

**Ministério da Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz  
Centro de Pesquisas René Rachou  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde**

**AVALIAÇÃO DOS EVENTOS DE INVASÃO TRIATOMÍNICA NO ESTADO DE  
TOCANTINS, BRASIL**

**por**

**Raíssa Nogueira Brito**

**BELO HORIZONTE  
FEVEREIRO/2015**

<b>DISSERTAÇÃO MDIP – CPqRR</b>	<b>R.N. BRITO</b>	<b>2015</b>
---------------------------------	-------------------	-------------

**Ministério da Saúde**  
**Fundação Oswaldo Cruz**  
**Centro de Pesquisas René Rachou**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde**

**AVALIAÇÃO DOS EVENTOS DE INVASÃO TRIATOMÍNICA NO ESTADO DE  
TOCANTINS, BRASIL**

**por**

**Raíssa Nogueira Brito**

**Dissertação apresentada com vistas à  
obtenção do título de Mestre em Ciências  
na área de concentração Doenças  
Infecciosas e Parasitárias.**

**Orientação: Dra. Liléia Diotaiuti**

**Coorientação: Dra. Rita de Cássia Moreira  
de Souza**

**BELO HORIZONTE**  
**FEVEREIRO/2015**

Catálogo-na-fonte  
Rede de Bibliotecas da FIOCRUZ  
Biblioteca do CPqRR  
Segemar Oliveira Magalhães CRB/6 1975

B862a Brito, Raíssa Nogueira.

2015

Análise dos eventos de invasão triatomínica no estado de Tocantins, Brasil / Raíssa Nogueira Brito. – Belo Horizonte, 2015.

XX, 156 f.: il.; 210 x 297mm.

Bibliografia: f.: 115 - 139

Dissertação (Mestrado) – Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós - Graduação em Ciências da Saúde do Centro de Pesquisas René Rachou. Área de concentração: Doenças Infecciosas e Parasitárias.

1. Doença de Chagas/transmissão 2. *Trypanosoma cruzi*/parasitologia 3. Triatominae I. Título. II. Diotaiuti, Liléia (Orientação). III. Souza, Rita de Cássia Moreira de (Coorientação).

CDD – 22. ed. – 616.936 4

**Ministério da Saúde**  
**Fundação Oswaldo Cruz**  
**Centro de Pesquisas René Rachou**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde**

**por**

**Raíssa Nogueira Brito**

Foi avaliada pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Dra. Liléia Diotaiuti (Presidente)

Prof. Dr. Rodrigo Gurgel Gonçalves

Prof. Dra. Marcela Lencine Ferraz

Suplente: Profa. Dra. Silvia Ermelinda Barbosa

Dissertação defendida e aprovada em: 25/02/2015

## **COLABORADORES**

### **Centro de Pesquisas René Rachou – Belo Horizonte**

Dr. Fernando Abad-Franch

### **Centro Regional de Investigaciones Científicas y Transferencia Tecnológica**

Dr. David E. Gorla

### **Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins**

Anália Celencina Fagundes Gomes

“Novas folhas, novas flores, na infinita benção do recomeço.”

*Chico Xavier*

Aos meus pais e minha irmã.

## **AGRADECIMENTOS**

À Dra. Liléia pela honra em fazer parte do seu grupo de pesquisa e por acreditar na minha capacidade em fazer ciência junto a si. Por todo o conhecimento científico compartilhado, pela paciência, carinho, preocupação e respeito. Por ser exemplo de profissional justa, ética e respeitosa. Por ser além de tudo, exemplo de pessoa, daquelas as quais nos espelhamos. Obrigada por ensinar, em cada gesto, como se faz pesquisa e que somos um grupo com apenas um propósito.

À Dra. Rita pela oportunidade ao abrir as portas do laboratório, duas vezes, para que eu permanecesse na pesquisa. Por acreditar em meu potencial, pela paciência, dedicação, apoio, incentivo, conhecimento a mim passado, pelo tempo a mim despendido e pela amizade. Pelo exemplo profissional e por ser uma daquelas pessoas que admiramos. Obrigada por me fazer acreditar, assim como a Liléia, que ainda existem pessoas que fazem as coisas com amor.

Ao Dr. Fernando Abad-Franch pelo imensurável conhecimento compartilhado, pela paciência, atenção e intensas horas de trabalho. Obrigada pela oportunidade em fazer parte deste maravilhoso projeto, pela honra em trabalharmos juntos e por ser um pesquisador que almejo ser um dia.

À Anália por abraçar o projeto e permiti-lo sair do papel. Por ser sempre tão acessível, atenciosa, dedica e exemplo de profissional. Obrigada pelo carinho e por ser uma profissional heroica no controle da doença de Chagas.

Ao Dr. David Gorla que com toda a paciência foi essencial para a realização das análises. Obrigada pela honra em trabalharmos juntos, por toda ciência compartilhada e por ampliar meus conhecimentos para um ‘mundo’ até então desconhecido.

À Sarah, amiga, irmã e companheira pela amizade, apoio emocional e científico durante estes dois anos de dedicação e que, por razão do destino, felizmente esteve ao meu lado. Obrigada pelos conselhos e por me trazer a tranquilidade em saber que durante os próximos quatro anos terei alguém com compartilhar vitórias, derrotas, alegrias, tristezas e muita amizade.



À Lu e ao New por todas as experiências compartilhadas, conhecimento, conselhos e amizade. Pela disponibilidade em ajudar, apoio e paciência. Obrigada por estarem junto comigo e por terem sido essenciais na concretização deste sonho.

Ao João Victor pela amizade, atenção, ajuda, favores, momentos de descontração e trocas de experiência.

À Agnes e Luiza pelos trabalhos compartilhados, por todo o apoio emocional, pela amizade e carinho.

Aos colegas do Laboratório de Triatomíneos pelo prazer em trabalharmos juntos, por todo conhecimento e experiência compartilhados. Pelas palavras de carinho, pelo apoio e por terem sido essenciais na concretização deste sonho, afinal, somos um grupo!

Aos colegas da Pós-Graduação em Ciências da Saúde pela troca de experiências, de conhecimento e por enriquecer as discussões em sala de aula.

Ao Centro de Pesquisas René Rachou pela infra-estrutura técnica.

À Biblioteca do CPqRR.

À Nuzia por sempre atender as minhas intensas demandas bibliográficas com muito carinho e dedicação. E por ser uma profissional exemplar com quem sei que poderei sempre contar.

À minha família por compreender os momentos de ausência, e por permitir que eu chegasse até aqui. Afinal, a educação é a arma mais poderosa para mudar o mundo e vocês são os responsáveis pela minha. Obrigada!

A Deus, por sempre me colocar no lugar certo, no momento exato e ao lado de pessoas especiais.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	XII
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	XIV
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	XVI
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS</b> .....	XVII
<b>RESUMO</b> .....	XIX
<b>ABSTRACT</b> .....	XX
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	22
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	
2.1 Objetivo Geral.....	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b>	
3.1 A doença de Chagas.....	27
3.2 O controle da doença de Chagas.....	32
3.3 A doença de Chagas na Amazônia.....	35
3.4 A doença de Chagas no estado de Tocantins.....	38
3.5 Modelagem Ecológica.....	41
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	
4.1 Área de estudo.....	44
4.2 Etapas metodológicas.....	45
4.2.1 Análise dos bancos de dados.....	46
4.2.2 Construção dos bancos de dados para ME.....	46
4.2.3 Modelagem Ecológica.....	51
<b>5 RESULTADOS</b>	
5.1 Lista de espécies capturadas no Tocantins, total anual e respectivas taxas de infecção natural por <i>Trypanosoma cruzi</i> durante os anos de 2005 a 2013.....	55
5.2 Índice de colonização anual Intra e Peridomiciliar para as espécies de triatomíneos notificadas em Tocantins entre os anos de 2005 a 2013.....	58
5.3 Registros de triatomíneos em ecótopos artificiais nos municípios do estado de Tocantins, Brasil.....	62
5.4 Municípios com maior número de registros de triatomíneos capturados em	

ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.....	63
<i>5.5 Rhodnius pictipes, R. robustus, R. neglectus e Panstrongylus geniculatus:</i>	
distribuição em ecótopos artificiais nos municípios do estado do Tocantins.....	64
<i>5.6 Rhodnius pictipes, R. robustus, R. neglectus e P. geniculatus:</i> dispersão em direção	
aos ecótopos artificiais.....	68
<i>5.7</i> Temperaturas médias noturnas e diurnas dos municípios do estado do Tocantins.....	71
<i>5.8</i> Porcentagem de área “antropizada” nos municípios do Tocantins.....	72
<i>5.9 Rhodnius pictipes, R. robustus, R. neglectus e P. geniculatus:</i> correlação entre a	
temperatura média municipal (diurna e noturna) e o número de triatomíneos invasores..	73
<i>5.10 Rhodnius pictipes, R. robustus, R. neglectus e Panstrongylus geniculatus:</i> número	
de zeros e distribuição de frequências.....	75
<i>5.11 Rhodnius pictipes:</i> modelos binomiais negativos inflados de zeros (ZINB).....	77
<i>5.12 Rhodnius robustus:</i> modelos binomiais negativos inflados de zeros (ZINB).....	81
<i>5.13 Rhodnius neglectus:</i> modelos binomiais negativos (NB).....	85
<i>5.14 Panstrongylus geniculatus:</i> modelos binomiais negativos (NB).....	88
<i>5.15</i> Sobreposição da ME e diferenças entre número observado de triatomíneos não	
domiciliados e número médio predito nos municípios.....	91
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	94
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	112
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	115
<b>APÊNDICE 1</b> .....	140
<b>APÊNDICE 2</b> .....	150
<b>APÊNDICE 3</b> .....	160
<b>APÊNDICE 4</b> .....	168
<b>APÊNDICE 5</b> .....	176

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização do Tocantins no Brasil e determinação dos municípios inseridos no Bioma Amazônico, Cerrado e/ou Cerrado e Amazônia de acordo com IBGE (2014).....	45
<b>Figura 2</b> - Número de municípios do estado do Tocantins ( $n = 139$ municípios) que notificaram pelo menos 1 espécime de triatomíneo não domiciliado.....	62
<b>Figura 3</b> - Municípios com pelo menos 1 evento de invasão domiciliar por triatomíneos não domiciliados durante o período de 2005 a 2013.....	63
<b>Figura 4</b> - Distribuição de triatomíneos invasores em ambientes artificiais, por município, durante o período de 2005 a 2013.....	64
<b>Figura 5</b> - Distribuição de <i>Rhodnius pictipes</i> nas residências (por município) durante o período de 2005 a 2013.....	65
<b>Figura 6</b> - Distribuição de <i>Rhodnius robustus</i> nas residências (por município) durante o período de 2010 a 2013.....	66
<b>Figura 7</b> - Distribuição de <i>Rhodnius neglectus</i> nas residências (por município) durante o período de 2010 a 2013.....	67
<b>Figura 8</b> - Distribuição de <i>Panstrongylus geniculatus</i> nas residências (por município) durante o período de 2005 a 2013.....	68
<b>Figura 9</b> - Ocorrência de <i>Rhodnius pictipes</i> , segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2005 a 2013.....	69
<b>Figura 10</b> - Ocorrência de <i>Rhodnius robustus</i> , segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2010 a 2013.....	70
<b>Figura 11</b> - Ocorrência de <i>Rhodnius neglectus</i> , segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2010 a 2013.....	70
<b>Figura 12</b> - Ocorrência de <i>Panstrongylus geniculatus</i> , segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2005 a 2013.....	71
<b>Figura 13</b> - Média de temperatura diurna e noturna em nove anos (2005 a 2013) para cada município.....	72
<b>Figura 14</b> - Graus de “antropização” por município.....	73
<b>Figura 15</b> - Gráficos de correlação entre as temperaturas diurnas e triatomíneos não domiciliados.....	74

<b>Figura 16</b> - Gráficos de correlação entre as temperaturas noturnas e triatomíneos não domiciliados. ....	75
<b>Figura 17</b> - Distribuição de frequências das contagens de triatomíneos coletados invadindo residências nos 139 municípios do estado do Tocantins.....	77
<b>Figura 18</b> - Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos <b>ZINB</b> , de covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Rhodnius pictipes</i> invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins.....	80
<b>Figura 19</b> - Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos <b>ZINB</b> , de covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Rhodnius robustus</i> invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins.....	84
<b>Figura 20</b> - Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos <b>NB</b> , de covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Rhodnius neglectus</i> invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins.....	87
<b>Figura 21</b> - Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos <b>NB</b> , de covariáveis de Região, Paisagem e Clima (temperatura e chuva) sobre o número esperado de <i>Panstrongylus geniculatus</i> invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins.....	90
<b>Figura 22</b> - Sobreposição das médias ponderadas preditas pelos modelos ajustados para <i>R. pictipes</i> , <i>R. robustus</i> , <i>R. neglectus</i> e <i>P. geniculatus</i> e diferenças entre número observado de vetores e número predito.....	92

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Quantidade anual, total de triatomíneos domiciliados e não domiciliados capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil e respectivas taxas de infecção natural por tripanosomatídeos.....	57
<b>Tabela 2</b> - Quantidade anual de ninfas de triatomíneos, por espécie capturada em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.....	58
<b>Tabela 3</b> - Número de Unidades Domiciliares (UDs) com triatomíneos no intradomicílio (por espécie) e respectivos índices de colonização intradomiciliar (%) de triatomíneos capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.....	60
<b>Tabela 4</b> - Número de Unidades Domiciliares (UDs) com triatomíneos no peridomicílio (por espécie) e respectivos índices de colonização peridomiciliar (%) de triatomíneos capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.....	61
<b>Tabela 5</b> - Municípios do estado do Tocantins, Brasil, sem registros de triatomíneos não domiciliados em ambientes artificiais.....	76
<b>Tabela 6</b> - Modelos <b>ZINB</b> para <i>Rhodnius pictipes</i> .....	79
<b>Tabela 7</b> - Efeitos estimados, usando modelos <b>ZINB</b> , das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Rhodnius pictipes</i> invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.....	80
<b>Tabela 8</b> - Modelos <b>ZINB</b> para <i>Rhodnius robustus</i> ; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por <i>R. robustus</i> no Tocantins.....	82
<b>Tabela 9</b> - Efeitos estimados, usando modelos <b>ZINB</b> , das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Rhodnius robustus</i> invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.....	84
<b>Tabela 10</b> - Modelos <b>NB</b> para <i>Rhodnius neglectus</i> ; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por <i>R. neglectus</i> no Tocantins.....	86
<b>Tabela 11</b> - Efeitos estimados, usando modelos <b>NB</b> , das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Rhodnius neglectus</i> invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.....	87

<b>Tabela 12</b> - Modelos <b>NB</b> para <i>Panstrongylus geniculatus</i> ; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por <i>P. geniculatus</i> no Tocantins.....	89
<b>Tabela 13</b> - Efeitos estimados, usando modelos <b>NB</b> , das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de <i>Panstrongylus geniculatus</i> invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.....	90

## LISTA DE QUADRO

<b>Quadro 1</b> - Classe das covariáveis e definição das mesmas.....	47
--	----



## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

**AICc** – Akaike’s Corrected Information Criteri  
**AIDS** - Síndrome da Imunodeficiência Adquirida  
**BHC** – Hexaclorocicloexano  
**CEM** – Campanha de Erradicação da Malária  
**CEV** – Campanha de Erradicação da Variola  
**DC** - Doença de Chagas  
**DCA** – Doença de Chagas Aguda  
**DCC** – Doença de Chagas Crônica  
**DENERu** – Departamento Nacional de Endemias Rurais  
**FINSOCIAL** – Fundo de Financiamento Social  
**GLM** – Generalized Linear Models  
**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**IEC** – Instituto Evandro Chagas  
**IOC** – Instituto Oswaldo Cruz  
**JAXA** – Japan Exploration Agency  
**LST** – Land Surface Temperature  
**MMA** – Ministério do Meio Ambiente  
**ME** – Modelagem Ecológica  
**MODIS** – Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer  
**MS** – Ministério da Saúde  
**NASA** – National Aeronautics and Space Administration  
**NDVI** – Normalized Difference Vegetation Index  
**OPAS** – Organização Pan-Americana de Saúde  
**PCDCh** – Programa de Controle da doença de Chagas  
**SESAU/TO** - Secretaria de Saúde do Tocantins  
**SINAN** – Sistema de Informação de Agravos de Notificação  
**SISLOC** – Sistema de Localidades  
**SUCAM** – Superintendência de Campanhas de Saúde Pública  
**SUCEN** – Superintendência de Controle de Endemias  
**SVS** – Secretaria de Vigilância em Saúde

**TMI** – Microwave Imager

**TRMM** – Tropical Rainfall Measuring Mission

**WHO** – World Health Organization

## RESUMO

No estado de Tocantins, Brasil coexiste dois cenários eco-epidemiológicos relacionados à transmissão vetorial do *Trypanosoma cruzi*, agente etiológico da doença de Chagas (DC): 1) transmissão endêmica vetorial clássica a partir de triatomíneos que colonizam o ambiente artificial e 2) invasão domiciliar por vetores silvestres, sem colonização, expondo a população ao risco de infecção. Dessa forma, é de extrema importância demonstrar o risco de transmissão do *T. cruzi* em áreas onde o clássico controle vetorial não é eficaz em impedir a invasão domiciliar por triatomíneos. Diante disso, o principal objetivo deste estudo foi avaliar a invasão domiciliar por triatomíneos no estado de Tocantins, identificando as principais espécies envolvidas, índices de infecção pelo *T. cruzi*, bem como a relação entre focos de infestação por vetores não domiciliados e características ambientais. Para isso, o estudo parte da base de dados correspondente a nove anos (2005 a 2013) de notificação de triatomíneos em residências do estado, seguida de Modelagem Ecológica (ME). No período, foram notificados 30.773 triatomíneos, totalizando 14 espécies autóctones entre vetores domiciliados e não domiciliados. *Triatoma sordida* demonstrou maior índice de colonização no intra (41%) e peridomicílio (96%) e menor taxa de infecção natural (1,6%). Dentre os vetores não domiciliados *Rhodnius pictipes* foi a espécie mais notificada (4.624), seguida por *Panstrongylus geniculatus* (2.889), *Rhodnius neglectus* (2.433), *Triatoma costalimai* (816) e *Rhodnius robustus* (783), todos com relevantes taxas de infecção natural e potencial de colonização intradomiciliar, exceto *R. robustus*. A região norte de Tocantins apresentou maior número de vetores não domiciliados nas residências. Em números absolutos, fêmeas de *Rhodnius* invadiram mais os domicílios em relação aos machos. De forma geral, a ME estimou mais invasões domiciliares por *R. pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* em municípios com temperaturas mais amenas; em áreas fortemente “antropizadas” foi predito menos invasões, exceto para *R. robustus*. Mais invasões por *R. pictipes* podem ocorrer em municípios Amazônicos. Em municípios mais úmidos foi predito menos invasões por *R. pictipes* e *R. robustus*. Os resultados da ME ajudaram a explicar a variação das invasões domiciliares nos municípios do estado. A análise de dados combinados do Clima, Paisagem, Região e vetores, auxilia na predição/estratificação de risco de DC na ausência de colonização intradomiciliar por triatomíneos. Além disso, abre possibilidades adicionais para melhorar a vigilância epidemiológica nestas áreas.

## ABSTRACT

In the state of Tocantins, Brazil, coexists two eco-epidemiological settings related to the vectorial transmission of *Trypanosoma cruzi*, the causative agent of Chagas disease (CD): (1) Transmission by domiciliated triatomines that colonize the artificial environment and (2) house invasion by sylvatic vectors that expose the population to the risk of infection. The traditional chemical control against triatomines is not effective to prevent house invasion by vectors. In practice, it is crucial to demonstrate the risk of transmission of *T. cruzi* in areas where the classical vector control is not effective. In this regard, the aim of this study was to evaluate the home invasion by triatomines in the state of Tocantins, identifying the main species involved, the infected rates by *T. cruzi*, as well as the relationship between the infestation by sylvatic triatomines and environmental characteristics. The study used 1) the nine-year database (2005-2013) of triatomine home notifications from the state of Tocantins and 2) Ecological Modeling (EM) analysis. Throughout these years 30.773 triatomines were reported, totaling 14 native species. Some of these are able to establish colonies in households or invade the artificial environment without colonizing. *Triatoma sordida* showed higher colonization rate in intradomicile (41%) and peridomicile (96%) and lower natural infection rate (1,6%). Among the non-domiciliated triatomines *Rhodnius pictipes* was the most frequently reported species (4.624), followed by *Panstrongylus geniculatus* (2.889), *Rhodnius neglectus* (2.433), *Triatoma costalimai* (816) and *Rhodnius robustus* (783), all presenting relevant natural infection rates. These species presented potential intradomiciliary colonization, except *R. robustus*. The northern region had the greatest number of sylvatic triatomines in domiciles. *Rhodnius* female were collected more frequently in households than males. Overall, EM predicted more house invasion by *R. pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* in municipalities with lower temperature range; the predicted numbers of house-invading vectors decreased with more heavily-disturbed land. Landscape had not effect only on *R. robustus* invasion. Amazonian biome presented positive effects on the municipality numbers of *R. pictipes* house-invading. Rainfall had a measurable negative effect only on *R. pictipes* and *R. robustus*. These results may help understand the variation of house invasion by non-domiciliated triatomines in Tocantins. The combined vector/climates/landscape/regional data analysis help establish Chagas disease risk prediction/stratification when house-colonizing vectors are absent, thus opening additional possibilities to improve the epidemiological surveillance in these areas.

## **1 INTRODUÇÃO**

---

A doença de Chagas (DC) constitui uma endemia nos países da América Latina sendo, em sua origem, restrita a áreas rurais e a populações associadas a condições de vida precárias (Dias *et al.*, 2002b). No entanto, a forma como a população humana explora e ocupa o ambiente está fortemente relacionada à dinâmica das doenças transmitidas por vetores (Confalonieri, 2002), resultando, por exemplo, na emergência da DC em áreas que por muito tempo foram consideradas indenes para a enfermidade (Silveira & Dias, 2011). Neste contexto, destaca-se a região Amazônica, caracterizada por diversidade de triatomíneos autóctones e de hábitos silvestres, que invadem constantemente as residências sem adaptação aos domicílios (Aguilar *et al.*, 2007). Portanto, as estratégias de controle químico em combate aos vetores, que foram bem sucedidas em países do Cone Sul, não se aplicam ao contexto epidemiológico amazônico, uma vez que a aplicação de inseticidas de ação residual é eficaz no caso de espécies estritamente domiciliadas ou completamente adaptadas a este ecótopo (Silveira & Dias, 2011).

O estado do Tocantins caracteriza a coexistência de dois cenários eco-epidemiológicos, um com tradicional colonização do ambiente artificial pelos triatomíneos e transmissão endêmica vetorial, principalmente ao sul e sudeste, e outro, onde insetos vetores predominantemente invadem este ecótopo expondo a população ao risco de transmissão, comum na região norte do Estado (Silveira & Dias, 2011). Não obstante, as estratégias de controle da DC se fundamentam na vigilância entomológica com aplicação de inseticidas nas residências, não sendo portanto, diagnosticados muitos dos casos de doença de Chagas Aguda (DCA) no Tocantins e, sobretudo na Amazônia brasileira. Estas subnotificações refletem as dificuldades enfrentadas pelas agências municipais no que diz respeito ao treinamento específico para diagnóstico e tratamento de casos agudos e crônicos de DC. Apesar disso, o trabalho exercido pela vigilância entomológica permite avaliações importantes a partir de dados gerados pelo programa de controle.

Dessa forma, o maior desafio para a prevenção da DC é manter e ampliar ações de vigilância, de forma que sejam permanentes e integradas aos serviços, mesmo na ilusória ausência de transmissão (Romaña, 2007). Porém, devido à descentralização do modelo de operação do Programa de Controle da doença de Chagas (PCDCh), não se pode esperar dos

municípios a atuação em atividades que não se justifiquem pelo risco existente, devendo este ser precisamente determinado e demonstrado (Silveira & Dias, 2011).

Portanto, é de extrema importância estudar e demonstrar o risco de transmissão chagásica em áreas cujo modelo de controle vetorial clássico não se aplica. Estes estudos levando em conta os componentes do sistema epidemiológico no tempo e espaço permitem a detecção precoce de infecção (Romaña, 2007). A compreensão dos fatores que favorecem as dinâmicas de transmissão, bem como a desmistificação do risco possibilita o desenho de estratégias racionais de manejo e ações de vigilância permanentes podendo reduzir o número de vetores infectados que entram em contato com pessoas ou seus alimentos.

## **2 OBJETIVOS**

---



## 2.1 Objetivo geral

Avaliar os eventos de invasão triatomínica no estado do Tocantins, Brasil.

## 2.2 Objetivos específicos

- Analisar a frequência histórica da ocorrência de triatomíneos em ambientes artificiais no período de 2005 a 2013;
- Determinar as espécies de triatomíneos potencialmente relacionadas ao ciclo de transmissão domiciliar do *T. cruzi*;
- Determinar as principais espécies de triatomíneos não domiciliados potencialmente envolvidas na transmissão doméstica do *T. cruzi*;
- Investigar as relações entre eventos de invasão domiciliar por triatomíneos não domiciliados e características ambientais em diferentes escalas.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

---

### 3.1 A doença de Chagas

A doença de Chagas (DC) foi descrita em 1909 pelo médico mineiro Dr. Carlos Justino Ribeiro das Chagas, quando este atuava em campanha contra a malária no município de Lassance, situada no norte do Estado de Minas Gerais. Chagas anunciou então a existência de uma nova tripanossomíase humana, tendo como agente etiológico o protozoário e parasito *Trypanosoma cruzi* transmitido por hemípteros hematófagos pertencentes à família Triatominae, popularmente conhecidos como “barbeiro” (Chagas, 1909). O agente etiológico foi observado por Chagas circulando entre insetos vetores e hospedeiros vertebrados, os quais incluem o homem e animais domésticos. Além de descrever todas as etapas relacionadas ao ciclo biológico do parasito, Chagas também descreveu a morfologia das formas evolutivas, o hábito de vida dos vetores e alguns aspectos clínicos da doença, sendo este fato único na história da medicina (Chagas, 1909; Chagas, 1922).

Originalmente o *T. cruzi* circulava entre hospedeiros vertebrados não humanos e algumas espécies de triatomíneos, caracterizando uma enzootia silvestre (Coura, 2003). A descoberta da doença humana se contextualiza desde a chegada da Estrada de Ferro Central no vale do Rio das Velhas, quando a região de Lassance encontrava-se em pleno desenvolvimento e circulação populacional, caracterizando assim um momento de implantação de focos domiciliares de *Panstrongylus megistus* (Burmeister, 1935), em decorrência do avanço da ferrovia (Dias *et al.*, 2002a).

Uma série de fatores pode desencadear a adaptação destes vetores ao domicílio e ao peridomicílio, possibilitando assim o desenvolvimento de um ciclo doméstico do *T. cruzi*. Dessa forma, a alteração dos ecótopos naturais dos vetores em decorrência do desmatamento, a escassez de fonte alimentar nestes ambientes *antropizados*, as intensas migrações, a construção de cafas de pau-a-pique com condições ideais para o estabelecimento de colônias de triatomíneos, a gravidade da doença, dentre outros fatores (Barretto, 1979; Forattini, 1980; Aragão, 1983), resultaram em uma enfermidade de extrema importância política e social. Mais de um século após a sua descoberta, estima-se que cerca de 2 a 3 milhões de indivíduos estejam infectados apenas no Brasil (MS, 2015).

As estimativas para o resto do mundo giram em torno de 7 a 8 milhões de pessoas infectadas (WHO, 2014) enquanto outras 40 milhões encontram-se sob risco de infecção (Schofield *et al.*, 2006).

Também conhecida como Tripanossomíase Americana, a DC constitui uma endemia nos países da América do Sul e Central, estabelecida em áreas de distribuição de triatomíneos adaptados ao domicílio humano, cuja população encontra-se socialmente excluída (Dias *et al.*, 2002b). Nos Estados Unidos, raramente são encontrados vetores do *T. cruzi*. Apesar disso, o número de indivíduos infectados está em ascensão em decorrência das intensas migrações de latino-americanos para este país, como também tem sido observado nos países europeus (Requena-Méndez *et al.*, 2014). Estes deslocamentos são certamente um reflexo da globalização e de processos sociais que tendem a perdurar, seja nacional ou internacionalmente, propagando a infecção pelo *T. cruzi* ao redor do mundo (Dias, 2013).

Atualmente estão descritas na literatura 148 espécies de triatomíneos (Schofield & Galvão, 2009; Frias-Lasserre, 2010; Rosa *et al.*, 2012; Abad-Franch *et al.*, 2013a; Gonçalves *et al.*, 2013; Jurberg *et al.*, 2013; Poinar 2013), das quais cinco possuem grande importância epidemiológica no Brasil: *Triatoma infestans* (Klug, 1834), *Panstrongylus megistus* (Burmeister, 1835), *Triatoma sordida* (Stal, 1859), *Triatoma brasiliensis* (Neiva, 1911) e *Triatoma pseudomaculata* (Corrêa & Spínola, 1964).

*Triatoma infestans* é o principal vetor na América do Sul, com focos silvestres nos Vales Andinos da Bolívia, Chaco Boliviano (Noireau *et al.*, 1997; Ceballos *et al.*, 2009) Argentina (Gütler, 2009), Paraguai (Rolón *et al.*, 2011) e Chile (Bacigalupo *et al.*, 2010) sendo as infestações domiciliares, atualmente, pouco detectáveis no Brasil. Já o *P. megistus* é uma das espécies mais amplamente distribuídas neste país, sendo considerado o principal vetor autóctone domiciliado. *Triatoma sordida* é encontrado preferencialmente em ambientes peridomiciliares, embora colônias intradomiciliares não sejam raras. *Triatoma brasiliensis* e *T. pseudomaculata* são os principais vetores na região Nordeste, sendo o primeiro mais frequentemente encontrado no ambiente domiciliar (Silveira *et al.*, 1984; Carcavallo *et al.*, 1999; Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a; Jurberg *et al.*, 2014).

O ciclo evolutivo do *T. cruzi* inicia-se quando formas tripomastigotas, presentes na corrente sanguínea do hospedeiro vertebrado, são ingeridas pelo vetor dando origem aos estágios morfológicos subsequentes: epimastigotas e tripomastigotas metacíclicas. Esta última constitui a forma infectante presente nas fezes dos triatomíneos, geralmente liberada durante o repasto sanguíneo e que, por meio de solução de continuidade podem penetrar no hospedeiro através da pele, mucosa ou mesmo pelo orifício originado pela picada do triatomíneo (Dias, 1934; Zeledon, 1987; Garcia & Azambuja, 1991; Kollien & Schaub, 2000). Este tipo de transmissão caracteriza uma das formas de infecção a qual requer a presença do vetor e de um hospedeiro suscetível (Dias, 1979). No hospedeiro vertebrado, as formas tripomastigotas sanguíneas circulam no sangue e podem permanecer ali por período de tempo variável, sem se dividirem ou migrarem para os tecidos, até invadirem as células. As células parasitadas se rompem liberando as formas tripomastigotas que irão infectar novas células ou cairão na corrente sanguínea. Neste momento o exame parasitológico é fundamental na caracterização da fase aguda da enfermidade, que poderá ser controlada pela resposta imune do indivíduo ou evoluir para as variadas formas crônicas da doença (Brenner, 1973; Brenner, 1997).

As manifestações clínicas da doença de Chagas Aguda (DCA) surgem no período inicial da infecção e passam, muitas vezes, despercebidas pelo paciente. Ocorre rapidamente, na maioria das vezes com ausência de sintomas, sendo raras as infecções sintomáticas e com elevada parasitemia. Alguns sinais são comuns nesta etapa da infecção como por exemplo a reação inflamatória estimulada pela presença de parasitos na pele após penetração, denominada chagoma de inoculação, e também na mucosa ocular, designada sinal de Romana. Este último é caracterizado por um edema bpalpebral indolor em um dos olhos, podendo ser confundido com outras patologias típicas da face, como por exemplo, a conjuntivite aguda (Romana, 1935). Esta fase inicial da doença pode levar alguns pacientes a óbito, principalmente crianças cuja morbidade também é maior com quadros de cardiopatia aguda, hepatoesplenomegalia e meningoencefalite (Neto *et al.*, 1997; Prata, 1997). A maioria dos casos agudos, quando não tratados, evolui para a forma crônica indeterminada da doença, caracterizada pela ausência de sintomas e baixa parasitemia, podendo apresentar exames eletrocardiográficos normais. Neste momento a infecção pode

ser diagnosticada por meio de métodos parasitológicos indiretos (xenodiagnóstico e hemocultura) e/ou sorologia. Os pacientes com doença de Chagas Crônica (DCC) indeterminada são considerados cardíacos potenciais, uma vez que podem evoluir para uma cardiopatia chagásica. Esta, muitas vezes, se caracteriza por arritmias e falência miocárdica, com ou sem sintomas de insuficiência cardíaca. Esta sintomatologia se dá em decorrência das reações inflamatórias que levam à destruição das células musculares mantida pela presença do parasito *T. cruzi*. Este tipo de manifestação da doença é muito comum em chagásicos crônicos de zonas endêmicas, tendo sido demonstrada uma incidência maior em homens e pessoas entre 11 e 40 anos de idade, ou seja, período economicamente ativo (Laranja *et al.*, 1956; Laranja *et al.*, 1948). A cardiopatia possui grande importância epidemiológica e social, levando os pacientes ao desconforto, perda de produtividade laboral e aumento dos custos médico-previdenciários (Dias & Coura, 1997).

As formas digestivas da doença são caracterizadas pelo comprometimento do sistema nervoso entérico devido à desnervação irregular ao longo do tubo digestivo, afetando principalmente o esôfago e o cólon distal, designados megaesôfago e megacólon. No primeiro ocorre a perda do peristaltismo culminando em retenção de alimentos na luz do esôfago, dilatação e alongamento do órgão com perda de capacidade motora. Normalmente o paciente apresenta dor esofágica, dificuldade de deglutição e regurgitação. No megacólon chagásico observa-se flatulência, distensão abdominal, dificuldade para evacuar e constipação intestinal devido à falta de coordenação motora. Esta, quando prolongada, pode levar à formação de fecaloma, complicação mais grave do megacólon (Rezende, 1997).

A terapêutica da DC advém de duas drogas, Nifurtimox e Benznidazol lançadas em 1967 e 1972, respectivamente, ambas administradas por via oral. Pelo fato de a enfermidade apresentar-se sob formas clínicas variadas, a resposta ao tratamento quimioterápico dependerá dessas manifestações, sendo distintos os benefícios do tratamento em cardiopatas crônicos e em crianças na fase aguda da infecção. Portanto, as chances de cura são expressivamente maiores na fase inicial quando comparada à pacientes crônicos tratados. Além disso, muitos pacientes podem apresentar efeitos secundários mediados por estas drogas. Dessa forma, nenhuma delas pode ser considerada ideal

embora, no Brasil, o Benznidazol seja o que atualmente encontra-se disponível (Cançado, 1997; Cançado, 2002; Jannin & Villa, 2007).

A infecção chagásica por transmissão vetorial, caracterizada pelo contato do ser humano suscetível com o conteúdo intestinal do triatomíneo infectado, destaca-se pelo impacto significativo na saúde pública, respondendo pelo maior número de casos da DC (Dias, 2000). A transmissão transfusional teve grande importância na década de 1970 (Dias & Schofield 1998), porém os primeiros casos sorologicamente comprovados em doadores e candidatos a doadores de sangue foram descritos em 1949, desde então chamando a atenção para a importância do controle de bancos de sangue (Pellegrino, 1949).

A transmissão congênita ou vertical é considerada em crianças nascidas de mães com sorologia positiva para *T. cruzi* e foi suspeitada inicialmente por Chagas em 1911, quando este observou infecções intensas em crianças com poucos dias de vida e que residiam em locais com presença ou não de barbeiros (Chagas, 1911). Em países do Cone Sul (Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai e Uruguai) o risco de transmissão vertical oscila entre 4 e 12%. No Brasil este risco tem variações de 1% de acordo com cada região do país (SVS, 2005), sendo considerada uma via alternativa de transmissão assim como a acidental, por transplantes de órgãos e a forma oral (Dias *et al.*, 2011).

A transmissão oral é caracterizada pelo ciclo enzoótico primitivo do *T. cruzi*, quando mamíferos se alimentam de vetores e reservatórios infectados. No caso do homem, a transmissão pela via oral se dá por alimentos contaminados com o parasito, principalmente a partir de triatomíneos ou de suas dejeções. Embora considerada uma via alternativa, constitui uma das modalidades de transmissão dependente do vetor o qual pode contaminar os alimentos consumidos por seres humanos devido ao seu próprio processamento ou de seus excrementos (Dias, 2006a). Por outro lado, a presença de formas metacíclicas de *T. cruzi* na secreção das glândulas anais do gambá *Didelphis marsupialis*, mamífero sinantrópico, também não pode ser descartada como mais um elemento que possa favorecer o mecanismo de transmissão em alguns casos de surtos (Lenzi, 1984, Deane *et al.*, 1984).

Geralmente a infecção pela via oral ocorre em locais definidos, em um determinado tempo, por diferentes tipos de alimentos e ainda com a presença de vetores ou reservatórios

infectados próximos à área de produção, manuseio ou utilização dos alimentos contaminados com fezes e urina de triatomíneos (Dias, 2006a). No Brasil, mais especificamente na região Norte tem ocorrido surtos relacionados a alimentos, inclusive com óbitos (SINAN, 2015). A via oral ganhou maior destaque em 2005, devido ao surto no estado de Santa Catarina. Nesta ocasião, segundo Nota Técnica do Ministério da Saúde (2005), foram identificados 45 casos suspeitos de DCA relacionados à ingestão de caldo de cana, 31 com confirmação laboratorial, sendo que cinco pacientes evoluíram para óbito. Em 2006, ano em que a forma oral foi caracterizada como de relevância nacional para a Saúde Pública, de 118 casos de DC no Brasil, 106 foram transmitidos por via oral, ocorrendo em Estados das regiões Norte, Nordeste e Sul, com seis óbitos. Entre eles, 50 foram relacionados à ingestão de açaí contaminado, 20 à bacaba e seis à cana de açúcar. No entanto, em 18 casos (quatro eventos) o alimento contaminado não foi identificado (MS, 2007). Exemplo mais antigo ocorreu na Paraíba em 1986, quando 26 indivíduos que estiveram presentes por alguns dias na mesma fazenda foram diagnosticados com DCA. Os estudos demonstraram presença de triatomíneos apenas nas imediações da fazenda e de *T. cruzi* em gambás, sugerindo assim infecção por via oral, uma vez que nenhum dos pacientes havia recebido transfusão sanguínea (Shikanai-Yasuda *et al.*, 1991).

