

UFRRJ
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

TESE

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE TRIATOMÍNEOS, ÍNDICES
DE DISPERSÃO E ASPECTOS DA INFECÇÃO NATURAL POR
Trypanosoma cruzi ASSOCIADOS ÀS CARACTERÍSTICAS
DOMICILIARES E ÀS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E
AMBIENTAIS DA REGIÃO DO CARIRI, ESTADO DO CEARÁ**

Thiago Bernardo Pedro

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE TRIATOMÍNEOS, ÍNDICES
DE DISPERSÃO E ASPECTOS DA INFECÇÃO NATURAL POR
Trypanosoma cruzi ASSOCIADOS ÀS CARACTERÍSTICAS
DOMICILIARES E ÀS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E
AMBIENTAIS DA REGIÃO DO CARIRI, ESTADO DO CEARÁ**

THIAGO BERNARDO PEDRO

Sob a Orientação do Professor
Wagner de Souza Tassinari

e Coorientação da D.Sc.
Danielle Misael de Sousa

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Seropédica, RJ
19 de Maio de 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P372d Pedro, Thiago Bernardo, 1989-
Distribuição geográfica de triatomíneos, índices de dispersão e aspectos da infecção natural por *Trypanosoma cruzi* associados às características domiciliares e às condições socioeconômicas e ambientais da região do Cariri, estado do Ceará / Thiago Bernardo Pedro. - Seropédica, 2020.
77 f.: il.

Orientador: Wagner de Souza Tassinari.
Tese (Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2020.

1. Triatominae. 2. *Trypanosoma cruzi*. 3. Doença de Chagas. 4. Análise espacial. 5. Ceará. I. Tassinari, Wagner de Souza, 1976-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



ATA Nº 1168/2022 - PPGCV (12.28.01.00.00.00.50)

Nº do Protocolo: 23083.022389/2022-91

Seropédica-RJ, 11 de abril de 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

THIAGO BERNARDO PEDRO

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

TESE APROVADA EM 19/05/2020

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese/dissertação.

(Assinado digitalmente em 11/04/2022 16:30)
ADRIANA OLIVEIRA ANDRADE
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptM (12.28.01.00.00.00.63)
Matricula: 2619473

(Assinado digitalmente em 12/04/2022 11:28)
CLAUDIA BEZERRA DA SILVA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPA (12.28.01.00.00.00.55)
Matricula: 3103528

(Assinado digitalmente em 12/04/2022 15:45)
MARISTELA PECKLE PEIXOTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPA (12.28.01.00.00.00.55)
Matricula: 3103478

(Assinado digitalmente em 11/04/2022 19:18)
WAGNER DE SOUZA TASSINARI
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptM (12.28.01.00.00.00.63)
Matricula: 2545823

(Assinado digitalmente em 12/04/2022 19:30)
JACENIR REIS DOS SANTOS MALLETT
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 710.008.957-34

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 1168, ano: 2022, tipo: ATA, data de emissão: 11/04/2022 e o código de verificação: 25caa0b828

*“Cheguei à conclusão de que não necessitamos perguntar nada a ninguém.
Com o decorrer do tempo vamos tomando conhecimento de tudo.”*

Carolina Maria de Jesus

*À minha mãe,
Aparecida,*

*Ao meu padrasto,
Marcos José e*

*À minha avó,
Telma*

*Pelo amor incondicional
e todo o apoio e compreensão.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado o privilégio de ter tido acesso à saúde e educação de qualidade, especialmente em um país onde pessoas como eu, na sua grande maioria, vivem à margem da sociedade.

Agradeço à minha mãe, pela dedicação e esforço em prover tudo de melhor para mim, muitas vezes deixando de realizar seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Muito obrigado, mãe!

Agradeço à minha família, e especialmente ao meu padrasto, Marcos José, por todo o apoio e incentivo.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Wagner Tassinari, por todos esses anos de amizade, confiança, respeito, atenção e paciência. Tem sido muito bom trabalhar com você durante todo esse tempo.

À minha coorientadora, Prof.^a Dr.^a Danielle Misael, pelo carinho, pela amizade e pela confiança em ceder os dados da sua tese para que eu pudesse utilizá-los.

À minha grande amiga Tássia Furtado, pela generosidade, atenção e carinho que sempre teve comigo, desde quando cheguei à Rural.

À minha querida amiga Michele Bahia, pela companhia e pelo apoio, nas horas mais difíceis e nas mais alegres. E também por ter sido minha grande companheira nos rôles dentro e fora da Rural.

Aos amigos Marcio Barizon, Aline Moreno, Paulo Cesar Magalhães, Matheus Cordeiro, Andrea Kill, e tantos outros que fizeram essa caminhada comigo, sempre me dando suporte e me estimulando a seguir em frente.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, por ter me dado a oportunidade de obter mais este título.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa e da participação em eventos científicos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me acolhido tão bem e ter se tornado a minha segunda casa, onde vivi momentos tão felizes ao lado de pessoas incrivelmente maravilhosas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu estivesse aqui, agora, escrevendo este texto.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Gratidão eterna!

BIOGRAFIA

THIAGO BERNARDO PEDRO, filho de **Aparecida Bernardo Machado Pedro** e **Antônio Claudio Machado Pedro**, nascido na cidade de Nova Friburgo, estado do Rio de Janeiro.

Em 1992 iniciou sua vida escolar no Colégio Nossa Senhora das Mercês, em Nova Friburgo, onde cursou desde a pré-escola até o Ensino Médio, finalizando-o em 2006.

Ingressou, no início de 2007, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), município de Campos dos Goytacazes/RJ, no curso de Medicina Veterinária. Durante a graduação, foi bolsista de apoio acadêmico – FAPERJ/UENF no Protocolo da Reitoria. Após isso, foi bolsista de monitoria – FAPERJ/UENF nas disciplinas Histologia Veterinária (curso de Medicina Veterinária) e Histologia e Embriologia Veterinária (curso de Zootecnia). Em setembro de 2009, tornou-se bolsista de iniciação científica – CNPq, função que exerceu até fevereiro de 2012, no laboratório de Virologia e Viroses da UENF.

Realizou estágio supervisionado de 590 horas, entre novembro de 2011 e março de 2012, no laboratório de Epidemiologia do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Apresentou monografia de final de curso intitulada “Identificação, Caracterização e Mapeamento de Abrigos de Morcegos Hematófagos *Desmodus rotundus* no Norte-Noroeste Fluminense e Sul Capixaba”. Obteve o título de bacharel em Medicina Veterinária em abril de 2012.

Ingressou, em março de 2013, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRRJ, na linha de pesquisa em Epidemiologia Veterinária, como bolsista de mestrado – CNPq. Apresentou a dissertação intitulada “Estudo dos Fatores Climáticos e Ambientais Associados à Ocorrência de Carrapatos *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae) Adultos na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro”. Obteve o título de Mestre em Ciências Veterinárias em fevereiro de 2015.

No final de 2015, obteve o título de Especialista em Estatística Aplicada, após ter concluído o curso de especialização em Estatística Aplicada, pela UFRRJ.

Após aprovação em 1º lugar em processo seletivo de provas e títulos, trabalhou como médico veterinário no Núcleo de Apoio à Saúde da Família – NASF, entre 2015 e 2016, em Minas Gerais.

Retornou, em março de 2016, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRRJ, como bolsista de doutorado – CNPq. Participou de diversos eventos científicos pelo país, tendo recebido prêmios de apresentação de trabalho na UFRRJ e na UFF.

RESUMO GERAL

BERNARDO-PEDRO, Thiago. **Distribuição geográfica de triatomíneos, índices de dispersão e aspectos da infecção natural por *Trypanosoma cruzi* associados às características domiciliares e às condições socioeconômicas e ambientais da região do Cariri, estado do Ceará.** 2020. 77 p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Os triatomíneos são responsáveis pela transmissão vetorial da doença de Chagas, que afeta entre 6 e 8 milhões de pessoas na América Latina continental, com uma incidência de 28 mil casos por ano. No estado do Ceará, a predominância da caatinga, além de uma área rural com habitações humanas precárias, fornece diversos tipos de abrigos para esses insetos. No presente estudo, foram avaliados a distribuição geográfica, os índices de dispersão e a infecção natural por *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos coletados na região do Cariri, no extremo sul do estado do Ceará, e sua associação com características domiciliares, socioeconômicas e ambientais da área de estudo. Os maiores índices de dispersão foram verificados em Antonina do Norte e Potengi. Foi encontrada correlação significativa entre a dispersão de triatomíneos e variáveis de trabalho, renda e condições ambientais dos municípios estudados. A espécie *Triatoma pseudomaculata* representou a maior parte dos espécimes capturados durante o período do estudo. No ambiente intradomiciliar, a maioria dos triatomíneos coletados foram identificados como *Triatoma brasiliensis* ou *Triatoma pseudomaculata*. Os municípios de Farias Brito e Potengi apresentaram as maiores taxas de triatomíneos capturados para cada 10 mil habitantes. As espécies *Panstrongylus megistus* e *Rhodnius nasutus* apresentaram os maiores índices médios de infecção natural. Em Farias Brito e Potengi, a maioria dos domicílios com triatomíneos positivos para *Trypanosoma cruzi* possuía banheiro externo, poleiro, presença de gatos, presença de cachorros e galinheiro. No entanto, não foi encontrada associação significativa entre as características dos domicílios e a positividade para *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos. Os resultados obtidos reforçam a importância da vigilância entomológica para os vetores da doença de Chagas em áreas endêmicas do Nordeste brasileiro.

Palavras-chave: Doença de Chagas. Triatominae. Vigilância entomológica.

GENERAL ABSTRACT

BERNARDO-PEDRO, Thiago. **Triatomine geographical distribution, dispersion rates and aspects of *Trypanosoma cruzi* natural infection associated with dwelling characteristics and with socioeconomic and environmental conditions in the Cariri region, state of Ceará.** 2020. 77 p. Thesis (Doctor Scientiae in Veterinary Sciences). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

Triatomines are responsible for the vector transmission of Chagas disease, which affects between 6 and 8 million people in continental Latin America, with an incidence of 28 thousand cases per year. In the state of Ceará, the predominance of Caatinga, besides a rural area with precarious human habitations, provides several types of shelters for these insects. In the present study, we evaluated the geographical distribution, the dispersion rates and the natural *Trypanosoma cruzi* infection in triatomines collected in the Cariri region, southern Ceará, and their association with dwelling, socioeconomic and environmental characteristics. The highest dispersion rates were registered in Antonina do Norte and Potengi. We found significant correlation between triatomine dispersion and income, work and environmental variables in the municipalities. The species *Triatoma pseudomaculata* represented most of the specimens captured during the study period. In the domestic environment, most of the collected triatomines were identified as *Triatoma brasiliensis* or *Triatoma pseudomaculata*. The municipalities of Farias Brito and Potengi registered the highest triatomine rates for each 10 thousand inhabitants. The species *Panstrongylus megistus* and *Rhodnius nasutus* presented the highest mean indexes for *Trypanosoma cruzi* natural infection. In Farias Brito and Potengi, most of the dwellings where *Trypanosoma cruzi*-positive triatomines were captured had external bathroom, perch, cats, dogs and hen houses. However, we did not find significant association between the characteristics of the domiciles and the positivity for *Trypanosoma cruzi* in triatomines. Our results reinforce the importance of the entomological surveillance for Chagas disease vectors in endemic areas in the Brazilian northeast.

Key words: Chagas disease. Triatominae. Entomological surveillance.

OBJETIVO GERAL

Analisar a distribuição geográfica de triatomíneos (Hemiptera: Reduviidae), avaliar seus índices de dispersão e verificar os principais aspectos da infecção natural por *Trypanosoma cruzi*, associando estes resultados às características domiciliares e às condições socioeconômicas e ambientais encontradas nos municípios que integram a região do Cariri, no sul do estado do Ceará.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – ÍNDICES DE DISPERSÃO DE TRIATOMÍNEOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NO NORDESTE DO BRASIL, NO PERÍODO 2009-2013

Tabela 1.	Coefficientes de correlação linear de Pearson e os respectivos intervalos, com 95% de confiança, para representar a associação entre variáveis socioeconômicas e ambientais e as estimativas bayesianas locais dos índices de dispersão de triatomíneos, nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013.	14
------------------	--	----

CAPÍTULO II – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E INFECÇÃO NATURAL POR *Trypanosoma cruzi* EM TRIATOMÍNEOS NA REGIÃO DO CARIRI, NO NORDESTE DO BRASIL, DE 2009 A 2013

Tabela 1.	Total de triatomíneos coletados por ano, entre 2009 e 2013, na região do Cariri, Ceará.	31
Tabela 2.	Total de triatomíneos coletados em cada um dos 13 municípios da região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.	32
Tabela 3.	Total de triatomíneos coletados em ambiente de intradomicílio, em cada um dos 13 municípios da região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.	33
Tabela 4.	Índices de infecção natural (%) por <i>Trypanosoma cruzi</i> nos triatomíneos coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.	37

CAPÍTULO III – RELAÇÃO ENTRE A POSITIVIDADE PARA *Trypanosoma cruzi* EM TRIATOMÍNEOS E CARACTERÍSTICAS PERIDOMICILIARES E DOMICILIARES EM DOIS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO CARIRI

Tabela 1.	Frequência de distribuição dos domicílios pesquisados em relação às variáveis categóricas não-dicotômicas.	62
Tabela 2.	Frequência de distribuição dos domicílios pesquisados em relação às variáveis categóricas dicotômicas.	64
Tabela 3.	Análise bivariada entre a positividade para <i>T. cruzi</i> e as variáveis dicotômicas.	66
Tabela 4.	Análise bivariada entre a positividade para <i>T. cruzi</i> e a variável “Localidade”.	67
Tabela 5.	Análise bivariada entre a positividade para <i>T. cruzi</i> e a variável “Tipo de parede”.	68

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – ÍNDICES DE DISPERSÃO DE TRIATOMÍNEOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NO NORDESTE DO BRASIL, NO PERÍODO 2009-2013

- Figura 1.** Índices de dispersão de triatomíneos para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013. As caixas representam a variabilidade dos índices de dispersão para cada município, e os pontos representam índices isolados. 9
- Figura 2.** Gráficos de violino dos índices de dispersão de triatomíneos nos 5 anos de estudo, para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013. 10
- Figura 3.** Mapa da altitude média para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará. 11
- Figura 4.** Mapas dos índices de dispersão de triatomíneos entre 2009 e 2013 e da média para o período, nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará. 12
- Figura 5.** Índices de dispersão de triatomíneos e estimativas bayesianas globais e locais para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013. 13
- Figura 6.** Mapas das estimativas bayesianas globais e locais dos índices de dispersão de triatomíneos para a média do período 2009-2013, nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará. 13
- Figura 7.** Mapas de percentual da população ocupada, nota do IDEB nos anos iniciais do ensino fundamental, percentual das receitas oriundas de fontes externas, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (MHDI), percentual da população com esgotamento sanitário adequado e percentual de domicílios urbanos em face de quadra com arborização, de acordo com o IBGE, para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará. 15

CAPÍTULO II – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E INFEÇÃO NATURAL POR *Trypanosoma cruzi* EM TRIATOMÍNEOS NA REGIÃO DO CARIRI, NO NORDESTE DO BRASIL, DE 2009 A 2013

- Figura 1.** Espécimes de *Triatoma brasiliensis* (A) e *Triatoma pseudomaculata* (B). 26
- Figura 2.** Espécimes de *Panstrongylus lutzi* (A) e *Panstrongylus megistus* (B). 26
- Figura 3.** Espécime de *Rhodnius nasutus*. 27
- Figura 4.** Mapa da altitude média dos 13 municípios da região do Cariri, Ceará. 28
- Figura 5.** Mapas das taxas (por 10 mil habitantes) de *Rhodnius nasutus*, *Triatoma brasiliensis*, *Triatoma pseudomaculata*, *Panstrongylus lutzi* e *Panstrongylus megistus* capturados em cada um dos municípios da região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 36
- Figura 6.** Gráficos de violino dos índices de infecção das cinco espécies de triatomíneos coletadas na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013; PL = *Panstrongylus lutzi*, PM = *Panstrongylus megistus*, RN = *Rhodnius nasutus*, TB = *Triatoma brasiliensis*, TP = *Triatoma pseudomaculata*. 38
- Figura 7.** Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Rhodnius nasutus* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 39
- Figura 8.** Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Triatoma brasiliensis* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 40
- Figura 9.** Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Triatoma pseudomaculata* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 41
- Figura 10.** Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Panstrongylus lutzi* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 42
- Figura 11.** Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Panstrongylus megistus* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 43
- Figura 12.** Índices de infecção natural por *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos coletados nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013. As caixas representam a variabilidade dos índices de infecção das espécies de triatomíneo capturadas, e os pontos representam índices isolados. 44

- Figura 13.** Mapa do índice médio de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 45
- Figura 14.** *Heatmap* da correlação entre os índices de infecção natural por *Trypanosoma cruzi* e as variáveis socioeconômicas e ambientais, na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013. 46

CAPÍTULO III – RELAÇÃO ENTRE A POSITIVIDADE PARA *Trypanosoma cruzi* EM TRIATOMÍNEOS E CARACTERÍSTICAS PERIDOMICILIARES E DOMICILIARES EM DOIS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO CARIRI

- Figura 1.** Localização e altitude média da região do Cariri, Ceará, com destaque para os municípios de Farias Brito e Potengi. 60
- Figura 2.** Frequência do número de cômodos presentes nos domicílios pesquisados. 63
- Figura 3.** Frequência do número de moradores presentes nos domicílios pesquisados. 63
- Figura 4.** Número de cômodos em relação à presença ou ausência de triatomíneos infectados por *Trypanosoma cruzi* nas residências. As caixas representam a variabilidade do número de cômodos. 69
- Figura 5.** Número de moradores em relação à presença ou ausência de triatomíneos infectados por *Trypanosoma cruzi* nas residências. As caixas representam a variabilidade do número de moradores. 69

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I – ÍNDICES DE DISPERSÃO DE TRIATOMÍNEOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NO NORDESTE DO BRASIL, NO PERÍODO 2009-2013	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1 Caracterização da área de estudo	6
2.2 Origem dos dados	6
2.3 Análise estatística	7
3 RESULTADOS	9
4 DISCUSSÃO	16
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO II – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E INFECÇÃO NATURAL POR <i>Trypanosoma cruzi</i> EM TRIATOMÍNEOS NA REGIÃO DO CARIRI, NO NORDESTE DO BRASIL, DE 2009 A 2013	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.1 Caracterização da área de estudo	28
2.2 Coleta dos triatomíneos e avaliação da infecção natural por <i>T. cruzi</i>	29
2.3 Análise estatística	29
3 RESULTADOS	31
3.1 Características Gerais da Distribuição de Triatomíneos na Região do Cariri	31
3.2 Características Gerais da Infecção Natural por <i>T. cruzi</i> na Região do Cariri	36
4 DISCUSSÃO	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

CAPÍTULO III – RELAÇÃO ENTRE A POSITIVIDADE PARA <i>Trypanosoma cruzi</i> EM TRIATOMÍNEOS E CARACTERÍSTICAS PERIDOMICILIARES E DOMICILIARES EM DOIS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO CARIRI	56
1 INTRODUÇÃO	57
2 MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Caracterização da área de estudo	59
2.2 Origem dos dados	60
2.3 Análise estatística	61
3 RESULTADOS	62
4 DISCUSSÃO	70
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
CONCLUSÃO GERAL	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
ANEXO	77

INTRODUÇÃO GERAL

A doença de Chagas, também conhecida como tripanossomíase americana, é causada por *Trypanosoma cruzi*, um protozoário flagelado descrito primeiramente por Carlos Chagas no estado brasileiro de Minas Gerais, em 1909. Esta doença, considerada uma zoonose, é endêmica em 21 países das Américas, onde afeta aproximadamente 6 milhões de pessoas, com 70 milhões de indivíduos expostos ao risco de infecção. A incidência de doença de Chagas nas Américas gira em torno de 30 mil casos por ano.

Os insetos que transmitem *T. cruzi* pertencem à subfamília Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), composta por membros exclusivamente hematófagos em todos os estádios ninfais e na vida adulta.

Na subfamília Triatominae, há 152 espécies agrupadas em 18 gêneros, que contêm 5 tribos. O estado do Ceará é coberto predominantemente por ecorregião de Caatinga, com uma ampla área rural e habitações humanas precárias. Esses fatores favorecem a ocorrência de alguns triatomíneos de importância em saúde pública, como *Triatoma brasiliensis* Neiva 1911, *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola 1964, *Panstrongylus lutzi* (Neiva & Pinto 1923), *Panstrongylus megistus* Burmeister 1835 e *Rhodnius nasutus* Stål 1859.

Embora os triatomíneos possam infectar-se com diferentes protozoários flagelados, a avaliação da infecção natural por *T. cruzi* nos ambientes silvestre, peridomiciliar e intradomiciliar constitui uma importante ferramenta para o controle da doença de Chagas.

A partir desse contexto, o primeiro capítulo desta tese teve o objetivo de investigar a distribuição espacial e temporal dos índices de dispersão de triatomíneos na região do Cariri, sul do Ceará, e apurar a possível associação entre estes índices e fatores socioeconômicos e ambientais. O segundo capítulo objetivou avaliar os aspectos da distribuição geográfica e infecção natural por *T. cruzi* em cinco espécies de triatomíneos capturadas na região do Cariri: *P. lutzi*, *P. megistus*, *R. nasutus*, *T. brasiliensis* e *T. pseudomaculata*. Por fim, o objetivo do terceiro capítulo foi analisar as possíveis associações entre a infecção natural por *T. cruzi* e características de peridomicílio e intradomicílio, em seis localidades rurais dos municípios de Farias Brito e Potengi, no sul do Ceará.

Os maiores índices de dispersão foram verificados em Antonina do Norte e Potengi. Foi encontrada correlação significativa entre a dispersão de triatomíneos e o percentual da população ocupada, o percentual de receitas dos municípios que advém de fontes externas, o percentual da população que vive sob condições sanitárias adequadas e o nível de arborização dos municípios.

A espécie *T. pseudomaculata* representou 74,41% dos espécimes capturados durante o período do estudo. No ambiente intradomiciliar, 91,44% dos triatomíneos coletados foram identificados como *T. brasiliensis* ou *T. pseudomaculata*. Os municípios de Farias Brito e Potengi apresentaram as maiores taxas de triatomíneos capturados para cada 10 mil habitantes. As espécies *P. megistus* e *R. nasutus* apresentaram os maiores índices médios de infecção natural por *T. cruzi*, 25% e 23,28%, respectivamente.

Foi observado que, dos domicílios com triatomíneos positivos para *T. cruzi*, 55,6% possuíam banheiro externo, 59,4% possuíam poleiro, em 62,5% havia a presença de gatos, em 75% havia a presença de cachorros, e 84,4% possuíam galinheiro. No entanto, não foi encontrada correlação significativa entre as características dos domicílios e a positividade para *T. cruzi* em triatomíneos.

A presente tese foi escrita em formato de artigo, composta por três capítulos, sendo cada um deles um artigo. O capítulo I foi publicado como artigo original na Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, sob o título “Triatomine dispersion rates and their association with socioeconomic and environmental conditions in Northeastern Brazil, from 2009 to 2013” (<https://doi.org/10.1590/S1678-9946201961047>). A capa do artigo encontra-se no Anexo desta tese. Os capítulos II e III serão enviados para publicação em breve, após a realização dos ajustes necessários.

