

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 15/02/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – CÂMPUS DE BOTUCATU (IBB/UNESP)
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

Denis Vinícius de Mello

**Entomoepidemiologia da doença de Chagas no Nordeste brasileiro:
desenvolvimento de chaves de identificação com dados citogenéticos
para os triatomíneos notificados em áreas de surto de transmissão oral**

Botucatu

2023

Denis Vinícius de Mello

**Entomoepidemiologia da doença de Chagas no Nordeste brasileiro:
desenvolvimento de chaves de identificação com dados citogenéticos
para os triatomíneos notificados em áreas de surto de transmissão oral**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia), junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu.

Orientador: Prof. Dr. Kaio Cesar Chaboli Alevi

Botucatu

2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Mello, Denis Vinícius de.

Entomoepidemiologia da doença de Chagas no Nordeste brasileiro : desenvolvimento de chaves de identificação com dados citogenéticos para os triatomíneos notificados em áreas de surto de transmissão oral / Denis Vinícius de Mello. - Botucatu, 2023

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Kaio Cesar Chaboli Alevi

Capes: 20405006

1. Chagas, Doença de. 2. Barbeiros (Inseto).
3. Triatominae. 4. Análise citogenética. 5. Zoologia - Classificação.

Palavras-chave: Chave dicotômica; CytoKey; Taxonomia; Triatominae.

Denis Vinícius de Mello

**Entomoepidemiologia da doença de Chagas no Nordeste brasileiro:
desenvolvimento de chaves de identificação com dados citogenéticos
para os triatomíneos notificados em áreas de surto de transmissão oral**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia), junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu.

Comissão examinadora

Prof. Dr. Kaio Cesar Chaboli Alevi
IOC/FIOCRUZ
Orientador

Profa. Dra. Maria Tercília Vilela de Azeredo Oliveira
IBILCE/UNESP

Profa. Dra. Lilian Castiglioni
FAMERP

Botucatu

2023

Dedicatória

Dedico esta conquista aos meus amados pais Dona Vanda Helena da Silva Mello e Sr. Francisco Silvério de Mello, que são meus apoiadores, meus exemplos e simplesmente pessoas que amo muito. À minha avó Clélia Mello, primo Silvio Bueno, tios e tias Roberto e Juvenal da Silva, Gonsalina, Orivaldo e Aparecida da Silva, todos falecidos, mas muito amados e suas lembranças me ajudam a sempre seguir em frente. Aos meus amigos e amigas Antônio Flaviano, Luiz Negretti e Thatiana Freire, Rodrigo Capra, Fernando Silva e Amanda Valério, por suas amizades e incentivos. Aos amigos do Atletismo, em especial ao amigo Valdivino Vinicius, cuja luta pelo câncer ainda tão jovem, foi uma inspiração e sua recente partida deixará muitas saudades. Finalmente, dedico este trabalho especialmente ao meu filho Theo Bruno de Mello, pois você é o maior presente que a vida poderia me dar e por todo o amor que eu sinto por você.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela vida e fortaleza e, especialmente, aos meus pais, Sr. Francisco Silvério de Mello e Dona Vanda Helena da Silva Mello, por darem a mim a base educacional, bem como os incentivos iniciais com livros, enciclopédias e revistas que me fizeram despertar o amor pelos insetos e pela Biologia em si. A eles também meu profundo amor e admiração. Grato, também, à minha mulher, Gisele Mello, pela sua compreensão nessa fase. À Dra. Erika Hingst-Zaher, por ter me dado à chance de começar a trabalhar no Instituto Butantan, local no qual minha paixão por insetos e aves tomou dimensões maiores e importantes em minha vida, me ajudando a ingressar em uma nova graduação, e ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Ernesto Candia-Gallardo, por me aceitar e guiar como seu orientado na graduação. Aos estimados docentes da USP, Prof. Dr. André Simões e Prof. Dr. Fernando Carbayo, os quais mui gentilmente propiciaram-me a oportunidade de realizar o estágio docência a graduandos na EACH USP. À minha instrutora de carreira, Andrea Trench, por me direcionar nas minhas carreiras profissional e acadêmica, a Seção de Pós-Graduação e corpo docente da UNESP Botucatu, pela transferência de conhecimento e contínuo suporte, bem como aos órgãos de fomento FAPESP, CAPES, CNPq e FAPERJ pelo financiamento do projeto de pesquisa e da taxa de publicação do artigo científico resultante da dissertação de Mestrado. Agradeço profundamente ao meu orientador no Mestrado, o Prof. Dr. Kaio Cesar Chaboli Alevi, por me aceitar e incentivar como seu orientando no Mestrado, mesmo sabendo de minhas limitações e atribuições como pai, profissional de tecnologia, atleta e marido. Por fim, agradeço ao meu maravilhoso filho Theo Bruno de Mello, que veio e deu novo sentido à minha vida e ressignificou o que sinto e chamo de amor. Sua tenra paixão por animais e plantas, especialmente artrópodes e dinossauros, me tornam um pai ainda mais orgulhoso, feliz e esperançoso de que será um adulto que fará diferença no mundo pelo seu amor aos animais.