Atualmente, admite-se a existência de três cenários epidemiológicos relativos à transmissão do *T. cruzi* no Brasil i) representado pela área inicialmente considerada endêmica por transmissão vetorial domiciliar, que foi submetida a intenso trabalho de controle químico e especializada pela região extra-amazônica; ii) a região amazônica que por muito tempo foi considerada indene para a enfermidade com infecção sustentada por vetores não domiciliados; iii) a área designada de transição onde são observados a existência dos dois cenários anteriormente mencionados abrangendo os estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins (Silveira & Dias, 2011).

### 3.2 O Controle da doença de Chagas

Devido à eficácia das drogas apenas perante o tratamento de infecções recentes e a inexistência de uma vacina preventiva para a DC, as estratégias de controle voltaram-se



para os mecanismos de transmissão. Até a década de 1940 só se falava em melhoria de habitações a fim de que estas fossem refratárias aos triatomíneos. Não existia, todavia, combate químico ao vetor, tampouco seleção de doadores em bancos de sangue visando interromper a via transfusional, até então ignorada (Dias, 2011).

A hiper-infestação de triatomíneos no município de Bambuí, em Minas Gerais, e o elevado número de casos da enfermidade na região, levaram Emmanuel Dias e seus colaboradores a testarem incansavelmente a ação de compostos químicos em residências da região no combate aos triatomíneos que ali infestavam. A instalação de um posto do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) em Bambuí resultou no estabelecimento de bases técnicas para o controle da DC no Brasil, influenciando uma série de trabalhos de campo com base em compostos químicos (Coura, 1993; Dias, 2011).

Em 1948, já era conhecido um composto clorado, o BHC ou Gammexane, que foi testado em campo se mostrando altamente eficiente no combate aos triatomíneos, apresentando efeito residual entre 30 e 60 dias sendo capaz de eliminar ninfas de estádios iniciais, porém sem ação ovicida. O BHC foi utilizado pela Argentina, Brasil, Uruguai e Venezuela até a década de 1980. No entanto, os compostos clorados foram proibidos no Brasil em meados da década de 1980, sendo substituídos por derivados sintéticos do ácido crisantêmico, designados piretróides e desenvolvidos nos anos 70 (Dias & Pellegrino, 1948; Dias & Coura, 1997). Os piretróides são biodegradáveis, apresentando baixo impacto ambiental além de baixa toxicidade aguda em mamíferos (Santos *et al.*, 2007).

Até o ano de 1956, não havia controle regular para a DC por parte do Governo Federal, até que neste mesmo ano foi criado o Departamento Nacional de Endemias Rurais (DENERu), dando início às atividades de controle das endemias rurais no Brasil. Além da DC, outras 11 recebiam uma parcela dos recursos destinados ao controle das enfermidades, sendo a maior parte destes designados ao combate da Malária. Não eram priorizadas as outras endemias tampouco a DC, o que atrasou por muito tempo o trabalho de controle, deixando milhares de pessoas à mercê da infecção chagásica (Coura, 1993).

Em paralelo, o estado de São Paulo já iniciava o combate aos triatomíneos por meio de controle químico desempenhado pela Superintendência de Controle de Endemias

(SUCEN) (Wanderley, 1993). Apenas aí, 223 municípios estavam infestados por *T. infestans* entre 1968 e 1969, reduzindo para 25 no ano de 1976 (Schmunis, 1997).

Somente em 1975 surge a SUCAM (Superintendências de Campanhas de Saúde Pública), resultado de uma fusão entre DENERu, Campanha de Erradicação da Malária (CEM) e Campanha de Erradicação da Varíola (CEV) com a finalidade de erradicar e/ou controlar as grandes endemias no Brasil, originando assim o Programa de Controle da Doença de Chagas (PCDCh), malária, esquistossomose e febre amarela. Mais uma vez, os recursos não priorizaram a DC e, o PCDCh foi comprometido. Somente em 1983, os recursos provenientes da contribuição do Fundo de Financiamento Social (FINSOCIAL) foram alocados a fim de interromper a transmissão do *T. cruzi* tendo como foco o controle vetorial. Estes recursos beneficiaram cerca de 47 milhões de cidadãos brasileiros, em 19 estados do país (Coura, 1993). Estimava-se que 711 municípios brasileiros estavam infestados pelo *T. infestans* entre 1975 e 1983, caindo para 186 três anos mais tarde em decorrência do controle químico, finalmente consagrado (Dias, 1987). Neste contexto, destaca-se também o empenho da comunidade científica que foi de extrema importância, trabalhando no desenvolvimento de novas técnicas para controle vetorial e demonstrando o impacto social da DC no Brasil, a fim de encorajar decisões políticas a favor de campanhas de controle (Vinhaes & Dias, 2000).

As estratégias de controle vetorial envolveram três fases: preparatória, com reconhecimento das áreas a serem trabalhadas; ataque, a qual inclui a aplicação de inseticidas nas residências e, por último, a fase de vigilância. Esta acontece quando a fase de ataque era concluída a fim de detectar focos residuais de espécies de triatomíneos programando assim futuras borrifações (Dias, 1987; Dias, 1997).

O sucesso do PCDCh estabelecido no Brasil ganhou reconhecimento, inspirando a criação, em 1991, da denominada Iniciativa do Cone Sul pelos governos da Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai. O objetivo era eliminar o principal vetor da DC destas regiões, o *T. infestans*, bem como a redução e eliminação da transmissão transfusional mediante o fortalecimento dos bancos de sangue e controle de candidatos a doadores (Dias, 2007).

Em 1994 o Brasil já apresentava redução significativa das taxas de prevalência da infecção chagásica entre os doadores de sangue, variando entre 0,21% e 1,17% de acordo com as regiões do país, quando comparado às décadas anteriores, cujas taxas podiam superar 10%. A prevalência de soropositividade para DC em doadores e candidatos a doadores de sangue no Brasil é, atualmente, maior em indivíduos de idade mais avançada. Isso reflete não somente um bom trabalho realizado em bancos de sangue, mas também o sucesso do combate à transmissão vetorial, pelo uso de inseticidas, a qual respondeu pelo maior número de casos da infecção chagásica até a década de 1970 (Dias & Brener, 1984; Dias & Schofield, 1998).

Como reflexo do sucesso do PCDCCh, em 2006 a OPAS conferiu ao Ministério da Saúde do Brasil a Certificação Internacional de Eliminação da Transmissão da DC pelo *T. infestans* (Dias, 2006b). Logo mais, alguns países da América do Sul também foram certificados, como Chile, Paraguai, Uruguai e algumas partes da Argentina (Abad-Franch *et al.*, 2013b).

O grande desafio atual é manter as ações de controle e vigilância entomológica até então realizadas. Porém este trabalho tem sido dificultado pelo desinteresse político e as mudanças de prioridade devidas à emergência de outros problemas de saúde pública, como por exemplo, AIDS e dengue. Além disso, a descentralização desorganizada dos serviços públicos de saúde, a qual delegou aos municípios a responsabilidade de realizar ações de controle e vigilância entomológica, não foi eficaz na consolidação dos programas de controle em inúmeros municípios (Dias *et al.*, 2002b).

### 3.3 A doença de Chagas na Amazônia

Na região Amazônica são reconhecidas pelo menos 27 espécies de triatomíneos (Lent & Wygodzinsky, 1979; Barrett & Arias, 1985; Serra *et al.*, 1987; Lent *et al.*, 1995; Abad-Franch & Monteiro, 2007; Abad-Franch *et al.*, 2013a) das quais quatro são encontradas em ambientes domésticos e peridomésticos da Amazônia brasileira - *Rhodnius robustus* (Larousse, 1927), *Rhodnius pictipes* (Stal, 1872), *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811) e *Triatoma maculata* (Erichson, 1848) - constituindo assim risco de

transmissão do *T. cruzi* e emergência da doença na região (Coura *et al.*, 2002; Guhl *et al.*, 2009). Apesar da diversidade triatomínica, até meados da década de 1970 não constava na literatura nenhum caso de DC na Amazônia brasileira. Desde a confirmação da presença do parasito *T. cruzi* em sangue de exemplares de *Chrysothrix sciureus* proveniente do Pará (Chagas, 1924), a DC na região foi então assinalada como enzootia silvestre.

Os primeiros casos autóctones foram observados em 1968, quando lâminas de quatro pacientes de uma mesma família, município de Belém (Pará), foram recebidas pelo Instituto Evandro Chagas (IEC). Estas eram provenientes do laboratório da Campanha de Erradicação da Malária (CEM) que solicitou a identificação de tripanosomas encontrados em gota espessa com suspeita de malária. A infecção por *T. cruzi* foi confirmada, assim como a ausência de triatomíneos nas residências dos doentes e em suas imediações. Porém, a forma de transmissão do parasito não foi muito bem elucidada, elencando assim a hipótese de uma infecção oral (Shaw *et al.*, 1969). Oito anos mais tarde, já eram totalizados oito casos autóctones na Amazônia, dos quais sete no Pará e um no Amapá, não contradizendo o que havia sido observado em 1968 (Fraiha, 1977).

Em 1994 foi relatado o “ataque” por triatomíneos silvestres da espécie *Rhodnius brethesi* (Matta, 1919) a populações humanas nos piaçabais do município de Barcelos, no estado do Amazonas. Foi sugerido que este comportamento por parte dos vetores tenha sido o mecanismo inicial de contato com o homem precedendo a sua adaptação aos ecótopos artificiais, principalmente em áreas *antropizadas* como consequência da escassez de reservatórios silvestres (Coura *et al.*, 1994a). Contudo, a níveis de soropositividade para anticorpo anti *T. cruzi* em indivíduos de áreas rurais e urbanas foram observados no município de Barcelos nos anos de 1991 (12,5%), 1993 (13,7%), 1995 (12,5%) e 1997 (13,2%) (Coura *et al.*, 1995, Coura *et al.*, 1999).

Quase trinta anos depois dos primeiros relatos da doença na Amazônia brasileira, já constavam nos registros do Serviço de Parasitologia do IEC 148 casos da enfermidade na região, sem considerar algumas sorologias aí realizadas. Desse total 121 eram agudos, com cinco resultando em óbito, e 64 sugestivos de transmissão por via oral (Valente *et al.*, 1999). Pinto *et al.* 2008, também trabalhando com os registros do IEC, estudaram 233

casos de DCA autóctones da região Amazônica entre 1988 e 2005 com quase 80% destes associados a surtos por provável contaminação oral.

Em uma visão geral, entre os anos de 1999 e 2007, era estável o número de óbitos relacionados à DC no Norte do Brasil quando comparado às demais regiões do país (Martins-Melo *et al.*, 2012a), as quais o principal vetor domiciliado (*T. infestans*) esteve presente. Com relação ao estado de Tocantins, esta taxa nitidamente aumentou no estado durante o mesmo período (Martins-Melo *et al.*, 2012b), provavelmente devido à presença de *T. infestans* ainda naquela época. As ausências desta espécie na maioria dos estados do Norte do país refletem a baixa qualidade na capacidade de reconhecimento e diagnóstico da DC, o que resulta em subnotificação de casos da doença bem como de óbitos relacionado a esta. Contudo, os casos de DCA vêm crescendo cada vez mais nos estados da região Norte (SINAN, 2014), sobretudo devido à ingestão de alimentos contaminados por *T. cruzi* (Aguilar *et al.*, 2007). A forma oral foi responsável por 1.023 casos de DCA na região Norte dentre os 1.430 notificados entre os anos 2000 e 2013 (SINAN, 2014).

A transmissão oral do agente etiológico está geralmente associada a surtos familiares ou a um grupo de pessoas que ingeriram um determinado alimento, sendo, portanto, mais facilmente detectável se comparado a casos isolados por transmissão clássica. Essa modalidade tem recebido especial atenção nos estados da Amazônia Legal. A maior frequência de casos e surtos por via oral foi registrada no Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Amapá, Pará e Tocantins, respectivamente, sendo a maior parte destes em conglomerados familiares (OPAS, 2009). O notável aumento de casos de DCA na Amazônia legal e a sua estreita relação com a infecção oral eleva a região Amazônica brasileira ao status de endêmica para esta modalidade de transmissão (Coura, 2015).

Diante disso, foi demonstrada por Valente *et al.* 2002 a relevância do consumo de açaí no que diz respeito à transmissão do *T. cruzi* na Amazônia, em estudo conduzido em Abaetetuba (Pará), entre os anos de 1999-2000. O trabalho foi realizado desde a coleta do açaí até a revenda para os “batedores” que comercializam o sumo do fruto. Ao final, os autores evidenciaram, no momento do transporte, a presença de triatomíneos infectados em recipientes contendo o fruto. Logo mais em 2006, já eram reportados 178 casos de DCA apenas no Pará, parecendo haver correlação da infecção com o consumo de açaí (Nóbrega

*et al.*, 2009). Contudo, em 2012, foi demonstrada a sobrevivência *in vitro* e a infectividade do parasito *T. cruzi* em polpa de açaí sob variadas condições de temperatura, mais uma vez pontuando o consumo desse alimento como de grande importância para a epidemiologia da DC na Amazônia brasileira (Barbosa *et al.*, 2012; Passos *et al.*, 2012).

Além do açaí, o palmito de babaçu e a bacaba são diariamente consumidos na Amazônia brasileira, produzidos em sua grande maioria pela própria população que, devido à falta de uma vigilância adequada, resistem ao tratamento dos frutos antes da fase de processamento. A transmissão oral, vetorial extradomiciliar e a vetorial domiciliar ou peridomiciliar, sem colonização do vetor, são os mecanismos de transmissão atualmente admitidos na Amazônia Legal. Hoje, a DC é um problema reconhecido nesta região e constitui uma realidade diferente, com características peculiares, o que dificulta a adoção do modelo de vigilância clássico (MS, 2005; Dias *et al.*, 2011).

Atualmente são admitidas quatro formas de transmissão do *T. cruzi* na Amazônia brasileira: i) transmissão oral, sobretudo no estado do Pará devido à grande quantidade de açaí consumido na região; ii) a vetorial extradomiciliar marcada pelo deslocamento do homem para o ambiente silvestre, sendo esta pontual caracterizada pelo ataque de *R. brethesi* em piaçabais do município de Barcelos, AM; iii) a vetorial domiciliar com colonização do ambiente artificial, também pontual e caracterizada por *Triatoma maculata* no estado de Roraima e iv) vetorial domiciliar sem colonização (Silveira & Dias, 2011). Esta última se dá através da invasão domiciliar por triatomíneos altamente infectados sem estabelecimento de colônias; é a mais silenciosa forma ocorrendo em todos os estados da região, com casos de infecção subestimados devido à dificuldade de detecção e diagnóstico. Estima-se que entre 100.000 e 300.000 pessoas estejam infectadas na Região Amazônica (Aguilar *et al.*, 2007).

### 3.4 A doença de Chagas no estado de Tocantins

A fauna triatomínica conhecida no estado de Tocantins consiste em 16 espécies: *Cavernicola pilosa* (Barber 1937), *Microtriatoma trinidadensis* (Lent 1951), *Eratyrus mucronatus* (Stal, 1859), *Psammolestes tertius* (Lent & Jurberg, 1965), *Panstrongylus diasi* (Pinto & Lento, 1946), *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811), *Panstrongylus*

*lignarius* (Walker, 1873), *Panstrongylus megistus* (Burmeister, 1835), *Rhodnius neglectus* (Lent, 1954), *Rhodnius pictipes* (Stal, 1872), *Rhodnius robustus* (Larousse, 1927), *Triatoma costalimai* (Verano & Galvão, 1958), *Triatoma jatai* (Gonçalves *et al.*, 2013), *Triatoma pseudomaculata* (Corrêa & Spínola, 1964), *Triatoma brasiliensis* (Neiva 1911) e *Triatoma sordida* (Stal, 1859). Estes vetores são potencialmente capazes de transmitir o *T. cruzi* e apresentam distribuição ao longo do território onde ocupam variados ecótopos (Oliveira *et al.*, 2008; Gonçalves *et al.*, 2013, Jurberg *et al.*, 2014).

O estado do Tocantins caracteriza a espacialização de dois perfis epidemiológicos; i) tradicional colonização do ambiente artificial por triatomíneos e transmissão endêmica vetorial, principalmente ao sul e sudeste do estado, e outro; ii) onde insetos vetores frequentemente invadem domicílios e peridomicílios expondo a população ao risco de transmissão, cenário bem caracterizado pela região norte de Tocantins.

Entre os anos de 1975 e 1980, o estado de Goiás, ainda adjunto ao atual estado de Tocantins, apresentava uma das maiores soroprevalências de infecção chagásica (7,4%) no Brasil, sendo esta estimativa menor apenas em relação aos estados de Minas gerais (8,83%) e Rio Grande do Sul (8,84%) (Camargo *et al.*, 1984). Apesar da gama de espécies presentes em Tocantins, poucos são os estudos sobre DC neste estado. Em 2013, um estudo no município de Araguaína demonstrou soropositividade para *T. cruzi* em cães, sugerindo o possível envolvimento destes animais na epidemiologia da DC na região. Dentre os municípios de Tocantins, aqueles mais vulneráveis à transmissão do *T. cruzi* por vetores domiciliados, inclui áreas com maior ocorrência destes vetores bem como municípios com maior porcentagem de indivíduos vivendo em propriedades rurais e em extrema pobreza (Vinhaes *et al.*, 2014).

A vigilância entomológica em Tocantins se respalda em dois pilares: i) notificação de vetores do *T. cruzi* com participação da população (passiva) e ii) busca ativa de triatomíneos. Esta é realizada pelas equipes municipais de vigilância em saúde, após atendimento da notificação. Se constatada a presença do vetor segue a aplicação de inseticidas nas residências. São considerados positivos os encontros de i) triatomíneo adulto de espécies domiciliadas independente de estar infectado; ii) triatomíneo adulto de espécies não domiciliadas infectadas por *T. cruzi* no intradomicílio e iii) ninfa ou colônia de

qualquer espécie. Além disso, a busca ativa acontece com base nas espécies de triatomíneos notificadas no ano anterior independente do tipo de notificação (SESAU-TO, 2013). Portanto, a busca ativa é realizada em todos os municípios que notificaram presença de triatomíneos sendo investigados 100% dos domicílios de localidades positivas e 20% das negativas. Esta metodologia difere para municípios positivos para *T. pseudomaculata*, *T. brasiliensis* e *P. megistus* onde 40% das localidades negativas são investigadas (SESAU-TO, 2013).

No Estado do Tocantins foram notificados, investigados e tratados 23 casos de DCA entre os anos de 2007 e 2011. Tendo ocorrido um caso por transmissão vetorial em 2007 no município de Pindorama do Tocantins; em 2008 observou-se um caso em Esperantina e um em Augustinópolis, ambos por transmissão vetorial. Mais quatro casos foram notificados no município de Axixá do Tocantins (transmissão oral). Em 2011 ocorreram 16 casos sendo um deles em Wanderlândia, quatro em Tocantinópolis e 11 em Ananás, todos por transmissão oral. Estes casos tiveram como provável fonte contaminada por *T. cruzi* o palmito de babaçu, o açaí e a bacaba, respectivamente. Em todos os casos foram incriminadas espécies não domiciliadas – *R. pictipes* e *R. neglectus* (Anália Celencina Gomes Fagundes - comunicação pessoal).

No ano de 2014 foi constatado mais um surto de DCA que atingiu quatro pessoas no município de Axixá do Tocantins, dentre estas uma gestante (A CGF, com. pess.). A transmissão oral do *T. cruzi* ocorreu por batida de bacaba contaminada e o diagnóstico concretizado cerca de dois meses após contaminação. Esta constatação tardia evidencia a fragilidade da vigilância epidemiológica (VE) e o descaso da atenção primária nas unidades de saúde que, ao receberem os pacientes, não investigam de forma oportuna. Epidemias como esta podem tornar-se mais frequentes se negligenciadas as ações de vigilância e controle da DC frente à abundância e diversidade de espécies existentes no estado.



### 3.5 Modelagem ecológica

Um modelo consiste em uma simples representação de um fenômeno complexo (Soetart & Herman, 2009) contendo determinadas características. Os primeiros modelos matemáticos baseados em princípios ecológicos foram utilizados por Lotka (1925) e Volterra (1926). A partir de então, a modelagem ecológica tem se voltado para a utilização de métodos quantitativos e modelos matemáticos com o intuito de responder a uma pergunta, explicar determinados fenômenos ou resolver um problema de forma objetiva (Giacomini, 2007).

De forma geral, os trabalhos de modelagem ecológica são realizados com tipos distintos de algoritmos que utilizam uma gama de covariáveis, eleitas para o estudo, e que descrevem a área de interesse, juntamente com os dados de presença, ausência ou contagem de uma espécie. Os algoritmos partem de formas distintas de relacionar dados das espécies com os das covariáveis utilizadas a fim de entender sua distribuição potencial.

Para modelar é necessário, primeiramente, escolher o tempo e o espaço para descrever ou explicar o fenômeno de interesse. É praticamente impossível incluir em um modelo todas as particularidades de um determinado fenômeno, sendo, portanto utilizadas as principais características deste, de forma que estas sejam razoáveis. Quando um modelo consegue explicar um problema ou responder a pergunta de interesse, este pode então ser utilizado para fazer previsões (Soetart & Herman, 2009). Mais do que isso, os modelos ecológicos podem ser usados para desenvolver abordagens de intervenção (Glanz *et al.*, 1990).

Uma grande parte de estudos com modelagem ecológica foca em projeções acerca da distribuição potencial de espécies e das mudanças climáticas e de uso da terra. Informações sobre a biodiversidade, em geral, são escassas e fragmentadas devido às dificuldades de amostragem de dados que de fato permitam uma detalhada análise estatística (Peterson *et al.*, 1998).

Atualmente muitos trabalhos têm utilizado a modelagem para estudos em DC. Estes estudos contribuem na diferenciação de populações de triatomíneos, prediz áreas de distribuição de vetores bem como de risco para transmissão do *T. cruzi*, evidencia áreas de

potencial distribuição de espécies e da doença diante das alterações ambientais, produz modelos hierárquicos com predições em diferentes escalas e faz predições sobre a potencial invasão de triatomíneos não domiciliados em ambientes artificiais (Costa *et al.*, 2002; Peterson *et al.*, 2002; Gurgel-Gonçalves & Cuba, 2009; Abad-Franch *et al.*, 2010; Leite *et al.*, 2011; Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a; Valença-Barbosa *et al.*, 2014).

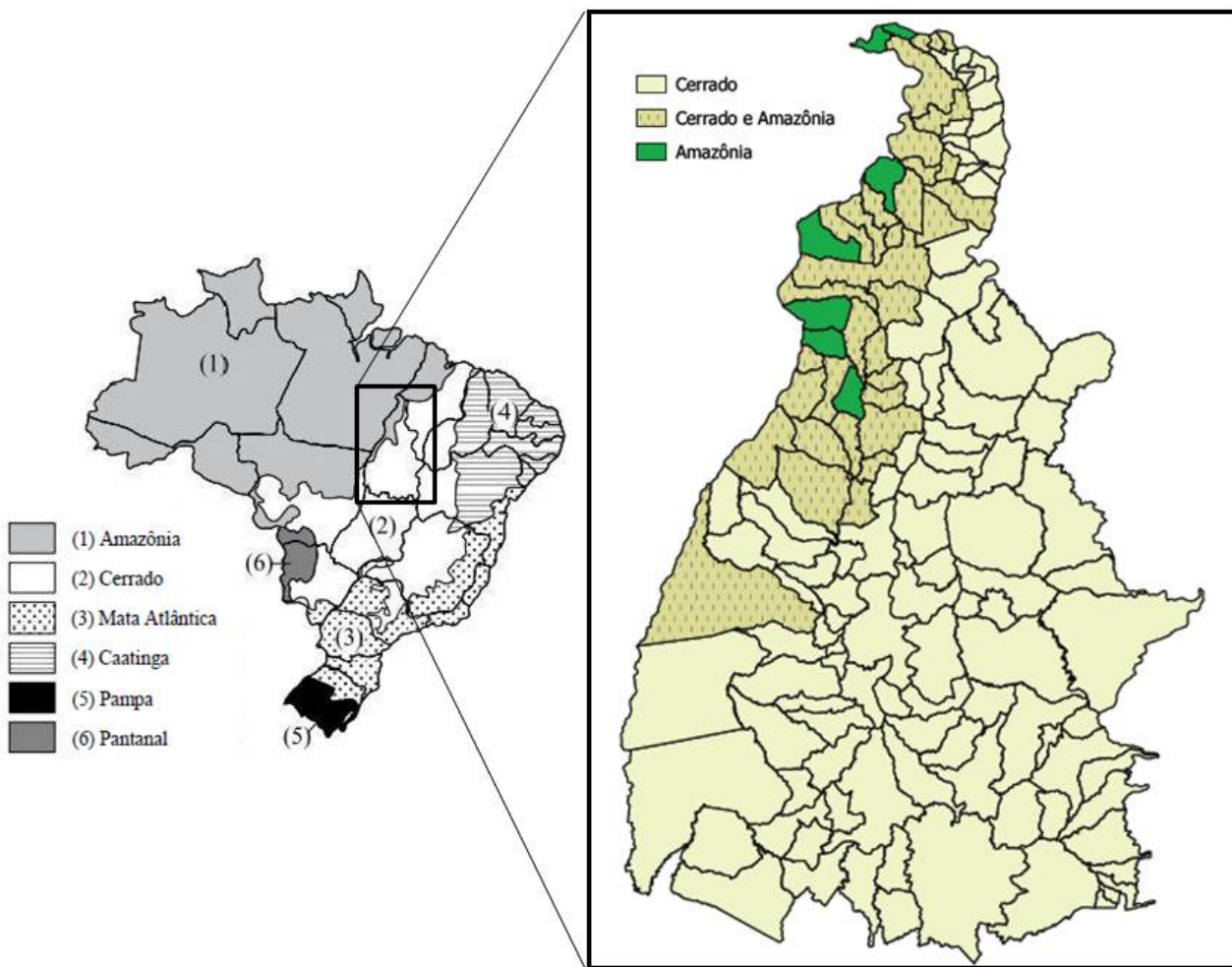
## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

---

#### 4.1 Área de estudo

O estado do Tocantins encontra-se na região Norte do Brasil e faz fronteira terrestre com o Pará, Maranhão, Piauí, Bahia, Goiás e Mato Grosso. É um dos estados integrantes da Amazônia Legal, delimitação política que, devido à necessidade do governo o incorporou à Amazônia brasileira para fins de planejamento e desenvolvimento da região (SUDAM, 2015). O estado é caracterizado como área de transição entre Cerrado e Amazônia, sendo que o primeiro ocupa 91% do território tocantinense enquanto o bioma amazônico responde por 9% (IBGE, 2014). Além disso, o Tocantins exibe dois perfis epidemiológicos da DC (Silveira & Dias, 2011). Ao Sul e Sudeste do estado encontra-se a área tomada por vegetação do Cerrado e considerada endêmica para transmissão vetorial domiciliar ocorrendo colonização do intra e peridomicílio por insetos vetores. O outro, ao Norte e Noroeste do estado, exibe marcada transição entre Cerrado-Amazônia, com emergência da doença, especialmente devido à transmissão oral e constante invasão domiciliar por triatomíneos não domiciliados (Figura 1).

Palmas é a capital e somada às demais cidades totalizam 139 municípios no estado. A população estimada é de 1.496.880 (IBGE, 2014) habitantes em uma área de 277.720,569 km<sup>2</sup> com densidade demográfica de 4,98 hab/km<sup>2</sup>. O clima é tropical semi-úmido com duas estações bem definidas, uma chuvosa, entre Outubro e Abril, e outra seca, entre Maio e Setembro (Monteiro, 1951).



Fonte: Adaptado IBGE.

Figura 1: Localização do Tocantins no Brasil e determinação dos municípios inseridos no Bioma Amazônico, Cerrado e/ou Cerrado e Amazônia de acordo com IBGE (2014).

#### 4.2 Etapas metodológicas

O trabalho consistiu de três etapas metodológicas. A primeira se fez por meio de análises dos bancos de dados da Secretaria de Estado da Saúde do Tocantins (SESAU-TO), que contém registros anuais de triatomíneos em residências do estado. A segunda consistiu na construção de um banco de dados contendo um conjunto de variáveis dependentes (ou resposta) e um conjunto de covariáveis (ou variáveis independentes). Todas as informações foram geradas e/ou obtidas ao nível municipal para dar seguimento a terceira e última etapa. Esta consistiu na Modelagem Ecológica (ME) a fim de obter uma representação do número de triatomíneos não domiciliados nas residências dos municípios do Tocantins.

#### 4.2.1 Análise dos bancos de dados

Para esta etapa foram utilizadas as informações correspondentes ao período de 2005 a 2013 das bases de dados da SESAU-TO. As análises foram realizadas com vistas à:

a) construção de uma lista de todas as espécies de triatomíneos capturadas nos ecótopos artificiais ao longo do período:

b) determinação da taxa de infecção natural por tripanosomatídeos para cada espécie (OMS, 1991):

- Número de triatomíneos infectados por tripanosomatídeos/número de triatomíneos examinados x 100.

c) determinação da colonização intra e peridomiciliar de triatomíneos (OMS, 1991):

- Número de unidades domiciliares com ninfas no intradomicílio/número de unidades domiciliares com triatomíneo no intradomicílio x 100.

- Número de unidades domiciliares com ninfas no peridomicílio/número de unidades domiciliares com triatomíneo no peridomicílio x 100.

d) determinação do total de registros municipais por triatomíneos não domiciliados em ecótopos artificiais:

- Para *R. robustus* e *R. neglectus* os dados referem-se aos anos de 2010 a 2013. De acordo com a SESAU-TO este período confere maior segurança com relação às identificações taxonômicas.

e) Tendências sazonais de invasão domiciliar por triatomíneos não domiciliados.

- Utilizados registros anuais acumulados entre 2005 e 2013 para *R. pictipes* e *P. geniculatus*. Para *R. neglectus* e *R. robustus* os dados referem-se aos anos de 2010 a 2013.

#### 4.2.2 Construção do banco de dados para a Modelagem Ecológica (ME)

Para realizar a ME utilizou-se como variável dependente o número de triatomíneos invasores notificados nas residências de cada município referente às seguintes espécies não domiciliadas: *R. pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P.*

*geniculatus*. A escolha destas espécies justifica-se pelo interesse em entender melhor as variações das invasões por triatomíneos não domiciliados, em cada município, sobretudo vetores amazônicos. Para a análise, foram também utilizadas 12 covariáveis. A escolha destas foi fundamentada no conhecimento acerca de triatomíneos bem como na disponibilidade dos dados. A definição e descrição de cada uma delas estão descritas a seguir:

Quadro 1: Classe das covariáveis e definição das mesmas.

Classe	Covariável	Definição (em escala municipal)
Fixa em todos os modelos	<i>Pobreza</i>	Incidência de pobreza estimada (%).
	<i>Casas</i>	Número total de casas.
Regional (R)	<i>Cerrado</i>	Área ocupada pelo bioma Cerrado (%).
	<i>Amazônia</i>	Área ocupada pelo bioma Amazônico (%).
Paisagem (P)	<i>Preservda</i>	Áreas preservadas (%).
	<i>Intermediária</i>	Áreas moderadamente preservadas (%).
	<i>Degradada</i>	Áreas fortemente “antropizadas” (%).
	<i>NDVI</i>	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.
Climática (C)	<i>Dia</i>	Temperatura diurna da superfície terrestre.
	<i>Noite</i>	Temperatura noturna da superfície terrestre.
	<i>DN</i>	Diferença entre as temperaturas diurnas e noturnas.
	<i>Precipitação</i>	Precipitação média anual acumulada por município.

- Fixas

➤ *Pobreza* - A incidência de pobreza é um percentual estimado em nível de municípios. Este indicador é calculado pela quantidade de indivíduos considerados pobres em relação à população total em cada município. De acordo com critérios definidos por especialistas que analisam a capacidade de consumo das pessoas, o IBGE classifica como “pobres” aqueles indivíduos que não conseguem ter acesso a uma cesta alimentar, bem como a bens mínimos necessários a sua sobrevivência. Estas informações foram obtidas a partir da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 e do Censo 2000 e estão disponíveis em

[www.cidades.ibge.gov.br](http://www.cidades.ibge.gov.br) para cada um dos 139 municípios do estado de Tocantins.

➤ *Casas* – O número de casas total de cada município foi extraído do Sistema de Localidades – SISLOC do estado do Tocantins disponibilizado pela SESAU – TO.

- Regional (R)

De acordo com o Mapa Vetorial de Biomas, gerado pelo IBGE e Ministério do Meio Ambiente (MMA) (disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)), calculou-se a porcentagem de área de cada bioma.

➤ *Cerrado* – Porcentagem de áreas de cada município do Tocantins caracterizadas pelo Bioma Cerrado.

➤ *Amazônia* - Porcentagem de áreas de cada município do Tocantins caracterizadas pelo Bioma Amazônico.

- Paisagem (P)

O Mapa Vetorial de Uso da Terra, referente ao ano de 2010 e também disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), foi subdividido em categorias para construção de covariáveis que caracterizem a paisagem. Após reclassificação, foi calculada a porcentagem de áreas descrita a seguir:

➤ *Preservada* - Foram consideradas áreas Preservadas (*Preservadas*) aquelas que, de acordo com a classificação do IBGE, apresentam *menos de 25% de ocupação por estabelecimentos agropecuários* ademais daquelas definidas como áreas de *matas e/ou florestas naturais*.

➤ *Intermediária* - Foram consideradas áreas moderadamente preservadas (*Intermediária*) aquelas que, de acordo com a classificação original, apresentam *entre 50 e 25% de ocupação por estabelecimentos agropecuários*.



➤ *Degradada* - Quanto às áreas fortemente “antropizadas” (*Degradada*) foram consideradas aquelas essencialmente *urbanas, áreas de pastagens, lavouras e/ou outras coberturas e usos*.

➤ *NDVI* – Os dados para Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*NDVI - Normalized Difference Vegetation Index*) foram gerados pelo sensor MODIS (*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer*), o qual se encontra a bordo do satélite TERRA (*EOS AM 1- Earth Observing System*), lançado em Dezembro de 1999 sendo, portanto, o principal Sistema de Observação da Terra. As informações foram obtidas em <http://glovis.usgs.gov/> pelo *download* de arquivos em formato HDF, para a área de interesse, referente aos grânulos h13v09 e h13v10 compreendendo o período de 2005 a 2013. A resolução temporal foi de 16 dias e a espacial de 250 m/pixel, totalizando 414 imagens para os nove anos analisados.

- Climática (C)

Os dados de Temperatura de Superfície Terrestre (*LST - Land Surface Temperature*) diurna e noturna foram gerados pelo sensor MODIS com resolução temporal de oito dias, totalizando 828 arquivos em formato HDF pelo *download* em <http://glovis.usgs.gov/>. As imagens obtidas foram referentes aos grânulos h13v09 e h13v10 que compreendem a área de interesse do estudo para os nove anos analisados e, com resolução espacial de 1 km/pixel.

➤ *Dia* – Corresponde às temperaturas médias diurnas de cada município.

➤ *Noite* – Corresponde às temperaturas médias noturnas de cada município.

➤ *DN* – Representa a amplitude entre as temperaturas médias do *Dia* e da *Noite* calculada pela diferença entre estas.

Os dados de precipitação foram obtidos em <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> e estimados pelo sensor orbital polar de micro-ondas passivo - TMI (*Microwave Imager*) do

Medidor de Chuvas Tropicais (TRMM - *Tropical Rainfall Measuring Mission*- em inglês). TRMM trata-se de uma missão conjunta entre Agência Japonesa de Exploração (JAXA - *Japan Exploration Agency* – em inglês) e Aeronáutica Espacial e Administração Espacial (NASA - *National Aeronautics and Space Administration* – em inglês) designada a monitorar e estudar chuvas tropicais. As informações sobre precipitação geradas pelo sensor derivam de uma ampla faixa sob o satélite TRMM fornecendo dados quantitativos provenientes de quantidades de energia de micro-ondas emitidas pela Terra e sua atmosfera. A resolução espacial foi de 25 km/pixel e a resolução temporal de 30 dias, sendo os dados obtidos referentes ao período de 2005 a 2013, totalizando 108 imagens para os nove anos avaliados.

- *Precipitação* - Corresponde aos valores de precipitação (mm) média anual acumulada para cada município do Tocantins.

#### 4.2.1.1 Processamento de dados

- Modis Reprojection Tool

A Ferramenta de Reprojecção do Modis (MRT - *Modis Reprojection Tool*), de acesso livre e disponível em [https://lpdaac.usgs.gov/tools/modis\\_reprojection\\_tool](https://lpdaac.usgs.gov/tools/modis_reprojection_tool), foi utilizada para a leitura de arquivos HDF, extração de bandas de interesse dentro de cada um destes, definição de arquivos de saída em formato distinto e também para alterar o tipo de projeção cartográfica. Para os arquivos gerados por MODIS foram extraídos os dados de temperatura para dia e noite, bem como os índices de vegetação por diferença normalizada. O tipo de projeção cartográfica foi alterado para “Sistema de Projeção Geográfica” e todas as informações foram arquivadas em formato TIF.

