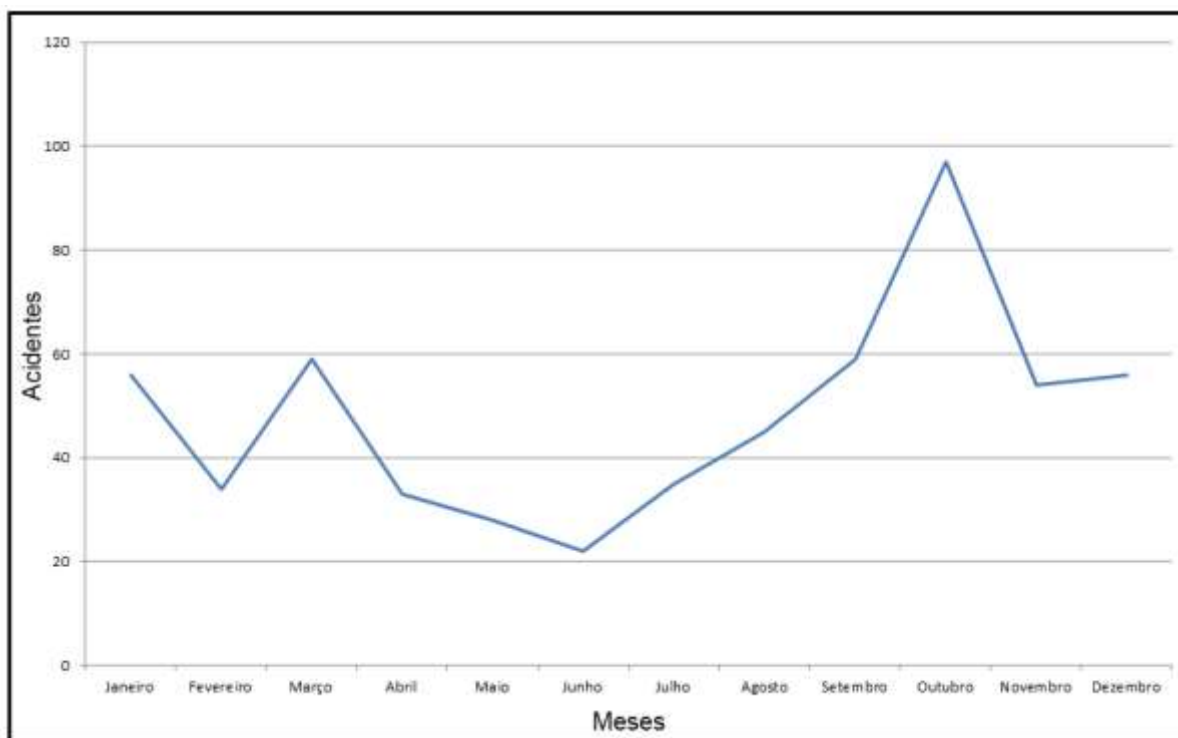


Figura 16: Variação mensal na quantidade de acidentes escorpiônicos no Município de Londrina de 2008 a 2020. Fonte dos dados: SINAN.

Dos 578 acidentes notificados 279, ou seja, 48,27% das vítimas foram do sexo masculino e 299, equivalente a 51,73%, foram do sexo feminino (Fig. 17).

Pela análise de variância, ANOVA, não houve prevalência significativa de acidente relacionada ao sexo ( $p=0,83$ ;  $F=0,04$ ) durante a série histórica (2008 a 2020) em Londrina, conforme os dados compilados do SINAN.

Para análise de faixas etárias os dados de acidentes foram distribuídos em 10 agrupamentos são eles: < 1 Ano; 01 a 09 anos; 10 a 19 anos; 20 a 29 anos; 30 a 39 anos; 40 a 49 anos; 50 a 59 anos; 60 a 69 anos; 70 a 79 anos e 80 a 89 anos (Fig. 18). A menor idade observada foi de um recém-nascido com dois dias de vida e a maior foi de 88 anos.

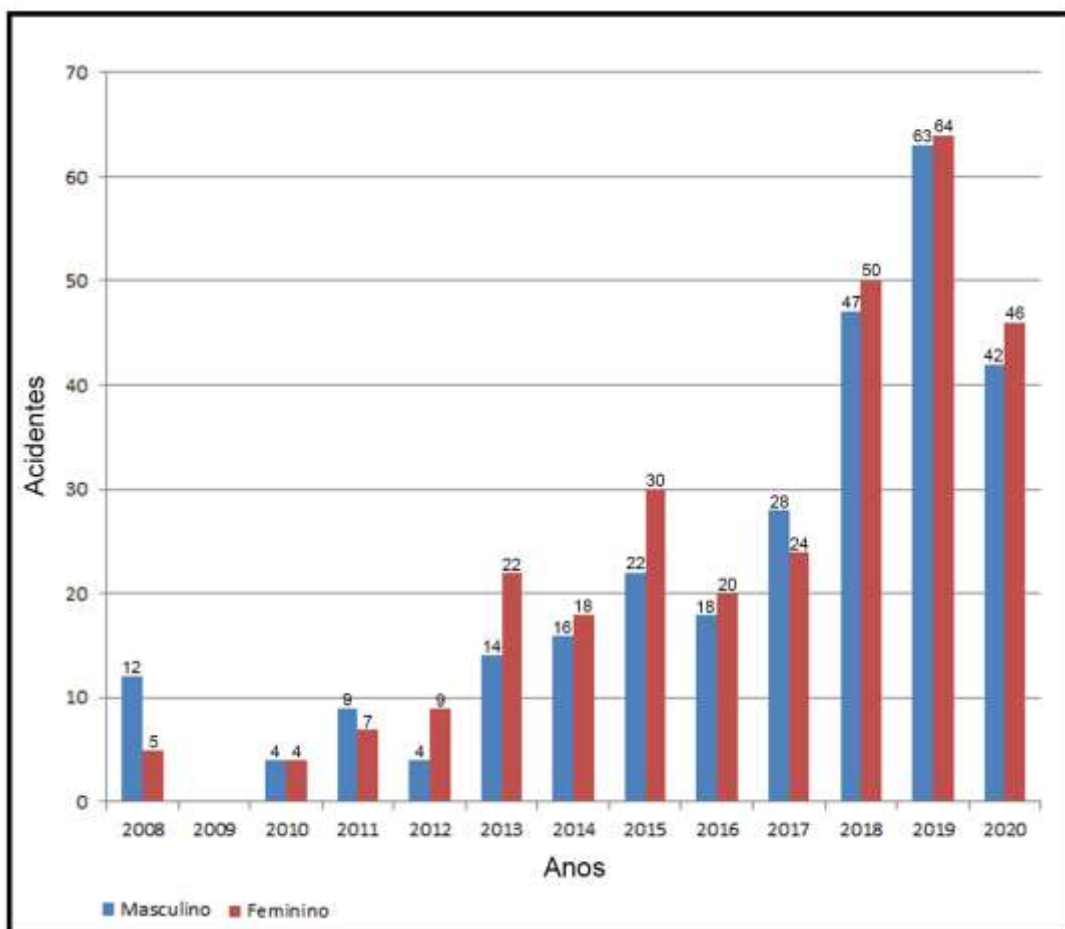


Figura 17: Taxa de incidência de acidentes com escorpiões associada ao sexo no município de Londrina de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2020. Fonte dos dados: SINAN.

Dentre os agrupamentos as faixas etárias de 20 a 59 anos, que representam 40% dos grupos, foram as que apresentaram os maiores valores de acidentes com escorpiões, juntos totalizaram 62,80% dos casos.

Os acidentes entre os agrupamentos da maior e da menor faixa etária foram os que apresentaram os menores valores, juntos representaram apenas 2,94% dos acidentes.

Já os acidentes na infância e adolescência representados pela segunda e terceira faixa etária representam 19,89% do total, e na terceira idade representados pelas faixas de 60 a 79 anos representaram 14,19%.

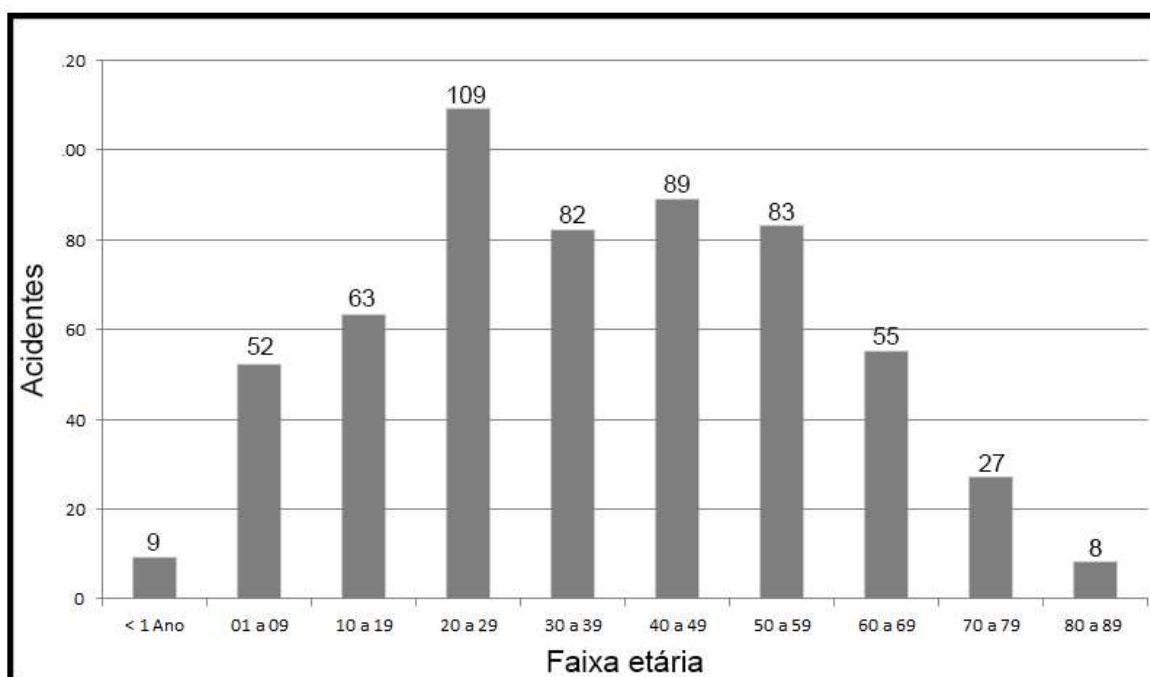


Figura 18: Taxa de incidência de acidentes com escorpiões associadas às faixas etárias no município de Londrina de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2020. Fonte dos dados: SINAN.

Os agrupamentos com maiores taxas de acidentes (20 a 29 e 40 a 49) respectivamente, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p=0,0001$ ;  $F=10,1916$ ) dos agrupamentos das faixas etárias iniciais (< 1 ano a 09 anos) e finais (70 a 89 anos).

Quanto à gravidade dos acidentes com escorpiões 94,63% foram classificados como leves, 3,11% como moderado e 2,24% não foram informados.

Tabela 3: Classificação dos casos de acidentes com escorpiões no município de Londrina de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2020.

Classificação	Número de casos
Leve	547
Moderado	18
Não informado	13
<b>Total</b>	<b>578</b>

Fonte: SINAN

Durante o experimento realizado nos cemitérios Padre Anchieta e João XXIII de 23 de novembro de 2020 a 26 de abril de 2021 foram coletados respectivamente em cada local 1101 e 151 escorpiões, totalizando 1252 indivíduos da espécie *T. serrulatus*.

Em ambos os cemitérios foi observado uma maior quantidade de espécimes coletados com o método de utilização de armadilha tipo abrigo quando comparados à busca ativa.

No Padre Anchieta os indivíduos coletados com a utilização de armadilha correspondem a 72,57% enquanto os coletados por busca ativa correspondem a 27,43% do total de escorpiões amostrados. E no João XIII correspondem a respectivamente 67,55% e 32,45% dos indivíduos coletados (Fig. 19).

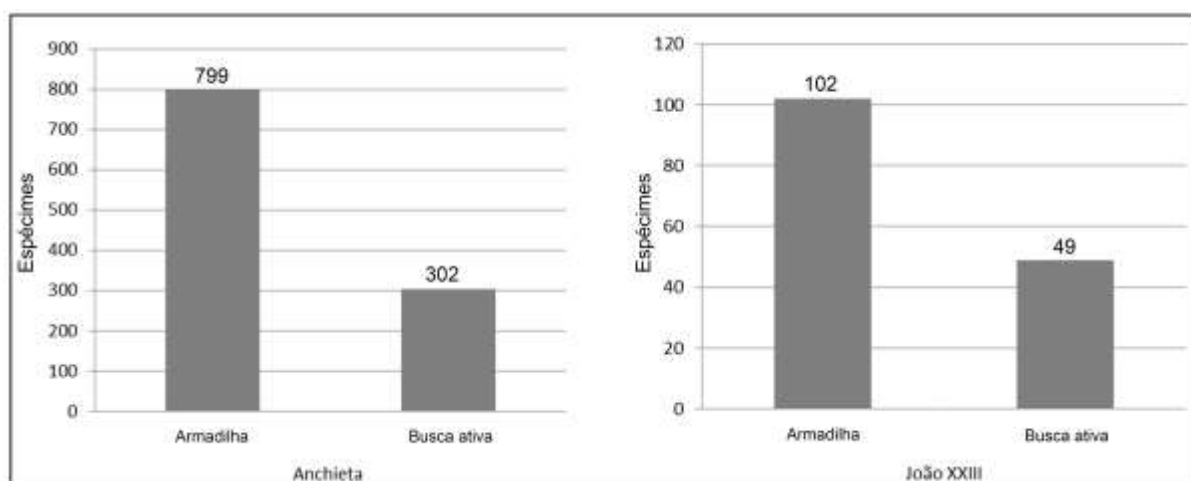


Figura 19: Número de espécimes coletados por meio de armadilha e busca ativa nos cemitérios Padre Anchieta e João XIII entre o período de 23 de novembro de 2020 e 26 de abril de 2021.

Ao compararmos o número de indivíduos coletados por hora através dos diferentes métodos, foi observado a existência de diferença significativa para as duas áreas de amostragem (Fig. 20A).

Pelo teste Tukey ( $p=0,0001$ ;  $F=14,49$ ) no cemitério Anchieta foi verificado uma maior amostragem com a utilização de busca ativa com uma média de 3,43 espécime/hora, quando comparado ao uso de armadilhas que apresentou uma média de 0,61 espécime/hora (Fig. 20B).

No cemitério João XXIII também foi constatado maior amostragem através de

busca ativa pelo teste de Tukey ( $p=0,0001$ ;  $F=24,56$ ) com uma média de 0,557 espécime/hora, quando comparado ao uso de armadilhas com uma média de 0,08 espécime/hora (Fig. 20B).

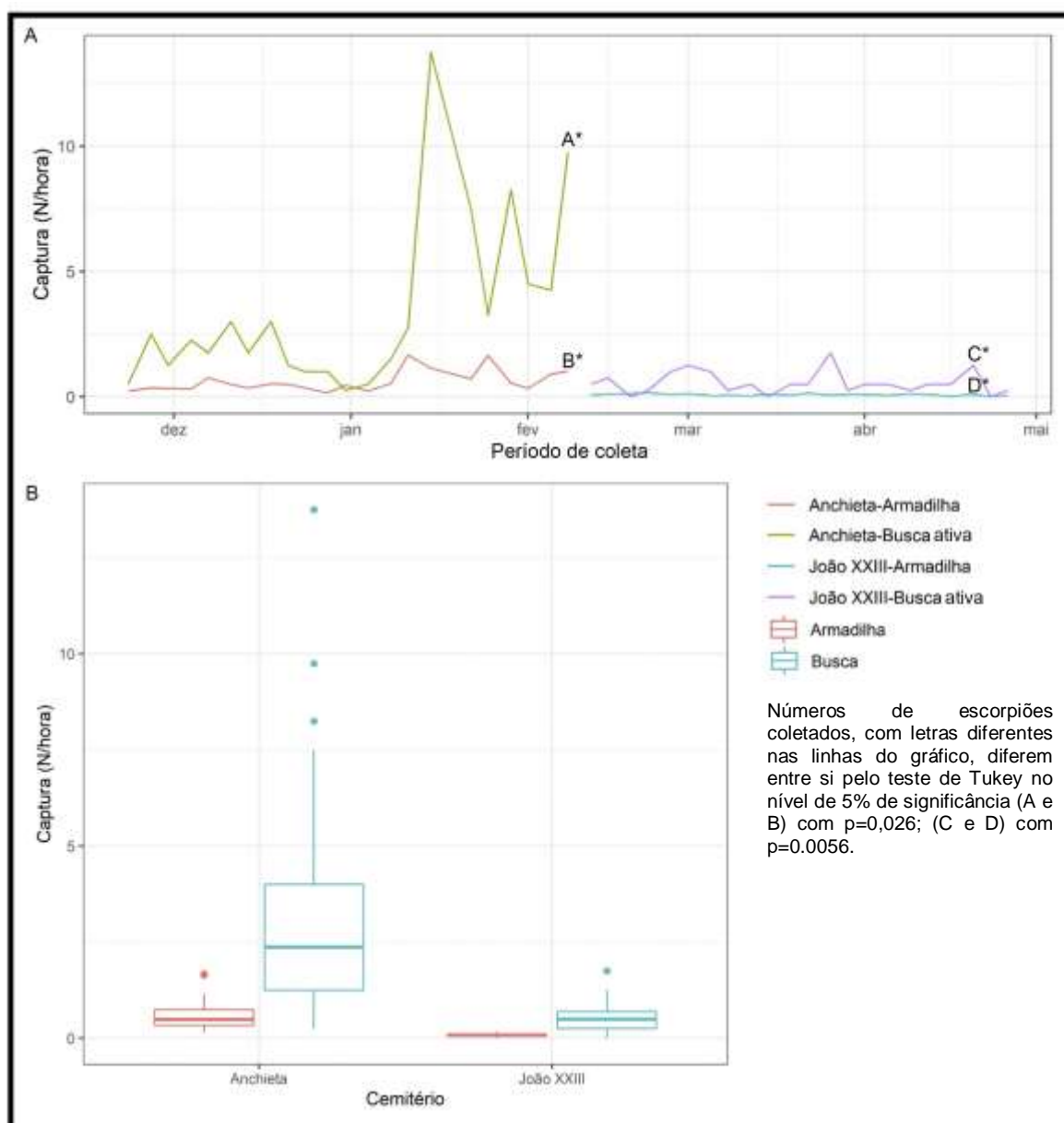


Figura 20: A: Quantidade de espécimes/hora de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 coletados nos cemitérios Padre Anchieta e João XXIII através de busca ativa e com uso de armadilhas de novembro e 2020 a abril de 2021; B: Média geral de espécimes/hora coletados nos cemitérios Padre Anchieta e João XXIII através de busca ativa e com uso de armadilhas.

Ao comparar o número de espécimes coletados nos diferentes períodos de amostragem, foi observado padrões distintos para cada local, no Padre Anchieta

foram amostrados mais indivíduos no período vespertino, enquanto no João XIII a amostragem foi maior no período matutino, porém para ambos houve pouca variação (Fig. 21).

