

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE DOUTORADO EM AGROECOLOGIA

KENESON KLAY GONÇALVES MACHADO

Tibraca limbativentris Stal (**HEMIPTERA: PENTATOMIDAE**): **INCIDÊNCIA DE
PARASITOIDES E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL EM LAVOURAS
ORIZÍCOLAS DA BAIXADA MARANHENSE**

São Luís - MA

2018

KENESON KLAY GONÇALVES MACHADO

Engenheiro Agrônomo

Tibraca limbativentris Stal (**HEMIPTERA: PENTATOMIDAE**): **INCIDÊNCIA DE PARASITOIDES E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL EM LAVOURAS ORIZÍCOLAS DA BAIXADA MARANHENSE**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito à obtenção do grau de Doutor em Agroecologia.

Orientadora: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

São Luís - MA

2018

Machado, Keneson Klay Gonçalves.

Tibraca limbativentris STAL (Hemiptera: Pentatomidae): Incidência de Parasitoides e Distribuição Espaço-Temporal em Lavouras Orizícolas da Baixada Maranhense / Keneson Klay Gonçalves Machado. – São Luís, 2018.

116 f.

Tese (Doutorado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos.

1.Geoestatística. 2.Parasitoides de ovos. 3.Percevejo-do-colmo. 4.Gênero *Hexacladia*. 5.*Oryza sativa*. I.Título

***Tibraca limbativentris* Stal (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): INCIDÊNCIA DE
PARASITOIDES E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL EM LAVOURAS
ORIZÍCOLAS DA BAIXADA MARANHENSE**

KENESON KLAY GONÇALVES MACHADO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado
do Programa de Pós-graduação em
Agroecologia da Universidade Estadual do
Maranhão para a obtenção do Título de
Doutor em Agroecologia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Raimunda
Nonata Santos de Lemos.

Aprovada na defesa em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos (Orientadora)

Prof. Dr. Adriano Soares Rêgo - UEMA

Profa. Dra. Gislane da Silva Lopes - UEMA

Profa. Dra. Aldenise Alves Moreira - UESB

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva - UFPI

DEDICO

Aos meus pais João Batista e Euzamar Gonçalves

A minha irmã Kedma Rejane

Por tudo.

“Tínhamos de memorizar e de nos lembrar de tudo, gostássemos ou não. Esse tipo de coerção tinha um efeito tão negativo que, após ter passado nas provas finais e ser aprovado, recusei-me a pensar em qualquer coisa que se referisse a problemas científicos por mais de um ano... É um milagre que os métodos atuais de ensino não tenham destruído nos alunos o espírito de pesquisa, pois essa delicada planta necessita, além de estímulo, de total liberdade. Sem ela, está condenada a extinguir-se. É um grande engano pensar que o prazer da busca e da pesquisa pode ser estimulado pela coerção ou pela imposição como uma obrigação.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo amor, pela vida, pela minha saúde, pela alegria, por todos os dias percorridos e pelas dificuldades superadas. Deus sempre acreditou em mim. Deus cuida de mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pela oportunidade de realizar meu Doutorado.

À Professora Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemosque contribuiu com a minha formação e me ajudou a chegar a esse tão sonhado momento. Seus ensinamentos e conselhos jamais serão esquecidos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pela concessão de bolsa de estudo.

A todo o corpo docente e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia que contribuíram para meu crescimento científico.

Ao Dr. Angelo Luiz Tadeu Ottati (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MA) por estar sempre disposto a ajudar e contribuir nas análises dos dados dessa tese.

Ao Dr. Valmir Antonio Costa (Instituto Biológico de São Paulo) pelas identificações dos parasitoides de ovos, pelo empenho na descrição da espécie nova de parasitoide e pelos seus ensinamentos.

Aos meus amigos e companheiros de viagens: Elizabeth Costa, Luciana Lins, Raimundo Nonato, Wenner Vinícius, Elys Regina, Anne Caroline, Ociane Brito. Eu não conseguiria desenvolver esta tese sem a ajuda de todos vocês. Trabalhamos e sorrimos a cada área visitada, guardarei esses momentos e, principalmente, vocês para sempre em meu coração.

A todos os agricultores donos das áreas nas quais realizei minha pesquisa. Acreditaram e confiaram na esperança de ter uma resposta para os seus problemas.

A todos os meus amigos do Laboratório de Entomologia e Acarologia: pela convivência, conversas, sorrisos e momentos felizes.

A Denise Araújo do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, pela amizade, carinho e conversas que tivemos.

A todos que sempre torceram por mim e que fizeram parte do meu enredo acadêmico ao longo dessa etapa de minha vida. Muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

Figura1	Posturas de <i>Tibraca limbativentris</i> : (A) ovos recém ovipositados, (B) ovos com três dias de idade e (C) posturas após a saída das ninfas.....	12
Figura2	Estádios ninfais de <i>Tibraca limbativentris</i> : (A) Ninfa de 1º ínstar, (B) Ninfa de 3º ínstar, (C) Ninfa de 4º ínstar, (D) Ninfa de 5º ínstar, (E) Adulto, (F) Macho (esquerda) e Fêmea (direita).....	13
Figura3	(A) <i>Tibraca limbativentris</i> na base da touceira de arroz, (B) arroz na fase vegetativa com o sintoma de “coração morto” e (C) arroz na fase reprodutiva com o sintoma de “panícula branca”.....	15
Figura 4	Parâmetros do semivariograma.....	19
Figura 5	Modelos do semivariograma experimental: (A) modelo exponencial, (B) modelo gaussiano, (C) modelo esférico e (D) modelo linear.....	20
Figura 6	(A) Macho de <i>Hexacladia smithii</i> e (B) antena da fêmea.....	26

CAPÍTULO II

Figura 1	Localização dos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana (MA).....	46
Figura 2	Postura de <i>Tibraca limbativentris</i> não parasitada (A) e postura de <i>Tibraca limbativentris</i> parasitada (B).....	48
Figura 3	Parasitoides de ovos de <i>Tibraca limbativentris</i> : (A) Fêmea de <i>Telenomus</i> sp. aff. <i>podisi</i> (morfoespécie A), (B) fêmea de <i>Telenomus</i> sp. aff. <i>podisi</i> (morfoespécie B), (C) fêmea de <i>Trissolcus urichi</i> , (D) fêmea de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> e (E) fêmea de <i>Anastatus</i> sp.....	50
Figura 4	Frequência de espécies de parasitoides observados em ovos de <i>Tibraca limbativentris</i> em lavoura de arroz nos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana (MA) durante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.....	51

Figura 5	Número de ovos de <i>Tibraca limbativentris</i> coletados e parasitados e a taxa de parasitismo em lavoura de arroz nos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana (MA) durante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.....	53
CAPÍTULO III		
Figura 1	Áreas de amostragem (1 e 2), em Vitória do Mearim (MA), nos anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.....	66
Figura 2	Localização das estacas em plantas de <i>Oryza sativa</i> para coletas de <i>Tibraca limbativentris</i> . Vitória do Mearim, MA. (A) área 1 e (B) área 2.....	67
Figura 3	Mapas de distribuição espacial de <i>Tibraca limbativentris</i> em lavouras de arroz nas fases vegetativa e reprodutiva no município de Vitória do Mearim (MA), nos anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.....	74

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO II

Tabela 1	Coeficiente correlação de Spearman (rs) entre ovos parasitados e fatores abióticos nos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana - (MA) durante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.....	55
----------	--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1	Modelos e parâmetros dos semivariogramas experimentais para as populações de <i>Tibraca limbativentris</i> , em arroz no município de Vitória do Mearim – MA, 2015-2016.....	69
Tabela 2	Modelos e parâmetros dos semivariogramas experimentais para as populações de <i>Tibraca limbativentris</i> , em arroz no município de Vitória do Mearim – MA, 2016-2017.....	71

CAPÍTULO IV

Tabela 1	Porcentagem de adultos de <i>Tibraca limbativentris</i> parasitados por <i>Hexacladia</i> sp. nov. na culturado arroz em diferentes localidades do Maranhão durante os anos agrícolas de 2011/12 até 2016/17.....	90
----------	---	----

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO I	
1 INTRODUÇÃO GERAL	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 A cultura do arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	9
2.2 <i>Tibraca limbativentris</i> (Percevejo-do-colmo do arroz)	11
2.2.1 Generalidades.....	11
2.2.2 Ciclo biológico e descrição morfológica.....	12
2.2.3 Injúrias causadas.....	14
2.3 Distribuição de insetos-praga nos agroecossistemas	16
2.4 Geostatística	17
2.5 Manejo integrado de pragas	21
2.5.1 Controle biológico.....	21
2.5.2 Himenópteros parasitoides.....	22
2.5.3 Parasitoides de ovos associados aos pentatomídeos.....	23
2.5.4 Parasitoides do gênero <i>Hexacladia</i>	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO II	
OCORRÊNCIA E NÍVEL DE PARASITISMO EM OVOS DE <i>Tibraca limbativentris</i> EM LAVOURAS ORIZÍCOLAS	42
RESUMO	43
ABSTRACT	44
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50

CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
CAPÍTULO III	
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PERCEVEJO-DO-COLMO, <i>Tibraca limbativentris</i> , EM AGROECOSSISTEMA ORIZÍCOLA.....	61
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	63
INTRODUÇÃO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CAPÍTULO IV	
UMA NOVA ESPÉCIE DE <i>Hexacladia</i> ASHMEAD (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE): PARASITOIDE DE <i>Tibraca</i> <i>limbativentris</i> (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) NO BRASIL.....	80
RESUMO.....	81
ABSTRACT.....	82
INTRODUÇÃO.....	83
MATERIAL E MÉTODOS.....	84
RESULTADOS	86
DISCUSSÃO.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92

Tibraca limbativentris Stal (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): INCIDÊNCIA DE
PARASITOIDES E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL EM LAVOURAS
ORIZÍCOLAS DA BAIXADA MARANHENSE

Autor: Keneson Klay Gonçalves Machado

Orientadora: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

RESUMO

Tibraca limbativentris (Stal, 1860) é um dos insetos mais prejudiciais à cultura do arroz no Brasil, pois afeta as fases vegetativa e reprodutiva da planta e causa danos significativos na produtividade dos grãos. Identificar os parasitoides que atacam as fases de ovo e fase adulta, além de caracterizar a distribuição espacial da praga nas lavouras de arroz são medidas importantes para o estabelecimento de programas de Manejo Integrado de Pragas. Objetivou-se com esta pesquisa verificar a incidência natural de parasitoides de *T. limbativentris* e sua distribuição espaço-temporal em lavouras orizícolas da Baixada Maranhensedurante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017. O inventário das espécies de parasitoides foi realizado a partir de coletas mensais de posturas de *T. limbativentris*. As folhas e colmos com as posturas foram retiradas manualmente das plantas de arroz. Na análise espaço-temporal, a amostragem foi realizada quinzenalmente. Foram contabilizados e coletados os insetos nas fases de desenvolvimento de ninfa (exceto primeiro ínstar) e adulto de *T. limbativentris* durante as fases vegetativa e reprodutiva do arroz. Para avaliar a distribuição da praga, foram demarcadas estacas de 1,10 m de altura em touceiras de arroz. Para identificação e descrição da nova espécie de parasitoide da fase adulta, percevejosadultos de *T. limbativentris* foram coletados em campos de arroz. Os adultos foram sexados e mantidos em grupos de 30 espécimes (15 fêmeas e 15 machos) em pote de plástico com tampa de pressão e capacidade de 750 mL. Esses potes foram vistoriados diariamente até emergência dos parasitoides do inseto adulto de *T. limbativentris*. No ano agrícola de 2015-2016, observou-se 1.857 ovos parasitados enquanto que no ano agrícola de 2016-2017 foi observado o parasitismo em 450 ovos. No estudo da distribuição espacial para o ano agrícola de 2015-2106, a dependência espacial foi agregadapara a fase de ninfas e ninfas + adultos de *T. limbativentris*. No ano agrícola de 2016-2017, ninfas e adultos de *T. limbativentris* na fase vegetativa e reprodutiva do arroz se distribuíram aleatoriamente. Uma nova espécie do gênero *Hexacladia* parasitou o estágio adulto de *T. limbativentris*, com uma taxa de parasitismo total de 14,2%. Conclui-se que as espécies de parasitoides identificadas nos ovos foram *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie C), *T. urichi*), *Ooencyrtus submetallicus* e *Anastatus* sp.; o monitoramento de *T. limbativentris* deve ser realizado a partir das plantas que estão na bordadura da área do plantio e *Hexacladia* sp. nov. exerce um papel importante na regulação natural de *T. limbativentris* nas lavouras orizícolas maranhenses.

Palavras-chave: Geoestatística. Percevejo-do-colmo. *Oryza sativa*. Gênero *Hexacladia*, Parasitoides de ovos.

Tibraca limbativentris Stal (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE): PARASITOIDS
INCIDENCE AND SPACE-TEMPORAL DISTRIBUTION IN ORIZÍCOL
AGRICULTURE OF LOWLAND MARANHENSE

Author: Keneson Klay Gonçalves Machado

Adviser: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

ABSTRACT

Tibraca limbativentris (Stal, 1860) is one of the most harmful to rice cultivation in Brazil, as it affects the vegetative and reproductive phases of the plant and causes significant damages in grain yield. To identify the parasitoids that attack the egg and adult phases, besides characterizing the spatial distribution of the pest in the rice fields are important measures for the establishment of Integrated Pest Management programs. The objective of this research was to verify the natural incidence of *Tibraca limbativentris* parasitoids and their spatio-temporal distribution in rice fields of Baixada Maranhense during the agricultural years of 2015-2016 and 2016-2017. The inventory of species of parasitoids was carried out from monthly collections of *T. limbativentris* postures. The leaves and stems with the postures were manually removed from the rice plants. In the space-time analysis, the sampling was performed biweekly. The insects were counted and collected in the stages of development of nymph (except first instar) and adult of *T. limbativentris* during the vegetative and reproductive phases of rice. To evaluate the distribution of the pest, stakes of 1.10 m height were demarcated in clumps of rice. To identify and describe the new species of adult parasitoid, adult bedbugs of *T. limbativentris* were collected in rice fields. The adults were sexed and kept in groups of 30 specimens (15 females and 15 males) in plastic bottle with pressure cap and capacity of 750 mL. These pots were inspected daily until emergence of parasitoids of the adult insect of *T. limbativentris*. In the agricultural year of 2015-2016, there were 1,857 parasitized eggs while in the agricultural year 2016-2017 parasitism was observed in 450 eggs. In the study of spatial distribution for the agricultural year 2015-2106, spatial dependence was aggregated for the nymphs and nymphs + adult phase of *T. limbativentris*. In the agricultural year 2016-2017, nymphs and adults of *T. limbativentris* in the vegetative and reproductive phase of rice were distributed randomly. A new species of the genus *Hexacladia* parasitized the adult stage of *T. limbativentris*, with a total parasitism rate of 14.2%. It is concluded that the species of parasitoids identified in the eggs were *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies C), *Trissolcus urichi*, *Ooencyrtus submetallicus* and *Anastatus* sp.; the monitoring of *T. limbativentris* should be performed from the plants that are in the border of the plantation area and *Hexacladia* sp. nov. plays an important role in the natural regulation of *T. limbativentris* in the Maranhão rice fields.

Keywords: Geostatistics. Stalk stink bug. *Oryza sativa*. Genus *Hexacladia*. Eggs parasitoids

REFERENCIAL TEÓRICO

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O arroz é um representante do grupo dos cereais com grande valor nutricional. É altamente energético, além disso, possui sais minerais, vitaminas do complexo B e baixo teor de gordura (BASSINELLO; CASTRO, 2004). A produção mundial de arroz na safra 2017/2018 é estimada em mais de 483 mil toneladas (USDA/FAS, 2018).

A produção da safra brasileira de arroz em 2017/2018 deve ficar entre 11.752,5 e 11.857,4 mil toneladas, no qual os números nacionais apontam que haverá uma redução entre 4,7% a 3,8% em relação à safra passada e, a Região Sul é responsável pela maior parte da produção de arroz do país (CONAB, 2017).