- Rstudio

Foi utilizado o programa livre *Rstudio* 0.98.484, disponível em <http://www.rstudio.com/>, para a realização de cálculos das médias para cada pixel agregando assim a série temporal de imagens com dados de precipitação, LST e NDVI. Para dar prosseguimento às análises, utilizou-se NDVI como modelo para alterar a resolução espacial de todas as imagens em 250 m.

Para que as análises pudessem ser realizadas a nível municipal, foi calculada a média dos pixels referentes a cada polígono resultando assim em um valor médio de precipitação anual acumulada, LST (*Dia* e *Noite*) e NDVI para cada um dos 139 municípios de Tocantins.

Para o ajuste dos modelos, todas as variáveis foram padronizadas ( $\mu = 0$  e  $\sigma = 1$ ), exceto o número de casas em cada município que foi transformado em logaritmo natural.

#### 4.2.3 Modelagem Ecológica

Na terceira etapa metodológica foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM - *Generalized Linear Models*) (Nelder & Wedderburn, 1972) assumindo distribuição binomial negativa (**NB**) para estimar o número de espécimes de *P. geniculatus* bem como de *R. neglectus* nas residências dos municípios do Tocantins. Esta distribuição é usual quando os dados são sobredispersos (*overdispersed*), ou seja, quando a variância é maior que a média indicando que a distribuição de Poisson, comumente usada para modelar contagens, pode ser inadequada para descrever as observações (Cameron & Trivedi, 1998).

Para a modelagem de *R. pictipes* e *R. robustus* utilizou-se Modelo Binomial Negativo Inflado de Zeros (**ZINB** - *Zero-inflated Negative Binomial Models*). Esta classe de modelos é usual quando os dados contêm mais zeros do que seria esperado em uma distribuição binomial negativa, contendo então duas partes: 1) modelo binário o qual modela as presenças e ausências das variáveis dependentes (Lambert, 1992, Welsh *et al.*, 1996; Welsh *et al.*, 2000) e 2) modelagem dos dados de contagem. Na parte binária do modelo, os valores zero podem ocorrer de duas formas i) ‘contagem real de zeros’ (ou zeros estruturais) resultantes, por exemplo, de um efeito ecológico o qual está sendo testado; e ii) ‘falsa contagem de zero’ que, neste caso, poderia ser ocasionada pela falha de detecção da vigilância entomológica.

A variável dependente levou em conta as notificações dos anos de 2010 a 2013 para *R. robustus* e *R. neglectus*, uma vez que a diferenciação entre ambas não era realizada de forma totalmente confiável até o ano de 2009, a qual passou a ser a partir de um treinamento específico na SESAU – TO. Para *R. pictipes* e *P. geniculatus*

utilizou-se os dados dos nove anos de notificações. Como variáveis independentes utilizou-se o conjunto de co-variáveis anteriormente mencionados.

A estrutura dos modelos teve como finalidade avaliar os efeitos da Paisagem, Região e Clima sobre as variáveis respostas partindo das seguintes hipóteses:

**Hipótese Regional** - Em municípios com larga fração de território correspondente ao Bioma Amazônico poderia haver maior invasão triatomínica por *R. pictipes* e *R. robustus*, uma vez que estas espécies são consideradas Amazônicas (Lent & Wygodzinsky, 1979, Abad-Franch & Monteiro, 2007, Abad-Franch *et al.*, 2009). Da mesma forma, foi considerado que o número de *R. neglectus* em residências do Tocantins seria maior em municípios com extensa área ocupada pelo Cerrado, dado que esta é uma espécie que ocorre predominantemente neste bioma (Lent & Wygodzinsky, 1979, Abad-Franch *et al.*, 2009). A hipótese de que o número de *P. geniculatus* nos ecótopos artificiais possa sofrer influência pela fração que cada Bioma ocupa nos municípios foi desconsiderada, uma vez que tal espécie ocorre em distintas eco-regiões (Abad-Franch & Monteiro, 2007; Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a).

**Hipótese da Paisagem** - A invasão de ecótopos artificiais por *R. pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* seria mais frequente em municípios moderadamente “antropizados” (*Intermediária*) (Abad-Franch, 2006; Leite *et al.*, 2011), considerando que em áreas fortemente modificadas pelo homem (*Degradada*), os eventos de invasão deveriam ser reduzidos em função da escassez de populações de triatomíneos silvestres (Brown & Brown 1992). Alternativamente, em áreas bem preservadas (*Preservada*) a invasão triatomínica seria rara devido à larga população de hospedeiros naturais servindo como fonte de alimentação (Forattini, 1979; Forattini, 1980).

**Hipótese Climática** - A maior quantidade de triatomíneos invasores seria em municípios com menor amplitude térmica (diferença entre temperatura média noturna e diurna – *DN*) e menor temperatura diurna (*Dia*). Esta última foi desenvolvida após considerar os valores médios de LST em municípios do estado bem como o conhecimento acerca da biologia destes vetores, uma vez que temperaturas extremas prejudicam o desenvolvimento do ciclo evolutivo dos triatomíneos (Juberg & Galvão, 2006), incluindo as espécies do gênero *Rhodnius* (Rangel, 1982; Silva & Silva, 1990; Rocha *et al.*, 1994; Luz *et al.*, 1999; Rocha *et al.*, 2001a; Rocha *et al.*, 2001b). Além disso, a covariável *DN* ou *Dia* foi fixada nos modelos **ZINB**, considerando a hipótese

que esta teria influência positiva sobre a ‘contagem real de zero’. Em alguns casos, a covariável *Precipitação* também foi adicionada à parte binária dos modelos **ZINB** considerando a possível influência negativa desta sobre a ausência das variáveis dependentes, uma vez que *R. pictipes* e *R. robustus* são espécies que ocorrem em áreas úmidas (Lent & Wygodzinsky, 1979, Abad-Franch & Monteiro, 2007, Abad-Franch *et al.*, 2009).

A partir das hipóteses consideradas, foram ajustados 60 modelos com diferentes combinações entre as covariáveis para cada espécie de interesse. Posteriormente foram consideradas e testadas hipóteses alternativas combinando covariáveis a partir dos melhores modelos ajustados. A seleção dos melhores modelos baseou-se nos critérios de Akaike corrigidos (AICc - *Akaike’s corrected Information Criteri*) uma vez que  $n / k < 40$  (Burnham & Anderson, 2004). Como forma de controlar os possíveis efeitos dos fatores de confusão, o número de casas total (*Casas*) e a incidência de pobreza (*Pobreza*) por município, foram considerados como efeitos fixos em todos os modelos, exceto os modelos “nulos”. Estes consideram a hipótese que o número de vetores não domiciliados nas residências não depende de nenhuma das variáveis independentes ou somente depende do número de casas (*Casas*) e dos níveis de pobreza municipais (*Pobreza*).

Para o ajuste dos modelos **NB** utilizou-se a função `glm.nb ( )` no pacote MASS (Venables & Ripley, 2002) que modela a contagem de dados “*overdispersed*”. A função `zeroinfl ( )` no pacote “pscl” foi utilizada apenas para o ajuste dos modelos **ZINB**.



### 5.1 Lista de espécies capturadas no Tocantins, total anual e respectivas taxas de infecção natural por tripanosomatídeos durante os anos de 2005 a 2013.

Durante os anos de 2005 a 2013 foram registrados/capturados 30.773 triatomíneos nas residências do estado de Tocantins, totalizando quatorze espécies autóctones (Tabela 1). Destas, *T. sordida*, *T. pseudomaculata*, *T. brasiliensis* e *P. megistus* são reconhecidas pela sua capacidade em estabelecer colônias em ecótopos artificiais e, portanto designam-se domiciliadas (Jurberg *et al*, 2014), inteirando 18.995 triatomíneos entre ninfas (9.686 – 51%) e adultos (9.309 – 49%) (Tabela 2). A espécie mais registrada no período avaliado foi *T. sordida* (18.395), que apresentou taxa de infecção natural pelo *T. cruzi* correspondente a 1,6% dos 18.249 espécimes examinados. Não foi constatada infecção natural em *P. megistus*, embora 7 espécimes, dentre os 45 capturados, não tenham sido examinados. A presença de *T. brasiliensis* foi raramente reportada, embora o percentual de infecção por *T. cruzi* tenha sido alto (11,1%). *Triatoma pseudomaculata* foi notificada em baixa quantidade durante todo o período analisado e apresentou 5,4% de infecção dos 544 espécimes examinados.

Das quatorze espécies, dez geralmente não estabelecem densas colônias em ambientes artificiais e são designadas espécies não domiciliadas (Jurberg *et al*, 2014). Durante o período avaliada totalizaram 11.778 espécimes capturados, entre adultos (11.259 – 95,6%) e ninfas (519 – 4,4%) (Tabela 2). Deste total, 196 não foram examinados, sendo 31 *R. pictipes*, 56 *P. geniculatus*, 50 *R. neglectus*, 54 *T. costalimai*, 3 *P. lignarius* e 2 *P. diasi*. As demais não domiciliadas foram em sua totalidade examinadas. *Rhodnius pictipes* se mostrou mais abundante (4.624), apresentando elevada infecção natural por *T. cruzi* (25,6%), cuja taxa se mostrou inferior apenas com relação à *P. lignarius* (29,6%) e *R. robustus* (32,3%). A segunda espécie mais frequentemente reportada dentre as não colonizadoras foi *P. geniculatus* (2.889) seguida por *R. neglectus* (2.433), cuja infecção natural foi de 10,8% e 13%, respectivamente. *Triatoma costalimai* exibiu 13,5% de infecção natural além de grande quantidade de ninfas (365) com relação às demais designadas silvestres (Tabela 2). Deste total de ninfas de *T. costalimai* 285 foram coletadas apenas no ano de 2013. *Panstrongylus diasi*, com pequenas densidades anuais, totalizou 115 insetos adultos notificados e aproximadamente 2% de infecção. Três espécies

consideradas estritamente silvestres foram capturadas (*C. pilosa*, *E. mucronatus* e *T. jataí*), as quais apresentaram raros reportes anuais e ausência de infecção natural por *T. cruzi*.



Tabela 1: Quantidade anual, total de triatomíneos domiciliados e não domiciliados capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil e respectivas taxas de infecção natural por tripanosomatídeos.

Espécie	Ano									Total	Total (%)	Taxa de infecção (%) e IC95
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
<i>Triatoma sordida</i>	1.444	987	2.715	2.341	1.852	2.094	2.002	2.038	2.922	<b>18.395</b>	<b>59,78</b>	1,67 (1,5 – 1,87)
<i>Triatoma pseudomaculata</i>	45	53	64	93	77	50	63	45	56	<b>546</b>	<b>1,77</b>	5,51 (3,89 – 7,76)
<i>Triatoma brasiliensis</i>	0	0	2	0	6	0	0	0	1	<b>9</b>	<b>0,03</b>	11,11 (1,98 – 43,5)
<i>Panstrongylus megistus</i>	4	10	6	1	7	13	2	0	2	<b>45</b>	<b>0,15</b>	0
<b>Subtotal</b>	1.545	1.083	2.852	2.601	1.975	2.189	2.114	2.139	3.313	<b>18.995</b>	<b>61,73</b>	
<i>Rhodnius pictipes</i>	170	203	388	537	578	655	759	669	665	<b>4.624</b>	<b>15</b>	25,62 (24,38 – 26,91)
<i>Panstrongylus geniculatus</i>	215	218	228	312	379	373	402	332	430	<b>2.889</b>	<b>9,38</b>	10,84 (9,74 – 12,03)
<i>Rhodnius neglectus</i>	212	158	401	266	278	293	303	244	278	<b>2.433</b>	<b>7,9</b>	13,09 (11,8 – 14,51)
<i>Rhodnius robustus</i>	0	7	0	51	72	149	155	170	179	<b>783</b>	<b>2,54</b>	32,31 (29,13 – 35,67)
<i>Triatoma costalimai</i>	52	33	65	166	33	32	47	56	332	<b>816</b>	<b>2,65</b>	13,51 (11,27 – 16,13)
<i>Panstrongylus lignarius</i>	5	6	6	10	12	21	16	12	13	<b>101</b>	<b>0,33</b>	29,6 (21,46 – 39,26)
<i>Panstrongylus diasi</i>	3	11	7	9	20	15	7	22	21	<b>115</b>	<b>0,37</b>	1,77 (0,49 – 6,22)
<i>Cavernicola pilosa</i>	0	1	2	0	0	0	0	0	0	<b>3</b>	<b>0,009</b>	0
<i>Eratyrus mucronatus</i>	1	1	1	1	1	0	3	1	2	<b>11</b>	<b>0,03</b>	0
<i>Triatoma jatai</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	<b>3</b>	<b>0,009</b>	0
<b>Subtotal</b>	658	638	1098	1352	1373	1538	1695	1506	1920	<b>11778</b>	<b>38,3</b>	
<b>Total</b>	2.151	1.688	3.885	3.787	3.315	3.695	3.762	3.589	4.901	<b>30.773</b>	<b>100</b>	

Faixa cinza claro = triatomíneos domiciliados; Faixa cinza escuro = triatomíneos não domiciliados.

Tabela 2: Quantidade anual de ninfas de triatomíneos, por espécie capturada em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.

Espécie	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	Total (%)	Intra	Peri
<i>T. sordida</i>	610	352	1518	1094	866	1.353	1.039	1.139	1.613	<b>9.584</b>	<b>93,91</b>	<b>774</b>	<b>8.810</b>
<i>T. pseudomaculata</i>	5	17	2	13	7	0	35	0	10	<b>89</b>	<b>0,87</b>	<b>4</b>	<b>85</b>
<i>T. brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>P. megistus</i>	0	1	5	0	5	2	0	0	0	<b>13</b>	<b>0,13</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
<b>Subtotal</b>	<b>619</b>	<b>372</b>	<b>1.538</b>	<b>1.151</b>	<b>876</b>	<b>1.359</b>	<b>1.084</b>	<b>1.144</b>	<b>1.895</b>	<b>9.686</b>	<b>94,91</b>	<b>780</b>	<b>8.906</b>
<i>R. pictipes</i>	3	4	13	6	1	2	2	3	3	<b>37</b>	<b>0,36</b>	<b>14</b>	<b>23</b>
<i>P. geniculatus</i>	0	2	4	3	3	2	6	1	1	<b>22</b>	<b>0,21</b>	<b>17</b>	<b>5</b>
<i>R. neglectus</i>	11	0	65	5	5	0	0	6	1	<b>93</b>	<b>0,91</b>	<b>12</b>	<b>81</b>
<i>R. robustus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	<b>2</b>	<b>0,01</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<i>T. costalimai</i>	4	3	18	44	3	6	10	5	272	<b>365</b>	<b>3,58</b>	<b>40</b>	<b>325</b>
<i>P. lignarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>P. diasi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>C. pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>E. mucronatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>T. jatai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Subtotal</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>277</b>	<b>519</b>	<b>5</b>	<b>85</b>	<b>434</b>
<b>Total</b>	<b>633</b>	<b>379</b>	<b>1.625</b>	<b>1.167</b>	<b>890</b>	<b>1.365</b>	<b>1.092</b>	<b>1.154</b>	<b>1.092</b>	<b>10.205</b>	<b>100</b>	<b>865</b>	<b>9.340</b>

Faixa cinza claro = triatomíneos domiciliados; Faixa cinza escuro = triatomíneos não domiciliados

## 5.2 Índice de colonização anual Intra e Peridomiciliar para as espécies de triatomíneos notificadas em Tocantins entre os anos de 2005 a 2013

A espécie que apresentou maior índice de colonização no intradomicílio em todo o período avaliado foi o *T. sordida* (Tabela 3), cujo percentual de casas infestadas por ninfas ultrapassou 20% em todos os anos, exceto em 2011. Para as demais espécies domiciliadas foi possível estimar o índice de colonização intradomiciliar pelo menos uma vez no período estudado, exceto para *T. brasiliensis*, que totalizou apenas nove espécimes capturados, todos adultos.

Para as espécies não domiciliadas foi observado, de forma geral, baixos índices de colonização intradomiciliar, sendo o mais alto deles notado no ano de 2013 para *T. costalimai*. Das cinquenta e duas casas infestadas por esta espécie neste ano, sete evidenciaram presença de ninfas (13,4%) (Tabela 3). Para *R. robustus* foi possível estimar índice de colonização

intradomiciliar apenas para o ano de 2009, com quarenta e cinco casas infestadas, das quais uma notificou a presença de 2 ninfas.

De forma geral, os índices de colonização foram maiores no peridomicílio para todas as espécies, especialmente para *T. sordida* (Tabela 4). *Triatoma pseudomaculata* infestou com maior frequência o intradomicílio. Porém, quando observada em ambiente peridomiciliar, seus índices de colonização variaram entre 11,1% e 66,6%. *Panstrongylus megistus* foi notificada em baixa frequência e quantidade no peridomicílio com índices de colonização de até 100% (Tabela 4).

Para as espécies consideradas não domiciliadas, não foi notificada a presença de ninfas de *R. robustus* no peridomicílio em nenhum dos anos analisados (Tabela 4). Em contrapartida, os índices de colonização peridomiciliar mais altos foram observados para *T. costalimai*. Esta foi mais frequentemente notificada no intradomicílio, porém quando presente no peri, seus índices de colonização alcançaram até 100% (Tabela 4). Para as demais espécies não domiciliadas, foi observada baixa frequência e densidade no peridomicílio com índices de colonização de até 12% para *P. geniculatus* (Tabela 4).

Tabela 3: Número de Unidades Domiciliares (UDs) com triatomíneos no intradomicílio (por espécie) e respectivos índices de colonização intradomiciliar (%) de triatomíneos capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.

Espécie	UDs com triatomíneos no intradomicílio e índice de colonização intradomiciliar (%)								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>T. sordida</i>	296 (25%)	216 (20,37%)	220 (27,27%)	256 (20,7%)	239 (23,01%)	225 (41%)	235 (17%)	158 (23,41%)	286 (19,23%)
<i>T. pseudomaculata</i>	27 ( 0 )	30 (3,33%)	48 ( 0 )	40 ( 0 )	61 ( 0 )	19 (5,26%)	35 ( 0 )	30 ( 0 )	41 (7,32%)
<i>T. brasiliensis</i>	0	0	2 ( 0 )	0	4 ( 0 )	0	0	0	1 ( 0 )
<i>P. megistus</i>	1 ( 0 )	4 (25%)	0	1 ( 0 )	0	8 (12,5%)	1 ( 0 )	0	2 ( 0 )
<i>R. pictipes</i>	145 (1,37%)	183 (1,64%)	313 ( 0 )	443 (0,22%)	491 ( 0 )	560 (0,17%)	628 (0,16%)	552 (0,18%)	549 ( 0 )
<i>P. geniculatus</i>	168 ( 0 )	162 (0,62%)	180 (1,11%)	261 ( 0 )	310 (0,96%)	311 (0,64%)	323 (2%)	289 ( 0 )	373 (0,27%)
<i>R. neglectus</i>	154 (0,65%)	139 ( 0 )	258 (0,77%)	41 (9,75%)	237 (1,26%)	234 ( 0 )	251 ( 0 )	186 (1,07%)	228 ( 0 )
<i>R. robustus</i>	0	9 ( 0 )	0	45 (2,22%)	59 ( 0 )	126 ( 0 )	119 ( 0 )	129 ( 0 )	142 ( 0 )
<i>T. costalimai</i>	41 (7,31%)	27 (3,70%)	51 (19,6%)	83 (2,4%)	30 (10%)	26 (11,53%)	33 (6%)	45 (11,11%)	52 (13,46%)
<i>P. lignarius</i>	5 ( 0 )	4 ( 0 )	4 ( 0 )	8 ( 0 )	10 ( 0 )	20 ( 0 )	14 ( 0 )	10 ( 0 )	11 ( 0 )
<i>P. diasi</i>	3 ( 0 )	9 ( 0 )	6 ( 0 )	7 ( 0 )	17 ( 0 )	14 ( 0 )	7 ( 0 )	21 ( 0 )	18 ( 0 )
<i>C. pilosa</i>	0	1 ( 0 )	2 ( 0 )	0	0	0	0	0	0
<i>E. mucronatus</i>	1 ( 0 )	1 ( 0 )	1 ( 0 )	1 ( 0 )	1 ( 0 )	0	3 ( 0 )	0	2 ( 0 )
<i>T. jatai</i>	0	0	0	0	0	0	1 ( 0 )	0	0

Faixa cinza claro = triatomíneos domiciliados; Faixa cinza escuro = triatomíneos não domiciliados.

Tabela 4: Número de Unidades Domiciliares (UDs) com triatomíneos no peridomicílio (por espécie) e respectivos índices de colonização peridomiciliar (%) de triatomíneos capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.

Espécie	UDs com triatomíneos no peridomicílio e Índice de Colonização Peridomiciliar (%)								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<i>T. sordida</i>	495 (46,86%)	436 (45,41%)	474 (56,75%)	550 (48,72%)	488 (48,36%)	408 (68,62%)	10 (90%)	464 (67,88%)	618 (62,78%)
<i>T. pseudomaculata</i>	6 (66,66%)	7 (57,14%)	9 (11,11%)	0	0	0	0	0	7 (28,57%)
<i>T. brasiliensis</i>	0	0	0	0	1 (0)	0	0	0	0
<i>P. megistus</i>	0	0	2 (50%)	0	1 (100%)	1 (100%)	0	0	0
<i>R. pictipes</i>	10 (10%)	12 (8,33%)	18 (11,11%)	24 (0,22%)	0	19 (5,26%)	0	0	9 (11,11%)
<i>P. geniculatus</i>	0	33 (3,03%)	0	24 (12,5%)	0	0	0	0	0
<i>R. neglectus</i>	21 (9,52%)	0	30 (10%)	23 (4,34%)	16 (6,25%)	0	0	21 (9,52%)	14 (7,14%)
<i>R. robustus</i>	0	0	0	0	2 (0)	2 (0)	0	3 (0)	2 (0)
<i>T. costalimai</i>	0	5 (40%)	6 (100%)	15 (40%)	0	3 (66,66%)	0	0	3 (66,66%)
<i>P. lignarius</i>	0	1 (0)	1 (0)	2 (0)	2 (0)	1 (0)	0	0	1 (0)
<i>P. diasi</i>	0	2 (0)	1 (0)	2 (0)	2 (0)	0	0	2 (0)	2 (0)
<i>C. pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. mucronatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1 (0)	0
<i>T. jatai</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Faixa cinza claro = triatomíneos domiciliados; Faixa cinza escuro = triatomíneos não domiciliados.

### 5.3 Registros de triatomíneos em ecótopos artificiais nos municípios do estado de Tocantins, Brasil.

Dos 139 municípios do estado do Tocantins, 70 (50,4%) notificaram presença de triatomíneos não domiciliados no ano de 2005 (Figura 2). Como pode ser observado há um aumento gradativo de municípios notificando a cada ano, com uma flutuação entre o período de 2009 e 2013.

O último ano da análise, 2013, foi o período com maior quantidade de municípios envolvidos na vigilância entomológica, totalizando 98 municípios com presença de triatomíneos não domiciliados nas residências (Figura 2).

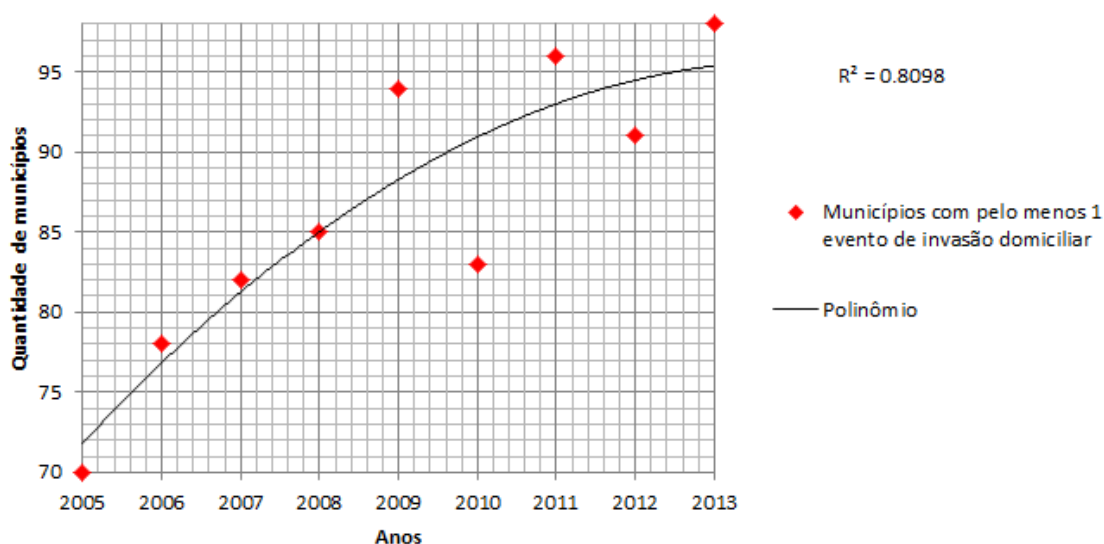


Figura 2: Número de municípios do estado do Tocantins ( $n = 139$  municípios) que notificaram pelo menos 1 espécime de triatomíneo não domiciliado.

Entre os anos de 2005 a 2013, foi notificado pelo menos um evento de invasão em 134 municípios do estado de Tocantins (Figura 3), sendo Marianópolis, Barrolândia, Mateiros, Sucupira e Sandolândia municípios silenciosos que não notificaram nenhum evento de invasão nos nove anos.

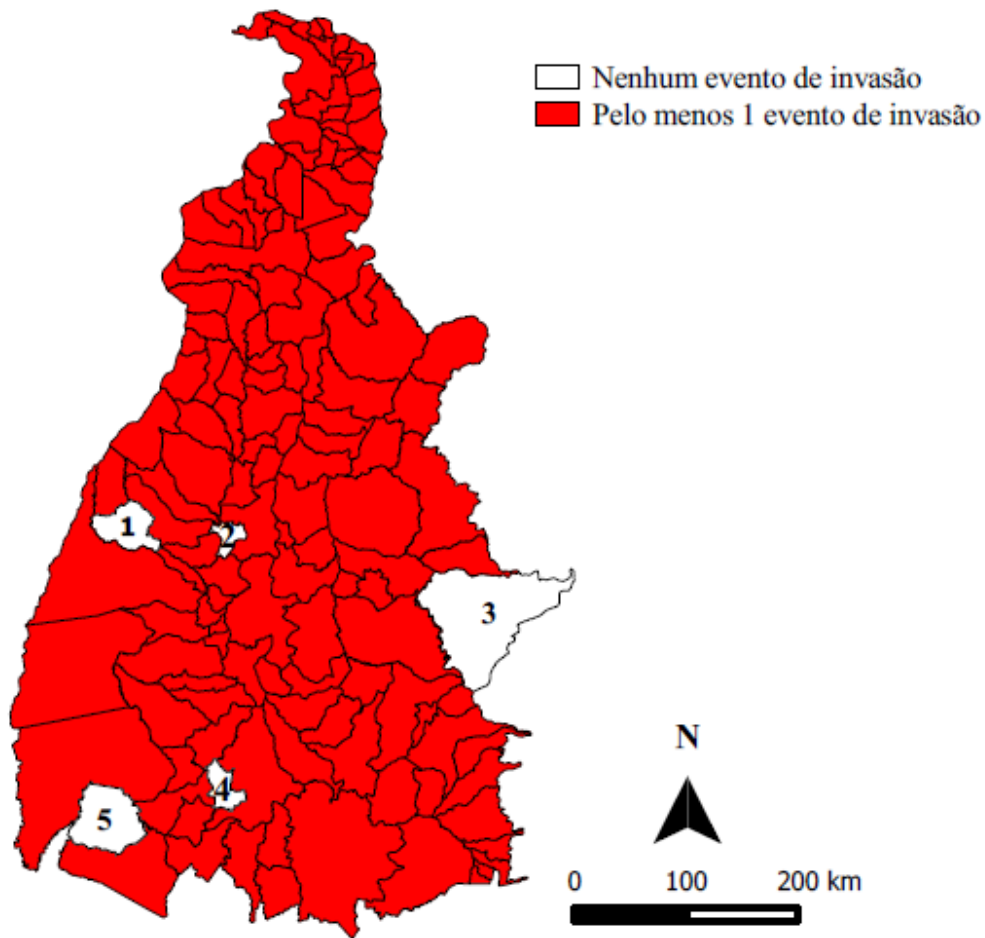


Figura 3: Municípios com pelo menos 1 evento de invasão domiciliar por triatomíneos não domiciliados durante o período de 2005 a 2013. 1) Marianópolis; 2) Barrolândia; 3) Mateiros; 4) Sucupira; 5) Sandolândia.

#### 5.4 Municípios com maior número de registros de triatomíneos capturados em ecótopos artificiais do estado de Tocantins, Brasil.

Os municípios ao norte do estado do Tocantins registraram maior quantidade de triatomíneos não domiciliados em ambientes artificiais durante os anos de 2005 a 2013 (Figura 4).

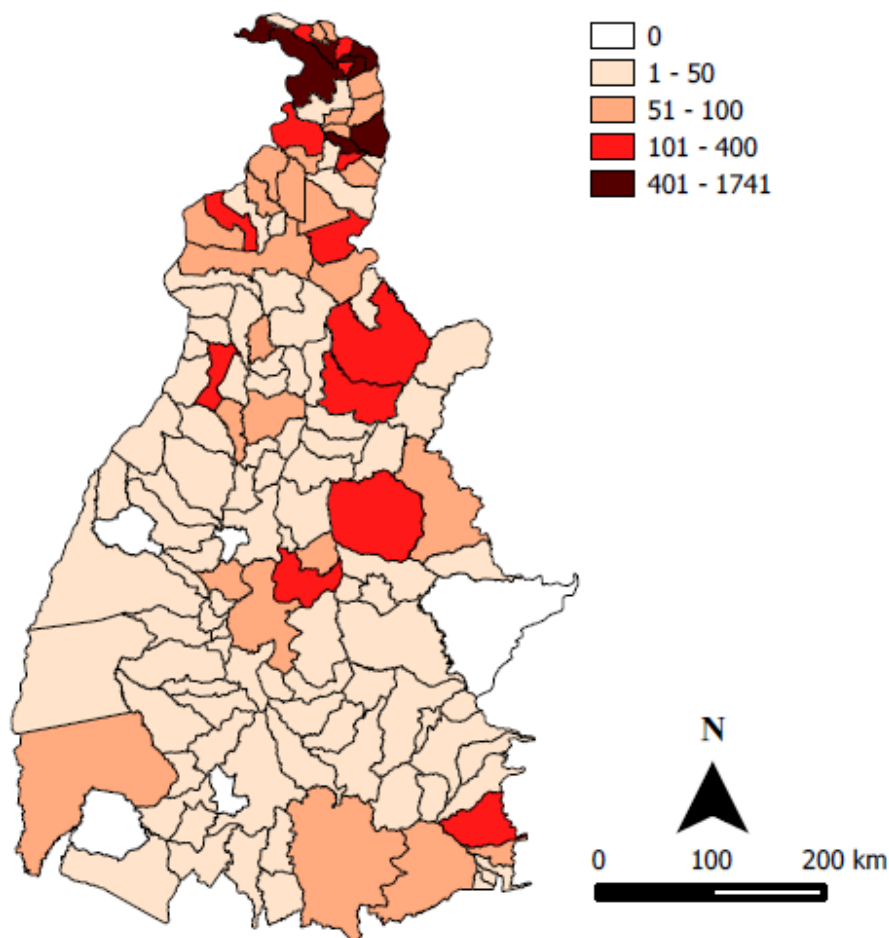


Figura 4: Distribuição de triatomíneos invasores em ambientes artificiais, por município, durante o período de 2005 a 2013. Área em vermelho claro = menos registros de triatomíneos não domiciliados; área em vermelho escuro = mais registros de triatomíneos não domiciliados.

##### **5.5 *Rhodnius pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *Panstrongylus geniculatus*: distribuição em ecótopos artificiais nos municípios do estado do Tocantins.**

*Rhodnius pictipes* foi registrada em ambientes artificiais de 66 municípios dos 139 pertencentes ao Tocantins, sendo que a maioria das capturas ocorreram em municípios ao Norte do estado, com presenças ocasionais em ecótopos artificiais de determinados



municípios da região centro-norte (Figura 5). De forma geral, os municípios ao sul do estado não notificaram invasão por *R. pictipes*, exceto os municípios Aurora do Tocantins e Taguatinga, situados à Sudeste do estado. O primeiro, mais ao sul, notificou a presença de um espécime macho em 2008 e, o segundo, a presença de duas fêmeas, uma em 2005 e outra em 2007.

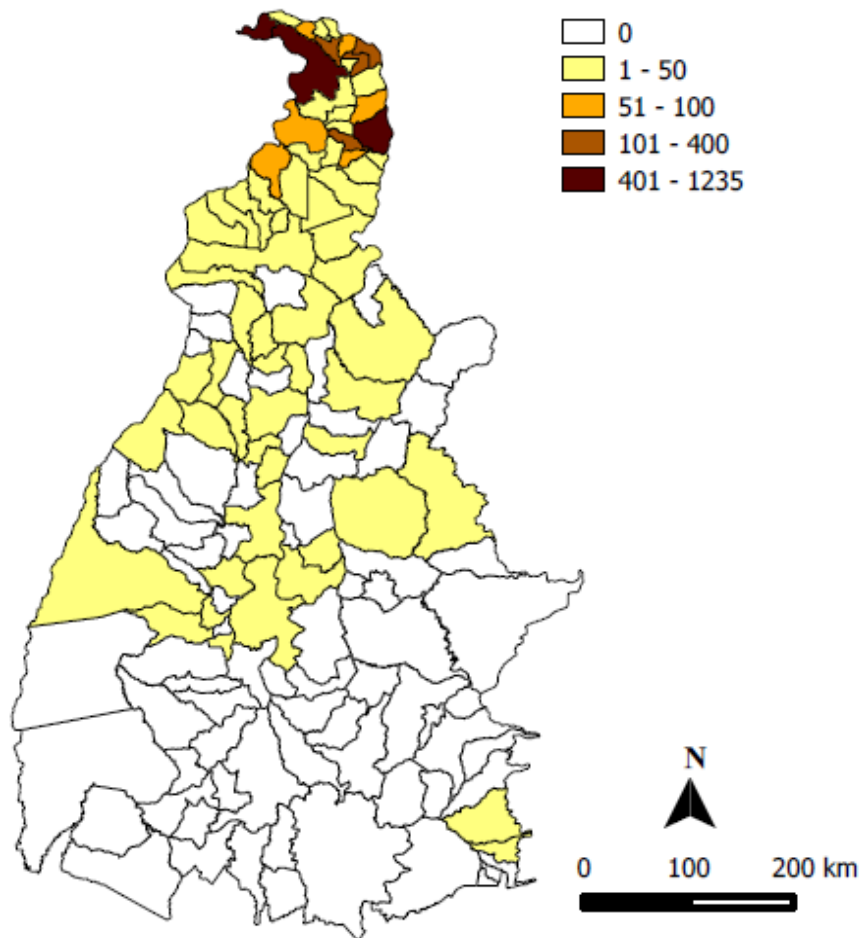


Figura 5: Distribuição de *Rhodnius pictipes* nas residências (por município) durante o período de 2005 a 2013.

*Rhodnius robustus* foi registrado em ambientes artificiais de 32 municípios do estado entre os anos de 2010 a 2013 e, quase que exclusivamente, ao Norte do Tocantins (Figura 6). Apenas dois municípios, Paraíso do Tocantins ao centro e Combinado à sudeste,

notificaram em 2008 a ocorrência da espécie. Antagonicamente ao *R. pictipes*, o município que mais registrou a invasão de residências por *R. robustus* foi Tocantinópolis com 212 registros seguido por Araguatins com 167 (Figura 6).

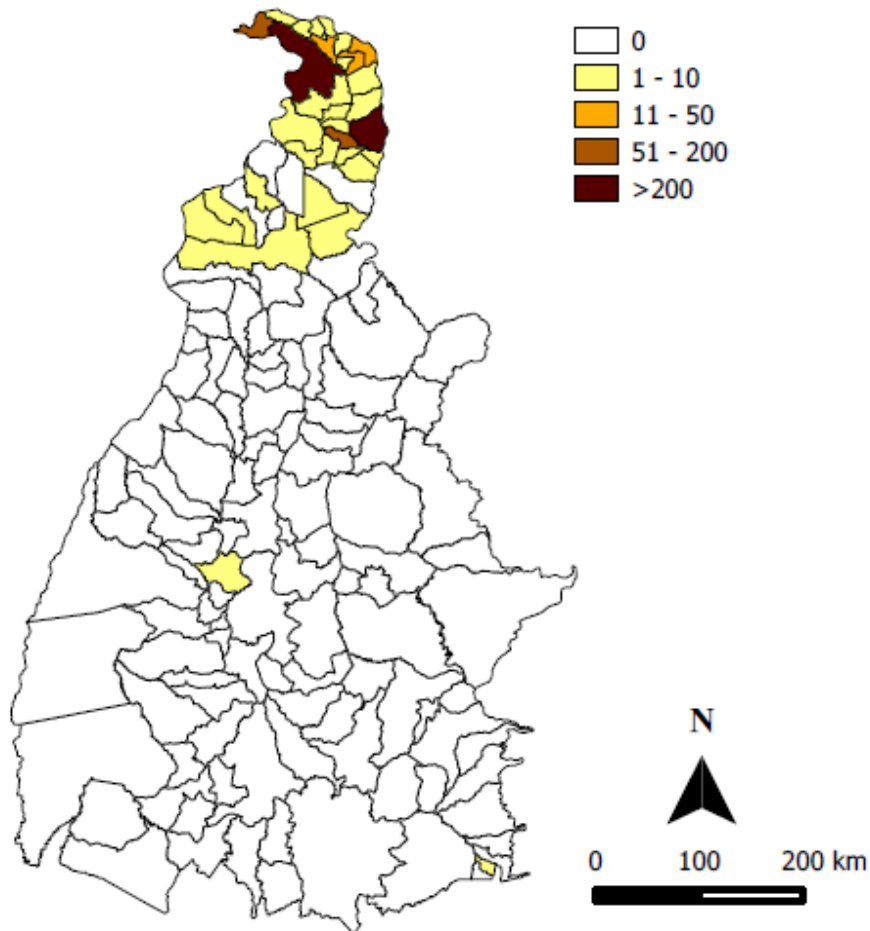


Figura 6: Distribuição de *Rhodnius robustus* nas residências (por município) durante o período de 2010 a 2013.