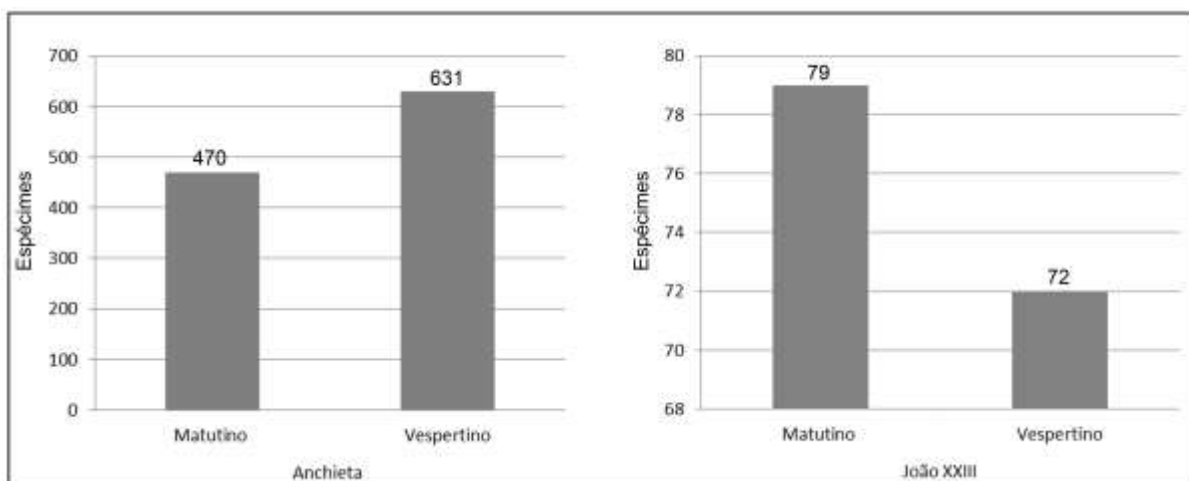


Figura 21: Número de espécimes coletados nos períodos matutino e vespertino nos cemitérios Padre Anchieta e João XIII entre o período de 23 de novembro de 2020 e 26 de abril de 2021.

Na comparação quanto ao estágio de desenvolvimento foram considerados juvenis os indivíduos entre o primeiro e terceiro instar, grande os indivíduos em quarto instar e adultos os indivíduos em quinto instar de desenvolvimento.

Em ambas as áreas foi observado o mesmo padrão com maior ocorrência de indivíduos juvenis, no Padre Anchieta estes representam 75,93% da amostragem e no João XXIII 65,56%, seguidos de adultos e grandes respectivamente. (Fig. 22).

Pelo teste de Kruskal-Wallis há diferença estatística entre os três estágios de desenvolvimento de *Tytius serrulatus* no cemitério João XXIII, ( $p < 0.0001$ ;  $H = 34,69$ ) (Fig 22B) e no cemitério Anchieta ( $p < 0.0001$ ;  $H = 39,20$ ) (Fig. 22A), onde houve predomínio de juvenis, mas não houve diferença significativa entre grandes e adultos.

Baseado nos dados obtidos e através da análise de Kernel em comparação com o mapa de zoneamento do perímetro urbano de Londrina (Anexo C) foi observado que as primeiras ocorrências de *T. serrulatus* se deram nas zonas Oeste e Norte da cidade, respectivamente nos bairros Bandeirantes e Jardim do Alpes (Apêndice A).

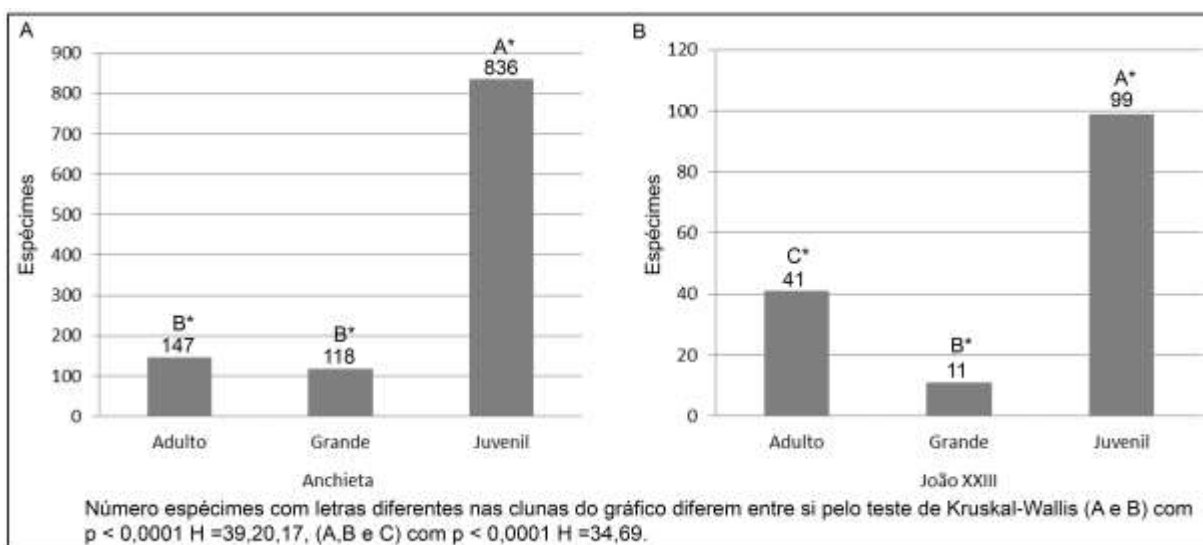


Figura 22: Quantidade de espécimes coletados de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 em diferentes estágios de desenvolvimento nos cemitérios: A: Padre Anchieta; B: João XIII entre o período de 23 de novembro de 2020 e 26 de abril de 2021.

No ano de 2012 o escorpião amarelo já estava presente nas zonas Oeste, Leste, Norte e Central distribuídos em oito pontos nos quais todos apresentavam intensidades muito altas de ocorrências (Apêndice B).

Em 2013 a distribuição se manteve similar quanto as zonas, neste ano houve sete pontos e todos apresentavam intensidade muito altas, com destaque para o Bairro Bandeirantes que apresentou o maior crescimento. Também foi nesse ano em que foi feito o primeiro registro próximo a um cemitério, em uma quadra adjacente ao João XXIII (Apêndice C).

A partir de 2014, com exceção em 2017, foi observada a ocorrência de *T. serrulatus* em todas as zonas de Londrina, com nove pontos classificados com intensidade muita alta com destaque para os bairros Bandeirantes, Vila Nova, Vila Recreio, Guanabara e Alpes, foram também neste ano que tivemos o primeiro registro em um cemitério, no João XXIII (Apêndice D).

Em 2015, foi observado um padrão semelhante com 2014, porém com uma distribuição mais ampla, totalizando dezesseis pontos de ocorrência, neste ano se destacam a ocorrência em pontos mais periféricos da cidade como os Cinco Conjuntos e Esperança, e também foi constatada a primeira ocorrência no cemitério Padre Anchieta, o segundo que passou a ser habitado pelo escorpião amarelo (Apêndice E).

No ano de 2016 houve uma diminuição no número total de ocorrências, mas a distribuição aumentou para dezessete pontos, foi possível observar uma retração em zonas problemáticas como o Bandeirantes, Vila Nova e Alpes, foi observado que neste ano o cemitério João XXIII foi o ponto com o maior número de indivíduos coletados (Apêndice F).

Para 2017 não foram feitos registros na zona sul, mas neste ano também foi observada a ocorrência de escorpião amarelo em vinte e um pontos, a partir desse ano devido ao aumento de indivíduos amostrados e por consequência o aumento de pontos, é possível identificar a formação de aglomerados de ocorrência, como por exemplo, o que inclui a Zona Norte e Central interligando os bairros Alpes, Pacaembú, Vila Nova, Vila Recreio e Vila Casoni, a partir deste ano também é possível observar a ocorrência de pontos com níveis de intensidade classificados como altos (Apêndice G).

Em 2018 houve trinta e dois pontos de ocorrências, dos quais quatorze apresentaram intensidades muito altas de *T. serrulatus*, e neste ano surgiram os primeiros pontos com baixa taxa de incidência, este fenômeno ocorre devido ao aumento elevado de ocorrências e devido ao método utilizado que trabalha comparando todas as amostragens neste período (Apêndice H).

O ano de 2019 foi o que apresentou a distribuição e maneira mais homogênea, com a presença de pontos em toda a cidade de zonas centrais e periféricas, e grandes aglomerados interligando as zonas Norte, Central e Leste, devido a isso foi observado à presença de treze pontos com intensidade muito alta. E neste ano não foi feita nenhuma notificação no cemitério João XXIII (Apêndice I).

Por fim em 2020 também se notou uma distribuição bastante homogênea com a presença de quarenta e dois pontos de ocorrência, dos quais vinte e dois possuíram intensidade muito alta, devido ao grande aumento de registros em comparação ao ano anterior (Fig. 23).

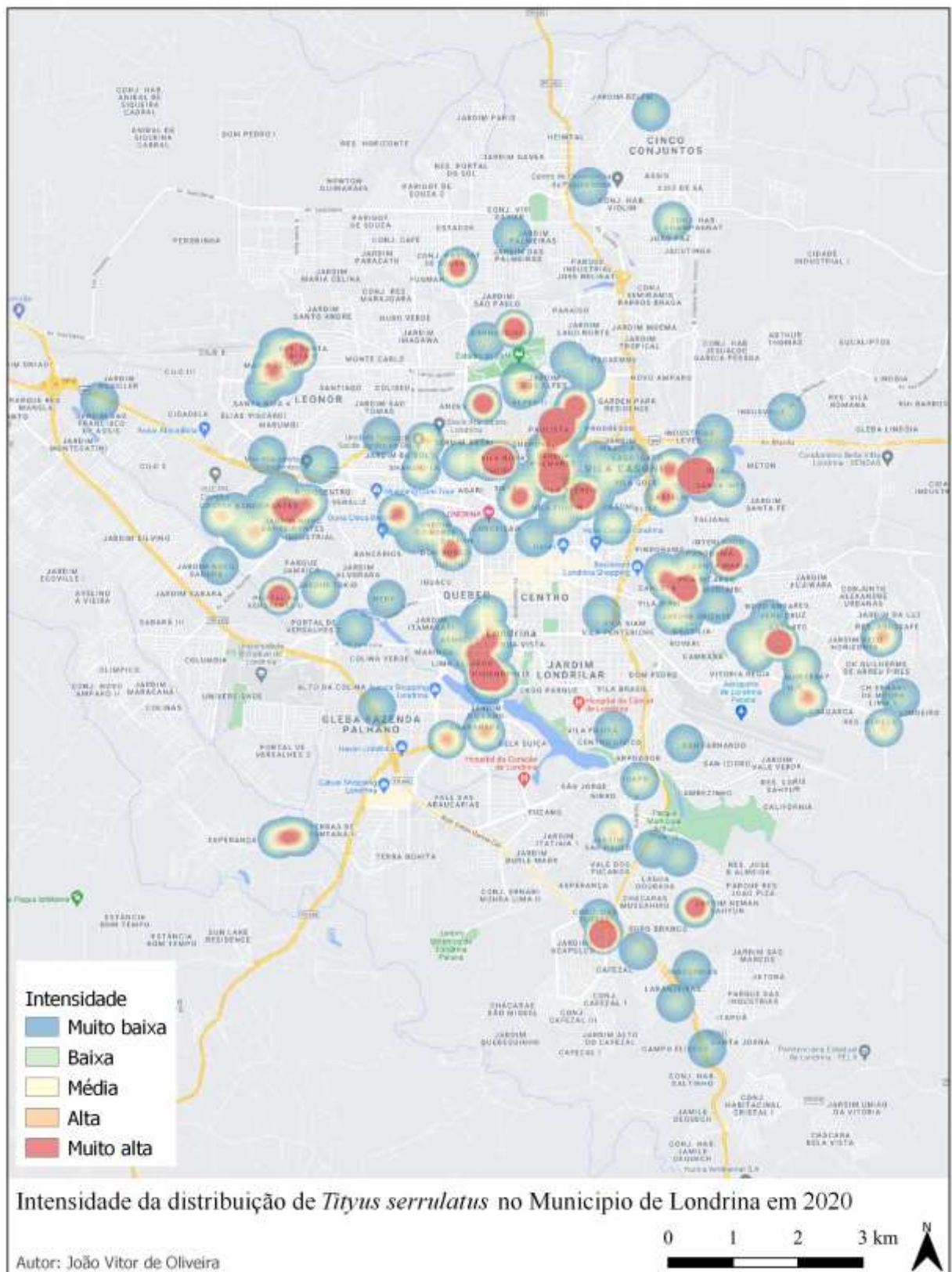


Figura 23: Análise de distribuição espacial de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 através do Estimador de Intensidade de Kernel no município de Londrina em 2020.

A partir da análise de sobreposição foi constatado que em 2011, 12,5% dos acidentes com escorpiões ocorreram em áreas nas quais ocorre o escorpião amarelo, para os demais anos esses valores foram de: 2012 - 30,77%, 2013 - 11,11%, 2014 - 32,35%, 2015 - 28,85%, 2016 - 23,68%, 2017 - 32,69%, 2018 - 49,48%, 2019 - 66,14% (Fig. 24).

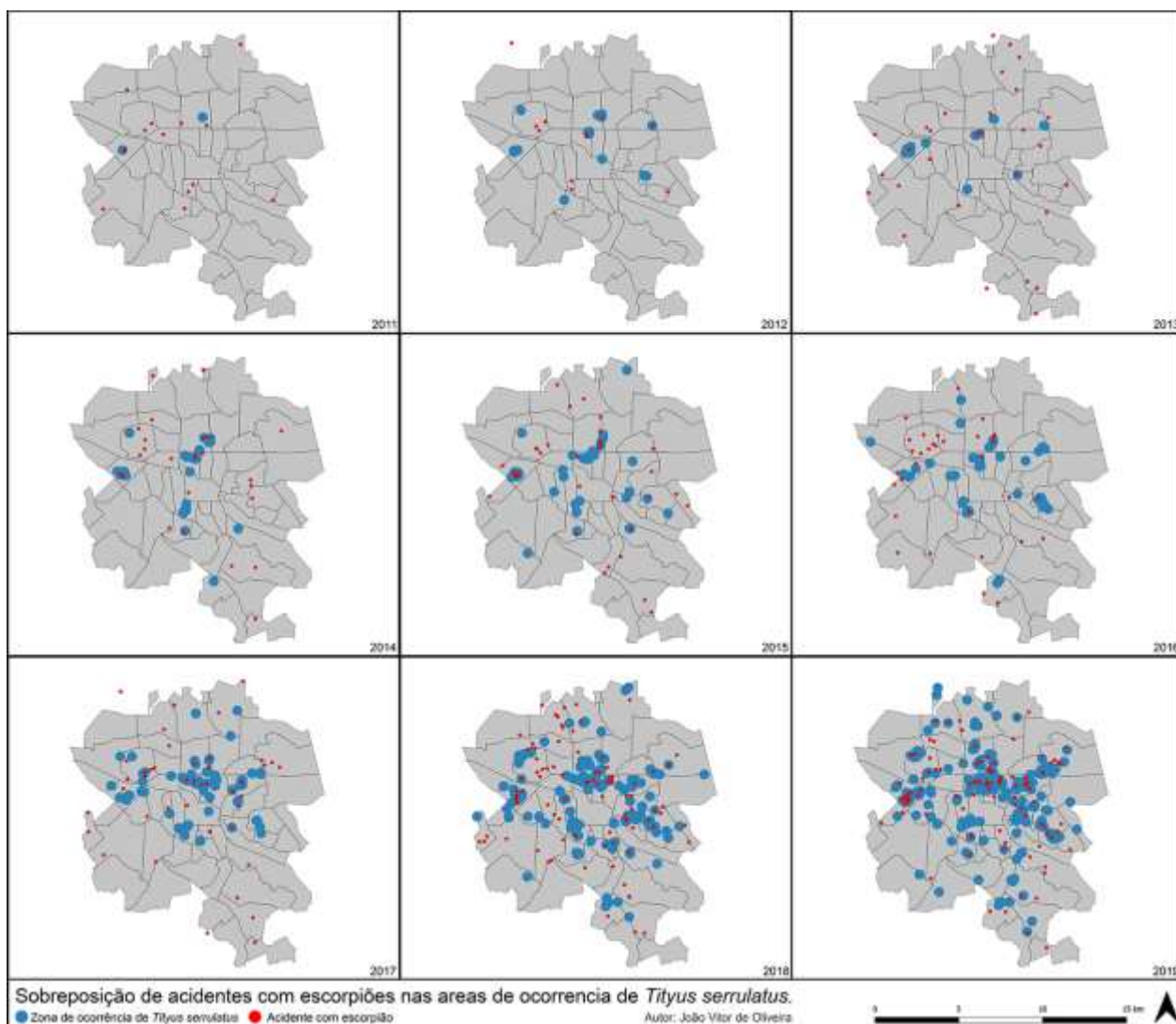


Figura 24: Sobreposição de acidentes com escorpiões em áreas de ocorrência de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 na área urbana de Londrina de 2011 a 2019.

Para o ano de 2020 47,73% dos acidentes com escorpiões foram observados em áreas de ocorrência de *T. serrulatus* (Fig. 25).

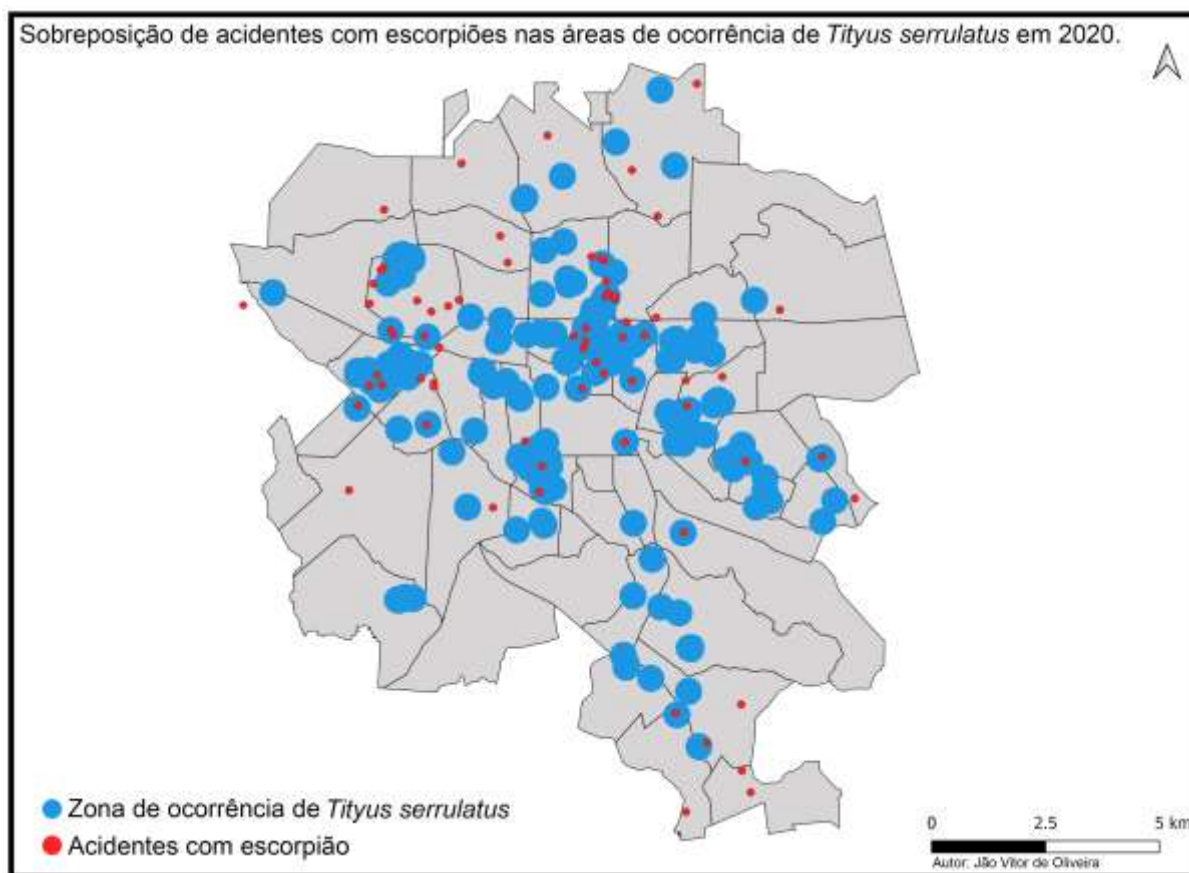


Figura 25: Sobreposição de acidentes com escorpiões em áreas de ocorrência de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 na área urbana de Londrina em 2020.