Novas tecnologias são adotadas para que as culturas de subsistência possam melhorar os níveis de produtividade (AZAMBUJA; VERNETTI JÚNIOR; MAGALHÃES JÚNIOR, 2004), no entanto, diversos fatores têm interferido nesse aumento e provocam redução na produção de culturas agrícolas importantes. Os principais fatores que interferem nos níveis de produtividade do arroz são os climáticos, a incidência de plantas daninhas, a água para irrigação e a ocorrência de insetos-praga (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO, 2005).

Os insetos-praga são competidores importantes do ponto de vista da produção agrícola, pois são responsáveis por grande parte de perdas que vão desde o plantio até a colheita (COSTA; LINK, 1992). A fauna Heteroptera é diversificada e tem várias espécies fitófagas que se alimentam de diferentes partes das plantas de arroz (FERREIRA; BARRIGOSI; VIEIRA, 2001). Dentre os fitófagos, o de maior importância para a cultura do arroz é o percevejo-do-colmo (FERREIRA et al., 1986), que na Baixada Maranhense é conhecido popularmente como cangapara, sendo responsável por danos significativos na fase vegetativa e reprodutiva do arroz (MACHADO, 2013).

No Maranhão, o percevejo-do-colmo é encontrado em praticamente todos os municípios que cultivam arroz, constituindo-se como a principal praga dessa cultura no Estado. O controle dessa praga nos municípios maranhenses, assim como em outras regiões produtoras de arroz no país, é feito basicamente por produtos químicos (MARTINS et al., 2009). No entanto, o hábito desse inseto em localizar-se preferencialmente na base dos colmos, local próprio para alimentação e reprodução, dificulta o contato do inseticida com a praga (BOTTA; PAZINI; SILVA, 2011). Segundo Martins et al. (2009), as pulverizações

atingem, principalmente, adultos localizados no ápice das plantas de arroz, mas não atingem grande quantidade de ninfas, que se encontram na base das plantas protegidas entre os colmos, portanto esse controle caracteriza-se como ineficiente. Desde 2008, o Brasil lidera o consumo de agrotóxicos a nível mundial (ROSSI, 2016). Portanto, a utilização de outros métodos de controle de pragas deve ser buscada, pois o uso indiscriminado dos agrotóxicos tem contribuído para o aumento de problemas ambientais, contaminação dos agricultores e insustentabilidade dos agroecossistemas. Neste sentido, o controle biológico de pragas tem como objetivo manter a população de pragas em equilíbrio, propiciando a redução do uso de agrotóxicos, pois todos os insetos-praga possuem inimigos naturais, quer sejam entomopatógenos, parasitoides ou entomófagos (COSTA; BERTI FILHO; SATO, 2006; FRITZ, et al., 2008).

Além do uso de parasitoides no controle do percevejo-do-colmo, outra ferramenta importante é o monitoramento da população dessa praga por meio do levantamento georreferenciado (PAZINI et al., 2013), usando a geoestatística para quantificar a distribuição espacial e temporal do inseto. A distribuição espacial de *T. limbativentris* no arroz pode ser um parâmetro importante a ser utilizado na tomada de decisão tanto para o local onde ocorre a infestação quanto ao momento mais adequado de fazer o controle, reduzindo custos de controle e de danos ambientais (BARRIGOSSI et al., 2001; SILVA et al., 2012)

Segundo Tillman et al. (2009) conhecer como os percevejos se comportam ecologicamente no tempo e no espaço é necessário para que no manejo da praga sejam adotadas estratégias corretas como, conservação dos inimigos naturais e do meio ambiente.

Logo estudos que conduzam a diminuição do uso de agrotóxicos como a utilização do controle biológico e a distribuição espaço-temporal do percevejo-do-colmo, tornam-se de grande valia para o Estado do Maranhão. Existe uma grande lacuna provocada pela carência de pesquisas sobre o momento exato de controlar o percevejo-do-colmo, e da eficiência dos parasitoides nativos no controle dessa praga.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a incidência natural de parasitoides de ovos e de adultos, além de avaliar a distribuição espacial e temporal do percevejo-do-colmo do arroz nas condições ecológicas da Baixada Maranhense.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do arroz (*Oryza sativa* L.)

Oryza sativa L. é uma monocotiledônea que pertence à família Poaceae (Gramíneas) e inclui em torno de 23 espécies (BORÉM; RANGEL, 2015). Está classificada no grupo de plantas com metabolismo C-3, portanto bem adaptada tanto para ambientes aquáticos quanto secos (NUNES, 2016). *Oryza sativa* apresenta ramificações secundárias nas panículas, espiguetas persistentes no pedicelo e lígulas com até 10 mm de comprimento (FONSECA; CASTRO; SILVEIRA, 2001). O ciclo fenológico do arroz é dividido em três etapas: fase vegetativa (compreende o período que vai da germinação da semente até a iniciação da panícula); fase reprodutiva (compreende da iniciação da panícula ao florescimento) e a fase de maturação (vai do florescimento à maturação dos grãos, durando de 30 a 35 dias) (PINHEIRO; STONE; SILVA, 2000).

O arroz é um alimento tradicional na mesa dos brasileiros que se encontra difundidos em todas as classes sociais (NAVES; BASSINELLO, 2006). Nutricionalmente fornece 15% da proteína e 20% da energia per capita necessária ao homem (MACIEL, 2016). Apesar de ser um alimento muito energético, também pode ser fonte de proteínas, sais minerais (fosfóro, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B, como a B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B3 (niacina), é um alimento isento de colesterol, com baixo teor de gordura e de fácil digestão (SILVA; LIMA, 2012).

A cultura do arroz é adaptável aos diversos tipos de solos e aproximadamente 90% das culturas alimentares são cultivadas usando sementes, com destaque para o arroz. É encontrado em todo território nacional e tem como os maiores produtores as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, que juntas são responsáveis por 74% de todo arroz produzido no país (NEVES, 2007).

Os sistemas de cultivo de arroz que predominam no Brasil são o irrigado e o de terras altas (sequeiro). A maior parte da produção de arroz é proveniente do ecossistema de várzea, no qual a orizicultura irrigada é responsável por grande parte da produção nacional (EMBRAPA, 2008). O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz irrigado e é responsável por quase 70% do total produzido no Brasil, seguido por Santa Catarina que tem uma produção entre 8 a 9% (CONAB, 2017).

O arroz de sequeiro ou arroz de terras altas é amplamente cultivado por pequenos agricultores nas regiões mais pobres do mundo, como África, Ásia e América Latina. As

plantas de arroz são cultivadas em condições aeróbias do solo, ou seja, em chão firme com a água fornecida por meio de chuvas. Há um grande crescimento desse plantio em comparação ao sistema irrigado, não que o plantio em sequeiro seja escolhido por considerações ecológicas relativas ao bom uso de água, mas sim uma imposição do próprio desenvolvimento econômico dessas áreas (ARANTES, 2013).

O Estado do Mato Grosso, na safra 2016/2017, foi o principal produtor nacional de arroz de sequeiro, ocupou uma área de 151,4 mil hectares e obteve uma produtividade média de 3.226 kg/há que resultou em uma produção de 488,4 mil toneladas. A produção de arroz total no Maranhão na safra 2016/2017 foi de 225,9 mil toneladas e a projeção para a safra 2017/2018 é de 222,0 mil toneladas, portanto uma redução de 1,7%. O arroz de sequeiro e o arroz irrigado juntos tiveram, na safra 2016/2017, uma produtividade média de 1.807 kg/ha, muito inferior à média nacional que foi de 6.223 kg/ha. A área plantada com arroz de sequeiro nessa safra foi de 140, 2 mil hectares e a produtividade média obtida foram de 1.775 kg/ha. O arroz irrigado ocupou uma área de 1,4 mil hectares e foi responsável por 2,7% da produção regional (CONAB, 2017).

No Maranhão, o arroz é um produto de grande valor econômico e social devido seu relevante papel na dieta maranhense e participação no PIB estadual. O arroz é cultivado em praticamente todos os municípios e há o predomínio do plantio em sequeiro, que é responsável por cerca de 95% da produção e por 98% da área cultivada (ZONTA; SILVA, 2014). No cultivo em sequeiro, devido ao tamanho pequeno das áreas, geralmente é praticado o consórcio do arroz com o milho (*Zea mays* L.), feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), além de algumas hortaliças. Segundo Ferraz Júnior (2000) peculiaridades como a diversidade de solos, clima e vegetação favorecem o cultivo do arroz sob três sistemas com predomínio da produção em sequeiro (no sistema de corte e queima) e, em menor escala, o cultivo de várzeas úmidas, não sistematizadas, e culturas irrigadas.

O arroz de terras altas ou arroz de sequeiro é caracterizado pelo plantio em áreas não alagadas e necessita de boas condições pluviométricas para o perfeito desempenho dos estágios fenológicos da cultura. Quanto ao rendimento médio, constata-se que quase 10% dos municípios maranhenses apresentam valores iguais ou abaixo de 1.000kg/ha, o que comprova a baixa tecnologia no manejo dessa cultura, principalmente na Mesorregião Norte-

Maranhense, tendo como integrantes municípios da Aglomeração Urbana de São Luís, da Baixada e dos Lençóis Maranhenses (CONAB, 2015).

A orizicultura maranhense tem características diferentes dos cultivosem outros estados brasileiros. Praticamente, toda orizicultura maranhense encontra-se em lavouras com tamanhos inferiores a 50 ha, além de que há um predomínio de baixa tecnologia (BUOSI; MUNIZ; FERREIRA, 2013). Excluindo o sistema de cultivo com irrigação controlada e alguns plantios mecanizados e em terras altas, prevalece o plantio solteiro ou consorciado com baixa tecnologia e falta de assistência técnica (CONAB, 2015).

2.2 *Tibraca limbativentris* (Percevejo-do-colmodoarroz)

2.2.1 Generalidades

O percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) é um dos fitófagos de maior importância para a cultura orizícola no Brasil, devido aos danos que provocaem cultivos irrigados e de terras altas (FERREIRA et al., 1997). O percevejo *T. limbativentris* está distribuído amplamente em todas as regiões orizícolas da América Latina (MARTINS; GRUTZMACHER; CUNHA, 2004), e em toda Região Neotropical (FERNANDES; GRAZIA, 1998).

Registra-se todos os anos grandes populações de *T. limbativentris* sob condições de monocultivo e de alta densidade de plantas de arroz (MARTINS; GRUTZMACHER; CUNHA, 2004), porém na Baixada Maranhense, é possível observar a presença de altas infestações desse inseto-praga também quando o arroz está em consórcio com outras culturas como o milho e a mandioca (MACHADO, 2013).

Na entressafra do arroz no Estado do Mato Grosso, *T. limbativentris* fica próximo ao solo, local de maior umidade e permanecem em hibernação por 4 a 6 meses (BARRIGOSI; MARTINS, 2006). Na Região Sul, esse inseto-praga costuma hibernar na base de plantas de diferentes espécies hospedeiras em locais perto das lavouras e isso permite menor perda de suas reservas que poderão ser usadas no seu crescimento e reprodução (OLIVEIRA; DOTTO; SANTOS, 2005).

Nas áreas orizícolas maranhenses de um a três hectares, pertencentes ao regime de agricultura familiar, tem sido observado a presença de *T. limbativentris* em palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) logo após a colheita do arroz. Para Costa (2014), as palmeiras

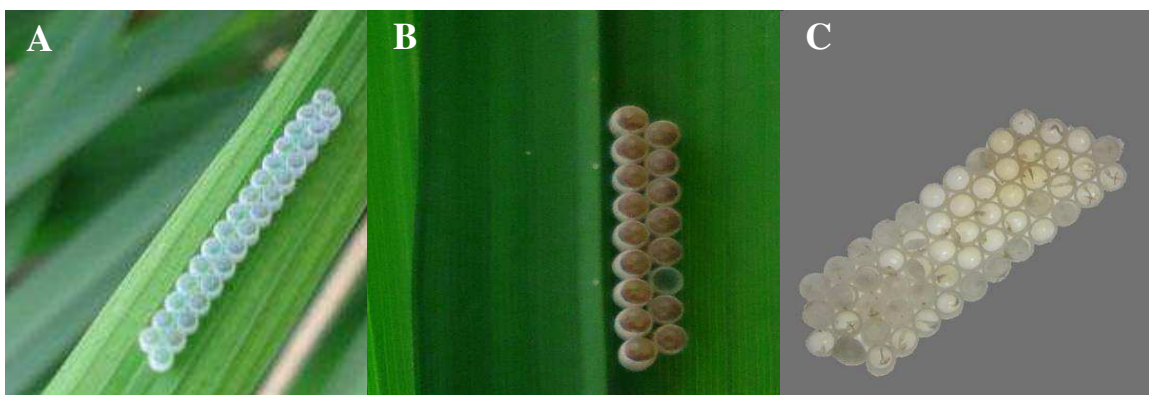
de babaçu podem funcionar como um refúgio para hibernação de *T. limbativentris* quando o arroz não está mais disponível nas áreas de cultivo.

Devido à polifagia, no período de entressafra da cultura principal, os percevejos fitófagos vão em busca de plantas hospedeiras alternativas para se alimentar, ovipositar e desenvolver seus descendentes (PANIZZI, 1991). No Rio Grande do Sul, o percevejo-do-colmo foi encontrado em hibernação nas touceiras de capim *Andropogon bicornis* (L.) (KLEIN; REDAELLI; BARCELLOS, 2012). Quando aumenta a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade de alimento, o percevejo-do-colmo se dispersa para as plantas hospedeiras para se reproduzir (RAMPELLOTTI et al., 2008).

2.2.2 Ciclo biológico e descrição morfológica

O ciclo biológico de *T. limbativentris* é hemimetabólico, ou seja, passa pelas fases de ovo, ninfa e adulto e pode variar de 37,5 dias até 62,5 dias dependendo da temperatura da região (BOTTON et al., 1996; SILVA et al., 2004). Os ovos são cilíndricos e medem aproximadamente 1 mm de comprimento por 0,8 mm de diâmetro. São colocados em grupos de 23 a 68 ovos e dispostos em duas a seis fileiras (TRUJILLO, 1970; FERREIRA et al., 1997). Esses ovos apresentam coloração esverdeada no início e à medida que se aproximam da maturação tornam-se escuros (BARRIGOSI; MARTINS, 2006; MARTINS et al., 2009), ou com um tom rosado (FERREIRA et al., 1997) (Figuras 1A e 1B).

Figura 1 - Posturas de *Tibraca limbativentris*: (A) ovos recém ovipositados, (B) ovos com três dias de idade e (C) posturas após a saída das ninfas.

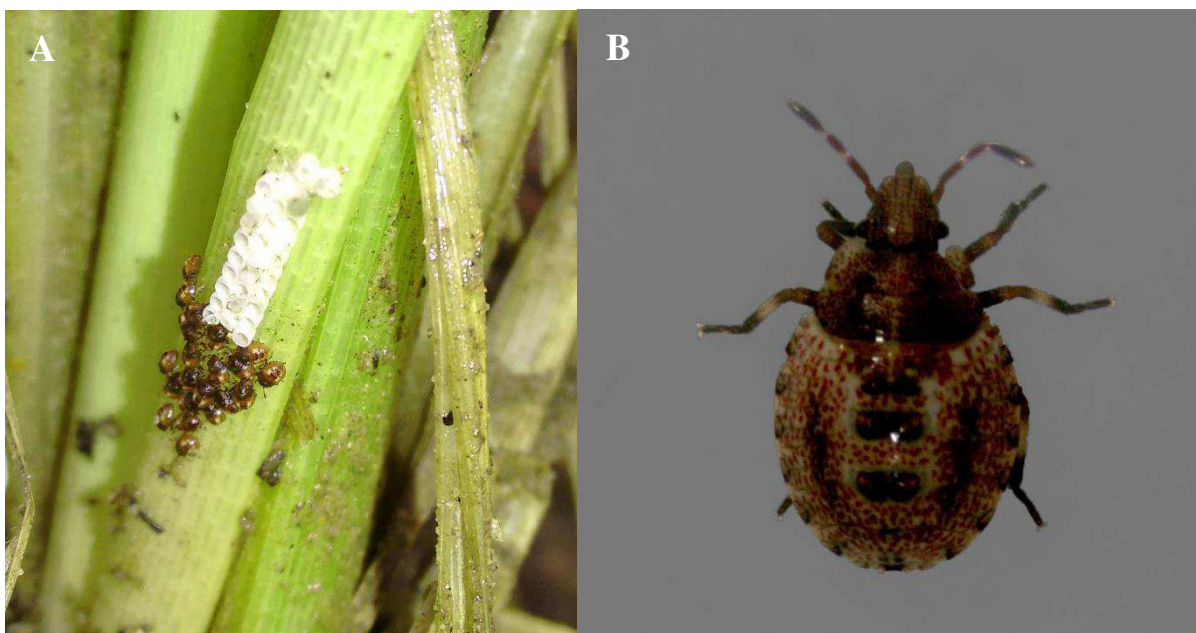


Fonte: MACHADO, K. K. G (2015)

A fase ninfal é composta por cinco ínstar e a duração é diretamente influenciada pela temperatura (SILVA et al., 2004). Ninfa de 1º ínstar – dura aproximadamente seis dias mantendo-se agrupadas. Medem 1,5 mm de comprimento por 1 mm de largura (TRUJILLO, 1970) (Figura 2A). Ninfa de 2º ínstar – dura aproximadamente oito dias (SILVA et al., 2004), e têm 2,3 mm de comprimento por 1,5 mm de largura. Neste estágio, as ninfas começam a se dispersar (FERREIRA et al., 1997). Ninfa de 3º ínstar – com uma duração aproximada de 11 dias (SILVA et al., 2004), medem 4 mm de comprimento por 2 mm de largura (FERREIRA et al., 1997) (Figura 2B). Ninfa de 4º ínstar – com uma duração média de 16 dias (SILVA et al., 2004), medem 5,5 mm de comprimento por 3,2 de largura (FERREIRA et al., 1997) (Figura 2C). Ninfa de 5º ínstar – é o estágio de desenvolvimento mais longo, dura aproximadamente 20 dias (SILVA et al., 2004) e as ninfas medem 9,5 mm de comprimento por 6,5 de largura (FERREIRA et al., 1997) (Figura 2D).