“Therefore, since we are surrounded by so great a cloud of witnesses, let us also lay aside every weight, and in which clings so closely, and let us run with endurance the race that is set before us.”

Hebrews 12:1

Resumo

A doença de Chagas (DC) é uma enfermidade causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida, principalmente, pelas fezes/urina dos triatomíneos infectados pelo *T. cruzi*. Os casos mais recentes de DC no Brasil ocorreram por infecção oral, a partir do consumo acidental de alimentos contaminados pelo *T. cruzi* (alimentos *in natura* que foram triturados/processados junto com triatomíneos infectados), acarretando, por exemplo, na notificação de 27 contaminados em Pernambuco (PE) e 18 contaminados e dois mortos no Rio Grande do Norte (RN). Até o momento, 13 espécies de triatomíneos foram notificadas em PE e nove no RN. A correta identificação desses vetores auxilia diretamente nas atividades dos programas de controle, permitindo que as espécies de importância primária sejam priorizadas durante as vigilâncias epidemiológicas. Embora as chaves dicotômicas baseadas em dados morfológicos sejam de extrema importância para a taxonomia desses vetores, eventos de plasticidade fenotípica e especiação críptica resultaram na proposta de chaves alternativas, baseadas em dados citogenéticos. Com base no exposto, desenvolvemos chaves dicotômicas para auxiliar na identificação das espécies de triatomíneos dos estados de PE e RN, a partir de dados citogenéticos. Todas as espécies puderam ser diferenciadas pelas características citogenéticas, ressaltando a importância das chaves taxonômicas desenvolvidas para a correta identificação dos triatomíneos do PE e RN, com destaque para as espécies que apresentam semelhanças morfológicas (como *Triatoma brasiliensis* e *T. petrocchiae*) e espécies que já foram identificadas de forma errada (*T. pseudomaculata* já foi identificada como *T. maculata* em ambos os estados). Essas chaves alternativas poderão auxiliar a comunidade científica e, principalmente, os sanitaristas, evitando que novos equívocos ocorram na identificação dos vetores presentes nesses estados que se destacaram pelos surtos de DC por infecção oral.

Palavras-chave: Triatominae; taxonomia; CytoKey; chave dicotômica

Abstract

Chagas disease (CD) is a disease caused by the protozoan *Trypanosoma cruzi* and transmitted mainly by the feces/urine of triatomines infected with *T. cruzi*. The most recent cases of CD in Brazil occurred due to oral infection, from the accidental consumption of food contaminated by *T. cruzi* (in natura foods that were crushed/processed together with infected triatomines), resulting, for example, in the notification of 27 contaminated in Pernambuco (PE) and 18 infected and two dead in Rio Grande do Norte (RN). So far, 13 species of triatomines have been notified in PE and nine in RN. The correct identification of these vectors directly helps in the activities of the control programs, allowing the species of primary importance to be prioritized during epidemiological surveillance. Although dichotomous keys based on morphological data are extremely important for the taxonomy of these vectors, events of phenotypic plasticity and cryptic speciation resulted in the proposal of alternative keys, based on cytogenetic data. Based on the above, we developed dichotomous keys to help identify triatomine species from the states of PE and RN, based on cytogenetic data. All species could be differentiated by cytogenetic characteristics, emphasizing the importance of the taxonomic keys developed for the correct identification of triatomines from PE and RN, with emphasis on species that present morphological similarities (such as *Triatoma brasiliensis* and *T. petrocchiae*) and species that already were misidentified (*T. pseudomaculata* has been identified as *T. maculata* in both states). These alternative keys will be able to help the scientific community and, mainly, sanitarians, preventing new mistakes from occurring in the identification of vectors present in these states that stand out for CD outbreaks due to oral infection.