### 3.4 DISCUSSÃO

O aumento no número de acidentes ocasionados por escorpiões no Brasil tem sido observado nos últimos anos, desde 2007 o escorpionismo tem superado os acidentes envolvendo demais animais venenosos e peçonhentos (Carvalho et al., 2014).

Dentre as espécies que ocorrem no Município de Londrina o maior destaque se dá para o *T. serrulatus*, considerada a de maior importância médica para a América do Sul devido a sua alta toxicidade e capacidade de reprodução (Marcussi et al., 2011).

Trata-se de uma espécie invasora que atende a maioria dos requisitos descritos para tal, principalmente no que diz respeito ao crescimento populacional. Segundo Davis e Thompson (2000) para uma espécie seja reconhecida como invasora ela deve seguir um critério biogeográfico de ser nova na região e

causadora de grande impacto.

Outros autores baseiam-se no princípio de crescimento e dispersão, que podem ser constatados por simples medições de população, para eles uma espécie invasora é aquela que se dispersa a partir de seu ponto de inserção tornando-se abundante (Kolar & Lodge, 2001; Richardson et al., 2000).

Estes padrões ficam mais evidentes quando comparadas as populações de *T. serrulatus* a de *Bothriurus* sp., um gênero de ocorrência natural para região sul que não possui interesse médico (Freitas, 2011). Embora seja a segunda espécie mais amostrada, sua distribuição ao longo dos anos deste monitoramento apresentou uma flutuação, mas, sempre mantendo-se entre uma média de 40 a 100 indivíduos, não havendo um crescimento evidente como o escorpião amarelo.

O aumento na população de escorpião amarelo traz um cenário preocupante para a saúde pública da cidade, desde 2016 foram observados aumentos consecutivos e o mesmo padrão se repete para os casos de acidente.

Através das análises foi possível constatar que a população de *T. serrulatus*, no município de Londrina, vem aumentando de forma significativa, 2020 foi o ano de maior ocorrência (1184 espécimes) que difere estatisticamente de toda a série histórica com início em 2011 (Fig. 11). E a análise regressão demonstra que existe uma tendência de crescimento para os anos seguintes (Fig. 12).

Considerando os últimos 13 anos da série histórica de acidentes na cidade de Londrina verificou-se que os últimos três anos apresentaram aumento significativo, com 53,88% das notificações comparado aos anos anteriores (Fig. 13).

Contudo, no ano de 2020, houve uma diminuição de 30,71% dos acidentes com escorpiões em relação a 2019 (Fig. 14). Era esperado que com o grande aumento de ocorrências de *T. serrulatus* também fosse observado crescimento no número de acidentes.

Mas 2020 foi um ano atípico, principalmente no que se diz respeito à saúde, devido à pandemia de Covid-19, que contribuiu com uma série de fatores que podem ter gerado resultados não fidedignos a realidade. Como a diminuição no número de UBSs e Hospitais com atendimento geral, visto que muitos foram convertidos para tratamento exclusivo de pacientes com Covid-19.

O alto nível de notificações no SINAN também gerou instabilidades no sistema, o que dificultou o lançamento e obtenção das fichas, associada a

sobrecarga dos agentes de saúde, devido à falta de pessoal, o que pode ter contribuído para que notificações fossem perdidas ou não fossem lançadas.

Outro motivo, bastante compreensível, pode ter sido o medo dos acidentados em procurar ajuda imediata e se expor ao risco de contaminação, muitas vezes a optando por buscar socorro apenas com o agravamento dos sintomas.

Além disso, com o passar dos anos, também foi observado junto ao aumento de notificação e acidentes a maior ocorrência destes em áreas na quais ocorre o escorpião amarelo, para o ano de 2019 foram 66,14% dos casos (Fig. 24).

Embora não seja possível confirmar que estes acidentes tenham sido causados pelo *T. serrulatus*, visto que, as fichas do SINAN não especificam a espécie causadora, apenas atribuem ao tipo de acidente com escorpiões, estes resultados podem servir como um forte indicativo de que a maioria dos acidentes escorpionicos ocorridos recentemente no município foram causados pelo escorpião amarelo.

O que foi corroborado pela análise de Pearson, que demonstrou a existência de correlação entre o aumento da população de *T. serrulatus* com o aumento de acidentes com escorpião (Fig. 15).

Com relação à sazonalidade, outubro foi o mês com maior registro de acidentes por escorpião da série histórica 2008 a 2020 em Londrina com 97 notificações. Esse mês tipicamente quente e úmido favorece a reprodução, e conseqüentemente a maior atividade do *T. serrulatus*, contribuindo para maior ocorrência significativa de acidentes, quando comparado a meses mais secos e frios como abril, maio, junho e julho (Fig. 16).

Pinto et al., (2015) evidenciam que a maioria dos casos de escorpionismo no Brasil possuem forte relação com espaço urbano, associado a domiciliação de espécies que apresentam a partenogênese como estratégia reprodutiva, maior toxicidade de veneno, e facilidade de ocorrência em áreas com acúmulo de lixo e entulho nas grandes cidades, e das espécies descritas para a região de estudo, apenas o escorpião amarelo se enquadra em todas estas condições.

Quanto às ocorrências de acidentes relacionados ao sexo, diversos estudos apontam resultados contrastantes, Almeida (2016) constatou uma incidência significativamente maior em indivíduos do sexo masculino em seu estudo realizado em Água Limpa - Goiás.

Dados similares foram observados por Lira-da-Silva et al., (2009) no período de 1982 a 2000 em Salvador, em Minas Gerais (Campolina, 2006), em Machado – MG (Almeida, 2013), em Santa Catarina de 2000 a 2010 (Quadros et al., 2014), na região metropolitana de Salvador (Queiroz et al., 1996) e no Brasil de 2000 a 2010 por Reckziegel (2013).

Demais estudos apontaram maior incidência de acidentes em indivíduos do sexo feminino, Albuquerque et al., 2004 demonstraram que em João Pessoa e Campina Grande – Paraíba de 1998 a 2002 esse valor foi de 63%. Outro estudo realizado na Paraíba aponta que 58,2% dos casos notificados eram do sexo feminino (Reis et al., 2017).

Pinto et al. (2015) em um estudo sobre o escorpionismo nas capitais brasileiras também evidenciaram que de 86,092 casos 60,31% ocorreram com o sexo feminino, o que também foi observado em Sergipe (Mesquita et al., 2015).

A maioria dos trabalhos tentam justificar a prevalência relacionada ao sexo com a ocupação profissional. Para o sexo masculino os acidentes podem ser resultantes de atividades desenvolvidas na limpeza urbana, no meio rural, na manipulação de resíduos, em construções entre outros.

Para o sexo feminino geralmente são descritas como sendo associadas às atividades ocupacionais e comportamentais no ambiente domiciliar. Mas também existem trabalhos que demonstram que não existe diferença significativa na ocorrência de acidentes associada ao sexo.

Amorin et al., (2003) destacaram em um estudo realizado em Amaralina – Salvador, que a proporção de acidentes entre os sexos não difere significativamente, o mesmo foi descrito por Barbosa et al., (2012) em Belo Horizonte – Minas Gerais e por Nodari et al., (2006) em Ponta Grossa – Paraná que conclui que os riscos de acidentes são similares para ambos os sexos.

Nota-se que ambos os sexos estão suscetíveis a acidentes com escorpiões, porém a prevalência de incidência relacionada a estes depende de fatores locais específicos de cada região de estudo, para o município de Londrina não houve variação significativa (Fig. 17).

Entre as diferentes faixas etárias os grupos mais acometidos foram de 20 a 29 anos e 40 a 49 anos, respectivamente, diferindo estatisticamente da população mais jovem e de idade mais avançada, ficando nítido o predomínio de acidentes na

população economicamente ativa (Fig. 18).

Pinto et al. (2015) ao monitorar os acidentes nas capitais brasileiras observou que os intervalos mais expressivos foram entre 20 e 39 anos (34,61%) e entre 40 a 59 anos (24,90%).

Reis (2017), também constatou resultados similares, com a prevalência de acidentes entre indivíduos de 30 a 59 anos (39,3%). O que segundo Reckziegel & Junior (2014) e Mesquita (2015) pode ser explicado devido ao fato de pessoas economicamente ativas estarem mais suscetíveis a acidentes com escorpiões.

Outros estudos também apontam que a maioria dos casos notificados estiveram associados a atividades ocupacionais (Campolina, 2006; Lira-da-Silva, 2009).

A predominância de acidentes classificados como leve, também pode ser vista como consequência da prevalência de notificações em faixas etárias que geralmente são menos vulneráveis aos efeitos toxicológicos da peçonha (Marcussi et al., 2011).

Este padrão foi observado nas capitais brasileiras entre 2007 e 2014, onde 94,9% dos casos foram classificados como leves e 2,6% como moderados (Pinto et al., 2015), e no Rio Grande do Norte (Barbosa, 2014), na Paraíba (Farias, 2014), em Campina Grande (Albuquerque et al., 2004) e em Ponta Grossa (Nodari et al., 2006).

As iniciativas de controle de escorpiões baseadas na intervenção, educação ambiental e coleta implementadas no Brasil desde 2009, ainda não foram capazes de frear a curva crescente do escorpionismo no país (Souza, 2009). E os métodos atualmente utilizados como controle químico não tem se mostrado eficientes (Ramires et al., 2011).

Os métodos de controle através de busca ativa noturna muitas vezes acabam sendo inviáveis pelo horário em que são realizados, tanto pela indisposição de funcionários públicos neste período quanto pelo fechamento dos locais de ocorrência. E a busca ativa diurna acaba sendo menos eficaz, devido principalmente ao fato de os escorpiões estarem abrigados neste período ou camuflados no substrato o que também dificulta sua visualização (Fig. 26).



Figura 26: Indivíduos juvenis de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 camuflados no substrato durante uma busca ativa no cemitério Padre Anchieta.

A coleta com a utilização de armadilhas do tipo abrigo nos dois cemitérios, em números totais, se mostrou bastante eficiente quando comparada a busca ativa diurna. Mas quando comparamos o número de indivíduos coletados por hora para ambas as áreas a busca ativa foi significativamente responsável por coletar mais indivíduos.

Muitos fatores tornam a utilização das armadilhas mais atrativas, como a viabilidade econômica. Utilizando um valor médio de espécimes coletados por hora para as duas áreas (Busca ativa=1,99; Armadilha=0,35), considerando o custo de produção para cada armadilha de R\$ 50,00, e a hora de trabalho de um agente da vigilância a R\$ 13,97, para a coleta de 1000 escorpiões com busca ativa seriam necessárias aproximadamente 502 horas, e com armadilhas 2857 horas.

O que resultaria em um investimento de aproximadamente R\$ 7.020,00 em um profissional para realização de busca ativa, contra R\$ 1400,00 de confecção de armadilhas mais R\$ 769,00 para vistoria e recolhimento dos escorpiões. E quanto mais indivíduos forem coletados mais a armadilha se torna rentável, visto que o investimento na produção é feito apenas na primeira etapa.

Outro fator é o período em que a armadilha permanece coletando escorpiões, por permanecer 24 horas no ambiente o período necessário para a coleta de 1000 indivíduos se torna quase o mesmo entre os métodos, considerando um agente realizando busca ativa durante 4 horas por dia seriam necessários 125 dias, enquanto com o uso de armadilhas seriam necessários 119 dias.

Dentre os benefícios na sua utilização destaca-se, também, a praticidade visto que a busca ativa exige certa experiência por parte do profissional coletor, enquanto a vistoria das armadilhas pode ser feita por qualquer agente com poucas orientações. Também foi possível observar bastante variação na quantidade de escorpiões coletados com busca ativa, enquanto as armadilhas apresentam valores mais homogêneos que um coletor devidamente capacitado e experiente.

O desgaste físico e o risco de acidentes também são maiores na busca ativa, com a exposição do coletor durante longos períodos no sol e na manipulação de entulhos, placas de concreto, cerâmica e porta velas, locais estes onde geralmente os escorpiões são encontrados. Já as armadilhas são leves, de fácil manipulação e podem ser recolhidas e examinadas em áreas sombreadas e posteriormente devolvidas ao local determinado.

Durante a amostragem no cemitério Padre Anchieta em todas as coletas, com exceção da realizada no dia 01 de fevereiro de 2021, as armadilhas coletaram mais indivíduos que a busca ativa. Neste dia em questão foram coletados 16 escorpiões nas armadilhas e 18 na busca ativa.

Este resultado muito provavelmente ocorreu, pois no dia 29 de janeiro de 2021 foi aplicado o inseticida piretróide Lambda-cialotrina na metade do cemitério em que estava localizado o quadrante das armadilhas. Foi observada a presença de muitas baratas mortas, mas nenhum escorpião, a aplicação do inseticida provavelmente fez com que os escorpiões dispersassem daquela área ou permanecessem abrigados, resultando na diminuição de sua amostragem.

Outro fator que contribuiu para a eficiência da armadilha foi à fauna associada a ela, durante a vistoria foi constatada a presença de barata doméstica (*Periplaneta americana* Linnaeus, 1758) em grande parte dos abrigos.

Os odores exalados pelas baratas na parte interna das armadilhas podem ter contribuído para que estas se tornassem mais atrativas, servindo não apenas como abrigo, mas também como uma zona de alimentação.

Diversas vezes foram observados escorpiões se alimentando de baratas dentro das armadilhas. Outro fenômeno também observado com menor frequência foi a reprodução dos escorpiões nas armadilhas, no dia 11 de outubro de 2020 foi capturada uma fêmea com 25 filhotes recém nascidos no dorso (Fig. 27).

Em uma coleta realizada após o término do experimento, foram recolhidos 48 escorpiões nas armadilhas, das quais sete estavam prestes a parir, sendo possível observar os filhotes no interior da mãe, um destes indivíduos foi mantido vivo e no dia seguinte pariu 16 filhotes.

A reprodução dentro das armadilhas serve como outro forte indicativo de como os elementos presentes as tornam bastante atrativas ao ponto de que os escorpiões passam a utilizá-las como sítio de abrigo, alimentação e reprodução.

Embora a amostragem tenha sido menor no cemitério João XXIII, a utilização de abrigos também se mostrou bastante efetivo, mais de 2/3 dos escorpiões foram coletados com esta metodologia.



Figura 27: Indivíduos de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 observados se alimentando e reproduzindo no interior das armadilhas.

Diferente do Anchieta o João XXIII é bem menos arborizado, está localizado ao lado de um corredor ecológico, possui menor abundância de baratas, e foi observado a presença de um de seus predadores naturais, o Teiú, um lagarto pertencente ao gênero *Tupinambis* Daudin, 1802.

Em uma ocasião foi observado um Teiú revirando uma armadilha, e em outra foram encontrados fragmentos de pele resultantes da muda em seu interior. Este conjunto de características pode contribuir para que a ocorrência de *T. serrulatus* seja naturalmente menor nesta área. E das 22 réplicas realizadas apenas em três a busca ativa superou o uso de armadilhas.

A quantidade de indivíduos juvenis coletados foi significativamente maior, resultado este que demonstra que os escorpiões se encontram em plenas condições de desenvolvimento e expansão.

A utilização de sistemas para notificação de acidentes e ocorrências de escorpiões surge como um importante aliado no combate e controle. Sua utilização permite o diagnóstico de determinados eventos dinâmicos na população, fornecendo base para explicar as causas dos agravos de notificação, bem como indicar os riscos aos quais a população está sujeita, permitindo a identificação da realidade epidemiológica de determinada área geográfica.

Seu uso sistemático e generalista contribui para a democratização da informação, intermediado por profissionais de saúde que acessem e disponibilizem os dados para a comunidade de forma didática, assim, trata-se de um instrumento que auxilia o planejamento da saúde e permite definir prioridades de intervenção (Brasil, 2006).

A partir da análise dos mapas confeccionados com dados obtidos no SINAP, podemos observar o padrão com o qual o *T. serrulatus* se dispersou pela zona urbana de Londrina num período de nove anos, passando de dois locais para uma ocorrência generalizada.

Foi constatado que a maioria dos locais críticos que possuíam níveis muito altos de ocorrência como o Bandeirantes, Vila Nova, Vila Recreio, Higienópolis e Ideal, mantiveram este status durante todo o monitoramento, indicando que nesses locais já ocorram populações bem estabelecidas.

Dentre os pontos críticos, os cemitérios surgem como os de maior ocorrência. Dos cinco cemitérios públicos presentes em Londrina, até o final de 2020 dois já

possuíam a presença de escorpião amarelo (Fig. 23).

O arranjo arquitetônico dos cemitérios, utilizados como área de estudo, associado à presença de estruturas, mal conservadas, materiais de construção, entulhos e folhagem seca contribuem para a proliferação dos escorpiões, pois se tornam excelentes sítios de abrigo, alimentação e reprodução (Fig. 28).

O vandalismo nestes locais tem se tornado frequente, muitas vezes associado ao roubo de estruturas metálicas, principalmente de cobre, o que agrava o aumento de entulho por toda a área fornecendo mais abrigos para escorpiões.

Um fator que pode ter contribuído para o estabelecimento de escorpiões nestes locais, segundo os funcionários da Administração de Cemitérios e Serviços Funerários de Londrina foi à má gestão de resíduos com a rotatividade de caçambas entre os cemitérios para o recolhimento de entulhos. Com isso os indivíduos do João XXIII foram inseridos no Anchieta que é hoje o local com maior infestação.

Análises genéticas para ver a similaridade entre estes dois grupos estão sendo feitas para que se possa confirmar este relato.

Os mapas confeccionados também passarão a ser utilizados como ferramentas no combate ao escorpião amarelo, pois através deles a Vigilância Sanitária poderá focar as ações de combate nas áreas de maior infestação. É necessário que sejam implementados métodos de monitoramento, associados a técnicas mais efetivas de controle para que possamos frear ou reduzir o avanço do escorpião amarelo sobre o município.

O tráfico de animais é um fator que também tem contribuído na dispersão e introdução de espécies invasoras de escorpiões, mas ainda não existem estudos aprofundados sobre. Atualmente é possível encontrar em redes sociais, grupos com objetivo de troca e comércio ilegal de escorpiões.

Um exemplo é o grupo Escorpiões Brasil, presente no Facebook, atualmente conta mais de 4,3 mil membros, e nele são comuns anúncios de venda de espécies variadas, até mesmo as de interesse médico como *T. serrulatus*, *T. obscurus*, *T. stigmurus* e *T. bahiensis* (Apêndice J).