Entre os anos de 2010 a 2013 *R. neglectus* foi reportado em residências de 93 municípios do Tocantins com destaque para Tocantinópolis e Augustinópolis, municípios estes situados ao Norte do estado com 138 e 107 registros, respectivamente. Embora os registros de *R. neglectus* tenham sido mais frequentes nos municípios da região Norte,

quando comparados aos demais, esta espécie se mostrou amplamente distribuída em todo o estado (Figura 7).

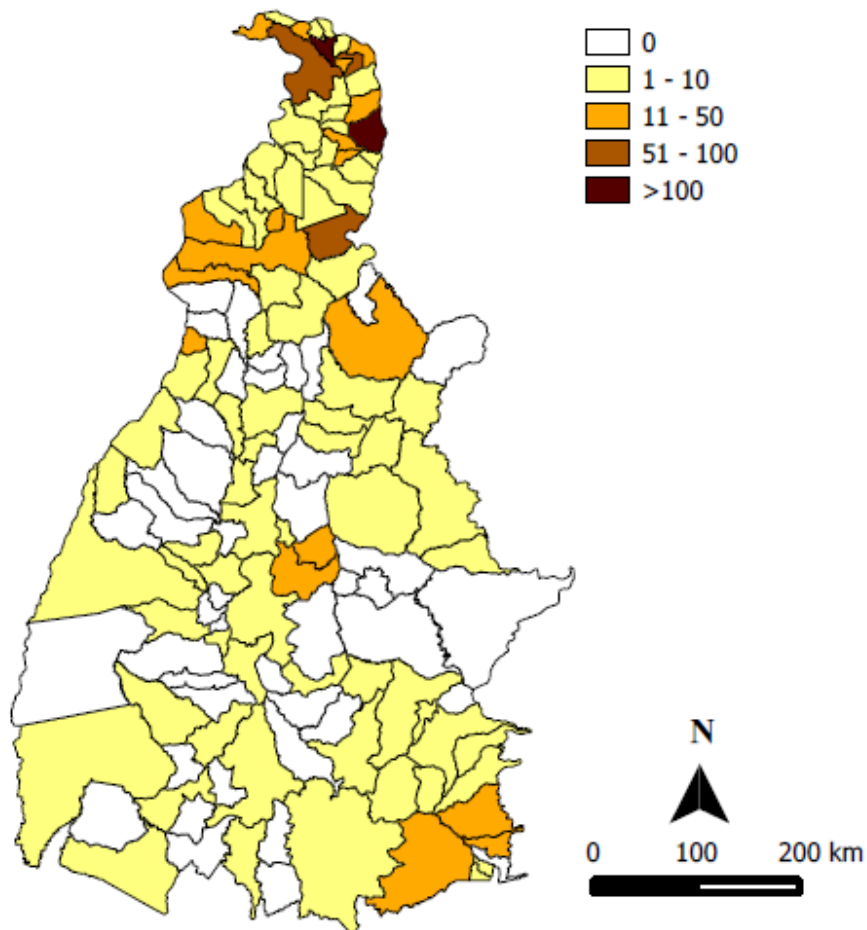


Figura 7: Distribuição de *Rhodnius neglectus* nas residências (por município) durante o período de 2010 a 2013.

*Panstrongylus geniculatus* foi registrado, pelo menos uma vez, em 130 municípios (Figura 8) entre os anos de 2005 e 2013 sendo, portanto, a espécie mais amplamente distribuída no estado e a segunda mais coleta em ambientes artificiais entre as espécies não domiciliadas. Os municípios que registraram maior número de ocorrência para esta espécie foram aqueles situados na região norte e centro-norte de Tocantins, com destaque para

Tocantinópolis, Itacajá, Sítio Novo do Tocantins, Rio Sono, Araguatins, São Miguel do Tocantins e a capital Palmas, todos com mais de 100 registros de invasão durante o período analisado.

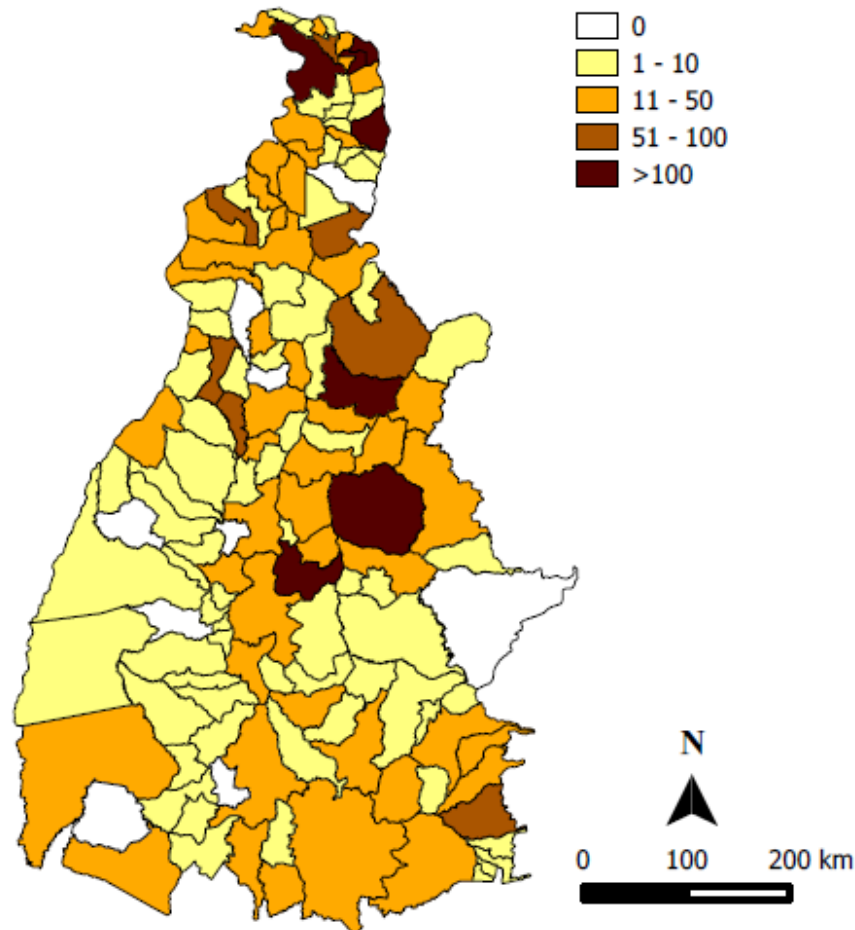


Figura 8: Distribuição de *Panstrongylus geniculatus* nas residências (por município) durante o período de 2005 a 2013.

### 5.6 *Rhodnius pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus*: ocorrência mensal em ecótopos artificiais.

De acordo com a distribuição de *R. pictipes* ao longo do ano, acumulada para todo o período analisado, foi possível observar maior invasão por estes triatomíneos durante o

período seco (Figura 9) com pico entre os meses de Maio e Junho. Esta tendência é observada tanto para machos quanto para fêmeas, sendo estas mais abundante em números absolutos durante todo o ano.

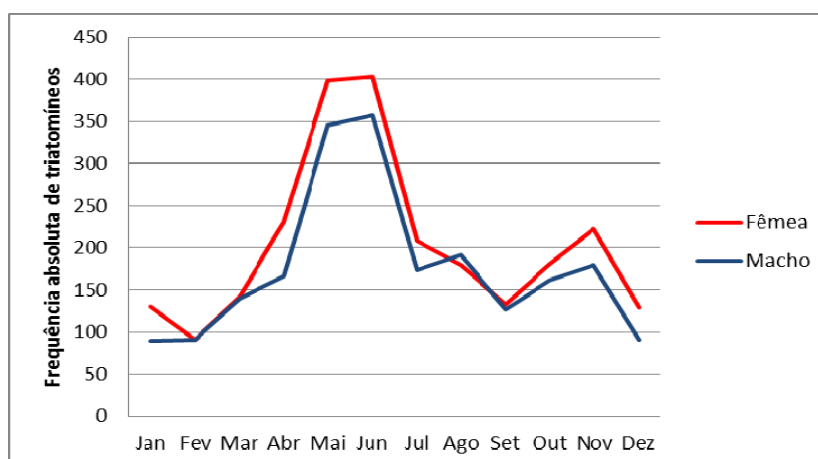


Figura 9: Ocorrência de *Rhodnius pictipes*, segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2005 a 2013.

*Rhodnius robustus*, diferentemente de *R. pictipes*, parece dispersar-se com maior frequência durante a estação chuvosa, com visível aumento a partir do mês de Setembro e prorrogando até Novembro, onde atinge o pico máximo (Figura 10). Apesar da aparente sazonalidade, ambas espécies ocorrem em ecótopos artificiais durante todos os meses do ano, sobretudo as fêmeas de *R. robustus* que se mostraram mais abundantes em números absolutos com relação aos machos em todos os meses dos anos.

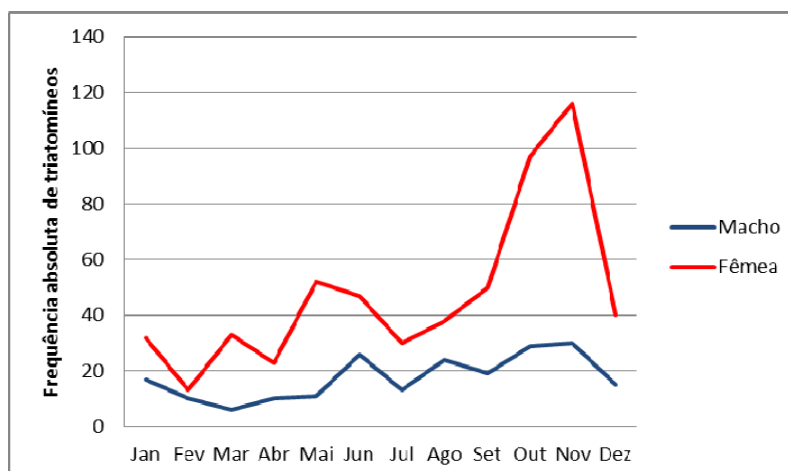


Figura 10: Ocorrência de *Rhodnius robustus*, segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2010 a 2013.

De forma semelhante, *R. neglectus* também exibe o comportamento de dispersão em direção aos ecótopos artificiais durante todos os meses do ano. Pode ser observado aumento na frequência absoluta no início da estação seca, que se estende durante todo o período chuvoso, atingindo pico máximo na estação chuvosa, entre Outubro e Novembro. Em números absolutos houve maior invasão por fêmeas, sobretudo no último quadrimestre. (Figura 11).

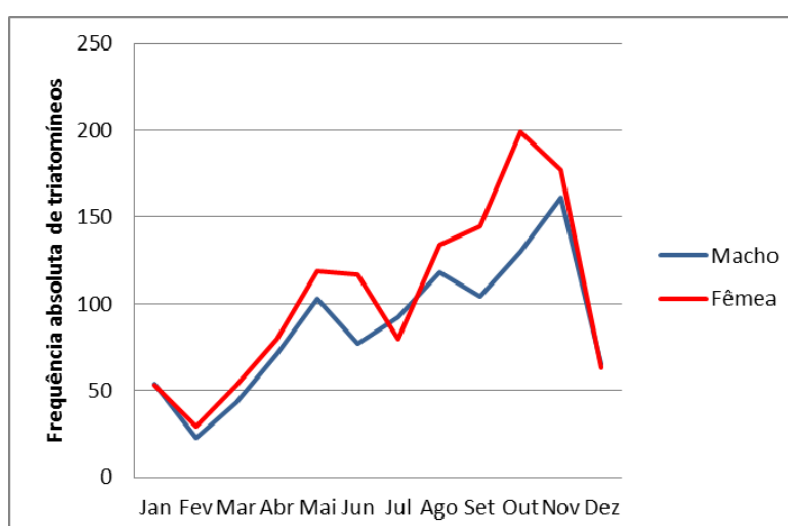


Figura 11: Ocorrência de *Rhodnius neglectus*, segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2010 a 2013.

Antagonicamente, *P. geniculatus* foi a única espécie que não apresentou sazonalidade aparente, embora um discreto pico possa ser observado durante a estação chuvosa. Em números absolutos há maior quantidade de machos com relação às fêmeas ao longo do ano. A diferença entre sexos foi notada para todas as espécies analisadas, sendo que, maior quantidade de machos em relação às fêmeas foi observado apenas para *P. geniculatus* (Figura 12).

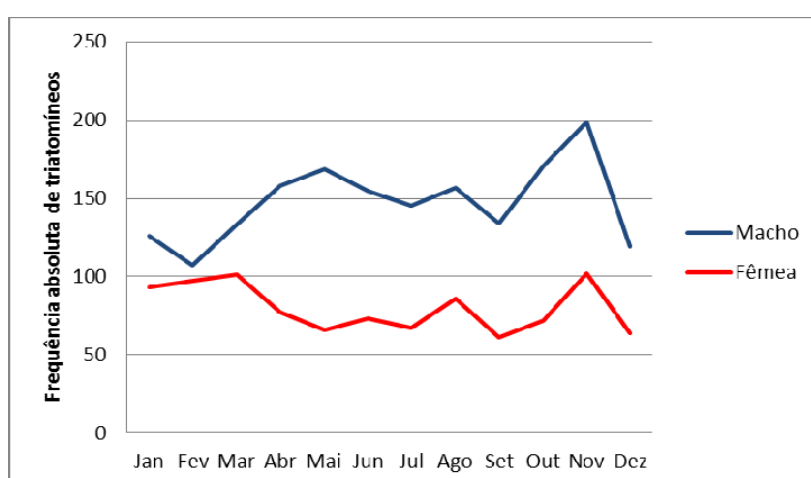


Figura 12: Ocorrência de *Panstrongylus geniculatus*, segundo meses do ano, em ecótopos artificiais do Tocantins, 2005 a 2013.

### 5.7 Temperaturas médias noturnas e diurnas dos municípios do estado do Tocantins.

As temperaturas diurna e noturna no estado do Tocantins exibem média de 32,5°C e 22,3°C, respectivamente. A primeira com amplitude de 7°C, uma vez que alguns municípios apresentam média de 29°C e outros de 36°C e a segunda de 3°C, já que determinados municípios têm média de 21°C e outros de 24°C. Os municípios ao Norte do estado parecem apresentar temperaturas diurnas e noturnas mais amenas e com menor variação em relação aos demais (Figura 13).

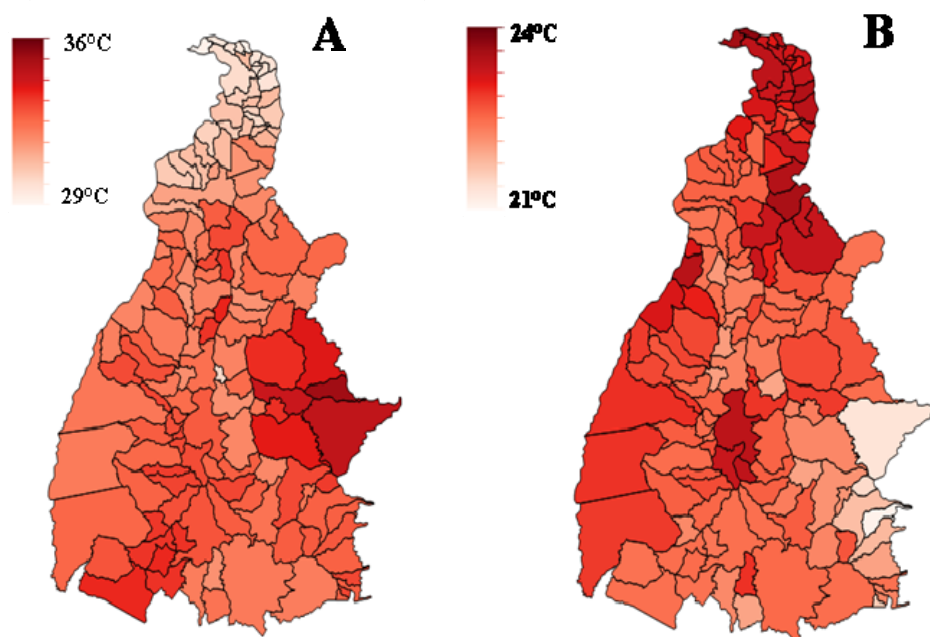


Figura 13: Média de temperatura diurna e noturna em nove anos (2005 a 2013) para cada município (área em vermelho claro = temperaturas mais baixas; área em vermelho escuro = temperaturas mais elevadas). **A)** Média de temperatura diurna; **B)** Média de temperatura noturna.

### 5.8 Porcentagem de área “antropizada” nos municípios do Tocantins

De forma geral o estado do Tocantins exibe variados graus de *antropização* distribuídos ao longo do estado que vai desde municípios mais preservados como outros fortemente marcados pela ação antrópica. As regiões Norte, Sudoeste e Centro-Leste parecem compor áreas com maiores parcelas de áreas bem preservadas (Figura 14).



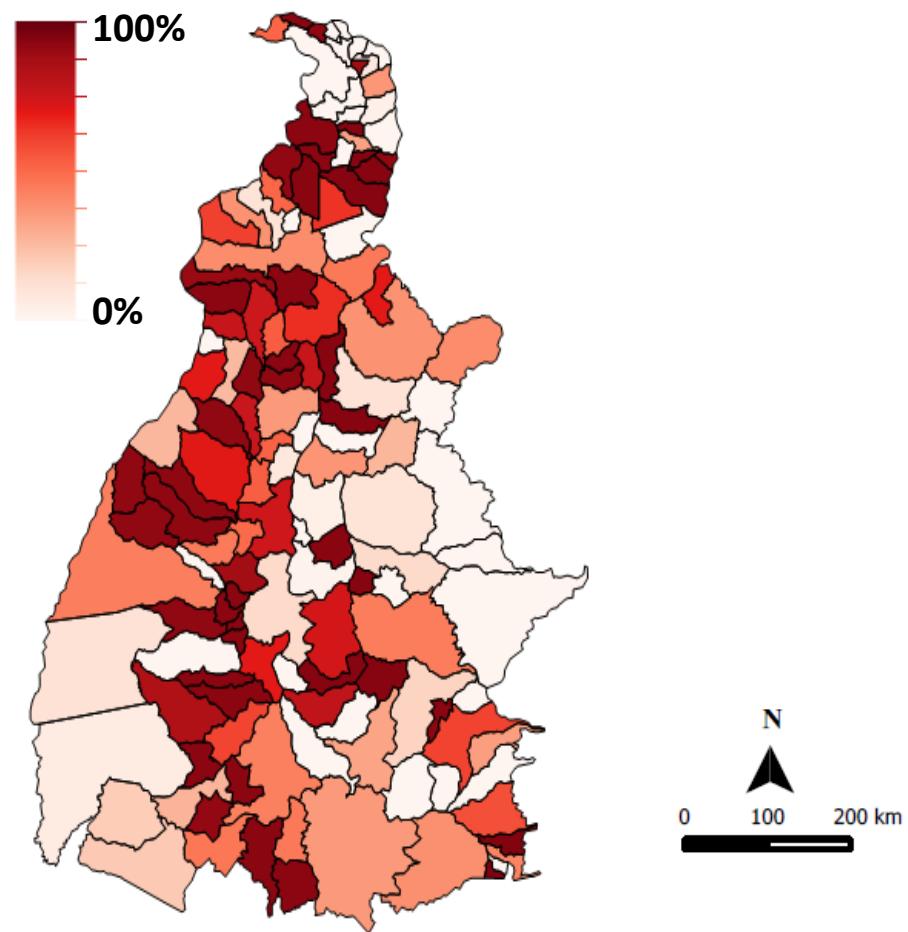


Figura 14: Graus de “antropização” por município (área em vermelho claro = menos alterado por ação antrópica; área em vermelho escuro = mais alterado por ação antrópica).

### **5.9 *Rhodnius pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus*: correlação entre a temperatura média municipal (diurna e noturna) e quantidade de triatomíneos invasores.**

As análises exploratórias das covariáveis demonstraram correlação negativa entre as temperaturas diurnas e o número de registros de *R. pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* em ecótipos artificiais dos municípios de Tocantins (Figura 15). O oposto foi observado para temperaturas noturnas (Figura 16).

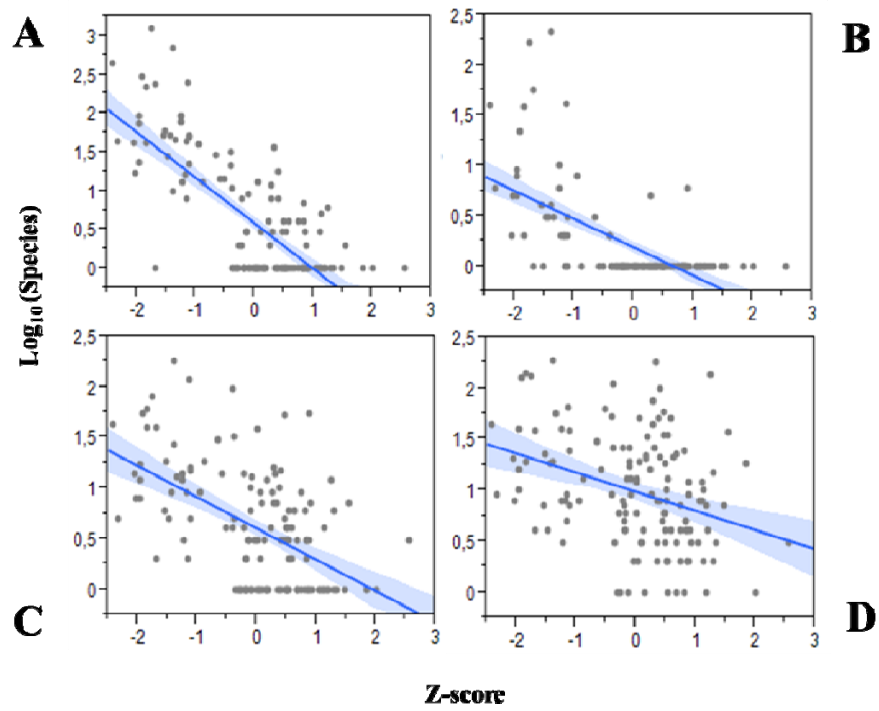


Figura 15: Gráficos de correlação entre as temperaturas diurnas e triatomíneos não domiciliados. A) *Rhodnius pictipes*; B) *Rhodnius robustus*; C) *Rhodnius neglectus*; D) *Panstrongylus geniculatus*.

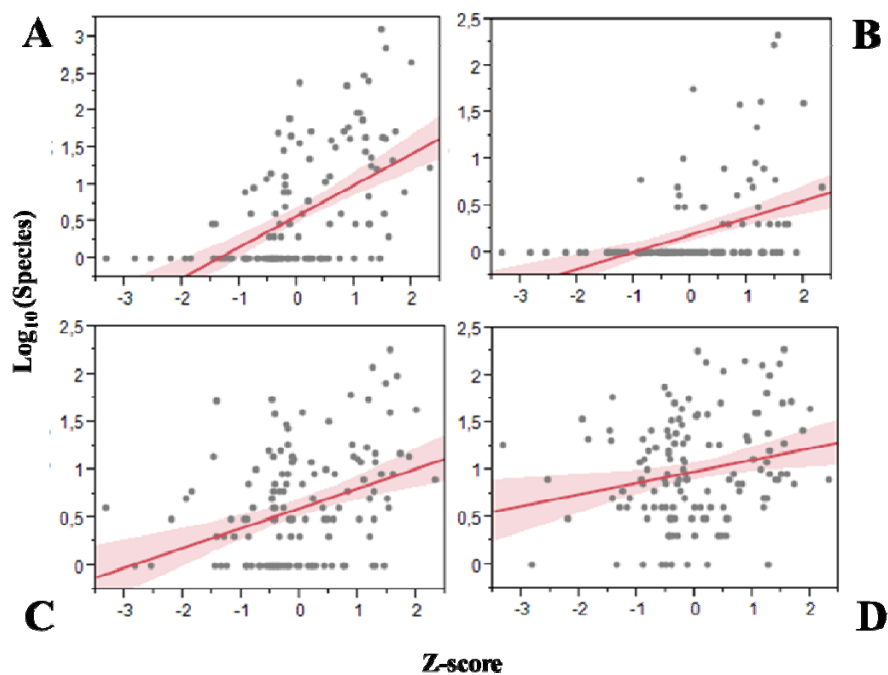


Figura 16: Gráficos de correlação entre as temperaturas noturnas e triatomíneos não domiciliados. **A)** *Rhodnius pictipes*; **B)** *Rhodnius robustus*; **C)** *Rhodnius neglectus*; **D)** *Panstrongylus geniculatus*.

#### 5.10 *Rhodnius pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *Panstrongylus geniculatus*: número de zeros e distribuição de frequências.

A Tabela 5 mostra o número de municípios do estado do Tocantins nos quais nenhuma das quatro espécies de interesse foram coletadas em ambientes artificiais no período avaliado.

Tabela 5: Municípios do estado do Tocantins, Brasil, sem registros de triatomíneos não domiciliados em ambientes artificiais.

Espécie	Municípios sem notificação de triatomíneos não domiciliados		
	Número	%	IC 95%
<i>Rhodnius pictipes</i> *	73	52,52	44,26 – 60,64
<i>Rhodnius robustus</i> **	107	76,98	69,31 – 83,19
<i>Rhodnius neglectus</i> **	46	33,09	25,82 – 41,28
<i>Panstrongylus geniculatus</i> *	9	6,47	3,44 – 11,85

\*2005 a 2013; \*\*2010 a 2013; IC 95% = intervalo de confiança de 95%

Os histogramas da Figura 17 mostram as distribuições de frequências das contagens de triatomíneos coletados invadindo residências em cada um dos municípios do Tocantins. A grande proporção de zeros é mais evidente para *R. pictipes* e *R. robustus*, mas também pode ser observada para *R. neglectus* e *P. geniculatus* (Figura 17). A inspeção visual dos histogramas, junto com o fato de que a variância é muito maior do que a média nos quatro casos (detalhes não apresentados), indica que a distribuição binomial negativa pode ser mais adequada do que a distribuição de Poisson para modelar as contagens (Cameron & Trivedi, 1998).

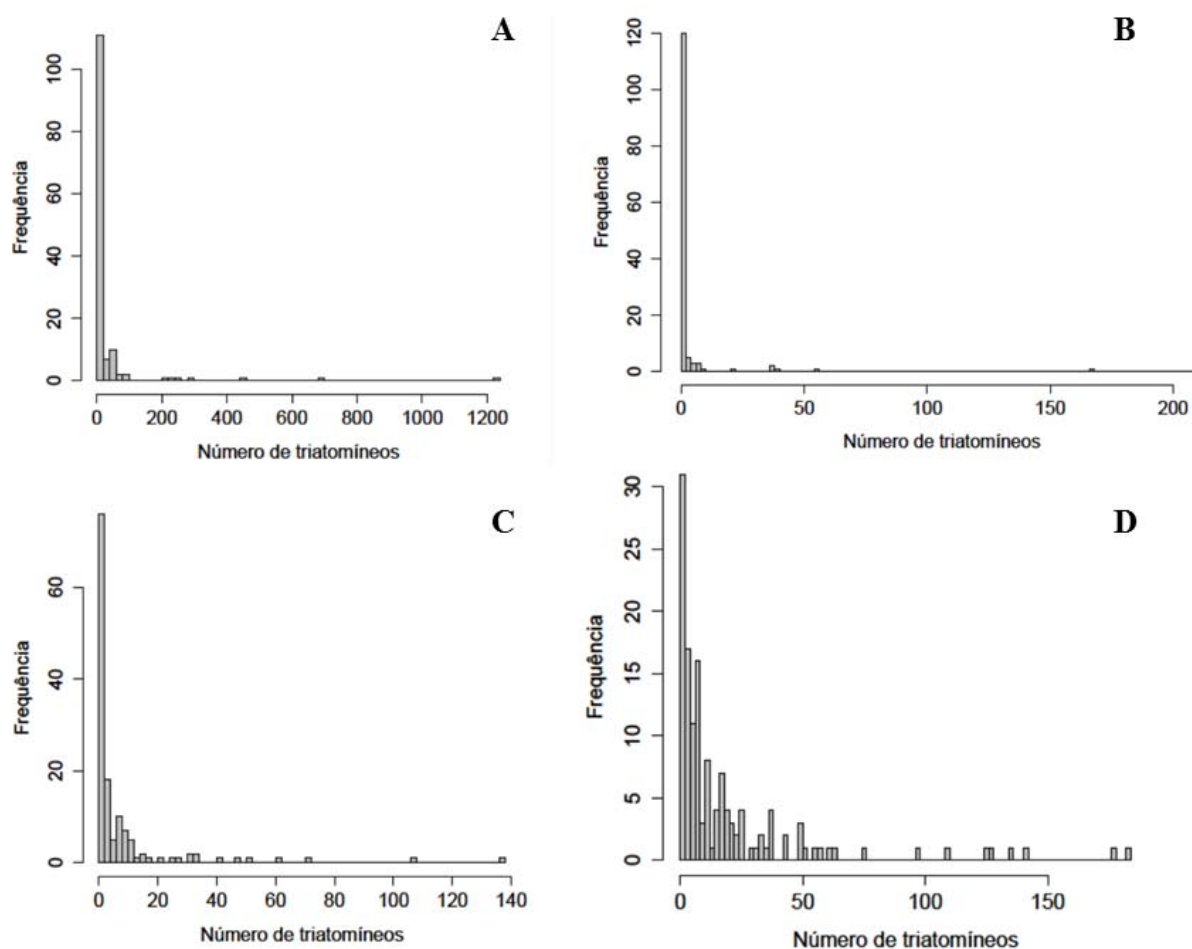


Figura 17: Distribuição de frequências das contagens de triatomíneos coletados invadindo residências nos 139 municípios do estado do Tocantins: **A**, *Rhodnius pictipes*; **B**, *Rhodnius robustus*; **C**, *Rhodnius neglectus*; **D**, *Panstrongylus geniculatus*

### 5.11 *Rhodnius pictipes*: modelos binomiais negativos inflados de zeros (ZINB)

Para *R. pictipes* foram ajustados 93 modelos ZINB (Apêndice 1); os 7 que tiveram melhor desempenho ( $\Delta AICc < 10$ ) são apresentados na Tabela 6. Os modelos ajustam para diferenças intermunicipais no número de residências (*Casas*) e incidência de pobreza (*Pobreza*). Foram testados modelos “nulos”, representando a hipótese de que o número de *R. pictipes* invasores não depende de nenhuma das variáveis independentes consideradas

(ou somente depende do número de casas e dos níveis de pobreza municipais); estes modelos tiveram um desempenho extremamente fraco ( $\Delta AICc > 80$ ; ver Apêndice 1).

Os modelos com melhor desempenho contêm covariáveis que descrevem atributos do Clima, Paisagem e Região (Tabela 6). As covariáveis climáticas *Precipitação*, *DN* (amplitude térmica) e *Dia*, assim como a covariável *Degradada* e a *Amazônia*, aparecem nos dois melhores modelos, cujos pesos de Akaike (AICcP) somam 87% (Tabela 6). Junto com as estimativas médias dos efeitos de cada covariável (Tabela 7), os resultados sugerem (i) influência relativamente forte do Clima; (ii) fraca influência da Paisagem; e (iii) pequeno efeito Regional sobre o número de *R. pictipes* nas residências dos municípios do Tocantins.

Os modelos estimaram claro efeito negativo da temperatura diurna (*Dia*), da amplitude térmica (*DN*) e precipitação média anual (*Precipitação*) sobre a variável dependente (Tabela 7, Figura 18). O número esperado de espécimes de *R. pictipes* invasores diminuiu de forma leve, mas significativa, ao aumentar a proporção de território municipal alterado por ações antrópicas (*Degradada*) enquanto a extensão relativa de território pertencente ao bioma *Amazônia* teve um efeito positivo (Tabela 7, Figura 18). Não foram detectados efeitos mensuráveis (diferentes de zero com confiança de 95%) da proporção de área municipal *Preservada* ou *Intermediária*, do *NDVI* ou da temperatura noturna (*Noite*) (Tabela 7). Estas aparecem somente nos modelos com desempenho mais fraco.

Finalmente, a inclusão das covariáveis Climáticas *DN* e *Precipitação* (mas não da covariável Regional *Cerrado*) na parte binária dos modelos resultou em diminuições importantes dos valores do AICc (Tabela 6). Os resultados desta parte das análises sugerem que há maior probabilidade de que *R. pictipes* não ocorra em um determinado município do Tocantins ao aumentar a amplitude térmica (*DN*: estimativa média = 1,95; EP = 0,40) e, diminui ao aumentar a precipitação média anual (*Precipitação*: estimativa média = -0,95; EP = 0,35). Os modelos indicam, portanto, que *R. pictipes* provavelmente está ausente nos municípios do Tocantins com variações térmicas mais extremas e clima mais seco.

Tabela 6: Modelos **ZINB** para *Rhodnius pictipes*; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por *R. pictipes* no Tocantins.

Classe	Ranking	Covariáveis*	K	AICc	$\Delta$ AICc	AICcP
R + P + C   C	1	Amazônia + Degradada + Dia + Precipitação / DN + Precipitação	11	684,67	0,00	0,47
R + P + C   C	2	Amazônia + Degradada + DN + Precipitação / DN + Precipitação	11	685,00	0,33	0,40
P + C   C	3	Degradada + Dia + Precipitação / DN + Precipitação	10	688,37	3,71	0,07
P + C   C	4	Degradada + DN / DN + Precipitação	9	690,85	6,18	0,02
R + P + C   C	5	Amazônia + Degradada + Dia + Precipitação / DN	10	693,94	9,28	0,01
R + P + C   C	6	Amazônia + Degradada + DN + Precipitação / Dia + Precipitação	11	694,62	9,95	0,00
R + P + C   C	7	Amazônia + Degradada + DN + Precipitação / DN	10	694,63	9,96	0,00

\*As classes/covariáveis da parte binomial negativa dos modelos (que modela as contagens) e as classes/covariáveis da parte binária (que modela a presença/ausência da espécie) estão separadas pelo símbolo “|”; ver a definição das covariáveis no Quadro 1. Ranque = ordem dos modelos segundo o desempenho (melhor  $\rightarrow$  pior); Modelo = código dos modelos (covariáveis depois do número identificam especificações alternativas);  $K$  = número de parâmetros (os modelos incluíram duas covariáveis adicionais, *Casas* e *Pobreza*, para derivar estimativas ajustadas dos efeitos de interesse); AICc = critério de informação de Akaike corrigido para o tamanho da amostra ( $n = 139$  municípios);  $\Delta$ AICc = diferença entre o AICc de cada modelo com o menor AICc (somente modelos com  $\Delta$ AICc  $< 10$  são apresentados); AICcP = peso de Akaike (ou verossimilhança normalizada de cada modelo)

Tabela 7: Efeitos estimados, usando modelos **ZINB**, das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Rhodnius pictipes* invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.

Classe	Covariável*	Estimativa média**	EP	95% IC	
Regional	<i>Amazônia</i>	<b>0,40</b>	0,15	0,09	0,7
Paisagem	<i>Preservada</i>	0,22	0,19	-0,14	0,59
	<i>Intermediária</i>	0,13	0,15	-0,17	0,42
	<i>Degradada</i>	<b>-0,42</b>	0,14	-0,71	-0,14
	<i>NDVI</i>	0,07	0,27	-0,45	0,60
Climática	<i>Dia</i>	<b>-0,94</b>	0,23	-1,39	-0,49
	<i>Noite</i>	0,35	0,20	-0,03	0,74
	<i>DN</i>	<b>-0,96</b>	0,26	-1,47	-0,45
	<i>Precipitação</i>	<b>-0,77</b>	0,26	-1,27	-0,26

\*Ver a definição de cada covariável no Quadro 1; \*\*Média ponderada usando pesos de Akaike das estimativas derivadas do conjunto de 93 modelos **ZINB** (o efeito de cada covariável é independente); EP = erro padrão incondicional; IC 95% = intervalo de confiança de 95% (em **negrita**, estimativas cujo IC 95% exclui o valor zero).

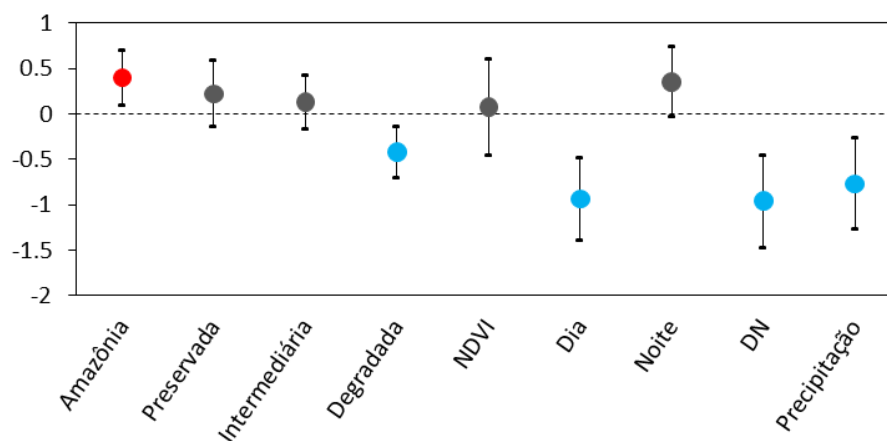


Figura 18: Representação gráfica dos efeitos estimados usando modelos **ZINB**, de covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Rhodnius pictipes* invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins: estimativa média (círculos: vermelho = efeito positivo; azul = efeito negativo; cinza = sem efeito aparente) e intervalo de confiança de 95% (os



efeitos são diferentes de zero, com confiança de 95%, quando o intervalo exclui o valor zero, destacado com uma linha descontínua horizontal).