Keywords: Triatominae; taxonomy; CytoKey; dichotomous key

Sumário

Resumo.....	08
Abstract.....	09
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
3. RESULTADOS.....	13
3.1 Artigo científico.....	14
3.2 Capítulo de livro.....	23
4. CONCLUSÃO.....	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

Triatoma brasiliensis and *T. pseudomaculata* Corrêa & Espínola, 1964 are the most abundant species in the states of PE and RN, where they are naturally infected by *T. cruzi* in anthropic areas [53,54]. Due to the morphological similarities between *T. pseudomaculata* and *T. maculata* (Erichson, 1848), until 1964 these taxa were considered the same species [55]. Lucena et al. [56] studied triatomines in Northeastern Brazil and reported the presence of *T. maculata* in PE and RN. However, the distribution of *T. maculata* in Brazil is restricted to Roraima [12,15], that is, its report in both states represents an error in the identification of *T. pseudomaculata* specimens. Although *T. maculata* is not included in the key (since it does not contribute to vector diversity in the RN), it can be easily differentiated by cytogenetic characteristics (*T. maculata*: 45S rDNA probe located in XY sex chromosomes; *T. pseudomaculata*: 45S rDNA probe located in one autosomal pair [47]).

4. Conclusions

We developed two dichotomous keys to assist in the correct identification of triatomines present in PE and RN, based on cytogenetic data. These alternative keys have practical implications for the scientific community and health agents, providing a basis for the prevention of errors in the identification of key vectors contributing to CD outbreaks caused by oral infection in these states.

Author Contributions: Conceptualization, D.V.d.M. and K.C.C.A.; methodology, D.V.d.M., E.F.N., L.P.C., J.J.A., D.C.C., G.M., C.G. and K.C.C.A.; formal analysis, D.V.d.M., E.F.N., L.P.C., J.J.A., D.C.C., G.M., C.G. and K.C.C.A.; resources, D.V.d.M., E.F.N., L.P.C., J.J.A., D.C.C., G.M., C.G. and K.C.C.A.; writing—original draft preparation, D.V.d.M. and K.C.C.A.; writing—review and editing, D.V.d.M., E.F.N., L.P.C., J.J.A., D.C.C., G.M., C.G. and K.C.C.A.; supervision, K.C.C.A.; project administration, D.V.d.M. and K.C.C.A.; funding acquisition, C.G. and K.C.C.A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the São Paulo Research Foundation, Brazil (FAPESP), Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, Brazil (CAPES)—Finance Code 001, National Council for Scientific and Technological Development, Brazil (CNPq) and Carlos Chagas Filho Research Foundation of the State of Rio de Janeiro (FAPERJ).

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: All relevant data are within the manuscript.

Acknowledgments: We thank Gilmar Perbiche Neves for initial support in the execution of the project.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- World Health Organization. Available online: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)) (accessed on 4 December 2022).
- Centers for Disease Control and Prevention. Available online: <https://www.cdc.gov/parasites/chagas/index.html> (accessed on 4 December 2022).
- Drugs for Neglected Diseases Initiative. Available online: <https://dndi.org/diseases/chagas/facts/> (accessed on 4 December 2022).
- Lima, F.M.; Oliveira, P.; Mortara, R.A.; Silveira, J.F.; Bahia, D. The challenge of Chagas' disease: Has the human pathogen, *Trypanosoma cruzi*, learned how to modulate signaling events to subvert host cells? *N. Biotechnol.* **2010**, *27*, 837–843.
- Gómez-Ochoa, S.A.; Rojas, L.Z.; Echeverría, L.E.; Muka, T.; Franco, O.H. Global, Regional, and National Trends of Chagas Disease from 1990 to 2019: Comprehensive Analysis of the Global Burden of Disease Study. *Glob. Heart.* **2022**, *17*, 59.
- Dias, J.C.P.; Vinhaes, M.C.; Silveira, A.C.; Schofield, C.J.; Cardoso, B.; Coura, J.R. Pesquisas prioritárias sobre doença de Chagas na Amazônia: Agenda de curto-médio prazo. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* **2001**, *34*, 497–498.
- Monsalve-Lara, J.; Lilioso, M.; Valença-Barbosa, C.; Thyssen, P.J.; Miguel, D.C.; Limeira, C.; Gadelha, F.R.; Fontes, F.V.H.M.; Pires-Silva, D.; Dornak, L.L.; et al. The risk of oral transmission in an area of a Chagas disease outbreak in the Brazilian northeast evaluated through entomological, socioeconomic and schooling indicators. *Acta Trop.* **2021**, *215*, 105803.