Existem até mesmo espécies Asiáticas como *Pandinus imperator* (Koch, 1842), *Heterometrus petersii* (Thorell, 1876) e *Opisthacanthus Peters*, 1861, com valores variando de R\$ 700,00 a R\$ 1.000,00 por indivíduo.

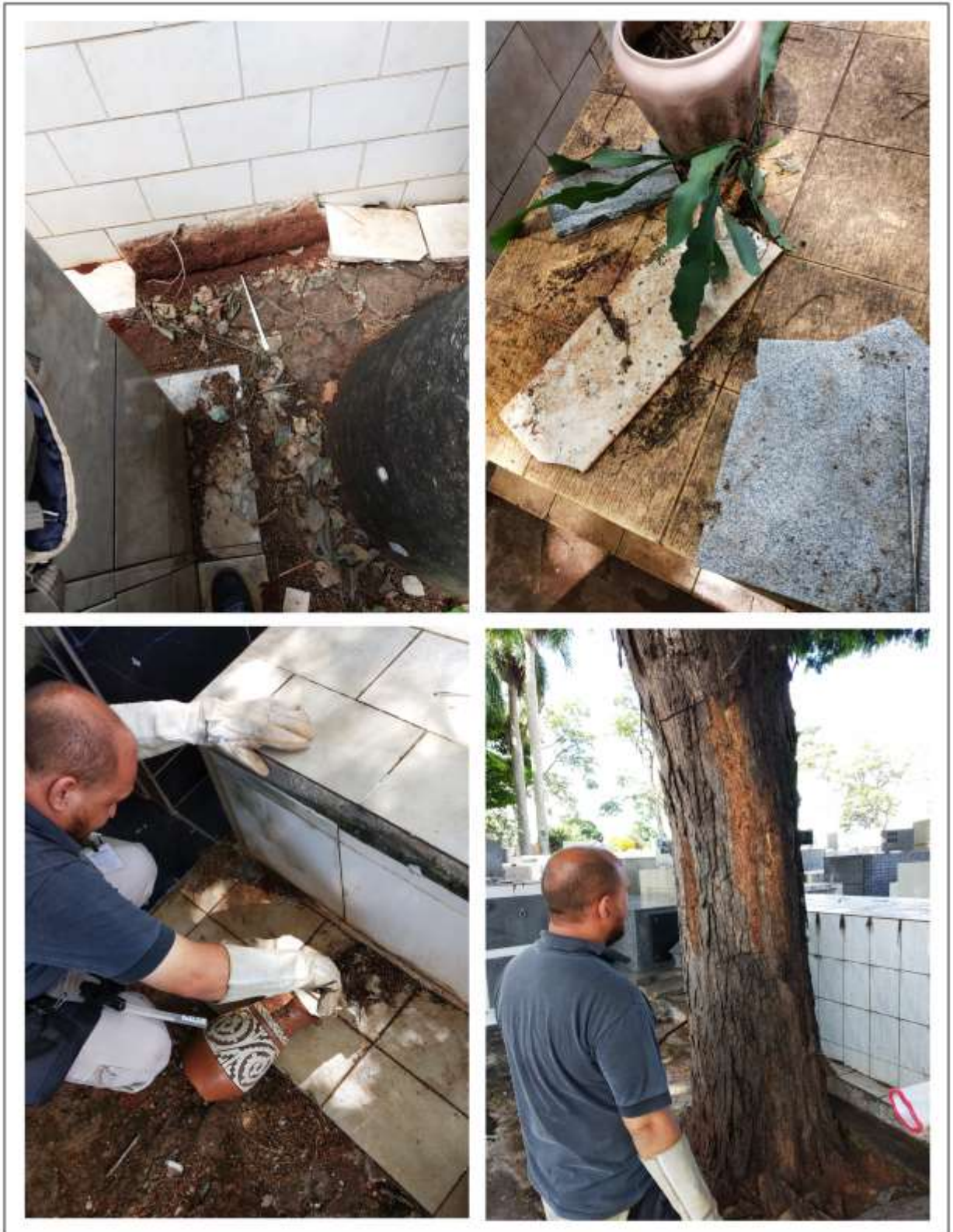


Figura 28: Estruturas deterioradas, entulho e acúmulo de folhagens no cemitério Padre Anchieta, contribuído para proliferação de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922.

Os escorpiões são vendidos pela plataforma, e a forma de pagamento é combinada com o traficante, a entrega na maioria das vezes é feita pelos correios, onde os animais são enviados em recipientes plásticos com substrato umedecido, de modo que os escorpiões possam ser entregues em qualquer lugar do Brasil.

Além do tráfico, neste grupo é comum encontrar postagens com uma série de desinformações incentivando a reprodução de escorpiões, a manipulação de espécies de interesse médico sem o uso de EPIs, e a soltura de escorpiões, não nativos, em locais inapropriados.

Assim, a popularização das redes sociais associadas a falta de fiscalização vem se tornando uma ferramenta no tráfico de escorpiões, que pode vir a contribuir de forma desastrosa na introdução de novas espécies nos mais variados ambientes e no crescimento de suas populações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, I. C. S. DE; ALBUQUERQUE, H. N. DE; ALBUQUERQUE, E. F. DE; NOGUEIRA, A. S. & FARIAS, M. L. C. Escorpionismo em Campina Grande-PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, p. 0, 2004.

ALMEIDA, David. Escorpionismo em Machado/MG. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

ALMEIDA, Welida Flavio Santos. **Aspectos epidemiológicos e ambientais relacionados ao escorpionismo e a ocorrência de escorpiões em água limpa, Goiás, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sociedade) - Câmpus Sudeste – Sede: Morrinhos, Universidade Estadual de Goiás, 2016.

AMORIM, A. M. D., CARVALHO, F. M., LIRA-DA-SILVA, R. M., & BRAZIL, T. K. Acidentes por escorpião em uma área do Nordeste de Amaralina, Salvador, Bahia, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 51-56, 2003.

BARBOSA, Amanda Duarte. **Caracterização e distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005 a 2009**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2011.

BARBOSA, A. D., MAGALHÃES, D. F. D., SILVA, J. A. D., SILVA, M. X., CARDOSO, M. D. F. E. C., MENESES, J. N. C., & CUNHA, M. D. C. M. Caracterização dos acidentes escorpiônicos em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 2005 a 2009. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, p. 1785-1789, 2012.

BARBOSA, Isabelle Ribeiro. Aspectos do escorpionismo no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Saúde.Com** v. 10, n. 1, p. 43-53, 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa n.º 141, de 19 de dezembro de 2006. Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 20 dez. 2006. Seção 1. p. 139.

BRASIL, Jardel; BRITES-NETO, José. Avaliação da mobilidade de escorpiões *Tityus serrulatus* em área de infestação urbana de Americana, São Paulo, Brasil. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 7, n. 1 p. 21-25, Mar. 2019.

Brasil, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Disponível em <http://www.datasus.gov.br>. Acessado em 13 de julho de 2021

BRASIL. Ministério da Saúde. **Instrução Normativa n.º 2, de 22 de novembro de 2005**.

**Regulamenta as atividades da vigilância epidemiológica com relação à coleta, fluxo e a periodicidade de envio de dados da notificação compulsória de doenças por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 23 nov. 2005. Seção 1. p. 46

BRASIL. Ministério da Saúde, **Introdução a Estatística Espacial para a Saúde Pública**, Brasília, 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de controle de escorpiões**. 1ª edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação–Sinan: normas e rotina**. 1ª edição. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação–Sinan: normas e rotina**. 2ª edição. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007.

BRAZIL, Tania Kobler; PORTO, Tiago Jordão. **Os escorpiões**. EDUFBA, 2010.

CAMPOLINA, Delio. **Georreferenciamento e estudo clínicoepidemiológico dos acidentes escorpiônicos atendidos em Belo Horizonte, no serviço de toxicologia de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2006.

CARVALHO, D. C. KUNIYOSHI, A. K., KODAMA, R. T., OLIVEIRA, A. K., SERRANO, S. M., TAMBOURGI, D. V., & PORTARO, F. V. 2014. Neuropeptide Y Family Degrading Metallopeptidases in the *Tityus serrulatus* Venom Partially Blocked by Commercial Antivenoms. **Toxicological Siencies**. n. 2 v. 142, p. 418-426, 2014.

CLIMATE-DATA.ORG, Dados climáticos para cidades mundiais. Climate-Data.org, Brasil, Paraná, Londrina. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/londrina-4183/> . Acesso 08. Jan. 2021

COLOMBO, Marco. New data on distribution and ecology of seven species of *Euscorpium* Thorell, 1876 (Scorpiones: Euscorpidae). **Euscorpium**, v. 2006, n. 36, p. 1-40, 2006.

DAVIS, Mark A.; THOMPSON, Ken. Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader: a proposed nomenclature scheme for invasion ecology. **Bulletin of the ecological society of America**, v. 81, n. 3, p. 226-230, 2000.

DIAS, Sidclay C.; CANDIDO, Denise M.; BRESCOVIT, Antonio D. Scorpions from Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brazil, with ecological notes on a population of *Ananteris mauryi* Lourenço (Scorpiones, Buthidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 707-710, 2006.

FARIAS, Aline Maiara Galdino. **Análise Espacial na Estratificação das Áreas Notificadas Por Casos de Escorpionismo: um estudo dependente das condições socioeconômicas**. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

FET, V. Ecology of the scorpion (Arachnida, Scorpiones) of the Southeastern Kara-Kum. **Entomological Review**, v. 59, n. 1, p. 223-228. 1980.

FREITAS, Gilson Carlos Conceição; VASCONCELOS, Simão Dias. Scorpion fauna of the island of Fernando de Noronha, Brazil: first record of *Tityus stigmurus* (Thorell 1877)(Arachnida, Buthidae). **Biota Neotropica**, v. 8, p. 235-237, 2008.

FREITAS, Marco Antônio de. Arthropoda. **GUIA ILUSTRADO DOS ANIMAIS VENENOSOS E PEÇONHENTOS NO BRASIL: 2ª Edição**. Pelotas: USEB, 201.

HÖFER, Hubert; WOLLSCHIED, Evi; GASNIER, Thierry. The relative abundance of *Brotheas amazonicus* (Chactidae, Scorpiones) in different habitat types of a central Amazon rainforest. **Journal of Arachnology**, p. 34-38, 1996.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil,PR, Londrina, Panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/londrina/panorama>. Acesso em: 05 jun. 2020.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 08 jan. 2021.

KALTSAS, Dimitris; STATHI, Iasmi; MYLONAS, Moysis. The effect of insularity on the seasonal population structure of *Mesobuthus gibbosus* (Scorpiones: Buthidae). **Euscorpius**, v. 2006, n. 44, p. 1-8, 2006.

KOLAR, Cynthia S.; LODGE, David M. Progress in invasion biology: predicting invaders. **Trends in ecology & evolution**, v. 16, n. 4, p. 199-204, 2001.

LAGUARDIA, Josué et al. Sistema de informação de agravos de notificação em saúde (Sinan): desafios no desenvolvimento de um sistema de informação em saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 13, n. 3, p. 135-146, 2004

LIRA-DA-SILVA, R. M., AMORIM, A. M. D., CARVALHO, F. M., & BRAZIL, T. K.

Acidentes por escorpião na cidade do Salvador, Bahia, Brasil (1982–2000). **Gazeta Médica da Bahia**, v. 79, n. 1, 2009.

MARCUSSI, S.; ARANTES, E. C.; SOARES, A. M. **Escorpiões: biologia, envenenamento e mecanismos de ação de suas toxinas**. Ribeirão Preto: Fundação de Pesquisas Científicas (FUNPEC), 2011.

MESQUITA, F. N. B., NUNES, M. A. P., DE SANTANA, V. R., NETO, J. M., DE ALMEIDA, K. B. S., & LIMA, S. O. Acidentes escorpiônicos no estado de Sergipe-Brasil. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 17, n. 1, p. 15-20, 2015.

MULLEN, Gary R.; DURDEN, Lance A. (Ed.). **Medical and veterinary entomology**. Academic press, 2019.

NODARI, Flávia Regina; LEITE, M. L.; NASCIMENTO, Ederson. Aspectos demográficos, espaciais e temporais dos acidentes escorpiônicos ocorridos na área de abrangência da 3ª regional de saúde-Ponta Grossa, PR, no período de 2001 a 2004. **Publ UEPG Cienc Biol Saúde**, v. 12, n. 1, p. 15-26, 2006.

PINTO-DA-ROCHA, Ricardo et al. Arthropoda, Arachnida, Scorpiones: Estação Científica Ferreira Penna and Juruti Plateau, Pará, Brazil. **Check List**, v. 3, p. 145, 2007.

PINTO, Gustavo Fleury Sócrates Gomes; DE MOURA PESSOA, Anita; DA SILVA JÚNIOR, Nelson Jorge. ACIDENTES COM ESCORPIÕES NAS CAPITAIS BRASILEIRAS ENTRE 2007 E 2014. **Estudos**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 539-546, out/dez. 2015.

QUADROS, R. M., VARELA, A. R., CAZARIN, M. G., & MARQUES, S. M. T. Acidentes escorpiônicos notificados pelo SINAN na região serrana de Santa Catarina, Brasil, 2000-2010. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**. ISSN 1983-7682, v. 7, n. 1, p. 96-108, 2014.

QUEIROZ, Ilka Biondi de; SANTANA, Vanessa P. Garcia; RODRIGUES, D. S. Estudo retrospectivo do escorpionismo na região metropolitana de Salvador (RMS), Bahia, Brasil. **Sitientibus**, v. 15, p. 273-285, 1996.

RAMIRES, Eduardo Novaes; NAVARRO-SILVA, Mario Antonio; DE ASSIS MARQUES, Francisco. **Chemical control of spiders and scorpions in urban areas**. IntechOpen, 2011. In Pesticides in the Modern World – Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment

RAMOS, Evellyn Christinne Bruehmueller. **Padrões de ocorrência de três espécies simpátricas de escorpiões, *Ananteris balzani* Thorell, 1891, *Tityus confluens* Borelli, 1899 e *Tityus paraguayensis* Kraepelin, 1895 (Buthidae), em capões de mata no Pantanal**

sul. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

RECKZIEGEL, Guilherme Carneiro. **Análise do escorpionismo no Brasil no período de 2000 a 2010**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade de Brasília, Brasília 2013.

RECKZIEGEL, Guilherme Carneiro; JÚNIOR, Vitor Laerte Pinto. Análise do Escorpionismo no Brasil no Período de 2000 a 2010. **Revista Pan-amaz Saúde**, 5(1):67-68, 2014.

REIS, A. S., NUNES, A. T., MONTE, G. M. S., OLIVEIRA, V. C. A. S., & CAYANA, E. G. Perfil socioeconômico e distribuição geográfica das Vítimas de acidente com escorpião da cidade de Campina Grande-Pb. In: **II Congresso Brasileiro de Ciências da Saúde**. 2017.

RICHARDSON, D. M., PYŠEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M. G., PANETTA, F. D., & WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and distributions**, v. 6, n. 2, p. 93-107, 2000.

SANTOS, Anderson Pimentel dos; DE ALBUQUERQUE MODESTO, Jeanne Claine. ESCORPIÕES E ESCORPIONISMO: ANÁLISE DE CONTEÚDOS E IMAGENS EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO. **IJET-PDVL**, Recife, v.3, n.3 p. 117 - 136, Dezembro – 2020.

SCHMIDT, M. H.; CLOUGH, Y.; SCHULZ, W.; WESTPHALEN, A.; TSCHARNTKE, T. SCHMIDT, Martin H. et al. Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. **The Journal of Arachnology**, v. 34, n. 1, p. 159-162, 2006.

SILVA, J. F. A. 2015. **Distribuição Geográfica dos Escorpiões no município de Presidente Prudente-SP nos anos de 2012 e 2013**. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

SIMEPAR, Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. **Londrina/PR**. Disponível em [http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/forecast\\_by\\_counties/4113700](http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/forecast_by_counties/4113700). Acesso em: 08 jan. 2021.

YAMAGUTI, Humberto Y.; PINTO-DA-ROCHA, Ricardo. Ecology of *Thestylus aurantiurus* of the parque Estadual da serra da cantareira, sao paulo, Brazil (Scorpiones, Bothriuridae). **The Journal of Arachnology**, v. 34, n. 1, p. 214-220, 2006.

## 4. CAPÍTULO 2

### Biocontrole

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O controle biológico tem como base o fundamento das relações ecológicas entre os seres vivos de que cada espécie possui inimigos naturais, assim organismos capazes de inibir o crescimento populacional de outros, podem ser utilizados no controle de populações que podem se tornar pragas (Silva, 2009).

Segundo Melo & Azevedo (1998), um organismo biocontrolador eficiente é aquele capaz de reduzir significativamente os danos causados por um organismo praga, por redução do seu crescimento populacional ou sua eliminação.

Produtos químicos também são muito utilizados no controle de pragas, principalmente por serem rápidos e eficazes, contudo, geralmente necessitam de aplicações repetidas, resultando no seu acúmulo em grande quantidade no ambiente, que a longo prazo pelo efeito acumulativo e a falta de seletividade às espécies alvos causam danos ao ambiente e por fim ao homem (Júnior et al., 2000).

A utilização de produtos químicos para realização de controle de escorpiões tem se mostrado bastante ineficaz. Um dos fatores está na capacidade dos escorpiões permanecerem por longos períodos em seus abrigos, impedindo o contato direto com o veneno. Estudos apontam que os escorpiões podem sobreviver à privação de alimento por um período de até 400 dias, e privação de água por até 87 dias, também são capazes de permanecer com seus estigmas pulmonares fechados por um longo período (Pimenta et al., 2019).

Um piretroide comumente utilizado no controle de escorpiões, o Lambdacialotrina, possui ação residual de um a dois meses, um período inferior ao que os escorpiões podem permanecer abrigados com total privação de água e alimento (Santos et al., 2007)

Atualmente não existem produtos químicos no mercado para o controle em ambiente natural respaldados por experimentos confiáveis. Até mesmo os piretróides de fácil acesso à população devem ser evitados, pois aplicação de produtos

químicos de desinsetização doméstica causam desalojamento dos escorpiões e aumenta o risco de acidentes, além de não serem funcionais devido a biologia aracnídeo que pode permanecer por longos períodos com o estigma pulmonar fechado evitando o contato do produto com o sistema respiratório. (Brasil, 2009).

O controle se faz necessário pelo risco que eles oferecem à saúde humana, visando diminuir os números de acidentes e mortalidade (Brasil, 2009).

Fungos entomopatogênicos são causadores de doenças para inúmeras espécies de artrópodes, possuindo grande importância no controle natural de populações de espécies pragas (Mascarin & Pauli, 2010).

A utilização de fungos patogênicos no controle do *T. serrulatus*, traz perspectivas inovadoras, devido à alta especificidade parasito-hospedeiro, a fácil produção e aplicação (Marques et al., 2004). Somado a essas características o fungo esporulante pode ser disperso entre os indivíduos junto aos seus abrigos e atuar de forma eficaz para um excelente controle.

Portanto, a utilização de fungos patogênicos como método de controle pode ser uma alternativa viável por não causarem danos as demais espécies de invertebrados vinculados ao ambiente sinantrópico com presença de escorpiões.

O desenvolvimento de métodos de biocontrole pode gerar diversos efeitos positivos no âmbito econômico e da saúde, com a diminuição do escorpionismo, também serão menores os gastos com monitoramento, controle, atendimento e tratamento de vítimas de acidentes com escorpiões, portanto, o objetivo desse trabalho foi prospectar escorpiões mortos por fungos naturalmente, isolar e testar em laboratório a eficácia de controle contra *T. serrulatus*.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Coleta e armazenamento de escorpiões**

Foram coletados escorpiões da espécie *T. serrulatus*, no cemitério Padre Anchieta, um dos cinco cemitérios públicos localizados no perímetro urbano da cidade de Londrina, sob responsabilidade da Administração dos Cemitérios e Serviços Funerários de Londrina (ACESF).