Adultos – o inseto adulto de *T. limbativentris* apresenta coloração marrom, as fêmeas são maiores medindo aproximadamente 13,7 mm de comprimento por 7,4 mm de largura, enquanto que os machos medem aproximadamente 12,5 mm de comprimento por 7,1 mm de largura (FERREIRA et al., 1997). Nessa fase, as pernas seguem a cor do corpo, apresentam margens laterais levemente amareladas, cabeça longa e aguçada (FERNANDES; GRAZIA, 1998) (Figura 2E e 2F).

Figura 2 - Estádios ninfais de *Tibraca limbativentris*: (A) Ninfa de 1º ínstar, (B) Ninfa de 3º ínstar, (C) Ninfa de 4º ínstar, (D) Ninfa de 5º ínstar, (E) Adulto, (F) Macho (esquerda) e Fêmea (direita).





Fonte: MACHADO, K. K. G (2015)

2.2.3 Injúrias causadas

Na Subordem Heteroptera, os percevejos fitófagos da família Pentatomidae são as principais pragas deculturas como arroz, soja (*Glycine max* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho e trigo (*Triticum aestivum* L.) (PANIZZZI, 2013). Nessa família, aproximadamente

5.000 espécies são fitófagas ou predadoras (MCPHERSON; MCPHERSON, 2000). Os percevejos podem sugar várias estruturas das plantas, sendo que as sementes e os frutos são os mais preferidos para a alimentação. Por estarem presentes em várias espécies vegetais de grande importância agrícola são considerados pragas chaves e requerem medidas de controle (PANIZZI et al., 2000).

O inseto-praga mais prejudicial ao arroz é a espécie *T. limbativentris* que é capaz de provocar uma redução de até 1,2% na produtividade de grãos para cada inseto adulto/m² encontrado no campo (OLIVEIRA et al., 2010). As fêmeas de *T. limbativentris* iniciam o período sexual quando migram para as áreas de arroz, geralmente quando essas plantas já estão com mais de 20 dias de idade (FERREIRA et al., 1997), e a oviposição é iniciada dez dias após a sua presença nos arrozais (FERREIRA, 1998). As posturas são realizadas na parte abaxial das folhas mais velhas do arroz (PANTOJA et al., 2007). Silva et al. (2004) encontraram posturas de *T. limbativentris* contendo em média 16,6 ovos.

Os percevejos atacam os colmos do arroz próximos ao solo adotando a posição de cabeça para baixo (FERREIRA, 1998) (Figura 3A). Na fase vegetativa, a injúria é caracterizada pela morte parcial ou total da parte central dos colmos, sintoma conhecido por "coração-morto" (Figura 3B), e na fase reprodutiva (final da floração/início da emissão das panículas), o inseto torna-se mais prejudicial, uma vez que há o impedimento na formação de panículas, cujo sintoma é conhecido como "panícula-branca" (BARRIGOSI; MARTINS, 2006; MARTINS et al., 2009) (Figura 3C).

Figura 3 -(A) *Tibraca limbativentris* na base da touceira de arroz, (B) arroz na fase vegetativa com o sintoma de "coração morto" e (C) arroz na fase reprodutiva com o sintoma de "panícula branca".



Fonte: MACHADO, K. K. G (2015)

Esses danos são causados pela alimentação de percevejos adultos e ninfas a partir do segundo ínstar quando inserem os estiletes no caule do arroz momento em que injetam saliva tóxica e causam desordem fisiológica nos tecidos da planta (FERREIRA et al., 1997).

Tibraca limbativentris costuma se alojar na base dos perfilhos das plantas de arroz, o que dificulta a observação do índice de infestação a tempo. Para Riffel (2007), um período de 12 a 24 horas de alimentação é o suficiente para causar os sintomas de "coração-morto" e "panícula-branca".

Quando ocorrem altas infestações da praga no final da fase reprodutiva e início da fase de maturação do arroz, os números de grãos quebrados e gessados são muito maiores e, esse prejuízo pode chegar até 90% no rendimento de grãos, portanto *T. limbativentris* é considerada a praga de maior expressão econômica para o arroz (FERREIRA et al., 1997).

Em um estudo realizado com *T. limbativentris* na cultivar BR-IRGA 409 foi observado que as infestações na fase reprodutiva aumentaram o número de grãos quebrados e gessados. Se a condição for favorável para o inseto, estima-se que as ninfas de 4º e 5º ínstar e o percevejo adulto presente em lavouras orizícolas com 30 e 65 dias de idade possam provocar nos primeiros 35 dias, seis "corações-mortos" e cinco "panículas-brancas", respectivamente (EMBRAPA, 2008).

2.3 Distribuição de insetos-praga nos agroecossistemas

Para que o Manejo Integrado de Pragas (MIP) seja considerado eficiente, é necessário que haja um entendimento da relação dos insetos fitófagos com a produtividade da cultura (PEDIGO, 1995). Portanto, a utilização de ferramentas multidisciplinares tem permitido a adoção de estratégias de controle de pragas menos prejudiciais ao meio ambiente.

A amostragem é um procedimento essencial que deve ser usado antes da realização do controle de insetos-praga (GUEDES et al., 2006), pois fornece informações sobre a densidade populacional dos insetos na área e qual o momento adequado deve ser implantado os métodos de controle. Segundo Fernandes, Busoli e Barbosa (2002) para extensas áreas de cultivo, a amostragem deve ser rápida e eficiente para que o MIP possa ser aplicado satisfatoriamente. Quando os insetos são amostrados é possível entender sua distribuição espacial e temporal (SUBRAMANYAM, 1995).

Os insetos costumam apresentar variações no seu padrão de distribuição espacial nos agroecossistemas (KREBS, 1998). Essa distribuição pode ser do tipo: aleatória, quando os insetos estão distribuídos de forma independente; agregada, quando os insetos estão bem próximos se relacionando uns com os outros; e regular, quando os insetos estão afastados por distâncias iguais (LANDIM; MONTEIRO; CORSI, 2002). Esses tipos de distribuição dos insetos são influenciados pela qualidade do hábitat no qual estão inseridos (KLEIJNA; LANGEVELDE, 2006), ainda de acordo com esses autores, na falta de alimento, abrigo e condições microclimáticas desfavoráveis, migram ou se dispersam para ambientes que sejam mais propícios para o seu desenvolvimento.

As áreas agrícolas não são mais tratadas como homogêneas, segundo especialistas a variação espacial e temporal deve ser considerada para que se possa ter melhor aproveitamento de insumos agrícolas, reduzindo os custos de produção e impactos ambientais (FARIAS et al., 2003).

Para o manejo de pragas, conhecer as variações que uma população apresenta no campo facilita a utilização de técnicas de controle. Por meio do georreferenciamento é possível fazer o monitoramento de pragas de forma mais precisa e eficiente. Segundo Hughes e Mckinlay (1988) conhecer a distribuição dos insetos permite estimar a população da praga capaz de causar perdas na produção.

Um bom plano de amostragem começa pela determinação da distribuição espacial do inseto (FERNANDES; BUSOLI; BARBOSA, 2002). Os insetos podem ser mapeados por meio da geoestatística, que é uma ferramenta usada para determinar a agregação e a correlação entre os pontos amostrais (BARRIGOSSI et al., 2001). Para esses mesmos autores conhecer como um inseto se distribui em uma área facilita manejar os locais com altas densidades da praga.

Na sojicultura, estudos utilizando geoestatística têm sido constantes. Por exemplo, Corrêa-Ferreira e Panizzi (1999) explicaram que a população de percevejos fitófagos na soja cresce até o final do enchimento de grãos e decresce na fase de maturação, quando começam a se dispersar em busca de plantas hospedeiras ou nichos de diapausa. Além disso, a distribuição espaço-temporal dos percevejos é influenciada pela sucessão de culturas, infestação de plantas daninhas e pela vegetação que circunda a área (KUSS-ROGGIA, 2009).

2.4 Geoestatística

A geoestatística é um ramo da estatística que se fundamenta em verificar se há dependência do valor observado de uma variável com os valores de variáveis de amostras próximas (MATHERON, 1963). Essa técnica descreve as correlações de uma dada variável no tempo e espaço. É utilizada para quantificar e modelar a correlação espacial entre dados amostrados assim como estimar valores em pontos não amostrados por meio de interpoladores, como a Krigagem (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

As análises geoestatística utilizam o semivariograma, que é uma ferramenta específica para analisar e representar a dependência espacial entre as amostras (WRIGHT et al., 2002). O semivariograma fornece um conjunto de ferramentas estatísticas que incorpora coordenadas espaciais e temporais de observações (CRESSIE, 1991; WACKERNAGEL, 2003). A dependência espacial de uma variável pode ser obtida pela análise do semivariograma, de acordo com a seguinte equação (adaptado de JOURNAL; HUIJBREGTS, 1978):

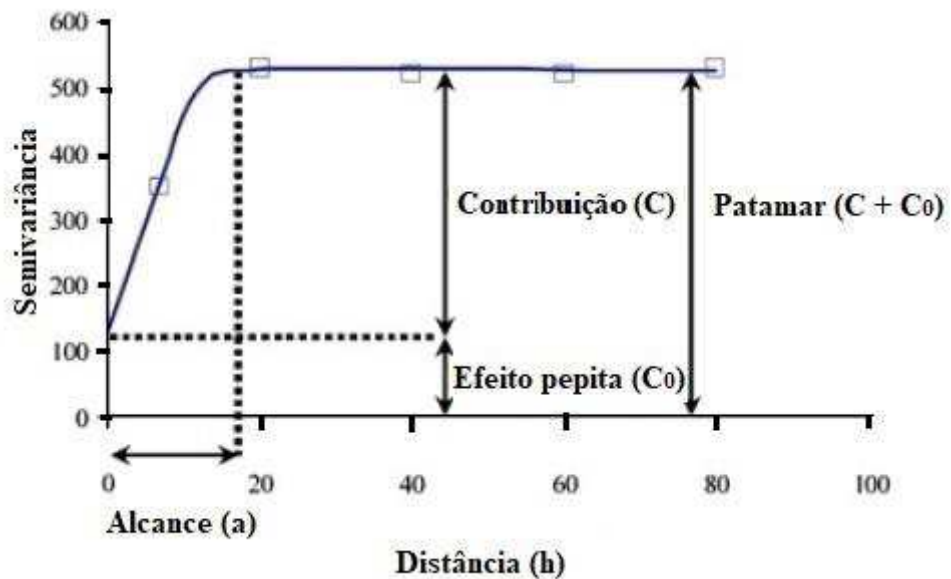
$$Y(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [X(i) - X(i+h)]^2$$

Em que,

$Y(h)$ semivariâncias para a classe de alcance de distância ou lag alcance h , $X(i)$ é o valor da variável X no ponto i e $N(h)$ é o número de pares de pontos amostrados $X(i)$, $X(i+h)$, separados por um vetor h . O modelo do semivariograma pode ser descrito por meio de diferentes parâmetros (Figura 4): a contribuição (C), o efeito pepita (C_0), o patamar ($C+C_0$) e o alcance (a).

Conforme a distância de separação h aumenta, a semivariância $Y(h)$ também aumenta até atingir um valor máximo no qual ela se estabiliza. Este valor é semelhante à variância dos dados, e é denominado patamar ($C+C_0$), sendo a contribuição (C) a diferença entre o patamar ($C+C_0$) e o efeito pepita (C_0). A distância na qual a variância $Y(h)$ atinge seu patamar é chamada de alcance (a). O alcance (a) indica a máxima distância em que a variável está correlacionada espacialmente (VIEIRA et al., 2011). No levantamento de pragas, o alcance (a) representa o raio de agregação destas (CARVALHO, 2014).

Figura 4 - Parâmetros do semivariograma.

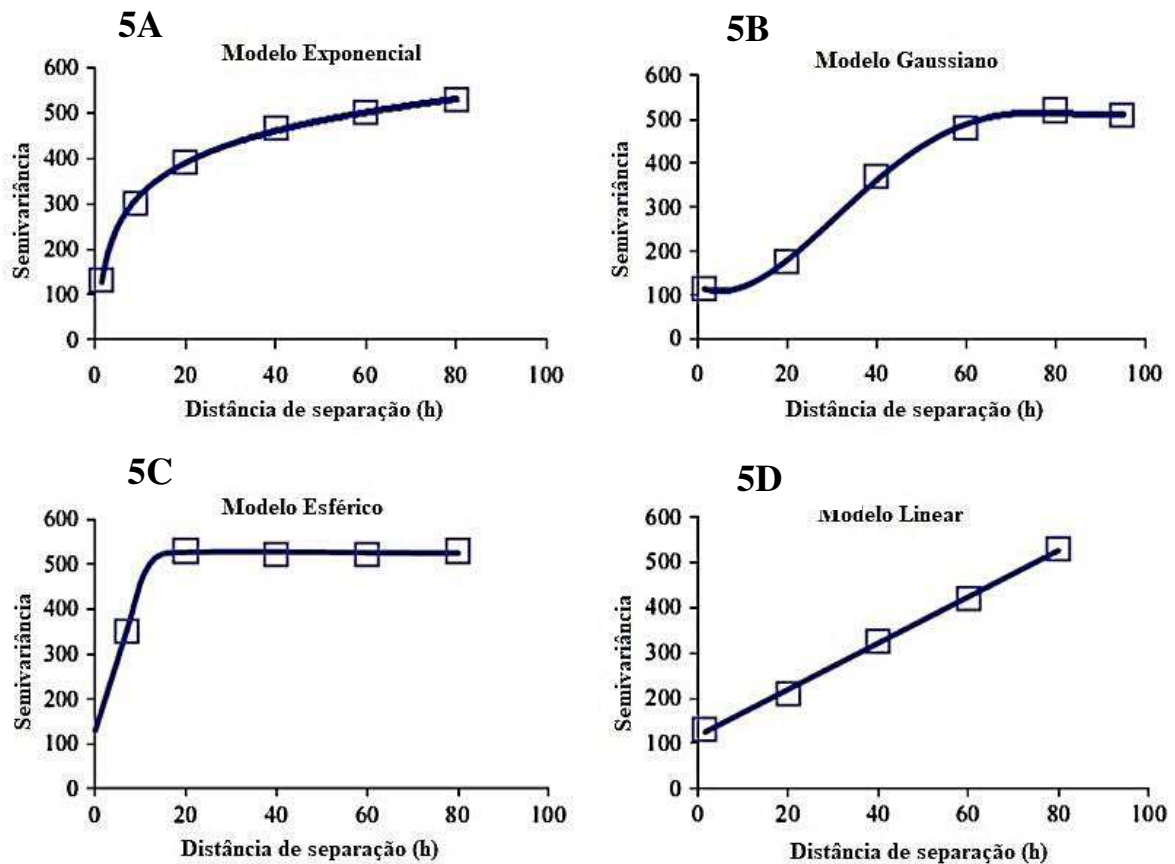


Fonte: Mabit e Bernard (2007)

Quando a distância h tende a zero, a semivariância $Y(h)$ se aproxima de um valor positivo chamado efeito pepita (C_0) (MABIT; BERNARD, 2007). O efeito pepita pode ser utilizado para medir a variabilidade em distâncias menores do que o espaçamento da amostragem devido aos efeitos aleatórios locais ou erros de medidas (FORTIN; DALE, 2005). Se o semivariograma apresentar forma horizontal, esta configuração é conhecida como “efeito pepita puro”. Este modelo indica a ausência de dependência espacial na escala amostrada, e neste caso, a variabilidade dos dados é representada pela sua variância amostral (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

A dependência nos semivariogramas experimentais é observada quando as semivariâncias respondem de acordo com as alterações de distância entre pares de coordenadas (WRIGHT et al., 2002). O melhor modelo de semivariograma e seus parâmetros tem que ser determinado a fim de validar a modelagem da correlação espacial por meio da otimização de parâmetros do semivariograma (MABIT; BERNARD, 2007). Os principais tipos de modelos de semivariogramas utilizados na geoestatística são: Exponencial, Gaussiano, Esférico e Linear (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).