8. Alevi, K.C.C.; Oliveira, J.; Rocha, D.S.; Galvão, C. Trends in taxonomy of Chagas disease vectors (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae): From Linnaean to integrative taxonomy. *Pathogens* **2021**, *10*, 1627.
9. Oliveira Correia, J.P.S.O.; Gil-Santana, H.R.; Dale, C.; Galvão, C. *Triatoma guazu* Lent and Wygodzinsky is a junior synonym of *Triatoma williamsi* Galvão, Souza and Lima. *Insects* **2022**, *13*, 591.
10. Gil-Santana, H.R.; Chavez, T.; Pita, S.; Panzera, F.; Galvão, C. *Panstrongylus noireaudi*, a remarkable new species of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) from Bolivia. *ZooKeys* **2022**, *1104*, 203–225.
11. Costa, J.; Dale, C.; Galvão, C.; Almeida, C.E.; Dujardin, J.P. Do the new triatomine species pose new challenges or strategies for monitoring Chagas disease? An overview from 1979–2021. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* **2021**, *116*, e210015.
12. Galvão, C.; Carcavallo, R.; Rocha, D.S.; Jurberg, J. A checklist of the current valid species of the subfamily Triatominae Jeannel, 1919 (Hemiptera, Reduviidae) and their geographical distribution, with nomenclatural and taxonomic notes. *Zootaxa* **2003**, *202*, 1–36.
13. Vargas, A.; Malta, J.M.A.S.; Costa, V.M.; Del Grande, L.; Alves, C.R.V.; Cordeiro, G.S.; Aguiar, L.M.A.; Percio, J. Investigação de surto de doença de Chagas aguda na região extra-amazônica, Rio Grande do Norte, Brasil, 2016. *Cad. Saúde Pública* **2018**, *34*, e00006517.
14. Sampaio, G.H.F.; Silva, A.N.B.D.; Brito, C.R.D.N.; Honorato, N.R.M.; Oliveira, L.M.; Câmara, A.C.J.D.; Galvão, L.M.D.C. Epidemiological profile of acute Chagas disease in individuals infected by oral transmission in northern Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* **2020**, *53*, e20200088.
15. Galvão, C. *Vetores da Doença de Chagas no Brasil*, 1st ed.; Sociedade Brasileira de Zoologia: Curitiba, Brazil, 2014; 289p.
16. da Silva, A.N.B.; Diotaiuti, L.; Câmara, A.C.J.; Oliveira, P.I.C.; Galvão, L.M.C.; Chiari, E.; Souza, R.C.M. First report of *Psammolestes tertius* Lent & Jurberg, 1965 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in Rio Grande do Norte state, Brazil. *Check List* **2018**, *14*, 1109–1113.
17. Silva, D.R.; Jurberg, J.; Silva, A.; de Farias, M.C.G.; Galvão, C. Registration of new geographical distribution of *Panstrongylus geniculatus* (Latreille) 1811 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in Brazil. *Rev. Patol. Trop.* **2016**, *45*, 323–326.
18. Carcavallo, R.U.; Jurberg, J.; Lent, H.; Noireau, F.; Galvão, C. Phylogeny of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae). Proposals for taxonomic arrangements *Entom. Vect.* **2000**, *7*, 1–99.
19. Lent, H.; Wygodzinsky, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* **1979**, *163*, 123–520.
20. Abad-Franch, F.; Pavan, M.G.; Jaramillo, N.; Palomeque, F.S.; Dale, C.; Chaverra, D.; Monteiro, F.A. *Rhodnius barretti*, a new species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) from western Amazonia. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* **2013**, *108*, 92–99.
21. Borsatto, K.C.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Alevi, K.C.C. Identification Key for the Chagas Disease Vectors of Five Brazilian States, Based on Cytogenetic Data. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2019**, *100*, 303–305.
22. Borsatto, K.C.; Reis, Y.V.; Garcia, A.C.C.; Sousa, P.S.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Alevi, K.C.C. CytoKey: Identification Key for the Chagas Disease Vectors of the Largest Brazilian Urban Center (Sao Paulo State), Based on Cytogenetic Data. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2019**, *101*, 113–115.
23. Gonzalez-Britz, N.E.G.; Alevi, K.C.C.; Caris-Garcia, A.C.; Martinez-Purroy, C.E.; Galvão, C.; Carrasco, H.J. Chagas disease vectors of Paraguay: Entomoepidemiological aspects of *Triatoma sordida* (Stal, 1859) and development of an identification key for Paraguayan triatomines based on cytogenetics data. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2021**, *105*, 130–133.
24. Oliveira, J.; Rosa, J.A.; Alevi, K.C.C. Chagas Disease Vectors of Espírito Santo, Brazil: First Report of *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera, Triatominae) in the Brazilian State and Development of an Identification Key Based on Cytogenetic Data. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2021**, *104*, 653–655.
25. Ferreira, R.T.B.; Branquinho, M.R.; Cardarelli-Leite, P. Transmissão oral da doença de Chagas pelo consumo de açaí: Um desafio para a vigilância sanitária. *Vigil. Sanit. Deb.* **2014**, *2*, 4–11.
26. Shikanai-Yasuda, M.A.; Chapadeiro, E. Possible oral transmission of acute Chagas' disease in Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop.* **1991**, *33*, 351–357.
27. Shikanai-Yasuda, M.A.; Carvalho, N.B. Oral transmission of Chagas disease. *Clin. Infec. Dis.* **2012**, *54*, 845–852.
28. Benchimol-Barbosa, P.R. The oral transmission of Chagas' disease: An acute form of infection responsible for regional outbreaks. *Int. J. Card.* **2006**, *112*, 132–133.
29. Dias, J.P.; Bastos, C.; Araújo, E.; Mascarenhas, A.V.; Netto, E.; Grassi, M.F.; Silva, M.; Tatto, E.; Mendonça, J.; Araújo, R.F.; et al. Acute Chagas disease outbreak associated with oral transmission. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* **2008**, *41*, 296–300.
30. Cavalcanti, L.P.G.; Rolim, D.B.; Pires Neto, R.J.; Vilar, D.C.L.F.; Nogueira, J.O.L.; Pompeu, M.M.L.; Tiexeira, M.J.; Sousa, A.Q. Microepidemics of acute Chagas' disease by oral transmission in Ceará. *Cad. Saúde Colet.* **2009**, *17*, 911–921.
31. Alevi, K.C.C.; Moreira, F.F.F.; Jurberg, J.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Description of the diploid chromosome set of *Triatoma pintodiasi* (Hemiptera, Triatominae). *Genet. Mol. Res.* **2016**, *25*, 15.
32. Panzera, F.; Pérez, R.; Panzera, Y.; Ferrandis, I.; Ferreira, M.J.; Calleros, L. Cytogenetics and genome evolution in the subfamily Triatominae (Hemiptera, Reduviidae). *Cytogenet. Genome Res.* **2010**, *128*, 77–87.
33. Panzera, F.; Pita, S.; Nattero, J.; Panzera, Y.; Galvão, C.; Chavez, T.; Rojas De Arias, A.; Cardozo Téllez, L.; Noireau, F. Cryptic speciation in the *Triatoma sordida* subcomplex (Hemiptera, Reduviidae) revealed by chromosomal markers. *Parasit. Vect.* **2015**, *8*, 495.