As coletas ocorreram no período vespertino tendo início às 13:30 horas e término as 17:30 horas. A busca ativa foi realizada em dupla, com o

acompanhamento de um técnico da equipe de Vigilância Sanitária Municipal, utilizou-se equipamentos de proteção individual propostos pelo Manual de Controle de Escorpiões (Brasil, 2009).

A vestimenta constitui uma parte importante dos EPIs, sempre sendo utilizados durante a coleta sapatos fechados de material resistente à perfuração, calça comprida que preferencialmente deve ser colocada por dentro da meia, desta forma eliminando uma possível área de acesso para os escorpiões, camisa ou camiseta de manga comprida e chapéu.

Devido ao hábito de permanecerem escondidos entre frestas, sob pisos soltos e entulhos, a manipulação desse material é constante, e é nesse momento em que o coletor está mais suscetível a sofrer acidentes, sendo indispensável o uso de luvas de raspa de couro durante toda a coleta, por se tratar de um material resistente ao qual o acúleo não consegue penetrar. Também foram utilizadas máscaras e luvas cirúrgicas para evitar a contaminação viral ou bacteriana devido à presença de roedores no local.

Para a manipulação dos escorpiões foram utilizadas pinças anatômicas serrilhadas em aço inoxidável com 25 centímetros, com apreensão pela região do metassoma com pressão moderada, visto que a manipulação em outra parte do corpo oferece maiores riscos de mutilação e morte do animal.

Foram utilizadas lanternas de luz ultravioleta modelo CREE LED T6061 para melhor visualização dos escorpiões em locais escuros, principalmente em frestas ou túmulos abertos.

Após coletados foram mantidos em recipientes plásticos com boca larga e tampa rosqueada, é importante que a superfície interna do material seja lisa evitando que os escorpiões escalem, para que não haja acidentes no momento de abertura e fechamento do recipiente.

Para longos períodos de coleta é aconselhado que os recipientes tenham a tampa perfurada e sejam forrados com algodão umedecido, mas não foi preciso, pois o tempo em que permanecemos em campo não foi longo o suficiente para levar a óbito os indivíduos. Os recipientes foram sempre mantidos em local sombreado ou dentro de uma mochila, evitando a exposição direta ao sol que por consequência levaria um aumento acentuado da temperatura e a morte dos escorpiões.

Os escorpiões coletados foram mantidos em uma estufa de demanda

biológica de oxigênio (BOD) a temperatura constante de 24°C, com variação de 2°C, em recipientes plásticos retangulares de 30 por 20 centímetros de largura e 10 centímetros de altura, forrados com mantas de algodão, mantidas sempre úmidas, e bandejas de ovos de papelão reciclado, parte da tampa foi removida e substituída por tela de nylon para garantir uma boa oxigenação.

#### 4.2.2 Isolamento e cultivo de fungos

Dentre os escorpiões coletados alguns apresentavam contaminação por fungos (Fig. 29), estes foram armazenados em uma BOD a 24°C, com variação de 2°C, individualmente em caixas de poliestireno cristal transparente do tipo Gerbox, de 250 mL com 11 por 11 centímetros de largura e 3,5 centímetros de altura, forradas com manta de algodão umedecido.

Os escorpiões foram monitorados diariamente, quando vieram a óbito foram fracionados e condicionados em placas de Petri esterilizadas contendo meio de cultura solidificado do tipo Czapeck, este procedimento foi realizado em uma câmara de fluxo para evitar a contaminação.

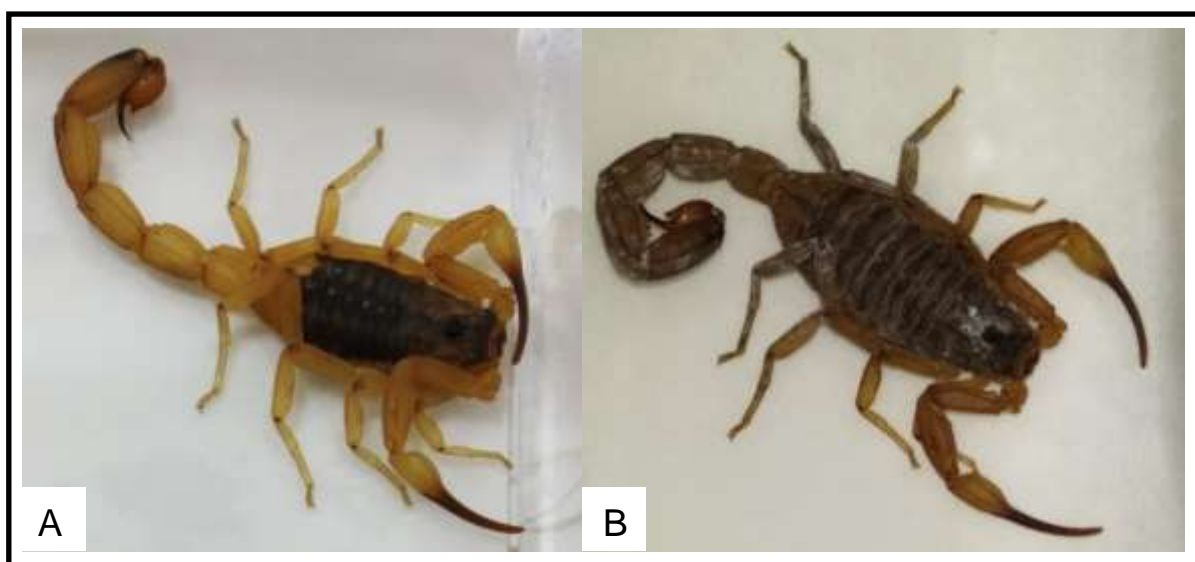


Figura 29: A: Individuo adulto saudável de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922; B: Individuo adulto de *Tityus serrulatus* acometido por infecção fúngica provenientes de coletas em campo.

As placas foram condicionadas em uma estufa a 25°C por 24 horas, posteriormente as colônias obtidas foram isoladas e repicadas em placas semelhantes e levadas novamente à estufa, onde permaneceram por uma semana para o crescimento, ao todo foram isoladas 8 colônias distintas.

Após o crescimento as colônias foram transferidas para balões de fundo chato de 500mL, contendo três caldos (Agar Czapek Dox, Agar Sabouraud Dextrose e Potato Dextrose Broth), e incubados novamente em uma estufa a 25°C, por um período de duas semanas.

Os caldos foram filtrados em um funil de vidro revestido com papel filtro esterilizado. A massa micelial proveniente deste processo foi condicionada em tubos tipo falcon de 50 mL e mantida a uma temperatura de -80°C por 24 horas. Após o resfriamento as amostras foram desidratadas por liofilização e armazenadas em ambiente escuro a temperatura ambiente.

#### **4.2.3 Teste de letalidade**

A massa micelial liofilizada de cada amostra isolada foi pesada em uma balança de precisão e diluída a uma proporção de 500 mg/L em uma solução de uma mistura 1:1 de NaCl (0,89%) e Tween 80 (0,1%), posteriormente agitada em vortéx até se tornar homogênea como descrito por Marques et al. (2004).

Foram selecionados indivíduos saudáveis, posteriormente confinados em caixas Gerbox forradas com papel filtro acrescido de 2 mL de água deionizada. Para cada amostra foram montadas 6 repetições com indivíduos adultos e 3 com juvenis mais o grupo controle totalizando 80 amostragens (Fig. 30).

Cada solução contendo a massa micelial diluída foi inoculada no dorso de 6 escorpiões com a utilização uma micropipeta, com um volume total de 100 µl, no grupo controle foi inoculado o mesmo volume de água deionizada garantido que este fosse submetido aos mesmos estímulos por conta da manipulação.

Devido às propriedades da epicutícula a solução permaneceu aderida ao dorso dos escorpiões até sua completa evaporação, permitindo que a massa micelial continuasse aderida ao corpo do animal.

Posteriormente as caixas Gerbox foram mantidas na BOD a uma temperatura constante de 24°C, + ou - 2°C, com umidade constante entre 40% e 60% por um

período de 30 dias como proposto por Pimenta et al. (2019).



Figura 30: Bateria de testes com três repetições de três fungos isolados mais o grupo controle mantidos em uma estufa BOD a 24°C por 30 dias.

#### 4.2.4 *Aspergillus tamaris* Kita (1913)

Trabalhos já realizados Laboratório de Entomologia Sistemática da Universidade Estadual de Londrina identificaram *Aspergillus tamaris* como sendo causador de morte em *T. serrulatus*, portanto, foi utilizado novamente nos bioensaios.

Os fungos do gênero *Aspergillus* Micheli, 1729 se destacam entre os filamentosos utilizados na produção de enzimas, devido seus altos índices de produção em diferentes meios de cultura, por serem excelentes produtores de metabólitos de interesse industrial (Maldonato et al., 2014).

O fungo foi cultivado em meio de cultura Agar Batata Dextrose (BDA), preparado a partir de 15,6 gramas pesados em uma balança de precisão, posteriormente transferidos para um balão volumétrico de 500 mL acrescido de 400 mL de água destilada.

Posteriormente o meio foi diluído com o auxílio de um micro-ondas com intervalos de 30 segundos, lacrado e fervido em autoclave por 15 minutos a 121

Kgf.cm<sup>2</sup>.

Após ser retirada da autoclave a solução de meio de cultura, ainda em estado líquido, foi invertida em placas de Petri dentro de uma câmara de fluxo previamente esterilizada com álcool 70% e luz ultravioleta. Para verificar a ocorrência de contaminantes as placas foram mantidas em uma estufa a temperatura constante de 27°C, + ou – 2°C, por 24 horas.

A replicagem foi realizada na câmara de fluxo, com a montagem de 10 placas, posteriormente incubadas a 27°C, + ou – 2°C, num período de 12 dias para que ocorresse o crescimento e esporulação.

Após a esporulação os conídios foram coletados com uma alça de níquel-cromo e transferidos para um tubo de ensaio contendo uma solução de Tween 80 a 0,05% diluído em água autoclavada e homogeneizada em vortéx (Loureiro & Monteiro, 2005).

Com auxílio de um microscópio óptico, através de uma câmara de Neubauer a amostra foi diluída de forma seriada, e foram preparadas duas soluções com concentrações de  $3,5 \times 10^5$  e  $3,5 \times 10^6$  conídios/mL.

Para cada solução foram elaboradas 12 repetições, sendo 8 com indivíduos adultos e 4 com juvenis. Foram inoculados 100 µl no dorso de cada *T. serrulatus*, mantidos em caixa Gerbox forradas com papel filtro acrescido de 2 mL de água deionizada. Totalizou-se 24 repetições mais 6 controles nos quais foram inoculados água deionizada.

De maneira semelhante foram montados mais dois experimentos com fêmeas que continham filhotes recém nascidos alojados no dorso, a primeira com 14 e a segunda com 16, nos quais foram inoculados a solução de maior concentração.

Por fim as caixas Gerbox foram mantidas em uma BOD, com temperatura constante de 24°C, + ou – 2°C, e umidade variando entre 40% e 60% e monitoradas pelo período de 30 dias.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora mantidos em condições ideais para o desenvolvimento, para os 72 ensaios com as 8 amostras de fungos obtidos de escorpiões contaminados, após o período de 30 dias não foi observado nenhum óbito.

Nem mesmo foi possível observar a infecção de modo semelhante aos indivíduos utilizados para obtenção e isolamento das amostras, que possuíam o exoesqueleto revestido de manchas brancas em todo o corpo, resultante da proliferação de fungos na sua epicutícula.

Em trabalhos realizados anteriormente no Laboratório de Entomologia Sistemática da Universidade Estadual de Londrina, foram testadas cinco amostras de fungos com potencial de parasitismo em escorpiões, dos quais três apresentaram capacidade de infecção e um de mortalidade.

O fungo causador de mortalidade foi posteriormente identificado como sendo *Aspergillus tamarii*, no experimento em questão uma fêmea gerou 15 filhotes que permaneceram no dorso por um período de 13 dias, após se tornarem independentes foram isolados em recipientes individualmente e após 3 dias todos vieram a óbito.

Dos 15 filhotes mortos, foi possível observar, por meio de lupa, a formação de hifas e corpos de frutificação, também nestes indivíduos ocorreu uma completa deterioração da face ventral, que por sua vez é mais delgada nos filhotes, o que pode ser um indicativo de atividade enzimática sobre o exoesqueleto (Bonezzi, 2015).

Em um estudo realizado por Santos et al., (2020), no qual se avaliou a capacidade de produção enzimática de *Aspergillus tamarii* em estado sólido, foi observado altos valores de produção de proteases e collagenases, e em menores quantidades, endoglucanases e pectinases.

Deste modo as proteases produzidas pelo *Aspergillus tamarii*, poderiam agir sobre a camada mais externa da parede corporal, a epicutícula, constituída de lipoproteínas que são agregados de fosfolipídios, colesterol e proteínas (Brusca et al., 2018), contribuindo para a infecção fúngica.

Portanto, os bioensaios foram refeitos utilizando cepas similares de *Aspergillus tamarii*, das 26 repetições e 56 escorpiões, sendo 12 adultos, 8 juvenis e 30 recém nascidos, nenhum veio a óbito.

A não efetividade da utilização de fungos como biocontrole para escorpiões, neste estudo, pode ser explicada pela própria resistência dos animais, no caso do *Aspergillus tamarii*, a cepa original utilizada em experimentos anteriores foi perdida, e a similar utilizada neste estudo poderia não apresentar a mesma capacidade de

parasitismo.

Embora a utilização de fungos no biocontrole de escorpiões pudesse trazer uma perspectiva otimista, deve-se ressaltar que estes possuem uma notável capacidade de resistir às agressões do meio ambiente bem como sua excepcional resistência a microrganismos (Goyffon Landon, 1998; Pimenta et al., 2019).

O uso de organismos biocontroladores resulta em um agregado de benefícios ao ambiente e conseqüentemente ao homem, como a redução de defensivos químicos e um menor acúmulo de resíduos nos alimentos, pois este método utiliza das relações naturais para que uma determinada população ou organismo possa eliminar ou reduzir o crescimento populacional de outro (Silva, 2009).

Em uma análise feita por Ramires et al., (2011), no qual foi abordado o controle químico de aranhas e escorpiões em áreas urbanas, foi constatado que o uso de veneno se mostra ineficaz em áreas abertas, principalmente por conta da ação residual de modo que fatores climáticos e humanos como chuva, vento, limpeza do local removem o composto, impedindo que este entre em contato com os escorpiões.

Também se constatou que o uso de veneno se mostrou ineficaz quando os organismos são submetidos a pouco tempo de exposição, inferior a 15 minutos, um tempo relativamente longo, tendo em vista que os escorpiões possuem uma série de órgãos sensitivos o que lhes permite perceber a presença do agente químico e evitá-lo (Marcussi et al., 2011).

Além disso, em um teste realizado em Aparecida, São Paulo, com a aplicação de piretroides em um cemitério, foi observado um efeito repelente em que os escorpiões fugiram do local resultando num aumento de ocorrências nas residências no entorno (Ramires et al., 2011).

Souza (2011), também constatou o efeito repelente, resultando em desalojamento de escorpiões da espécie *Tityus serrulatus* após aplicação do inseticida Lambda Cialotrina, e como a exposição é um fator determinante na efetividade do agente químico, levando em conta que escorpiões submetidos a baixas dosagens apresentaram sinais de desintoxicação e recuperação total após 216 horas.

O efeito repelente é preocupante quando envolve planejamento de estratégias de controle químico, pois pode resultar num agravo de acidentes

principalmente em áreas urbanas muito densas.

Porém faltam estudos científicos apropriados com testagens em grande escala para avaliar melhor o desempenho de substâncias químicas, e outras características dos escorpiões devem ser levadas em conta, como a presença de estigmas pulmonares que podem ser fechados pelo animal em situação de perigo, diminuindo o contato com qualquer substância associada ao metabolismo lento, o que lhe permite ficar por longos períodos sem trocas gasosas ou abrigado fora do alcance de inseticidas sem a necessidade de se alimentar.

Biocontrole utilizando organismos variados também podem ser utilizadas como ferramenta no combate ao escorpionismo, Gouge & Snyder (2005), testaram os efeitos do parasitismo por nematoides entomopatogênicos em escorpiões da casca ( *Centruroides exilicauda*, Wood, 1863) uma espécie pertencente a família Buthidae assim como o escorpião amarelo, de interesse médico com ocorrência na América do Norte.

Em bioensaios conduzidos em laboratórios foi observado que quatro espécies de nematoides, *Steinernema glaseri* Steiner, 1929, *Steinernema riobrave* Cabanillas, Poinar & Raulston, 1994, *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 e *Heterorhabditis marelatus* Liu & Berry, 1996, foram capazes de infectar e matar os escorpiões, inclusive *S. glaseri* foi capaz de se reproduzir no hospedeiro.

Parasitas macroscópicos também possuem um potencial a ser explorado para o biocontrole de escorpiões, Ibrahim & Abdel-Rahman (2011), constataram a presença de ácaros parasitas da espécie *Pimeliaphilus joshuae* Newell & Ryckman, 1966, em 5 espécies de escorpiões do Egito.

Os ácaros do gênero *Pimeliaphilus* Trägårdh, 1905 são parasitas comumente encontrados em escorpiões em seu habitat natural ( McCormick & Polis, 1990), ficam fixados nas articulações dos apêndices, onde a membrana intersegmental é mais delgada favorecendo o parasitismo, e ao penetrarem o tegumento em busca de alimento o parasita enfraquece o escorpião tornando-o mais suscetível a infecções secundárias e doenças. (Berkenkamp & Landers, 1983).

São variadas as espécies capazes de infectar escorpiões, entre elas bactérias, vírus, fungos e nematoides. Já foram observadas infecções fúngicas por *Fusarium solani* (Martius, 1842) *Tityus stigmurus* que resultaram em alterações comportamentais e posterior morte dos indivíduos, indivíduos de escorpião do

deserto, *Androctonus australis* (Linnaeus, 1758), quando infectados por fungos do gênero *Aspergillus* sofreram lesões e deformação superficial (Santana-Neto et al., 2010).

Escorpiões *Buthus occitanus* Amoreux, 1789 quando infectados por *Porochlamydia buthi* Morel, 1976 apresentaram uma taxa de mortalidade superior a 90% (Morel, 1976), e *Centruroides exilicauda* (Wood, 1863) apresentaram mortalidade quanto parasitados por nematoides.

Estes são alguns exemplos de organismos que podem ser utilizados como potenciais biocontroladores do escorpionismo, mas é necessário que sejam feitas análises mais atuais seguidas de experimentos em laboratório e campo que provem sua eficácia para que futuramente possam ser elaborados produtos para uso comercial e cotidiano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERKENKAMP, Steven D.; LANDERS, E. James. Observations on the scorpion parasite *Pimeliaphilus joshuae* Newell and Ryckman, 1966 (Acarina: Pterygosomidae). **Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science**, p. 27-31, 1983.

BONEZZI, Bruno Guazzeli. **Minimização de Dano Ambiental: Controle Biológico de Escorpião – Amarelo (*Tityus serrulatus*)**. Monografia (Especialização em Auditoria e Gestão Ambiental)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 2015.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de controle de escorpiões**. 1ª edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRUSCA, Richard C.; MOORE Wendy; SHUSTER, Stephen M. **Invertebrados**. 3ª edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara-Koogan, 2018.