Figura 5 - Modelos do semivariograma experimental: (A) modelo exponencial, (B) modelo gaussiano, (C) modelo esférico e (D) modelo linear.



Fonte: Mabit e Bernard (2007)

Um importante indicador que pode ser utilizado é a razão entre o efeito pepita e o patamar [$C_0/(C+C_0)$], se essa razão for menor ou igual a 25% a variável é classificada como dependência espacial forte, caso seja superior a 25% e inferior a 75% será considerada dependência espacial moderada e se maior ou igual a 75% possui dependência espacial fraca (CAMBARDELLA et al., 1994).

Após a obtenção dos semivariogramas experimentais, modelos matemáticos são ajustados a estes, e caso haja dependência espacial, os valores dos locais não amostrados serão estudados pela Krigagem Ordinária que é um método de previsão da correlação espacial entre os dados (DUFFERA; WHITE; WEISZ, 2007) e visa usar a interpolação para produzir um grid de valores estimados, no qual será possível quantificar a distribuição da variável de interesse (BRENNER et al., 1998; PEDROSO, 2007). Após a interpolação dos dados, mapas de distribuição espacial da variável em estudo são gerados (SOUZA et al., 2010). Outras

técnicas de interpolação (como por exemplo, Inverso da Distância Ponderada (IDW) e triangulação com interpolação linear) são mais rápidas, mas não levam em consideração a correlação espacial e, assim, simplificam a realidade dos dados (MABIT; BERNARD2007).

A aplicação da Geoestatística na Entomologia começou a partir da década de 80, até o presente momento, essa técnica tem sido muito útil e segura para a construção de planos de amostragem e dos mapas de infestação de insetos-praga. Em estudos de Entomologia a dependência espacial entre as amostras é feita por meio de semivariogramas, que são os modelos adequados para medir o padrão de distribuição espacial de insetos (BARRIGOSI et al., 2001; FERNANDES; BUSOLI; BARBOSA, 2002). Quando se conhece a distribuição espacial do inseto-praga, programas de amostragem podem ser definidos com o objetivo de estimar o nível populacional da praga na área e auxiliar na tomada de decisão para o momento de seu controle (BARRIGOSI et al., 2001).

Alguns estudos, como a distribuição espaço-temporal de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) em uma área de produção de algodão (MILONAS et al., 2016), distribuição espacial do bicho-furão, *Gymnandrosoma aurantiana* (LIMA, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros (CARVALHO et al., 2015), distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima (DIONISIO et al., 2015), distribuição espacial do percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae) na cultura da soja (CARVALHO, 2014), distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja (STECCA, 2011) e análise espacial da mosca-negra-dos-citros em um pomar de citros (SILVA et al., 2011), foram realizados com o auxílio da geoestatística.

2.5 Manejo integrado de pragas

2.5.1 Controle biológico

O manejo integrado de pragas (MIP) reúne um conjunto de táticas de controle, no qual está inserido o controle biológico (PARRA et al., 2002a). Esse método visa minimizar ou substituir o controle químico, e é necessário quando os alvos são as reduções dos impactos negativos provocados por agrotóxicos ao meio ambiente (RAMPELLOTTI et al., 2008).

Em vários países o interesse no controle biológico tem crescido bastante (MARCHIORI et al., 2007). No controle biológico, o inimigo natural elimina outra espécie e a população da praga é diminuída (SILVA et al., 2013). Portanto, o controle biológico não visa eliminar o inseto-praga totalmente, mas mantê-lo abaixo do nível de dano econômico (NDE) sem reduzir a produtividade, aliado à preservação ambiental (PARRA et al., 2002a).

De acordo com Benvenga, Gravena e Silva (2006), o controle biológico deve ser considerado como uma das estratégias de um programa de Manejo Ecológico de Pragas (MEP). MEP é definido como “um sistema de ações contra insetos e ácaros nocivos à agricultura, com ênfase à preservação e aumento dos inimigos naturais, uso de técnicas ambientais de manejo, tendo o monitoramento e a amostragem como suportes para as tomadas de decisões”. Em regiões tropicais, o número de inimigos naturais é muito grande e a maioria deles é desconhecida (PARRA et al., 2002b). Conforme Degrande et al. (2003) a competição interespecífica promovida pela ação dos inimigos naturais proporciona uma diminuição das pragas secundárias que também podem vir a causar prejuízos aos campos de produção. A utilização desse grupo de insetos no controle de populações de herbívoros vem ganhando força em diversas culturas agrícolas (GARCIA, 1991).

2.5.2 Himenópteros parasitoides

Parasitoides são artrópodes que matam e que completam seu desenvolvimento em apenas um hospedeiro. Os parasitoides são importantes reguladores populacionais de insetos e são amplamente utilizados no controle biológico de pragas, se destacando como o principal grupo de inimigos naturais em sistemas agrícolas (PENNACCHIO; STRAND, 2006). Apresentam características positivas, tais como especificidade da interação entre parasitoide-hospedeiro que facilita o controle dos insetos-praga. Os insetos parasitoides estão presentes nas ordens Coleoptera, Strepsiptera, Neuroptera, Diptera e Hymenoptera (ROSSINELLI; BACHER, 2014).

A ordem Hymenoptera é uma das nove ordens de insetos holometabólicos, isto é, pertence ao grupo de insetos com metamorfose completa com estágios distintos, ovo, larva, pupa e adulto (GALLO et al., 2002). Habitam diferentes tipos de ambientes, tem aproximadamente 115.000 representantes e, uma perspectiva aponta que existem cerca de 250.000 espécies em diferentes regiões do mundo (HANSON; GAULD, 1996). Os

microhimenópteros são pequenas vespas que têm preferência por percevejos, corpo de lepidópteros e afídeos (FREITAS; OLIVEIRA; FIÚZA, 2010). Os adultos são de vida livre e se alimentam de néctar e pólen. A fêmea possui um ovipositor que serve para depositar um ou vários ovos e injetar veneno no hospedeiro. A larva do parasitoide vai se alimentar desse hospedeiro que em seguida morre nessa relação (MARCHIORI et al., 2006).

No que se refere à posição em relação ao hospedeiro, os parasitoides podem ser ectoparasitoides quando suas larvas se desenvolvem sobre o hospedeiro ou endoparasitoides, no qual as larvas se desenvolvem no interior de ovos e larvas do hospedeiro quando estes estão expostos no ambiente (PARRA et al., 2002a). As superfamílias Platygastroidea e Cynipoidea são endoparasitoides nas famílias Monomachidae, Diapriidae e Heloridae, enquanto que as famílias Evanioidea, Ceraphronoidea, Ichneumonoidea e Chalcidoidea são ectoparasitoides (SANTOS, 2008).

Os parasitoides também são caracterizados de diferentes formas, dependendo do estágio do hospedeiro que exploram (parasitoide de ovo, ovo-larva, larva, larva-pupa, pupa, adulto), ou do número de indivíduos alocados pela fêmea em um mesmo hospedeiro (parasitoide solitário ou gregário). Parasitoide solitário é aquele que apenas uma larva se desenvolve por hospedeiro, já no parasitoide gregário, mais de uma larva de parasitoide vai se desenvolver em um hospedeiro (ASKEW, 1971; COSTA; BERTI FILHO; SATO, 2006).

Outra característica importante é quanto às formas de exploração do hospedeiro. Os parasitoides podem ser cenobiontes que são aqueles que se desenvolvem junto com o hospedeiro e mata-o quando o parasitoide chega à fase de pupa. Já os idiobiontes impedem o desenvolvimento do hospedeiro atacando pupas e ovos. Quando o ataque é feito diretamente nos ovos do hospedeiro, as larvas ou ninfas das pragas não eclodem, portanto não se alimentam, reduzindo os danos na cultura (CHAILLEUX et al., 2013).

A atividade regulatória desempenhada pelos parasitoides nos ecossistemas é essencial para que não haja um consumo exagerado de espécies vegetais por insetos herbívoros. Então tem sido crescente o uso de parasitoides em programas de controle biológico em vários países, isso tem favorecido uma economia de recursos em programas de controle de pragas. Porém, na região Neotropical os parasitoides foram pouco estudados e são pouco conhecidos (MARCHIORI et al., 2007).

2.5.3 Parasitoides de ovos associados aos pentatomídeos

Os parasitoides de ovos de percevejos fitófagos são ótimos exemplos de inimigos naturais. É possível encontrar um grande grupo de parasitoides de ovos que se comportam como generalistas, ou seja, parasitam ovos de diferentes espécies de heterópteros (CORRÊA-FERREIRA, 2002).

Espécies da família Scelionidae apresentaram ótima preferência por ovos de pentatomídeos (ORR, 1988). *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Platygastridae) foi encontrado parasitando ovos de pentatomídeos nas culturas de feijão e soja (CORRÊA-FERREIRA; MOSCARDI, 1995). Os parasitoides *T. podisi* e *Trissolcus basal* (Wollaston) (Hymenoptera: Platygastridae) parasitaram os ovos de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja em Londrina-PR (CORRÊA-FERREIRA, 2002). Ademais, FERNANDES et al. (2010) registraram a presença de parasitoides da família Scelionidae como *Trissolcus* spp. e *Telenomus* spp. realizando o controle biológico natural nas pragas do feijão-comum.

Na região ocidental do Brasil, a espécie *T. podisi* foi registrada parasitando ovos de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (CARVALHO, 2007) e foi também a principal responsável pela mortalidade em ovos de *E. heros* em condições de campo em Mato Grosso do Sul (GODOY; GALLI; ÁVILA, 2005). Já no Mato Grosso foram encontrados em *Edessa meditabunda* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) sete espécies de parasitoides, sendo espécies *Trissolcus euchisti* (Ashmead, 1893) e *Trissolcus elimatus* Johnson, 1987 (Hymenoptera: Platygastridae) registrados pela primeira vez no hospedeiro e no Brasil (GOLIN et al., 2011).

Trissolcus urichi (Crawford) (Hymenoptera: Platygastridae) é outra espécie de parasitoide que apresenta potencial para ser utilizado em programas de controle biológico. Segundo Laumann et al. (2008), *T. urichi* pode ser utilizado no manejo de *E. heros*. É apontada como uma espécie bastante agressiva no parasitismo dos ovos desse hospedeiro (SUJII et al., 2002).

Na cultura orizícola, o principal método de controle utilizado para controlar *T. limbativentris* tem sido efetuado por meio de inseticidas sintéticos, embora existam outros métodos de controle que causam menos impactos a esses agroecossistemas, mesmo assim, o controle químico ainda é método mais empregado pelos produtores. Geralmente, são

usados inseticidas de amplo espectro e misturas de dois ou mais ingredientes ativos, na tentativa de controlar a praga (SOUZA et al., 2009). Segundo Machado (2013), na orizicultura maranhense, a utilização de agrotóxicos não registrados para *T. limbativentris* tem causado sérios problemas nos campos de produção de arroz, esses problemas vão desde ambientais até a intoxicação dos produtores. Isso corrobora com Martins et al. (2009), que afirmou que os inseticidas químicos são usados muitas vezes sem critério de modo abusivo provocando sérios problemas nas áreas agrícolas.

Tibraca limbativentris está exposto a uma série de inimigos naturais que são responsáveis por fazer o seu controle natural (RIFFEL; PRANDO; BOFF, 2010). Segundo Heong e Sogawa (1994), os orizicultores possuem conhecimento limitado sobre inimigos naturais, além do que, faltam estudos sobre a diversidade de parasitoides, predadores e entomopatógenos de insetos-praga na cultura do arroz (WILBY et al., 2005; GANGURDE, 2007).

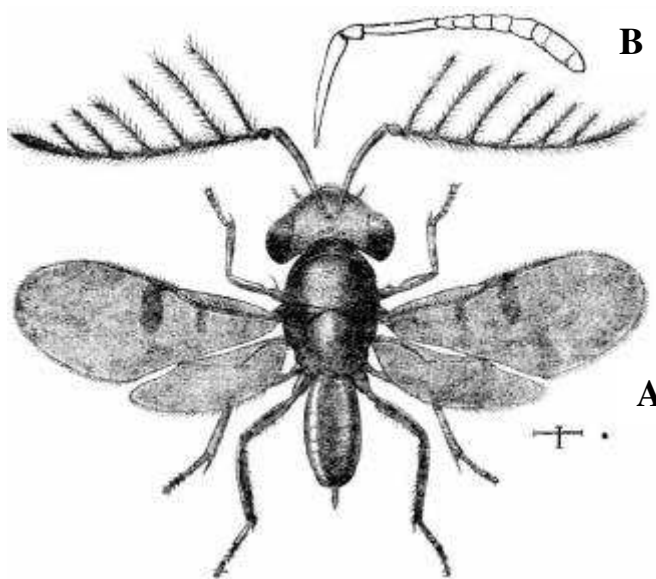
Parasitoides são importantes agentes de controle natural de insetos-praga na cultura do arroz, principalmente dos percevejos fitófagos (MARTINS et al., 2004). Nos cultivos de arroz do Panamá, *T. podisi* parasitou os ovos de *T. limbativentris* e foi considerado o primeiro registro desse parasitoide no país (ZACHRISSON et al., 2014). No Brasil, registrou-se em Eldorado do Sul-RS, a ocorrência do parasitoide *T. podisi* em ovos de *T. limbativentris* e o índice de parasitismo observado no estudo foi de 75% (IDALGO et al., 2013). No Maranhão, os parasitoides de ovos registrados foram *T. podisi*, *T. urichi* e *Ooencyrtus submetallicus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae), com taxas de parasitismo 19,60%, 16,99% e 0,46%, respectivamente (MACHADO, 2013). Riffel, Prando e Boff (2010) observaram a ocorrência de parasitoides em posturas de *T. limbativentris* em arrozais do Estado de Santa Catarina, verificaram adominância de *T. podisi* e *T. urichi*. Segundo os autores, dos 3.344 ovos, 80% estavam parasitados por estas espécies.

2.5.4 Parasitoides do gênero *Hexacladia*

Insetos do gênero *Hexacladia* são conhecidos como importantes inimigos naturais de insetos-praga e são classificados como endoparasitas de percevejos heteropteros adultos e, em alguns casos também de ninfas de 4º e 5º ínstar (BURKS, 1972; RASPLUS et al., 1990).

No Brasil, registrou-se pela primeira vez a ocorrência do microhimenóptero *Hexacladia smithii* (Ashmead) (Hymenoptera: Encyrtidae) em adultos de *E. heros* em lavouras de soja na região de Londrina-PR (CORRÊA-FERREIRA; NUNES; UGUCCIONI, 1998) (Figura 6). Esses autores encontraram de 2 a 39 espécimes desse parasitoide dentro de um mesmo hospedeiro.

Figura 6 –(A) Macho de *Hexacladia smithii* e (B) antena da fêmea.