34. Pita, S.; Lorite, P.; Nattero, J.; Galvão, C.; Alevi, K.C.C.; Teves, S.C.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Panzera, F. New arrangements on several species subcomplexes of *Triatoma* genus based on the chromosomal position of ribosomal genes (Hemiptera-Triatominae). *Infect. Genet. Evol.* **2016**, *43*, 225–231.
35. Oliveira, J.; Marcet, P.L.; Takiya, D.M.; Mendonça, V.J.; Belintani, T.; Barges, M.D.; Mateo, L.; Chagas, V.; Folly-Ramos, E.; Cordeiro-Estrela, P.; et al. Combined phylogenetic and morphometric information to delimit and unify the *Triatoma brasiliensis* species complex and the *Brasiliensis* subcomplex. *Acta Trop.* **2017**, *170*, 140–148.
36. Alevi, K.C.C.; Bittinelli, I.F.; Delgado, L.M.G.; Madeira, F.F.; Oliveira, J.; Lilioso, M.; Folly-Ramos, E.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Molecular cytotaxonomy of the *Triatoma brasiliensis* species subcomplex (Hemiptera, Triatominae). *Acta Trop.* **2020**, *201*, 105225.
37. Lima-Oliveira, T.M.; Fontes, F.V.H.M.; Lilioso, M.; Pires-Silva, D.; Teixeira, M.M.G.; Meza, J.G.V.; Harry, M.; Fileé, J.; Costa, J.; Valença-Barbosa, C.; et al. Molecular eco-epidemiology on the sympatric Chagas disease vectors *Triatoma brasiliensis* and *Triatoma petrochiae*: Ecotopes, genetic variation, natural infection prevalence by trypanosomatids and parasite genotyping. *Acta Trop.* **2020**, *201*, 105188.
38. Pinto, C.; Barreto, J.B. Uma nova espécie de “barbeiro” do Brasil, (*Triatoma petrochii* n.sp.). *Scienc. Med.* **1925**, *3*, 769.
39. Alevi, K.C.C.; Mendonça, P.P.; Pereira, N.P.; Fernandes, A.L.V.Z.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Analysis of spermiogenesis like a tool in the study of the triatomines of the *Brasiliensis* subcomplex. *Comp. Rendus Biolog.* **2013**, *336*, 46–50.
40. Alevi, K.C.C.; Guerra, A.L.; Imperador, C.H.L.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Biology of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera, Triatominae) During the Imaginal Molt. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2016**, *94*, 689–690.
41. Alevi, K.C.C.; Augusto, Y.; Oliveira, J.; Belintani, T.; Silva, L.A.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Reproductive aspects of Chagas disease vectors (Hemiptera, Triatominae) with anatomical teratologies. *Acta Trop.* **2018**, *185*, 251–254.
42. Alevi, K.C.C.; Castro, N.F.C.; Lima, A.C.C.; Ravazi, A.; Morielli-Souza, A.; Oliveira, J.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Nucleolar persistence during spermatogenesis of the genus *Rhodnius* (Hemiptera, Triatominae). *Cell Biol. Int.* **2014**, *38*, 977–980.
43. Madeira, F.F.; Borsatto, K.C.; Lima, A.C.C.; Ravazi, A.; Oliveira, J.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Alevi, K.C.C. Nucleolar Persistence: Peculiar Characteristic of Spermatogenesis of the Vectors of Chagas Disease (Hemiptera, Triatominae). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2016**, *95*, 1118–1120.
44. Ravazi, A.; Oliveira, J.; Campos, F.F.; Madeira, F.F.; Reis, Y.V.; Oliveira, A.B.B.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Rosa, J.A.; Galvão, C.; Alevi, K.C.C. Trends in evolution of the *Rhodniini* tribe (Hemiptera, Triatominae): Experimental crosses between *Psammolestes tertius* Lent & Jurberg, 1965 and *P. coreodes* Bergroth, 1911 and analysis of the reproductive isolating mechanisms. *Parasit. Vec.* **2021**, *14*, 350.