GOUGE, Dawn H.; SNYDER, Jennifer L. Parasitism of bark scorpion *Centruroides exilicauda* (Scorpiones: Buthidae) by entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae; Heterorhabditidae). **Journal of economic entomology**, v. 98, n. 5, p. 1486-1493, 2005.

GOYFFON, M.; LANDON, C. Toxines et défensines de scorpions. **Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales**, v. 192, n. 3, p. 445-462, 1998.

IBRAHIM, Mohamed M.; ABDEL-RAHMAN, Mohamed A. Natural infestation of *Pimeliaphilus joshuae* on scorpion species from Egypt. **Experimental and Applied Acarology**, v. 55, n. 1, p. 77-84, 2011.

JÚNIOR, Albino Grigoletti; DOS SANTOS, Álvaro Figueredo; AUER, Celso Garcia. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

LOUREIRO, E. S. & MONTEIRO, A. C. 2005. Patogenicidade de isolados de três fungos entomopatogênicos a soldados de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus, 1758)(Hymenoptera: Formicidae). **Árvore**. 553-561.

MALDONATO, RR; MACEDO, GA; RODRIGUES, MI. Lipase Production Using Microorganisms from Different Agro-Industrial By-Products. **International Journal of Applied Science and Technology**, v.4, n.1, p. 108-115, 2014.

MARCUSSI, S.; ARANTES, E. C.; SOARES, A. M. **Escorpiões: biologia, envenenamento e mecanismos de ação de suas toxinas**. Ribeirão Preto: Fundação de Pesquisas Científicas

(FUNPEC), 2011.

MARQUES, R. P., MONTEIRO, A. C., & PEREIRA, G. T. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de Nim (*Azadirachta indica*). **Ciência Rural**. 1675-1680, 2004.

MASCARIN, Gabriel Moura; PAULI, Giuliano. Bioprodutos à base de fungos entomopatogênicos. **Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica**. Viçosa: UR EPAMIG ZM, v. 4, p. 169-195, 2010.

MCCORMICK S.J.; POLIS G.A. Prey, predators, and parasites. **The Biology of Scorpions**. Stanford University Press, Palo Alto, pp 294–320, 1990.

MELO, Itamar Soares de; AZEVEDO, João Lúcio de; **Controle Biológico**. Volume 1. Jaguariúna: EMBRAPA, 1998.

MOREL, Gilles. Estudos sobre *Porochlamydia buthi* gn, sp. n., um patógeno intracelular do escorpião *Buthus occitanus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 28, n. 2, pág. 167-175, 1976.

PIMENTA, R. J. G., BRANDÃO-DIAS, P. F. P., LEAL, H. G., CARMO, A. O. D., OLIVEIRA-MENDES, B. B. R. D., CHÁVEZ-OLÓRTEGUI, C., KALAPOTHAKIS, E. Selected to survive and kill: *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. **Plos One**. N. 4 v. 14, n. 4, 2019.

RAMIRES, Eduardo Novaes; NAVARRO-SILVA, Mario Antonio; DE ASSIS MARQUES, Francisco. Chemical control of spiders and scorpions in urban areas. In **Pesticides in the Modern World – Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment** IntechOpen, 2011 p. 553 – 600.

SANTANA-NETO, P. L., ALBUQUERQUE, C. M. R., SILVA, A. P. P., SVEDESE, V. M., & LIMA, E. A. L. A.. Natural occurrence of the *Fusarium solani* on *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876)(Scorpiones: Buthidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 1, p. 151-153, 2010.

SANTOS, A. F. A., DE ANDRADE, V. D., CARDOSO, B. A., DA SILVA, O. S., DE OLIVEIRA, R. L., PORTO, A. L. F. PORTO, C. S. Bioprospecção de enzimas produzidas por *Aspergillus tamaris* URM 4634, isolado do solo da Caatinga, por fermentação em estado sólido. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25663-25676, 2020.

SANTOS, R. L. C. D., FAYAL, A. D. S., AGUIAR, A. E. F., VIEIRA, D. B. R., & PÓVOA, M. M. Avaliação do efeito residual de piretróides sobre anofelinos da Amazônia brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, p. 276-283, 2007.

SILVA, Walter Orlando Beys da. **O complexo lipolítico de *Metarhizium anisopliae* e sua relação com o processo de infecção de hospedeiros artrópodes**. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SOUZA, C. M. V. Urban scorpion populations and public health in Brazil. **on Urban Pests**, p. 217, 2014

## 5. CONCLUSÃO GERAL

O escorpionismo tem se tornado um problema de saúde pública agravado nos últimos anos em todo o território nacional, e dentre as espécies de interesse médico o *T. serrulatus* se destaca por ser a mais perigosa e por possuir uma notória capacidade de infestação de áreas urbanas devido principalmente a sua reprodução partenogenética e seu elevado grau de antropofilia.

Atualmente não existem métodos de biocontrole ou controle químico testados em grandes proporções que possam ser utilizados no combate ao escorpionismo, nesta perspectiva o monitoramento empregado neste trabalho conciliado com a busca de patógeno é um avanço importante para regulação das populações de escorpião no ambiente urbano.

O uso de armadilhas tipo abrigo em dois cemitérios da zona urbana de Londrina foi eficiente quando comparado ao método atualmente utilizado, busca ativa diurna e pode ser uma estratégia complementar importante para um monitoramento e controle eficaz, pois tem baixo custo de fabricação, é de fácil manipulação, instalação e manutenção.

Através do uso de armadilhas foi possível coletar mais que o dobro do método convencional, outros fatores como a reprodução e alimentação de escorpiões em seu interior serviram como suporte ao princípio utilizado de fornecer determinadas condições para que estas servissem como atrativo.

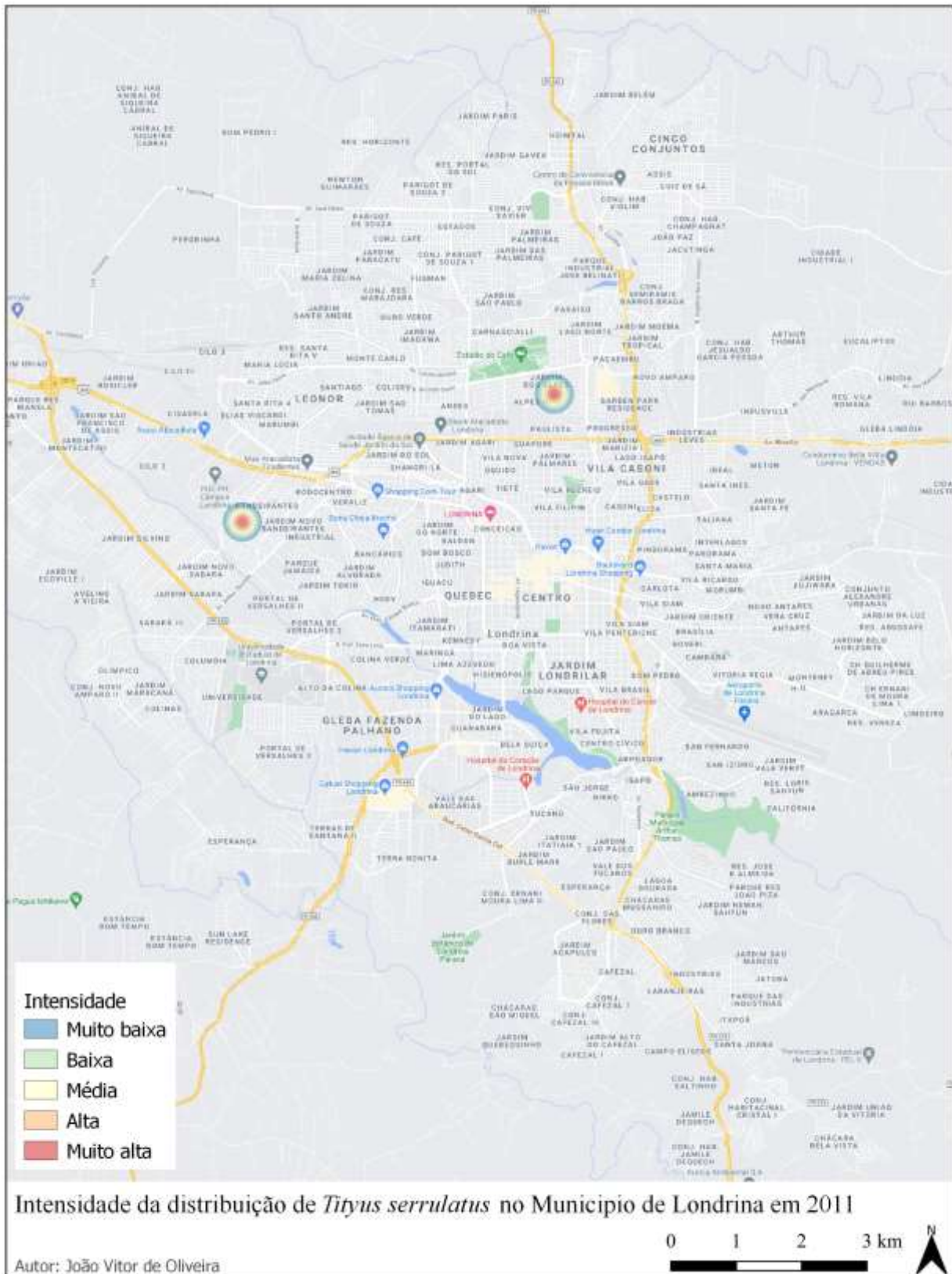
A elaboração de mapas de ocorrência permitiu observar o padrão através do qual o escorpião amarelo se dispersou e ocupou todo o território em análise gerando assim conhecimento dinâmico para plenas estratégias de controle. E ainda apontou zonas críticas para que as ações de controle sejam focadas. Estes resultados também servirão como um dispositivo para benefício da população que pela primeira vez terá acesso a informação de quais áreas estão sobre risco.

A utilização de métodos combinados de monitoramento e captura que envolvam ações da Prefeitura em parceria com a Universidade e a população poderão contribuir para a redução e controle de ocorrência e acidentes com escorpião amarelo no município de Londrina, melhorando assim a qualidade de vida das populações locais.

**APÊNDICES**

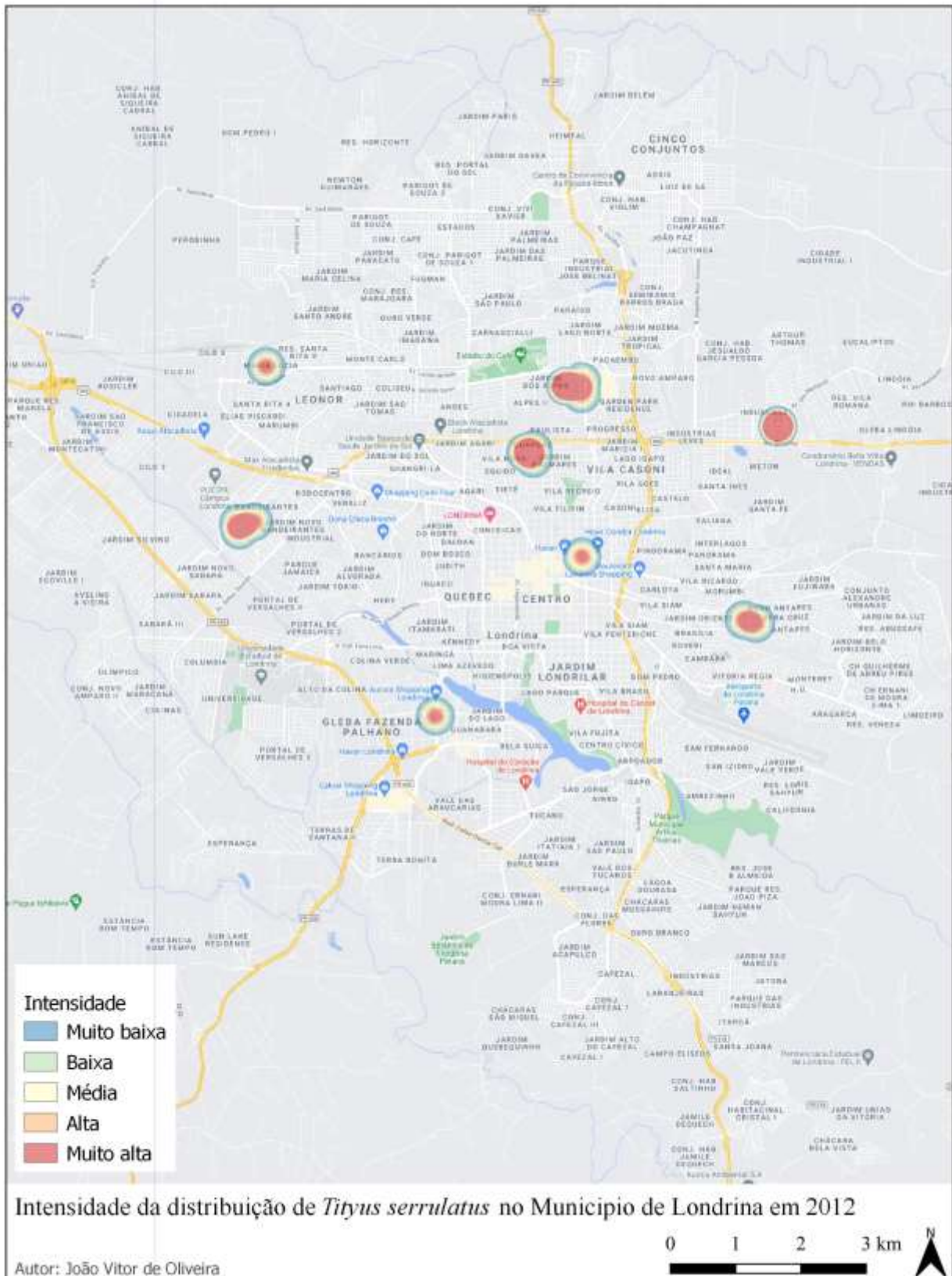
### APÊNDICE A

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2011.



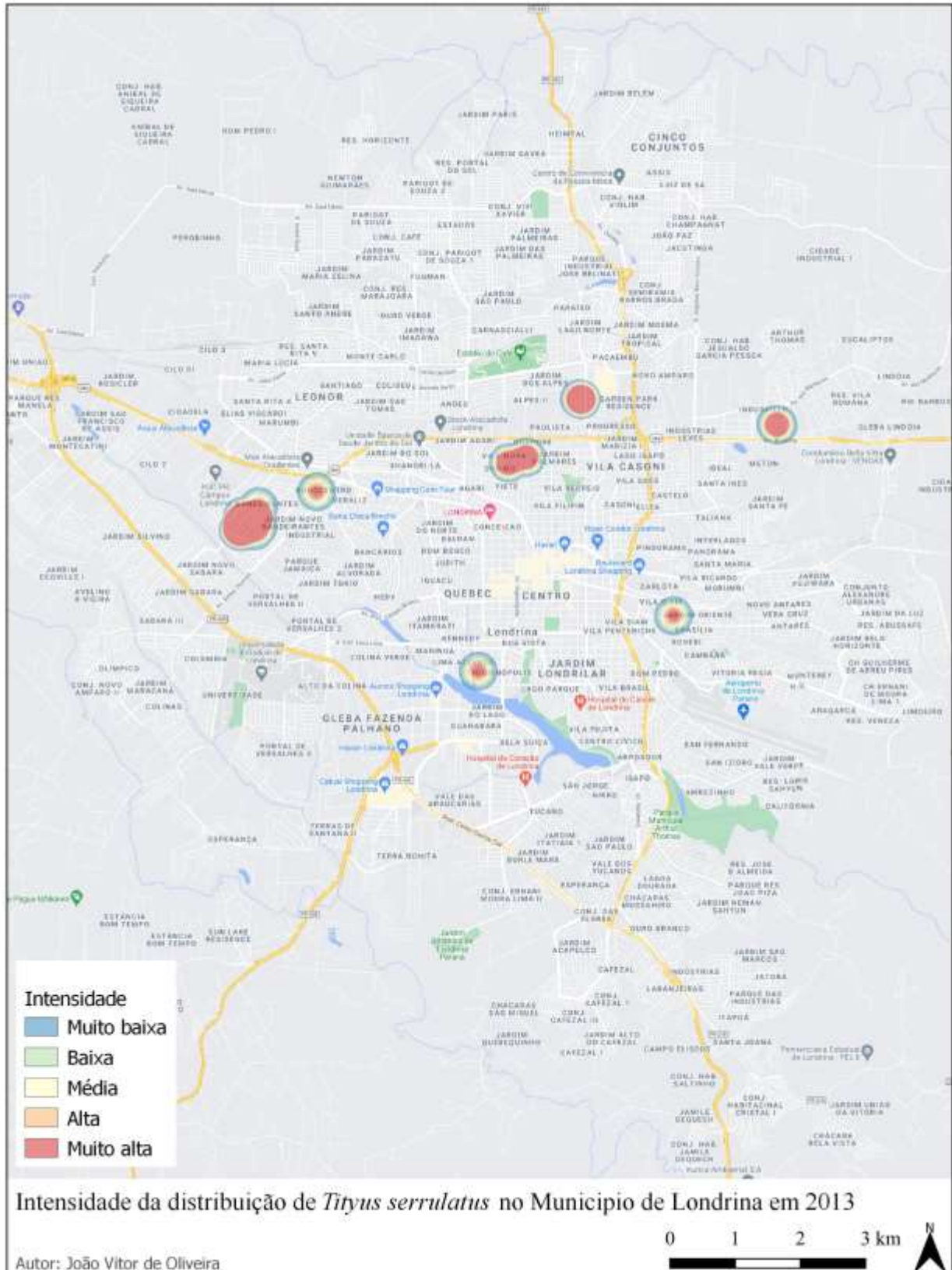
### APÊNDICE B

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2012.