CAPÍTULO I

ÍNDICES DE DISPERSÃO DE TRIATOMÍNEOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS NO NORDESTE DO BRASIL, NO PERÍODO 2009-2013

1 INTRODUÇÃO

A doença de Chagas, também conhecida como tripanossomíase americana, é causada por *Trypanosoma cruzi*, um protozoário flagelado descrito primeiramente por Carlos Chagas no estado brasileiro de Minas Gerais, em 1909. Esta doença, considerada uma antroponose, é endêmica em 21 países das Américas, onde afeta aproximadamente 6 milhões de pessoas, com 70 milhões de indivíduos expostos ao risco de infecção. A incidência de doença de Chagas nas Américas gira em torno de 30 mil casos por ano (PAHO, 2017).

Os insetos que transmitem *T. cruzi* pertencem à subfamília Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), composta por membros exclusivamente hematófagos em todos os estádios ninfais e na vida adulta (LENT; WYGODZISNKY, 1979).

No estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, os primeiros casos humanos da doença de Chagas foram diagnosticados, por xenodiagnóstico, em 1942 (ALENCAR, 1987). Nos anos 1980, a prevalência estimada de doença de Chagas humana no Ceará era de 0,84%, e havia indivíduos soropositivos em 93 dos 141 municípios do estado (CAMARGO et al., 1984). Entre 1990 e 1997, 35 pessoas vieram a óbito no estado em função da doença (DIAS et al., 2000). O último inquérito nacional de soroprevalência da doença de Chagas, que ocorreu entre 2001 e 2008, detectou seis crianças infectadas por *T. cruzi* no Ceará. Em dois desses casos, as condições indicaram provável transmissão vetorial (OSTERMAYER et al., 2011). Estimativas da Organização Mundial de Saúde baseadas em dados de 2010 indicam um total de 46 casos de doença de Chagas a cada ano, no Brasil (WHO, 2015), embora estima-se que apenas 10-20% dos casos sejam de fato notificados, o que corresponde ao histórico brasileiro de subnotificação de Chagas e de outras doenças cuja notificação é compulsória (DIAS et al., 2016).

Na subfamília Triatominae, há 152 espécies agrupadas em 18 gêneros, que contêm 5 tribos (JURBERG et al., 2014). O estado do Ceará é coberto predominantemente por ecorregião de Caatinga, com uma ampla área rural e habitações humanas precárias. Esses fatores favorecem a ocorrência de alguns triatomíneos de importância em saúde pública, como *Triatoma brasiliensis* Neiva 1911, *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola 1964, *Panstrongylus lutzi* (Neiva & Pinto 1923), *Panstrongylus megistus* Burmeister 1835 e *Rhodnius nasutus* Stål 1859 (FREITAS et al., 2007).

O desenvolvimento de estudos na região Nordeste justifica-se devido aos altos índices de infestação triatomínica (DIAS et al., 2000; GONÇALVES et al., 2009;

VALENÇA-BARBOSA et al., 2014a). Além disso, espécies que tinham papel secundário na transmissão de Chagas parecem estar se adaptando aos ambientes intradomiciliar e peridomiciliar, como *P. lutzii* e *R. nasutus* (DIAS et al., 2000; FREITAS et al., 2004). Dessa forma, o monitoramento entomológico torna-se fundamental para orientar as ações de controle da doença de Chagas.

Vigilância entomológica realizada entre 1998 e 2008 na região do Cariri apresentou altos índices de infestação triatomínica em localidades rurais. Naquele período, *T. brasiliensis* e *T. pseudomaculata* foram capturados no ambiente domiciliar e intradomiciliar, em todos os municípios da região e em todos os estágios de desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2009), o que faz com que a área se destaque em relação às demais áreas do estado.

Com isso, o objetivo do estudo foi analisar os índices de dispersão de triatomíneos a partir dos registros de coleta do programa de controle nos municípios da região do Cariri, estado do Ceará, entre 2009 e 2013, e verificar se a dispersão está ou não associada às condições socioeconômicas e ambientais dos municípios.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A região do Cariri está situada no extremo sul do estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil, entre as latitudes 6°41'40''N e 7°39'00''S, e longitudes 39°37'20''E e 40°30'00''W, em uma porção semiárida do estado. A região é formada por 13 municípios que pertencem à 20ª Coordenadoria Regional de Saúde (CRES) do Ceará. Estes municípios cobrem uma área de 8.885.668 km², com uma população estimada em 328.410 pessoas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010a). O clima é caracterizado por chuvas escassas e irregulares, pouca cobertura de nuvens, radiação solar intensa, altas taxas de evaporação e temperatura média em torno de 27° C. A vegetação predominante é de Caatinga. A região é formada pelos seguintes municípios: Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Assaré, Campos Sales, Crato, Farias Brito, Nova Olinda, Potengi, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas e Várzea Alegre.

2.2 Origem dos Dados

Equipes de combate a endemias dos municípios coletaram triatomíneos em ambientes de intra e peridomicílio, de 2009 a 2013. Os espécimes capturados foram enviados à Coordenadoria Regional de Saúde (CRES). A CRES, então, elaborou uma base de dados com os índices de dispersão ($I_d = \text{número de localidades positivas} / \text{número de localidades pesquisadas} \times 100$) para os cinco anos de estudo (2009-2013) e para cada município. Esta base de dados não está disponível em formato digital, e foi gentilmente cedida pela Secretaria da Saúde do Estado do Ceará.

As variáveis socioeconômicas e ambientais foram obtidas a partir de pesquisas nacionais, ao nível municipal, realizadas por institutos de pesquisa, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), Secretaria do Tesouro Nacional (STN) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). As seguintes variáveis socioeconômicas foram selecionadas: salário médio mensal dos trabalhadores formais (IBGE, 2015), percentual da população ocupada (IBGE, 2015), percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até ½ salário mínimo (IBGE, 2010a), taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade (IBGE, 2010a), nota do IDEB nos anos iniciais do ensino fundamental (INEP, 2015), nota do IDEB nos anos finais do ensino

fundamental (INEP, 2015), PIB per capita (IBGE, 2010b), percentual das receitas oriundas de fontes externas (STN, 2015) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2010). E as seguintes variáveis ambientais foram selecionadas: percentual da população com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010a), percentual de domicílios urbanos em face de quadra com arborização (IBGE, 2010a), percentual de domicílios urbanos em face de quadra com boca de lobo e pavimentação e meio-fio e calçada (IBGE, 2010a). Como esses dados eram secundários, a aprovação em comitê de ética em pesquisa para estudos envolvendo participantes humanos não foi exigida, de acordo com o Conselho Nacional de Saúde, Resolução 510/2016 (CNS, 2016).

2.3 Análise Estatística

Primeiramente foi realizada uma análise exploratória dos dados. Em seguida, foram gerados mapas temáticos referentes à altitude e aos índices de dispersão triatomínica (I_d) registrados nos municípios.

A cada ano os municípios foram divididos em três grupos: baixo, médio ou alto índice de dispersão. Para a definição dos grupos, levou-se em consideração todos os valores apresentados pelos 13 municípios ao longo do período 2009-2013. Esses valores foram divididos em dois quantis, que foram utilizados para a formação dos grupos, pois consideraram os índices de dispersão de triatomíneos naquela região e naquele período.

Como as unidades geográficas de análise (neste caso, os municípios) apresentaram tamanhos variados, a estimativa de taxas brutas não é apropriada, uma vez que o pequeno número de observações em algumas unidades leva a estimativas não representativas, com alta variabilidade. Os métodos de suavização bayesiana podem representar a solução para tal problema, ao incluir a localização geográfica do município como informação adicional, o que promove estimativas melhores. Essas metodologias de estatística espacial são denominadas Bayes empírico, pois os dados auxiliares são obtidos a partir da própria amostra (MARSHALL, 1991).

Devido à alta variabilidade dos índices de dispersão entre os municípios, nós utilizamos estimadores bayesianos globais e locais para calcular os índices de dispersão (DRUCK et al., 2004). O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos índices de dispersão e de suas respectivas estimativas bayesianas empíricas, bem como das demais variáveis. Para comparar os índices de dispersão com suas respectivas estimativas bayesianas empíricas, foi aplicado o teste de correlação de Pearson. O teste de Análise de Variância foi utilizado para verificar se houve ou não

variação da dispersão ao longo dos anos e entre os municípios estudados (VIEIRA, 2006; BUSSAB; MORETTIN, 2017).

Em seguida, foi utilizado o teste de Pearson para testar a associação entre variáveis socioeconômicas e ambientais e os índices de dispersão ajustados pelo estimador bayesiano, uma vez que as variáveis apresentaram distribuição normal.

Foram plotados mapas temáticos das variáveis socioeconômicas e ambientais que apresentaram correlação linear de Pearson significativa. Para todos os testes estatísticos foi considerado o nível de significância (α) de 5%.

O pacote estatístico R versão 3.3.2 (R CORE TEAM, 2016) foi utilizado para as análises estatísticas. Quantum GIS versão 2.18 (Las Palmas) (SHERMAN et al., 2011) foi utilizado na elaboração dos mapas. E o software GeoDa versão 1.12 (ANSELIN et al., 2006) foi usado para o cálculo das estimativas bayesianas e para rodar a análise estatística espacial.

3 RESULTADOS

Entre os 13 municípios estudados, Potengi foi o único a apresentar índices de dispersão acima de 50% em todos os anos da pesquisa. Os municípios de Assaré e Várzea Alegre apresentaram índices acima da metade em quatro dos cinco anos estudados. Salitre registrou índices de pelo menos 50% em três anos. Santana do Cariri e Tarrafas apresentaram índices acima da metade por duas vezes. Por outro lado, Crato e Nova Olinda foram os únicos municípios que não registraram índices de dispersão acima de 50% em nenhum ano. O município que registrou a maior média do índice de dispersão nos cinco anos de estudo foi Antonina do Norte ($I_d = 92.31$), seguido por Potengi ($I_d = 78.38$); Nova Olinda apresentou a menor média ($I_d = 20.62$), seguido pelo Crato ($I_d = 28.39$) (Figura 1).

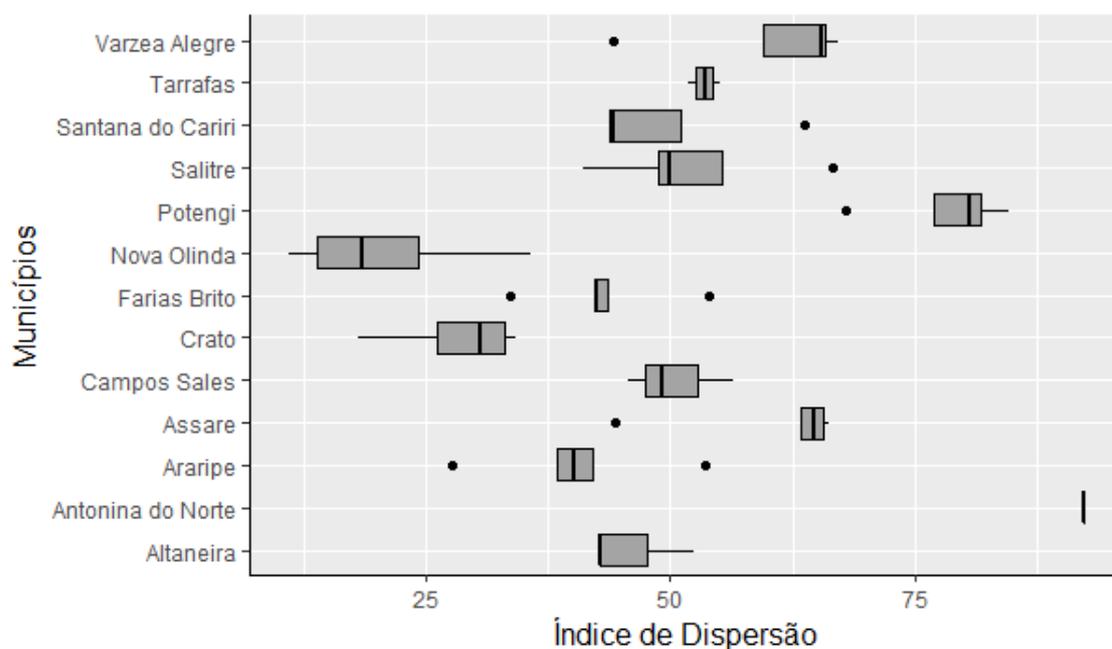


Figura 1. Índices de dispersão de triatomíneos para os 13 municípios que formam a 20^a CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013. As caixas representam a variabilidade dos índices de dispersão para cada município, e os pontos representam índices isolados. O município de Antonina do Norte enviou à CRES apenas os dados do ano de 2009.

Houve uma leve variação da média dos índices de dispersão ao longo dos anos de estudo (Figura 2). Os municípios de Antonina do Norte, Campos Sales, Crato e Tarrafas não enviaram dados de coleta completos à CRES.

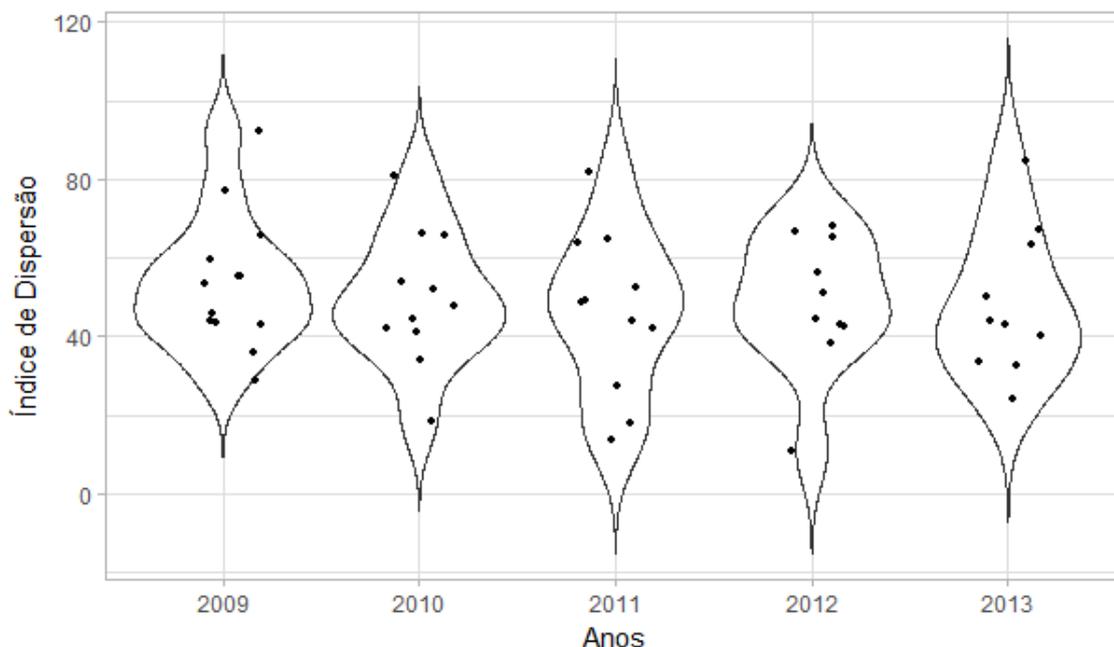


Figura 2. Gráficos de violino dos índices de dispersão de triatomíneos nos 5 anos de estudo, para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013.

De acordo com o quadro apresentado na figura 1.2 e com o resultado da Análise de Variância, não houve diferença significativa ($p\text{-valor} = 0.92$) entre os índices de dispersão ao longo do estudo. No entanto, para o mesmo período, foi constatada heterogeneidade nos índices de dispersão entre os municípios ($p\text{-valor} < 0.01$). A partir do teste de Tukey, nós observamos que os municípios de Antonina do Norte e Potengi, que apresentaram os índices de dispersão mais altos para o período, não diferiram um do outro, mas diferiram de quase todos os outros municípios. O mesmo ocorreu com Nova Olinda e Crato, pois esses municípios registraram os menores índices e não diferiram um do outro, mas diferiram praticamente de todos os demais.

Os municípios de Potengi, Assaré, Antonina do Norte e Várzea Alegre registraram os maiores índices de dispersão da região. Os primeiros três fazem divisa entre si e ficam na porção centro-norte da área de estudo. Potengi e Assaré estão localizados a oeste da Chapada do Araripe e pertencem à microrregião de mesmo nome. Ambos os municípios estão situados acima dos 450 metros de altitude (Figura 3). Os municípios de Antonina do Norte e Várzea Alegre pertencem à microrregião de Várzea Alegre e estão acima de 300 metros de altitude. Várzea Alegre é o segundo município mais populoso da área de estudo, com 38.434 habitantes.

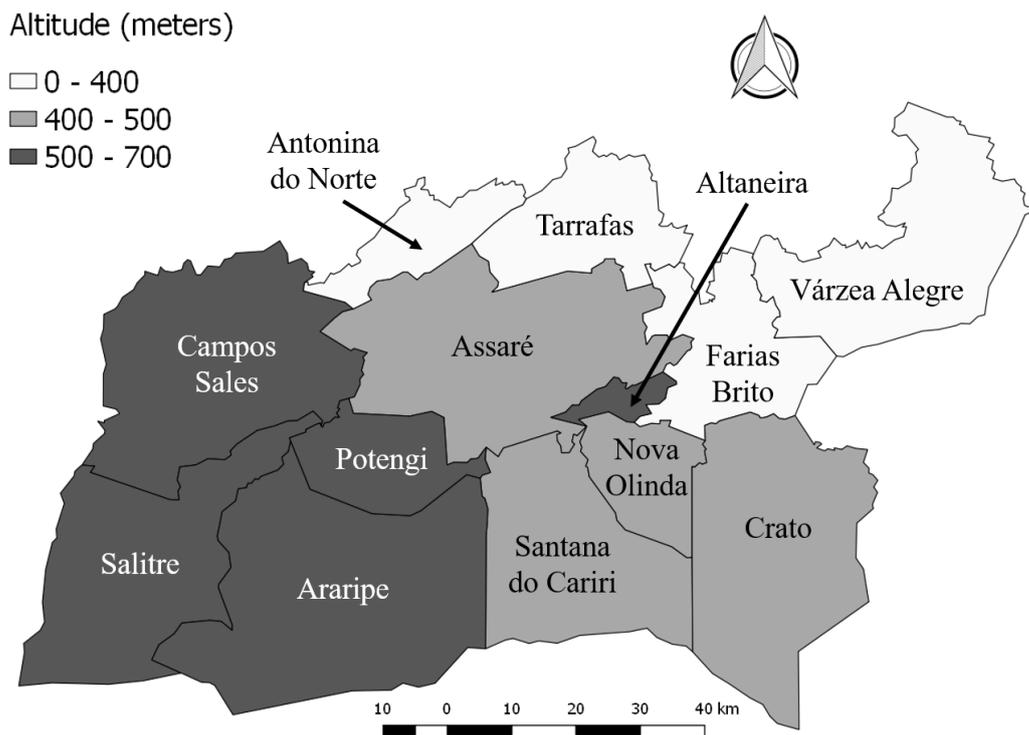


Figura 3. Mapa da altitude média para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará.

Araripe, Campos Sales e Salitre são os municípios mais altos da área de estudo, pois estão localizados entre 570 e 680 metros de altitude. Eles apresentaram índices médios de dispersão para a região. Os municípios do Crato e Nova Olinda registraram os menores índices, sempre abaixo de 40%. Ambos os municípios pertencem à Região Metropolitana do Cariri (RMC) e estão na porção mais economicamente ativa da área de estudo, sendo o Crato o mais populoso entre os municípios estudados, com 121.428 habitantes.

O município de Potengi foi o único a ser incluído no grupo de alto índice de dispersão em todos os anos. Assaré e Várzea Alegre apresentaram altos índices em quatro dos cinco anos. Os municípios do Crato e Nova Olinda registraram, em todos os anos de estudo, baixos índices de dispersão. Em 2009, seis municípios compunham o grupo de alto índice de dispersão, contra apenas três no último ano do estudo (Figura 4).

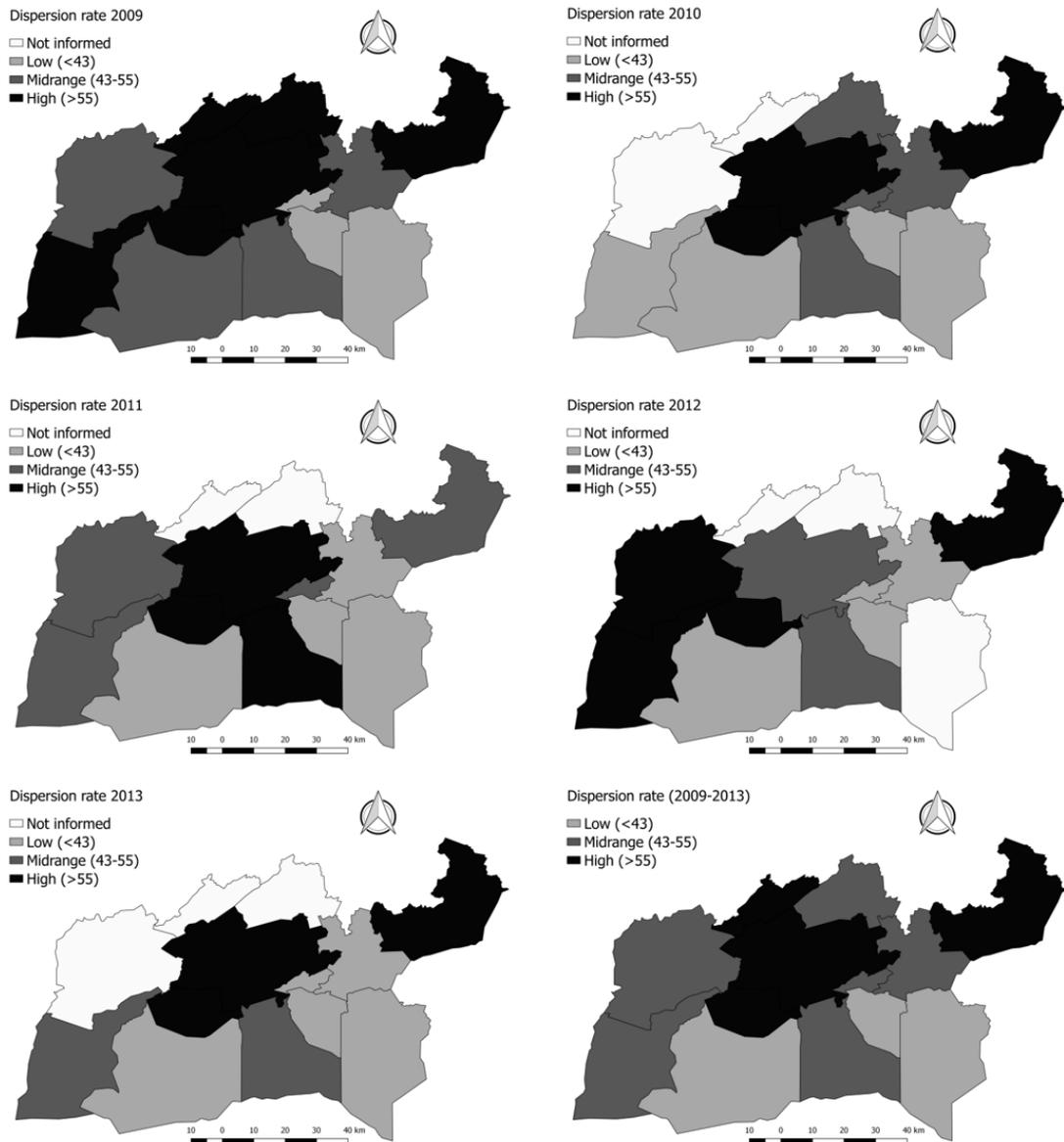


Figura 4. Mapas dos índices de dispersão de triatomíneos entre 2009 e 2013 e da média para o período, nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará.