Fonte: Ashmead (1891)

Hexacladia smithii passa todo o seu desenvolvimento no interior dos seus hospedeiros (NUNES; CORRÊA-FERREIRA, 2002a). Na fase adulta de *E. heros*, *H. smithii* provocou diminuição da atividade alimentar do percevejo causando redução na sobrevivência desse inseto-praga, isso evidencia que esse parasitoide é um importante agente de controle natural (NUNES; CORRÊA-FERREIRA, 2002b).

Baldin et al. (2010) encontraram *H. smithii* em percevejos-praga do maracujazeiro. Os percevejos apresentavam-se pouco ativos e era possível observar máculas pretas no abdome, de onde vários espécimes do parasitoide emergiram. Segundo Baldin et al. (2010), os órgãos localizados na cavidade abdominal estavam danificados e o abdome apresentou-se totalmente vazio, corroborando com os sintomas descritos por Corrêa-ferreira, Nunes e Uguccioni (1998) em adultos de *E. heros*.

Hexacladia smithii é relatado como sendo parasitoide também de outros percevejos como *Holhymenia clavigera* (Herbst)(Hemiptera: Coreidae) (LIMA, 1930) e *Antiteuchus mixtus* (F.) [= *Antiteuchus variolosus* (Westwood)] (Hemiptera: Pentatomidae) (CUEZZO; FIDALGO, 1997); *Arvelius albopunctatus* (De Geer) (Heteroptera: Pentatomidae)(PANIZZI; SILVA, 2010), *Edessa* sp. (Hemiptera: Pentatomidae) (DE SANTIS, 1980; NOYES, 2010); *Edessa mediatubunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) (CUEZZO; FIDALGO, 1997); e *Dichelops furcatus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) (PANIZZI; SILVA, 2010); *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) (LIMA, 1930) e *Tetyra pinguis* (Germar) (Hemiptera: Scutelleridae) (DE SANTIS, 1979)

Peres e Corrêa-Ferreira (2001) observaram uma elevada densidade do parasitoide *H. smithii* nas populações de *E. heros* vindas do campo. Segundo os autores, esse parasitismo diminuiu a capacidade reprodutiva desse inseto-praga. Conforme Rasplus et al. (1990) houve uma redução do tecido gorduroso e atrofia das gônadas do pentatomídeo *Lincus malevolus* (Rolston) quando este foi parasitado por *Hexacladia linci* (Rasplus) (Hymenoptera: Encyrtidae).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS³

ARANTES, J. T. **Como produzir arroz com baixo consumo de água**. São Paulo, maio 2013. Disponível em: < <http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/05/08/como-produzir-arroz-com-baixo-consumo-de-agua/>>. Acesso em: 21 set. 2017.

ASHMEAD, W. H. An encyrtid with six-branched antennae. **Insect life**, v. 3, p. 455-457, 1891.

ASKEW, R. R. Parasitic hymenoptera. In: _____. **Parasitic insects**. New York: Elsevier, 1971. p. 113-184.

AZAMBUJA, I. H. V.; VERNETTI JÚNIOR, F. J. de.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. Aspectos socioeconômicos da produção de arroz. In: GOMES, A. S. da; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.

BALDIN, E. L. L. et al. Parasitismo de percevejos-praga do maracujazeiro no Brasil por *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 306-307, 2010.

BARRIGOSI, J. A. et al. Spatial and probability distribution of Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, State College, v. 30, n. 2, p. 244-253, 2001.

BARRIGOSI, J. A. F.; MARTINS, J. F. S. Pragas e Método de Controle. In: MACHADO, P. L. O. A.; BIAVA, M. **Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso**. Embrapa Arroz e Feijão. v. 7, 2006. Disponível em:< http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/pragas_metodos_controle.htm>. Acesso em: 17 set. 2017.

BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. M. Arroz como alimento. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 222, p. 101-108, 2004.

³ Referências de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 6023-2002

BENVENGA, S. R.; GRAVENA, S.; SILVA, J. L. Controle biológico de pragas do tomate. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO SOUZA, D. T. (Ed.). **Controle Biológico na Prática**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. cap. 2, p. 131-144.

BORÉM, A.; RANGEL, P. H. N. **Arroz: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. 242 p.

BOTTA, R. A.; PAZINI, J. B.; SILVA, F. F. **Pico populacional de *Tibraca limbativentris* STAL, 1860 (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) na sua fase crítica de ocorrência em cultivar precoce de arroz irrigado na região da fronteira oeste**. Pelotas: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2011. p. 635-637.

BOTTON, M. et al. Biology of *Tibraca limbativentris* Stal on rice plants. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 21-26, 1996.

BRENNER, R. J. et al. Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. **American Entomologist**, Brownsburg, v. 44, n. 2, p.79-102, 1998.

BUOSI, T.; MUNIZ, L. C.; FERREIRA, C. M. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no estado do Maranhão**. Brasília: Embrapa, 2013. 35 p.

BURKS, B. D. The genus *Hexacladia* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Laurel, v. 74, n. 4, p. 363-371, 1972.

CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of America Journal**, Corvallis, v. 58, n. 5, p. 501-511, 1994.

CARVALHO, E. da S. M. ***Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema de plantio direto no sul do Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiros e parasitismo**. 2007. 57 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.

CARVALHO, J. H. S. **Distribuição espacial do percevejo-marrom, *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja, utilizando geoestatística**. 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

CARVALHO, J. H. S. et al. Distribuição espacial do bicho-furão, *Gymnandrosoma aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), em citros utilizando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 600-609, 2015.

CHAILLEUX, A. et al. Suitability of the pestplant system *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) tomato for *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoids and insights for biological control. **Journal of economic entomology**, Riverside, v. 106, n. 6, p. 2310-2321, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz**, Brasília: Conab, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 21 mai. 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2017/18. Brasília: Conab, 2017. p. 1-114.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated whit soybean stink bugs. **Biological Control**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 196-202, 1995.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; NUNES, M. C.; UGUCCIONI, L. D. Ocorrência do parasitoide *Hexacladia smithii* Ashmead em adultos de *Euschistus heros* (F.) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 495-498, 1998.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 45 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 24).

CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basal* para o Controle de Percevejos da Soja. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 27, p. 449-471.

COSTA, E. C.; LINK, D. Avaliação dos danos de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera, Pentatomidae) em arroz irrigado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 21, n. 1, p.187- 95, 1992.

COSTA, V. A.; BERTI FILHO, E.; SATO, M. E. Parasitoides e predadores no controle de pragas. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Ed.). **Controle Biológico na Prática**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. cap. 1, p. 25-34.

COSTA, E. A. **Distribuição espacial e preferência alimentar de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz e em vegetação nativa e espontânea na região norte maranhense.** 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2014.

CRESSIE, N. **Statistics for spatial data.** Hoboken: Wiley Classics Library, 1991. 900 p.

CUEZZO, F.; FIDALGO, P. *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae): a new record for Argentina and two new pentatomid hosts recorded, *Antiteuchus variolosus* Westwood and *Edessa meditabunda* F. (Hemiptera: Pentatomidae). **The Entomologist**, v.116, n. 1, p. 11-14, 1997.

DE SANTIS, L. Catálogo de los himenópteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos. La Plata: Publicación especial comisión de investigaciones científicas, provincia de Buenos Aires, 1979. 488 p.

DE SANTIS, L. Catálogo de los himenópteros brasilenos de la serie parasítica incluyendo Bethyloidea. Curitiba: UFPR, 1980. 187 p.

DEGRANDE, P. E. et al. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas no algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 291-294, 2003.

DIONISIO, L. F. S. et al. Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. **Revista Agro@mbiente**, Roraima, v. 9, n. 3, p. 327-336, 2015.

DUFFERA, M.; WHITE, J. G.; WEISZ, R. Spatial variability of Southeastern U.S. Coastal Plain soil physical properties: Implications for site-specific management. **Geoderma**, [S.l.], v. 137, n. 3-4, p. 327-339, 2007.

EMBRAPA. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins: safra 2008/2009.**Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 136 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 227).

FARIAS, P. R. S. et al. Agricultura de precisão: Mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 235-241, 2003.

FERNANDES, J. A. M.; GRAZIA, J. Revision of the genus *Tibraca* Stal (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatominae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba. v. 15, n. 4, p. 1049-1060, 1998.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 203-211, 2002.

FERNANDES, F. L. et al. Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitóides em feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 6-14, 2010.

FERRAZ JÚNIOR, A. S. S. de L. **Arroz de sequeiro em aléias de leguminosas em solos de baixa fertilidade natural**. 2000. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2000.

FERREIRA, E. et al. Resistência de arroz ao percevejo-do-colmo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 21, n. 5, p. 565-569, 1986.

FERREIRA, E. et al. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1997. 43 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documento 75).

FERREIRA, E. **Manual de identificação de pragas do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 110 p.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, J. A. F.; VIEIRA, N. R. A. **Percevejo das panículas do arroz: fauna Heteroptera associada ao arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 27 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica 43).

FONSECA, J. R.; CASTRO, E. M. de; SILVEIRA, P. M. **Características botânicas e agronômicas de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 41 p.

FORTIN, M. J.; DALE, M. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 365 p.

FREITAS, T. F. S.; OLIVEIRA, J. V.; FIÚZA, L. Inimigos Naturais em Arroz Irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 58, n. 455, p. 20-22, 2010.

FRITZ, L. L. et al. Agroecossistemas orizícolas irrigados: insetos-praga, inimigos naturais e manejo integrado. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n.4, p. 720-732, 2008.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. v.10. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GANGURDE, S. Aboveground pest and predator diversity in irrigated rice (*Oryza sativa* L.) production systems of the Philippines. **Journal of Tropical Agriculture**, [S.l.], v. 45, n. 1, p.1-8, 2007.

GARCIA, M. A. Ecologia nutricional de parasitoides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, R. P. (Org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 8, p. 289-311.

GODOY, K. B.; GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 455-458, 2005.

GOLIN, V. et al. Natural incidence of egg parasitoids of *Edessa meditabunda* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) on *Crotalaria spectabilis* em Campo Novo do Parecis, MT, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 5, p. 617-618, 2011.

GUEDES, J. V. C. et al. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.

GUMPRECHT, D.; MULLER, W. G.; RODRIGUEZ-DIAZ, J. M.; Designs for detecting spatial dependence. **Geographical Analysis**, Providence, v. 41, n. 2, p. 127-143, 2009.

HANSON, P. E.; GAULD, I. D. **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford: Oxford University Press, 1996. 920 p.

HEONG, K. L.; SOGAWA, K. Management strategies for key insect pest of rice: critical issues. In: TENG, P. S.; HEONG, K. L.; MOODY, K. (Org.). **Rice pest science and management: selected papers from the International Rice Research Conference**. Manila: IRRI, 1994. p. 3-14.

HUGHES, G.; MCKINLAY, R. G. Spatial heterogeneity in yield-pest relationships for crop loss assessment. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 41, n. 1-2, p. 67-73, 1988.

IDALGO, T. D. N. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 4, p. 453-456, 2013.

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academic Press, 1978. 600 p.

KLEIJNA, D.; LANGEVELDE, F. V. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. **Basic and Applied Ecology**, Goettingen, v. 7, n. 3, p. 201-214, 2006.

KLEIN, J. T.; REDAELLI, L. R.; BARCELLOS, A. Occurrence of diapause and the role of *Andropogon bicornis* (Poaceae) tussocks on the seasonal abundance and mortality of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 95, n. 4, p. 813-818, 2012.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2nd ed. London: Pearson, 1998. 624 p.

KUSS-ROGGIA, R. C. R. **Distribuição espacial e temporal de percevejos da soja e comportamento de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do dia**. 2009. 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. S.; CORSI, A. C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**, São Paulo: UNESP, 2002. 21 p.

LAUMANN, R. A. et al. Comparative biology and functional response of *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae) and implications for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) biological control. **Biological Control**, [S.l.], v. 44, n. 1, p.32-41, 2008.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.

LIMA, A. M. da C. Sobre insetos que vivem em maracujás (*Passiflora* spp.). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 59-162, 1930.

MABIT, L.; BERNARD, C. Assessment of spatial distribution of fallout radionuclides through geostatistics concept. **Journal of Environmental Radioactivity**, Manitoba, v. 97, n. 2-3, p. 206-219, 2007.

MACHADO, K. K. G. **Parasitoides de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) no cultivo de arroz no Estado do Maranhão**. 2013. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2013.

MACIEL, A. A. S. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 616-618, 2007.

MACIEL, D. N. **Resistência a inseticidas em populações de percevejo-do-colmo do arroz *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2016. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MARCHIORI, C. H. et al. Parasitoides de dípteros coletados em Itumbiara, GO, e Tupaciguara, MG, Brasil. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 3, p. 371-374, 2006.

MARCHIORI, C. H. et al. Parasitoid Hymenoptera collected during the diurnal and nocturnal periods in Itumbiara, Goiás. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 67, n. 3, p. 581-582, 2007.

MARTINS, J. F. da S.; GRUTZMACHER, A. D.; CUNHA, U. S. Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.) **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 635-675.

MARTINS, J. F. da S. et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, 40 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos 290).

MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Economic Geology**, Littleton, v. 58, n. 8, p. 1246-1266, 1963.

MCPHERSON, J. E.; MCPHERSON, R. **Stink bugs of economic importance in America north of Mexico**. Boca Raton: CRC Press, 2000. 272 p.

MILONAS, P. et al. Spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) in a cotton production área. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 45, n. 3, p. 240-251, 2016.

NAVES, M. M. V; BASSINELLO, P. Z. Importância na nutrição humana. In: SANTOS, A. B; STONE, L. F; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 17-18.

NEVES, I. P. **Dossiê Técnico: O cultivo do arroz**. [S.l.]: RETEC/BA, 2007. 22 p.

NOYES, J. S. Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 3. Subfamily Encyrtinae: Encyrtini, Echthroplexiellini, Discodini, Oobiini and Ixodiphagini, parasitoids associated with bugs (Hemiptera), insect eggs (Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera) and ticks (Acari). **Memoirs of the American Entomological Institute**, Logan, n. 84, p. 1-848, 2010

NUNES, J. L. da S. **Arroz**. Importância econômica. Agrolink, 12 set. 2016. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/informacoes/importancia_361560.html>. Acesso em: 20 maio 2017.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à soja por adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), sadios e parasitados por *Hexacladia smithii* ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 109-113, 2002a.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Desempenho alimentar e sobrevivência de *Euschistus heros* parasitado por *Hexacladia smithii* em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1219-1223, 2002b.

OLIVEIRA, J. V; DOTTO, G. M; SANTOS, J. L. R. Levantamento populacional do percevejo *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO E XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1994, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Orium, 2005. p. 103-104.

OLIVEIRA, J. V. et al. **Manejo de insetos associados à cultura do arroz irrigado**. Cachoeirinha: IRGA. Seção de Agronomia, 2010. 54 p.

ORR, D. B. Scelionid wasps a biological control agents: a review. **The Florida Entomologist**, [S.l.], v. 71, n. 4, p. 506-528, 1988.

PANIZZI, A. R. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: _____; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 7, p. 253-287.

PANIZZI, A. R. et al. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (Ed.) **Heteroptera of economic importance**. New York: CRC Press, 2000. p. 421-474.

PANIZZI, A. R.; SILVA, J. J. New records of pentatomids as hosts of *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) in southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina v. 39, n. 4, p. 678-679, 2010.

PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 42, n. 2, p. 119-127, 2013.

PANTOJA, A. et al. Damage by *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) to rice in Southwestern Colombia. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, San Juan, v. 91, n. 1, p. 11-18, 2007.

PARRA, J. R. P. et al. Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002a. cap. 1, p. 1-16.

PARRA, J. R. P. et al. O Futuro do Controle Biológico. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002b. cap. 33, p. 581-587.

PAZINI, J. de B. et al. Mapeamento da probabilidade de ocorrência de *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado por inundação. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2013, Botucatu. Anais... São Paulo: UNESP - FCA, 2013. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/sgea/Docs2013/37.pdf>>. Acesso em 20 out. 2017.

PEDIGO, L. P. Closing the gap between IPM theory and practice. **Journal of Agricultural Entomology**, Midlothian, v. 12, n. 4, p. 171-181, 1995.

PEDROSO, F. M. de T. **Uma proposta para a análise de dados com correlação espacial e temporal**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M. R. Evolution of developmental strategies in parasitic hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 233-258, 2006.

PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Nymphal and Adult Performance of *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae), as a Potential Alternative Host for Egg Parasitoids Multiplication. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 535-540, 2001.

PINHEIRO, B. da S.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. **Minimização do risco por deficiência hídrica em arroz de sequeiro na região dos cerrados**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 39 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica 36).

RAMPELOTTI, F. T. et al. Diversidade genética de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, usando marcadores RAPD. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 20-29, 2008.

RASPLUS, J. Y. et al. *Hexacladia linci*, n. sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) endoparasite de *Lincus malevolus* Rolston (Heteroptera: Pentatomidae) au Perou. **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 26, n. 2, p. 255-263, 1990.

RIFFEL, C. T. **Levantamento e aspectos biológicos de espécies parasitoides de posturas do percevejo-do-colmo-do-arroz no Estado de Santa Catarina**. 2007. 73 f. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2007.

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) como parasitoides de ovos de percevejos-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 447-448, maio/jun. 2010.

ROSSI, M. Agrotóxicos: o veneno que o Brasil ainda te incentiva a consumir. **EL PAÍS**, São Paulo, 10 abr. 2016. Disponível em:

http://brasil.elpais.com/brasil/2016/03/03/politica/1457029491_740118.html/. Acesso em: 21 out. 2017.

ROSSINELLI, S.; BACHER, S. Higher establishment success in specialized parasitoids: support for the existence of trade-offs in the evolution of specialization. **Functional Ecology**, Lexington v. 29, n. 2, p. 277-284, 2014.

SANTOS, M. C. P. **Diversidade de vespas parasitoides (Himenóptera: Parasítica) em áreas de cultivo de café (*Coffea arabica*) em uma área de vegetação nativa localizada nos municípios de Piatã, Chapada Diamantina, Bahia.** 2008.69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

SILVA, C. C. A. et al. **Ciclo de vida e metodologia de criação de *Tibraca limbativentris* Stal. 1860 (Heteroptera: Pentatomidae) para estudos de ecologia química.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 16 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 78)

SILVA, A. G. da. et al. Análise espacial da mosca-negra-dos-citros em um pomar de citros utilizando a geoestatística. **Brazilian journal of agriculture**, Piracicaba, v. 86, n. 2, p. 102-114, 2011.

SILVA, F. F. et al. **Monitoramento de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em Arrozais do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica 132).

SILVA, L. S.; LIMA, C. F. Arroz. In: LIMA, M. C.; OLIVEIRA, E; SIQUEIRA, L. (Org.). **Grãos, raiz e pluma.** São Luís: EDUFMA, 2012. p. 23- 39.

SILVA, A. C. et al. **Guia para o reconhecimento de inimigos de pragas agrícolas.** Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2013. 47 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: Recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil.** Santa Maria: Sosbai, 2005. 159 p.

SOUZA, J. R. et al. Divergência genética de cultivares de arroz quanto à resistência a *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 5, p. 671-676, 2009.

SOUZA, G. S. et al. Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na espacialização de atributos químicos de um argissolo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 73-81, 2010.

STECICA, C. dos S. **Distribuição espaço-temporal e flutuação populacional de lagartas desfolhadoras da soja**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SUBRAMANYAM, B. **Integrated management of insects in stored products**. Boca Raton: CRC Press, 1995. 432 p.

SUJII, E. R. et al. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11 p. 1541-1549, 2002.

TILLMAN, P. G. et al. Community and ecosystem ecology: spatiotemporal patterns and dispersal of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in Peanut-Cotton Farmscapes. **Entomological Society of America**, Laham, v. 38, n. 4, p. 1038-1052, 2009.

TRUJILLO, M. R. **Contribuição ao conhecimento do dano e biologia de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) praga da cultura do arroz**. 1970. 63 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

USDA/FAS. **World agricultural production**. [S.l.]: USDA, 2018. p. 1-33.

VIEIRA, S. R. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos e químicos relacionados com o estado de agregação de dois latossolos cultivados no sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 185-195, 2011.

WACKERNAGEL, H. **Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications**. 3rd ed. Berlim: Springer, 2003. 403 p.

WILBY, A. et al. Functional benefits of redator species diversity depend on prey identity. **Ecological Entomology**, Boston, v. 30, n. 5, p. 497-501, 2005.

WRIGHT, R. J. et al. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in Whorl stage corn. **Environmental Entomology**, State College, v. 31, n. 1, p. 160-167, 2002.

ZACHRISSON, B. et al. Parasitismo de huevos de *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) en arroz (*Oryza sativa*) en Panamá. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 40, n. 2, p. 185-186, 2014.

ZONTA, J. B.; SILVA, F. B. Dinâmica da orizicultura no Maranhão. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 116-132, 2014.

**OCORRÊNCIA E NÍVEL DE PARASITISMO EM OVOS DE *Tibraca limbativentris*
EM LAVOURAS ORIZÍCOLAS DA BAIXADA MARANHENSE**

CAPÍTULO II

**OCORRÊNCIA E NÍVEL DE PARASITISMO EM OVOS DE *Tibraca limbativentris*
EM LAVOURAS ORIZÍCOLAS**

**Kenson Klay Gonçalves Machado¹, Raimunda Nonata Santos de Lemos¹, Anne
Caroline Bezerra dos Santos¹, Elizabeth Araújo Costa¹, Ociane de Brito Alves²**

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís, São Luís, Maranhão, Brasil. ²Curso de Agronomia, UEMA, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: kensonk@gmail.com, r.lemos@elointernet.com.br

* Corresponding author: kensonk@gmail.com

Artigo submetido à Revista Caatinga

RESUMO - *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) afeta as fases vegetativa e reprodutiva do arroz e, causa danos na produtividade dos grãos. Objetivou-se com este estudo identificar as espécies de parasitoides emergidos de ovos de *T. limbativentris*, avaliar a taxa de parasitismo natural e verificar a influencia dos fatores abióticos na densidade de ovos parasitados. O estudo foi realizado em campos de arroz nas cidades de Arari, Vitória do Mearim e Viana (MA). As folhas e colmos com as posturas de *T. limbativentris* foram retiradas manualmente das plantas de arroz. Foi avaliado a frequência das espécies de parasitoides, o número de ovos parasitados por município por ano agrícola, a taxa de parasitismo natural e a influência dos fatores abióticos na densidade de ovos de *T. limbativentris* parasitados. Os parasitoides de ovos foram *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie C), *Trissolcus urichi*, *Ooencyrtus submetallicus* e *Anastatus* sp. No ano agrícola de 2015-2016, observou-se 1.857 ovos parasitados enquanto que no ano agrícola de 2016-2017 foi observado o parasitismo em 450 ovos. Em Viana foi registrado o maior número de ovos parasitados, e a maior taxa de parasitismo foi observada no município de Vitória do Mearim com 67%. Os fatores abióticos não interferiram na densidade de ovos parasitados. Conclui-se que *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie C), *T. urichi*, *O. submetallicus* e *Anastatus* sp são parasitoides de *T. limbativentris* e que os fatores abióticos não afetam o parasitismo.

Palavras-chave: *Anastatus* sp. *Oryza sativa*. Percevejos fitófagos. Parasitoides de ovos. *Trissolcus urichi*.

ABSTRACT - *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) affects the vegetative and reproductive phases of rice and causes damage to grain yield. The objective of this study was to identify the species of parasitoids emerged from *T. limbativentris* eggs, to evaluate the natural parasitism rate and to verify the influence of abiotic factors on the density of parasitized eggs. The study was carried out in rice fields in the cities of Arari, Vitória do Mearim and Viana (MA). The leaves and stems with the *T. limbativentris* postures were manually removed from the rice plants. The frequency of parasitoid species, the number of eggs parasitized per municipality per agricultural year, the rate of natural parasitism and the influence of abiotic factors on the density of parasitized *T. limbativentris* eggs were evaluated. The eggs parasitoids were *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies C), *Trissolcus urichi*, *Ooencyrtus submetallicus* and *Anastatus* sp. In the agricultural year of 2015-2016, there were 1.857 parasitized eggs while in the agricultural year 2016-2017 parasitism was observed in 450 eggs. In Viana, the highest number of parasitized eggs was recorded, and the highest parasitism rate was observed in the city of Vitória do Mearim with 67%. Abiotic factors did not interfere in the density of parasitized eggs. It is concluded that *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morphospecies C), *T. urichi*, *O. submetallicus* and *Anastatus* sp are parasitoids of *T. limbativentris* and that abiotic factors do not affect parasitism.

Keywords: *Anastatus* sp. Eggs parasitoids. *Oryza sativa*. Phytophagous stink bugs. *Trissolcus urichi*.

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) (Poaceae) é uma das culturas mais importantes para o Brasil, pois fornece proteína e carboidrato para a dieta da sua população. *Oryza sativa* costuma ser atacado por várias pragas dentre as quais, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) é o principal fitófago causador de perdas na produtividade da cultura orizícola.

A espécie *T. limbativentris* pode causar prejuízos de até 100% na produção de grãos de arroz (PANTOJA et al., 2007). A infestação na lavoura ocorre quando as plantas estão com 20 dias de idade (OLIVEIRA et al., 2010) e as injúrias são caracterizada, na fase vegetativa, por morte parcial ou total da parte central dos colmos, sintoma conhecido como coração-morto e na fase reprodutiva, as panículas ficam deformadas e vazias, o que caracteriza a má formação dos grãos, este sintoma é definido como panículas-brancas. É na fase reprodutiva (final da floração/início da emissão das panículas) que esse inseto-praga é mais prejudicial (MARTINS et al., 2009).

Conforme Silva et al. (2004) ninfas de *T. limbativentris* a partir do segundo ínstar e adultos precisam ser controlados, pois se alimentam das plantas de arroz por até 63 dias. O principal método utilizado para controlar populações de percevejos é por meio de inseticidas neurotóxicos como os organofosforados, ciclodienos e piretroides (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010). Entretanto, o uso do controle químico não é eficaz para controlar insetos-praga, além de quem relação à saúde humana costuma causar sérios problemas (BENEDETTI et al., 2013), e provocam impactos negativos na biodiversidade local (ORTEGA et al., 2005).

Por esses motivos, a busca de outras táticas de controles que minimizem o uso do controle químico é necessária (RAMPELLOTTI et al., 2008), para que se tenha agroecossistemas mais sustentáveis. Portanto, o controle biológico oferece uma abordagem alternativa e ecologicamente viável para controlar artrópodes pragas encontrados nos cultivos de arroz (VAN DRIESCHE et al., 2010).

Nas culturas orizícolas, os principais parasitoides são os microhimenópteros, semelhantes a pequenas vespas que possuem preferência por efetuarem suas posturas no interior do corpo de lagartas, pulgões e ovos de percevejos (FREITAS et al., 2010). Os parasitoides de ovos em lavouras de arroz já relatados no Brasil foram *Telenomus podisi* (Ashmead), *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) e *Oencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitaram ovos de *T. limbativentris* no

Maranhão (MACIEL et al., 2007); no Estado de Santa Catarina, *T. podisi* e *T. urichi* foram os que predominaram nas posturas coletadas (RIFFEL; PRANDO; BOFF, 2010) e, Idalgo et al. (2013) registraram no Rio Grande do Sul a ocorrência apenas de *T. podisi*.

Entender a interação que ocorre entre as espécies de parasitoides de ovos, *T. limbativentris* e as plantas de arroz são fundamentais para a implementação de programas de manejo integrado de pragas para a cultura do arroz (MARGARÍA et al., 2009). Ademais, conhecer os agentes de controle natural presentes no agroecossistema é uma etapa fundamental para entender a dinâmica de uma interação tritrófica. Portanto, objetivou-se com este estudo identificar as espécies de parasitoides emergidos de ovos de *T. limbativentris*, avaliar a taxa de parasitismo natural e verificar a influência dos fatores abióticos na densidade de ovos parasitados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

O estudo foi realizado na microrregião da Baixada Ocidental Maranhense em campos de arroz no sistema de plantio em sequeiro nas cidades de Arari ($03^{\circ} 27' 38''$ latitude sul e $44^{\circ} 46' 56''$ longitude oeste), Vitória do Mearim ($03^{\circ} 27' 51''$ latitude sul e $44^{\circ} 51' 47''$ longitude oeste) e Viana ($03^{\circ} 12' 26''$ latitude sul e $44^{\circ} 59' 57''$ longitude oeste) (Figura 1).

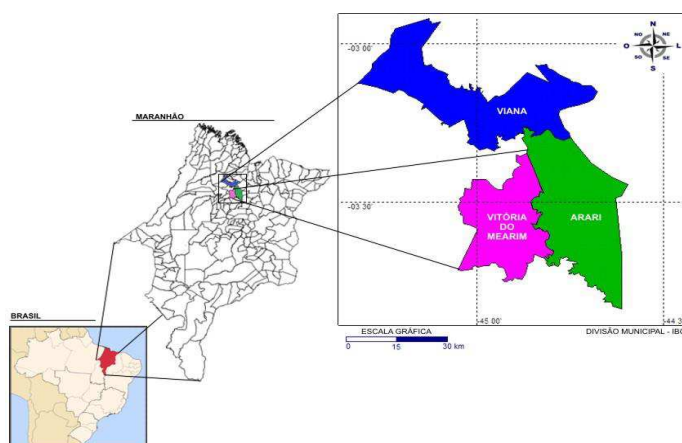


Figura 1 - Localização dos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana - (MA) (FILHO, 2017).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (AW') com dois períodos bem definidos: um chuvoso, com médias mensais superiores a 100 mm, que vai de janeiro a junho e o outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro.

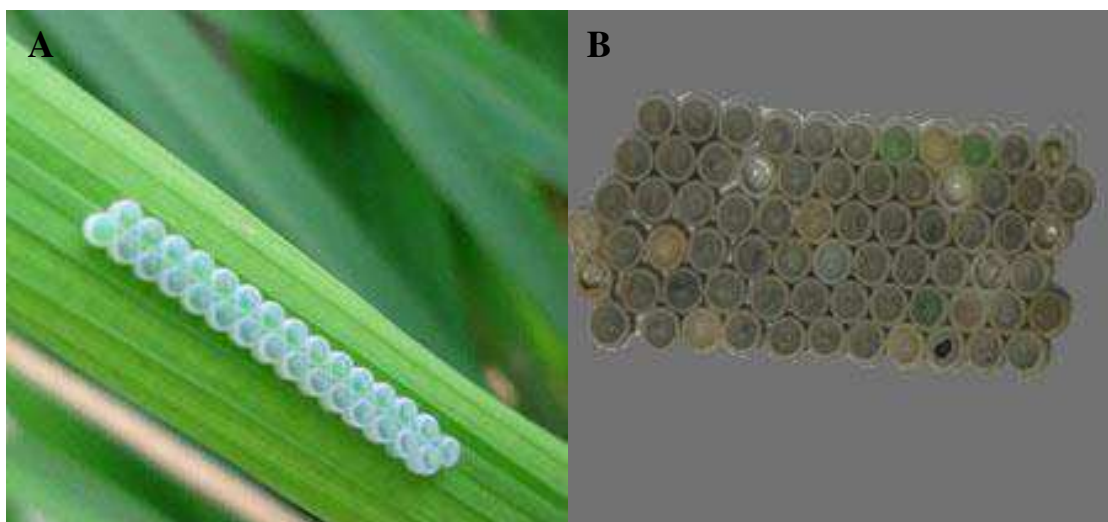
Cada área amostral selecionada pertencia à produção familiar e tinha um hectare aproximadamente. Nessas áreas, o arroz estava consorciado com a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e o milho (*Zea mays* L.). Havia também muitas palmeiras jovens de babaçu (*Attalea speciosa* Mart) entre as culturas alimentares e uma vegetação secundária ao redor dos campos de produção. A variedade de arroz plantada nas três áreas foi Agulha (variedade crioula). O manejo de ervas espontâneas foi realizado com o herbicida glifosato e a aplicação foi realizada antes da semeadura do arroz. Em Arari e Vitória do Mearim (ano agrícola de 2015-2016) houve aplicação de produtos do grupo químico dos Piretroides, após o surgimento dos primeiros percevejos nas lavouras

2.2 Amostragem de massas de ovos de *Tibraca limbativentris*

A amostragem foi realizada com coletas mensais durante as fases vegetativas (V1-V13) e reprodutivas (R0-R9) (COUNCE; KEISLING; MITCHELL, 2000), durante as safras agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017. As avaliações foram sempre no turno da manhã, entre 9 e 12 horas, ao longo de quatro meses (Fevereiro a Junho). Nas áreas realizou-se o caminhamento em zigue-zague e em cada uma foram amostradas 40 plantas, selecionadas aleatoriamente. As folhas e colmos com as posturas de *T. limbativentris* foram retiradas manualmente das plantas de arroz, e as posturas foram acondicionadas em potes plásticos com tampa de pressão e capacidade de 100 mL, com papel filtro umedecido com água destilada para manter a sua viabilidade, e em seguida encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão, Campus de São Luís, no qual foram individualizadas em placas de Petri com tampa (9 cm Ø) contendo papel filtro umedecido com água destilada e identificadas com a data da coleta e o local do qual foram provenientes. As posturas individualizadas foram colocadas em câmaras climatizadas com temperatura de 25 ± 2 °C, UR 70-80% e fotofase de 12 horas e vistoriadas diariamente até a emergência de parasitoides e/ou eclosão das ninfas.