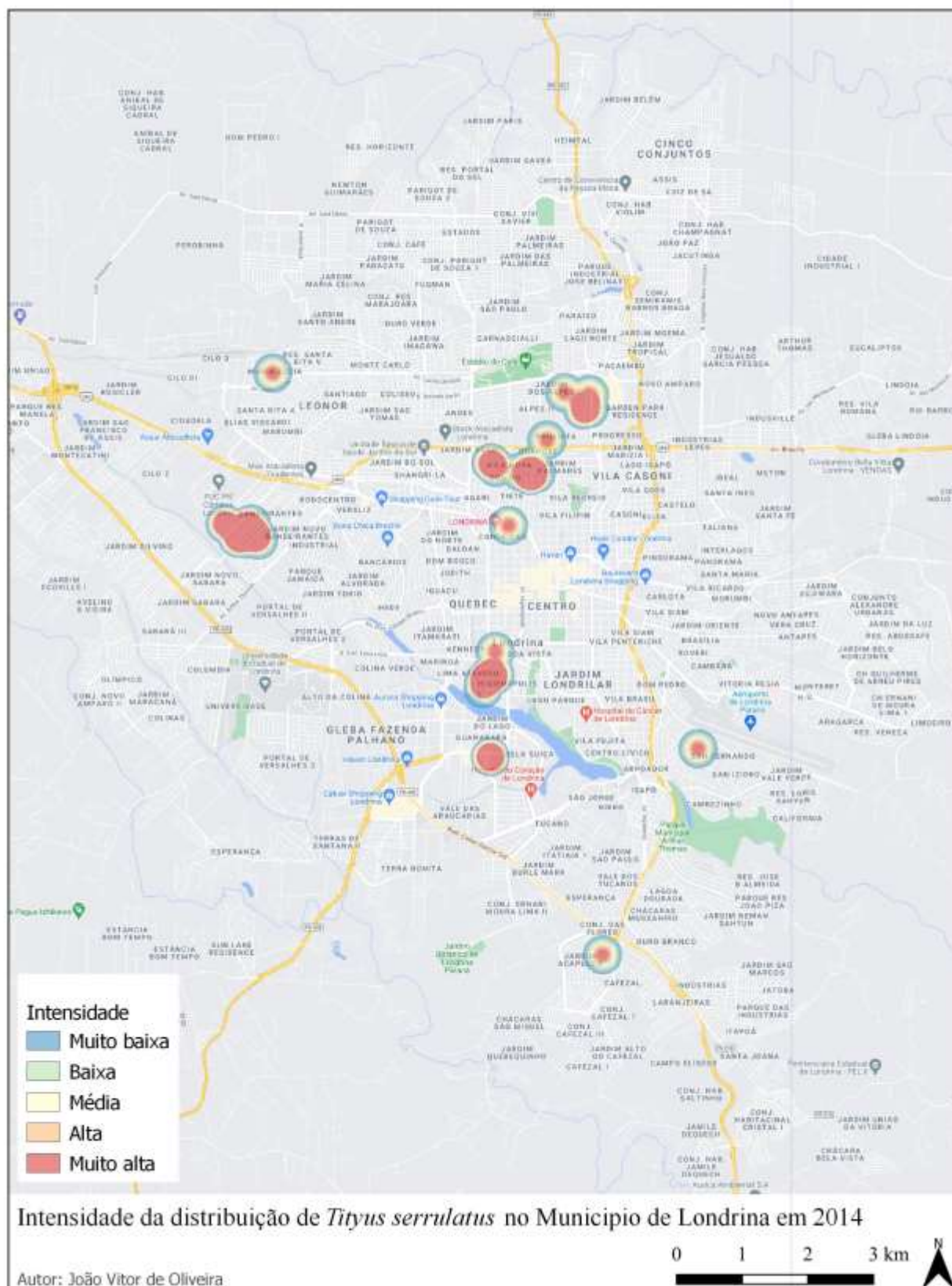
## APÊNDICE C

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2013.



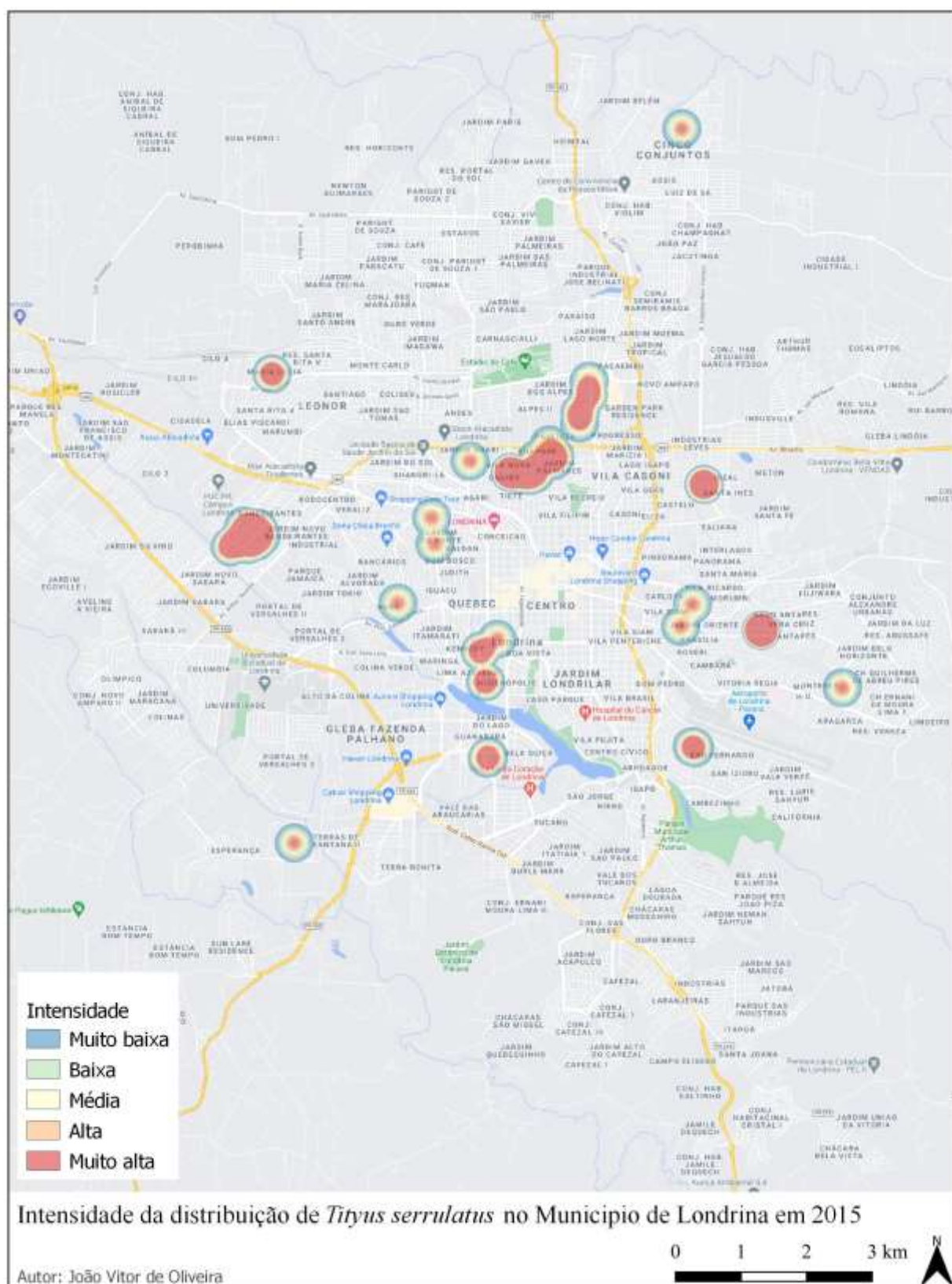
## APÊNDICE D

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2014.



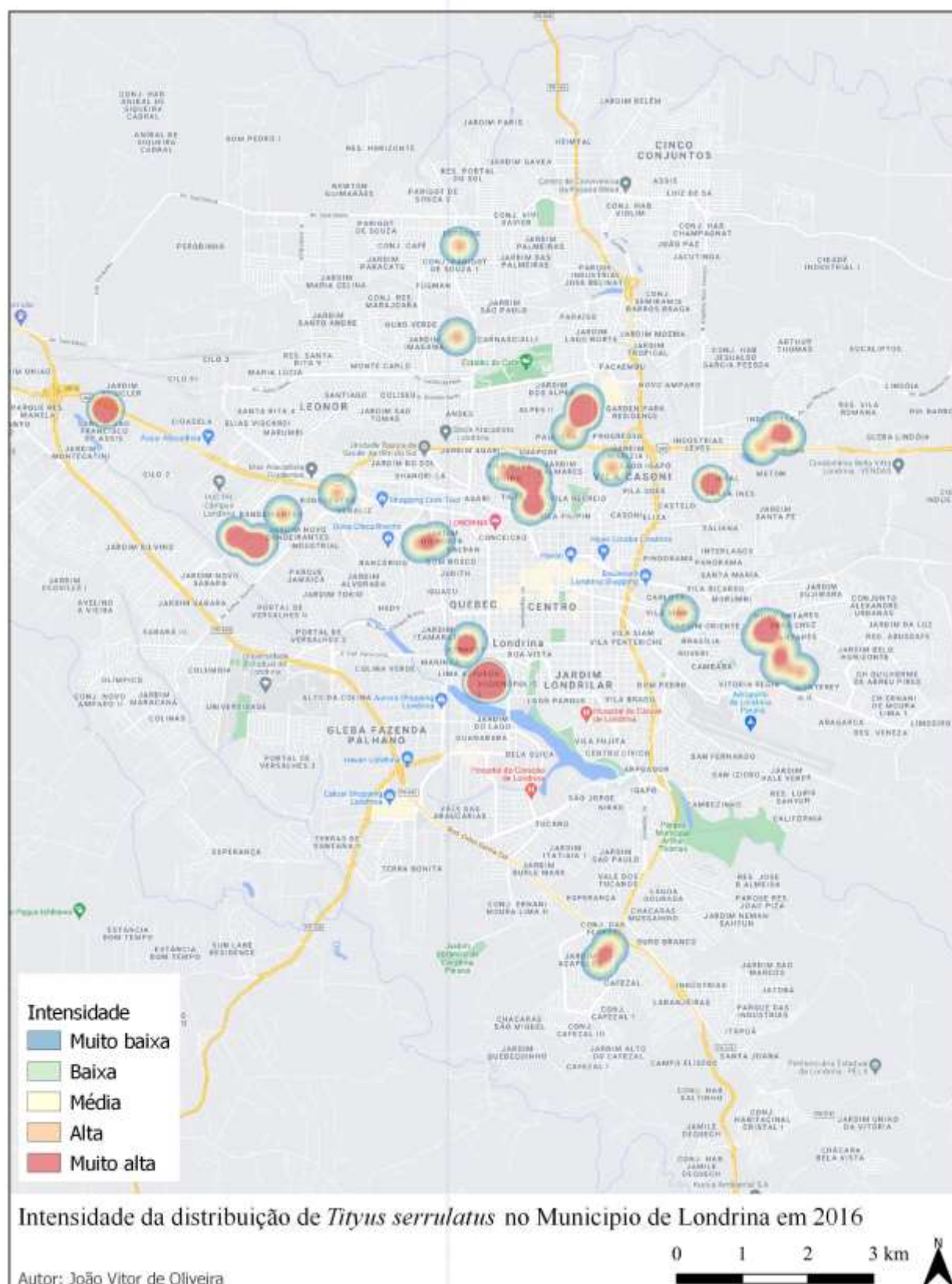
## APÊNDICE E

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2015.



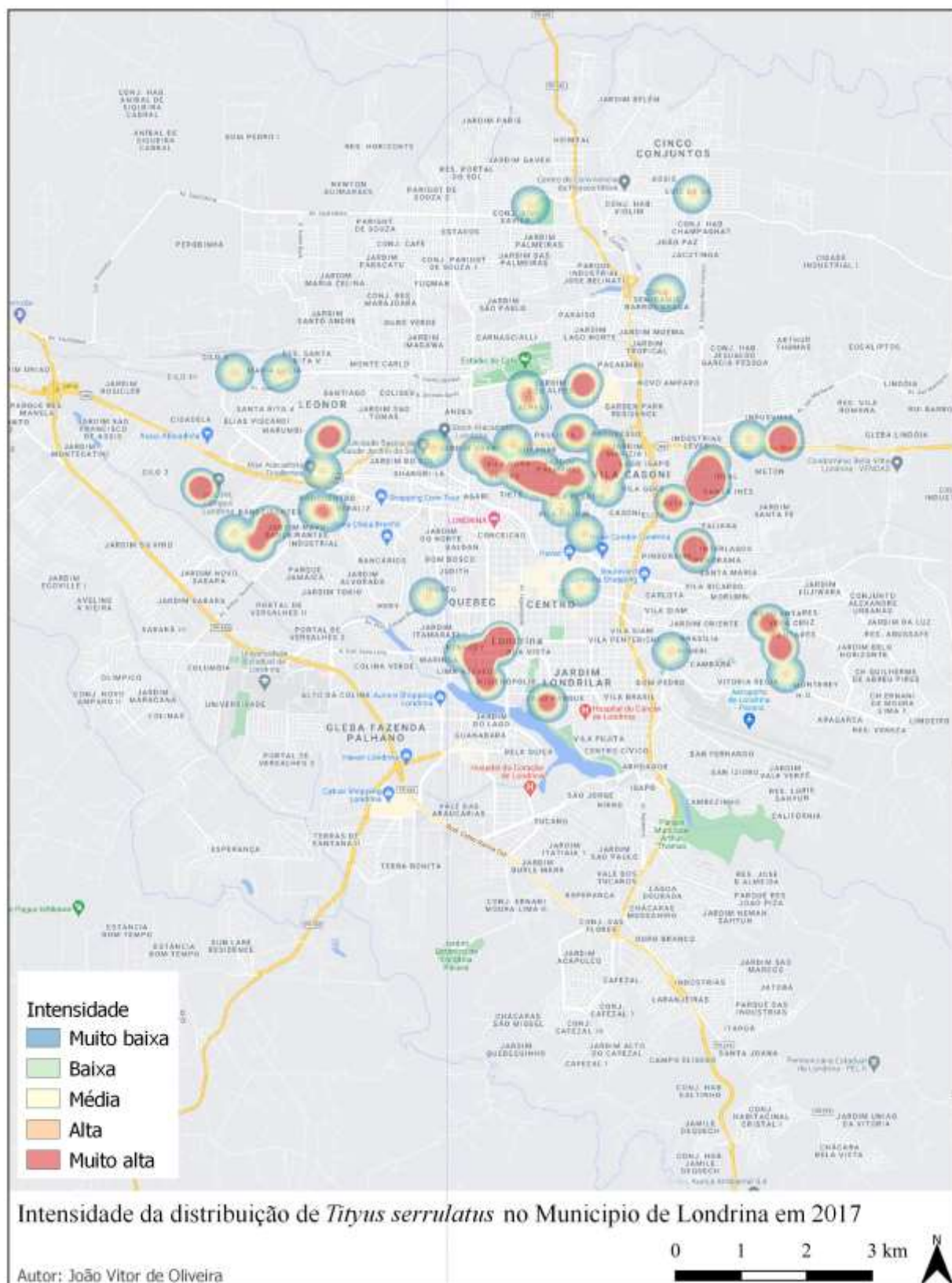
## APÊNDICE F

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2016.



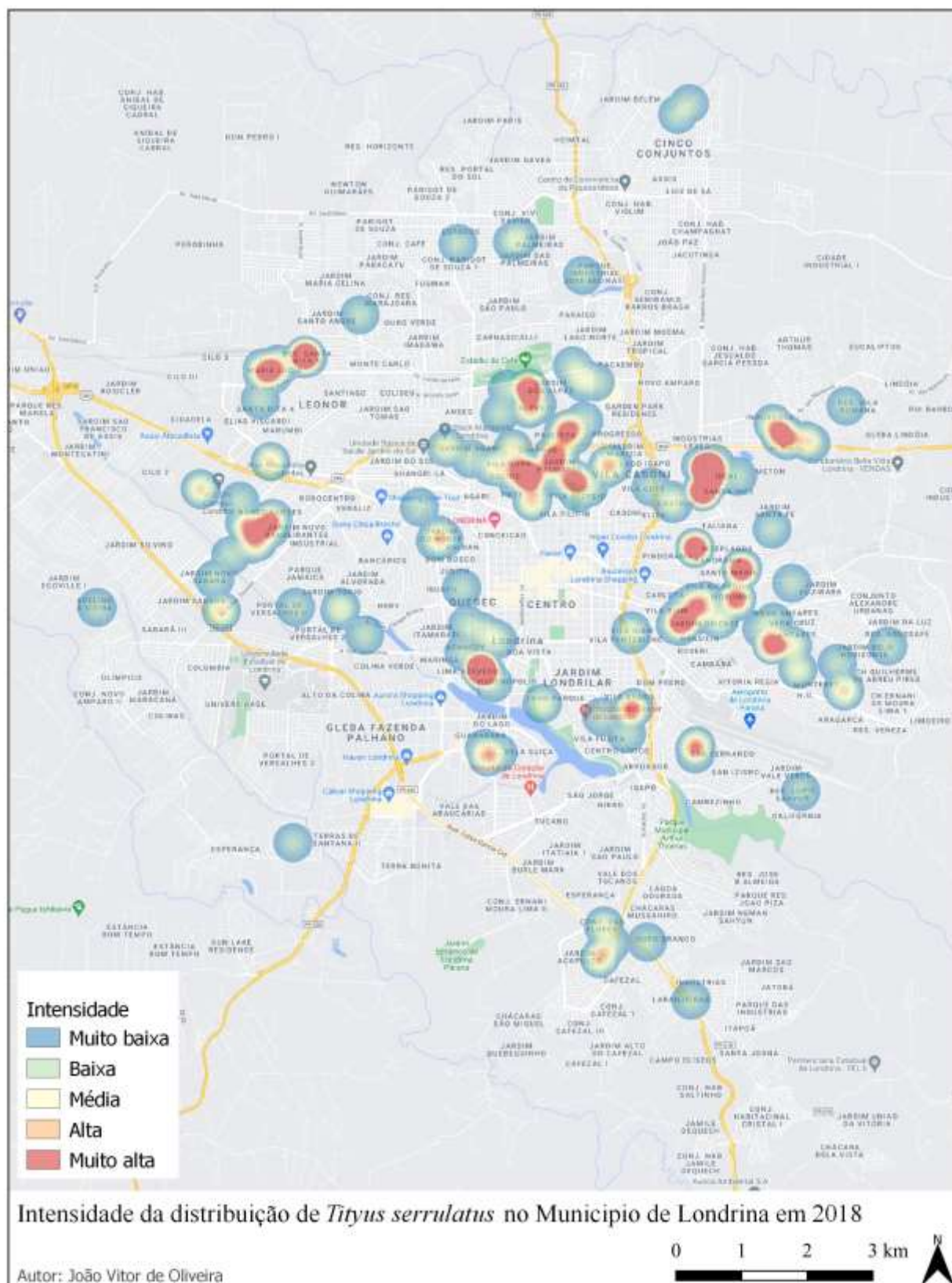
## APÊNDICE G

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2017.