### 5.12 *Rhodnius robustus*: modelos binomiais negativos inflados de zeros (ZINB)

Para *R. robustus* foram ajustados 87 modelos **ZINB** (Apêndice 1). Aqueles cujo  $\Delta AICc < 3$  estão apresentados na Tabela 8 por ordem de melhor desempenho. Todos os modelos ajustam para diferenças no número *Casas* e incidência de *Pobreza* nos municípios, exceto os modelos “nulos”. Estes tiveram desempenho bem fraco ( $\Delta AICc > 12$ ; ver Apêndice 2).

Os melhores ajustes (menores valores de AICc) contêm covariáveis que caracterizam, principalmente, o Clima e a Paisagem (Tabela 8). As covariáveis climáticas *Precipitação*, *DN* e/ou *Dia*, aparecem em todos estes, seja na parte de contagem dos modelos ou na parte binária (Tabela 8). Já as covariáveis da Paisagem (*Preservada*, *Intermediária* e *Degradada*) não aparecem em todos, mas contribuem para o melhor ajuste dos modelos (Tabela 8). As estimativas médias dos efeitos de cada covariável (Tabela 9) sugerem (i) influência relativamente forte do Clima; (ii) ausência de efeito da Paisagem; e (iii) ausência de efeito Regional sobre a variável resposta.

Os modelos estimaram efeito negativo sobre o número de *R. robustus* invasores em municípios com temperatura média diurna (*Dia*) mais alta, maior amplitude térmica (*DN*) e elevada *Precipitação* média anual (Tabela 9, Figura 19). As demais covariáveis não têm efeito sobre a variável resposta (Tabela 9, Figura 19).

As covariáveis Climáticas (*DN* e *Dia*) inseridas à parte binária dos modelos resultou em diminuições dos valores do AICc (Tabela 8); em alguns casos as covariáveis *Precipitação* e *Cerrado* foram adicionadas à parte binária (Apêndice 2), mas nos melhores modelos estiveram sempre combinadas à *DN* ou *Dia*. Estes resultados sugerem que provavelmente *R. robustus* não ocorra em municípios do Tocantins caracterizados por maior amplitude térmica (*DN*: estimativa média = 3,33; EP = 0,83) e e temperaturas diurnas mais elevadas (*Dia*: estimativa média = 3,47 EP = 0,93), ou seja, esta espécie está provavelmente ausente em municípios com variações térmicas mais extremas e temperaturas diurnas mais elevadas.

Tabela 8: Modelos **ZINB** para *Rhodnius robustus*; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por *R. robustus* no Tocantins.

Hipótese	Ranking	Covariáveis*	K	AICc	$\Delta$ AICc	AICcP
C   C	1	<i>Dia + Precipitação / DN</i>	8	273,37	0,00	0,08
P + C   C	2	<i>Degradada + Dia + Precipitação / DN</i>	9	273,68	0,31	0,07
C   C	3	<i>Dia + Precipitação / Dia</i>	8	274,00	0,63	0,06
P + C   C	4	<i>Degradada + Dia + Precipitação / Dia</i>	9	274,24	0,87	0,06
P + C   C	5	<i>Preservada + Dia + Precipitação / DN</i>	9	274,78	1,41	0,04
P + C   C	6	<i>Intermediária + Dia + Precipitação / DN</i>	9	275,18	1,81	0,03
C   C	7	<i>DN + Precipitação / Dia</i>	8	275,18	1,81	0,03
C   C	8	<i>DN + Precipitação / DN</i>	8	275,27	1,90	0,03
P + C   C	9	<i>Preservada + Dia + Precipitação / Dia</i>	9	275,37	2,00	0,03
R + C   C	10	<i>Amazônia + Dia + Precipitação / DN</i>	9	275,46	2,09	0,03
C   C	11	<i>Dia + Precipitação / DN + Precipitação</i>	9	275,47	2,10	0,03
P + C   C	12	<i>NDVI + Dia + Precipitação / DN</i>	9	275,51	2,14	0,03
R + P + C   C	13	<i>Amazônia + Degradada + Dia + Precipitação / DN</i>	10	275,55	2,18	0,03
C   R + C	14	<i>Dia + Precipitação / Cerrado + DN</i>	9	275,66	2,29	0,03
P + C   C	15	<i>Degradada + DN + Precipitação / DN</i>	9	275,85	2,48	0,02
P + C   C	16	<i>Degradada + Dia + Precipitação / DN + Precipitação</i>	10	275,88	2,51	0,02
P + C   C	17	<i>Preservada + Degradada + Dia + Precipitação / DN</i>	10	275,92	2,55	0,02
P + C   R + C	18	<i>Degradada + Dia + Precipitação / Cerrado + DN</i>	10	276,00	2,63	0,02
C   R + C	19	<i>Dia + Precipitação / Cerrado + Dia</i>	9	276,08	2,71	0,02
C   C	20	<i>Dia + Precipitação / Dia + Precipitação</i>	9	276,17	2,80	0,02
P + C   C	21	<i>Preservada + DN + Precipitação / DN</i>	9	276,28	2,91	0,02

\*As classes/covariáveis da parte binomial negativa dos modelos (que modela as contagens) e as classes/covariáveis da parte binária (que modela a presença/ausência da espécie) estão separadas pelo símbolo “|”; ver a definição das covariáveis no Quadro 1. Ranque = ordem dos modelos segundo o desempenho (melhor → pior); Modelo = código dos modelos (covariáveis depois do número identificam especificações alternativas); K = número de parâmetros (os modelos incluíram duas covariáveis adicionais, *Casas* e *Pobreza*, para derivar estimativas ajustadas dos efeitos de interesse); AICc =

critério de informação de Akaike corrigido para o tamanho da amostra ( $n = 139$  municípios);  $\Delta AICc$  = diferença entre o AICc de cada modelo com o menor AICc (somente modelos com  $\Delta AICc < 10$  são apresentados); AICcP = peso de Akaike (ou verossimilhança normalizada de cada modelo).

Tabela 9: Efeitos estimados, usando modelos **ZINB**, das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Rhodnius robustus* invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.

Classe	Covariável*	Estimativa média**	EP	95% IC	
Regional	<i>Amazônia</i>	0,08	0,30	-0,50	0,67
Paisagem	<i>Preservada</i>	0,20	0,24	-0,27	0,67
	<i>Intermediária</i>	0,13	0,19	-0,24	0,50
	<i>Degradada</i>	-0,33	0,24	-0,79	0,14
	<i>NDVI</i>	-0,17	0,46	-1,07	0,72
Climática	<i>Dia</i>	<b>-0,91</b>	0,3	-1,49	-0,32
	<i>Noite</i>	0,21	0,34	-0,45	0,88
	<i>DN</i>	<b>-0,77</b>	0,29	-1,34	-0,19
	<i>Precipitação</i>	<b>-0,92</b>	0,32	-1,54	-0,30

\*Ver a definição de cada covariável no Quadro 1; \*\*Média ponderada usando pesos de Akaike das estimativas derivadas do conjunto de 93 modelos **ZINB**; (o efeito de cada covariável é independente); EP = erro padrão incondicional; IC 95% = intervalo de confiança de 95% (em **negrito**, estimativas cujo IC 95% exclui o valor zero).

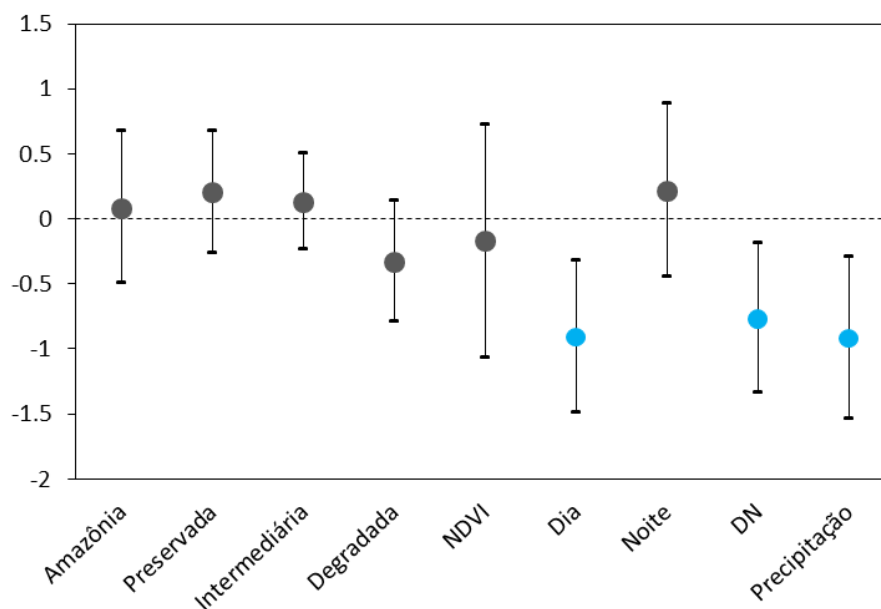


Figura 19: Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos **ZINB**, de covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Rhodnius robustus* invasores em

residências nos municípios do estado do Tocantins: estimativa média (círculos: vermelho = efeito positivo; azul = efeito negativo; cinza = sem efeito aparente) e intervalo de confiança de 95% (os efeitos são diferentes de zero, com confiança de 95%, quando o intervalo exclui o valor zero, destacado com uma linha descontínua horizontal).

### 5.13 *Rhodnius neglectus*: modelos binomiais negativos (NB)

Para *R. neglectus* foram ajustados 76 modelos NB (Apêndice 3). Na tabela 10 são apresentados aqueles cujo  $\Delta AICc < 3$  em ordem de melhor desempenho. Como nos casos anteriores, os modelos (à exceção dos “nulos”, ver Apêndice 3) ajustam para diferenças intermunicipais no número de *Casas* e na *Pobreza*. Os modelos “nulos” tiveram um desempenho muito fraco ( $\Delta AICc > 3$ ).

Os melhores modelos (menores valores de AICc) contêm atributos que descrevem o Clima e a Paisagem (Tabela 10). As covariáveis climáticas *DN* ou *Dia* aparecem em todos estes, combinadas com as da Paisagem (*Intermediária*, *Degradada* ou *NDVI*) e, raramente com a covariável Regional *Amazônia* (Tabela 10). Junto com as estimativas médias dos efeitos de cada covariável (Tabela 11) os resultados apontam (i) moderada influência do Clima; (ii) pequena influência da Paisagem; e (iii) ausência de efeito Regional sobre a variável resposta.

Tanto a temperatura diurna (*Dia*) quanto a amplitude térmica (*DN*) tiveram efeito negativo sobre a variável dependente (Tabela 11, Figura 20). Fraco efeito positivo da temperatura noturna (*Noite*) foi estimado pelos modelos (Tabela 11, Figura 20), além disso, esta covariável não está presente nos ajustes com melhor desempenho (Tabela 10). Os modelos estimaram pequenos efeitos negativos da proporção de território municipal alterado pela ação antrópica (*Degradada*) bem como do *NDVI* sobre a variável resposta (Tabela 11, Figura 20); no entanto, pequeno aumento no número esperado de *R. neglectus* invasores foi estimado para áreas com grau intermediário de degradação (*Intermediária*). Não foi estimado efeito de áreas mais *Preservadas* sobre a variável resposta. Proporção de área municipal pertencente ao bioma *Amazônia* ou *Cerrado*, bem como a *Precipitação* média anual não têm efeito sobre o número de *R. neglectus* que invadem domicílios (Tabela 11, Figura 20).

Tabela 10: Modelos **NB** para *Rhodnius neglectus*; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por *R. neglectus* no Tocantins.

Hipótese	Ranking	Covariáveis*	K	AICc	$\Delta$ AICc	AICcP
P + C	1	<i>Degradada + Dia</i>	6	721,24	0,00	0,12
P + C	2	<i>Intermediária + DN</i>	6	721,71	0,47	0,09
P + C	3	<i>Intermediária + Dia</i>	6	721,80	0,56	0,09
P + C	4	<i>NDVI + Dia</i>	6	722,28	1,04	0,07
P + C	5	<i>Degradada + DN</i>	6	722,45	1,21	0,06
P + C	6	<i>Preservada + Degradada + Dia</i>	7	722,76	1,52	0,06
P + C	7	<i>Intermediária + Dia + Precipitação</i>	7	723,14	1,90	0,05
P + C	8	<i>Degradada + Dia + Precipitação</i>	7	723,39	2,15	0,04
R + P + C	9	<i>Amazônia + Degradada + Dia</i>	7	723,42	2,18	0,04
P + C	10	<i>Intermediária + DN + Precipitação</i>	7	723,48	2,24	0,04
P + C	11	<i>Preservada + Degradada + DN</i>	7	723,69	2,45	0,03
P + C	12	<i>NDVI + DN</i>	6	724,01	2,77	0,03
P + C	13	<i>NDVI + Dia + Precipitação</i>	7	724,31	3,07	0,03
R + P + C	14	<i>Amazônia + NDVI + Dia</i>	7	724,48	3,23	0,02
P + C	15	<i>Degradada + DN + Precipitação</i>	7	724,65	3,41	0,02
R + P + C	16	<i>Amazônia + Degradada + DN</i>	7	724,66	3,42	0,02
P + C	17	<i>Preservada + Degradada + Dia + Precipitação</i>	8	724,72	3,48	0,02
C	18	<i>DN</i>	5	724,89	3,65	0,02
R + P + C	19	<i>Amazônia + Preservada + Degradada + Dia</i>	8	724,97	3,73	0,02

\*Covariáveis dos modelos binomiais negativos; ver a definição das covariáveis no Quadro 1. Ranque = ordem dos modelos segundo o desempenho (melhor → pior); Modelo = código dos modelos (as letras identificam especificações alternativas); K = número de parâmetros; AICc = critério de informação de Akaike corrigido para o tamanho da amostra ( $n = 139$  municípios);  $\Delta$ AICc = diferença de AICc de cada modelo com o menor AICc; AICcP = peso de Akaike (ou verossimilhança normalizada de cada modelo).

Tabela 11: Efeitos estimados, usando modelos **NB**, das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Rhodnius neglectus* invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.

Classe	Covariável*	Estimativa média**	EP	95% IC	
Regional	<i>Amazônia</i>	-0,02	0,13	-0,28	0,24
Paisagem	<i>Preservada</i>	-0,13	0,18	-0,48	0,23
	<i>Intermediária</i>	<b>0,29</b>	0,12	0,05	0,52
	<i>Degradada</i>	<b>-0,33</b>	0,15	-0,61	-0,04
	<i>NDVI</i>	<b>-0,48</b>	0,19	-0,85	-0,11
Climática	<i>Dia</i>	<b>-0,84</b>	0,21	-1,24	-0,43
	<i>Noite</i>	<b>0,38</b>	0,15	0,09	0,67
	<i>DN</i>	<b>-0,78</b>	0,15	-1,08	-0,49
	<i>Precipitação</i>	-0,06	0,14	-0,33	0,22

\*Ver a definição de cada covariável no Quadro 1; \*\*Média ponderada usando pesos de Akaike das estimativas derivadas do conjunto de 76 modelos **NB**; (o efeito de cada covariável é independente); EP = erro padrão incondicional; IC 95% = intervalo de confiança de 95% (em **negrita**, estimativas cujo IC 95% exclui o valor zero).

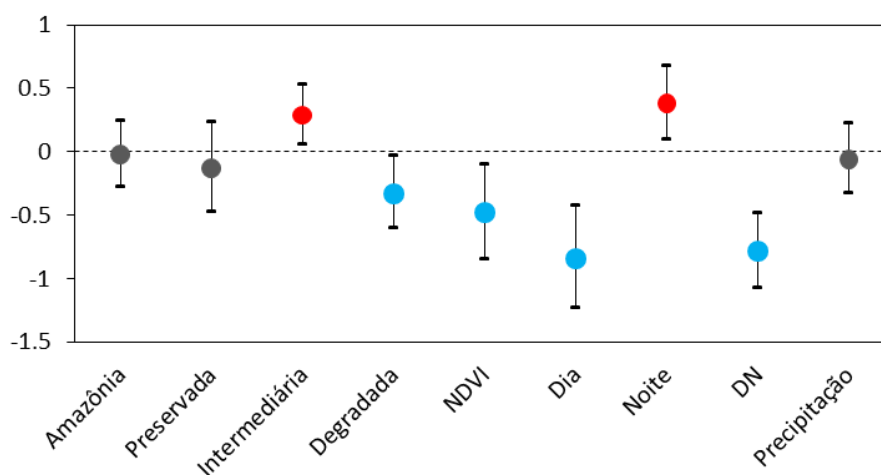


Figura 20: Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos **NB**, de covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Rhodnius neglectus* invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins: estimativa média (círculos: vermelho = efeito positivo; azul = efeito negativo; cinza = sem efeito aparente) e intervalo de confiança de 95% (os

efeitos são diferentes de zero, com confiança de 95%, quando o intervalo exclui o valor zero, destacado com uma linha descontínua horizontal).

#### 5.14 *Panstrongylus geniculatus*: modelos binomiais negativos (NB)

No total, 72 modelos **NB** foram ajustados para *P. geniculatus* (Apêndice 4), dos quais 19 tiveram  $\Delta\text{AICc} < 4$  e são apresentados na Tabela 12 por ordem de melhor desempenho. Todos foram ajustados para as diferenças de *Casas* e *Pobreza* nos municípios. Os modelos “nulos” tiveram piores desempenhos com  $\Delta\text{AICc} > 20$  (Apêndice 4).

Os modelos com menores valores de AICc contêm covariáveis Climáticas, Regionais e da Paisagem (Tabela 12). A covariável que caracteriza áreas fortemente “antropizadas” (*Degradada*) aparece em todos os modelos com melhor desempenho, combinada com covariáveis Climáticas (*DN* e *Dia*) e/ou Regional (*Amazônia*), cujos pesos de Akaike (AICcP) somam 81%. As estimativas médias dos efeitos de cada covariável (Tabela 13) assinalam (i) fraco efeito da Paisagem; (ii) fraca influência do Clima; e (iii) inevidente efeito Regional sobre o número de *P. geniculatus* nas residências dos municípios de Tocantins.

Pequeno efeito negativo foi estimado sobre o número de *P. geniculatus* que invadem as residências em municípios fortemente modificados por ação antrópica (*Degradada*) (Tabela 13; Figura 21). Efeito similar, porém positivo, foi estimado sobre a variável resposta em áreas com grau de degradação *Intermediário* e maior índice de vegetação verde (*NDVI*). O número de *P. geniculatus* predito pelos modelos diminui em municípios com temperaturas diurnas mais elevadas (*Dia*) e com maior amplitude térmica (*DN*). Possível efeito da covariável *Amazônia* pode ser considerado sobre a variável resposta (estimativa média = 0,19, EP = 0,10), pois, embora o limite inferior do IC95% tenha sido negativo, este valor encontra-se muito próximo a zero (aprox. -0,01). A estimativa média da *Precipitação* e temperatura da *Noite* sobre a variável dependente foi equivalente a zero. (Tabela 13, Figura 21).



Tabela 12: Modelos **NB** para *Panstrongylus geniculatus*; diferentes combinações de covariáveis de Região (R), Paisagem (P) e Clima (C) representam hipóteses alternativas sobre os fatores determinantes da invasão de residências por *P. geniculatus* no Tocantins.

Hipótese	Ranking	Covariáveis*	<i>K</i>	AICc	$\Delta$ AICc	AICcP
R + P + C	1	<i>Amazônia + Degradada + Dia</i>	7	1047,60	0,00	0,13
R + P + C	2	<i>Amazônia + Degradada + DN</i>	7	1047,71	0,11	0,12
P + C	3	<i>Degradada + Dia</i>	6	1048,47	0,87	0,08
R + P	4	<i>Amazônia + Degradada</i>	6	1048,97	1,36	0,07
P + C	5	<i>Degradada + DN</i>	6	1049,00	1,40	0,06
R + P + C	6	<i>Amazônia + Preservada + Degradada + Dia</i>	8	1049,20	1,60	0,06
R + P + C	7	<i>Amazônia + Preservada + Degradada + DN</i>	8	1049,38	1,78	0,05
R + P + C	8	<i>Amazônia + Precipitação + Degradada + Dia</i>	8	1049,77	2,17	0,04
R + P + C	9	<i>Amazônia + Precipitação + Degradada + DN</i>	8	1049,89	2,29	0,04
P + C	10	<i>Preservada + Degradada + Dia</i>	7	1050,08	2,48	0,04
R + P	11	<i>Amazônia + Preservada + Degradada</i>	7	1050,26	2,65	0,03
P	12	<i>NDVI + Degradada</i>	6	1050,40	2,80	0,03
R + P + C	13	<i>Amazônia + Degradada + Noite</i>	7	1050,41	2,81	0,03
P + C	14	<i>Degradada + Dia + Precipitação</i>	7	1050,46	2,85	0,03

\*Covariáveis dos modelos binomiais negativos; ver a definição das covariáveis no Quadro 1. Ranque = ordem dos modelos segundo o desempenho (melhor  $\rightarrow$  pior); Modelo = código dos modelos (as letras identificam especificações alternativas); *K* = número de parâmetros; AICc = critério de informação de Akaike corrigido para o tamanho da amostra ( $n = 139$  municípios);  $\Delta$ AICc = diferença de AICc de cada modelo com o menor AICc; AICcP = peso de Akaike (ou verossimilhança normalizada de cada modelo).

Tabela 13: Efeitos estimados, usando modelos **NB**, das covariáveis de Região, Paisagem e Clima sobre o número esperado de *Panstrongylus geniculatus* invasores de residências nos municípios do estado do Tocantins.

Classe	Covariável*	Estimativa média**	EP	95% IC	
Regional	<i>Amazônia</i>	0,19	0,10	-0,01	0,40
Paisagem	<i>Preservada</i>	0,12	0,13	-0,13	0,36
	<i>Intermediária</i>	<b>0,26</b>	0,1	0,07	0,45
	<i>Degradada</i>	<b>-0,48</b>	0,11	-0,7	-0,26
	<i>NDVI</i>	<b>0,26</b>	0,1	0,07	0,45
Climática	<i>Dia</i>	<b>-0,22</b>	0,1	-0,42	-0,01
	<i>Noite</i>	0,07	0,09	-0,11	0,26
	<i>DN</i>	<b>-0,21</b>	0,1	-0,42	-0,01
	<i>Precipitação</i>	0	0,11	-0,21	0,20

\*Ver a definição de cada covariável no Quadro 1; \*\*Média ponderada usando pesos de Akaike das estimativas derivadas do conjunto de 76 modelos **NB**; (o efeito de cada covariável é independente); EP = erro padrão incondicional; IC 95% = intervalo de confiança de 95% (em **negrito**, estimativas cujo IC 95% exclui o valor zero).

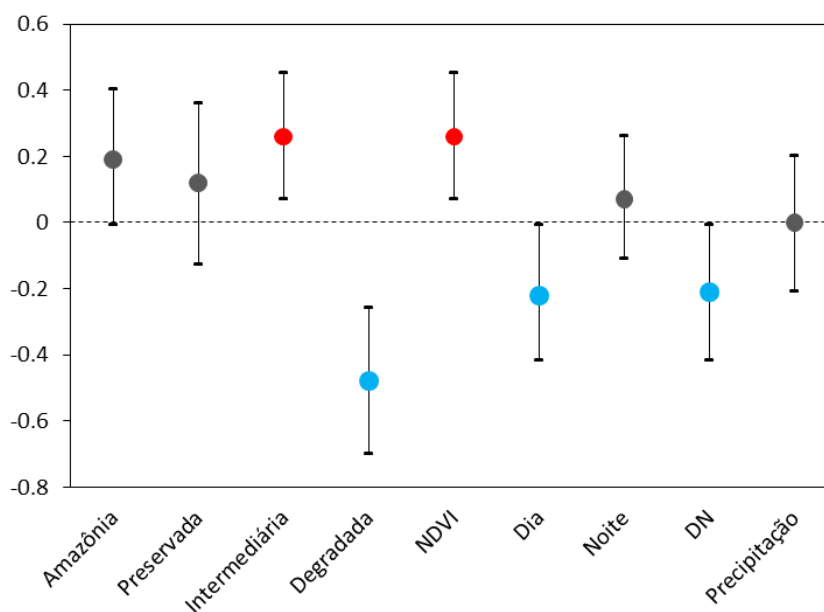


Figura 21: Representação gráfica dos efeitos estimados, usando modelos **NB**, de covariáveis de Região, Paisagem e Clima (temperatura e chuva) sobre o número esperado de *Panstrongylus*

---

*geniculatus* invasores em residências nos municípios do estado do Tocantins: estimativa média (círculos: vermelho = efeito positivo; azul = efeito negativo; cinza = sem efeito aparente) e intervalo de confiança de 95% (os efeitos são diferentes de zero, com confiança de 95%, quando o intervalo exclui o valor zero, destacado com uma linha descontínua horizontal).

### **5.15 Sobreposição da modelagem e diferenças entre número observado de triatomíneos não domiciliados e número médio predito nos municípios.**

A sobreposição dos modelos sugere maior quantidade de vetores não domiciliados em municípios da região Norte de Tocantins (Figura 23A). De forma geral, o número médio de vetores que invadem as residências foi superestimado para os municípios Palmas e Araguaína (Figura 23B, ver localização dos municípios no Apêndice 5). Além destes, os modelos estimaram maior quantidade de vetores em Praia Norte, Sampaio, Itaguatins, São Bento do Tocantins, Lajeado e Porto Nacional em relação ao número total observado (Figura 23B; ver localização dos municípios no Apêndice 5).

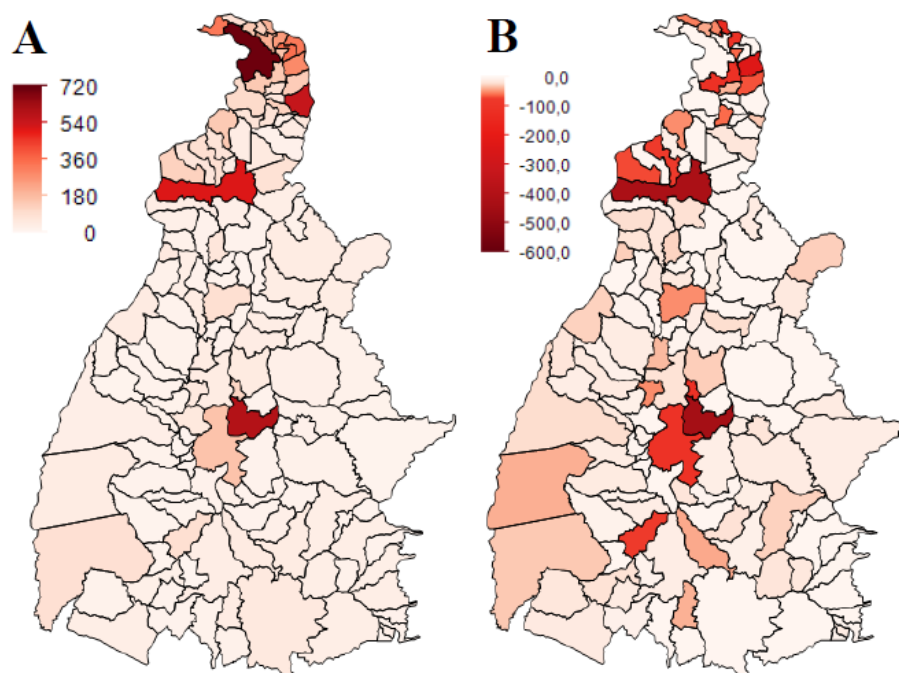


Figura 22: Sobreposição das médias ponderadas previstas pelos modelos ajustados para *R.pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* e diferenças entre número observado de vetores número previsto. **A)** Número médio de vetores não domiciliados previstos para cada município de Tocantins (áreas em escala vermelho claro sugerem menor quantidade de vetores em ecótopos artificiais; áreas em escala vermelho escuro sugerem maior quantidade). **B)** Diferenças entre o número observado e a média estimada de vetores não domiciliados para cada município (áreas mais escuras indicam áreas superestimadas pelos modelos, ou seja, maiores diferenças entre observado e previsto).



Com base nos dados de nove anos da SESAU – TO foi observada, nos municípios do Tocantins, a presença de quatro espécies consideradas domiciliadas: *T. sordida*, *T. brasiliensis*, *T. pseudomaculata* e *P. megistus*. A primeira é constantemente notificada nas residências do estado, corroborando os resultados obtidos durante o Inquérito Entomológico de 1975 – 1983 (Silveira *et al.*, 1984). Além disso, é a espécie que apresentou o maior número de notificações durante o período avaliado assim como observado nas demais regiões do país (Diotaiuti *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2003; Oliveira & Silva 2007 ); demonstrou habitat predominantemente peridomiciliar e com índices de colonização mais altos em relação ao intradomicílio. Vale ressaltar ainda que a taxa de infecção natural deste vetor por tripanosomatídeos (1,67%) foi a menor observada dentre todos os vetores naturalmente infectados neste estudo, provavelmente devido à sua preferência alimentar por sangue de aves (Forattini *et al.*, 1982). No entanto, a infecção foi maior do que a observada em estudo realizado no estado de Minas Gerais (0,5%) por Diotaiuti *et al.* (1994). *Triatoma sordida* parece atuar como vetor de importância epidemiológica no estado, devido à sua capacidade de estabelecer colônias nas habitações humanas, bem como a frequência e quantidade de registros nestes anos referentes a esta espécie. Além disso, o atual controle químico utilizado em combate aos vetores não é eficaz para eliminar esta espécie de ambientes domésticos, uma vez que a borrifação anual é capaz de manter baixas infestações domiciliares de *T. sordida*, sendo este ambiente recolonizado por triatomíneos procedentes dos ecótopos naturais (Diotaiuti *et al.*, 1998).

*Triatoma brasiliensis* é considerado o principal vetor na região Nordeste do Brasil, estando amplamente distribuído na Caatinga (Silveira *et al.*, 1984). Não obstante, esta espécie pode ocorrer em regiões de Cerrado (Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012), como observado no presente estudo. Ademais da pequena quantidade registrada, não foi detectada a presença de ninfas nas residências durante o período avaliado, embora esta espécie apresente alta capacidade de colonizar e repopular os ecótopos artificiais, mesmo após borrifação de inseticidas (Diotaiuti *et al.*, 2000; Borges *et al.*, 2005). Apesar da pequena quantidade reportada nas casas equivalente ao período de estudo, o índice de infecção natural (11,1%) é considerado alto, semelhante aos 15% relatado por Costa *et al.*, (1998) em populações peridomiciliares e silvestres de Caicó, Rio Grande do Norte.

*Triatoma pseudomaculata* desempenha, assim como *T. brasiliensis*, importante papel vetorial no Nordeste brasileiro, com registro em todos os estados da região (Dias *et al.*, 2000, Silveira *et al.*, 1984). Além da ocorrência no bioma da caatinga, também ocorre no Cerrado brasileiro (Silveira *et al.*, 1984; Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a). Em função disso *T. pseudomaculata* exerce importante presença no Brasil, apesar das baixas taxas de infecção natural (Dias *et al.*, 2000), semelhantes à observada neste estudo. De forma geral este vetor está associado ao peridomicílio, onde alimenta-se de aves (Freitas *et al.*, 2005; Assis *et al.*, 2009), o que pode explicar a baixa infecção detectada quando comparado à espécies não domiciliadas. Embora no presente estudo tenha infestado mais o intradomicílio, os índices de colonização se mostraram maiores no peridomicílio.

*Panstrongylus megistus* é uma das espécies mais amplamente distribuídas no território brasileiro, frequentemente associada a florestas úmidas típicas do bioma Mata Atlântica, mas também ocorre em áreas úmidas do Cerrado e Caatinga (Carcavallo *et al.*, 1999; Silveira *et al.*, 1984; Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a). Do ponto de vista epidemiológico *P. megistus* é considerado o vetor de maior importância no Brasil, excluindo as regiões Nordeste e Amazônica. Fora destas, frequentemente coloniza o intra e o peridomicílio (Martins *et al.*, 1940; Forattini *et al.*, 1979, Forattini *et al.*, 1980; Assis *et al.*, 2009). No presente estudo observamos baixa densidade deste vetor nos municípios do Tocantins, apesar disso, mostrou maior associação ao ambiente intradomiciliar e presença de ninfas em ambos os ecótopos, não contradizendo o padrão relatado para esta espécie.

Estudos acerca dos riscos de novas infecções por triatomíneos autóctones, sobretudo vetores não domiciliados, são escassos e fragmentados. O estado de Tocantins é representativo neste contexto, pois apresenta grande diversidade de vetores nativos que se distribuem entre os biomas de Cerrado e Floresta Amazônica. Além disso, os municípios do estado considerados mais vulneráveis para a transmissão do *T. cruzi* são aqueles situados a sudeste de Tocantins, área de maior ocorrência de *T. sordida*, *T. pseudomaculata*, *T. brasiliensis* e *P. megistus*, isso porque esta indicação leva em conta apenas espécies domiciliadas (Vinhaes *et al.*, 2014).

Apesar de *T. costalimai* não ser reconhecida como espécie domiciliada (Jurberg *et al.*, 2014), em Tocantins pode ter importante papel na transmissão vetorial. Isto se deve às relevantes taxas de infecção natural (>10%) observadas no presente estudo, frequência de captura em

ambientes artificiais e ao seu aparente potencial de colonização com índices importantes tanto no intra (2,4 – 19,6%) quanto no peridomicílio (40 – 100%). As grandes quantidades de ninfas encontradas em poucas casas no ano de 2013 indica a demanda de atenção nas atividades de controle. Os registros intradomiciliares desta espécie se mostraram frequentes em todos os anos avaliados. Oliveira & Silva (2007) não encontraram diferença entre as infestações intra e peridomiciliares ao analisar os registros do estado de Goiás (GO). Machiner *et al.*, (2012) também demonstraram a presença de *T. costalimai* em ambiente peridomiciliar, com formação de colônias no município de Mambaí – GO. Mesmo que não detectada a infecção natural pelo *T. cruzi* nos estudos mencionados, as taxas de infecção aqui demonstradas foram semelhantes ao observado por Lorosa *et al.*, 1999 no estado de Goiás. Esta espécie encontra-se distribuída no Brasil-central, associada ao bioma Cerrado (Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a), embora não tenha sido reportada nos domicílios investigados durante o levantamento triatomínico de Silveira *et al.* (1984). Provavelmente o deslocamento deste vetor para os ecótopos artificiais, algo que ainda não havia sido observado naquela época, se deva a alterações ambientais recentes. Ainda que seja uma espécie de habitat predominantemente silvestre (Jurberg *et al.*, 2014), estes resultados sinalizam uma alteração comportamental que pode ter importância epidemiológica no futuro.

Com relação aos dez vetores não domiciliados *T. jatai* é a mais recente espécie descoberta no Brasil, descrita em 2013 a partir de espécimes capturados no Tocantins (Gonçalves *et al.*, 2013). Em 2011 a vigilância entomológica havia detectado a ocorrência de três triatomíneos cuja biologia e taxonomia era desconhecida pelo serviço (Anália CFG – com. pess.). Após a caracterização da nova espécie estes exemplares foram novamente identificados, sendo, possivelmente, o primeiro registro de ocorrência desta nova entidade biológica. Apesar de ser morfologicamente semelhante à *T. costalimai*, esta é encontrada em rochas calcárias (Schofield *et al.*, 1980) enquanto *T. jatai* parece estar associada à afloramentos rochosos e invasão domiciliar sem relatos de colonização (Gonçalves *et al.*, 2013). Até então não foi reportada a infecção natural por *T. cruzi* para esta espécie. Porém, a vigilância entomológica deve estar atenta a fim de evitar possível contato entre vetores infectados e humanos.

*Panstrongylus lignarius* encontra-se restrita a florestas úmidas do bioma Amazônico (Barrett, 1988), com capacidade de invasão das residências do Tocantins e extremo Norte e Baixada Ocidental do Maranhão (Rebêlo *et al.*, 1998). Deane e Damasceno (1949) relataram,



pela primeira vez, a infecção natural desta espécie em torno de 80%, em exemplares silvestres capturados em árvores no estado do Pará. Embora não haja muitos relatos sobre a presença deste triatomíneo em domicílios, *P. lignarius* parece invadir constantemente as residências no Tocantins, com elevadas taxas de infecção natural por tripanosomátideos e total ausência de colonização intra ou peridomiciliar.

*Panstrongylus diasi*, apesar de apresentar hábito predominantemente silvestre, já foi reportado, ademais do Tocantins, invadindo domicílios em Goiás, Minas Gerais (Silveira *et al.*, 1984) e Mato Grosso do Sul (Almeida *et al.*, 2008), sempre em pequenas quantidades, baixa taxa de infecção natural e sem indícios de colonização (Villela *et al.*, 2009).

*Cavernicola pilosa* é uma espécie sabidamente encontrada em Tocantins e que habita cavernas. Os morcegos são a principal fonte de alimentação e, provavelmente o principal agente de dispersão, podendo carrear ovos deste triatomíneo para outros habitats (Oliveira, 2005, Oliveira *et al.*, 2007). Esta dinâmica poderia explicar a ocorrência deste vetor nas residências do Tocantins. Apesar disso a espécie é pouco frequente em ecótopos artificiais sem, até então, ocorrer relato de infecção natural por *T. cruzi* na região.

*Eratyrus mucronatus* é também encontrado na Amazônia brasileira (Coura *et al.*, 1994b). Seu habitat natural corresponde a buracos em árvores associado a porco-espinho que serve como fonte de alimentação para esta espécie (Miles *et al.*, 1981). No Brasil, já foi relatado invadindo residências no Tocantins, Maranhão, Pará e Acre sem indícios de colonização (Miles *et al.*, 1981; Silveira *et al.*, 1984, Obara *et al.*, 2013), como observado neste estudo. Apesar disso, já foi constatada a presença de colônias naturalmente infectadas em ambientes peri e intradomiciliares na Bolívia (Noireau *et al.*, 1995), evidenciando assim o seu potencial de colonização em ecótopos artificiais. Contudo, parece não estar relacionada à transmissão domiciliar do *T. cruzi* no Tocantins, devido à ausência de infecção natural bem como às pequenas infestações, sem quaisquer indícios de domiciliação.