O parasitismo foi confirmado pela mudança na coloração dos ovos de *T. limbativentris*. Ovos não parasitados apresentaram coloração verde logo que depositados e

passaram para róseo quando próximo à eclosão das ninfas (FERREIRA et al., 1997). Foram considerados como ovos parasitados aqueles que apresentaram coloração de cinza a preto e dos quais houve emergência do parasitoide (Figura 2).



Fonte: MACHADO, K. K. G (2015)

Figura 2 - Postura de *Tibraca limbiventris* não parasitada (A) e postura de *Tibraca limbiventris* parasitada (B).

Os parasitoides emergidos foram fixados em etanol a 70% e colocados em frascos de vidro de 5 ml e, enviados ao Dr. Valmir Antonio Costa, do Instituto Biológico de São Paulo, para identificação. Os parasitoides foram identificados até o nível taxonômico de espécie segundo NOYES (2010) para Encyrtidae, JOHNSON (1984) para *Telenomus* e JOHNSON (1985, 1987) para *Trissolcus*. Os exemplares pertencentes à família Eupelmidae foram identificados até o nível de gênero segundo GIBSON (1997). Os espécimes foram depositados na Coleção de Insetos Entomófagos “Oscar Monte” (IB-CBE) do Instituto Biológico (Campinas, SP, Brasil).

2.3 Variáveis avaliadas e análise de dados

Foi avaliado a frequência das espécies de parasitoides por local de coleta e o número de ovos parasitados por município por ano agrícola. Foi verificada a taxa de parasitismo natural por município determinada pela fórmula: $P\% = (\text{número de ovos parasitados} / \text{número de ovos coletados}) \times 100$. Avaliou-se a influência dos fatores abióticos (temperatura média, temperatura

máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) na densidade de ovos de *T. limbativentris* parasitados. Os dados climáticos foram obtidos de estações meteorológicas e fornecidas pelo Laboratório de meteorologia do Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão (LABMET-NUGEO, 2017).

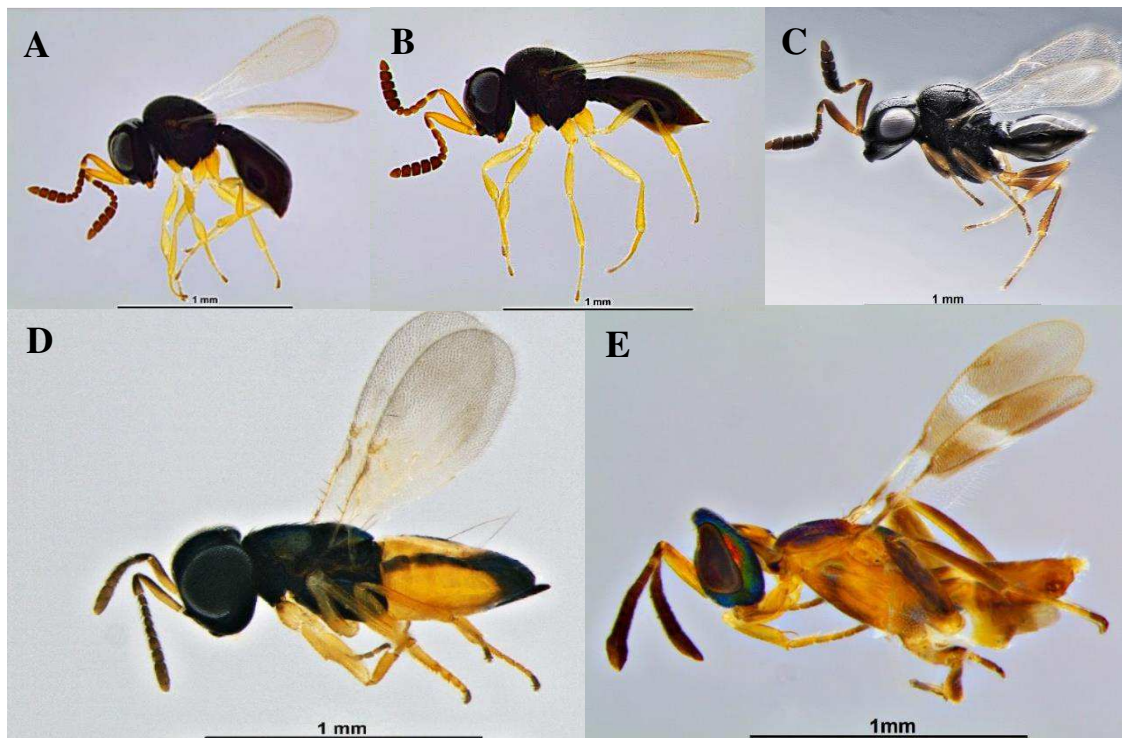
Os dados foram submetidos ao teste normalidade de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade, que mostrou que a distribuição desses dados não foram normais. Logo em seguida foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para verificar a possível influência dos fatores abióticos na densidade de ovos parasitados.

As análises foram realizadas no software SAS System, versão 8.2 (SAS, 2001) e os gráficos foram construídos com o auxílio do programa SigmaPlot versão 11.0 (SIGMAPLOT, 2008)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Espécies de parasitoides de ovos de *Tibraca limbativentris*

As espécies de parasitoides identificadas nos ovos parasitados foram *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie C) e *T. urichi* (Hymenoptera: Scelionidae), *O. submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Anastatus* sp. (Hymenoptera: Eupelmidae) (Figura 3).



Fonte: COSTA, V. A (2017)

Figura 3 –Parasitoides de ovos de *Tibraca limbativentris*: (A) Fêmea de *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A), (B) fêmea de *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie B), (C) fêmea de *Trissolcus urichi*, (D) fêmea de *Ooencyrtus submetallicus* e (E) fêmea de *Anastatus* sp.

A morfoespécie A (Figura 3A) difere de exemplares típicos de *T. podisi* por apresentarem as coxas anteriores variando de marrom claro a amarelo, enquanto que em *T. podisi* as coxas anteriores são de tons mais escuros de marrom. A morfoespécie B (Figura 3B), além de ter todas as coxas amarelas, tem o sétimo antenômero proporcionalmente maior, enquanto que a morfoespécie C é parecida com a morfoespécie A, mas os espécimes são bem menores.

Foi observado com base nos resultados que pode haver um complexo de parasitoides de ovos do gênero *Telenomus* nas lavouras orizícolas maranhenses. As morfoespécies de *Telenomus* próximas a *podisi* observadas podem ser espécies não descritas ou variações intraespecíficas de *Telenomus podisi*. Os parasitoides de ovos são muito importantes no controle biológico natural, pois regulam as populações de insetos-praga de diversas culturas agrícolas. A maioria desses agentes benéficos tem comportamento generalista atacando massas de ovos de diferentes espécies de percevejos fitófagos (CORRÊA-FERREIRA, 2002).

No município de Viana, *T. urichi* com 860 espécimes e *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A) com 694 espécimes foram os parasitoides mais registrados no estudo. Em Arari, *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A) com 406 espécimes e Vitória do Mearim, *O. submetallicus* com 77 espécimes foram os mais observados (Figura 4).

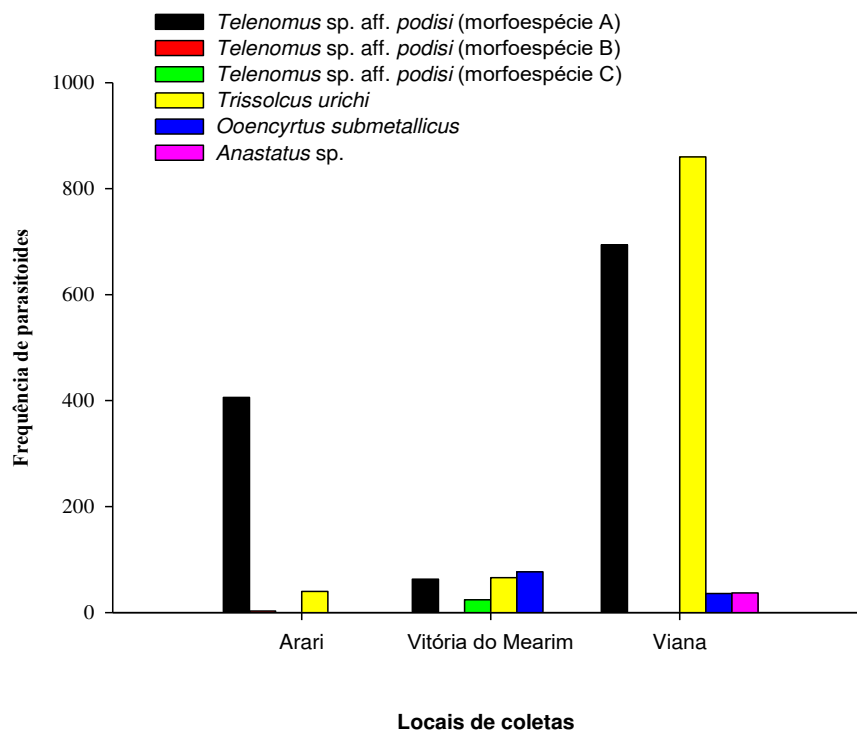


Figura 4 – Frequência de espécies de parasitoides observados em ovos de *Tibraca limbativentris* em lavoura de arroz nos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana (MA) durante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.

Pesquisa realizada no Estado de Santa Catarina, dos 3.344 ovos de *T. limbativentris* coletados, 2.588 ovos foram parasitados por *T. podisi* e 382 por *T. urichi*, ambos pertencentes à família Scelionidae (RIFFEL; PRANDO; BOFF, 2010). Neste estudo foi observado o

primeiro registro do gênero *Anastatus* associado a *T. limbativentris*, o que representa uma informação valiosa para os agroecossistemas orizícolas do Maranhão.

A ocorrência de *Anastatus* sp., embora não se tenha a identificação específica, também sugere a importância deste como inimigo natural de insetos das ordens Lepidoptera e Hemiptera (GIBSON, 1997). Espécies deste gênero também foram registradas em ovos de *Leptoglossus phyllopus* (L.) (Hemiptera: Coreidae) (MITCHELL; MITCHELL, 1986).

A abundância da espécie *T. urichi* e das morfoespécies de *T. podisi* em lavouras orizícolas mostra que apesar de serem de gêneros distintos possuem *T. limbativentris* como hospedeiro em comum, além disso, essas espécies parecem que estão adaptadas à condição ecológica da Baixada Maranhense. Devido a essas características, ambas as espécies poderão fazer parte de um futuro programa de Manejo Integrado de Pragas para a cultura do arroz, visando o controle de *T. limbativentris*.

3.2 Número de ovos parasitados e taxa de parasitismo

No ano agrícola de 2015-2016, do total de 6.211 ovos coletados, 1.857 ovos estavam parasitados. A lavoura de arroz, localizada no município de Viana, obteve o maior número de ovos parasitados 1.255, com uma taxa de parasitismo de 35%. Observou-se que a lavoura do município de Vitória do Mearim teve o menor número de ovos parasitados com 168 ovos e taxa de parasitismo de 21% (Figura 5).

No ano agrícola de 2016-2017, o número total de ovos coletados foi 825 e o total de ovos parasitados foi 450. Novamente a lavoura de arroz em Viana registrou o maior número de ovos parasitados em relação às lavouras dos outros municípios avaliados. Nesse ano agrícola, não houve aplicação de inseticidas na lavoura de arroz em Viana, o que contribuiu para que houvesse maior número de ovos parasitados. O número de ovos parasitados em Viana foi 24,8 vezes maior do que a quantidade obtida em Arari que registrou apenas 15 ovos parasitados. As taxas de parasitismo foram de 67% em Vitória do Mearim e 57% em Viana, e a menor foi registrada em Arari com 19% (Figura 5).

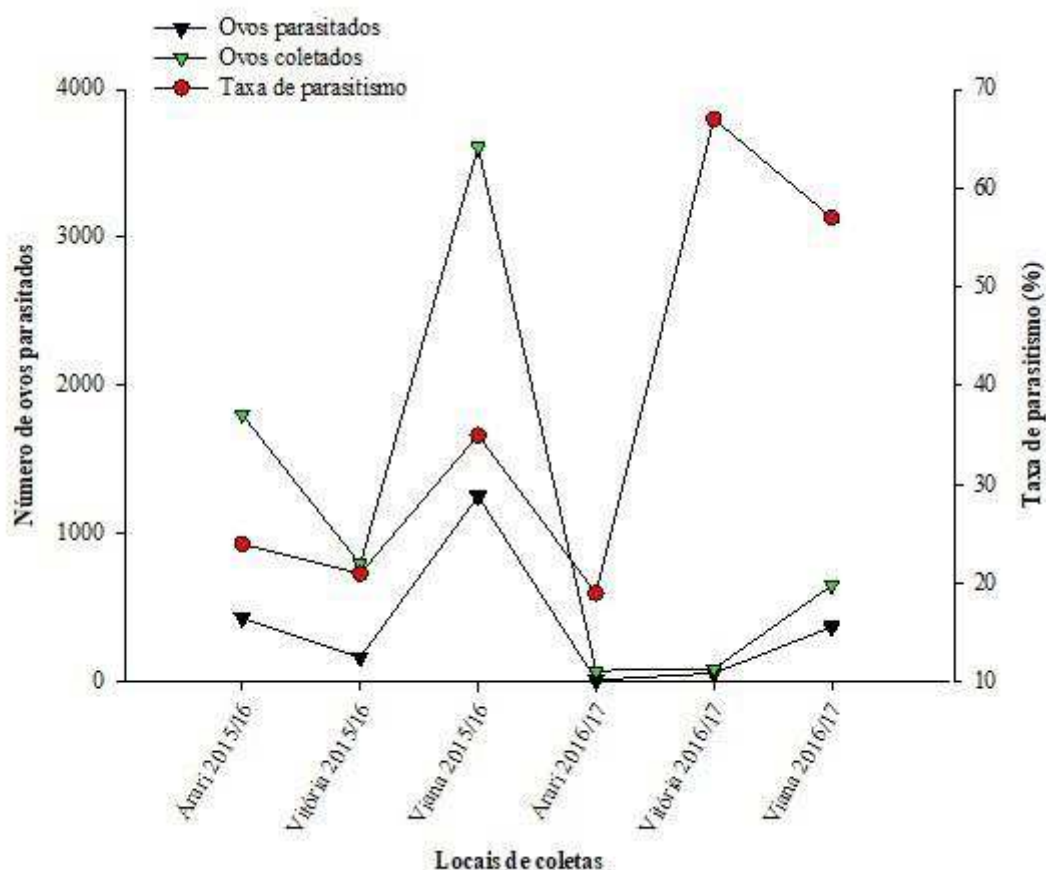


Figura 5 - Número de ovos de *Tibraca limbativentris* coletados e parasitados e a taxa de parasitismo em lavouira de arroz nos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana - (MA) durante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.