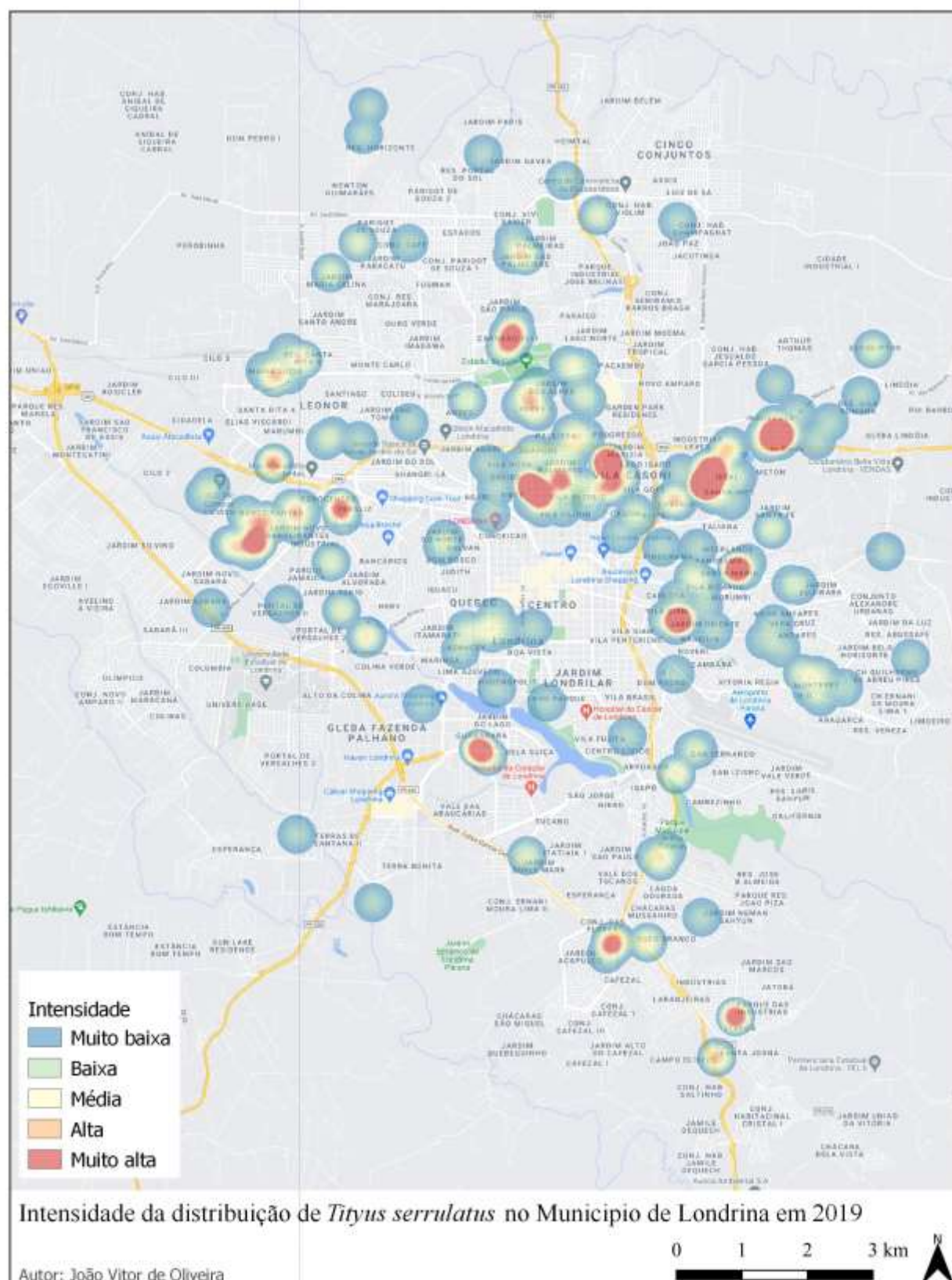
## APÊNDICE H

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2018.



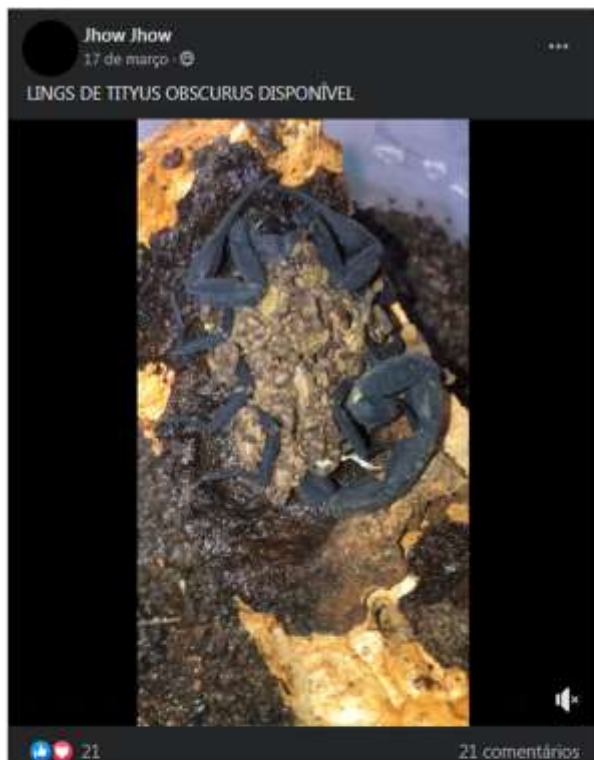
## APÊNDICE I

Intensidade da distribuição de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 no Município de Londrina em 2019.



## APÊNDICE J

Tráfico de escorpiões através de grupos em redes sociais.





**ANEXOS**

**ANEXO A**

Instrução Normativa Nº 141, de 19 de Dezembro de 2006

Nº 243, quarta-feira, 20 de dezembro de  
2006 Diário Oficial da União – Seção 1

ISSN 1677-7042 *pág. 13*

**INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE  
E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS****INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 141, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2006**

Regulamenta o controle e o manejo ambiental  
da fauna sinantrópica nociva.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, no uso das atribuições legais previstas no art. 26, inciso V, do Anexo I, da Estrutura Regimental, aprovada pelo Decreto no 5.718, de 13 de março de 2006, e o art. 95, item VI, do Regimento Interno, aprovado pela Portaria GM/MMA nº 230, de 14 de maio de 2002;

Considerando o art. 3o, § 2o e art. 8o, parágrafo único da Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, que dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências e o art. 37, Inciso IV, da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, Lei dos Crimes ambientais;

Considerando a necessidade de ordenar os critérios de manejo e controle da fauna sinantrópica nociva, e; Considerando as proposições apresentadas pela Diretoria de Fauna e Recursos Pesqueiros - DIFAP no processo Ibama n.º 02001.005076/2005-90, resolve:

Art. 1º - Regular o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva.

§1º - Declarações locais e temporais de nocividade de populações de espécies da fauna deverão, sempre que possível, ser baseadas em protocolos definidos pelos Ministérios da Saúde, da Agricultura ou do Meio Ambiente.

§ 2º - Com base no protocolo referido no parágrafo anterior, populações de espécies sinantrópicas podem ser declaradas nocivas pelos órgãos federal ou estaduais do meio ambiente ou, ainda, pelos órgãos da Saúde e Agricultura, quando assim acordado com o órgão do meio ambiente.

Art. 2º - Para os efeitos desta Instrução Normativa, entende-se por:

I - controle da fauna: captura de espécimes animais seguida de soltura, com intervenções de marcação, esterilização ou administração farmacológica; captura seguida de remoção; captura seguida de eliminação; ou eliminação direta de espécimes animais.

II - espécies domésticas: espécies que, por meio de processos tradicionais e sistematizados de manejo ou melhoramento zootécnico, tornaram-se dependentes do homem apresentando características biológicas e comportamentais em estreita relação com ele, podendo apresentar fenótipo variável, diferente da espécie silvestre que as originaram;

III - fauna exótica invasora: animais introduzidos a um ecossistema do qual não fazem parte originalmente, mas onde se adaptam e passam a exercer dominância, prejudicando processos naturais e espécies nativas, além de causar prejuízos de ordem econômica e social;

IV - fauna sinantrópica: populações animais de espécies silvestres nativas ou exóticas, que utilizam recursos de áreas antrópicas, de forma transitória em seu deslocamento, como via de passagem ou local de descanso; ou permanente, utilizando-as como área de vida;

V - fauna sinantrópica nociva: fauna sinantrópica que interage de forma negativa com a população humana, causando-lhe transtornos significativos de ordem econômica ou ambiental, ou que represente riscos à saúde pública;

VI - manejo ambiental para controle da fauna sinantrópica nociva: eliminação ou alteração de recursos utilizados pela fauna sinantrópica, com intenção de alterar sua estrutura e composição, e que não inclua manuseio, remoção ou eliminação direta dos espécimes;

Art. 3º - Excluem-se desta Instrução Normativa atividades de controle de espécies que constem nas listas oficiais municipais, estaduais ou federal de fauna brasileira ameaçada de extinção ou nos Anexos I e II da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção - CITES.

Art. 4º - O estudo, manejo ou controle da fauna sinantrópica nociva, previstos em programas de âmbito nacional desenvolvidos pelos órgãos federais da Saúde e da Agricultura, bem como pelos órgãos a eles vinculados, serão analisados e autorizados DIFAP ou pelas Superintendências do Ibama nos estados, de acordo com a regulamentação específica vigente.

§ 1º - Observada a legislação e as demais regulamentações vigentes, são espécies passíveis de controle por órgãos de governo da Saúde, da Agricultura e do Meio Ambiente, sem a necessidade de autorização por parte do Ibama:

a) invertebrados de interesse epidemiológico, previstos em programas e ações de governo, tal como: insetos hematófagos, (hemípteros e dípteros), ácaros, helmintos e moluscos de interesse epidemiológico, artrópodes peçonhentos e invertebrados classificados como pragas agrícolas pelo Ministério da Agricultura;

b) artrópodes nocivos: abelhas, cupins, formigas, pulgas, piolhos, mosquitos, moscas e demais espécies nocivas comuns ao ambiente antrópico, que impliquem transtornos sociais ambientais e econômicos significativos;

c) animais domésticos ou de produção, bem como quando estes se encontram em situação de abandono ou alçados (e.g. *Columba livia*, *Canis familiaris*, *Felis catus*) e roedores sinantrópicos comensais (e.g. *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* e *Mus musculus*);

d) quirópteros em áreas urbanas e peri-urbanas e quirópteros hematófagos da espécie *Desmodus rotundus* em regiões endêmicas para a raiva e em regiões consideradas de risco de ocorrência para a raiva, a serem caracterizadas e determinadas por órgãos de governo da Agricultura e da Saúde, de acordo com os respectivos planos e programas oficiais;

e) espécies exóticas invasoras comprovadamente nocivas à agricultura, pecuária, saúde pública e ao meio ambiente.

§ 2º - Para as demais espécies que não se enquadram nos critérios estabelecidos nos itens anteriores, o manejo e controle somente serão permitidos mediante aprovação e autorização expressa do Ibama.

§ 3º - A eliminação direta de indivíduos das espécies em questão deve ser efetuada somente quando tiverem sido esgotadas as medidas de manejo ambiental definidas no art. 2o.

Art. 5º - Pessoas físicas ou jurídicas interessadas no manejo ambiental ou controle da fauna sinantrópica nociva, devem solicitar autorização junto ao órgão ambiental competente nos respectivos Estados.

§ 1º - Observada a legislação e as demais regulamentações vigentes, são espécies sinantrópicas nocivas passíveis de controle por pessoas físicas e jurídicas devidamente habilitadas para tal atividade, sem a necessidade de autorização por parte do Ibama:

a) artrópodes nocivos: abelhas, cupins, formigas, pulgas, piolhos, mosquitos, moscas e demais espécies nocivas comuns ao ambiente antrópico, que impliquem em transtornos sociais ambientais e econômicos significativos.

b) Roedores sinantrópicos comensais (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* e *Mus musculus*) e pombos (*Columba livia*), observada a legislação vigente, especialmente no que se refere à maus tratos, translocação e utilização de produtos químicos.

§ 2º - Para as demais espécies que não se enquadram nos critérios estabelecidos nos itens anteriores, o manejo e controle somente serão permitidos mediante aprovação e autorização expressa do Ibama.

Art. 6º - Os venenos e outros compostos químicos utilizados no manejo ambiental e controle de fauna devem ter registro específico junto aos órgãos competentes, em observância à regulamentação específica vigente: Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989; Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002.

Art. 7º - Fica facultada ação emergencial aos Ministérios da Saúde e ao da Agricultura, no que diz respeito ao manejo ambiental e controle da fauna sinantrópica nociva, observadas a legislação e as demais regulamentações específicas vigentes.

§ 1º - Ação Emergencial caracteriza-se pela necessidade premente de adoção de medidas de manejo ou controle de fauna, motivadas por risco de vida iminente ou situação de calamidade e deve ser comunicada previamente ao Ibama por meio de ofício, via postal ou eletrônica, de forma que lhe seja facultado indicar um técnico para acompanhar as atividades.

§ 2º - As atividades e resultados das ações emergenciais devem ser detalhados em relatório específico encaminhado ao Ibama 30 dias após sua execução.

Art. 8º - Fica facultado aos órgãos de segurança pública, Polícia Militar, Corpo de Bombeiros e Defesa Civil, o manejo e o controle da fauna sinantrópica nociva, sempre que estas representarem risco iminente para a população.

Art. 9º - As pessoas físicas e jurídicas atuando sem a devida autorização ou utilizando métodos em desacordo com a presente Instrução Normativa serão inclusas nas penalidades previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999, sem prejuízos de outras penalidades civis e criminais.

Art.10 - Os casos omissos serão resolvidos pela Presidência do Ibama.

Art.11 - Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se a Instrução Normativa n.º 109 de 3 de agosto de 2006 e as disposições em contrário.

MARCUS LUIZ BARROSO BARROS

## ANEXO B

## Ficha de notificação/investigação de acidentes por animais peçonhentos – Versão SINAN-NET 2007.

República Federativa do Brasil Ministério da Saúde		SINAN SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO FICHA DE INVESTIGAÇÃO		Nº
<b>ACIDENTES POR ANIMAIS PEÇONHENTOS</b>				
<b>CASO CONFIRMADO:</b> Paciente com evidências clínicas de envenenamento, específicas para cada tipo de animal, independentemente do animal causador do acidente ter sido identificado ou não. Não há necessidade de preenchimento da ficha para casos suspeitos.				
Dados Gerais	1 Tipo de Notificação	2 - Individual		
	2 Agravado/doença	<b>ACIDENTES POR ANIMAIS PEÇONHENTOS</b>		3 Data da Notificação
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (CID10) X 29	Código (IBGE)
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas	
Notificação Individual	8 Nome do Paciente			9 Data de Nascimento
	10 (ou) Idade	11 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12 Gestante	13 Raça/Cor
	14 Escolaridade			
	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe		
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito
	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida, ...)		Código
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)		24 Geo campo 1
	25 Geo campo 2	26 Ponto de Referência		27 CEP
	28 (DDD) Telefone	29 Zona	30 País (se residente fora do Brasil)	
	<b>Dados Complementares do Caso</b>			
Antecedentes Epidemiológicos	31 Data da Investigação	32 Ocupação	33 Data do Acidente	
	34 UF	35 Município de Ocorrência do Acidente:	Código (IBGE)	36 Localidade de Ocorrência do Acidente:
	37 Zona de Ocorrência	38 Tempo Decorrido Picada/Atendimento		
39 Local da Picada				
Dados Clínicos	40 Manifestações Locais		41 Se Manifestações Locais Sim, especificar:	
	42 Manifestações Sistêmicas		43 Se Manifestações Sistêmicas Sim, especificar:	
	44 Tempo de Coagulação			
Dados do Acidente	45 Tipo de Acidente		46 Serpente - Tipo de Acidente	
	47 Aranha - Tipo de Acidente		48 Lagarta - Tipo de Acidente	

Tratamento	49 Classificação do Caso 1 - Leve 2 - Moderado 3 - Grave 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	50 Soroterapia 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>
	51 Se Soroterapia Sim, especificar número de ampolas de soro:	
	Antibotrópico (SAB) <input type="text"/>	Anticrotático (SAC) <input type="text"/>
Antibotrópico-laquetico (SABL) <input type="text"/>	Antielapídico (SAE) <input type="text"/>	Antiloxoscélico (SALox) <input type="text"/>
Antibotrópico-crotático (SABC) <input type="text"/>	Antiescorpiônico (SAEs) <input type="text"/>	Antilonômico (SALon) <input type="text"/>
52 Complicações Locais <input type="checkbox"/>	53 Se Complicações Locais Sim, especificar: 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado	
1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado	<input type="checkbox"/> Infecção Secundária	<input type="checkbox"/> Necrose Extensa <input type="checkbox"/> Síndrome Compartimental <input type="checkbox"/> Déficit Funcional <input type="checkbox"/> Amputação
54 Complicações Sistêmicas <input type="checkbox"/>	55 Se Complicações Sistêmicas Sim, especificar: 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado	
1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado	<input type="checkbox"/> Insuficiência Renal	<input type="checkbox"/> Insuficiência Respiratória / Edema Pulmonar Agudo <input type="checkbox"/> Septicemia <input type="checkbox"/> Choque
Conclusão	56 Acidente Relacionado ao Trabalho 1 - Sim <input type="checkbox"/> 2 - Não <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	57 Evolução do Caso <input type="checkbox"/> 1-Cura <input type="checkbox"/> 2-Óbito por acidentes por animais peçonhentos <input type="checkbox"/> 3-Óbito por outras causas <input type="checkbox"/> 9-Ignorado <input type="checkbox"/>
	58 Data do Óbito <input type="text"/>	59 Data do Encerramento <input type="text"/>

### Acidentes com animais peçonhentos: manifestações clínicas, classificação e soroterapia

Tipo	Manifestações Clínicas	Tipo Soro	Nº ampolas
OFIDISMO	<b>Botrópico</b> <i>jararaca</i> <i>jararacuçu</i> <i>urutu</i> <i>caíçaca</i>	SAB	Leve: dor, edema local e equimose discreto 2 - 4
	Moderado: dor, edema e equimose evidentes, manifestações hemorrágicas discretas 4 - 8		
	Grave: dor e edema intenso e extenso, bolhas, hemorragia intensa, oligoanúria, hipotensão 12		
	<b>Crotálico</b> <i>cascavei</i> <i>boicininga</i>	SAC	Leve: ptose palpebral, turvação visual discretos de aparecimento tardio, sem alteração da cor da urina, mialgia discreta ou ausente 5
	Moderado: ptose palpebral, turvação visual discretos de início precoce, mialgia discreta, urina escura 10		
	Grave: ptose palpebral, turvação visual evidentes e intensos, mialgia intensa e generalizada, urina escura, oligúria ou anúria 20		
<b>Laquetico</b> <i>surucuru</i> <i>pico-de-jacá</i>	SABL	Moderado: dor, edema, bolhas e hemorragia discreta 10	
Grave: dor, edema, bolhas, hemorragia, cólicas abdominais, diarreia, bradicardia, hipotensão arterial 20			
<b>Elapídico</b> <i>coral verdadeira</i>	SAEL	Grave: dor ou parestesia discreta, ptose palpebral, turvação visual 10	
ESCORPIONISMO	<b>Escorpiônico</b> <i>escorpião</i>	SAEsc ou SAA	Leve: dor, eritema e parestesia local —
	Moderado: sudorese, náuseas, vômitos ocasionais, taquicardia, agitação e hipertensão arterial leve. 2 - 3		
	Grave: vômitos profusos e incoercíveis, sudorese profusa, prostração, bradicardia, edema pulmonar agudo e choque 4 - 6		
ARANHEISMO	<b>Loxoscélico</b> <i>aranha-marrom</i>	SAA ou SALox	Leve: lesão incaracterística sem aranha identificada —
	Moderado: lesão sugestiva com equimose, palidez, eritema e edema endurecido local, cefaléia, febre, exantema 5		
	Grave: lesão característica, hemólise intravascular 10		
	<b>Foneutrismo</b> <i>aranha-armadeira</i> <i>aranha-da-banana</i>	SAA	Leve: dor local —
Moderado: sudorese ocasional, vômitos ocasionais, agitação, hipertensão arterial 2 - 4			
Grave: sudorese profusa, vômitos freqüentes, priapismo, edema pulmonar agudo, hipotensão arterial 5 - 10			
LONONIA	<b>taturana</b> <i>oruga</i>	SALon	Leve: dor, eritema, adenomegalia regional, coagulação normal, sem hemorragia —
	Moderado: alteração na coagulação, hemorragia em pele e/ou mucosas 5		
	Grave: alteração na coagulação, hemorragia em vísceras, insuficiência renal 10		

### Informações complementares e observações

Anotar todas as informações consideradas importantes e que não estão na ficha (ex: outros dados clínicos, dados laboratoriais, laudos de outros exames e necrópsia, etc.)

--

Investigador	Município/Unidade de Saúde	Cód. da Unid. de Saúde	
	Nome	Função	Assinatura
	Animais Peçonhentos	Sinan Net	SVS 19/01/2006

## ANEXO C

Subdivisões em zonas do perímetro urbano da cidade de Londrina.