Como foi verificada alta variabilidade dos índices de dispersão, nós calculamos estimativas bayesianas empíricas globais e locais para todos os anos de estudo (Figura 5). Tais estimativas foram comparadas entre si e também com os índices brutos, a fim de checar se havia ou não correlação. Houve correlação positiva significativa ($\alpha = 5\%$) entre as estimativas bayesianas globais e os índices brutos ($\rho rho = 0.95$), entre as estimativas bayesianas locais e os índices brutos ($\rho rho = 0.92$), e entre as estimativas globais e locais ($\rho rho = 0.97$).

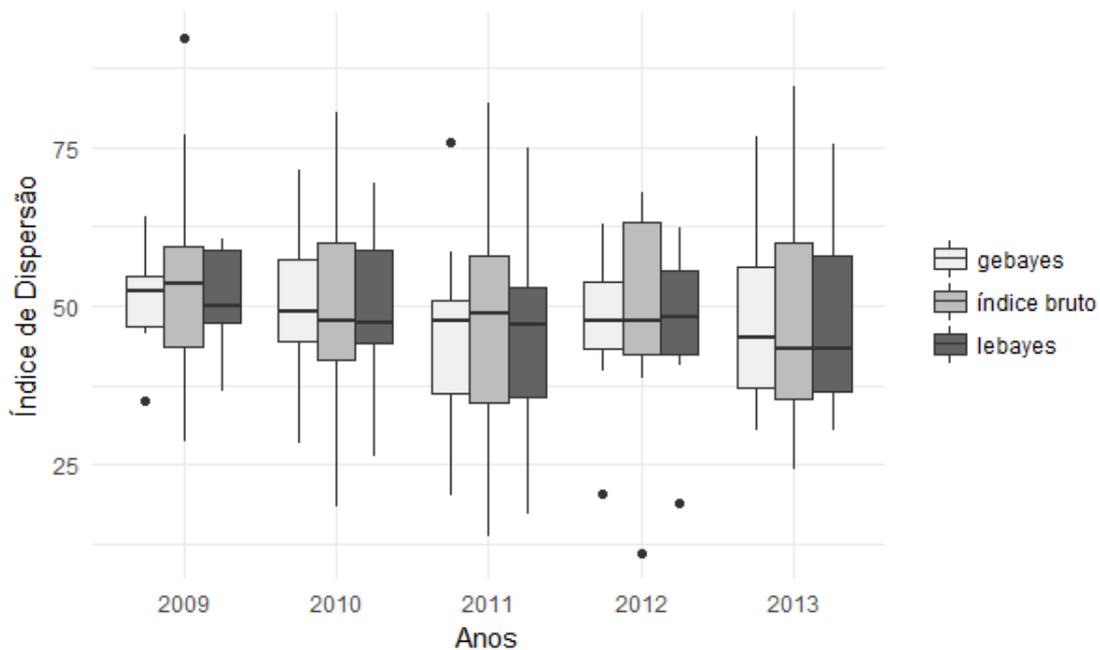


Figura 5. Índices de dispersão de triatomíneos e estimativas bayesianas globais e locais para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013.

As estimativas bayesianas promoveram uma mudança sutil nos mapas temáticos. O município de Farias Brito mudou do grupo de médio índice de dispersão para o de baixo índice. Em relação aos Bayes empírico local, o município de Várzea Alegre mudou do grupo de alto índice de dispersão para o grupo de médio índice, provavelmente devido aos efeitos espaciais do Bayes local (Figura 6).

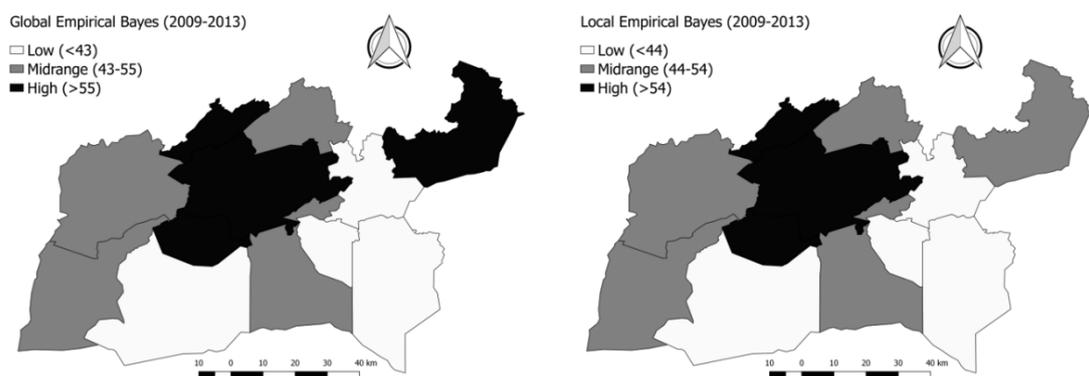


Figura 6. Mapas das estimativas bayesianas globais e locais dos índices de dispersão de triatomíneos para a média do período 2009-2013, nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará.

A análise de correlação entre as variáveis socioeconômicas e ambientais e as estimativas bayesianas locais dos índices de dispersão apresentou uma correlação

negativa significativa ($\alpha = 5\%$) com a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade em 2009 e 2013. Por outro lado, o percentual das receitas oriundas de fontes externas apresentou correlação positiva significativa para todos os anos do estudo, bem como para a média do período. Em relação a território e ambiente, o percentual da população com esgotamento sanitário adequado apresentou correlação negativa significativa em 2010 e 2012, assim como para a média do período. Ao contrário, o percentual de domicílios urbanos em face de quadra com arborização apresentou correlação positiva significativa em 2010, 2013 e para a média do período (Tabela 1).

Tabela 1. Coeficientes de correlação linear de Pearson e os respectivos intervalos, com 95% de confiança, para representar a associação entre variáveis socioeconômicas e ambientais e as estimativas bayesianas locais dos índices de dispersão de triatomíneos, nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013.

	Correlação de Pearson [IC 95%]					
	2009	2010	2011	2012	2013	Média
Salário	-0.27 [-0.71; 0.32]	0.19 [-0.46; 0.70]	0.12 [-0.51; 0.67]	-0.05 [-0.66; 0.59]	0.03 [-0.61; 0.64]	-0.09 [-0.61; 0.47]
População ocupada	-0.61* [-0.87; -0.09]	-0.63* [-0.89; -0.06]	-0.60* [-0.88; -0.01]	-0.25 [-0.76; 0.44]	-0.35 [-0.80; 0.35]	-0.59* [-0.86; -0.06]
Rendimento até ½ salário	0.55* [0.05; 0.84]	0.21 [-0.44; 0.72]	0.31 [-0.34; 0.77]	-0.28 [-0.77; 0.42]	0.16 [-0.52; 0.71]	0.30 [-0.29; 0.73]
Escolarização	-0.62* [-0.87; -0.12]	-0.48 [-0.84; 0.15]	-0.49 [-0.84; 0.14]	-0.14 [-0.71; 0.53]	-0.69* [-0.92; -0.11]	-0.53 [-0.83; 0.02]
IDEB anos iniciais	-0.21 [-0.68; 0.38]	-0.49 [-0.84; 0.14]	-0.41 [-0.81; 0.24]	-0.89* [-0.97; -0.61]	-0.63* [-0.90; -0.01]	-0.48 [-0.81; 0.09]
IDEB anos finais	-0.16 [-0.65; 0.42]	-0.44 [-0.82; 0.21]	-0.44 [-0.82; 0.20]	-0.62 [-0.90; 0.08]	-0.67* [-0.91; -0.08]	-0.43 [-0.79; 0.14]
PIB	-0.59* [-0.86; -0.06]	-0.25 [-0.74; 0.40]	-0.40 [-0.80; 0.25]	-0.23 [-0.75; 0.46]	-0.38 [-0.81; 0.32]	-0.45 [-0.80; 0.13]
Rendimento por fontes externas	0.57* [0.03; 0.85]	0.77* [0.33; 0.93]	0.79* [0.37; 0.94]	0.67* [0.07; 0.91]	0.68* [0.09; 0.91]	0.80* [0.44; 0.93]
IDHM	-0.81* [-0.94; -0.47]	-0.41 [-0.81; 0.24]	-0.52 [-0.85; 0.10]	-0.24 [-0.75; 0.45]	-0.51 [-0.86; 0.16]	-0.56* [-0.85; -0.02]
Esgotamento sanitário	-0.49 [-0.82; 0.07]	-0.74* [-0.93; -0.26]	-0.71* [-0.92; -0.20]	-0.64* [-0.90; -0.01]	-0.58 [-0.88; 0.07]	-0.57* [-0.85; -0.03]
Arborização	0.54 [-0.01; 0.84]	0.67* [0.12; 0.90]	0.46 [-0.18; 0.83]	0.56 [-0.09; 0.88]	0.66* [0.05; 0.91]	0.64* [0.14; 0.88]
Urbanização	-0.03 [-0.57; 0.52]	-0.07 [-0.64; 0.55]	-0.09 [-0.65; 0.53]	-0.17 [-0.72; 0.51]	-0.15 [-0.71; 0.52]	-0.15 [-0.64; 0.43]

Potengi foi o município que registrou a menor taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade (92,7%). Por outro lado, Campos Sales e Farias Brito tiveram as maiores taxas (98,3% e 99,3%, respectivamente). Considerando o percentual das receitas oriundas de fontes externas, Antonina do Norte liderou com o maior percentual (97.7%); enquanto os municípios do Crato, Araripe e Nova Olinda apresentaram os menores valores para a área de estudo (82,4%, 84,9%, e 85,6%, respectivamente). O município com menor cobertura

de esgotamento sanitário foi Tarrafas (2,2%), seguido por Potengi (7,8%). No entanto, Potengi registrou o maior percentual de arborização (96,3%), seguido por Tarrafas (94,4%) (Figure 7).

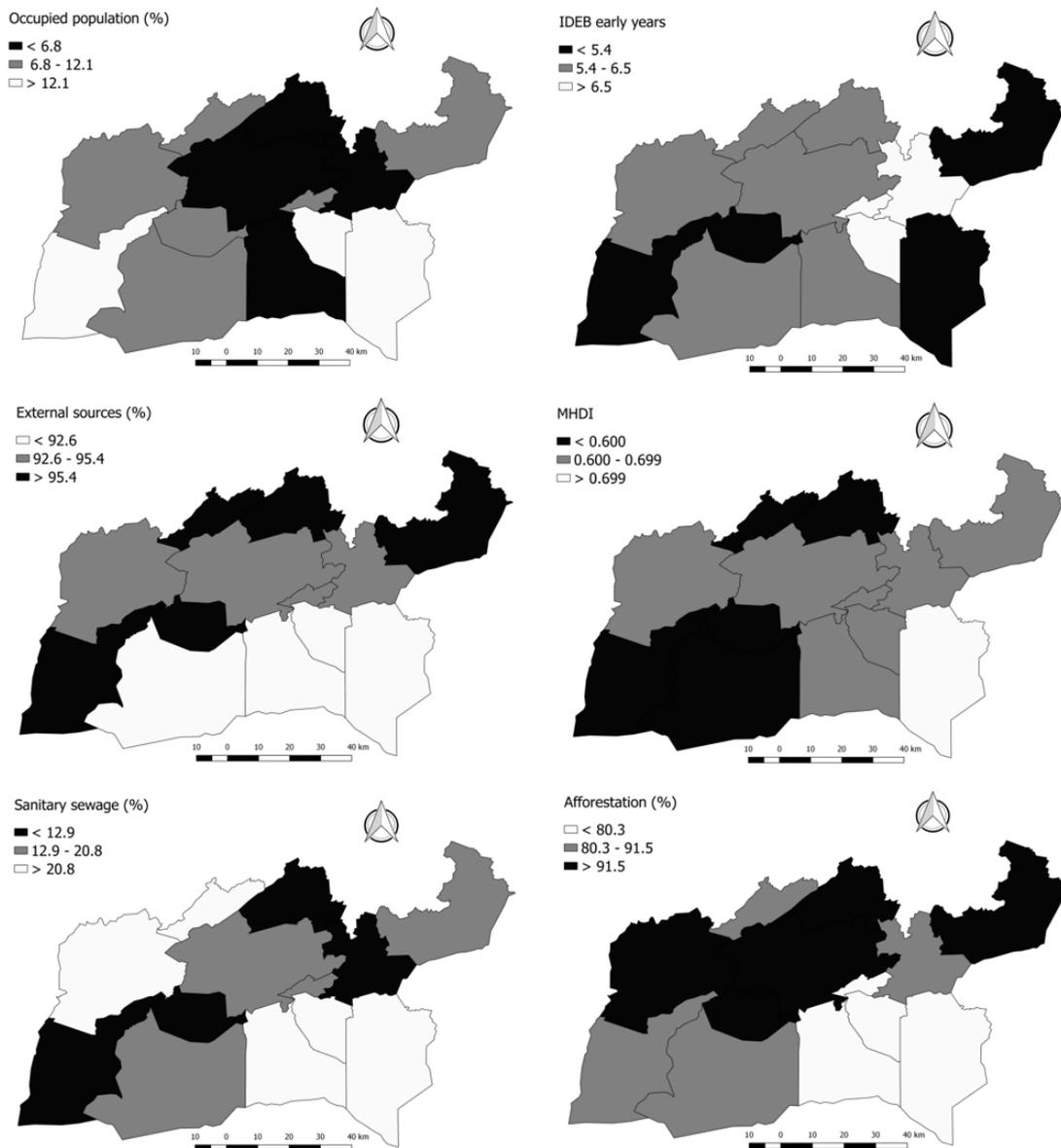


Figura 7. Mapas de percentual da população ocupada (IBGE, 2015), nota do IDEB nos anos iniciais do ensino fundamental (INEP, 2015), percentual das receitas oriundas de fontes externas (STN, 2015), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (MHDI) (PNUD, 2010), percentual da população com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010a) e percentual de domicílios urbanos em face de quadra com arborização (IBGE, 2010a), de acordo com o IBGE, para os 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará.

4 DISCUSSÃO

Em estudo conduzido entre 1998 e 2008, nos mesmos municípios do presente estudo, Gonçalves et al. (2009) também encontraram os mais altos índices de dispersão em Antonina do Norte, Assaré, Potengi e Várzea Alegre. Estes autores acreditam que tais municípios apresentam esses resultados devido à presença de fatores específicos, como condições ambientais, tipo de vegetação, proximidade territorial e o uso de troncos de árvores na construção de abrigos para animais domésticos. Todos esses fatores influenciam na dispersão de triatomíneos para áreas que não estão cobertas pelo sistema de vigilância, contribuindo para a manutenção de triatomíneos na região (FREITAS et al., 2004).

Os municípios de Araripe, Campos Sales e Salitre estão entre os quatro com as maiores altitudes da área de estudo, e apresentaram índices de dispersão entre 40% e 52% para a média do período 2009-2013. A maior parte da área geográfica desses municípios fica sobre a Chapada do Araripe, que está situada na área de domínio da Caatinga, entre os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí. A Chapada do Araripe oferece uma ampla variedade de fitofisionomias e uma dinâmica ambiental distinta das demais áreas de planície da Caatinga. A área sofre uma forte pressão antrópica devido à expansão das áreas de agricultura, ocupação desordenada e caça (NOVAES et al., 2013).

Lima et al. (2012), ao investigar residências e ambientes de peridomicílio em áreas rurais no estado de Sergipe, calcularam o índice de dispersão de triatomíneos em 66,7%, com espécimes encontrados tanto no ambiente doméstico como no peridoméstico. Neste último, os autores frequentemente encontravam currais, depósitos de lixo e galinheiros, em sua maioria improvisados. O índice de dispersão relatado corresponde àqueles registrados na maioria dos municípios do nosso estudo.

O município de Farias Brito, cujo índice de dispersão ficou em torno de 40% no período 2009-2013, apresenta nível de arborização acima de 80%, de acordo com o IBGE (2010a). Freitas et al. (2007) relataram, durante pesquisa no município, que a espécie *R. nasutus* foi encontrada associada a ninhos de pássaros em palmeiras como a macaúba (*Acrocomia aculeata*), que é muito comum na região e tem se tornado o habitat natural dessa espécie. Ainda de acordo com estes autores, o município de Farias Brito é coberto predominantemente por Caatinga hiperxerófila, onde arbustos como o marmeleiro (*Croton* sp.) e a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) predominam. Essas espécies de plantas são utilizadas pela população rural, seja como fonte de energia doméstica, pois a madeira

é utilizada para produzir fogo para cozinhar, seja na construção de abrigos para os animais (FREITAS et al., 2007). O aumento do desmatamento e da invasão antropogênica de ecótopos naturais dos vetores da doença de Chagas pode levar à urbanização destes insetos, que se estabelecem na arborização de municípios ou no peridomicílio rural.

Em estudo conduzido por Dias et al. (2008) na Chapada do Araripe, 521 espécimes de *R. nasutus* foram coletados em cinco espécies de palmeiras: babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), catolé (*Syagrus oleracea*) e macaúba-barriguda (*Acrocomia intumescens*). Das 50 palmeiras que foram cortadas e dissecadas, 86% abrigavam ao menos um triatomíneo ou havia a presença de ovos. Quatrocentos e cinquenta triatomíneos (79,7%) foram encontrados em espécimes de babaçu e catolé.

Ao analisar ecótopos naturais de *T. brasiliensis* no Vale do Jaguaribe, estado do Ceará, Valença-Barbosa et al. (2014b) coletaram 157 triatomíneos em 21 espécimes de xiquexique (*Pilosocereus gounellei*), um cacto arbustivo. No total, 44 arbustos de xiquexique foram investigados, o que representa uma taxa de infecção de 47,7%. Os autores acreditam que *P. gounellei* seja um importante ecótopo para populações selvagens de *T. brasiliensis* na Caatinga, e que insetos provenientes de cactos possam estar envolvidos na infestação intradomiciliar, em regiões de planície onde afloramentos rochosos não ocorram.

Jurema-preta se destaca entre as espécies de plantas encontradas na região do Cariri, devido à sua alta densidade e alta cobertura geográfica. Caules e galhos de *M. tenuiflora* são amplamente utilizados por populações rurais, seja para isolamento e proteção de animais domésticos, seja como fonte de energia. No entanto, triatomíneos na forma juvenil podem ser encontrados embaixo da casca dessa planta. Além disso, seu armazenamento no ambiente peridoméstico atrai animais sinantrópicos, como gambás e roedores, facilitando a dispersão de triatomíneos do ambiente natural para o peridoméstico (FREITAS et al., 2004). A intensa utilização de palmeiras e arbustos endêmicos como fonte de energia, na construção de abrigos para os animais, ou ainda como fonte de renda, a partir da comercialização de seus subprodutos, coloca as populações rurais da região do Cariri em posição vulnerável em relação à transmissão vetorial da doença de Chagas. A introdução e o armazenamento das plantas acima mencionadas no intra ou peridomicílio potencializam o risco de infecção por *T. cruzi* nessas comunidades, bem como contribui para o processo de domiciliação de espécies que ainda são tidas como selvagens.

Em estudo conduzido no estado de Pernambuco, que faz divisa com o Ceará, SILVA et al. (2012) relataram a ocorrência de 3.323 triatomíneos em ambientes domésticos e peridomésticos de 185 municípios. Seis espécies foram identificadas, e *T. brasiliensis* e *T. pseudomaculata* representaram 73,4% dos espécimes coletados.

Nos municípios de Nova Olinda e Crato, o índice médio de dispersão entre 2009 e 2013 ficou abaixo de 30%, o que representa a menor média para os 13 municípios durante o período do estudo. Ambos os municípios pertencem à RMC, onde o nível de urbanização e o crescimento populacional são bem mais marcantes do que nos outros municípios da 20ª CRES. De acordo com o IBGE (2010c), a participação da agricultura é de apenas 2,84% na estrutura econômica da RMC. Além disso, a população aumentou 14% apenas no período entre 2000 e 2010. O intenso processo de urbanização naquela região metropolitana afasta sua população de hábitos tipicamente rurais, o que reduz o risco de transmissão vetorial por doença de Chagas.

A técnica de coleta utilizada no estudo não é a mais apropriada, já que, de acordo com Valença-Barbosa et al. (2014a), a busca ativa realizada por agentes treinados e motivados detecta entre 40% a 60% dos focos de infestação, enquanto os focos não detectados não são eliminados. Abad-Franch et al. (2014) estimaram a sensibilidade da busca ativa conduzida por agentes de controle em aproximadamente 20% em localidades com baixa intensidade de infestação, e aproximadamente 40% nas localidades com alta intensidade. Embora os agentes de combate a endemias dos municípios sejam treinados pela Coordenação Regional de Saúde, os índices de dispersão apresentados no estudo podem estar subestimados devido à baixa sensibilidade da técnica de coleta aplicada. Uma técnica com maior sensibilidade deveria considerar o treinamento da população, de modo que esta fosse capaz de identificar, capturar com segurança e notificar os agentes municipais de saúde da ocorrência de triatomíneos.

De 2007 a 2011, a Secretaria de Vigilância em Saúde (2015) registrou a captura de quase 800 mil triatomíneos nos ambientes doméstico e peridoméstico. Acredita-se que esse registro abranja menos de 10% de todos os triatomíneos dentro ou ao redor das residências. De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (2014), a vigilância entomológica para a doença de Chagas deve ser implementada em todo o país, sustentada principalmente por dois pilares: vigilância passiva, em que a população participa do processo de notificação de triatomíneos; e vigilância ativa, realizada pelas equipes de controle nos municípios em parceria com as secretarias regionais de saúde, sem a necessidade de notificação prévia.

A partir desse contexto, a aplicação de técnicas de análise estatística espacial no estudo da ocorrência dos vetores da doença de Chagas tem sido amplamente divulgada, tanto pelo reconhecimento da importância desses métodos quanto pelo rápido avanço no desenvolvimento de *softwares* (ABAD-FRANCH et al., 2014; VALENÇA-BARBOSA et al., 2014a).

Desse modo, a identificação de áreas mais vulneráveis à ocorrência de triatomíneos sinantrópicos tem sido uma ferramenta valiosa para reorientar as ações relacionadas à prevenção, ao controle e à vigilância epidemiológica da doença de Chagas (VINHAES et al., 2014). De acordo com nossos resultados, os municípios de Antonina do Norte, Assaré, Potengi e Várzea Alegre apresentaram altos índices de dispersão associados a uma alta vulnerabilidade socioeconômica. Estes municípios necessitam receber atenção especial por parte da Coordenação Regional de Saúde.

Diante da coexistência de áreas com diferentes graus de risco, o controle vetorial e as ações de vigilância devem ser ajustados de acordo com o risco estabelecido. Além de levar em consideração a capacidade operacional dos municípios, a estratificação de uma área tradicionalmente endêmica deve ser baseada em um conjunto de variáveis que potencialmente possam influenciar o processo de infestação (ou reinfestação) e, conseqüentemente, a transmissão vetorial da doença de Chagas no intradomicílio (SVS, 2015).

Intervenções de controle e prevenção direcionadas a áreas de risco elevado representam estratégias efetivas na limitação de possíveis surtos, não só pela redução dos custos operacionais como também pelo apoio ao controle de doenças tropicais negligenciadas (MARTINS-MELO et al., 2016).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD-FRANCH, F.; VALENÇA-BARBOSA, C.; SARQUIS, O.; LIMA, M.M. All that glitters is not gold: sampling-process uncertainty in disease-vector surveys with false-negative and false-positive detections. *PLoS Negl Trop Dis*. 2014; 8(9):e3187.

ALENCAR, J.E. História natural da doença de Chagas no estado do Ceará. Fortaleza: Imprensa Universitária, Universidade Federal do Ceará; 1987.