A espécie não domiciliada mais notificada nas residências do Tocantins foi *Rhodnius pictipes*. De forma geral, encontra-se distribuído, no Brasil, principalmente na Região Amazônica (Carcavallo *et al.*, 1999), sendo observado em áreas de transição entre este bioma e o Cerrado, como caracterizado pelo Tocantins (Silveira *et al.*, 1984). Esta espécie é capaz de voar desde o ambiente silvestre para o interior das residências (Miles *et al.*, 1981), invadindo ecótopos

artificiais mas sem indícios de colonização (Lainson *et al.*, 1979; Fé *et al.*, 2009). Apesar disso, e ainda que os índices de colonização tenham sido baixos, os dados aqui apresentados apontam potencial de colonização dos ambientes artificiais por este vetor, especialmente do peridomicílio. As altas taxas de infecção natural por *T. cruzi* em *R. pictipes* já haviam sido notadas por Miles *et al.*, (1981) e Lainson *et al.*, (1979) em insetos adultos coletados em residências no estado do Pará, relato semelhante ao aqui observado durante os nove anos analisados. As altas taxas de infecção podem ser explicadas pela constante invasão domiciliar de vetores silvestres que habitam palmeiras de diferentes espécies em grande associação com gambás (*Didelphis marsupialis*), que servem como fonte de alimentação para estes triatomíneos (Miles *et al.*, 1983).

Seguido de *R. pictipes*, a espécie não domiciliada mais capturada em ambientes artificiais de Tocantins foi *P. geniculatus*. No inquérito triatomínico de 1975-1983, Silveira *et al.*, (1984) já haviam demonstrado que *P. geniculatus* encontrava-se amplamente distribuída no estado. Ademais de Tocantins, espécimes adultos já foram reportados em domicílios da região Amazônica adentrando ecótopos artificiais através do voo (Miles *et al.*, 1981, Fé *et al.*, 2009), sem indicativos de domiciliação. É a espécie mais amplamente distribuída nas Américas, sendo que apenas em Tocantins, ocorre em 130 municípios dos 139 pertencentes ao estado. Seu ecótopo natural compreende cavidades de animais no solo, principalmente de tatus (*Dasypus novemcinctus*) (Barretto, 1979).

*Rhodnius robustus* está amplamente distribuída na Região Amazônica (Abad-Franch & Monteiro, 2007), mas também pode ocorrer em áreas de Cerrado-Amazônia (Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a), como visto neste estudo para Tocantins. Este vetor encontra-se distribuído preferencialmente na região Norte do estado, corroborando o inquérito entomológico de Silveira *et al.* (1984). De forma geral *R. robustus* está associado ao ambiente silvestre, sendo encontrado em diversas espécies de palmeiras, além de invadir esporadicamente ambientes artificiais sem indícios de colonização (Miles *et al.*, 1981; Miles *et al.*, 1983; Massaro *et al.*, 2008; Fé *et al.*, 2009). Em Tocantins este comportamento se mostrou comum, não sendo observadas colônias em ecótopos artificiais. Além disso, é interessante ressaltar que as taxas de infecção natural por *T. cruzi* em *R. robustus* capturados em palmeiras no estado do Pará (29%) foram muito semelhantes às observadas nos ambientes domiciliares neste estudo (Dias *et al.*, 2014), sendo esta a mais alta

dentre todas as espécie naturalmente infectadas por tripanosomatídeos durante o período avaliado.

*Rhodnius neglectus* está amplamente distribuída no Cerrado brasileiro (Carcavallo *et al.*, 1999, Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012a) e é frequentemente encontrada em associação com palmeiras dos gêneros *Attalea*, *Acrocomia*, *Copernicia* e *Mauritia* (Barretto *et al.*, 1979; Diotaiuti & Dias 1984; Gurgel-Gonçalves & Cuba, 2007; Gurgel-Gonçalves & Cuba, 2009). Além disso, invade residências do Brasil central (Silveira *et al.*, 1984, Garcia-Zapata *et al.*, 1985) e região Sudeste (Rodrigues *et al.*, 2014). Apesar dos baixos índices, a espécie demonstrou potencial de colonização em ecótopos artificiais, como já observado em domicílios no estado de São Paulo (Silva *et al.*, 1999). Variadas taxas de infecção natural por *T. cruzi*, entre baixas e altas, são observadas para esta espécie em ecótopo silvestre (Diotaiuti & Dias 1984; Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2012b; Abad-Franch *et al.*, 2009). Gurgel-Gonçalves *et al.*, (2010) detectaram infecção natural de 14% em ecótopos artificiais no Piauí, valor semelhante ao aqui referido para ambientes domiciliares (13%). Estas taxas de infecção, apesar de altas, se mostraram inferiores às demais espécies de *Rhodnius* avaliadas neste estudo, podendo ser explicadas pela maior relação com aves, que servem como fonte de alimentação para esta espécie (Diotaiuti & Dias, 1984; Gurgel-Gonçalves & Cuba, 2007). Apesar disso, a associação deste vetor com mamíferos silvestres também é conhecida (Diotaiuti & Dias 1984; Lorosa *et al.*, 1999).

É importante ressaltar que a presença de palmeiras pode representar um indicador de áreas de risco para transmissão da infecção chagásica (Romaña *et al.*, 1999), uma vez que estas são descritas como ecótopo natural das três espécies de *Rhodnius* comentadas e, em algumas ocasiões de *P. geniculatus*.

Dentre as espécies de *Rhodnius*, a única que apresentou marcada sazonalidade foi *R. pictipes*, que parece dispersar-se em direção aos domicílios durante a estação seca. Naiff *et al.*, (1998) observaram leve tendência de dispersão por voo de *R. pictipes*, em direção às casas, ao final da estação chuvosa, em área urbana de Manaus. Constataram ainda que a maior parte das invasões notificadas correspondia a insetos machos. No entanto, foi notada maior quantidade de fêmeas em relação aos machos durante praticamente todo o período analisado no presente estudo, o que de certa forma atribui maior importância epidemiológica em função da capacidade de formação de colônias.

Fêmeas de *R. robustus* parecem dispersar-se com maior frequência durante a estação chuvosa atingindo pico máximo. Os machos não exibiram tendência sazonal aparente tampouco quantidade superior às fêmeas em todos os meses do ano. Perfil semelhante foi observado também para *R. neglectus* com ligeiro aumento do número de invasões domiciliares durante a estação chuvosa bem como maior quantidade de fêmeas em praticamente todo o período avaliado. Dias *et al* (2014) observaram menor abundância de fêmeas de *R. robustus* em palmeiras *Attalea* no Pará assim como Gurgel-Gonçalves & Cuba (2007) constaram o mesmo para *R. neglectus* em palmeiras *Mauritia* no Distrito Federal. Essa baixa densidade de fêmeas observadas em palmeiras pode ser reflexo de ativa dispersão destas em direção aos ecótopos artificiais.

Minoli & Lazzari *et al.*, (2006) demonstraram em laboratório que *Rhodnius prolixus* exibe resposta de voo orientada em direção à fonte de luz branca, sugerindo que as luzes artificiais provenientes de habitações humanas seriam particularmente atrativas para triatomíneos de forma geral. Além disso, foi observado que as fêmeas iniciaram o voo mais frequentemente em relação aos machos, resultado semelhante aos observados aqui para todas as espécies de *Rhodnius*, que demonstram maior frequência de fêmeas invadindo o domicílio no período avaliado. Embora este comportamento em direção às casas ainda não esteja bem elucidado, a capacidade de alcançar novos habitats através do voo constitui o principal mecanismo de dispersão dos triatomíneos (Lehane & Schofield, 1982). Neste caso, as fêmeas seriam então mais propensas ao voo com relação aos machos (Minoli & Lazzari *et al.*, 2006). Contudo, a maior frequência de fêmeas dispersando em direção às residências atenta para possibilidade de estabelecimento de colônias em ecótopos artificiais. Embora densas colônias não tenham sido observadas pelas espécies de *Rhodnius*, vale ressaltar que o estabelecimento de vetores nos domicílios estão atrelados, também, à fatores intrínsecos dos vetores (Pereira *et al.*, 2006).

A restrita capacidade de estabelecer colônias domiciliares compromete o potencial vetorial desta espécie. Além disso, machos de *P. geniculatus* parecem invadir com maior frequência as residências do Tocantins, sendo este comportamento limitante para seu estabelecimento em ecótopos artificiais. No entanto, índices de colonização intra e peridomiciliar foram detectados neste estudo, demonstrando seu potencial de domiciliação, ainda que baixo e limitado. Além disso, o potencial de domiciliação de *P. geniculatus* é conhecido, sobretudo em

associação com porcos no município de Muaná, Pará (Valente *et al.*, 1998; Valente *et al.*, 1999), com taxa de infecção por *T. cruzi* superior a 15%.

Ausência de sazonalidade na dispersão por voo para *P. geniculatus*, foi observada, indicando eventos de invasões durante todo o ano, principalmente por insetos machos. Castro *et al.* (2010) também observaram maior quantidade de machos desta espécie capturados por armadilhas luminosas instaladas em dossel de florestas úmidas da Amazônia. Embora a adaptação deste vetor ao ambiente domiciliar não tenha sido evidenciada em municípios do Tocantins, não se deve descartar a importância epidemiológica desta espécie, em função da ampla distribuição no estado e frequência de invasão domiciliar por triatomíneos adultos, altamente infectados. Esta dinâmica atenta para o risco de transmissão humana devido ao contato das pessoas ou seus alimentos com vetores infectados (Aguilar *et al.*, 2007).

Além disso, as interpretações dos gráficos de sazonalidade devem ser interpretadas com cautela, por serem construídos a partir de dados secundários e dependentes do funcionamento da vigilância entomológica em Tocantins. Para todas as espécies analisadas, foram observadas diminuições de registros por vetores não domiciliados nos meses de Dezembro a Fevereiro. Provavelmente esta dinâmica represente o efeito dos recessos de fim de ano que se estendem até o Carnaval, comprometendo assim a vigilância entomológica no estado do Tocantins. Este comprometimento evidencia risco de transmissão do *T. cruzi* para humanos diante das altas taxas de infecção por tripanosomatídeos detectadas para as espécies de *Rhodnius* e *P. geniculatus* junto às constantes invasões domiciliares demonstradas neste estudo. Além disso, as taxas de infecção geradas pelo exame parasitológico convencional são subestimadas devido à vieses de sensibilidade e especificidade.

Mesmo que estes vetores não domiciliados não estejam estabelecendo grandes colônias em ambientes artificiais do estado, a infestação e a colonização do peridomicílio representa a possibilidade de invasão (já evidenciada) e domiciliação (Forattini *et al.*, 1983; Diotaiuti *et al.*, 1998) e, conseqüentemente, risco de infecção chagásica.

Apesar da importância epidemiológica destes vetores secundários, a OPAS realizou, no ano de 2012, uma oficina para debater acerca da proposta de “Certificação da interrupção da transmissão da infecção chagásica por vetores nativos no Brasil”. No entanto, seria de tamanha irresponsabilidade conferir ao país tal cessação, conhecendo a epidemiologia da doença, com

silenciosas manifestações clínicas e dificuldade no diagnóstico e tratamento precoce. Mais do que isso, a desorganizada vigilância epidemiológica (VE) impossibilita projetar um cenário que se aproxime da real situação de risco no país. A certificação implicaria então na total ausência de recursos destinados à DC, maior enfraquecimento do sistema de vigilância e, conseqüentemente, na ilusória constatação de ausência de casos e de transmissão do *T. cruzi* (Abad-Franch *et al.*, 2013b).

Durante os nove anos analisados, constatou-se a “omissão” de notificações/registros por vetores não domiciliados em apenas cinco municípios de Tocantins. Estes são designados silenciosos uma vez que a falta de evidência não implica necessariamente na ausência de triatomíneos nas residências destas áreas. Além disso, a ausência de notificação pode comprometer as ações de controle e vigilância nos municípios. Em suma, a vigilância entomológica trabalha, sobretudo, na tentativa de eliminar/evitar o estabelecimento de colônias nas unidades domiciliares, não impedindo, portanto que os vetores invadam as casas e entrem em contato com humanos. A aplicação de inseticidas não é eficaz para impedir a entrada dos vetores em ambientes domésticos senão a eliminação de populações estritamente domiciliadas (Silveira & Dias, 2011). Dessa forma, A ME procurou explicar as variações no número de vetores não domiciliados coletados em ambientes artificiais dos municípios de Tocantins. Para isso, as análises partiram de hipóteses acerca das características Regionais, da Paisagem e Climáticas de cada município do Tocantins para predizer e estratificar o risco de transmissão do *T. cruzi*.

**Efeitos regionais.** *Rhodnius pictipes* e *R. robustus* são espécies amazônicas, enquanto *R. neglectus* é típico do Cerrado (Lent & Wygodzinsky, 1979, Abad-Franch & Monteiro, 2007, Abad-Franch *et al.*, 2009). A “hipótese regional”, portanto, prediz um maior número de invasões pelas duas primeiras espécies em municípios com maior proporção de território no bioma *Amazônia*, e maior número de invasões por *R. neglectus* em municípios com maior proporção de território no *Cerrado*. Para *R. pictipes*, os resultados da modelagem coincidem com as predições desta hipótese, mas o efeito estimado é relativamente pequeno (Figura 18). No entanto, os modelos de *R. robustus* e *R. neglectus* estimaram efeitos indistinguíveis de zero das covariáveis regionais (Figuras 19 e 20).

Para interpretar estes resultados é importante notar, em primeiro lugar, que a área de estudo, na transição entre Amazônia e Cerrado, se caracteriza por um complexo mosaico de tipos de vegetação que não é descrito de forma completa pelas covariáveis regionais utilizadas (Figuras 5 e 6). Em uma escala espacial mais fina, existem manchas de vegetação tipicamente amazônica em municípios dominados pelo Cerrado – incluindo as palmeiras que constituem o habitat primário de *R. pictipes* e *R. robustus*, como *Attalea* spp. (Abad-Franch *et al.*, 2010). Da mesma forma, existem manchas de Cerrado (incluindo *Acrocomia aculeata*, frequentemente infestadas por *R. neglectus* (Diotaiuti & Dias, 1984) em alguns municípios dominados por vegetação amazônica (F. Abad-Franch, com. pess.). Os resultados sugerem então que populações de *R. robustus* e *R. neglectus* (e, em menor grau, *R. pictipes*) colonizam palmeiras dentro destas manchas de vegetação “atípica” e ocasionalmente invadem residências próximas; estas predições podem ser testadas por meio de estudos de campo na escala da paisagem (Abad-Franch *et al.*, 2009, 2010, Leite *et al.*, 2011).

Em segundo lugar, é importante considerar a possibilidade de que efeitos genéticos possam explicar as ocorrências “atípicas” de algumas espécies de *Rhodnius*. Assim, o táxon nominal *R. robustus* é provavelmente um complexo de espécies crípticas (Monteiro *et al.*, 2003, Abad-Franch *et al.*, 2009); na ausência de dados genéticos não é possível descartar a hipótese de que exista, no Tocantins, uma linhagem adaptada à vegetação típica do Cerrado – sabemos, por exemplo, que *R. robustus* s.l. ocorre em *Ac. aculeata* (Abad-Franch *et al.*, 2005). Da mesma forma, *R. neglectus* ocorre em palmeiras de vários gêneros, incluindo *Attalea* (Abad-Franch *et al.*, 2005), e Abad-Franch *et al.*, (2013a) sugeriram que *Rhodnius milesi* poderia representar uma variante de *R. neglectus* do sudeste da Amazônia. Esta hipótese pode ser avaliada utilizando as ferramentas da genética molecular (Abad-Franch & Monteiro, 2005); estudos morfométricos sugerem, contudo, que as populações de *R. neglectus* do Tocantins não são diferentes de outras coletadas em diversas áreas do Cerrado (Gurgel-Gonçalves *et al.*, 2008).

*Panstrongylus geniculatus* tem sido coletado invadindo domicílios em diversas regiões (Silveira *et al.*, 1984, Naiff *et al.*, 1998, Patterson *et al.*, 2009, Alarcón de Noya *et al.*, 2010, Hiwat, 2014). Esta espécie apresenta a distribuição mais ampla nas Américas, ocorrendo em eco-regiões muito diferentes, desde florestas úmidas até savanas áridas (Abad-Franch & Monteiro, 2007; Patterson *et al.*, 2009). A “hipótese regional” considerada prediz ausência de

efeito das covariáveis regionais. *P. geniculatus* foi, de fato, coletado em casas de quase todos os municípios do Tocantins, mas houve mais notificações nos municípios da área de transição (Figura 8). Os resultados da ME também sugerem um possível efeito positivo da covariável *Amazônia* (Tabela 13; Figura 21), em ou outras palavras, estes resultados sugerem que as invasões domiciliares por esta espécie poderia ser um pouco mais frequente nos municípios de Tocantins com maior parte do território no bioma Amazônia.

Para interpretar este resultado, devemos considerar que *P. geniculatus* precisa de micro-habitats muito úmidos para reproduzir-se (Barrett, 1991). Em regiões mais áridas a espécie sobrevive ocupando micro-ambientes muito protegidos, como as tocas de tatu, mas em regiões úmidas como a Amazônia ela pode ocupar micro-habitats diversos, incluindo palmeiras, ocos de árvores ou chiqueiros (Barrett, 1991, Valente *et al.*, 1998, Abad-Franch & Monteiro, 2007, Patterson *et al.*, 2009). Assim, os resultados sugerem que, embora esteja provavelmente presente em todos os municípios do Tocantins, *P. geniculatus* pode dispor de mais micro-habitats favoráveis (e, portanto, ser mais abundante e invadir casas com mais frequência) em municípios com maior proporção de território no bioma Amazônia.

**Efeitos da Paisagem.** A “hipótese da paisagem” prediz, em geral, que o número de triatomíneos invasores deve ser: (i) menor em ambientes mais preservados, onde as populações silvestres de vetores ocupam micro-habitats diversos e se mantêm em equilíbrio com seus hospedeiros e inimigos naturais; (ii) menor em ambientes fortemente alterados (incluindo as áreas urbanas), nos quais a perda de habitat (e talvez de hospedeiros) pode levar algumas populações de triatomíneos silvestres à extinção local; e (iii) maior em ambientes intermediários, nos quais populações humanas convivem com triatomíneos silvestres que ocupam remanescentes de habitat e aproveitam a presença de hospedeiros sinantrópicos como marsupiais e roedores (Forattini *et al.*, 1979; Forattini *et al.*, 1980; Brown & Brown, 1992; Abad-Franch 2006; Leite *et al.*, 2011).

Os modelos estimaram efeitos indistinguíveis de zero da proporção de território bem preservado (covariável *Preservada*) sobre o número de triatomíneos invasores (Figuras 18-21). Contrariamente, a proporção de território fortemente degradado (*Degradado*) teve efeitos negativos sobre as espécies estudadas (Figura 18-21); contudo, para *R. robustus* a incerteza ao redor da estimativa média foi considerável e o IC95% incluiu o valor zero (Tabela 9; Figura 19).



A covariável *Intermediária* teve efeitos indistinguíveis de zero para *R. pictipes* e *R. robustus* (Figuras 18 e 19) e efeitos positivos para *R. neglectus* e *P. geniculatus* (Figuras 20 e 21).

Em conjunto, os resultados sugerem que as mudanças antrópicas na paisagem têm uma influência moderada sobre as populações de triatomíneos silvestres. Em geral, estas populações poderiam ser mais raras em ambientes fortemente degradados, talvez por causa da perda de habitat e hospedeiros (Brown & Brown, 1992; Leite *et al.*, 2011).

No caso de *R. pictipes* e *R. robustus*, as análises sugerem que a invasão de residências por espécimes adultos é similar em áreas bem preservadas e moderadamente degradadas. Estudando a ocupação de palmeiras do gênero *Attalea* por *Rhodnius* spp. na Amazônia, Abad-Franch *et al.* (2010) tampouco encontraram diferenças importantes entre áreas rurais e preservadas; a infestação estimada nestas duas classes de paisagem (aprox. 63% das palmeiras) foi maior do que em áreas urbanas (aprox. 33%).

No caso de *R. neglectus* e *P. geniculatus*, o efeito positivo da covariável *Intermediária* sugere que populações destas espécies poderiam se beneficiar de graus moderados de alteração antrópica da paisagem. Na Zona do Canal do Panamá, a densidade das populações de *R. pallescens* é maior nas palmeiras localizadas em áreas moderadamente “antropizadas” do que nas localizadas em floresta contínua ou em peridomicílios (Gottdenker *et al.*, 2011). Leite *et al.* (2011), estudando paisagens mistas (fragmentos de Mata Atlântica em uma matriz degradada), reportaram efeitos positivos da área preservada (representada por diversos “índices de paisagem”) sobre o número de invasões de casas por triatomíneos silvestres (em especial *Triatoma vitticeps*) no Espírito Santo. Em geral, estes resultados sugerem que as populações locais de triatomíneos silvestres sobrevivem, e em alguns casos provavelmente crescem, em áreas moderadamente degradadas ou com manchas de habitat preservado; a coexistência de vetores silvestres e populações humanas é comum nestes tipos de paisagem, e pode resultar em um aumento dos eventos de invasão de residências.

Uma forma alternativa de investigar os possíveis efeitos da heterogeneidade ambiental sobre a invasão de casas por triatomíneos é utilizar o *NDVI*, que mede a quantidade de vegetação viva verde em uma determinada área; no Tocantins, municípios com mais território no bioma Amazônia tendem a ter valores mais altos de *NDVI*. Os modelos não identificaram efeitos diferentes de zero sobre o número de espécimes invasores das duas espécies tipicamente

amazônicas, *R. pictipes* e *R. robustus* (Tabela 7 e 9; Figura 18 e 19); é necessário lembrar que, nestes dois casos, as estimativas do efeito do *NDVI* derivam da análise das contagens em modelos **ZINB** excluindo os municípios nos quais, segundo os resultados da parte binomial dos modelos, a espécie está provavelmente ausente. *Rhodnius neglectus*, uma espécie do Cerrado, parece invadir casas com menor frequência em municípios com menos vegetação verde (Tabela 11 e Figura 20). De acordo com a discussão dos possíveis efeitos regionais sobre *P. geniculatus*, os modelos sugerem que *P. geniculatus* invade residências com mais frequência em municípios com maior *NDVI* (Tabela 13 e Figura 21).

**Efeitos do Clima.** Os efeitos esperados da temperatura derivam de dois processos: (i) a tolerância térmica de cada espécie ou população de triatomíneo, que limita a sua sobrevivência fora de determinados valores-limite (Carcavallo, 1999; Lorenzo *et al.*, 2000; Lorenzo *et al.*, 2003); e (ii) a influência da temperatura sobre a atividade de voo dos triatomíneos (Lehane & Schofield, 1981; Schofield *et al.*, 1992).

Assim, “hipótese climática” prediz que temperaturas muito altas, representadas pelas covariáveis *Dia* (temperatura média diurna) e *DN* (amplitude térmica), devem ter efeito negativo sobre o número de triatomíneos invasores. De forma geral, temperaturas  $>40^{\circ}\text{C}$  são frequentemente letais para os triatomíneos (Jurberg & Galvão 2006). Temperaturas  $>33^{\circ}\text{C}$  são prejudiciais para o desenvolvimento de *R. neglectus* e *R. robustus* (Rangel 1982, Rocha *et al.* 2001a;b). Em condições de laboratório, as colônias de *R. pictipes* se desenvolvem melhor (com um ciclo ovo-adulto mais curto) a  $\sim 30^{\circ}\text{C}$  e as de *R. robustus* a  $\sim 28^{\circ}\text{C}$  (Silva & Silva 1990, Rocha *et al.* 1994, 2001b). Estudos de campo mostraram que o microclima no interior das copas de palmeiras ocupadas por *Rhodnius* spp. é muito estável, com variações de umidade e temperatura muito menores do que as medidas no exterior (Diotaiuti & Dias 1984, Lorenzo *et al.*, 2003). Junto com os estudos de laboratório mencionados acima, a preferência por microhabitats protegidos sugere que *Rhodnius* spp. são particularmente sensíveis aos extremos de temperatura.

As nossas análises identificaram efeitos negativos das covariáveis *Dia* e *DN* sobre as quatro espécies investigadas (Figuras 18 - 21); contudo, o efeito foi claramente mais acentuado sobre as três espécies do gênero *Rhodnius* que sobre *P. geniculatus* (Figura 21). Além disso, os modelos **ZINB** com melhor desempenho estimaram um forte efeito negativo da amplitude

térmica (*DN*) sobre a probabilidade de ocorrência de *R. pictipes* e *R. robustus* (Tabela 6 e 8/Apêndice 1 e 2). Estes resultados sugerem que municípios com temperaturas moderadas e menor variação térmica poderiam sustentar populações maiores de vetores silvestres do que municípios com temperaturas mais extremas, o que favoreceria a invasão domiciliar por estes vetores nos primeiros.

Por outro lado, a probabilidade de iniciação de voos noturnos pelos triatomíneos diminui quando as temperaturas noturnas são muito baixas. Em áreas de clima temperado, com invernos frios e verões quentes, o início de voos por *Triatoma infestans* somente acontece acima de ~20-23°C (Schofield et al. 1992, Gurevitz et al., 2006). Os resultados do presente trabalho mostram uma possível influência aparentemente positiva da covariável *Noite* sobre o número de espécies invasoras do gênero *Rhodnius*, mas o IC 95% excluiu o valor zero somente no caso de *R. neglectus* (Tabela 11 e Figura 20).

Todos os efeitos das covariáveis que descrevem variações de temperatura (*Dia*, *Noite* e *DN*) foram muito menores para *P. geniculatus* do que para espécies de *Rhodnius*. (Figura 21); isto talvez reflita a maior tolerância térmica de *P. geniculatus*, que, como mencionado, é a espécie mais amplamente distribuída nas Américas.

Os nossos modelos **ZINB** estimaram efeitos negativos da covariável que descreve a precipitação média anual (*Precipitação*) sobre o número de espécimes invasores das espécies de *R. pictipes* e *R. robustus* (Figura 18 e 19). No caso da primeira, os modelos com melhor desempenho também incluem *Precipitação* como uma covariável de presença/ausência (parte binária dos modelos), sugerindo que a espécie está provavelmente ausente em municípios muito secos (Tabela 6; Apêndice 1). Contudo, quando está presente invade domicílios com menor frequência em municípios muito chuvosos; além disso, o gráfico de sazonalidade (Figura 9) sugere preferência pela dispersão durante os meses mais secos. Isto poderia indicar uma interferência física das chuvas torrenciais, frequentes no norte de Tocantins, com o voo dos insetos. No caso de *R. robustus*, a dispersão parece ser maior no final da época seca e no início da época de chuva (Figura 10); o fato de que a covariável *Precipitação* não apareça na parte binária dos modelos **ZINB** com melhor desempenho (Tabela 8; Apêndice 2) sugere que o clima seco não limita a ocorrência desta espécie no Tocantins. Os efeitos da *Precipitação* (ajustados para as demais covariáveis) foram claramente inexistentes para *P. geniculatus*, que invade residências

com a mesma frequência ao longo do ano (Figura 12), e para *R. neglectus*, que parece ter mais atividade de voo a partir do segundo semestre (Figura 1). Esta ausência de efeito poderia estar relacionada à distribuição mais ampla das duas espécies no Tocantins, não dependente dos regimes de chuva no estado.

Os resultados deste estudo demonstraram que a invasão de residências por triatomíneos silvestres é muito comum na transição Amazônia-Cerrado, e permitiram identificar alguns fatores ambientais que parecem modular esse processo. Dessa forma, os resultados (i) abrem o caminho para a predição e estratificação do risco de transmissão de *T. cruzi* por vetores não domiciliados, e (ii) sugerem diversas hipóteses específicas que podem ser testadas com estudos mais detalhados.

O desenvolvimento de modelos preditivos possibilita a detecção (e investigação) de potenciais falhas nos sistemas de vigilância entomológica. Contudo, os resultados destas análises devem ser interpretados com cautela. Em primeiro lugar, os dados refletem pelo menos dois processos simultâneos: a invasão de domicílios por triatomíneos e o funcionamento dos sistemas municipais de vigilância entomológica. Se o sistema funciona muito pior/melhor em uns municípios do que em outros, os resultados das análises refletirão esse viés. Municípios que, com base nos modelos, reportam menos vetores invasores do que o esperado (Praia Norte, Sampaio, Itaguatins, São Bento do Tocantins, Lajeado e Porto Nacional) (Figura 23 e Anexo 5) provavelmente não estejam realizando o trabalho de vigilância de forma consistente. O fato de que a SESAU-TO desenvolve políticas muito ativas de estímulo da vigilância e melhora da qualidade da mesma em todos os municípios (Anália F Gomes, com. pess.) aumenta a confiança nos resultados das análises. Além disso, a plausibilidade biológica dos resultados da modelagem reforça essa confiança, mas não elimina a prudência na interpretação dos mesmos. Em segundo lugar, o uso de dados municipais agregados (para as variáveis dependentes e independentes) necessariamente impede análises de grão mais fino, mas sugerem certas associações, sem permitir inferências sobre os fatores que levam aos eventos de invasão domiciliar pelas espécies estudadas – ou, de modo geral, avaliar relações de causa e efeito. Dessa forma, os valores superestimados de invasões em Palmas e Araguaína (Figura 23; Apêndice 5) não devem ser interpretados como falha da vigilância, uma vez que o número de casas (covariável fixa em todos os ajustes) é muito maior em ambos os municípios, podendo influenciar as predições sobre o

número de invasões. Em terceiro lugar, as covariáveis analisadas foram escolhidas levando em conta a biologia dos vetores investigados e a disponibilidade de dados; é possível que existam outras variáveis, não consideradas neste trabalho, que expliquem melhor a variação nas variáveis dependentes. Diante da escassez de informação sobre o fenômeno de invasão de casas por triatomíneos não domiciliados, foram selecionadas as variáveis que estavam disponíveis e pareceram razoáveis.

As análises, embora exploratórias, sugerem que, para as espécies e a região consideradas, o clima tem uma influência mais clara e forte do que os elementos da paisagem ou a tipologia dos biomas sobre a invasão de residências por triatomíneos silvestres. Em geral, temperaturas diurnas muito altas parecem limitar a invasão de domicílios por estes vetores, possivelmente porque afetam à sobrevivência e o crescimento das colônias silvestres. No nível da paisagem, os resultados indicam provável efeito negativo da perda de habitat (e talvez de hospedeiros) em ambientes muito degradados, mas também que algumas espécies ou populações poderiam se beneficiar de níveis intermediários de degradação. As análises também sugerem que as respostas de diferentes espécies aos mesmos fatores ambientais não são sempre equivalentes; algumas covariáveis podem até ter efeitos contrários sobre a ocorrência e a atividade de voo de uma mesma espécie, como no caso da precipitação sobre *R. pictipes*. A escolha cuidadosa dos modelos usados nas análises, incluindo a consideração de aspectos biológicos (a provável ausência real de algumas espécies em alguns municípios, que levou à escolha de modelos **ZINB**) e das características dos dados (com distribuições claramente diferentes da mais usada em análises de dados de contagens, a de Poisson, o que levou à escolha de modelos **NB**) é uma das fortalezas deste trabalho.

Em conclusão, este trabalho mostra que a vigilância entomológica de rotina, quando executada com responsabilidade, gera dados extremamente úteis para entender o processo de invasão (e não só de infestação e colonização) de ambientes humanos por triatomíneos silvestres. Manter e reforçar os sistemas de vigilância, incorporando um forte componente de participação das comunidades, é claramente necessário (Abad-Franch *et al.*, 2011). Os dados expõem uma realidade pouco entendida pelos responsáveis políticos dos grandes programas de saúde pública: a invasão de casas por triatomíneos silvestres é um fenômeno muito comum e geograficamente muito extenso – e que supõe um risco importante para uma grande parcela da população latino-

americana. É evidente, além disso, que os dados aqui analisados representam somente uma pequena parte da realidade – por cada evento de invasão registrado, muitos outros se produzem que não são detectados pela vigilância. No entanto, é possível desenvolver um entendimento racional do fenômeno de invasão de residências por estes vetores, sugere este trabalho demonstra como esse entendimento pode ser usado para melhorar a prevenção primária da DC. Este tipo de iniciativa evidencia como o trabalho conjunto dos responsáveis dos programas de saúde pública e dos membros da comunidade científica pode incentivar o desenvolvimento de novas linhas de ação frente a problemas complexos cujas soluções não surgirão das atividades isoladas de cada uma das duas categorias profissionais.

## **7 CONCLUSÃO**

---

A partir dos resultados apresentados pela presente pesquisa podemos concluir que:

- Das quatorze espécies notificadas, *T. sordida* foi a que apresentou maior número de capturas, entre vetores domiciliados e não domiciliados, demonstrando alta taxa de colonização;
- Em Tocantins, *T. brasiliensis* parece não apresentar papel importante na transmissão domiciliar da DC, devido à baixa frequência de captura e ausência de colonização dos ecótopos artificiais;
- Embora a densidade de *T. pseudomaculata* não tenha sido alta, esta espécie foi notificada todos os anos, com maior colonização peridomiciliar, o que pode defini-la como espécie com potencial vetorial em ambiente artificial na região;
- A ausência de infecção natural em *P. megistus* e a baixa quantidade de espécimes notificados sugerem baixo potencial vetorial por esta espécie em Tocantins;
- *Rhodnius pictipes* é a espécie não domiciliada mais notificada em ecótopos artificiais;
- Entre os vetores não domiciliados, *R. robustus*, *P. lignarius*, *P. diasi*, *C. pilosa*, *E. mucronatus* e *T. jatai* não apresentaram potencial de colonização da unidade domiciliar;
- O potencial de invasão de *R. pictipes*, *R. robustus*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* é maior que o potencial de colonização em Tocantins;



- O potencial de colonização do ambiente artificial por *T. costalimai*, com expressiva taxa de infecção, sinaliza a possibilidade de transmissão domiciliar por esta espécie no estado;
- A grande diversidade de triatomíneos, tanto as espécies invasoras quanto as domiciliadas, o estreito relacionamento destas com o ciclo silvestre e a presença de ninfas em ambiente artificial caracterizam um padrão epidemiológico que justifica a permanência da atenção e controle;
- De forma geral, temperaturas mais altas podem limitar a invasão de ambientes artificiais por triatomíneos não domiciliados em Tocantins;
- Em ambientes moderadamente “antropizados” possivelmente haja mais eventos de invasão domiciliar por *R. neglectus* e *P. geniculatus*;
- Em áreas fortemente degradadas provavelmente há menor quantidade de *R. pictipes*, *R. neglectus* e *P. geniculatus* invadindo ambientes artificiais no estado;
- Em municípios com áreas correspondentes ao bioma Amazônia há mais invasões domiciliares por *R. pictipes* no estado de Tocantins;
- A Modelagem Ecológica combinando dados da Região (*Cerrado e Amazônia*), Paisagem, Clima e vetores auxilia na previsão e estratificação do risco em áreas sem colonização domiciliar por triatomíneos.

## **8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

Abad-Franch F, Palomeque FS, Aguilar HMT, Miles MA. Field ecology of sylvatic *Rhodnius* populations (Heteroptera, Triatominae): risk factors for palm tree infestation in western Ecuador. Trop Med Int Health 2005 Dec; 10(12):1258-66.

Abad-Franch F, Monteiro FA. Molecular research and the control of Chagas disease vectors. An Acad Bras Cienc 2005 Sep; 77(3):437-54.

Abad-Franch F. Enfermedad de Chagas en la Amazonia: mitos, datos y una hipótesis. In:Memorias de la 2ª Reunión de la Iniciativa Intergubernamental de Vigilancia y Prevención de la Enfermedad de Chagas en la Amazonia. Montevideo: IDRC-OPS-Fiocruz 2006. Disponível em: [www.idrc.ca/es/ev-103576-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/es/ev-103576-201-1-DO_TOPIC.html).

Abad-Franch F, Monteiro F. Biogeography and evolution of Amazonian triatomines (Heteroptera:Reduviidae): implications for Chagas disease surveillance in humid forest ecoregions. Mem Inst Oswaldo Cruz 2007; 102(Suppl.I): 57-69.

Abad-Franch F, Monteiro FA, Jaramillo N, Gurgel-Gonçalves R, Dias FBS, Diotaiuti L. Ecology, evolution, and the long-term surveillance of vector-borne Chagas disease: A multi-scale appraisal of the tribe Rhodniini (Triatominae). Acta Trop 2009; 11: 159-177.

Abad-Franch F, Ferraz G, Campos C, Palomeque FS, Grijalva MJ, Aguilar HM, et al. Modeling disease vector occurrence when detection is imperfect: infestation of Amazonian palm trees by triatomine bugs at three spatial scales. PLoS Negl Trop Dis 2010; 4(3): 620.

Abad-Franch F, Vega MC, Rolon MS, Santos WS, Rojas de Arias A. Community participation in Chagas disease vector surveillance: systematic review. PLoS Negl Trop Dis 2011 Jun; 5(6): 1207.

Abad-Franch F, Pavan MG, Jaramillo NO, Palomeque FS, Dale C, Chaverra, D. & Monteiro FA. *Rhodnius barretti*, a new species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) from western Amazonian. Mem Inst Oswaldo Cruz 2013a Oct; 108 (Suppl. I): 92-99.

Abad-Franch F, Diotaiuti L, Gurgel-Goncalves R, Gürtler RE. Certifying the interruption of Chagas disease transmission by native vectors: cui bono? Mem Inst Oswaldo Cruz 2013b Apr; 108(2):251-4.

Aguilar HM, Abad-Franch F, Dias JC, Junqueira AC, Coura JR. Chagas disease in the Amaz region. Mem Inst Oswaldo Cruz 2007 Oct 30; 102 (Suppl 1): 47-56.

Alarcón de Noya B, Diaz-Bello Z, Comenares C, Ruiz-Guevara R, Mauriello L, Zavala-Jaspe R et al. Large Urban Outbreak of Orally Acquired Acute Chagas Disease at a School in Caracas, Venezuela. Jour Infec Dis 2010 May; 201(9): 1308-15.