45. Pinotti, H.; Oliveira, J.; Ravazi, A.; Madeira, F.F.; Reis, Y.V.; Oliveira, A.B.B.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Rosa, J.A.; Alevi, K.C.C. Revisiting the hybridization processes in the *Triatoma brasiliensis* complex (Hemiptera, Triatominae): Interspecific genomic compatibility point to a possible recent diversification of the species grouped in this monophyletic complex. *PLoS ONE* **2021**, *16*, e0257992.
46. Alevi, K.C.C.; Pinotti, H.; Araújo, R.F.; Azeredo-Oliveira, M.T.V.; Rosa, J.A.; Mendonça, V.J. Hybrid collapse confirm the specific status of *Triatoma bahiensis* Sherlock and Serafim, 1967 (Hemiptera, Triatominae). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2018**, *98*, 475–477.
47. Pita, S.; Lorite, P.; Cuadrado, A.; Panzera, Y.; De Oliveira, J.; Alevi, K.C.C.; Rosa, J.A.; Freitas, S.P.C.; Gómez-Palacio, A.; Solari, A.; et al. High chromosomal mobility of rDNA clusters in holocentric chromosomes of Triatominae, vectors of Chagas disease (Hemiptera-Reduviidae). *Med. Vet. Entomol.* **2022**, *36*, 66–80.
48. Alevi, K.C.C.; Imperador, C.H.L.; Moreira, F.F.F.; Jurberg, J.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Differentiation between *Triatoma arthurneivai* and *Triatoma wygodzinskyi* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) using cytotaxonomy. *Gen. Mol. Res.* **2016**, *15*, gmr7869.
49. Schreiber, G.; Pellegrino, J. Eteropicnosi di autosomi come possibile meccanismo di speciazione. *Sci. Genet.* **1950**, *3*, 215–226.
50. Ueshima, N. Cytotaxonomy of the Triatominae (Reduviidae: Hemiptera). *Chromosoma* **1966**, *18*, 97–122.
51. Alevi, K.C.C.; Oliveira, J.; Moreira, F.F.F.; Jurberg, J.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Chromosomal characteristics and distribution of constitutive heterochromatin in the *Matogrossensis* and *Rubrovaria* subcomplexes. *Infect. Gen. Evol.* **2015**, *33*, 158–162.
52. Alevi, K.C.C.; Ravazi, A.; Franco-Bernardes, M.F.; Rosa, J.A.; Azeredo-Oliveira, M.T.V. Chromosomal evolution in the *pallens* group (Hemiptera, Triatominae). *Gen. Mol. Res.* **2015**, *14*, 12654–12659.
53. Silva, L.R.S.; Silva, M.B.A.; Oliveira, G.M.A.; Medeiros, C.A.; Oliveira, J.B. Entomological surveillance of Chagas disease vectors in the municipalities of the VIII Regional Health Management of Pernambuco State, Brazil, from 2012 to 2017. *Rev. Pan. Amaz. Saude* **2021**, *12*, e202100858.
54. Barbosa-Silva, A.N.; Souza, R.C.M.; Diotaiuti, L.; Aguiar, L.M.A.; Câmara, A.C.J.; Galvão, L.M.C.; Chiari, E. Synanthropic triatomines (Hemiptera: Reduviidae): Infestation, colonization, and natural infection by trypanosomatids in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* **2019**, *52*, e20190061.
55. Corrêa, R.R.; Espínola, H.N. Descrição de *Triatoma pseudomaculata*, nova espécie de triatomíneo de Sobral, Ceará (Hemiptera, Reduviidae). *Arq. Hig. Saude Publ.* **1964**, *29*, 115–127.
56. Lucena, D. Estudo sobre a Doença de Chagas no Nordeste do Brasil. *Rev. Brasil. Mal. Trop.* **1969**, *22*, 3–173.