ANSELIN, L.; SYABRI, I.; KHO, Y. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geogr Anal*. 2006; 38(1):5-22.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. Estatística básica. 9a ed. São Paulo: Saraiva; 2017.

CAMARGO, M.E.; SILVA, G.R.; CASTILHO, E.A.; SILVEIRA, A.C. Inquérito sorológico da prevalência de infecção chagásica no Brasil, 1975/1980. *Rev Inst Med Trop*. 1984; 26(4):192-204.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Brasília: Ministério da Saúde; 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf> Acesso em 9 de mai. 2019.

DIAS, F.B.; BEZERRA, C.M.; MACHADO, E.M.; CASANOVA, C.; DIOTAIUTI, L. Ecological aspects of *Rhodnius nasutus* Stål, 1859 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in palms of the Chapada do Araripe in Ceará, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2008; 103(8):824-830.

DIAS, J.C.; MACHADO, E.M.; FERNANDES, A.L.; VINHAES, M.C. Esboço geral e perspectivas da doença de Chagas no Nordeste do Brasil. *Cad Saude Publica*. 2000; 16(2):13-34.

DIAS, J.C.; RAMOS JR, A.N.; GONTIJO, E.D.; LUQUETTI, A.; SHIKANAI-YASUDA, M.A.; COURA, J.R. *et al*. II Consenso Brasileiro em Doença de Chagas, 2015. *Epidemiol Serv Saude*. 2016; 25(núm.esp.):7-86.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA; 2004.

FREITAS, A.L.; FREITAS, S.P.; GONÇALVES, T.C.; NETO, A.S. Vigilância entomológica dos vetores da doença de Chagas no município de Farias Brito, estado do Ceará – Brasil. *Cad Saude Colet.* 2007; 15(2):231-240.

FREITAS, S.P.; FREITAS, A.L.; PRAZERES, S.M.; GONÇALVES, T.C. Influência de hábitos antrópicos na dispersão de *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola, 1964, através de *Mimosa tenuiflora* (Willdenow) (Mimosaceae) no estado do Ceará, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2004; 20(1):333-336.

GONÇALVES, T.C.; FREITAS, A.L.; FREITAS, S.P. Surveillance of Chagas disease vectors in municipalities of the state of Ceará, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2009; 104(8):1159-1164.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) 2015. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/tabelas/brasil/2015> Acesso em 21 de jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE; 2010a. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> Acesso em 21 de jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produto Interno Bruto per capita 2010. Rio de Janeiro: IBGE; 2010b. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=262930> Acesso em 21 de jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sinopse do Censo Demográfico 2010: Ceará. Rio de Janeiro: IBGE; 2010c. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=23> Acesso em 21 de ago. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Ideb – Resultados e Metas 2015. Brasília: Ministério da Educação; 2015. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/> Acesso em 21 de jul. 2017.

JURBERG, J.; RODRIGUES, J.M.; MOREIRA, F.F.; DALE, C.; CORDEIRO, I.R.; LAMAS JÚNIOR, V.D.; GALVÃO, C.; ROCHA, D.S. Atlas iconográfico dos triatomíneos do Brasil (vetores da doença de Chagas). Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 2014.

LENT, H.; WYGODZISNKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease. Bull Am Mus Nat Hist. 1979; 163:125-520.

LIMA, A.F.; JERALDO, V.L.; SILVEIRA, M.S.; MADI, R.R.; SANTANA, T.B.; MELO, C.M. Triatomines in dwellings and outbuildings in an endemic area of Chagas disease in northeastern Brazil. Rev Soc Bras Med Trop. 2012; 45(6):701-706.

MARSHALL, R.J. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. J R Stat Soc Ser C Appl Stat. 1991; 40(2):283-294.

MARTINS-MELO, F.R.; RAMOS JR, A.N.; ALENCAR, C.H.; HEUKELBACH, J. Trends and spatial patterns of mortality related to neglected tropical diseases in Brazil. Parasite Epidemiol Control. 2016; 1:56-65.

NOVAES, R.L.; FELIX, S.; SOUZA, R.F. Save Caatinga from drought disaster. Nature. 2013; 498:170.

OSTERMAYER, A.L; PASSOS, A.D.; SILVEIRA, A.C.; FERREIRA, A.W.; MACEDO, V.; PRATA, A.R. The National Survey of seroprevalence for evaluation of the control of Chagas disease in Brazil (2001-2008). Rev Soc Bras Med Trop. 2011; 44(2):108-121.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Neglected, Tropical and Vector Borne Diseases. Chagas in the Americas for Public Health Workers. Washington: PAHO. Disponível em: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=rmdmore&cid=5965iem=chagasdisease&cat=communication&type=factsheets595&Itemid=40743&lang=en Acesso em 14 de nov. 2017.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010. Brasília: PNUD; 2010. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br Acesso em 21 de jul. 2017.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2016. Available from: <https://www.R-project.org/> Acesso em 28 de abr. 2018.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (SVS). Doença de Chagas aguda no Brasil: série histórica de 2000 a 2013. Boletim Epidemiológico. 2015; 46(21):1-9.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (SVS). Guia de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.

SECRETARIA DO TESOUREO NACIONAL (STN). Balanço do Setor Público Nacional 2015. Brasília: Ministério da Fazenda; 2015. Disponível em: http://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt_PT/balanco-do-setor-publico-nacional-bspn- Acesso em 21 de jul. 2017.

SHERMAN, G.E.; SUTTON, T.; BLAZEK, R.; HOLL, S.; DASSAU, O.; MORELY, B.; et al. Quantum GIS User Guide – Version 1.7 “Wroclaw”. Boston: Open Source Geospatial Foundation Project; 2011. Disponível em: http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0_user_guide_en.pdf Acesso em 11 de ago. 2018.

SILVA, M.B.; MENEZES, K.R.; SIQUEIRA, A.M.; BALBINO, V.Q.; LOROSA, E.S.; FARIAS, M.C.; et al. Importância da distribuição geográfica dos vetores da doença de Chagas em Pernambuco, Brasil, em 2012. Rev Patol Trop. 2015; 44(2):195-206.

VALENÇA-BARBOSA, C.; LIMA, M.M.; SARQUIS, O.; BEZERRA, C.M.; ABAD-FRANCH, F. Modeling disease vector occurrence when detection is imperfect II: drivers of site-occupancy by synanthropic *Triatoma brasiliensis* in the Brazilian northeast. PLoS Negl Trop Dis. 2014a; 8(5):e2861.

VALENÇA-BARBOSA, C.; LIMA, M.M.; SARQUIS, O.; BEZERRA, C.M.; ABAD-FRANCH, F. Short report: a common Caatinga cactus, *Pilosocereus gounellei*, is an important ecotope of wild *Triatoma brasiliensis* populations in the Jaguaribe Valley of Northeastern Brazil. Am J Trop Med Hyg. 2014b; 90(6):1059-1062

VIEIRA, S. Análise de variância: Anova. 1a ed. São Paulo: Atlas; 2006.

VINHAES, M.C.; OLIVEIRA, S.V.; REIS, P.O.; LACERDA-SOUSA, A.C.; SILVA, R.A.; OBARA, M.T.; et al. Assessing the vulnerability of Brazilian municipalities to the vectorial transmission of *Trypanosoma cruzi* using multi-criteria decision analysis. Acta Trop. 2014; 137:105-110.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Chagas disease in Latin America: an epidemiological update based on 2010 estimates. Wkly Epidemiol Rec. 2015; 90(6):33-44.

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E INFECÇÃO NATURAL POR *Trypanosoma cruzi* EM TRIATOMÍNEOS NA REGIÃO DO CARIRI, NO NORDESTE DO BRASIL, DE 2009 A 2013

1 INTRODUÇÃO

A doença de Chagas, também conhecida como tripanossomíase americana, é causada por *Trypanosoma cruzi*, um protozoário flagelado descrito primeiramente por Carlos Chagas no estado brasileiro de Minas Gerais, em 1909. Os principais vetores da doença de Chagas pertencem a três gêneros: *Panstrongylus*, *Rhodnius* e *Triatoma*. A transmissão vetorial representa a forma mais importante de transmissão do protozoário ao ser humano, devido à adaptação de algumas espécies de triatomíneos às habitações humanas (COURA; BORGES-PEREIRA, 2010; GALVÃO; PAULA, 2015).

Esta doença é encontrada principalmente em áreas endêmicas de 21 países da América Latina continental, onde afeta aproximadamente 6 a 8 milhões de pessoas. Estima-se que 65 milhões de indivíduos habitem áreas de exposição à doença e estejam sob risco de contraí-la. A incidência de doença de Chagas nas Américas gira em torno de 28 mil casos por ano (PAHO, 2019).

No Brasil, foram registrados 4.958 casos de doença de Chagas aguda entre 2001 e 2018, em todas as unidades federativas. No estado do Ceará, foram 45 casos no mesmo período, e o último registro ocorreu no ano de 2008 (DATASUS, 2020). Já os casos de doença de Chagas crônica ainda não estão disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação, pois a forma crônica da doença foi incluída na lista nacional de doenças de notificação compulsória apenas neste ano, através da Portaria 264/2020 do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

No início do século passado, a doença de chagas era restrita exclusivamente às Américas, porém, nas últimas décadas tal patologia vem se tornando um problema global em saúde pública, especialmente devido à intensa migração de latino-americanos para todo o mundo (TANOWITZ et al., 2011). Embora a mortalidade tenha reduzido significativamente, a doença pode causar consequências crônicas e irreversíveis ao coração, sistema digestivo e sistema nervoso (KASHIWABARA et al., 2013).

No Brasil, a doença de Chagas integra o grupo de doenças consideradas negligenciadas, e sua prevalência e distribuição estão diretamente relacionadas a fatores ambientais, socioculturais e políticos (OSTERMAYER et al., 2011). No que tange à transmissão vetorial da doença, o Nordeste é considerado a região mais importante para a epidemiologia da doença de Chagas no Brasil (RIBEIRO et al., 2014).

No estado do Ceará, a área rural é coberta por vegetação característica de Caatinga, além de apresentar habitações humanas precárias, o que favorece a presença de

espécies nativas, como *Triatoma brasiliensis* Neiva 1911, *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola 1964 (Figura 1), *Panstrongylus lutzi* (Neiva & Pinto 1923), *Panstrongylus megistus* Burmeister 1835 (Figura 2) e *Rhodnius nasutus* Stål 1859 (Figura 3) (FREITAS et al., 2007). Estas espécies participam dos ciclos intradomiciliar, peridomiciliar e silvestre da doença de Chagas (SARQUIS et al., 2012).



Figura 1. Espécimes de *Triatoma brasiliensis* (A) e *Triatoma pseudomaculata* (B).
Fonte: JURBERG et al., 2014.

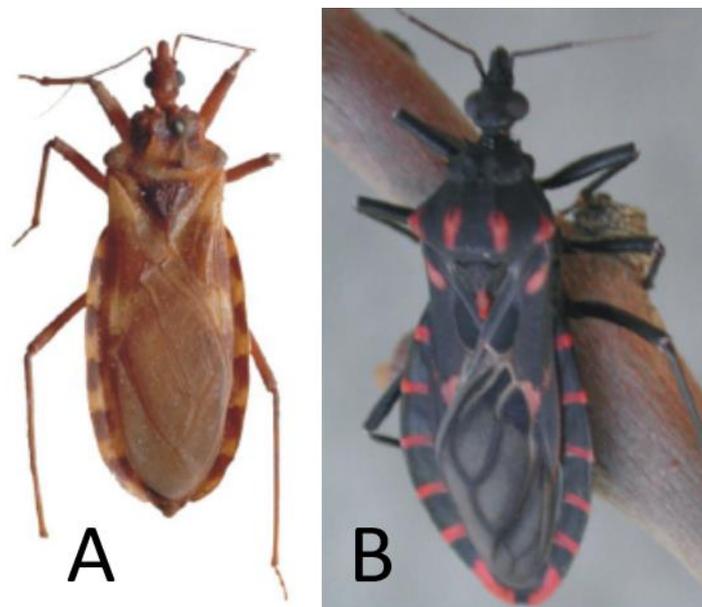


Figura 2. Espécimes de *Panstrongylus lutzi* (A) e *Panstrongylus megistus* (B).
Fonte: JURBERG et al., 2014.



Figura 3. Espécime de *Rhodnius nasutus*.
Fonte: JURBERG et al., 2014

Embora os triatomíneos possam infectar-se com diferentes protozoários flagelados, a avaliação da infecção natural por *T. cruzi* nos ambientes silvestre, peridomiciliar e intradomiciliar constitui uma importante ferramenta para o controle da doença de Chagas (BARBOSA-SILVA et al., 2016).

Dentro desse contexto, o objetivo do estudo foi analisar a distribuição geográfica e os aspectos da infecção natural por *T. cruzi* em triatomíneos coletados em ambientes intra e peridomiciliares na região do Cariri, no estado do Ceará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A região do Cariri está situada no extremo sul do estado do Ceará, na região Nordeste do Brasil, entre as latitudes 6°41'40''N e 7°39'00''S, e longitudes 39°37'20''E e 40°30'00''W, em uma porção semiárida do estado. A região é formada por 13 municípios, cuja altitude varia entre 281 a 680 metros, e que pertencem à 20ª Coordenadoria Regional de Saúde (CRES) do Ceará (Figura 4). Estes municípios cobrem uma área de 8.885.668 km², com uma população estimada em 328.410 pessoas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010a). O clima é caracterizado por chuvas escassas e irregulares, pouca cobertura de nuvens, radiação solar intensa, altas taxas de evaporação e temperatura média em torno de 27° C. A vegetação predominante é de Caatinga. A região é formada pelos seguintes municípios: Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Assaré, Campos Sales, Crato, Farias Brito, Nova Olinda, Potengi, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas e Várzea Alegre.

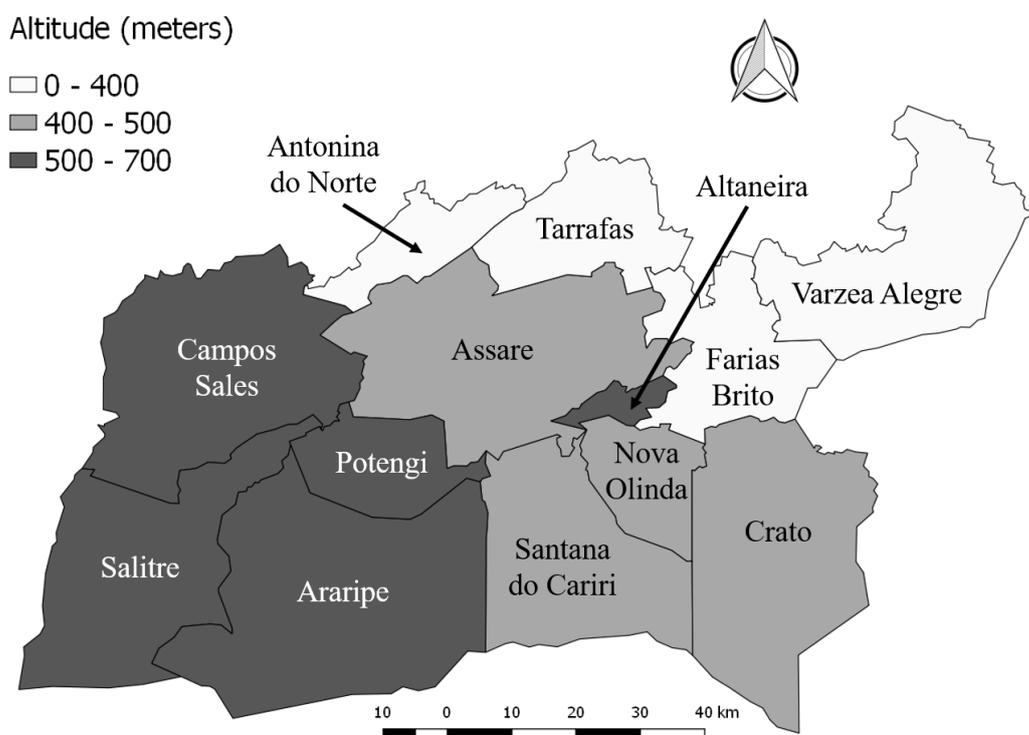


Figura 4. Mapa da altitude média dos 13 municípios da região do Cariri, Ceará.

2.2 Coleta dos Triatomíneos e Avaliação da Infecção Natural por *T. cruzi*

A pesquisa foi desenvolvida a partir dos dados referentes a coletas de triatomíneos realizadas na região do Cariri, estado do Ceará (SOUSA, 2016).

Agentes de combate a endemias dos municípios coletaram triatomíneos em ambientes de intra e peridomicílio, entre os anos de 2009 e 2013. Os espécimes capturados foram enviados ao Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera do Instituto Oswaldo Cruz, na Fiocruz, onde foram identificados de acordo com a metodologia proposta por Lent & Wygodzinsky (1979).

Para avaliação da infecção natural por tripanossomatídeos, foi realizado exame parasitológico de microscopia óptica, que consistiu na obtenção do conteúdo intestinal por compressão abdominal dos triatomíneos. Este método morfológico de identificação dos triatomíneos é padronizado. O índice de infecção natural por *T. cruzi* foi calculado com base no número de insetos positivos (IP) sobre o número de insetos examinados (IE), multiplicado por 100 ($I_{infec} = IP/IE*100$) (SOUSA, 2016).

Foi avaliada a correlação entre os índices de infecção e variáveis socioeconômicas e ambientais obtidas a partir de pesquisas nacionais, ao nível municipal, realizadas por institutos de pesquisa, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). As seguintes variáveis foram selecionadas: salário médio mensal dos trabalhadores formais (IBGE, 2015), percentual da população ocupada (IBGE, 2015), taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade (IBGE, 2010a), média da nota do IDEB nos anos iniciais e finais do ensino fundamental (INEP, 2015), PIB per capita (IBGE, 2010b), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2010), número de óbitos a cada mil nascidos vivos (DATASUS, 2010), razão entre o número de estabelecimentos de saúde vinculados ao SUS e o número de habitantes (IBGE, 2009), percentual da população com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010a), percentual de domicílios urbanos em face de quadra com arborização (IBGE, 2010a), percentual de domicílios urbanos em face de quadra com boca de lobo e pavimentação e meio-fio e calçada (IBGE, 2010a).

2.3 Análise Estatística

Inicialmente foram apresentados os valores de triatomíneos coletados, por ano e por município. Foi calculada a taxa de triatomíneos para cada 10 mil habitantes, em cada

município do estudo, com base no número de triatomíneos coletados sobre o número de habitantes (IBGE, 2010a), multiplicado por 10.000. Com isso, foram gerados mapas dessas taxas para cada espécie de triatomíneo capturada durante a pesquisa.

Posteriormente foram calculados os índices de infecção natural por *Trypanosoma cruzi* das espécies coletadas, por município. A partir destes cálculos, gráficos do tipo violino (*violin plot*) e do tipo caixa (*boxplot*) foram gerados para verificar a distribuição dos índices de infecção entre as espécies. O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (PETT, 2015) foi utilizado, devido ao pequeno número de amostras, para avaliar se houve diferença significativa entre os índices de infecção das espécies e entre os índices de infecção dos municípios.

Em seguida, foram gerados mapas temáticos dos índices de infecção para cada espécie capturada na região, bem como um mapa do índice médio de infecção nos municípios pesquisados.

Por fim, foi utilizado o teste não-paramétrico de correlação de Spearman (PETT, 2015) para avaliar a possível associação entre os índices de infecção registrados e as variáveis socioeconômicas e ambientais, ao nível municipal. Com os resultados do teste, foi gerado um *heatmap* da correlação entre os índices de infecção e as variáveis supracitadas. Para todos os testes estatísticos, foi considerado um nível de significância (α) de 5%.

O pacote estatístico R versão 3.3.2 (R CORE TEAM, 2019) foi utilizado para rodar as análises estatísticas, assim como o Quantum GIS versão 2.18 (Las Palmas) (SHERMAN et al., 2011) foi utilizado para a elaboração dos mapas temáticos.

3 RESULTADOS

3.1 Características Gerais da Distribuição de Triatomíneos na Região do Cariri

As seguintes espécies foram identificadas, em ordem decrescente de indivíduos: *Triatoma pseudomaculata* (9.307), *Triatoma brasiliensis* (2.875), *Rhodnius nasutus* (173), *Panstrongylus lutzi* (104) e *Panstrongylus megistus* (48), totalizando 12.507 espécimes, de 2009 a 2013 (Tabela 1).

Tabela 1. Total de triatomíneos coletados por ano, entre 2009 e 2013, na região do Cariri, Ceará.

Anos	Espécies					Total
	<i>P. lutzi</i>	<i>P. megistus</i>	<i>R. nasutus</i>	<i>T. brasiliensis</i>	<i>T. pseudomaculata</i>	
2009	21 (0.65%)	39 (1.20%)	42 (1.30%)	747 (23.04%)	2393 (73.81%)	3242
2010	30 (0.99%)	9 (0.30%)	67 (2.20%)	760 (25.03%)	2170 (71.48%)	3036
2011	15 (0.70%)	-	2 (0.09%)	586 (27.14%)	1556 (72.07%)	2159
2012	18 (1.03%)	-	-	302 (17.39%)	1417 (81.58%)	1737
2013	20 (0.86%)	-	62 (2.66%)	480 (20.57%)	1771 (75.91%)	2333
Total	104	48	173	2875	9307	12507

As espécies *T. pseudomaculata* e *T. brasiliensis* foram encontradas em todos os 13 municípios. *P. lutzi* foi capturada em nove municípios, enquanto *R. nasutus* foi encontrada em sete e *P. megistus* em quatro. Mais de 80% dos triatomíneos capturados em Altaneira, Araripe, Nova Olinda, Salitre e Santana do Cariri foram identificados como *T. pseudomaculata*. No município de Antonina do Norte, mais de 95% dos espécimes coletados foram identificados como *T. brasiliensis*. E no Crato, quase 20% dos triatomíneos capturados eram *R. nasutus* (Tabela 2).

Tabela 2. Total de triatomíneos coletados em cada um dos 13 municípios da região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Municípios	Espécies					Total
	<i>P. lutzi</i>	<i>P. megistus</i>	<i>R. nasutus</i>	<i>T. brasiliensis</i>	<i>T. pseudomaculata</i>	
Altaneira	1 (0.47%)	0	2 (0.93%)	10 (4.67%)	201 (93.93%)	214
A. do Norte	0	0	0	42 (97.67%)	1 (2.33%)	43
Araripe	12 (0.92%)	0	0	53 (4.06%)	1241 (95.02%)	1306
Assaré	12 (1.09%)	0	0	332 (30.21%)	755 (68.70%)	1099
Campos Sales	19 (2.14%)	0	0	433 (48.71%)	437 (49.15%)	889
Crato	3 (0.55%)	29 (5.33%)	101 (18.57%)	38 (6.98%)	373 (68.57%)	544
Farias Brito	14 (0.81%)	0	28 (1.62%)	425 (24.63%)	1259 (72.94%)	1726
Nova Olinda	0	17 (5.23%)	2 (0.61%)	41 (12.62%)	265 (81.54%)	325
Potengi	28 (1.14%)	0	0	600 (24.53%)	1818 (74.33%)	2446
Salitre	0	0	0	37 (5.13%)	684 (94.87%)	721
S. do Cariri	7 (1.19%)	0	10 (1.70%)	43 (7.30%)	529 (89.81%)	589
Tarrafas	0	1 (0.19%)	15 (2.90%)	318 (61.39%)	184 (35.52%)	518
Várzea Alegre	8 (0.38%)	1 (0.05%)	15 (0.72%)	503 (24.10%)	1560 (74.75%)	2087
Total	104	48	173	2875	9307	12507

Embora *T. pseudomaculata* e *T. brasiliensis* tenham apresentado baixos índices de infecção, essas espécies estavam amplamente distribuídas nos municípios estudados. Dos 1.215 triatomíneos coletados em ambiente de intradomicílio, 91,44% ($n = 1.111$) foram identificados como *T. brasiliensis* ou *T. pseudomaculata* (Tabela 3).