Almeida OS, Júnior WC, Obara MT, Santos HR, Barata MS, 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 Jul-Ago; 41(4):374-380.

Aragão MB. Domiciliação de triatomíneos ou pré-adaptação à antropofilia e à ornitofilia?. Rev Saude Publica 1983 Feb; 17(1):51-5.

Assis GFM, Azeredo BVM, Gorla D, Diotaiuti L, Lana M. Entomological surveillance of Chagas disease in Berilo municipality, Jequitinhonha Valley, State of Minas Gerais, Brazil. Rev Soc Bras Med Trop 2009 Nov-Dez; 42(6):615-621.

Bacigalupo A, Torres-Perez F, Segovia V, Garcia A, Correa JP, Moreno L, Arroyo P, Cattan PE. Sylvatic foci of the Chagas disease vector *Triatoma infestans* in Chile: description of a new focus and challenges for control programs. Mem Inst Oswaldo Cruz 2010; 105: 633–641.

Barbosa RL, Dias VL, Pereira KS, Schmidt FL, Franco RM, Guaraldo AM, et al. Survival in vitro and virulence of *Trypanosoma cruzi* in acai pulp in experimental acute Chagas disease. J Food Prot 2012 Mar; 75(3):601-6.

Barrett TV, Arias JR. A new Triatominae host of *Trypanosoma* from the central Amaz of Brasil, *Cavernicola lenti* n. sp. Mem Inst Oswaldo Cruz 1985; 80: 91-96.

Barrett TV. Current research on amazonian triatominae. Mem Inst Oswaldo Cruz 1988 Nov; 83(Suppl. I): 441.

Barrett TV. Advances in triatomine bug ecology in relation to Chagas disease. In: Harris KH, editores. Advances in disease vector research. New York: Springer-Verlag; 1991. P. 143-176.

Barretto MP. Epidemiologia. In: Andrade Z, Brener Z, editores. *Trypanosoma cruzi* e doença de Chagas. 1ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1979. P. 89-151.

Borges EC, Dujardin JP, Schofield CJ, Romanha AJ, Diotaiuti L. Dynamics between sylvatic, peridomestic and domestic populations of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera: Reduviidae) in Ceará State, Northeastern Brazil. Acta Trop 2005; 93: 119-126.

Brener Z. Biology of *Trypanosoma cruzi*. Annu Rev Microbiol 1973; 27:347-82.

Brener Z. *Trypanosoma cruzi*: Morfologia e ciclo evolutivo. In: Dias JCP, Coura JR. Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral. 1ªed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 27-31.

Brown KSL, Brown GG. Habitat alteration and species loss in brazilian forests. In: Whitmores TC, Sayer JA, editores. Tropical deforestation and species extinction. London: Chapman & Hall; 1992. P. 119-142.

Burnham KP, Anderson DR. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods and Research* 2004; 33, 261.

Camargo ME, Silva GR, Castilho EA, Silveira AC. Inquérito sorológico da prevalência de infecção chagásica no Brasil, 1975/1980. *Ver Inst Md Trop* 1984 Jul-Ago; 26(4): 192-204.

Cameron AC & Trivedi PK. *Regression Analysis of Count Data*. 2ª ed. Cambridge: University Press 1998.

Cançado JR. Terapêutica específica In: Dias JCP, Coura JR, editores. *Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral*. 1ªed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 323-351.

Cançado JR. Long term evaluation of etiological treatment of chagas disease with benznidazole. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 2002 Jan-Feb; 44(1):29-37.

Carcavallo RU. Climatic factors related to Chagas disease transmission. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1999; 94 (Suppl 1): 367-9.

Carcavallo RU, Girón IG, Juberg J, Lent H. Geographical distribution and alti-latitudinal dispersion. In: Carcavallo RU, Girón IG, Juberg J, Lent H, editores. *Atlas dos vetores da Doença de Chagas nas Américas*. Vol III. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1999. P. 747-793.

Castro MCM, Barrett TV, Santos WS, Abad-Franch F, Rafael JÁ. Attraction of Chagas disease vectors (Triatominae) to artificial light sources in the canopy of primary Amazon rainforest. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2010. Dec; 105(80): 1061-1064.

Ceballos LA, Piccinali RV, Berkunsky I, Kitron U, Gürtler RE. First finding of melanic sylvatic *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) colonies in the Argentine Chaco. J Med Entomol 2009 Sep;46(5): 1195-202.

Chagas CRJ. Nova tripanozomíaze humana. Estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do *Schizotrypanum cruzi* n. gen., n. sp., agente etiológico de nova entidade mórbida do homem. Mem Inst Oswaldo Cruz 1909; 1: 159-228.

Chagas CRJ. Nova entidade mórbida do homem: resumo geral de estudos etiológicos e clínicos. Mem Inst Oswaldo Cruz 1911; 3(2):219-275.

Chagas CRJ. The discovery of *Trypanosoma cruzi* and of American Trypanosomiasis. Historic retrospect. Mem Inst Oswaldo Cruz 1922; 15(1):3-11.

Chagas CRJ. Infection naturelle dès singes du Pará (*Chrysotrix sciureus*) par *Trypanosoma cruzi*. Comp Rend Séanc Biol Ses Fin 1924; Fev 6; 90: 873-876.

Confalonieri UEC, Chame M, Najjar A, Chaves SAM, Krug T, Nobre C, Miguez JDG, Cortesão J e Hacon S. Mudanças Globais e Desenvolvimento: Importância para a Saúde. Informe Epidemiológico do SUS 2002; 11(3): 139-154.

Costa J, Almeida JR, Britto, Duarte Rosemere, Silva-Marchon V, Pacheco RS. Ecotopoes, Natural Infection and Trophic Resources of *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Mem Inst Oswaldo Cruz 1998 Jan-Feb; 93(1): 7-13.

Costa J, Peterson AT, Beard CB. Ecologic niche modeling and differentiation of populations of *Triatoma brasiliensis* Neiva, 1911, the most important Chagas' disease vector in northeastern Brazil (hemiptera, reduviidae, triatominae). Am J Trop Med Hyg 2002 Nov; 67(5):516-20.

Coura JR. Chagas' disease as endemic to the Brazilian Amaz: risk or hypothesis? Rev Soc Bras Med Trop 1990 Apr-Jun; 23(2):67-70.

Coura JR. O Falso Dilema sobre a Luta Antivetorial e as Perspectivas de Controle da doença de Chagas no Brasil. BHC ou BNH? Cad Saude Publ 1993 Out-Dez; 9(4):514-518.

Coura JR, Barrett TV, Naranjo MA. Ataque de populações humanas por triatomíneos silvestres no Amazonas: Uma nova forma de transmissão da infecção chagásica? Rev Soc Bras Med Trop 1994a Oct-Dec; 27(4):251-4.

Coura JR, Junqueira ACV, Giordano CM, Funatsu IRK. Chagas' disease in the Brazilian Amazon. Rev Inst Med Trop 1994b; 36(4): 363-368.

Coura JR, Naranjo MA, Willcox HPF. Chagas' disease in the Brazilian Amazon. II. A serological Survey (1). Rev Inst Med Trop 1995 Mar-Apr; 37 (2): 103-107.

Coura JR, Junqueira AC, Boia MN, Fernandes O. Chagas disease: from bush to huts and houses. Is it the case of the Brazilian Amaz? Mem Inst Oswaldo Cruz 1999; 94 (Suppl 1):379-84.

Coura JR, Junqueira ACV, Fernandes O, Valente SAS, Miles MA. Emerging Chagas disease in Amazonian Brazil. Trends Parasitol 2002; 18: 171-176.

Coura JR. Tripanosomose, doença de Chagas. Cienc Cult 2003 Jan 1; 55(1):30-33.

Coura JR. The main sceneries of Chagas disease transmission. The vectors, blood and oral transmissions – A comprehensive review. Mem Inst Oswaldo Cruz 2015; 1-6.

Deane MP & Damasceno R. Encontro de *Panstrongylus lignarius* naturalmente infectado por tripanosoma do tipo cruzi e algumas notas sobre a sua biologia. Rev Serv Saúde Públ 1949; (2): 809-814.



Deane MP, Lenzi HL, Jansen A. *Trypanosoma cruzi*: vertebrate and invertebrate cycles in the same mammal host, the opossum *Didelphis marsupialis*. Mem Inst Oswaldo Cruz 1984 Oct-Dec; 79(4):513-5.

Dias E. Estudos sobre o *Schizotrypanum cruzi*. Mem Inst Oswaldo Cruz 1934 Fev; 28(1):1-110.

Dias E, Pellegrino J. Alguns ensaios com o "gammexane" no combate aos transmissores da doença de Chagas. Brasil Médico 1948; 62:9-17.

Dias JCP. Mecanismos de transmissão. In: Andrade Z, Brener Z, *Trypanosoma cruzi* e doença de Chagas. 1ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1979. P. 152-174.

Dias JCP; Brener S. Chagas' disease and blood transfusion. Mem Inst Oswaldo Cruz 1984; 79 (Suppl 1):139-147.

Dias JCP. Control of Chagas disease in Brazil. Parasitol Today 1987 Nov; 3(11):336-41.

Dias JCP. Controle da doença de Chagas. In: Dias JCP, Coura JR, editores. Clínica e terapêutica da doença de Chagas. 1ªed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 453-468.

Dias JCP, Coura JR. Epidemiologia. In: Dias JCP, Coura JR, editores. Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral. 1º ed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 33-65.

Dias JCP, Schofield CJ. Controle da transmissão transfusional da doença de Chagas na Iniciativa do Cone Sul. Rev Soc Bras Med Trop 1998 Jul-Ago; 31(4):373-383.

Dias JCP. Mecanismos de transmissão. In: Brener Z, Andrade Z, Barral-Neto M, editores. *Trypanosoma cruzi* e doença de Chagas. 2ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. P. 58-60.

Dias JCP, Machado EMM, Fernandes AL, Vinhaes MC. Esboço geral e perspectivas da doença de Chagas no Nordeste do Brasil. *Cad Saúde Públ* 2000; 16(Supp 2): 13-34.

Dias JCP, Silveira AC, Schofield CJ. The impact of Chagas disease control in Latin America: a review. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2002a Jul; 97(5):603-12.

Dias JCP, Machado EM, Borges EC, Moreira EF, Gontijo C, Azeredo BV. Doença de Chagas em Lassance, Minas Gerais Reavaliação clínico-epidemiológica 90 anos após a descoberta de Carlos Chagas. *Rev Soc Bras Med Trop* 2002b; 35(2):167-76

Dias JCP. Notas sobre o *Trypanosoma cruzi* e suas características bio-ecológicas, como agente de enfermidades transmitidas por alimentos. *Rev Soc Bras Med Trop* 2006a Jul-Ago; 39(4):370-5.

Dias JCP. Chagas disease: successes and challenges. Editorial. *Cadernos de Saúde Editorial. Cadernos de Saúde Pública* 2006b; 22: 2021.

Dias JC. Southern Cone Initiative for the elimination of domestic populations of *Triatoma infestans* and the interruption of transfusional Chagas disease. Historical aspects, present situation, and perspectives. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2007 Oct 30; 102 (Suppl 1):11-18.

Dias JCP. Os primórdios do controle da doença de Chagas. (Em homenagem a Emmanuel Dias, pioneiro do controle, no centenário de seu nascimento). *Rev Soc Bras Med Trop* 2011; 44 (Suppl 2):12-8.

Dias JCP, Amato Neto V, Luna EJ. Mecanismos alternativos de transmissão do *Trypanosoma cruzi* no Brasil e sugestões para sua prevenção. Rev Soc Bras Med Trop 2011 Mai-Jun; 44(3):375-9.

Dias JCP. Human Chagas Disease and Migration in the Context of Globalization: Some Particular Aspects Journal of Trop Med 2013.

Dias FBS, Quartier M, Diotaiuti L, Mejia G, Harry M, Lima ACL, Davidson R, Mertens F, Lucotte M, Romaña CA. Ecology of *Rhodnius robustus* Larrouse, 1927 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in *Attalea* palm trees of the Tapajós River Region (Pará State, Brazilian Amazon). Parasites & Vectors 2014; 7: 154.

Diotaiuti L, Dias JCP. Ocorrência e biologia do *Rhodnius neglectus* Lent, 1954 em macaubeiras da periferia de Belo Horizonte, Minas Gerais. Mem Inst Oswaldo Cruz 1984 Jul-Set; 79 (3): 293-301.

Diotaiuti L, Paula OR, Falcão PL, Dias JCP. Evaluation of Chagas Disease vector control programs in Minas Gerais, Brazil, with special reference to *Triatoma sordida*. Bol Oficina Sanit Panam 1994; 28(3):211–219.

Diotaiuti L, Bernardino VMA, Busek SCU, Fernandes AJ. Controle do *Triatoma sordida* no peridomicílio rural do município de Porteirinha, Minas Gerais, Brasil. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health 1998; 3(1).

Diotaiuti L, Filho OFF, Carneiro FCF, Dias JCP, Pires HHR, Schofield CJ. Aspectos operacionais do controle de *Triatoma brasiliensis*. Cad Saúde Públ 2000 16(Sup. 2): 61-67.

Fé NF, Magalhães LK, Fé FA, Arakian SK, Monteiro WM, Barbbosa MG. Ocorrência de triatomíneos em ambientes silvestres e domiciliares do município de Manaus, Estado do Amazonas. Rev Soc Bras Med Trop 2009 Nov-Dez; 42(6): 642-646.

Forattini OP, Ferreira AO, Silva EOR, Rabello EX. Aspectos ecológicos da tripanossomíase americana. XIV– Persistência e potencial de domiciliação de populações triatomínicas silvestres em região de intensa atividade agropecuária. Rev Saúde Públ 1979; 18:12-46.

Forattini OP. Biogeografia, origem e distribuição da domiciliação de triatomíneos no Brasil. Rev Saude Publ 1980; 14: 265-99.

Forattini OW, Barata JMS, Sants JLF, Silvira AC. Hábitos alimentares, infecção natural e distribuição de triatomíneos domiciliados na região central do Brasil. Rev Saúde Públ 1982; 16:171-204.

Forattini OP, Ferreira AO, Rabello EX, Barata JMS, Santos JLF. Aspectos ecológicos da tripanossomíase americana. XVII – Desenvolvimento da domiciliação triatomínea regional, em centro de endemismo de *Triatoma sordida*. Rev Saúde Públ 1983; 17: 159-99.

Fraiha H. Panorama atual das parasitoses na Amazônia. Rev Fsesp 1977; 22(1):7-20.

Freitas SPC, Lorosa ES, Rodrigues DCS, Freitas ALC, Gonçalves TCM. Fontes alimentares de *Triatoma pseudomaculata* no estado do Ceará, Brasil. Rev Saúde Públ 2005; 39(1): 27-32.

Frias-Lasserre D. A new species and karyotype variation in the bordering distribution of *Mepraia spinolai* (Porter) and *Mepraia gajardoi* Frias et al (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Chile and its parapatric model of speciation. Neotrop Entomol 2010 Jul-Aug; 39(4):572-83.

Garcia-Zapata, Virgen D, Soares VA, Bosworth A, Marsden PD. House invasion by secondary triatomine species in Mambai, Goiás-Brazil. Rev Soc Bras Med Trop 1985 Jul-Set; 199-201.

Garcia ES, Azambuja P. Development and interactions of *Trypanosoma cruzi* within the insect vector. Parasitol ToDia 1991 Sep; 7(9):240-4.

Giacomini HC. Sete motivações teóricas para o uso da modelagem baseada no indivíduo em ecologia. *Acta Amaz* 2007; 37(3): 431-446.

Glanz K, Lewis FM, Rimer BK. *Health Behavior and Health Education: Theory, Research and Practice*. 2nd ed. California: Jossey-Bass; 1990.

Gonçalves TC, Teves-Neves SC, dos Santos-Mallet JR, Carbajal-de-la-Fuente AL, Lopes CM. *Triatoma jatai* sp. nov. in the state of Tocantins, Brazil (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2013 Jun; 108(4):429-37.

Gottdenker NL, Calzada JE, Saldana A, Carroll CR. Association of anthropogenic land use change and increased abundance of the Chagas disease vector *Rhodnius pallescens* in a rural landscape of Panama. *Am J Trop Med Hyg* 2011 Jan; 84(1):70-7.

Guhl F, Pinto N, Aguilera G. Sylvatic triatominae: a new challenge in vector control transmission. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2009 Jul; 104 (Suppl 1):71-5.

Gurevitz JM, Ceballos LA, Kitron U, Gürtler RE. Flight initiation of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) under natural climatic conditions. *J Med Entomol* 2006 Mar; 43(2):143-50.

Gurgel-Gonçalves R, Cuba CAC. Estrutura de populações de *Rhodnius neglectus* Lent e *Psammolestes tertius* Lent & Jurberg (Hemiptera, Reduviidae) em ninhos de pássaros (Furnariidae) presentes na palmeira *Mauritia flexuosa* no Distrito Federal, Brasil. *Rev Bras Zoologia* 2007 Mar; (2491): 157-163.

Gurgel-Gonçalves R, Abad-Franch F, Ferreira JBC, Santana DB, Cuba CAC. Is *Rhodnius prolixus* (Triatominae) invading houses in central Brazil? *Act Trop* 2008 (107): 90-98.

Gurgel-Gonçalves R, Cuba CAC. Predicting the Potential Geographical Distribution of *Rhodnius neglectus* (Hemiptera, Reduviidae) Based on Ecological Niche Modeling. Journal Med Entom. 2009; (4694): 952-960.

Gurgel-Gonçalves R, Lima IP, Pereira FCA, Cavalcante RR. Distribuição geográfica, infestação domiciliar e infecção natural de triatomíneos (Hemiptera: Reduviidae) no Estado do Piauí, Brasil, 2008. Rev Pan-Amaz Saúde 2010; 1(4): 57-64.

Gurgel-Gonçalves R, Galvao C, Costa J, Peterson AT. Geographic distribution of Chagas disease vectors in Brazil based on ecological niche modeling. J Trop Med 2012a.

Gurgel-Gonçalves R, Júnior GR, Neto EMC. Infestation of Palm Trees by Triatomines (Hemiptera: Reduviidae) in the State of Bahia, Brazil. Entomo Brasiliis 2012b; 5(3): 227-231.

Gürtler RE. Sustainability of vector control strategies in the Gran Chaco Region: current challenges and possible approaches. Mem Inst Oswaldo Cruz 2009; 104(1): 52-59.

Hiwat H. Triatominae species of Suriname (Heteroptera: Reduviidae) and their role as vectors of Chagas disease. Mem Inst Oswaldo Cruz 2014 Jul; 109(4):452-8.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=to>

Jannin J, Villa L. An overview of Chagas disease treatment. Mem Inst Oswaldo Cruz 2007 Oct 30; 102 (Suppl 1):95-7.

Jurberg J & Galvão C. Biology, ecology and systematics of Triatominae (Heteroptera, Reduviidae) vectors of Chagas' disease and implications for human health. Denisia 2006; 19:1096-1116.

Jurberg J, Cunha, V, Cailleaux S, Raigorodski R, Lima MS, Rocha DS & Moreira FFF. *Triatoma pintodiasi* sp.nov. of the *T. rubrovaria* subcomplex (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Rev Pan-AmazSaude 2013; 4 (1): 43-56.

Jurberg J, Rodrigues JMS, Moreira FFF, Dale C, Cordeiro IRS, Jr VDL, Galvão C, Rocha DS. Atlas Iconográfico dos Triatomíneos do Brasil (Vetores da Doença de Chagas). Laboratório Nacional e Internacional de Referência em Taxonomia, Instituto Oswaldo Cruz 2014.

Kollien AH, Schaub GA. The development of *Trypanosoma cruzi* in triatominae. Parasitol ToDia. 2000 Sep; 16(9):381-387.

Lainson R, Shaw JJ, Fraiha H, Miles MA, Draper CC. Chagas's Disease in the Amaz Basin: *Trypanosoma cruzi* infections in silvatic mammals, triatomine bugs and man in the State of Para, north Brazil. Trans R Soc Trop Med Hyg 1979; 73(2):193-204.

Lambert D. Zero-Inflated Poisson regression with na application to defects in manufacturing. Technometrics 1992; 34:1-14.

Laranja FS, Dias E, Nobrega G. Clínica e terapêutica da doença de Chagas. Mem Inst Oswaldo Cruz 1948 Jun; 46(2):473-529.

Laranja FS, Dias E, Nobrega G, Miranda A. Chagas' disease. A clinical, epidemiologic and pathologic study. Circulation Journal Americ Heart Assoc 1956; 14: 1035-1060.

Lehane MJ, Schofield CJ. Field experiments of dispersive flight by *Triatoma infestans*. Trans roy Soc trop Med Hyg 1981; (75):399-400.

Lehane MJ, Schofield CJ. Flight initiation in *Triatoma infestans* (Klug) (Hemiptera: Reduviidae). Bull Ent Res 1982; (72): 497-510.

Leite GR, Santos CB, Falqueto A. Influence of the landscape on dispersal of sylvatic triatomines to anthropic habitats in the Atlantic Forest. *J Biogeogr* 2011; 38: 651-663.

Lent H, Wygodzinsky P. Revision of the Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) and their significance as vectors of Chagas' disease. *Bull Am Mus Nat Hist* 1979; 163: 123-520.

Lent H, Jurberg J, Carcavallo RU. *Belminus laportei* sp. n. da Região Amazônica. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1995; 90: 33-39.

Lenzi HL. The recent discovery of what might be a primordial escape mechanism for *Trypanosoma cruzi*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1984; 79: 273-92.

Lorenzo MG, Guarneri AA, Pires HHR, Diotaiuti L, Lazzari CR. Aspectos microclimáticos del hábitat de *Triatoma brasiliensis*. *Cad Saúde Públ* 2000; 16(Sup.2): 69-74.

Lorenzo MG, Minoli AS, Lazzari CR, Paula AS, Diotaiuti L . O microclima dos ecótopos naturais das espécies do gênero *Rhodnius* no município de Tocantinópolis, estado de Tocantins, Brasil. In: XXXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2003, Belém, PA. *Rev Soc Bras Med Trop* 2003; 36: 425-425.

Lorosa ES, Andrade RE, Santos SM, Pereira CA, Vnhaes MC, Jurberg J. Estudo da infecção natural e fontes alimentares de *Triatoma costalimai* Verano & Galvão, 1959, *Rhodnius neglectus* Lent, 1954 e *Psammolestes tertius* Lent & Jurberg, 1965 do estado de Goiás, Brasil, através da técnica de precipitna. *Ent Vecors* 1999 Jul-Ago; 6(4): 405-414.

Lotka AJ. *Elements of physical biology*. Williamns & Wilkins Co., Baltimore; 1925.

Luz C, Fargues J, Grunewald J. Development of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera:Reduviidae) under constant and cyclic conditions of temperature and humidity. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1999 May-Jun; 94(3):403-409.



Machiner F, Cardoso RM, Castro C, Gurgel-Gonçalves R. Occurrence of *Triatoma costalimai* (Hemiptera: Reduviidae) in different environments and climatic seasons: a field study in the Brazilian savanna. Rev Soc Bras Med Trop 2012; 45(5): 567-571.

Martins A, Versiani V, Tupinambá A. Estudos sobre a Tripanosomiase americana em Minas Gerais, Brasil. Mem Inst Oswaldo Cruz 1940; 35(2).

Martins-Melo FR, Alencar CH, Ramos AN, Jr., Heukelbach J. Epidemiology of mortality related to Chagas' disease in Brazil, 1999-2007. PLoS Negl Trop Dis 2012a; 6(2):1508.

Martins-Melo FR, Ramos AN, Jr., Alencar CH, Lange W, Heukelbach J. Mortality of Chagas' disease in Brazil: spatial patterns and definition of high-risk areas. Trop Med Int Health 2012b Sep; 17(9):1066-1075.

Massaro DC, Rezende DS, Camargo LMA. Estudo da fauna de triatomíneos e da ocorrência de doença de Chagas em Nonte Negro, Rondônia, Brasil. Rev Bras Epidemiol 2008; 11(2): 228-40.

Miles MA, de Souza AA, Pova M. Chagas' disease in the Amaz basin III. Ecotopes of ten triatomine bug species (Hemiptera: Reduviidae) from the vicinity of Belem, Para State, Brazil. J Med Entomol 1981 Jul; 18(4):266-78.

Miles MA, Arias JR, Souza AA. Chagas' disease in the Amazon basin: V. Periurban palms as habitats of *Rhodnius robustus* and *Rhodnius pictipes* - triatomine vectors of Chagas' disease. Mem Inst Oswaldo Cruz 1983 Out-Dez; 78(4): 391-398.

MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Nota Técnica doença de Chagas Aguda por transmissão oral. 25 de setembro de 2005. Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota\\_chagas2609.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_chagas2609.pdf).

MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Nota Técnica doença de Chagas Aguda por transmissão oral. 9 de outubro de 2007. Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota\\_chagas\\_091007.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_chagas_091007.pdf).

MS. Ministério da Saúde. Portal da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Doença de Chagas. 2015. Disponível em <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/doenca-de-chagas>

Minoli AS, Lazzari CR. Take-off activity and orientation of triatomines (Heteroptera: Reduviidae) in relation to the presence of artificial lights. *Acta Trop* 2006; (97): 324-330.

Monteiro CAF. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. *Rev Bras Geografia* 1951.

Monteiro FA, Barrett TV, Fitzpatrick S, Córdón-Rosales C, Feliciangeli MD, Beard CB. Molecular phylogeography of the Amazonian Chagas disease vectors *Rhodnius prolixus* and *Rhodnius robustus*. *Mol Ecol* 2003; (12) 997–1006.

Naiff MF, Naiff RD, Barrett TV. Vetores selváticos de doença de Chagas na área urbana de Manaus (AM): atividade de voo nas estações secas e chuvosas. *Rev Soc Bras Med Trop* 1998 Jan-Fev; 31(1): 103-105.

Nelder JA, Wedderburn RWM. Generalized Linear Models. *Journ Royal Stat Soc A* 1972; 135: 370–384.

Neto VA, Shikanai-Yasuda MA, Amato VS. Doença de Chagas aguda. In: Dias JCP, Coura JR., Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral. 1º ed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 127-133.

Nóbrega AA, Garcia MH, Tatto E, Obara MT, Costa E, Sobel J, et al. Oral transmission of Chagas disease by consumption of acai palm fruit, Brazil. *Emerg Infect Dis* 2009 Apr; 15(4):653-5.

Noireau F, Bosseno MF, Carrasco R, Telleria J, Vargas F, Camacho C, Yaksic N, Brenière. Sylvatic Triatomines (Hemiptera: Reduviidae) in Bolivia: Trends toward domesticity and possible infection with *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae). *Journal Med Entom* 1995; 32(5): 594-598.

Noireau F, Flores R, Gutierrez T, Dujardin JP. Detection of sylvatic dark morphs of *Triatoma infestans* in the Bolivian Chaco. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1997 Sep-Oct; 92(5):583-4.

Obara MT, Cardoso AS, Pinto MCG, Souza CR, Silva RA, Gurgel-Gonçalves R. *Eratyrus mucronatus* Stål, 1859 (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae): First report in the State of Acre, Brazil, and updated geographic distribution in South America. *Check List* 2013; 9: 851-854.

Oliveira IAS, Maia AAS, Dantas EC. Avaliação do controle de qualidade na identificação taxonômica e exame parasitológico de triatomíneos, indicadores de resultados discordantes e positividade, nos anos de 2004 a 2006. *Boletim Epidemiológico Superintendência de Vigilância e Proteção a Saúde do Tocantins* 2008; 5: 1-3.

Oliveira AWS, Silva IG. Distribuição geográfica e indicadores entomológicos de triatomíneos sinantrópicos capturados no estado de Goiás. *Ver Soc Bras Med Trop*. 2007. Mar-Abr; 40(2):204-208.

Oliveira MA. Ecologia e Sistemática de *Cavernicola pilosa* Barbes, 1937 (Hemiptera, Reduviidae) [dissertação]. Belo Horizonte (MG): CPqRR/FIOCRUZ; 2005.

Oliveira MG, Souza RCM, Diotaiuti L. Redescription of the genus *Cavernicola* and the tribe Cavernicolini (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), with morphological and morphometric parameters. *Zootaxa* 2007; 1457: 57-68.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Epidemiologia da doença de Chagas por transmissão oral. In: Doença de Chagas. Guia para vigilância, prevenção, controle e manejo clínico da doença de Chagas aguda transmitida por alimentos. 1ªed. Rio de Janeiro: PANAFTOSA-VP/OPAS/OMS; 2009. P. 12-27.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. OPAS/OMS apoia o processo de certificação da interrupção da transmissão da Doença de Chagas por vetores secundários no Brasil, 2012 Disponível em: [http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2878&Itemid=777](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=2878&Itemid=777)

OMS. Organización Mundial de la Salud. Evaluación del controle vectorial. In: OMS. Control de la enfermedad de Chagas. 1991. Ginebra. 54 – 56.

Passos LAC, Guaraldo, AMA, Barbosa, RL et al. Survival and infectivity of *Trypanosoma cruzi* in açai pulp: in vitro and in vivo study. *Epidemiol Serv Saúde* 2012 Abr-Jun; 21(2):223-232.

Patterson JS, Barbosa SE, Feliciangeli MD. On the genus *Panstrongylus* Berg 1879: evolution, ecology and epidemiological significance. *Acta Trop* 2009 May-Jun; 110(2-3):187-99.

Pellegrino J. Transmissão da doença de Chagas pela transfusão de sangue: primeiras comprovações sorológicas de esquizotripanose em doadores e em candidatos a doadores de sangue. *Rev Bras Med* 1949; 6:297-301.

Pereira MH, Gontijo NF, Guarneri AA, Sant'Anna MRV, Diotaiuti L. Competitive displacement in Triatominae: the *Triatoma infestans* success. *Trends in Paras* 2006; 22 (11): 516-520.

Peterson AT, Navarro-Siguenza AG, Benitez-Diez H. 1998. The need for continued collecting a geographic analysis of Mexican bird specimens. *IBIS* 140; 288–294

Peterson AT, Sánchez-Cordero V, Beard CV, Ramsey JM. Ecology niche modeling and potential reservoirs for Chagas disease, Mexico. *Emerg Infect Dis* 2002; 8: 662-667.

Pinto AYN, Valente SA, Valente VC, Junior AGF, Coura JR. Fase aguda da doença de Chagas na Amazônia brasileira. Estudo de 233 casos do Pará, Amapá e Maranhão observados entre 1988 e 2005. *Ver Soc Bras Med Trop* 2008 Nov-Dez; 41 (6): 602-614.

Poinar Jr. *Panstrongylus hispaniolae* sp. n. (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), a new fossil triatominein Dominican amber, with evidence of gut flagellates. *Palaeodiversity* 2013: (6), 1–8.

Prata A. Abordagem geral do paciente chagásico. In: Dias JCP, Coura JR, editors. *Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral*. 1ªed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 115-126.

Rangel EF. Observações sobre a influência da temperatura no período de incubação dos ovos de Triatominae (Hemiptera, Reduviidae). *Anais da Soc Ento Bras* 1982; 11:251-4.

Rebêlo JMM, Barros VLL, Mendes WA. Espécies de Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) do Estado do Maranhã, Brasil. *Cad Saúde Públ* 1998; 14(1): 187-192.

Requena-Méndez A, Viñas-Albajar P, Angheben A, Chiodini P, Gascon J, Muñoz. Health policies to control Chagas disease transmission in european countries. *Plos Neg Trop Diseases* 2014; 8(10).

Rezende JM. O aparelho digestivo na doença de Chagas – Aspectos Clínicos. In: Dias JCP, Coura JR. Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral. 1º ed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 153-176.

Rocha DS, Galvão C, Jurberg J. Biologia do *Rhodnius pictipes* Stal, 1872 em Condições de Laboratório (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Mem Inst Oswaldo Cruz 1994 Apr-Jun; 82(2):265-270.

Rocha DS, Jurberg J, Carcavallo RU, Cunha V, Galvão C. Influência da temperatura e umidade na biologia de *Rhodnius neglectus* Lent, 1954 em laboratório (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). Rev Soc Bras Med Trop 2001a Jul-Ago; 34(4): 357-363.

Rocha DS, Jurberg J, Carcavallo RU, Presgrave OAF, Cunha V, Galvão C. Influência da temperatura e umidade no desenvolvimento ninfal de *Rhodnius robustus*. Ver Saúde Públ 2001b; 35(4):400-6.

Rodrigues VLCC, Junior CP, Silva RA, Wanderley DMV, Guirardo MM, Rodas LAC, et al. Colonization of palm trees by *Rhodnius neglectus* and household and invasion in an urban area, Araçatuba, São Paulo state, Brazil. Rev Inst Med Trop 2014 May-Jun; 56(3): 213-218.

Rolón M, Vega MC, Román F, Gómez A, de Arias AR. First report of colonies of sylvatic *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) in the Paraguayan Chaco, using a trained dog. PLoS Negl Trop Dis 2011; 5: 1026.

Romaña C. Acerca de un sintoma inicial de valor para el diagnóstico de la forma aguda de la enfermedad de Chagas. La conjuntivitis esquizotripanósica unilateral. (Hipótesis sobre la puerta de entrada conjuntival de la enfermedad). MEPRA 1935; 22:16-28.

Romaña CA, Pizarro JC, Rodas E, Guilbert E. Palm trees as ecological indicators of risk áreas for Chagas disease. Trans Royal Soc Trop Medicine 1999; (93): 594-595.

Romaña CA. O controle da tripanossomíase americana requer vigilância ecológica e social da emergência de risco. In: Teixeira ARL, editores. Doença de Chagas e Evolução. Brasília: Ed. UnB; 2007. P. 233–251.

Rosa JA, Rocha CS, Gardim S, Pinto MC, Mendonça VJ, Ferreira Filho JCR, de Carvalho EOC, Camargo LMA, de Oliveira J, Nascimento JD, Cilense M & Almeida CE. Description of *Rhodnius montenegrensis* n. sp. (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) from the state of Rondônia, Brazil. *Zootaxa* 2012; 3478:62-76.

Santos AMT, Areas AM, Reyes FGR. Piretróides - uma visão geral. *Alim Nutr* 2007 Jul-Set; 18(3): 339-349.

Schmunis GA. Tripanossomíase Americana: Seu impacto nas Américas e perspectivas de eliminação. In: Dias JCP, Coura JR, editores. Clínica e terapêutica da doença de Chagas 1ªed. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1997. P. 11-24.

Schofield CF, Marsden PD, Virgens D. Notes on the biology of *Triatoma costalimai* Verano & Galvão 1958 (Hemiptera; Reduviidae; Triatominae). *An Soc Entomol Bras* 1980; 9:295-301.

Schofield CJ, Lehane MJ, McEwen P, Catalá SS, Gorla DE. Dispersive flight by *Triatoma infestans* under natural climatic conditions in Argentina. *Med Vet Entomol* 1992 Jan; 6(1):51-6.

Schofield CJ, Jannin J, Salvatella R. The future of Chagas disease control. *Trends Parasitol* 2006 Dec; 22(12):583-8.

Schofield CJ & Galvão C. Classification, evolution and species groups within the Triatominae. *Acta Trop* 2009; 110:88-100.

Serra RG, Atzingen NCB, Serra OP. Nueva especie del genero *Alberprosenia* Martinez y Carcavallo, 1977, del estado de Pará, Brasil. Chagas 1987; 4: 475.

SESAU. Secretaria de Estado da Saúde. Diretrizes técnicas para o planejamento e execução das ações de vigilância e controle da doença de Chagas no estado do Tocantins. 2013.

Shaw J, Lainson R, Fraiha H. Considerações sobre a epidemiologia dos primeiros casos autóctones de doença de Chagas registrados em Belém, Pará, Brasil. Rev Saude Publica 1969; 3(2):153-157.

Shikanai-Yasuda MA, Marcondes CB, Guedes LA, Siqueira GS, Barone AA, Dias JC, et al. Possible oral transmission of acute Chagas' disease in Brazil. Rev Inst Med Trop 1991 Sep-Oct; 33(5):351-7.

Silva IG, Silva HHG. Influência da temperatura na biologia de triatomíneos. XIV. *Rhodnius pictipes* Stal, 1872 (Hemiptera, Reduviidae). Ver Pat Trop 1990 Jul-Dez; 19(2):151-157.

Silva RA, Bonifácio PR, Wanderley DMV. Doença de Chagas no Estado de São Paulo: comparação entre pesquisa ativa de triatomíneos em domicílios e notificação de sua presença pela população em área sob vigilância entomológica. Rev Soc Bras Med Trop 1999 Nov-Dez; 32(6): 653-659.

Silva RA, Rodrigues VLCC, Carvalho ME, Jr CP. Programa de Controle da Doença de Chagas no Estado de São Paulo: persistência de alta infestação por triatomíneos em localidades na década de 1990. Cad Saúde Pública 2003 Jul-Ago; 19(4): 965-971.

Silveira AC, Feitosa VR, Borges R. Distribuição de triatomíneos capturados no ambiente domiciliar, no período de 1975/83, Brasil. Rev Bras Malariol Doenças Trop 1984; 36: 15-312.

Silveira CA, Dias JCP. O controle da transmissão vetorial. Rev Soc Bras Med Trop 2011; 44 (Suppl. 2): 52-63.



SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. 2014. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>.

SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Acessado em 01/2015. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. 2015. Disponível em: <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal>

SVS. Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde. Consenso Brasileiro em doença de Chagas. Rev Soc Bras Med Trop 2005; 38 (Supl III):1-29.

Valença-Barbosa C, Lima MM, Sarquis O, Bezerra CM, 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 2014 May; 8(5):2861.

Valente VC, Valente SAS, Noireau F, Carrasco HJ, Miles MA. Chagas Disease in the Amazon Basin: Association of *Panstrongylus geniculatus* (Hemiptera: Reduviidae) with Domestic Pigs. J Med Entomol 1998; 35(2): 99-103.