MENEGUETTI, D.U.O. Atualidades em medicina tropical no Brasil: vetores. Strictu Sensu Editora, 9-37, 2020.

GALVÃO, C. **Vetores da doença de Chagas no Brasil**. Sociedade Brasileira de Zoologia, 2014.

GALVÃO, C.; JUSTI, S.A. An overview on the ecology of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae). **Acta Trop**, v. 151, p. 116–125, 2015.

GONZALEZ-BRITZ, N.E.G.; ALEVI, K.C.C.; CARIS-GARCIA, A.C.; MARTÍNEZ-PURROY, C.E.; GALVÃO, C.; CARRASCO, H.J. Chagas disease vectors of Paraguay: entomoepidemiological aspects of *Triatoma sordida* (Stål, 1859) and development of an identification key for Paraguayan triatomines based on cytogenetics data. **Am J Trop Med Hyg**, v. 105, p. 130–133, 2021.

GOURBIÈRE, S.; DORN, P.; TRIPET, F.; DUMONTEIL, E. Genetics and evolution of triatomines: from phylogeny to vector control. **Heredity**, v. 108, p. 190–202, 2012.

LAZZARI, C.R.; LORENZO, M.G. Exploiting triatomine behaviour: alternative perspectives for their control. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 104, p. 65–70, 2009.

LENT, H.; WYGODZINSKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas' disease. **Bull Am Mus Nat Hist**, v. 163, p. 123–520, 1979.

OLIVEIRA, J.; ROSA, J.A.; ALEVI, K.C.C. Chagas Disease Vectors of Espírito Santo, Brazil: First Report of *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera, Triatominae) in the Brazilian State and Development of an Identification Key Based on Cytogenetic Data. **Am J Trop Med Hyg**, v. 104, p. 653–655, 2021.

PANZERA, F.; PÉREZ, R.; PAZNERA, Y.; FERRANDIS, I.; FERREIRO, M.J.; CALLEROS, L. Cytogenetics and Genome Evolution in the Subfamily Triatominae (Hemiptera, Reduviidae). **Cytogen Gen Res**, v. 128, p. 77–87, 2010.

PITA, S.; LORITE, P.; NATTERO, J.; GALVÃO, C.; ALEVI, K.C.C.; TEVES, S.C.; et al. New arrangements on several species subcomplexes of *Triatoma* genus based on the chromosomal position of ribosomal genes (Hemiptera - Triatominae). **Infect Genet Evol**, v. 43, p. 225–231, 2016.

RASSI JR, A.R.; RASSI, A.; MARIN-NETO, J.A. Chagas disease. **Lancet**, v. 375, p. 1388–1402, 2010.

WHO. **Chagas disease**. Disponível em < [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))>. Acesso 30/07/2021.