Tabela 3. Total de triatomíneos coletados em ambiente de intradomicílio, em cada um dos 13 municípios da região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Municípios	Espécies					Total
	<i>P. lutzi</i>	<i>P. megistus</i>	<i>R. nasutus</i>	<i>T. brasiliensis</i>	<i>T. pseudomaculata</i>	
Altaneira	1 (14.29%)	-	0	2 (28.57%)	4 (57.14%)	7
A. do Norte	-	-	-	19 (100%)	0	19
Araripe	12 (35.29%)	-	-	14 (41.18%)	8 (23.53%)	34
Assaré	11 (8.09%)	-	-	116 (85.29%)	9 (6.62%)	136
Campos Sales	18 (7.29%)	-	-	199 (80.57%)	30 (12.14%)	247
Crato	2 (10%)	0	5 (25%)	6 (30%)	7 (35%)	20
Farias Brito	14 (5.83%)	-	2 (0.83%)	182 (75.83%)	42 (17.50%)	240
Nova Olinda	-	2 (66.67%)	0	0	1 (33.33%)	3
Potengi	21 (9.25%)	-	-	167 (73.57%)	39 (17.18%)	227
Salitre	-	-	-	4 (40%)	6 (60%)	10
S. do Cariri	6 (12.77%)	-	4 (8.51%)	4 (8.51%)	33 (70.21%)	47
Tarrafas	-	0	0	69 (100%)	0	69
Várzea Alegre	4 (2.57%)	1 (0.64%)	1 (0.64%)	111 (71.15%)	39 (25%)	156
Total	89	3	12	893	218	1215

De 2009 a 2013, 173 espécimes foram capturados e identificados como *R. nasutus* em 7 municípios da região do Cariri: Crato ($n = 101$), Farias Brito ($n = 28$), Tarrafas (15), Várzea Alegre (15), Santana do Cariri (10), Altaneira (2) e Nova Olinda (2). Doze espécimes foram capturados no ambiente intradomiciliar, em quatro municípios (Crato,

Farias Brito, Santana do Cariri e Várzea Alegre). O Crato, maior e mais populoso entre os municípios da região, foi o único município em que mais de 10% dos triatomíneos capturados foram identificados como *R. nasutus*.

Dos sete municípios onde *R. nasutus* foram encontrados (Altaneira, Crato, Farias Brito, Nova Olinda, Santana do Cariri, Tarrafas e Várzea Alegre), quatro (Crato, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri) pertencem à Região Metropolitana do Cariri. Apenas no Crato e em Farias Brito, foram capturados 74,6% dos espécimes. De acordo com o IBGE (2010), o Produto Interno Bruto desses dois municípios corresponde a 21,6% da região do Cariri e a 38,4% dos 7 municípios em que *R. nasutus* foram encontrados. Entre estes 7 municípios, 6 correspondem aos maiores Índices de Desenvolvimento Humano Municipal registrados entre os 13 municípios estudados (PNUD, 2010).

No período do estudo, 2.875 espécimes foram capturados e identificados como *T. brasiliensis*, em todos os 13 municípios pesquisados: Potengi ($n = 600$), Várzea Alegre (503), Campos Sales (433), Farias Brito (425), Assaré (332), Tarrafas (318), Araripe (53), Santana do Cariri (43), Antonina do Norte (42), Nova Olinda (41), Crato (38), Salitre (37) e Altaneira (10). No município de Antonina do Norte, mais de 95% dos espécimes coletados foram identificados como *T. brasiliensis*.

De todos os *T. brasiliensis* capturados, 893 foram capturados no ambiente intradomiciliar em todos os municípios, exceto em Nova Olinda. Apesar de representar apenas 22,99% do total de triatomíneos coletados, a espécie *T. brasiliensis* representou 73,5% dos espécimes capturados no intradomicílio.

De 2009 a 2013, 9.307 espécimes foram capturados e identificados como *T. pseudomaculata*, em todos os 13 municípios pesquisados: Potengi (1.818), Várzea Alegre (1.560), Farias Brito (1.259), Araripe (1.241), Assaré (755), Salitre (684), Santana do Cariri (529), Campos Sales (437), Crato (373), Nova Olinda (265), Altaneira (201), Tarrafas (184) e Antonina do Norte (1). Desse total, apenas 218 espécimes foram capturados no ambiente intradomiciliar, em todos os municípios, exceto em Antonina do Norte e Tarrafas. Nos três municípios mais altos da região de estudo (Altaneira, Araripe e Salitre), *T. pseudomaculata* representou mais de 90% dos espécimes capturados.

No período analisado, 104 espécimes foram capturados e identificados como *P. lutzi*, em 9 municípios da região do Cariri: Potengi (28), Campos Sales (19), Farias Brito (14), Araripe (12), Assaré (12), Várzea Alegre (8), Santana do Cariri (7), Crato (3) e Altaneira (1). Desse total, 89 espécimes foram capturados no ambiente intradomiciliar,

em todos os 9 municípios em que *P. lutzii* foram encontrados. A espécie representou menos de 3% das coletas em todos os municípios em que foi capturada.

No período do estudo, 48 espécimes foram capturados e identificados como *P. megistus*, em 4 municípios da região do Cariri: Crato (29), Nova Olinda (17), Tarrafas (1) e Várzea Alegre (1). Três espécimes foram capturados no ambiente intradomiciliar, em Nova Olinda e Várzea Alegre. No Crato e em Nova Olinda, *P. megistus* representou 5,33% e 5,23% dos espécimes capturados, respectivamente.

Do total de *P. megistus* capturados, 96% o foram no Crato e em Nova Olinda. Ambos os municípios integram a Região Metropolitana do Cariri. Além disso, dentre os 13 municípios pesquisados, Crato e Nova Olinda são os que apresentaram maior percentual da população ocupada (15,7% e 13,1%, respectivamente) (IBGE, 2015), e o maior percentual de residências com esgotamento sanitário adequado (42,2% e 41,9%, respectivamente) (IBGE, 2010). Também estão entre os três municípios da região com o menor percentual de arborização (58,3% no Crato e 64,7% em Nova Olinda) (IBGE, 2010).

As maiores taxas de triatomíneos capturados, por 10 mil habitantes, foram registradas para as espécies *T. brasiliensis* e *T. pseudomaculata*. Para *T. brasiliensis*, 6 municípios registraram taxas acima de 10 para cada 10 mil habitantes. No caso de *T. pseudomaculata*, foram 11 municípios nesta situação, sendo que 3 apresentaram taxas acima de 50, para cada 10 mil habitantes (Figura 5).

Para *T. brasiliensis*, as maiores taxas de triatomíneos capturados foram registradas em Potengi (58,39), Tarrafas (35,69) e Farias Brito (22,36). Em relação à espécie *T. pseudomaculata*, os municípios de Potengi (176,92), Farias Brito (66,24) e Araripe (60) apresentaram as taxas mais altas, por 10 mil habitantes.

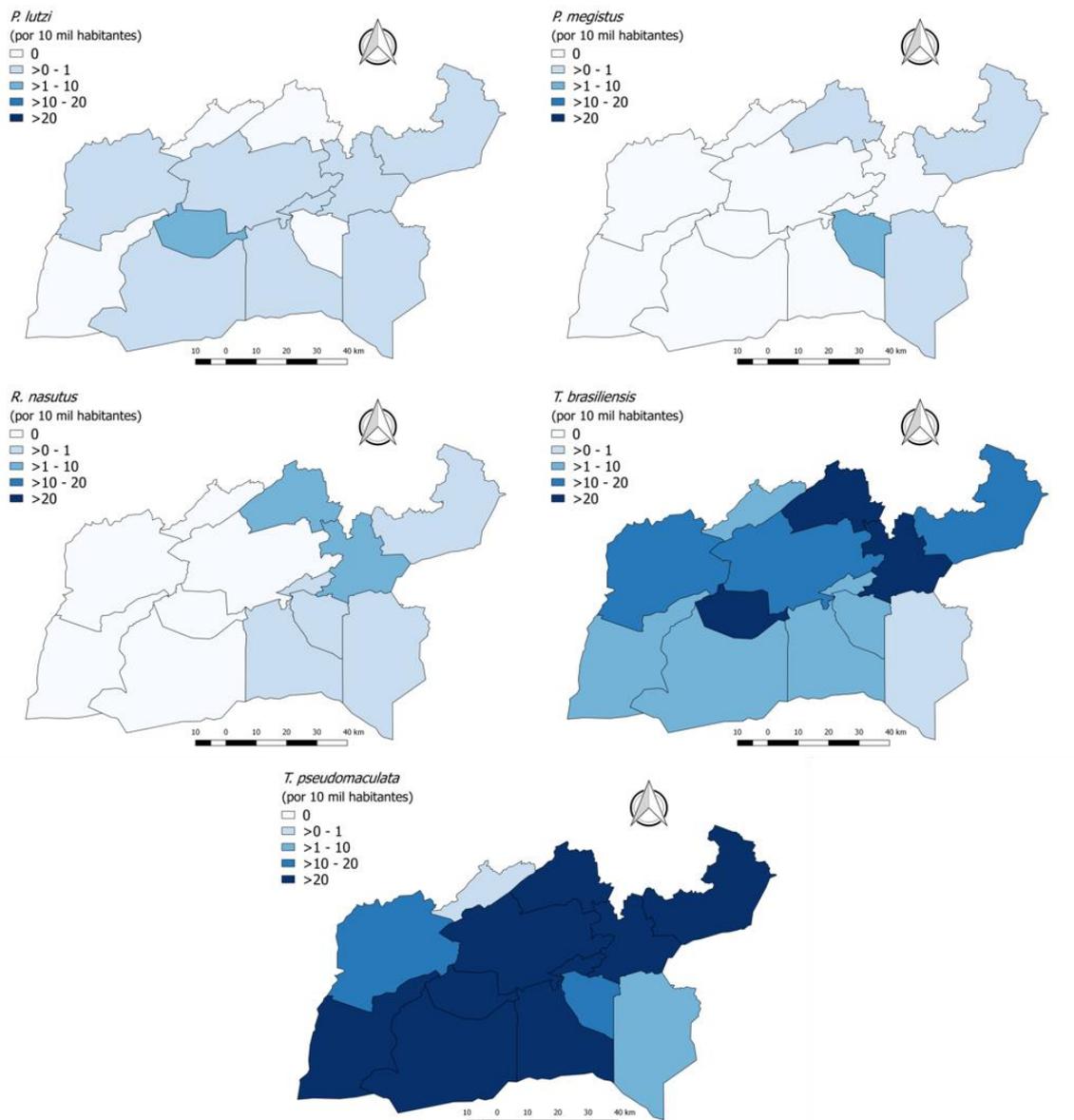


Figura 5. Mapas das taxas (por 10 mil habitantes) de *Rhodnius nasutus*, *Triatoma brasiliensis*, *Triatoma pseudomaculata*, *Panstrongylus lutzi* e *Panstrongylus megistus* capturados em cada um dos municípios da região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

3.2 Características Gerais da Infecção Natural por *T. cruzi* na Região do Cariri

Espécimes de *T. pseudomaculata* naturalmente infectados por *T. cruzi* foram coletados em onze municípios; *T. brasiliensis* na mesma condição foram capturados em nove. Por outro lado, no município de Tarrafas foi encontrado o único espécime de *P. megistus* naturalmente infectado.

A espécie *R. nasutus* apresentou índice de infecção de 100% em Nova Olinda, e de 50% em Altaneira. *P. lutzi* alcançou índice de infecção de 28,5% em três municípios:

Araripe, Assaré e Campos Sales. *T. brasiliensis* apresentou índice médio de infecção, entre os municípios, de 3,29%, e *T. pseudomaculata* apresentou índice médio de 1,7% (Tabela 4).

Tabela 4. Índices de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* nos triatomíneos coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Municípios	Espécies				
	<i>P. lutzii</i>	<i>P. megistus</i>	<i>R. nasutus</i>	<i>T. brasiliensis</i>	<i>T. pseudomaculata</i>
Altaneira	0	-	50	0	1,02
A. do Norte	-	-	-	2,56	0
Araripe	28,5	-	-	4	1,52
Assaré	28,5	-	-	4,36	0,95
Campos Sales	28,5	-	-	3,46	0,76
Crato	0	0	5,26	16,6	4,58
Farias Brito	12,5	-	0	3,6	2,98
Nova Olinda	-	0	100	0	0
Potengi	17,6	-	-	2,74	2,6
Salitre	-	-	-	0	0,3
S. do Cariri	0	-	0	0	3,74
Tarrafas	-	100	0	3,87	1,67
Várzea Alegre	20	0	7,7	1,64	1,94

A espécie *P. megistus* foi a que apresentou maior variabilidade nos índices de infecção, apesar de terem sido capturados apenas 48 espécimes nos dois primeiros anos da pesquisa. No entanto, as duas espécies que representaram a maior parte dos triatomíneos coletados, *T. brasiliensis* e *T. pseudomaculata*, registraram índices de infecção relativamente baixos e com pouca variabilidade.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 6 e com o resultado do teste de Kruskal-Wallis, não houve diferença significativa ($p\text{-valor} = 0.43$) entre os índices de infecção das espécies capturadas.

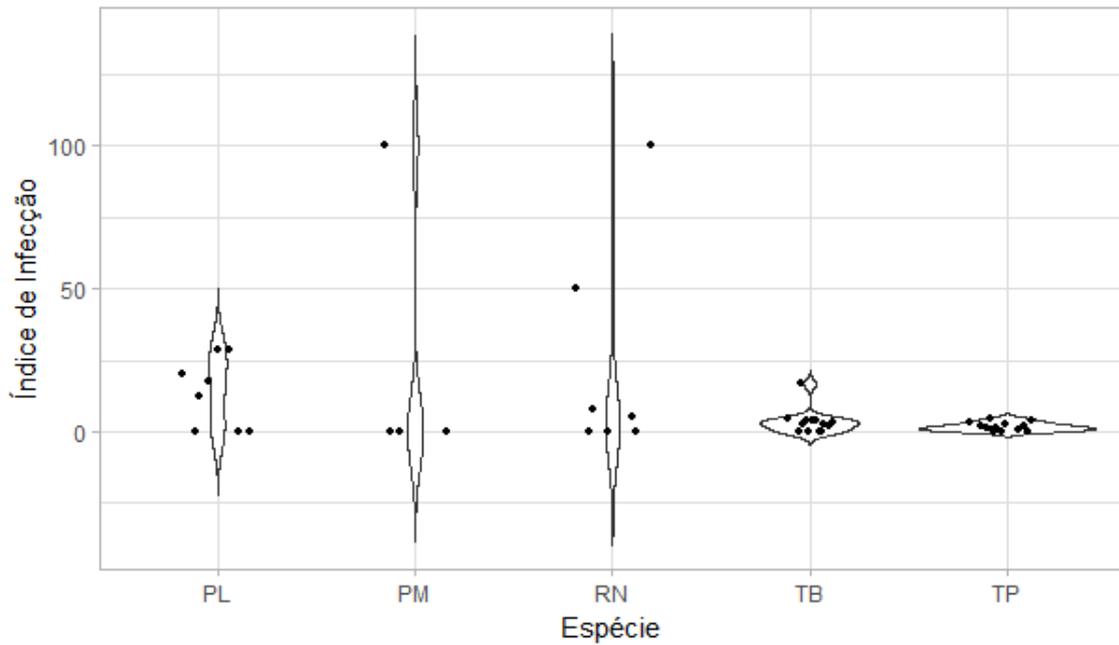


Figura 6. Gráficos de violino dos índices de infecção das cinco espécies de triatomíneos coletadas na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013; PL = *Panstrongylus lutzi*, PM = *Panstrongylus megistus*, RN = *Rhodnius nasutus*, TB = *Triatoma brasiliensis*, TP = *Triatoma pseudomaculata*.

Em Farias Brito, Santana do Cariri e Tarrafas, nenhum dos *R. nasutus* coletados estava infectado por *T. cruzi*. No Crato e em Várzea Alegre, os índices de infecção ficaram abaixo dos 10%. Por outro lado, Altaneira e Nova Olinda apresentaram altos índices (50% e 100%, respectivamente) (Figura 7).

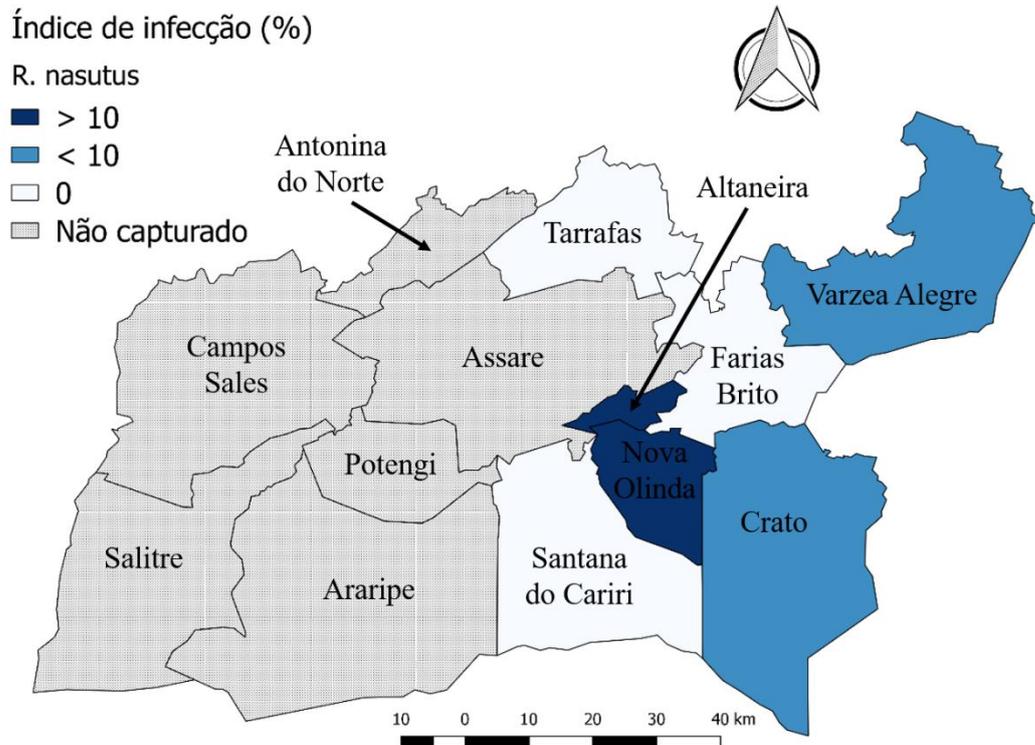


Figura 7. Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Rhodnius nasutus* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Em quatro municípios, nenhum dos *T. brasiliensis* coletados estava infectado por *T. cruzi*. Em outros oito, os índices de infecção ficaram abaixo dos 5%. Por outro lado, o Crato registrou um índice de infecção de 16,6%, sendo o único município a registrar índice de infecção acima de 5% em *T. brasiliensis* (Figura 8).

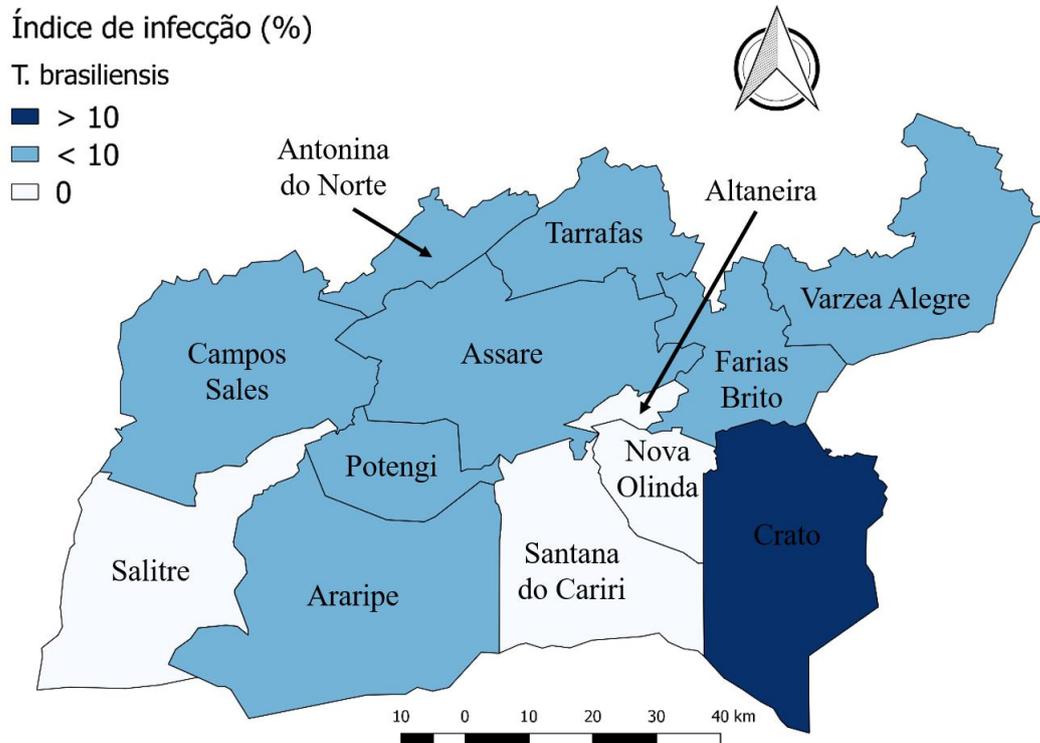


Figura 8. Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Triatoma brasiliensis* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Apenas em Antonina do Norte e Nova Olinda, nenhum *T. pseudomaculata* coletado estava infectado por *T. cruzi*. Em todos os outros municípios do estudo, os índices de infecção ficaram abaixo dos 5% em *T. pseudomaculata* (Figura 9).