Valente SAS, Valente VC, Fraiha NH. Considerations on the epidemiology of Chagas disease in the Brazilian Amazon. Mem Inst Oswaldo Cruz 1999; 94 (Suppl 1): 395-398.

Valente SAS, Valente VC, Pinto AYN. Por que ocorrem episódios familiares de doença de Chagas associado à transmissão oral na Amazônia brasileira? In: Anais do 38<sup>a</sup> Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 2002. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Rev Soc Bras Med Trop Fev; 24-28.

Soetart K, Herman PMJ. A practical guide to ecological modelling: using R as a simulation platform. Springer; 2009.

Venables WN, Ripley BD. Modern Applied Statistics with S. 4<sup>th</sup> ed. New York: Springer-Verlag; 2002.

Villela MM, Souza JMB, Melo VP, Dias JCP. Avaliação do Programa de Controle da doença de Chagas em relação á presença de *Panstrongylus megistus* na região centro-oeste do Estado de Minas Gerais, Brasil. Cad Saúde Públ 2009 Abr; 25(4): 907-917.

Vinhaes MC, Dias JC. Doença de Chagas no Brasil. Cad Saude Publica 2000; 16 (Supl 2):7-12.

Vinhaes MC, Oliveira SV, Reis PO, Sousa ACL, Silva RA, Obara MT, et al. Assessin the vulnerability of Brazilian municipalities to the vectorial transmission of *Trypanosoma cruzi* using multi-criteria decision analysis. Acta Trop 2014 May 22; 137:105-110.

Volterra V. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. Mem R Accad Naz dei Lincei Ser VI (2); 1926.

Wanderley DMV. Chagas' disease: the rural environment and vector control in the State of São Paulo, Brazil. Cad Saúde Pública 1993; 9(4): 466-476.

Welsh AH, Cunningham RB, Donnelly CF, Lindenmayer DB. Modelling the abundance of rare species: statistical models for counts with extra zeros. Ecol Modell 1996; 88:297–308.

Welsh AH, Cunningham RB, Chambers R. Methodology for estimating the abundance of rare animals: seabird nesting on North East Herald Cay. Biometrics 2000; 56:22-30.

WHO. World Health Organization. Chagas' disease (American trypanosomiasis). Março de 2014. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/en/>

Zeledon R. Life cycle of *Trypanosoma cruzi* in the insect vector. In: Brenner RR, Stoka AM Chagas Disease Vectors (Anatomical and Physiological Aspects). 2ªed. Miami: CRC Press; 1987. P. 59-75.

## APÊNDICE 1

→ Lista dos 93 modelos **ZINB** ajustados para *Rhodnius pictipes* por ordem de melhor desempenho.

<b>Ranque</b>	<b>Modelos</b>	<b>K</b>	<b>AICc</b>	<b>ΔAICc</b>	<b>AICcP</b>
1	zinbpict32dnrain	11	684,669	0	0,47
2	zinbpict34dnrain	11	684,996	0,327	0,40
3	zinbpict50dnrain	10	688,374	3,705	0,07
4	zinbpict49dnrain	9	690,848	6,179	0,02
5	zinbpict32	10	693,944	9,275	0,01
6	zinbpict34dayrain	11	694,62	9,951	0,00
7	zinbpict34	10	694,625	9,956	0,00
8	zinbpict32dayrain	11	695,786	11,117	0,00
9	zinbpict50	9	695,857	11,188	0,00
10	zinbpict32dncerrado	11	695,858	11,189	0,00
11	zinbpict49	8	695,903	11,234	0,00
12	zinbpict47	8	696,073	11,404	0,00
13	zinbpict38	11	696,13	11,461	0,00
14	zinbpict43	8	696,256	11,587	0,00
15	zinbpict41	8	696,494	11,825	0,00
16	zinbpict34dncerrado	11	696,536	11,867	0,00
17	zinbpict53	9	696,76	12,091	0,00
18	zinbpict40	11	696,915	12,246	0,00
19	zinbpict44	9	696,988	12,319	0,00
20	zinbpict55	9	697,209	12,54	0,00
21	zinbpict50dncerrado	10	697,29	12,621	0,00
22	zinbpict52	9	697,298	12,629	0,00
23	zinbpict56	10	697,329	12,66	0,00
24	zinbpict31	9	697,503	12,834	0,00

25	zinbpict49dncerrado	9	697,966	13,297	0,00
26	zinbpict46	9	698,028	13,359	0,00
27	zinbpict26	10	698,192	13,523	0,001
28	zinbpict29	9	698,258	13,589	0,001
29	zinbpict25	9	698,368	13,699	0,000
30	zinbpict28	10	698,578	13,909	0,000
31	zinbpict49dayrain	9	698,713	14,044	0,000
32	zinbpict23	9	698,75	14,081	0,000
33	zinbpict37	10	698,847	14,178	0,000
34	zinbpict35	10	698,99	14,321	0,000
35	zinbpict58	10	698,992	14,323	0,000
36	zinbpict50dayrain	10	699,072	14,403	0,000
37	zinbpict9	7	699,077	14,408	0,000
38	zinbpict13	8	699,429	14,76	0,000
39	zinbpict11	8	699,729	15,06	0,000
40	zinbpict22	9	699,923	15,254	0,000
41	zinbpict20	9	700,72	16,051	0,000
42	zinbpict34interm	10	700,8	16,131	0,000
43	zinbpict49interm	8	701,141	16,472	0,000
44	zinbpict49ndvi	8	701,224	16,555	0,000
45	zinbpict19	8	701,323	16,654	0,000
46	zinbpict34ndvi	10	701,489	16,82	0,000
47	zinbpict50interm	9	701,537	16,868	0,000
48	zinbpict32interm	10	701,648	16,979	0,000
49	zinbpict50ndvi	9	701,989	17,32	0,000
50	zinbpict7	7	702,148	17,479	0,000
51	zinbpict49day	8	702,526	17,857	0,000
52	zinbpict34day	10	702,801	18,132	0,000
53	zinbpict32ndvi	10	703,028	18,359	0,000

54	zinbpict32day	10	703,155	18,486	0,000
55	zinbpict49daycerrado	9	703,832	19,163	0,000
56	zinbpict17	8	703,833	19,164	0,000
57	zinbpict34daycerrado	11	704,676	20,007	0,000
58	zinbpict50day	9	704,758	20,089	0,000
59	zinbpict32daycerrado	11	704,999	20,33	0,000
60	zinbpict50daycerrado	10	706,988	22,319	0,000
61	zinbpict49cerrado	8	711,576	26,907	0,000
62	zinbpict33	10	712,319	27,65	0,000
63	zinbpict39	11	714,665	29,996	0,000
64	zinbpict34cerrado	10	715,295	30,626	0,000
65	zinbpict50cerrado	9	718,95	34,281	0,000
66	zinbpict27	10	719,367	34,698	0,000
67	zinbpict21	9	720,614	35,945	0,000
68	zinbpict32cerrado	10	721,177	36,508	0,000
69	zinbpict45	9	738,976	54,307	0,000
70	zinbpict12	8	739,268	54,599	0,00
71	zinbpict51	9	740,618	55,949	0,00
72	zinbpict57	10	741,291	56,622	0,00
73	zinbpict30	9	744,645	59,976	0,00
74	zinbpict24	9	744,877	60,208	0,00
75	zinbpict36	10	745,578	60,908	0,00
76	zinbpict42	8	746,103	61,434	0,00
77	zinbpict18	8	748,117	63,448	0,00
78	zinbpict54	9	748,293	63,624	0,00
79	zinbpict48	8	748,382	63,713	0,00
80	zinbpict8	7	748,409	63,74	0,00
81	zinbpict10	7	749,737	65,068	0,00
82	zinbpict3	7	758,715	74,046	0,00

83	zinbpict14	8	758,903	74,234	0,00
84	zinbpict16	9	758,992	74,323	0,00
85	zinbpict15	8	759,234	74,565	0,00
86	zinbpict5	8	760,658	75,989	0,00
87	zinbpict4	7	762,25	77,581	0,00
88	zinbpict1	6	765,081	80,412	0,00
89	zinbpict2a	7	766,331	81,662	0,00
90	zinbpict2b	7	766,583	81,913	0,00
91	zinbpict6	7	767,093	82,424	0,00
92	zinbpict0b	4	776,788	92,119	0,00
93	zinbpict0a	3	813,581	128,912	0,00

Nota: As covariáveis presentes em cada um dos modelos encontram-se especificadas no *script* que contém os modelos.

- Script contendo os 93 modelos **ZINB** ajustados para *R. pictipes*

### Modelos nulos

```
zinbpict0a<-zeroinfl(Y~1, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict0b<-zeroinfl(Y~1|DN, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict1<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas|DN, dist="negbin", data=pict)
```

### Modelos Regionais

```
zinbpict2a<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia|DN, dist="negbin", data=pict)
```

zinbpict2b<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Cerrado|DN, dist="negbin", data=pict)

### **Modelos Paisagem**

zinbpict3<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict4<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict5<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict6<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Intermediária|DN, dist="negbin", data=pict)

### **Modelos climáticos**

zinbpict7<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict8<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Noite|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict9<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict10<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict11<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict12<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict13<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

### **Modelos combinando região e paisagem**

zinbpict14<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict15<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)



zinbpict16<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)

### **Modelos combinando região e clima**

zinbpict17<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict18<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict19<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict20<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict21<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict22<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

### **Modelos combinando Região, Clima e Paisagem**

zinbpict23<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict24<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict25<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict26<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict27<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict28<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Preservada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict29<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)

zinbpict30<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)

```
zinbpict31<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict32<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict33<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict34<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict35<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict36<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict37<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict38<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict39<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict40<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=pict)
```

### **Modelos cambiando Clima e Paisagem**

```
zinbpict41<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict42<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict43<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict44<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict45<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict46<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
```

```

zinbpict47<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict48<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict49<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict50<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict51<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict52<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict53<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict54<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict55<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict56<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict57<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict58<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=pict)

```

### **Modelos alternativos na parte de contagem do modelo**

```

zinbpict32ndvi<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+NDVI|DN, dist="negbin", data=pict)
zinbpict32interm<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Intermediária|DN, dist="negbin",
data=pict)
zinbpict34ndvi<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+NDVI|DN, dist="negbin", data=pict)

```

```
zinbpict34interm<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Intermediária|DN, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict50ndvi<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitação+NDVI|DN, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict50interm<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitação+Intermediária|DN, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict49ndvi<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+NDVI|DN, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict49interm<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Intermediária|DN, dist="negbin", data=pict)
```

### **Modelos alternativos na aprte binária dos modelos**

```
zinbpict32day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|Dia, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict32derrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|Cerrado, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict32dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|DN+Cerrado, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict32daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict32dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|DN+Precipitação, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict32dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|Dia+Precipitação, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict34day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|Dia, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict34cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|Cerrado, dist="negbin", data=pict)
```

```
zinbpict34dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|DN+Cerrado, dist="negbin", data=pict)
```

```

zinbpict34daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|Dia+Cerrado, dist="negbin",
data=pict)

zinbpict34dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|DN+Precipitação, dist="negbin", data=pict)

zinbpict34dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|Dia+Precipitação, dist="negbin",
data=pict)

zinbpict50day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|Dia, dist="negbin", data=pict)

zinbpict50cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|Cerrado, dist="negbin", data=pict)

zinbpict50dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|DN+Cerrado, dist="negbin", data=pict)

zinbpict50daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=pict)

zinbpict50dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|DN+Precipitação, dist="negbin", data=pict)

zinbpict50dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|Dia+Precipitação, dist="negbin", data=pict)

zinbpict49day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|Dia, dist="negbin", data=pict)

zinbpict49cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|Cerrado, dist="negbin", data=pict)

zinbpict49dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|DN+Cerrado, dist="negbin", data=pict)

zinbpict49daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=pict)

zinbpict49dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|DN+Precipitação, dist="negbin", data=pict)

zinbpict49dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|Dia+Precipitação, dist="negbin", data=pict)

```

## APÊNDICE 2

→ Lista dos 87 modelos **ZINB** ajustados para *Rhodnius robustus* por ordem de melhor desempenho.

<b>Ranque</b>	<b>Modelos</b>	<b>K</b>	<b>AICc</b>	<b>ΔAICc</b>	<b>AICcP</b>
1	zinbrob11	8	273,37	0,00	0,08
2	zinbrob50	9	273,68	0,31	0,07
3	zinbrob11day	8	274,00	0,63	0,06
4	zinbrob50day	9	274,24	0,87	0,06
5	zinbrob44	9	274,78	1,41	0,04
6	zinbrob50interm	9	275,18	1,81	0,03
7	zinbrob13day	8	275,18	1,81	0,03
8	zinbrob13	8	275,27	1,90	0,03
9	zinbrob44day	9	275,37	2,00	0,03
10	zinbrob20	9	275,46	2,09	0,03
11	zinbrob11dnrain	9	275,47	2,10	0,03
12	zinbrob50ndvi	9	275,51	2,14	0,03
13	zinbrob32	10	275,55	2,18	0,03
14	zinbrob11dncerrado	9	275,66	2,29	0,03
15	zinbrob52	9	275,85	2,48	0,02
16	zinbrob50dnrain	10	275,88	2,51	0,02
17	zinbrob56	10	275,92	2,55	0,02
18	zinbrob50dncerrado	10	276,00	2,63	0,02
19	zinbrob11daycerrado	9	276,08	2,71	0,02
20	zinbrob11dayrain	9	276,17	2,80	0,02
21	zinbrob46	9	276,28	2,91	0,02
22	zinbrob50daycerrado	10	276,43	3,06	0,02
23	zinbrob50dayrain	10	276,48	3,11	0,02

24	zinbrob26	10	276,97	3,60	0,01
25	zinbrob44dnrain	10	277,00	3,63	0,01
26	zinbrob44dncerrado	10	277,11	3,74	0,01
27	zinbrob22	9	277,17	3,80	0,01
28	zinbrob13dayrain	9	277,30	3,93	0,01
29	zinbrob13daycerrado	9	277,34	3,97	0,01
30	zinbrob13dnrain	9	277,40	4,03	0,01
31	zinbrob34	10	277,45	4,08	0,01
32	zinbrob44daycerrado	10	277,51	4,14	0,01
33	zinbrob13dncerrado	9	277,55	4,18	0,01
34	zinbrob44dayrain	10	277,63	4,26	0,01
35	zinbrob58	10	277,83	4,46	0,01
36	zinbrob38	11	277,88	4,51	0,01
37	zinbrob28	10	278,33	4,96	0,01
38	zinbrob47	8	278,54	5,17	0,01
39	zinbrob29	9	278,97	5,60	0,01
40	zinbrob23	9	279,31	5,94	0,00
41	zinbrob40	11	279,61	6,24	0,00
42	zinbrob17	8	279,63	6,26	0,00
43	zinbrob10	7	280,14	6,77	0,00
44	zinbrob53	9	280,20	6,83	0,00
45	zinbrob45	9	280,28	6,91	0,00
46	zinbrob41	8	280,44	7,07	0,00
47	zinbrob49	8	280,50	7,13	0,00
48	zinbrob35	10	280,58	7,21	0,00
49	zinbrob25	9	280,92	7,55	0,00
50	zinbrob27	10	281,28	7,91	0,00

51	zinbrob31	9	281,33	7,96	0,00
52	zinbrob12	8	281,34	7,97	0,00
53	zinbrob33	10	281,39	8,02	0,00
54	zinbrob7	7	281,43	8,06	0,00
55	zinbrob21	9	281,61	8,24	0,00
56	zinbrob43	8	281,64	8,27	0,00
57	zinbrob19	8	281,79	8,42	0,00
58	zinbrob55	9	281,83	8,46	0,00
59	zinbrob51	9	282,21	8,84	0,00
60	zinbrob3	7	282,39	9,02	0,00
61	zinbrob57	10	282,47	9,10	0,00
62	zinbrob37	10	282,49	9,12	0,00
63	zinbrob39	11	282,88	9,51	0,00
64	zinbrob9	7	283,04	9,67	0,00
65	zinbrob14	8	283,32	9,95	0,00
66	zinbrob5	8	283,64	10,27	0,00
67	zinbrob4	7	283,77	10,39	0,00
68	zinbrob42	8	284,56	11,19	0,00
69	zinbrob24	9	285,20	11,83	0,00
70	zinbrob16	9	285,36	11,99	0,00
71	zinbrob1	6	285,69	12,32	0,00
72	zinbrob54	9	285,75	12,38	0,00
73	zinbrob48	8	285,77	12,40	0,00
74	zinbrob15	8	285,83	12,46	0,00
75	zinbrob2b	7	286,24	12,87	0,00
76	zinbrob2a	7	286,31	12,94	0,00
77	zinbrob36	10	287,27	13,90	0,00



78	zinbrob30	9	287,71	14,34	0,00
79	zinbrob6	7	287,74	14,37	0,00
80	zinbrob8	7	287,78	14,41	0,00
81	zinbrob18	8	288,12	14,75	0,00
82	zinbrob0b	4	298,68	25,31	0,00
83	zinbrob50cerrado	9	299,76	26,39	0,00
84	zinbrob11cerrado	8	301,20	27,83	0,00
85	zinbrob44cerrado	9	303,48	30,11	0,00
86	zinbrob13cerrado	8	304,56	31,19	0,00
87	zinbrob0a	3	370,96	97,59	0,00

Nota: As covariáveis presentes em cada um dos modelos encontram-se especificadas no *script* que contém os modelos.

- Script contendo os 87 modelos **ZINB** ajustados para *R. robustus*

### Modelos nulos

```
zinbrob0a<-zeroinfl(Y~1, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob0b<-zeroinfl(Y~1|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob1<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas|DN, dist="negbin", data=rob)
```

### Modelos Regionais

```
zinbrob2a<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob2b<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Cerrado|DN, dist="negbin", data=rob)
```

### **Modelos Paisagem**

```
zinbrob3<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob4<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob5<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob6<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Intermediária|DN, dist="negbin", data=rob)
```

### **Modelos Climáticos**

```
zinbrob7<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob8<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Noite|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob9<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob10<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob11<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob12<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob13<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
```

### **Modelos combinando Região e Paisagem**

```
zinbrob14<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob15<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
```

zinbrob16<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)

### **Modelos combinando Região e Clima**

zinbrob17<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob18<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob19<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob20<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob21<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob22<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)

### **Modelos combinando Região, Clima e Paisagem**

zinbrob23<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob24<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob25<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob26<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob27<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob28<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Preservada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob29<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)

zinbrob30<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)

```
zinbrob31<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob32<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob33<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob34<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob35<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob36<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob37<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob38<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob39<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob40<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Preservada+Degradada|DN, dist="negbin", data=rob)
```

### **Modelos combinando Clima e Paisagem**

```
zinbrob41<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob42<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob43<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob45<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob46<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
```

```

zinbrob47<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob48<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob49<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob51<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob52<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob53<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob54<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob55<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob56<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob57<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob58<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)

```

#### **Modelos alternativos na parte de contagem dos modelos**

```

zinbrob50ndvi<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+NDVI+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50interm<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+Dia+Precipitação|DN, dist="negbin", data=rob)

```

#### **Modelos alternativos na parte binária dos modelos**

```

zinbrob11day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitação|Dia, dist="negbin", data=rob)

```

```
zinbrob11cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitaçã|Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob11dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitaçã|DN+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob11daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitaçã|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob11dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitaçã|DN+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
zinbrob11dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Precipitaçã|Dia+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitaçã|Dia, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitaçã|Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitaçã|DN+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitaçã|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Degradada+Precipitaçã|DN+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
zinbrob50dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Degradada+Precipitaçã|Dia+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitaçã|Dia, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitaçã|Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitaçã|DN+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitaçã|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Preservada+Precipitaçã|DN+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
zinbrob44dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+Dia+Preservada+Precipitaçã|Dia+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
```

```
zinbrob13day<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitaçã|Dia, dist="negbin", data=rob)
zinbrob13cerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitaçã|Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob13dncerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitaçã|DN+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob13daycerrado<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitaçã|Dia+Cerrado, dist="negbin", data=rob)
zinbrob13dnrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitaçã|DN+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
zinbrob13dayrain<-zeroinfl(Y~Pobreza+Casas+DN+Precipitaçã|Dia+Precipitaçã, dist="negbin", data=rob)
```

### APÊNDICE 3

→ Lista dos 73 modelos **NB** ajustados para *Rhodnius neglectus* por ordem de melhor desempenho.

Ranque	Modelos	K	AICc	$\Delta$ AICc	AICcP
1	nbneg47	6	721,24	0,00	0,12
2	nbneg49interm	6	721,71	0,47	0,09
3	nbneg47interm	6	721,80	0,56	0,09
4	nbneg47ndvi	6	722,28	1,04	0,07
5	nbneg49	6	722,45	1,21	0,06
6	nbneg53	7	722,76	1,52	0,06
7	nbneg56interm	7	723,14	1,90	0,05
8	nbneg50	7	723,39	2,15	0,04
9	nbneg29	7	723,42	2,18	0,04
10	nbneg58interm	7	723,48	2,24	0,04
11	nbneg55	7	723,69	2,45	0,03
12	nbneg49ndvi	6	724,01	2,77	0,03
13	nbneg50ndvi	7	724,31	3,07	0,03
14	nbneg29ndvi	7	724,48	3,23	0,02
15	nbneg52	7	724,65	3,41	0,02
16	nbneg31	7	724,66	3,42	0,02
17	nbneg56	8	724,72	3,48	0,02
18	nbneg9	5	724,89	3,65	0,02
19	nbneg35	8	724,97	3,73	0,02
20	nbneg32	8	725,63	4,39	0,01
21	nbneg58	8	725,76	4,52	0,01



---

22	nbneg7	5	725,85	4,61	0,01
23	nbneg37	8	725,94	4,70	0,01
24	nbneg58ndvi	7	726,07	4,83	0,01
25	nbneg43	6	726,78	5,54	0,01
26	nbneg19	6	726,86	5,62	0,01
27	nbneg34	8	726,91	5,66	0,01
28	nbneg13	6	726,97	5,73	0,01
29	nbneg38	9	727,00	5,76	0,01
30	nbneg41	6	727,05	5,81	0,01
31	nbneg11	6	727,69	6,45	0,00
32	nbneg17	6	727,70	6,46	0,00
33	nbneg40	9	728,03	6,79	0,00
34	nbneg25	7	728,83	7,59	0,00
35	nbneg46	7	728,97	7,73	0,00
36	nbneg23	7	729,02	7,78	0,00
37	nbneg22	7	729,06	7,82	0,00
38	nbneg44	7	729,20	7,96	0,00
39	nbneg20	7	729,76	8,51	0,00
40	nbneg28	8	731,09	9,85	0,00
41	nbneg26	8	731,27	10,03	0,00
42	nbneg54ndvi	6	744,38	23,14	0,00
43	nbneg57ndvi	7	744,93	23,69	0,00
44	nbneg33	8	746,44	25,20	0,00
45	nbneg48	6	746,73	25,49	0,00
46	nbneg30	7	747,19	25,95	0,00
47	nbneg8	5	747,21	25,97	0,00
48	nbneg54interm	6	747,48	26,24	0,00

---

49	nbneg57interm	7	747,68	26,44	0,00
50	nbneg51	7	747,75	26,51	0,00
51	nbneg39	9	747,87	26,63	0,00
52	nbneg12	6	748,12	26,88	0,00
53	nbneg21	7	748,52	27,28	0,00
54	nbneg18	6	748,70	27,45	0,00
55	nbneg42	6	748,89	27,65	0,00
56	nbneg54	7	748,90	27,66	0,00
57	nbneg36	8	749,35	28,11	0,00
58	nbneg57	8	749,70	28,46	0,00
59	nbneg45	7	750,14	28,90	0,00
60	nbneg24	7	750,28	29,04	0,00
61	nbneg27	8	750,57	29,33	0,00
62	nbneg15	6	753,46	32,22	0,00
63	nbneg4	5	754,44	33,20	0,00
64	nbneg16	7	755,59	34,35	0,00
65	nbneg10	5	755,62	34,38	0,00
66	nbneg5	6	756,44	35,20	0,00
67	nbneg3	5	757,10	35,86	0,00
68	nbneg14	6	757,68	36,44	0,00
69	nbneg1	4	758,00	36,76	0,00
70	nbneg6	5	758,44	37,20	0,00
71	nbneg2a	5	758,87	37,63	0,00
72	nbneg2b	5	759,22	37,98	0,00
73	nbneg0	2	786,00	64,75	0,00

Nota: As covariáveis presentes em cada um dos modelos encontram-se especificadas no *script* que contém os modelos,

- Script contendo os 73 modelos **NB** ajustados para *R. neglectus*

### **Modelos nulos**

```
nbneg0<-glm.nb(Y~1, data=neg)
```

```
nbneg1<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas, data=neg)
```

### **Modelos Regionais**

```
nbneg2a<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia, data=neg)
```

```
nbneg2b<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Cerrado, data=neg)
```

### **Modelos Paisagem**

```
nbneg3<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada, data=neg)
```

```
nbneg4<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada, data=neg)
```

```
nbneg5<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada, data=neg)
```

```
nbneg6<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária, data=neg)
```

### **Modelos Climáticos**

```
nbneg7<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Dia, data=neg)
```

```
nbneg8<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Noite, data=neg)
```

```
nbneg9<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+DN, data=neg)
```

nbneg10<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Precipitação*, data=neg)

nbneg11<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Dia*+*Precipitação*, data=neg)

nbneg12<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Noite*+*Precipitação*, data=neg)

nbneg13<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*DN*+*Precipitação*, data=neg)

### **Modelos combinando Região e Paisagem**

nbneg14<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Preservada*, data=neg)

nbneg15<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Degradada*, data=neg)

nbneg16<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Preservada*+*Degradada*, data=neg)

### **Modelos combinando Região e Clima**

nbneg17<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*, data=neg)

nbneg18<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*, data=neg)

nbneg19<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*, data=neg)

nbneg20<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Precipitação*, data=neg)

nbneg21<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Precipitação*, data=neg)

nbneg22<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Precipitação*, data=neg)

### **Modelos combinando Região, Clima e Paisagem**

nbneg23<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Preservada*, data=neg)

```
nbneg24<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Preservada, data=neg)
nbneg25<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Preservada, data=neg)
nbneg26<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Preservada, data=neg)
nbneg27<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Preservada, data=neg)
nbneg28<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Preservada, data=neg)
nbneg29<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Degradada, data=neg)
nbneg30<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Degradada, data=neg)
nbneg31<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Degradada, data=neg)
nbneg32<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Degradada, data=neg)
nbneg33<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Degradada, data=neg)
nbneg34<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Degradada, data=neg)
nbneg35<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Preservada+Degradada, data=neg)
nbneg36<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Preservada+Degradada, data=neg)
nbneg37<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Preservada+Degradada, data=neg)
nbneg38<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Dia+Precipitação+Preservada+Degradada, data=neg)
nbneg39<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+Noite+Precipitação+Preservada+Degradada, data=neg)
nbneg40<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia+DN+Precipitação+Preservada+Degradada, data=neg)
```

### **Modelos combinando Clima e Paisagem**

```
nbneg41<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia, data=neg)
nbneg42<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite, data=neg)
nbneg43<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN, data=neg)
nbneg44<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitação, data=neg)
nbneg45<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite+Precipitação, data=neg)
nbneg46<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN+Precipitação, data=neg)
nbneg47<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia, data=neg)
nbneg48<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite, data=neg)
nbneg49<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN, data=neg)
nbneg50<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitação, data=neg)
nbneg51<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite+Precipitação, data=neg)
nbneg52<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN+Precipitação, data=neg)
nbneg53<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia, data=neg)
nbneg54<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite, data=neg)
nbneg55<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN, data=neg)
nbneg56<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia+Precipitação, data=neg)
```

nbneg57<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite+Precipitação, data=neg)

nbneg58<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN+Precipitação, data=neg)

### **Modelos alternativos**

nbneg47interm<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+Dia, data=neg)

nbneg49interm<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+DN, data=neg)

nbneg54interm<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+Noite, data=neg)

nbneg56interm<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+Dia+Precipitação, data=neg)

nbneg57interm<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+Noite+Precipitação, data=neg)

nbneg58interm<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária+DN+Precipitação, data=neg)

nbneg29ndvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+Amazônia+Dia, data=neg)

nbneg47ndvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+Dia, data=neg)

nbneg49ndvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+DN, data=neg)

nbneg50dnvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+Dia+Precipitação, data=neg)

nbneg54ndvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+Noite, data=neg)

nbneg57ndvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+Noite+Precipitação, data=neg)

nbneg58ndvi<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+NDVI+DN+Precipitação, data=neg)

#### APÊNDICE 4

→ Lista dos 72 modelos **NB** ajustados para *Panstrongylus geniculatus* por ordem de melhor desempenho.

<b>Ranque</b>	<b>Modelos</b>	<b>K</b>	<b>AICc</b>	<b>ΔAICc</b>	<b>AICcP</b>
1	nbgenic29	7	1047,60	0,00	0,13
2	nbgenic31	7	1047,71	0,11	0,12
3	nbgenic47	6	1048,47	0,87	0,08
4	nbgenic15	6	1048,97	1,36	0,07
5	nbgenic49	6	1049,00	1,40	0,06
6	nbgenic35	8	1049,20	1,60	0,06
7	nbgenic37	8	1049,38	1,78	0,05
8	nbgenic32	8	1049,77	2,17	0,04
9	nbgenic34	8	1049,89	2,29	0,04
10	nbgenic53	7	1050,08	2,48	0,04
11	nbgenic16	7	1050,26	2,65	0,03
12	nbgenic15ndvi	6	1050,40	2,80	0,03
13	nbgenic30	7	1050,41	2,81	0,03
14	nbgenic50	7	1050,46	2,85	0,03
15	nbgenic55	7	1050,70	3,09	0,03
16	nbgenic52	7	1050,90	3,30	0,03
17	nbgenic38	9	1051,43	3,83	0,02
18	nbgenic40	9	1051,61	4,01	0,02
19	nbgenic36	8	1051,93	4,33	0,01
20	nbgenic56	8	1052,05	4,45	0,01
21	nbgenic33	8	1052,07	4,47	0,01
22	nbgenic58	8	1052,59	4,98	0,01
23	nbgenic39	9	1053,70	6,09	0,01



24	nbgenic4	5	1054,67	7,06	0,00
25	nbgenic48	6	1055,48	7,88	0,00
26	nbgenic5	6	1055,63	8,03	0,00
27	nbgenic54	7	1056,80	9,20	0,00
28	nbgenic51	7	1057,63	10,03	0,00
29	nbgenic41	6	1057,75	10,14	0,00
30	nbgenic43	6	1057,81	10,21	0,00
31	nbgenic25	7	1058,71	11,11	0,00
32	nbgenic23	7	1058,81	11,21	0,00
33	nbgenic57	8	1058,96	11,36	0,00
34	nbgenic14	6	1059,83	12,23	0,00
35	nbgenic46	7	1059,85	12,24	0,00
36	nbgenic44	7	1059,86	12,25	0,00
37	nbgenic28	8	1060,95	13,35	0,00
38	nbgenic24	7	1060,98	13,37	0,00
39	nbgenic26	8	1061,04	13,44	0,00
40	nbgenic3	5	1061,06	13,45	0,00
41	nbgenic42	6	1061,94	14,34	0,00
42	nbgenic27	8	1062,94	15,33	0,00
43	nbgenic49interm	6	1063,66	16,06	0,00
44	nbgenic45	7	1064,12	16,52	0,00
45	nbgenic47interm	6	1064,22	16,62	0,00
46	nbgenic31interm	7	1065,13	17,53	0,00
47	nbgenic37interm	7	1065,13	17,53	0,00
48	nbgenic29interm	7	1065,81	18,20	0,00
49	nbgenic35interm	7	1065,81	18,20	0,00
50	nbgenic9	5	1067,38	19,78	0,00
51	nbgenic7	5	1068,13	20,52	0,00

52	nbgenic49ndvi	6	1068,85	21,24	0,00
53	nbgenic19	6	1069,29	21,69	0,00
54	nbgenic6	5	1069,36	21,75	0,00
55	nbgenic13	6	1069,57	21,96	0,00
56	nbgenic47ndvi	6	1069,61	22,00	0,00
57	nbgenic15interm	6	1069,65	22,04	0,00
58	nbgenic17	6	1070,06	22,46	0,00
59	nbgenic11	6	1070,30	22,70	0,00
60	nbgenic31ndvi	7	1070,43	22,83	0,00
61	nbgenic8	5	1070,53	22,92	0,00
62	nbgenic18	6	1071,23	23,63	0,00
63	nbgenic29ndvi	7	1071,33	23,73	0,00
64	nbgenic1	4	1071,37	23,77	0,00
65	nbgenic22	7	1071,46	23,86	0,00
66	nbgenic2a	5	1071,86	24,26	0,00
67	nbgenic20	7	1072,15	24,54	0,00
68	nbgenic2b	5	1072,42	24,82	0,00
69	nbgenic12	6	1072,71	25,11	0,00
70	nbgenic21	7	1073,12	25,52	0,00
71	nbgenic10	5	1073,23	25,63	0,00
72	nbgenic0	2	1110,10	62,49	0,00

Nota: As covariáveis presentes em cada um dos modelos encontram-se especificadas no *script* que contém os modelos.

- Script contendo os 72 modelos **NB** ajustados para *P. geniculatus*

### **Modelos nulos**

```
nbgenic0<-glm.nb(Y~1, data=genic)
```

```
nbgenic1<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas, data=genic)
```

### **Modelos Regionais**

```
nbgenic2a<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Amazônia, data=genic)
```

```
nbgenic2b<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Cerrado, data=genic)
```

### **Modelos Paisagem**

```
nbgenic3<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada, data=genic)
```

```
nbgenic4<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada, data=genic)
```

```
nbgenic5<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada, data=genic)
```

```
nbgenic6<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Intermediária, data=genic)
```

### **Modelos Climáticos**

```
nbgenic7<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Dia, data=genic)
```

```
nbgenic8<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Noite, data=genic)
```

```
nbgenic9<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+DN, data=genic)
```

```
nbgenic10<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Precipitação, data=genic)
```

nbgenic11<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Dia*+*Precipitação*, data=genic)

nbgenic12<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Noite*+*Precipitação*, data=genic)

nbgenic13<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*DN*+*Precipitação*, data=genic)

### **Modelos combinando Região e Paisagem**

nbgenic14<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Preservada*, data=genic)

nbgenic15<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Degradada*, data=genic)

nbgenic16<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)

### **Modelos combinando Região e Clima**

nbgenic17<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*, data=genic)

nbgenic18<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*, data=genic)

nbgenic19<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*, data=genic)

nbgenic20<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Precipitação*, data=genic)

nbgenic21<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Precipitação*, data=genic)

nbgenic22<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Precipitação*, data=genic)

### **Modelos combinando Região, Clima e Paisagem**

nbgenic23<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Preservada*, data=genic)

nbgenic24<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Preservada*, data=genic)

nbgenic25<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Preservada*, data=genic)  
nbgenic26<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Precipitação*+*Preservada*, data=genic)  
nbgenic27<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Precipitação*+*Preservada*, data=genic)  
nbgenic28<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Precipitação*+*Preservada*, data=genic)  
nbgenic29<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic30<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic31<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic32<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Precipitação*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic33<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Precipitação*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic34<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Precipitação*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic35<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic36<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic37<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic38<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Precipitação*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic39<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Noite*+*Precipitação*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)  
nbgenic40<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Precipitação*+*Preservada*+*Degradada*, data=genic)

### **Modelos combinando Clima e Paisagem**

```
nbgenic41<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia, data=genic)
nbgenic42<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite, data=genic)
nbgenic43<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN, data=genic)
nbgenic44<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Dia+Precipitaçã, data=genic)
nbgenic45<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Noite+Precipitaçã, data=genic)
nbgenic46<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+DN+Precipitaçã, data=genic)
nbgenic47<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia, data=genic)
nbgenic48<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite, data=genic)
nbgenic49<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN, data=genic)
nbgenic50<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Dia+Precipitaçã, data=genic)
nbgenic51<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+Noite+Precipitaçã, data=genic)
nbgenic52<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Degradada+DN+Precipitaçã, data=genic)
nbgenic53<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia, data=genic)
nbgenic54<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Noite, data=genic)
nbgenic55<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+DN, data=genic)
nbgenic56<-glm.nb(Y~Pobreza+Casas+Preservada+Degradada+Dia+Precipitaçã, data=genic)
```

nbgenic57<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Preservada*+*Degradada*+*Noite*+*Precipitação*, data=genic)

nbgenic58<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Preservada*+*Degradada*+*DN*+*Precipitação*, data=genic)

### **Modelos alternativos**

nbgenic29ndvi<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*NDVI*+*Amazônia*+*Dia*, data=genic)

nbgenic29interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Intermediária*+*Amazônia*+*Dia*, data=genic)

nbgenic31ndvi<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*NDVI*+*Amazônia*+*DN*, data=genic)

nbgenic31interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Intermediária*+*Amazônia*+*DN*, data=genic)

nbgenic47ndvi<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*NDVI*+*Dia*, data=genic)

nbgenic47interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Intermediária*+*Dia*, data=genic)

nbgenic15ndvi<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*NDVI*+*Degradada*, data=genic)

nbgenic15interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*NDVI*+*Intermediária*, data=genic)

nbgenic49ndvi<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*NDVI*+*DN*, data=genic)

nbgenic49interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Intermediária*+*DN*, data=genic)

nbgenic35interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*Dia*+*Intermediária*, data=genic)

nbgenic37interm<-glm.nb(Y~*Pobreza*+*Casas*+*Amazônia*+*DN*+*Intermediária*, data=genic)

## APÊNDICE 5

1. Municípios que tiveram maior diferença entre vetores não domiciliados coletados em residências e estimativa média predita pelos modelos.