4. CONCLUSÃO

Com base nas chaves dicotômicas desenvolvidas com dados citogenéticos, todas as espécies de triatomíneos notificadas nos estados de PE e RN puderam ser diferenciadas. O desenvolvimento de chaves alternativas mostra-se de grande importância para a comunidade científica e, principalmente, os sanitaristas que atuam no controle de vetores desses estados, auxiliando-os na correta identificação de espécies que apresentam semelhanças morfológicas (como *Triatoma brasiliensis* e *T. petrocchiae*) e, principalmente, de espécies que já foram identificadas de forma errada (como *T. pseudomaculata* que já foi identificada como *T. maculata* em ambos os estados).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEVI, K.C.C., et al. Trends in taxonomy of Chagas disease vectors (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae): From Linnaean to integrative taxonomy. *Pathogens*, v. 10, p. 1627, 2021.

BENCHIMOL-BARBOSA, P.R. The oral transmission of Chagas' disease: an acute form of infection responsible for regional outbreaks. *International Journal of Cardiology*, v. 112, 132-133, 2006.

BORSATTO, K.C., et al. CytoKey: Identification Key for the Chagas Disease Vectors of the Largest Brazilian Urban Center (São Paulo State), Based on Cytogenetic Data. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 101, p. 113-115, 2019.

BORSATTO, K.C., et al. Identification Key for the Chagas Disease Vectors of Five Brazilian States, Based on Cytogenetic Data. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 100, p. 303-305, 2019.

BRITZ, N.E.G., et al. Chagas disease vectors of Paraguay: entomoepidemiological aspects of *Triatoma sordida* (Stål, 1859) and development of an identification key for Paraguayan triatomines based on cytogenetics data. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 105, p. 130-133, 2021.

CARCAVALLO, et al. Phylogeny of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae). Proposals for taxonomic arrangements. Entomologia y Vectores, v. 7, p. 1-99, 2000.

COURA, J.R. The main sceneries of Chagas disease transmission. The vectors, blood and oral transmissions - A comprehensive review. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 110, p. 277-282, 2015.

da SILVA, A.N.B., et al. First report of *Psammolestes tertius* Lent & Jurberg, 1965 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in Rio Grande do Norte state, Brazil. Check List, v. 14, p. 1109–1113, 2018.

FUENTES-VICENTE, J.A., et al. What makes an effective Chagas disease vector? Factors underlying *Trypanosoma cruzi*-triatomine interactions. Acta Tropica, v. 183, p. 23-31, 2018.

GALVÃO, C. Vetores da doença de chagas no Brasil. 2014.

GIL-SANTANA, H.R., et al. *Panstrongylus noireau*, a remarkable new species of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) from Bolivia. ZooKeys, v. 1104, p. 203–225, 2022.

LENT, H.; WYGODZYNSKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera – Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas' disease. Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 163, p. 123-520, 1979.

OLIVEIRA CORREIA, J.P.S.O., et al. *Triatoma guazu* Lent and Wygodzinsky is a junior synonym of *Triatoma williamsi* Galvão, Souza and Lima. Insects, v. 13, p. 591, 2022.

OLIVEIRA, J., et al. Chagas Disease Vectors of Espírito Santo, Brazil: First Report of *Triatoma infestans* (Klug, 1834) (Hemiptera, Triatominae) in the Brazilian State and Development of an Identification Key Based on Cytogenetic Data. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 104, p. 653-655, 2021.

SAMPAIO, G.H.F., et al. Epidemiological profile of acute Chagas disease in individuals infected by oral transmission in northern Brazil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 53, p. e20200088, 2020.

SHIKANAI-YASUDA, et al. Possible oral transmission of acute Chagas' disease in Brazil. Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo, v. 33, p. 351-357, 1991.

SHIKANAI-YASUDA, M.A., CARVALHO, N.B. Oral transmission of Chagas disease. Clinical Infectious Diseases, v. 54, p. 845–852, 2012.

SILVA, D.R.; et al. Registration of new geographical distribution of *Panstrongylus geniculatus* (Latreille) 1811 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in Brazil. Revista de Patologia Tropical, v. 45, p. 323–326, 2016.

VARGAS, A. Investigação de surto de doença de Chagas aguda na região extra-amazônica, Rio Grande do Norte, Brasil, 2016. Caderno de Saúde Pública, v. 34, p. 1-8, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021. Chagas disease (American trypanosomiasis). Disponível em: [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)). Acesso em 11 de maio de 2021.