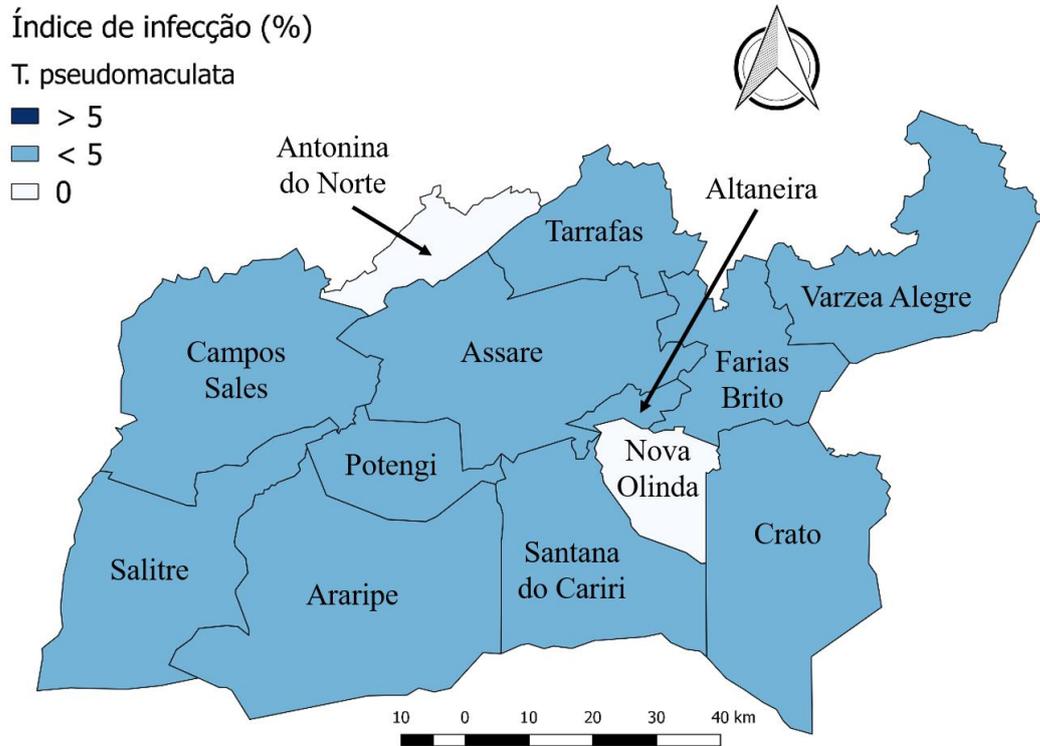


Figura 9. Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Triatoma pseudomaculata* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Nos municípios de Altaneira, Crato e Santana do Cariri, nenhum dos *P. lutzii* coletados estava infectado por *T. cruzi*. Em Farias Brito e Potengi, o índice de infecção ficou, respectivamente, em 12,5% e 17,6%. O índice registrado em Várzea Alegre foi de 20%. E o maior índice de infecção em *P. lutzii*, de 28,5%, foi registrado nos municípios de Araripe, Assaré e Campos Sales (Figura 10).

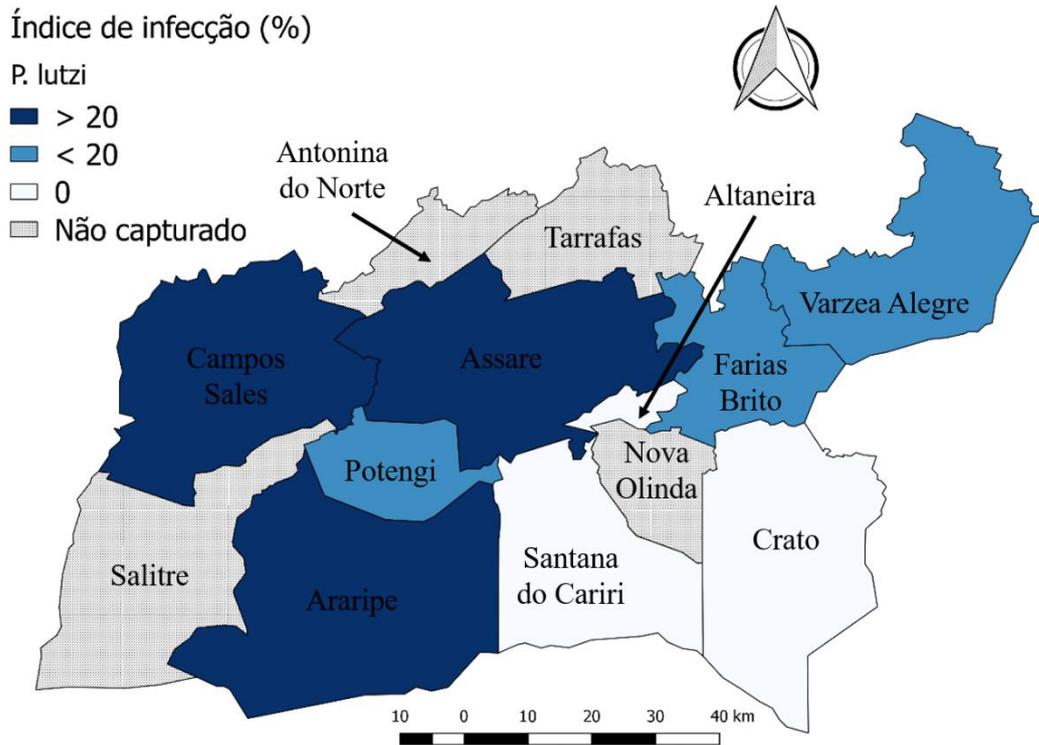


Figura 10. Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Panstrongylus lutzii* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Nos municípios do Crato, Nova Olinda e Várzea Alegre, nenhum dos espécimes de *P. megistus* coletados estava infectado por *T. cruzi*. O único exemplar de *P. megistus* infectado foi capturado no município de Tarrafas (Figura 11).

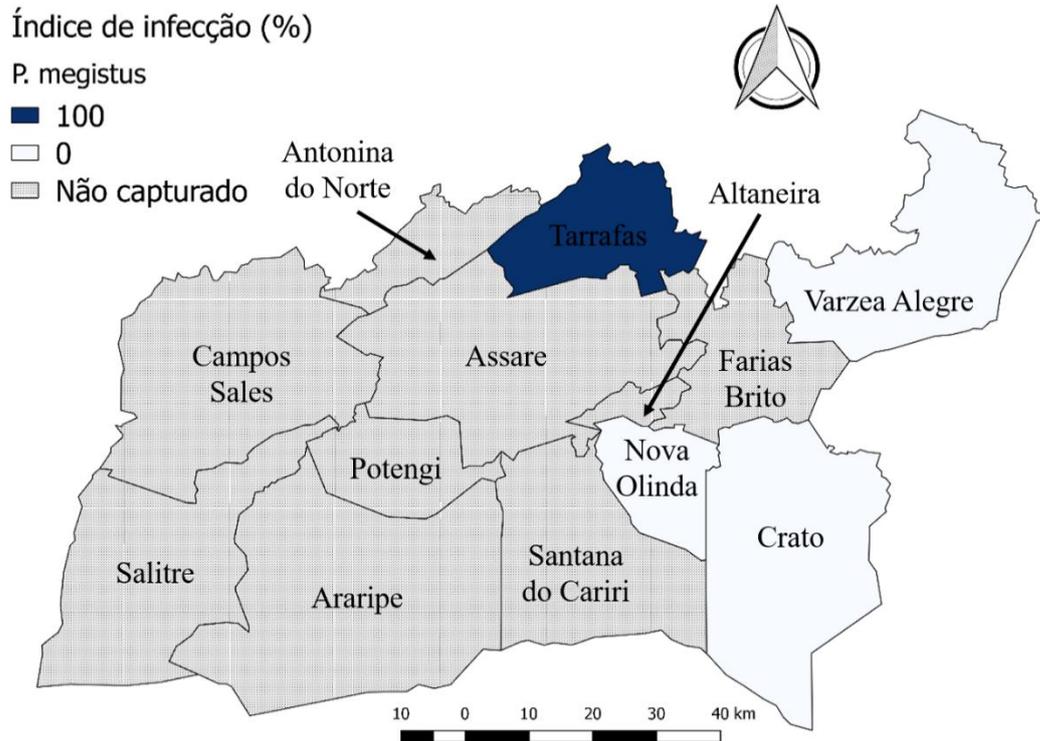


Figura 11. Mapa do índice de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em *Panstrongylus megistus* coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Considerando-se o índice médio de infecção natural por *T. cruzi*, os municípios que apresentaram os menores valores foram Salitre ($n = 0,15$) e Santana do Cariri ($n = 0,93$). Por outro lado, os maiores índices médios foram registrados em Nova Olinda ($n = 25$), onde os dois *R. nasutus* coletados estavam infectados, e Tarrafas ($n = 26,38$), onde foi coletado o único espécime de *P. megistus* infectado. Nova Olinda e Tarrafas também apresentaram os maiores graus de variabilidade dos índices de infecção (Figura 12).

No entanto, de acordo com o resultado do teste de Kruskal-Wallis, não houve diferença significativa ($p\text{-valor} = 0.66$) entre os índices de infecção registrados pelos municípios.

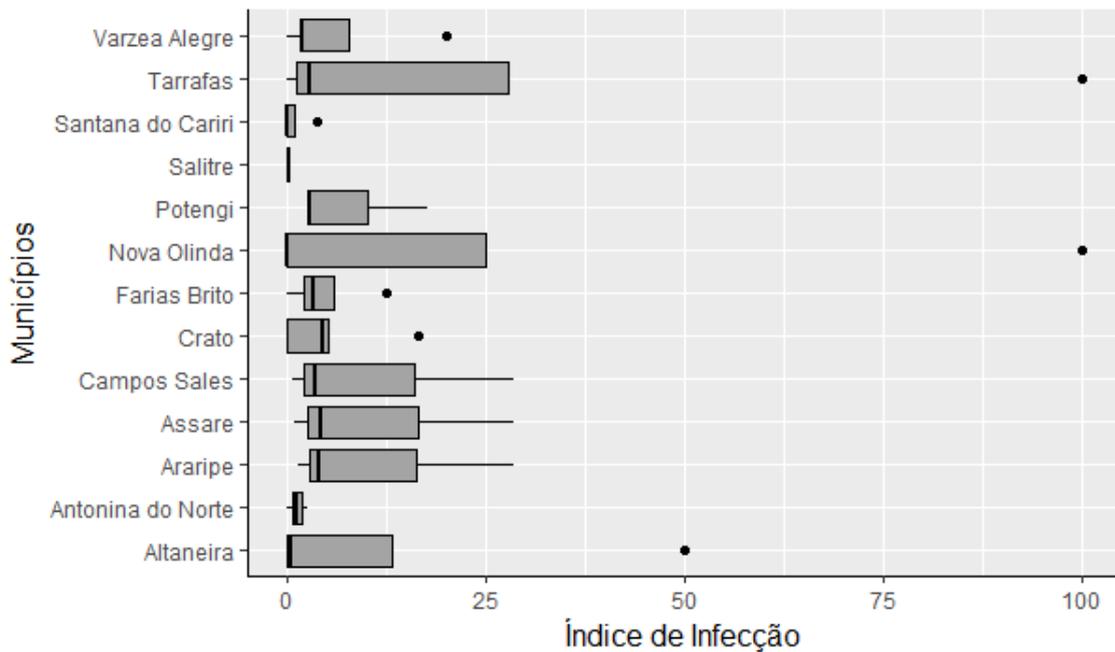


Figura 12. Índices de infecção natural por *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos coletados nos 13 municípios que formam a 20ª CRES do estado do Ceará, de 2009 a 2013. As caixas representam a variabilidade dos índices de infecção das espécies de triatomíneo capturadas, e os pontos representam índices isolados.

Dos 13 municípios pesquisados, 7 apresentaram índices médios de infecção por *T. cruzi* abaixo de 10%, incluindo Crato e Várzea Alegre, que são os dois mais populosos da área de estudo. Em contrapartida, 6 municípios registraram índices médios de infecção acima de 10% (Figura 13).

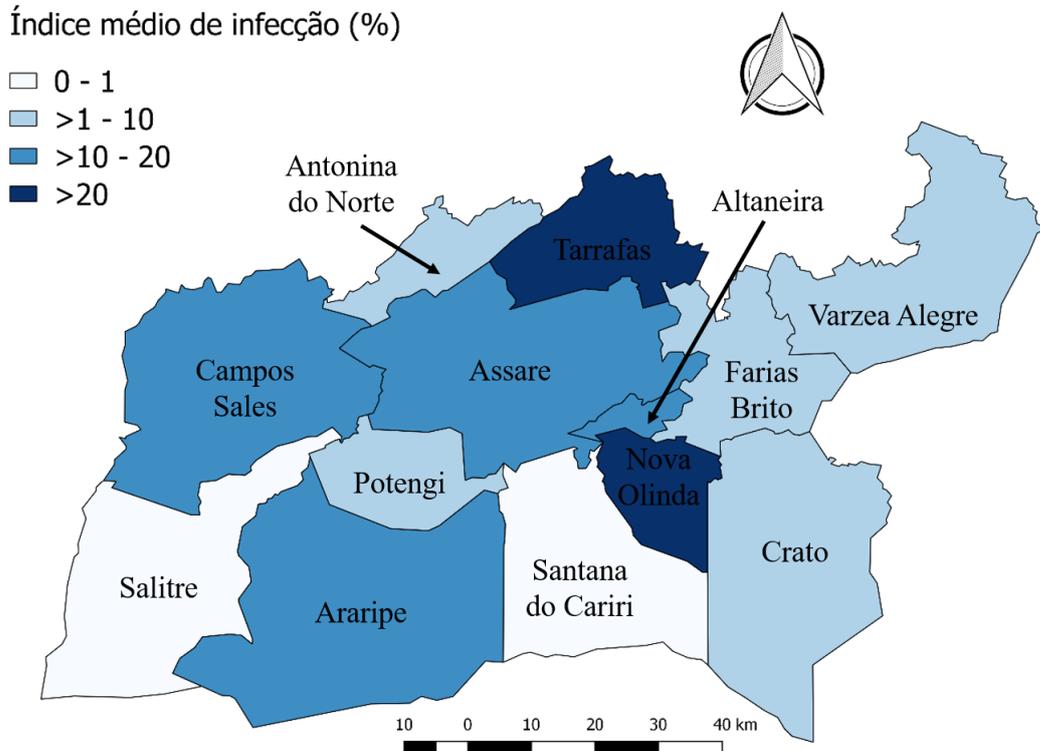


Figura 13. Mapa do índice médio de infecção natural (%) por *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos coletados na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

Ao avaliar a correlação entre os índices de infecção natural por *T. cruzi* e as variáveis socioeconômicas e ambientais ao nível municipal, é possível observar uma predominância de correlações positivas. As maiores correlações positivas e significativas foram constatadas entre a infecção em *T. pseudomaculata* e o salário médio dos trabalhadores formais ($\rho = 0,8$) e entre a infecção em *R. nasutus* e o percentual da população ocupada ($\rho = 0,6$). As variáveis escolarização e IDHM também apresentaram alta correlação positiva entre si ($\rho = 0,7$) (Figura 14).

Por outro lado, as maiores correlações negativas foram observadas entre a infecção em *T. pseudomaculata* e a média do IDEB ($\rho = -0,5$), entre a infecção em *R. nasutus* e o nível de arborização ($\rho = -0,5$), e entre a infecção em *P. megistus* e o percentual da população com esgotamento sanitário adequado ($\rho = -0,5$).

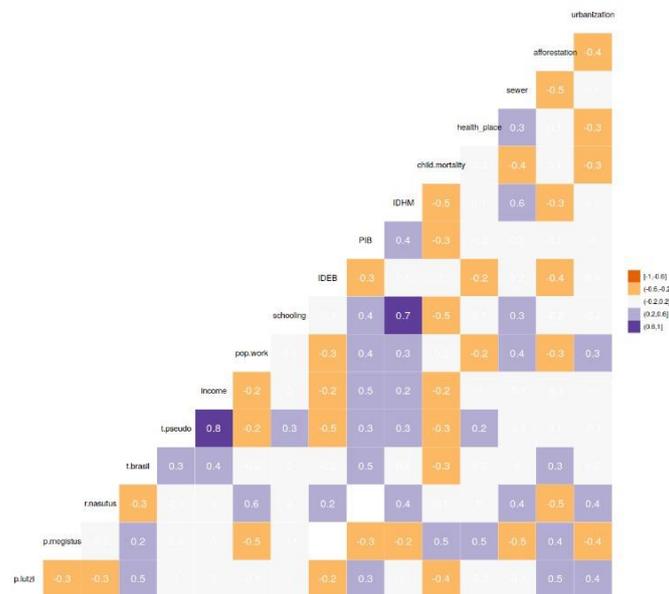


Figura 14. Heatmap da correlação entre os índices de infecção natural por *Trypanosoma cruzi* e as variáveis socioeconômicas e ambientais, na região do Cariri, Ceará, entre 2009 e 2013.

4 DISCUSSÃO

A predominância de *T. pseudomaculata* entre as espécies capturadas neste estudo pode ser explicada por sua ubiquidade (COURA, 2003), embora seja considerada uma espécie em transição entre o ambiente silvestre e o doméstico (DIAS et al., 2000). No presente trabalho, *T. pseudomaculata* apresentou baixa prevalência no ambiente intradomiciliar, o que também foi relatado por Candido et al. (2019) em estudo realizado na mesma região. De acordo com Freitas et al. (2004b), isto se deve ao fato de *T. pseudomaculata* apresentar comportamento peridomiciliar e possuir hábito ornitófilo, frequentemente associando-se a galinheiros. Além disso, no peridomicílio esta espécie também se alimenta de sangue de cães, roedores, gatos e cabras (FREITAS et al., 2005). Em cinco anos de coletas de triatomíneos na região centro-sul do estado da Bahia, Mendonça et al. (2015) contabilizaram 1.357 espécimes. Quatro espécies foram encontradas: *Triatoma sordida*, *Triatoma lenti*, *Triatoma pseudomaculata* e *Panstrongylus geniculatus*. De acordo com os autores, dos sete espécimes identificados como *T. pseudomaculata*, apenas um foi coletado no intradomicílio, e os demais foram coletados em ambiente peridomiciliar (cinco em galinheiros e um em tronco de árvore).

Comparada às outras espécies capturadas, *P. lutzi* apresentou índices de infecção por *T. cruzi* relativamente altos, o que corrobora outros estudos realizados na região do Cariri (GONÇALVES et al., 2009; CANDIDO et al., 2019). No presente trabalho, *P. lutzi* foi a única espécie que apresentou predominância no intradomicílio em relação ao peridomicílio, o que também foi verificado por Candido et al. (2019). Embora *P. lutzi* seja considerada uma espécie peridomiciliar, comumente associada a galinheiros, e que geralmente não coloniza residências, a grande capacidade de voo destes triatomíneos lhes permite invadir os domicílios ao serem atraídos pela diversidade de fontes alimentares (FREITAS et al., 2004a). De acordo com Candido et al. (2019), os altos índices de infecção natural em *P. lutzi* associados à presença dessa espécie no ambiente intradomiciliar aumentam o risco de humanos se infectarem e atuarem como reservatórios de *T. cruzi*.

Os baixos índices de infecção em *T. brasiliensis* relatados em nossa pesquisa também foram verificados por Costa et al. (1998), Freitas et al. (2007) e Candido et al. (2019). Costa et al. (1998) examinaram a infecção por *T. cruzi* em 266 espécimes de *T. brasiliensis* capturados nos ambientes peridomiciliar e selvagem. Desse total, apenas 22 triatomíneos estavam infectados, o que corresponde a um índice de infecção de 8,27%.

De acordo com Freitas et al. (2005), *T. brasiliensis* possui maior capacidade de sugar sangue do que outras espécies, o que a torna mais eficaz na transmissão da doença de Chagas. Além disso, *T. brasiliensis* foi a espécie mais abundante em intradomicílio no presente estudo, em consonância com estudos anteriores que relatam a invasão dessa espécie para o ambiente intradomiciliar (DIOTAIUTI et al., 2000; SILVA et al., 2015). Ademais, Diotaiuti et al. (2000) afirmam que espécimes de *T. brasiliensis* já foram encontrados em intradomicílio até quatro meses após a borrifação de pesticidas. Esta espécie é típica da caatinga e muito abundante no nordeste brasileiro, justamente por suas características de espécie euritópica e capaz de suportar temperaturas muito elevadas (COSTA et al., 1998; DIAS et al., 2010). No ambiente silvestre, *T. brasiliensis* é frequentemente encontrada em rochas, onde o desenvolvimento de colônias está associado a roedores (*Kerodon rupestris*) (COSTA et al., 2003). Segundo Coura (2003), o fluxo que essa espécie apresenta entre os ciclos domiciliar, peridomiciliar e silvestre dificulta sobremaneira o controle vetorial.

Em nosso trabalho, apenas um espécime de *P. megistus* apresentou infecção por *T. cruzi*. A baixa taxa de infecção nessa espécie também foi verificada por Dias et al. (2016) no estado de Minas Gerais, em que examinaram a infecção por *T. cruzi* em cinco espécimes de *P. megistus*, porém nenhum deles estava infectado. Candido et al. (2019) também relataram a ausência de infecção nessa espécie de triatomíneo. Apesar destes resultados, *P. megistus* é considerada um dos principais vetores da doença de Chagas devido à sua alta suscetibilidade à infecção pelo *T. cruzi* e ao hábito alimentar eclético (ARAGÃO, 1983). A espécie alimenta-se principalmente em marsupiais e roedores, porém há registro de hábito alimentar em canídeos (DIAS et al., 2016) e em humanos (VILLELA et al., 2010).

Nos municípios do Crato e Nova Olinda, foram capturados praticamente todos os espécimes de *P. megistus*. Ambos os municípios pertencem à Região Metropolitana do Cariri (RMC), onde o nível de urbanização e o crescimento populacional são bem mais acentuados do que nos outros municípios da área de estudo. Segundo o IBGE (2010c), foi registrada na RMC uma explosão populacional de 14% apenas entre os anos 2000 e 2010. Além disso, Crato e Nova Olinda estão entre os municípios com menor percentual de arborização da região (IBGE, 2010a). Almeida et al. (2008) relacionaram a presença de *P. megistus* à redução da cobertura vegetal, e afirmam que sua domiciliação é consequência da ação antrópica, pois a espécie vem sendo, cada vez mais, confinada em resíduos de mata, à medida que o desmatamento e a agricultura extensiva avançam.

Ainda, de acordo com Bernardo-Pedro et al. (2019), o aumento do desmatamento e da invasão antropogênica de ecótopos naturais dos vetores da doença de Chagas pode levar à urbanização destes insetos, que se estabelecem na arborização de municípios ou no peridomicílio rural.

Silva et al. (2017) registraram a presença de 275 triatomíneos em ambiente peridomiciliar e intradomiciliar no agreste pernambucano. Desse total, 78 espécimes foram identificados como *T. brasiliensis*, 70 como *T. pseudomaculata*, 66 como *P. lutzi* e 61 foram identificados como *P. megistus*. Todas as espécies foram predominantes no ambiente intradomiciliar em relação ao peridomiciliar, e *T. pseudomaculata* apresentou o maior número de espécimes coletados em peridomicílio. Ainda segundo Silva et al. (2017), 45 triatomíneos adultos estavam infectados por flagelados semelhantes ao *T. cruzi* em ambiente intradomiciliar, e não houve registro de espécimes positivos em peridomicílio.

Mais de 70% dos espécimes identificados como *R. nasutus* foram capturados em apenas dois municípios: Crato e Farias Brito. Neste último, Freitas et al. (2007) verificaram a associação entre *R. nasutus* e ninhos de pássaros em palmeiras como a macaúba (*Acrocomia aculeata*), espécie endêmica da região e que tem se tornado o habitat natural deste triatomíneo. Estes autores ainda afirmam que o município de Farias Brito apresenta cobertura vegetal com predominância de arbustos como *Croton* sp. e *Mimosa tenuiflora*, conhecidos popularmente como marmeleiro e jurema-preta, respectivamente. Devido à sua alta densidade e alta cobertura geográfica, caules e galhos de jurema-preta são utilizados pela população rural da região do Cariri como fonte de energia doméstica e para construção de abrigos para os animais, o que facilita a dispersão de triatomíneos do ambiente natural para o peridoméstico (FREITAS et al., 2004). Em nosso estudo, houve predominância de *R. nasutus* no ambiente peridomiciliar, assim como observado por Gonçalves et al. (2009) na mesma região. O armazenamento destas plantas no peridomicílio pode potencializar o risco de infecção por *T. cruzi* nas populações rurais, além de contribuir para o processo de domiciliação de espécies de triatomíneos que ainda são consideradas silvestres (BERNARDO-PEDRO et al., 2019).

Espécimes de *T. pseudomaculata* e *T. brasiliensis* foram capturados em todos os municípios pesquisados, o que representa um alto grau de dispersão na área de estudo. Muitos fatores podem contribuir para a alta prevalência de *T. pseudomaculata* e *T. brasiliensis*, como o comportamento ubiquista destas espécies (BARRETO, 1976; COURA, 2003); hábito alimentar eclético, pois são espécies que se alimentam tanto em

animais domésticos como em silvestres (BARRETO, 1976; FREITAS et al., 2005); resistência de *T. brasiliensis* aos pesticidas utilizados pela vigilância ambiental dos municípios (DIOTAIUTI et al., 2000); e a dificuldade de controle de *T. pseudomaculata* devido ao processo de transição que a espécie sofre, entre os ambientes silvestre e doméstico (DIAS et al., 2000). Dessa forma, apesar dos baixos índices de infecção apresentados por *T. brasiliensis* e *T. pseudomaculata*, na comparação com outras espécies capturadas, gera preocupação a alta prevalência dessas espécies na área de estudo, além de acender um sinal de alerta para a vigilância entomológica dos municípios, pois trata-se de espécies altamente adaptadas aos ambientes intra e peridomiciliares da região do Cariri.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P.S.; JÚNIOR, W.C.; OBARA, M.T.; SANTOS, H.R.; BARATA, J.M.S.; FACCENDA, O. Levantamento da fauna de Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) em ambiente domiciliar e infecção natural por Trypanosomatidae no Estado de Mato Grosso do Sul. Rev Soc Bras Med Trop. 2008; 41(4):374-380.

ARAGÃO, M.B. Domiciliação de triatomíneos ou pré-adaptação à antropofilia e à ornitofilia? Revista de Saúde Pública. 1983; 17(1):51-55.

BARBOSA-SILVA, A.N.; CÂMARA, A.C.J.; MARTINS, K.; NUNES, D.F.; OLIVEIRA, P.I.G.; AZEVEDO, P.R.M.; CHIARI, E.; GALVÃO, L.M.C. Characteristics of triatomine infestation and natural *Trypanosoma cruzi* infection in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2016; 49(1):57-67.

BARRETO, M.P. Ecologia de triatomíneos e transmissão do *Trypanosoma cruzi*, com especial referência ao Brasil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 1976; 10(6):339-353.

BERNARDO-PEDRO, T.; SOUSA, D.M.; FREITAS, S.P.C.; FREITAS, A.L.C.; SANTOS-MALLET, J.R.; TASSINARI, W.S. Triatomine dispersion rates and their association with socioeconomic and environmental conditions in Northeastern Brazil, from 2009 to 2013. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo. 2019; 61:e47.

CANDIDO, A.S.; ARRAIS, F.M.A.; PINTO, L.C.; VIANA, M.W.C.; GOES, M.I.L.; FERREIRA, R.J. Ocorrência de triatomíneos em ambientes intra e peridomiciliares do município de Campos Sales, Ceará. Biota Amazônia. 2019; 9(1):1-4.

COSTA, J.; ALMEIDA, C.E.; DOTSON, E.M.; LINS, A.; VINHAES, M.; SILVEIRA, A.C.; BEARD, C.B. The epidemiologic importance of *Triatoma brasiliensis* as a Chagas disease vector in Brazil: a revision of domiciliary captures during 1993-1999. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 2003; 98(4):443-449.

COSTA, J.; ALMEIDA, J.R.; BRITO, C.; DUARTE, R.; MARCHON-SILVA, V.; PACHECO, R. Ecotopes, natural infection and trophic resources of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 1998; 93(1):7-13.

COURA, J.R.; BORGES-PEREIRA, J. Chagas disease: 100 years after its discovery. A systematic review. Acta Trop 2010; 115:5-13.

COURA, J.R. Tripanosomose, doença de Chagas. *Ciência e Cultura*. 2003; 55(1):30-33.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (DATASUS). Doença de Chagas aguda – Casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Brasil. Brasília: DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/chagasbr.def> Acesso em 12 de jan. 2020.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (DATASUS). Mortalidade infantil 2010. Brasília: DATASUS; 2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/chagasbr.def> Acesso em 18 de fev. 2020.

DIAS, D.M.; DANTAS, L.N.A.; DANTAS, J.O. Distribuição geográfica dos vetores de Chagas em Sergipe. *Saber Acadêmico*. 2010; 10:50-56.

DIAS, J.C.; MACHADO, E.M.; FERNANDES, A.L.; VINHAES, M.C. Esboço geral e perspectivas da doença de Chagas no Nordeste do Brasil. *Cad Saude Publica*. 2000; 16(2):13-34.

DIAS, J.V.C.; QUEIROZ, D.R.M.; MARTINS, H.R.; GORLA, D.E.; PIRES, H.H.R.; DIOTAIUTI, L. Spatial distribution of triatomines in domiciles of an urban area of the Brazilian Southeast Region. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2016; 111(1):43-50.

DIOTAIUTI, L.; FILHO, O.F.F.; CARNEIRO, F.C.E.; DIAS, J.C.P.; PIRES, H.H.R.; SCHOFIELD, C.J. Aspectos operacionais do controle do *Triatoma brasiliensis*. *Caderno de Saúde Pública*. 2000; 16(2):61-67.

FREITAS, A.L.; FREITAS, S.P.; GONÇALVES, T.C.; NETO, A.S. Vigilância entomológica dos vetores da doença de Chagas no município de Farias Brito, estado do Ceará – Brasil. *Cad Saude Colet*. 2007; 15(2):231-240.

FREITAS, S.P.; FREITAS, A.L.; GONÇALVES, T.C.M. Ocorrência de *Panstrongylus lutzii* no peridomicílio, estado do Ceará, Brasil. *Revista de Saúde Pública*. 2004a; 38(4):579-580.

FREITAS, S.P.; FREITAS, A.L.; PRAZERES, S.M.; GONÇALVES, T.C. Influência de hábitos antrópicos na dispersão de *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola, 1964, através de *Mimosa tenuiflora* (Willdenow) (Mimosaceae) no estado do Ceará, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2004b; 20(1):333-336.

FREITAS, S.P.; LOROSA, E.S.; RODRIGUES, D.C.; FREITAS, A.L.; GONÇALVES, T.C. Fontes alimentares de *Triatoma pseudomaculata* no Estado do Ceará, Brasil. Revista de Saúde Pública. 2005; 39(1):27-32.

GALVÃO, C.; PAULA, A.S. Sistemática e evolução dos vetores. In: GALVÃO, C. (ed). Vetores da doença de Chagas. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia 2015. P. 26-31.

GONÇALVES, T.C.; FREITAS, A.L.; FREITAS, S.P. Surveillance of Chagas disease vectors in municipalities of the state of Ceará, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2009; 104(8):1159-1164.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Assistência Médica Sanitária 2009. Rio de Janeiro: IBGE; 2009. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9067-pesquisa-de-assistencia-medico-sanitaria.html?=&t=resultados> Acesso em 18 de fev. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) 2015. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/cempre/tabelas/brasil/2015> Acesso em 21 de jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE; 2010a. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> Acesso em 21 de jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produto Interno Bruto per capita 2010. Rio de Janeiro: IBGE; 2010b. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=262930> Acesso em 21 de jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sinopse do Censo Demográfico 2010: Ceará. Rio de Janeiro: IBGE; 2010c. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=23> Acesso em 21 de ago. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Ideb – Resultados e Metas 2015. Brasília: Ministério da Educação; 2015. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/> Acesso em 21 de jul. 2017.

JURBERG, J.; RODRIGUES, J.M.; MOREIRA, F.F.; DALE, C.; CORDEIRO, I.R.; LAMAS JÚNIOR, V.D.; GALVÃO, C.; ROCHA, D.S. Atlas iconográfico dos

triatomíneos do Brasil (vetores da doença de Chagas). Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 2014.

KASHIWABARA, Y.B.; PAIVA, R.M.R.A.; NAKAOKA ELIAS DA SILVA, V.Y.; KASHIWABARA, T.G.B. Doença de Chagas – Revisão de Literatura. BJSCR. 2013; 4(3):49-52.

LENT, H.; WYGODZINSKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas' disease. Bulletin of the American Museum of Natural History. 1979; 163(3):123-520.

MENDONÇA, V.J.; OLIVEIRA, J.; RIMOLDI, A.; FERREIRA FILHO, J.C.R.; ARAÚJO, R.F.; ROSA, J.A. Triatominae survey (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in the south-central region of the state of Bahia, Brazil, between 2008 and 2013. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 2015; 92(5):1076-1080.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 264, de 17 de fevereiro de 2020. Brasília: Ministério da Saúde; 2020. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-264-de-17-de-fevereiro-de-2020-244043656> Acesso em 14 de jun. 2020.

OSTERMAYER, A.L; PASSOS, A.D.; SILVEIRA, A.C.; FERREIRA, A.W.; MACEDO, V.; PRATA, A.R. The National Survey of seroprevalence for evaluation of the control of Chagas disease in Brazil (2001-2008). Rev Soc Bras Med Trop. 2011; 44(2):108-121.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Chagas disease fact sheet. Washington: PAHO; 2019. Disponível em: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)) Acesso em 12 de jan. 2020.

PETT, M.A. Nonparametric statistics for health care research: Statistics for small samples and unusual distributions. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications; 2015.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2010. Brasília: PNUD; 2010. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br Acesso em 21 de jul. 2017.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2019. Available from: <https://www.R-project.org/> Acesso em 26 de fev. 2020.

RIBEIRO, A.R.; MENDONÇA, V.J.; ALVES, R.T.; MARTINEZ, I.; DE ARAUJO, R.F.; MELLO, F.; *et al.* *Trypanosoma cruzi* strains from triatomine collected in Bahia and Rio Grande do Sul, Brazil. *Rev Saude Publica*. 2014; 48(2):295-302.

SARQUIS, O.; CARVALHO-COSTA, F.A.; TOMA, H.K.; GEORG, I.; BURGOA, M.R.; LIMA, M.M. Eco-epidemiology of Chagas disease in northeastern Brazil: *Triatoma brasiliensis*, *T. pseudomaculata* and *Rhodnius nasutus* in the sylvatic, peridomestic and domestic environments. *Parasitol Res*. 2012; 110(4):1481-5.

SHERMAN, G.E.; SUTTON, T.; BLAZEK, R.; HOLL, S.; DASSAU, O.; MORELY, B.; *et al.* Quantum GIS User Guide – Version 1.7 “Wroclaw”. Boston: Open Source Geospatial Foundation Project; 2011. Disponível em: http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.7.0_user_guide_en.pdf Acesso em 11 de ago. 2018.

SILVA, M.B.A.; MENEZES, K.R.; FARIAS, M.C.G.; SOUZA FILHO, I.B.; JURBERG, J. Vigilância entomológica dos vetores da doença de Chagas no agreste pernambucano. *Revista Saúde e Desenvolvimento*. 2017; 11(7):229-244.

SILVA, M.B.A.; MENEZES, K.R.; SIQUEIRA, A.M.; BALBINO, V.Q.; LOROSA, E.S.; FARIAS, M.C.G.; *et al.* Importância da distribuição geográfica dos vetores da doença de Chagas em Pernambuco, Brasil, em 2012. *Rev Patol Trop*. 2015; 44(2):195-206.

SOUSA, D.M. *Aspectos eco-epidemiológicos e áreas de vulnerabilidade da doença de Chagas associadas a ações de educação em saúde na região do Cariri, estado do Ceará*. 2016. 183 p. Tese (Doutorado em Medicina Tropical). Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2016.

TANOWITZ, H.B.; WEISS, L.M.; MONTGOMERY, S.P. Chagas disease has now gone global. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011; 5(4):e1136.

VILLELA, M.M.; RODRIGUES, V.L.C.C.; CASANOVA, C.; DIAS, J.C.P. Análise de fonte alimentar de *Panstrongylus megistus* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) e sua atual importância como vetor do *Trypanosoma cruzi*, no Estado de Minas Gerais. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2010; 43(2):125-128.

CAPÍTULO III

RELAÇÃO ENTRE A POSITIVIDADE PARA *Trypanosoma cruzi* EM TRIATOMÍNEOS E CARACTERÍSTICAS PERIDOMICILIARES E DOMICILIARES EM DOIS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO CARIRI

1 INTRODUÇÃO

A doença de Chagas, também conhecida como tripanossomíase americana, é uma parasitose potencialmente fatal causada pelo protozoário flagelado *Trypanosoma cruzi* Chagas, 1909. Esta zoonose é considerada endêmica em 21 países da América Latina continental, porém, devido a contínuos processos migratórios intercontinentais, está presente também na América do Norte e em diversos países europeus (COURA; BORGES-PEREIRA, 2010; GALVÃO; PAULA, 2015).

Estima-se que 6 a 8 milhões de pessoas sejam afetadas pela doença de Chagas nas Américas, e que 65 milhões de indivíduos estejam diretamente expostos à doença, cuja incidência é de aproximadamente 28 mil casos por ano (PAHO, 2019). No Brasil, a doença de Chagas atinge em torno de 3,3 milhões de pessoas, especialmente populações de maior vulnerabilidade social, baixo poder aquisitivo e residentes na zona rural (DIAS et al., 2016). No Nordeste do Brasil, esta parasitose é apontada como a segunda maior em quantidade de indivíduos infectados, com uma prevalência de 3,1%, o que confere à região uma posição de importância no contexto epidemiológico da doença de Chagas (TELES et al., 2014). O estado do Ceará, por sua vez, apresenta cobertura predominante de caatinga, com uma ampla área rural e habitações humanas precárias, o que fornece abrigo para várias espécies de barbeiros (FREITAS et al., 2007). Diversos estudos têm demonstrado a presença de triatomíneos em ambientes de peri e intradomicílio na região do Cariri, estado do Ceará (FREITAS et al., 2007; DIAS et al., 2008; GONÇALVES et al., 2009; BERNARDO-PEDRO et al., 2019).

Existem diferentes mecanismos de transmissão da doença de Chagas para os humanos, no entanto a transmissão vetorial representa a forma mais importante, devido à adaptação de algumas espécies de triatomíneos às habitações humanas (COURA; BORGES-PEREIRA, 2010). Os insetos que transmitem o protozoário *Trypanosoma cruzi* pertencem à subfamília Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), composta por membros exclusivamente hematófagos em todos os estágios de vida (LENT; WYGODZISNKY, 1979). Nesta subfamília estão alocadas 152 espécies, agrupadas em 18 gêneros que contêm 5 tribos. No Ceará, cinco espécies se destacam devido às suas características comportamentais e epidemiológicas: *Triatoma brasiliensis* Neiva 1911, *Triatoma pseudomaculata* Corrêa & Espínola 1964, *Panstrongylus lutzi* (Neiva & Pinto 1923), *Panstrongylus megistus* Burmeister 1835 e *Rhodnius nasutus* Stål 1859 (FREITAS et al., 2007).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar a prevalência de positividade para *Trypanosoma cruzi* em triatomíneos capturados nos domicílios de dois municípios na região do Cariri, e verificar uma possível associação com as características peri e intradomiciliares.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

Os municípios de Farias Brito e Potengi estão situados na região do Cariri, no extremo sul do estado do Ceará, região Nordeste do Brasil, em uma porção semiárida do estado (Figura 1). Farias Brito pertence à Região Metropolitana do Cariri (RMC) e está localizada a 320 metros de altitude, com uma população estimada em 19.007 habitantes. Potengi está localizada a 557 metros de altitude, pertence à microrregião da Chapada do Araripe, e tem uma população estimada em 10.276 habitantes (IBGE, 2010). O clima é caracterizado por chuvas escassas e irregulares, pouca cobertura de nuvens, radiação solar intensa, altas taxas de evaporação e temperatura média em torno de 27° C. A vegetação predominante é de Caatinga.

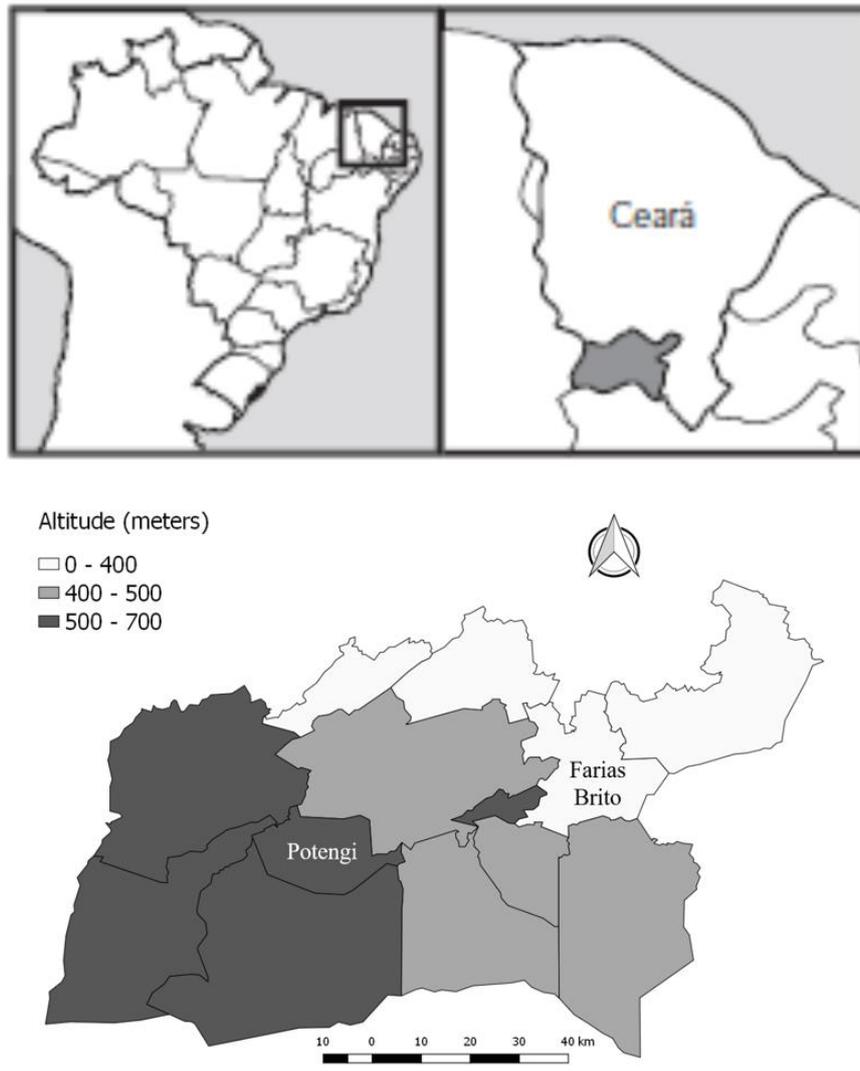


Figura 1. Localização e altitude média da região do Cariri, Ceará, com destaque para os municípios de Farias Brito e Potengi.

2.2 Origem dos Dados

Agentes de combate a endemias dos municípios, em conjunto com pesquisadores da Fiocruz, coletaram triatomíneos em 80 domicílios de seis localidades rurais: Baixio dos Facundes, Barreiros, Carcará, Escondido (4 em Potengi), Caras dos Alcântaras e Tabuleiro dos Mendes (2 em Farias Brito), nos anos de 2014 e 2015. Os espécimes capturados foram enviados ao Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera do Instituto Oswaldo Cruz, na Fiocruz.

Para avaliação da positividade para *Trypanosoma cruzi*, foi realizado exame de microscopia direta do conteúdo intestinal obtido por compressão abdominal dos triatomíneos. Este método morfológico de identificação dos triatomíneos é padronizado.

Os agentes coletaram informações a respeito das seguintes características peridomiciliares e intradomiciliares de cada domicílio: tipo de parede, tipo de telhado, número de cômodos, número de moradores, presença de banheiro externo, de animais domésticos (gato e cachorro), galinheiro, puleiro, lenha, chiqueiro, pedras, telhas, tijolos, afloramento de rocha, capril, paiol, casa de chocar, curral e casinha de cachorro.

2.3 Análise Estatística

Foi realizada uma análise descritiva para verificar a distribuição da frequência de ocorrência de positividade para *T. cruzi* em triatomíneos, em cada uma das características descritas acima. Em seguida, foram realizadas análises bivariadas para verificar a possível associação entre a positividade para *T. cruzi* e as variáveis dicotômicas, a variável “Localidade” e a variável “Tipo de parede”, utilizando-se o teste Qui-quadrado com o teste exato de Fisher para avaliar a associação entre as variáveis categóricas de exposição e a positividade para *T. cruzi* em triatomíneos. Já para as variáveis quantitativas de exposição, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney (PETT, 2015) para comparar domicílios com triatomíneos infectados e domicílios com ausência de infecção nos triatomíneos. Para todos os testes estatísticos, foi considerado um nível de significância (α) de 5%. O pacote estatístico R versão 3.3.2 (R CORE TEAM, 2019) foi utilizado para rodar as análises estatísticas.

3 RESULTADOS

Foram coletados triatomíneos em 39 domicílios no município de Farias Brito e em 41 domicílios no município de Potengi. A localidade com maior número de residências pesquisadas foi Tabuleiro dos Mendes, em Farias Brito. Os domicílios que possuíam parede de tijolo com reboco completo representaram 80% do total, e 95% possuíam telhado de telha sem forro (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de distribuição dos domicílios pesquisados em relação às variáveis categóricas não-dicotômicas.

Variável	Descrição	Frequência	Proporção
Município	Farias Brito	39	48,8%
	Potengi	41	51,2%
Localidade	Baixio dos Facundes	10	12,5%
	Barreiros	6	7,5%
	Caras dos Alcântaras	19	23,8%
	Carcará	15	18,8%
	Escondido	10	12,5%
	Tabuleiro dos Mendes	20	25,0%
	Taipá com reboco completo	4	5,0%
Tipo de parede	Taipá com reboco incompleto	3	3,7%
	Tijolo com reboco completo	64	80,0%
	Tijolo com reboco incompleto	5	6,3%
	Tijolo sem reboco	1	1,3%
	Não informado	3	3,7%
Tipo de telhado	Telha com forro	1	1,2%
	Telha sem forro	76	95,0%
	Não informado	3	3,8%

A grande maioria dos domicílios possuía entre 6 a 8 cômodos (Figura 2) e entre 2 a 4 moradores (Figura 3).

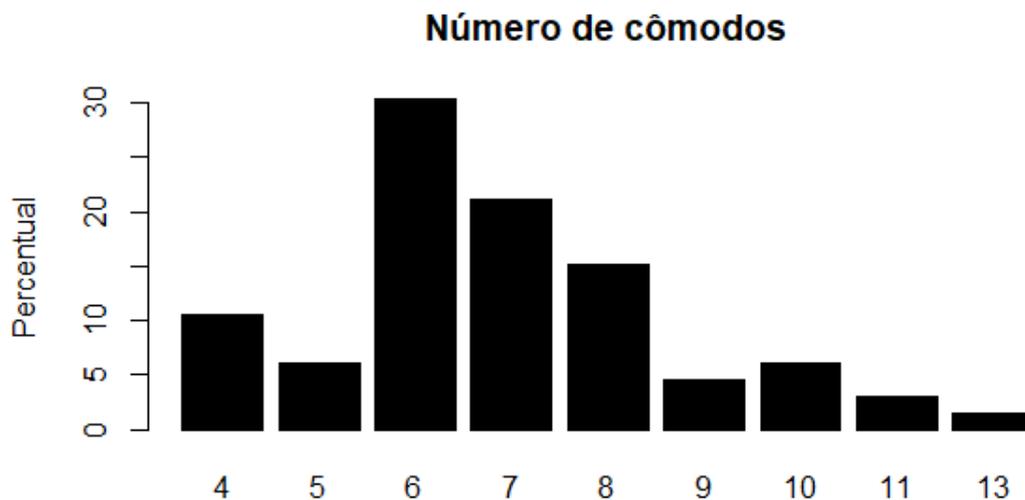


Figura 2. Frequência do número de cômodos presentes nos domicílios pesquisados.

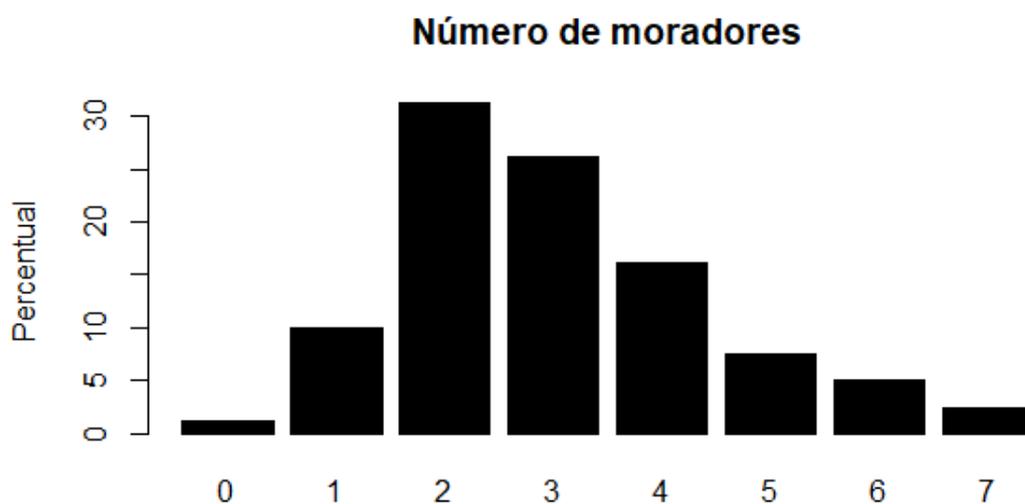


Figura 3. Frequência do número de moradores presentes nos domicílios pesquisados.

Foi observada uma predominância na presença de animais domésticos, tanto de companhia como de produção, nos domicílios pesquisados, pois a maioria tinha presença de gatos, cachorros, galinheiro, chiqueiro e capril (Tabela 2).

Tabela 2. Frequência de distribuição dos domicílios pesquisados em relação às variáveis categóricas dicotômicas.

Variável	Condição	Frequência	Proporção
Banheiro externo	Presença	38	47,5%
	Ausência	33	41,2%
	Não informado	9	11,3%
Gato	Presença	49	61,2%
	Ausência	25	31,3%
	Não informado	6	7,5%
Cachorro	Presença	53	66,2%
	Ausência	21	26,3%
	Não informado	6	7,5%
Galinheiro	Presença	64	80,0%
	Ausência	16	20,0%
Puleiro	Presença	48	60,0%
	Ausência	32	40,0%
Lenha	Presença	31	38,8%
	Ausência	49	61,2%
Chiqueiro	Presença	53	66,2%
	Ausência	27	33,8%
Pedras	Presença	2	2,5%
	Ausência	78	97,5%
Telhas	Presença	32	40,0%
	Ausência	48	60,0%
Tijolos	Presença	4	5,0%
	Ausência	76	95,0%
Afloramento rocha	Presença	2	2,5%
	Ausência	78	97,5%
Capril	Presença	10	12,5%
	Ausência	70	87,5%
Paiol	Presença	60	75,0%
	Ausência	20	25,0%
Casa de chocar	Presença	35	43,8%

	Ausência	45	56,2%
	Presença	16	20,0%
Curral	Ausência	63	78,8%
	Não informado	1	1,2%
	Presença	6	7,5%
Casinha de cachorro	Ausência	71	88,7%
	Não informado	3	3,8%

Não foi encontrada significância, ao nível de 5%, nas análises bivariadas entre a positividade para *T. cruzi* e as variáveis dicotômicas (Tabela 3).

Tabela 3. Análise bivariada entre a positividade para *T. cruzi* e as variáveis dicotômicas.

Variável	Descrição	Positividade para <i>T. cruzi</i>		P-valor
		Sim	Não	
Município	Farias Brito	15 (46,9%)	24 (50,0%)	0,784
	Potengi	17 (53,1%)	24 (50,0%)	
Banheiro externo	Presença	15 (55,6%)	23 (52,3%)	0,788
	Ausência	12 (44,4%)	21 (47,7%)	
Gato	Presença	20 (62,5%)	29 (69,0%)	0,555
	Ausência	12 (37,5%)	13 (31,0%)	
Cachorro	Presença	24 (75,0%)	29 (69,0%)	0,574
	Ausência	8 (25,0%)	13 (31,0%)	
Galinheiro	Presença	27 (84,4%)	37 (77,1%)	0,424
	Ausência	5 (15,6%)	11 (22,9%)	
Puleiro	Presença	19 (59,4%)	29 (60,4%)	0,926
	Ausência	13 (40,6%)	19 (39,6%)	
Lenha	Presença	15 (46,9%)	16 (33,3%)	0,223
	Ausência	17 (53,1%)	32 (66,7%)	
Chiqueiro	Presença	20 (62,5%)	33 (68,8%)	0,562
	Ausência	12 (37,5%)	15 (31,2%)	
Pedras	Presença	1 (3,1%)	1 (2,1%)	0,770
	Ausência	31 (96,9%)	47 (97,9%)	
Telhas	Presença	13 (40,6%)	19 (39,6%)	0,926
	Ausência	19 (59,4%)	29 (60,4%)	
Tijolos	Presença	3 (9,4%)	1 (2,1%)	0,143
	Ausência	29 (90,6%)	47 (97,9%)	
Afloramento de rocha	Presença	0 (0%)	2 (4,2%)	0,242
	Ausência	32 (100%)	46 (95,8%)	
Capril	Presença	4 (12,5%)	6 (12,5%)	1,000
	Ausência	28 (87,5%)	42 (87,5%)	
Paiol	Presença	23 (71,9%)	37 (77,1%)	0,598
	Ausência	9 (28,1%)	11 (22,9%)	
Casa de chocar	Presença	14 (43,8%)	21 (43,8%)	1,000
	Ausência	18 (56,2%)	27 (56,2%)	

Curral	Presença	7 (21,9%)	9 (19,1%)	0,767
	Ausência	25 (78,1%)	38 (80,9%)	
Casinha de cachorro	Presença	3 (10,0%)	3 (6,4%)	0,564
	Ausência	27 (90,0%)	44 (93,6%)	

Também não foi encontrada significância, ao nível de 5%, nas análises bivariadas entre a positividade para *T. cruzi* e as variáveis “Localidade” (Tabela 4) e “Tipo de parede” (Tabela 5), pois o teste de Fisher apresentou, respectivamente, p-valor = 0,888 e p-valor = 0,222.

Tabela 4. Análise bivariada entre a positividade para *T. cruzi* e a variável “Localidade”.

Localidade	Positividade para <i>T. cruzi</i>		Total
	Sim	Não	
Baixio dos Facundes	5 (0,156)	5 (0,104)	10
Barreiros	3 (0,094)	3 (0,062)	6
Caras dos Alcântaras	6 (0,188)	13 (0,271)	19
Carcará	5 (0,156)	10 (0,208)	15
Escondido	4 (0,125)	6 (0,125)	10
Tabuleiro dos Mendes	9 (0,281)	11 (0,229)	20
Total	32 (0,4)	48 (0,6)	80

Tabela 5. Análise bivariada entre a positividade para *T. cruzi* e a variável “Tipo de parede”.

Tipo de parede	Positividade para <i>T. cruzi</i>		Total
	Sim	Não	
Taipa com reboco completo	1 (0,032)	3 (0,065)	4
Taipa com reboco incompleto	1 (0,032)	2 (0,043)	3
Tijolo com reboco completo	24 (0,774)	40 (0,870)	64
Tijolo com reboco incompleto	4 (0,129)	1 (0,022)	5
Tijolo sem reboco	1 (0,032)	0 (0,000)	1
Total	31 (0,403)	46 (0,597)	77

De acordo com o resultado do teste de Mann-Whitney, não houve diferença significativa ($p\text{-valor} = 0.48$) no número de cômodos entre os domicílios com triatomíneos infectados e aqueles com ausência de infecção nos triatomíneos (Figura 4).

Ainda de acordo com o teste de Mann-Whitney, também não foi encontrada diferença significativa ($p\text{-valor} = 0.14$) no número de moradores entre os domicílios com triatomíneos infectados e os domicílios com ausência de infecção nos triatomíneos (Figura 5).

4 DISCUSSÃO

Um importante fator a ser considerado no controle dos insetos vetores da doença de Chagas é que a destruição de habitats naturais leva os insetos a procurarem outras fontes alimentares, devido à redução da oferta de animais dos quais os barbeiros se alimentam. Essas fontes alimentares são facilmente encontradas em domicílios de zonas rurais, onde criações de animais domésticos atuam como atrativo para a infestação em ambientes peridomiciliares. Algumas espécies de barbeiros passam a habitar o interior dos domicílios, devido ao trânsito de cães e gatos, ou até mesmo pelos moradores, quando estes levam materiais (como lenha ou palha) do quintal para o interior da residência (ARGOLO et al., 2008), e o mais preocupante é o difícil controle das espécies de vetores silvestres presentes em ecótopos domiciliares, pois esses vetores invadem facilmente os domicílios (PATTERSON et al., 2009).

Em pesquisa realizada em Pernambuco, Silva et al. (2017b) coletaram 275 triatomíneos nos ambientes intradomiciliar e peridomiciliar, sendo *T. brasiliensis*, *P. megistus*, *T. pseudomaculata* e *P. lutzi*. No ambiente intradomiciliar houve predominância de *T. brasiliensis*, seguido por *P. megistus*, porém no peridomicílio a espécie mais frequente foi *T. pseudomaculata*. Dos 275 insetos capturados, 45 adultos coletados no intradomicílio estavam infectados por flagelados semelhantes ao *T. cruzi*.

De acordo com Forattini (1980), os triatomíneos desenvolvem a capacidade de domiciliação quando ocorre alteração na cobertura vegetal primitiva, provocada pela ação antrópica e associada às péssimas condições socioeconômicas e às precárias moradias encontradas no ambiente rural. Além disso, as condições necessárias para ocorrer a transmissão domiciliar da doença de Chagas dependem, também, de variáveis ou atributos de cada espécie de vetor, como a capacidade de colonização e o tamanho da colônia no interior da residência, ou seja, da densidade populacional e de sua capacidade vetorial de se infectar e transmitir *Trypanosoma cruzi* ao homem (DIOTAIUTI et al., 1998).

Mota et al. (2014) identificaram compostos voláteis nas fezes de três espécies de triatomíneos, e, ao combinar essas substâncias em uma mistura, o produto resultante foi capaz de atrair insetos dessas três espécies aos abrigos onde a mistura foi colocada. Os autores deste estudo acreditam que os constituintes das fezes dos triatomíneos estão envolvidos na marcação de seus abrigos, o que intensifica o processo de domiciliação destes insetos.

Entre os reservatórios domiciliares da doença de Chagas, os principais são: cães, gatos, ratos, porcos, caprinos e o próprio homem (CRISANTE et al., 2006). Os mais estudados na manutenção da doença de Chagas são cães e gatos. Os cães desempenham um importante papel na epidemiologia desta parasitose por serem portadores assintomáticos e de alta parasitemia (BRADLEY et al., 2000). O cão doméstico amplifica o risco para a saúde da população, pois pode ser uma fonte de infecção por *T. cruzi* para os seres humanos, especialmente quando os cachorros são mantidos dentro de casa durante a noite, o que pode intensificar significativamente a transmissão da doença de Chagas e de outras zoonoses aos seres humanos. O intercâmbio entre os ciclos silvestre, peridoméstico e doméstico realizado por esses animais de estimação aumenta o contato com espécies vetoriais, e, conseqüentemente, o risco de infecção vetorial ou infecção oral por meio da caça e alimentação com animais selvagens (COURA; BORGES-PEREIRA, 2010). Neste estudo, foi constatada a presença de cães e gatos, respectivamente, em 75% e 62,5% dos domicílios em que foram coletados triatomíneos positivos para *T. cruzi*.

Também tem sido demonstrada a importância dos suínos na transmissão da doença de Chagas, pois, apesar destes animais apresentarem baixa parasitemia, apresentam alta soroprevalência (JANSEN, 2008). No presente estudo, 62,5% dos domicílios com triatomíneos positivos para *T. cruzi* possuíam chiqueiro.

Apesar de serem refratárias à infecção por *T. cruzi*, as aves servem de alimento para os triatomíneos, que podem conter o protozoário flagelado em seu intestino e, conseqüentemente, veicular o parasita (SILVA et al., 2017a). Vargas et al. (2018) realizaram pesquisa de fonte alimentar em *T. brasiliensis*, *T. pseudomaculata* e *P. lutzi* capturados em domicílios rurais do estado do Rio Grande do Norte, e identificaram que 44% dos espécimes analisados haviam se alimentado de aves. Neste estudo, foram encontrados galinheiros em 84,4% dos domicílios em que foram capturados triatomíneos com positividade para *T. cruzi*.

A presença de animais domésticos no ambiente peridomiciliar ou intradomiciliar pode contribuir para atrair determinadas espécies de vetores silvestres ao interior das residências rurais, tornando dispendioso o controle destas espécies.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGOLO, A.M.; FELIX, M.; PACHECO, R.; COSTA, J. Doença de Chagas e seus principais vetores no Brasil. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio; 2008.

BERNARDO-PEDRO, T.; SOUSA, D.M.; FREITAS, S.P.C.; FREITAS, A.L.C.; SANTOS-MALLET, J.R.; TASSINARI, W.S. Triatomine dispersion rates and their association with socioeconomic and environmental conditions in Northeastern Brazil, from 2009 to 2013. *Rev Inst Med Trop São Paulo*. 2019; 61:e47.

BRADLEY, K.K.; BERGMAN, D.K.; WOODS, J.P.; CRUTCHER, J.M. KIRCHHOFF, L.V. Prevalence of American trypanosomiasis (Chagas disease) among dogs in Oklahoma. *J Am Vet Med Assoc*. 2000; 217(12):1853-1857.

COURA, J.R.; BORGES-PEREIRA, J. Chagas disease: 100 years after its discovery. A systematic review. *Acta Trop*. 2010; 115:5-13.

CRISANTE, G.; ROJAS, A.; TEIXEIRA, M.M.; ANEZ, N. Infected dogs as a risk factor in the transmission of human *Trypanosoma cruzi* infection in western Venezuela. *Acta Trop*. 2006; 98:247-254.

DIAS, F.B.; BEZERRA, C.M.; MACHADO, E.M.; CASANOVA, C.; DIOTAIUTI, L. Ecological aspects of *Rhodnius nasutus* Stål, 1859 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in palms of the Chapada do Araripe in Ceará, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2008; 103(8):824-830.

DIAS, J.V.C.; QUEIROZ, D.R.M.; MARTINS, H.R.; GORLA, D.E.; PIRES, H.H.R.; DIOTAIUTI, L. Spatial distribution of triatomines in domiciles of an urban area of the Brazilian Southeast Region. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2016; 111(1):43-50.

DIOTAIUTI, L.; AZEREDO, B.V.M.; BUSEK, S.C.U.; FERNANDES, A.J. Controle do *Triatoma sordida* no peridomicílio rural do município de Porteirinha, Minas Gerais, Brasil. *Rev Panam Salud Publica*. 1998; 3(1):21-25.

FORATTINI, O.P. Biogeografia, origem e distribuição da domiciliação de triatomíneos no Brasil. *Revista de Saúde Pública*. 1980; 14:265-299.

FREITAS, A.L.; FREITAS, S.P.; GONÇALVES, T.C.; NETO, A.S. Vigilância entomológica dos vetores da doença de Chagas no município de Farias Brito, estado do Ceará – Brasil. *Cad Saude Colet*. 2007; 15(2):231-240.

GALVÃO, C.; PAULA, A.S. Sistemática e evolução dos vetores. In: GALVÃO, C. (ed). Vetores da doença de Chagas. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia 2015. p. 26-31.

GONÇALVES, T.C.; FREITAS, A.L.; FREITAS, S.P. Surveillance of Chagas disease vectors in municipalities of the state of Ceará, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2009; 104(8):1159-1164.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> Acesso em 21 de jul. 2017.

JANSEN, A.M. Importância dos animais domésticos sentinelas na identificação de áreas de risco de emergência de doença de Chagas. Rev Soc Bras Med Trop. 2008; 4(3):191-193.

LENT, H.; WYGODZISNKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas disease. Bull Am Mus Nat Hist. 1979; 163:125-520.

MOTA, T.; VITTA, A.C.R.; LORENZO-FIGUEIRAS, A.N.; BAREZANI, C.P.; ZANI, C.L.; LAZZAR, C.R. A multi-species bait for Chagas disease vectors. PLOS Neglected Tropical Diseases. 2014; 8(2):2677.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Chagas disease fact sheet. Washington: PAHO; 2019. Disponível em: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis)) Acesso em 12 de jan. 2020.

PATTERSON, J.S.; BARBOSA, S.E.; FELICIANGELI, M.D. On the genus *Panstrongylus* Berg 1879: Evolution, ecology and epidemiological significance. Acta Trop. 2009; 110:187-199.

PETT, M.A. Nonparametric statistics for health care research: Statistics for small samples and unusual distributions. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications; 2015.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2019. Available from: <https://www.R-project.org/> Acesso em 26 de fev. 2020.

SILVA, M.B.A.; MENEZES, K.R.; FARIAS, M.C.G.; ANDRADE, M.S.; VICTOR, C.C.A.; LOROSA, E.S.; JURBERG, J. Description of the feeding preferences of

Triatominae in the Chagas disease surveillance study for the state of Pernambuco, Brazil (Hemiptera: Reduviidae). *Rev Soc Bras Med Trop.* 2017a; 50(4):543-546.

SILVA, M.B.A.; MENEZES, K.R.; FARIAS, M.C.G.; SOUZA FILHO, I.B.; JURBERG, J. Vigilância entomológica dos vetores da doença de Chagas no agreste pernambucano. *Revista Saúde e Desenvolvimento.* 2017b; 11(7):229-244.

TELES, W.S.; SANTANA, K.W.C.; JERALDO, V.L.S.; SILVA, M.H.S.; MADI, R.R.; MELO, C.M. Doença de Chagas infanto juvenil em área rural do Nordeste brasileiro: risco de transmissão e reflexões sociais. *Interfaces Científicas – Humanas e Sociais.* 2014; 3(1):9-18.

VARGAS, A.; MALTA, J.M.A.S.; COSTA, V.M.; CLÁUDIO, L.D.G.; ALVES, 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. *Cadernos de Saúde Pública.* 2018; 34(1):e00006517.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados sugerem que as variáveis socioeconômicas e ambientais podem explicar parcialmente os altos índices de dispersão de triatomíneos observados em alguns municípios da região do Cariri. No entanto, os municípios pertencentes à Região Metropolitana do Cariri apresentaram os menores índices de dispersão, o que sugere que o processo de metropolização aparentemente reduziu o risco de transmissão vetorial de doença de Chagas àquela população, apesar dos problemas sociais gerados por processos deste tipo.

A grande proporção de espécimes capturados no ambiente intradomiciliar, além dos altos índices de infecção por *Trypanosoma cruzi* registrados, sugerem que o risco de transmissão vetorial da doença de Chagas ainda é considerável na área de estudo, especialmente nos municípios de Farias Brito e Potengi, que apresentaram as maiores taxas de triatomíneos coletados para cada 10 mil habitantes.

As características de peri e intradomicílio encontradas em áreas rurais de Farias Brito e Potengi demonstram a presença de vários fatores que evidenciam a vulnerabilidade destas populações frente ao risco de domiciliação de triatomíneos, e a exposição, até os dias atuais, à transmissão vetorial da doença de Chagas.

Deve-se destacar que a vigilância entomológica realizada pelas instituições de pesquisa e pelos municípios é imprescindível para o diagnóstico preciso da ocorrência e distribuição dos vetores da doença de Chagas em áreas endêmicas do Nordeste brasileiro.

É importante salientar que o presente trabalho lançou mão de técnicas modernas de análise espacial, como os métodos bayesianos. Também deve-se enfatizar que foram utilizados *softwares* livres para a análise dos dados, o que confere ao trabalho alto teor de reprodutibilidade e permite que as técnicas de análise sejam facilmente replicadas para outros contextos.

Enfim, trabalhos como este são fundamentais para nortear os gestores da área da saúde dos municípios no controle e prevenção da transmissão vetorial da doença de Chagas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, estudos que abordam os fatores de risco para a transmissão vetorial da doença de Chagas em áreas endêmicas do Nordeste brasileiro representam um trabalho que demanda continuidade e permanência, uma vez que as condições sociais e ambientais da região expressam a vulnerabilidade a que as populações mais pobres do sertão nordestino estão expostas.

Triatomine dispersion rates and their association with socioeconomic and environmental conditions in Northeastern Brazil, from 2009 to 2013

Thiago Bernardo-Pedro¹*, Danielle Misael de Sousa², Simone Patricia Carneiro de Freitas², Assilon Lindoval Carneiro de Freitas³, Jacenir Reis dos Santos-Mallet², Wagner de Souza Tassinari^{1,4}

ABSTRACT

Triatomines are vectors of *Trypanosoma cruzi*, the etiological agent of Chagas disease, which affects between 6 and 12 million people in Latin America, with an incidence rate of 12 thousand cases per year. In the Ceara State, the predominance of the caatinga biome, coupled with a large rural area with precarious human habitations, provides several shelters for these insects. In this study, we determined the spatiotemporal distribution of triatomine dispersion rates in the Cariri region, Southern Ceara and ascertained the possible association between these rates with socioeconomic and environmental factors. Dispersion rates (number of positive localities/number of searched localities × 100) were analyzed regarding 13 municipalities from the Ceara State, from 2009 to 2013. Socioeconomic and environmental variables collected from national research institutes were associated with the dispersion rates and their local empirical Bayesian estimates. All the municipalities recorded dispersion rates over 10% in all years, and 11 municipalities had average rates over 40% for the period of study. Significant differences were observed among the municipality means. The highest rates were observed in Antonina do Norte and Potengi. According to the correlation analysis, the proportion between the occupied population and the total population showed a significant negative correlation, as well as the percentage of the population who lives under adequate sanitary conditions. Both, the percentage of revenues from external sources and the percentage of urban households in reforested blocks had a significant positive correlation. Our results show that socioeconomic and environmental variables can be factors that contribute to both, the maintenance and the reduction of the elevated dispersion rates observed in the study area. Similar researches that encompass more municipalities from that region may reinforce Chagas disease surveillance and control in the Northeast of Brazil.

KEYWORDS: Triatominae. Socioeconomic factors. Public health. Spatial analysis. Bayesian analysis

INTRODUCTION

Chagas disease, also known as American Trypanosomiasis, is caused by *Trypanosoma cruzi*, a protozoan first described by Carlos Chagas in the Brazilian state of Minas Gerais, in 1909. This disease is a zoonosis and is endemic in 21 countries in the Americas, where it affects approximately 6 million people. There are 70 million individuals exposed to the risk of infection in the Americas, and the incidence of Chagas disease is around 30 thousand cases per year. Although mortality has significantly declined, the disease can cause irreversible and chronic

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

²Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Díptera e Hemiptera, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

³Secretaria da Saúde do Estado do Ceará, 20ª Coordenadoria Regional de Saúde, Crato, Ceará, Brazil

⁴Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Matemática, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil

Correspondence to: Thiago Bernardo-Pedro
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, BR-465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brazil

E-mail: thiago.b.pedro@gmail.com

Received: 20 May 2019

Accepted: 26 July 2019