A diferença observada nas quantidades de ovos parasitados e nas taxas de parasitismo, no agrícola 2015-2016, reforça a influência da utilização de agrotóxicos no controle de *T. limbativentris*. Em 2015-2016, na lavouira de arroz do município de Vitória do Mearim e Arari houve pelo menos uma aplicação com produto químico de ingrediente ativo cipermetrina e/ou deltametrina (grupo químico Piretroide). Agrotóxicos do grupo químico Piretroides são considerados não seletivos para os inimigos naturais. O inseticida lambdacialotrina (Piretroide) causou mortalidade de 75% em percevejos predadores na cultura do algodão (TORRES et al., 2002). Nos campos de arroz da Baixada Maranhense tanto cipermetrina quanto deltametrina além de causarem efeitos negativos na população de inimigos naturais, não são recomendados para o controle de *T. limbativentris*.

As taxas de parasitismo acima de 50% observadas em Vitória do Mearim e Viana no ano agrícola de 2016-2017 reforçam a ideia que o parasitismo natural ajuda a controlar *T.*

limbativentris. Estudos de levantamento de parasitoides de ovos de *T. limbativentris* no Maranhão confirmaram que 23,4% dos ovos estavam parasitados (MACIEL et al., 2007) e em Santa Catarina (RIFFEL; PRANDO; BOFF, 2010) o índice de parasitismo foi de 75%.

A presença de uma vegetação secundária próximo aos campos de arroz, no qual foram realizados os estudos deve ter proporcionado condições favoráveis para o aumento de parasitoides. Essa vegetação funciona como área de refúgio e fornece um microclima favorável para o desenvolvimento do inseto. Segundo Landis et al. (2000), a vegetação pode contribuir para o aumento da abundância e da diversidade de inimigos naturais, além de proporcionar serviços ecológicos fundamentais.

3.3 Fatores abióticos na incidência de ovos parasitados

Os fatores abióticos avaliados não interferiram na densidade de ovos parasitados ao longo do tempo (Tabela 1). Os resultados obtidos corroboram com os de Idalgo et al. (2013), que observaram em estudos conduzido em arroz irrigado no Rio Grande do Sul, que os fatores climáticos precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar não influenciaram o número médio de ovos de *T. limbativentris* parasitados.

Pode-se inferir que neste estudo existiram outros fatores que contribuíram na variação dos ovos parasitados, como a presença de *T. limbativentris* durante todo o ciclo fenológico do arroz e a aplicação de agrotóxicos. O comportamento dos parasitoides no campo depende da ação dos fatores bióticos e abióticos, que atuam de forma direta ou indireta e influenciam na eficiência do parasitismo.

Nas lavouras de arroz onde foram realizadas as coletas, observou-se que a densidade populacional de *T. limbativentris* foi maior na fase vegetativa do que fase na reprodutiva do arroz, o que pode ter influenciado no parasitismo dos ovos. Segundo Martins et al. (2004), na fase vegetativa do arroz é registrado o maior número de insetos-praga, como por exemplo, *T. limbativentris* que causa a morte do perfilho.

Tabela 1 - Coeficiente correlação de Spearman (rs) entre ovos parasitados e fatores abióticos nos municípios de Arari, Vitória do Mearim e Viana - (MA) durante os anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.

Ano agrícola de 2015-2016		
Fatores abióticos	Ovos parasitados	
	rs*	p
Temperatura média (°C)	0,50 ^{ns}	0,45
Temperatura máxima (°C)	0,00 ^{ns}	1,00
Temperatura mínima (°C)	-0,20 ^{ns}	0,78
Umidade relativa do ar (%)	0,80 ^{ns}	0,13
Precipitação pluviométrica (mm)	-0,80 ^{ns}	0,13
Ano agrícola de 2016-2017		
Temperatura média (°C)	0,15 ^{ns}	0,78
Temperatura máxima (°C)	0,29 ^{ns}	0,68
Temperatura mínima (°C)	-0,30 ^{ns}	0,68
Umidade relativa do ar (%)	-0,20 ^{ns}	0,78
Precipitação pluviométrica (mm)	-0,20 ^{ns}	0,78

*Coeficiente de correlação de Spearman; ^{ns}Correlação não significativa ($p > 0,05$).

No entanto, os fatores climáticos podem afetar o comportamento e o desenvolvimento dos insetos. Por exemplo, o aumento da precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar reduziu a predação por vespas no bicho-mineiro do café (FERNANDES et al., 2009). Além disso, o aumento da temperatura reduziu o ciclo biológico do parasitoide de ovos *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) (BUENO et al., 2008). A precipitação pluviométrica pode influenciar na dispersão dos insetos, já que a gota da chuva dificulta o voo (KLEIN et al., 2004) e os encontros de parceiros para reprodução (BACCA et al., 2006).

4 CONCLUSÕES

- Os parasitoides registrados em ovos de *Tibraca limbativentris* foram *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie B), *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie C), *Trissolcus urichi*, *Ooencyrtus submetallicus* e *Anastatus* sp.
- Primeiro registro de *Anastatus* sp. associado a ovos de *Tibraca limbativentris*.
- As maiores taxas de parasitismo em *Tibraca limbativentris* são observadas no município de Viana e Vitória do Mearim nos anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017, respectivamente.
- As espécies de parasitoides mais frequentes foram *Telenomus* sp. aff. *podisi* (morfoespécie A) e *Trissolcus urichi*.
- Os fatores abióticos não influenciam na densidade de ovos de *Tibraca limbativentris* parasitados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCA, T. et al. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 119, p. 39-45, 2006.

BENEDETTI, D. et al. Genetic damage in soybean workers exposed to pesticides: Evaluation with the comet and buccal micronucleus cytome assays. **Mutation Research**. v. 752, p. 28-33, 2013.

BUENO, R. C. O. F. et al. Biology and thermal requirements of *Telenomus remus* reared on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* eggs. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.1, p. 1-6, 2008.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. *Trissolcus basal* para o Controle de Percevejos da Soja. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 27, p. 449-471.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.

FERNANDES, F. L. et al. Efeitos de Variáveis Ambientais, Irrigação e Vespas Predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no Cafeeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 410-417, 2009.

FERREIRA, E. et al. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1997. 43 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documento 75).

FREITAS, T. F. S.; OLIVEIRA, J. V.; FIÚZA, L. Inimigos Naturais em Arroz Irrigado. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 58, n. 455, p. 20-22, dez. 2010.

GIBSON, G. A. P. Eupelmidae. In: GIBSON, G. A. P.; HUBER, J. T.; WOOLLEY, J. B. (Ed.). **Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)**. Ottawa: NRC Research Press, p. 430-476, 1997.

GIBSON, G. A. P. Familia Eupelmidae. In: HANSON, P. E.; GAULD, I. D. 2006. **Hymenoptera de la Región Neotropical**. Memoirs of the American Entomological Institute, Gainesville, v. 77, p. 374-380, 2006.

GRISSELL, E. E.; SCHAUFF, M. E. **A handbook of the families of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)**. Washington: Entomological Society of Washington, 1990. 86 p.

IDALGO, T. D. N. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 4, p. 453-456, 2013.

JOHNSON, N. F. Systematics of Nearctic *Telenomus*. Classification and revisions of the *podisi* and *phymatae* species groups (Hymenoptera: Scelionidae). **Bulletin of the Ohio Biological Survey**, Columbus, v. 6, n. 3, 113 p. 1984.

JOHNSON, N. F. Systematics of New World *Trissolcus* (Hymenoptera: Scelionidae): species related to *T. basalis*. **Canadian Entomologist**, v.117, n. 4, p. 431-445, 1985.

JOHNSON, N. F. Systematics of New World *Trissolcus*, a genus of pentatomid egg-parasites (Hymenoptera: Scelionidae): neotropical species of the *flavipes* group. **Journal of Natural History**, v. 21, p. 285-304, 1987.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Foraging trip duration and density of megachilid bees, eumenid wasps and pompilid wasps in tropical agroforestry systems. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, p. 517-525, 2004.

LABMET/NUGEO – **Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (Atlas/UEMA)**. São Luís: UEMA, 2017.

LANDIS, D. A.; WRATTEN S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual review of entomology**, Palo Alto, v. 45, p.175-201, 2000.

MACIEL, A. A. S. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina. v. 36, n. 4, p. 616-618, 2007.

MARGARÍA, C. B.; LOIÁCONO, M. S.; LANTERI, A. A. New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera) parasitoids of insects pests in South America. **Zootaxa**. v. 2314, p. 41-49, 2009.

MARTINS, J. F. da S.; GRUTZMACHER, A. D.; CUNHA, U. S. Descrição e manejo integrado de insetos-praga em arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.) **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 635-675.

MARTINS, J. F. da S. et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009, 40 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos 290).

MITCHELL, P. L.; MITCHELL, F. L. Parasitism and predation of leaf-footed bug (Hemiptera: Coreidae) eggs. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 79, n. 6, p. 854-860, 1986.

NOYES, J. S. Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 3. Subfamily Encyrtinae: Encyrtini, Echthroplexiellini, Discodini, Oobiini and Ixodiphagini, parasitoids associated with bugs (Hemiptera), insect eggs (Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera) and ticks (Acari). **Memoirs of the American Entomological Institute**, Logan, n. 84, p. 1-848, 2010

OLIVEIRA, J. V. et al. **Manejo de insetos associados à cultura do arroz irrigado**. Cachoeirinha: IRGA. Seção de Agronomia, 2010. 54 p.

ORTEGA, E. et al. Brazilian soybean production: energy analysis with an expanded scope. *Bulletin of Science, Technology & Society*, v. 25, n. 4, p. 323-334, 2005.

PANTOJA, A. et al. Damage by *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) to rice in Southwestern Colombia. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, San Juan, v. 91, n. 1, p. 11-18, 2007.

PERIOTO, N.W., TAVARES, M.T. A Chalcidoidea. In: BRANDÃO, C.R.F, CANCELLO, E.M. **Invertebrados terrestres**. Biodiversidade do Estado de São Paulo. Síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: FAPESP, 1999. cap. 17. p. 153-168.

RAMPELOTTI, F. T. et al. Diversidade genética de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, usando marcadores RAPD. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 20-29, 2008.

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) como

parasitoides de ovos de percevejos-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 447-448, maio/jun. 2010.

SAS System, the. Version 8.2. Cary: SAS Institute, 2001. 6 CD-ROM. Windows 98.

SIGMAPLOT. **SigmaPlot 11 for Windows version 11.0**. Statistics for user's guide. Chicago, Systat Software Inc. 2008. 578p.

SILVA, C. C. A. et al. **Ciclo de vida e metodologia de criação de *Tibraca limbativentris* Stal. 1860 (Heteroptera: Pentatomidae) para estudos de ecologia química**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 16 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 78).

SOSA-GOMÉZ, D. R.; SILVA, J. J. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.45, n.7, p.767-769, 2010.

TORRES, J. B. et al. Compatibilidade de inseticidas e acaricidas com o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 311-317, 2002.

VAN DRIESCHE R. G. et al. Classical biological control for the protection of natural ecosystems. **Biological Control**, v. 54, suppl 1, p. 2-33, 2010.

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PERCEVEJO-DO-COLMO, *Tibraca*
limbativentris, EM AGROECOSSISTEMA ORIZÍCOLA**

CAPÍTULO III

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PERCEVEJO-DO-COLMO, *Tibraca limbativentris*, EM AGROECOSSISTEMA ORIZÍCOLA

SPACE-TEMPORAL ANALYSIS OF THE RICE STEM BUG, *Tibraca limbativentris*, IN ORIZIC AGROECOSSYSTEM

Kenson Klay Gonçalves Machado¹, Raimunda Nonata Santos de Lemos¹, Ocianede Brito Alves², Elizabeth Araújo Costa¹, Wenner Vinicius Araújo Saraiva², Raimundo Nonato Viana Santos¹

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís, São Luís, Maranhão, Brasil. ²Curso de Agronomia, UEMA, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: kensonk@gmail.com, r.lemos@elointernet.com.br

* Corresponding author: kensonk@gmail.com

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Tropical

RESUMO - O estudo da distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* nas lavouras de arroz, por meio da geoestatística, é importante para aprimorar a tomada de decisão e a realização do controle de forma mais rápida, diminuindo os impactos ambientais no agroecossistema. Objetivou-se com esse estudo caracterizar a distribuição espacial, indicar o momento do monitoramento e mapear a população de *T. limbativentris* em lavouras orizícolas localizadas no município de Vitória do Mearim – MA. Foram demarcadas 72 e 97 touceiras de arroz nas áreas agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017, respectivamente. As amostragens nas plantas foram realizadas na fase vegetativa e na fase reprodutiva e o caminhamento adotado foi em linha reta. Cada planta foi vistoriada no seu terço inferior e os adultos e ninfas de *T. limbativentris* foram contabilizados e coletados. Os modelos ajustados aos semivariogramas experimentais foram o exponencial e o esférico. No ano agrícola de 2015-2016, a dependência espacial da fase de ninfas e ninfas + adultos de *T. limbativentris* variou de 33 a 68%. No ano agrícola de 2016-2017, a dispersão de *T. limbativentris* foi aleatória para ninfas e adultos na fase vegetativa e reprodutiva do arroz. Conclui-se que a distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* no ano agrícola de 2015-2016 e de 2016-2017, ocorre de forma agregada e aleatória, respectivamente e que os focos de infestação estão localizados na bordadura da lavoura de arroz.

Palavras-chave: Krigagem. *Oryza sativa*. Pentatomidae. Semivariograma

ABSTRACT - The study of the spatial distribution of *Tibraca limbativentris* in rice plantations, through geostatistics, is important to improve the decision making and the accomplishment of the control of faster form, reducing the environmental impacts in the agroecosystem. The objective of this study was to characterize the spatial distribution, to indicate the moment of the monitoring and to map the population of *T. limbativentris* in rice fields located in the city of Vitória do Mearim – MA. Were demarcated 72 and 97 clumps of rice in the agricultural areas of 2015-2016 and 2016-2017, respectively. The samplings in the plants were performed in the vegetative and reproductive phases and the walking was done in a straight line. Each plant was inspected in its lower third and the adults and nymphs of *T. limbativentris* were counted and collected. The models fitted to the experimental semivariograms were exponential and spherical. In the agricultural year of 2015-2016, the spatial dependence of the phase of nymphs and nymphs + adults of *T. limbativentris* varied from 33 to 68%. In the agricultural year 2016-2017, the dispersal of *T. limbativentris* was random for nymphs and adults in the vegetative and reproductive phase of rice. We concluded that the spatial distribution of *Tibraca limbativentris* in the agricultural year of 2015-2016 and 2016-2017, occurs in an aggregate and random manner, respectively, and that the foci of infestation are located in the border of the rice crop.

Keywords: Kriging. *Oryza sativa*. Pentatomidae. Semivariogram

1 INTRODUÇÃO

O percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) é uma das pragas mais importantes na cultura do arroz em diversos países localizados na Região Neotropical (FERREIRA et al., 1997; PEREZ-GELABERT, 2008). Os danos provocados por *T. limbativentris* na cultura do arroz ocorrem na fase vegetativa e reprodutiva, com redução no rendimento de grãos (EMBRAPA, 2008; PETROSKI; STANLEY, 2009)

O sucesso no controle de pragas em uma área depende da análise e interpretação de dados observados na amostragem. A utilização de métodos de controle se torna mais eficiente quando se conhece como o inseto se distribui na lavoura (NESTEL; CARVALHO; NEMNY-LAVY, 2004).

A distribuição espacial é aplicada para definição de programas de amostragem com o objetivo de estimar o nível populacional da praga e auxiliar na tomada de decisão para o momento de seu controle (BARRIGOSSI et al., 2001). Para estudar a distribuição espacial, a geoestatística é uma ferramenta que considera a posição no espaço da variável em estudo (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Os estudos que utilizam a geoestatística comprovam a eficiência dessa técnica no manejo de pragas, já que é possível conhecer a dinâmica espaço-temporal dos insetos-praga nas diferentes áreas com culturas de interesse econômico (DAL PRÁ et al., 2011; PARK et al., 2011). Pesquisas foram desenvolvidas com a utilização da geoestatística a fim de verificar o comportamento espacial de pragas de importância econômica, como relatado para *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) em uma área de produção de algodão (MILONAS et al., 2016), distribuição espacial do bicho-furão, *Gymnandrosoma aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae) em citros (CARVALHO et al., 2015), distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima (DIONISIO et al., 2015) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (FARIAS et al., 2008).

No Maranhão, não há estudos sobre a distribuição espaço-temporal de *T. limbativentris* nas lavouras de arroz e no município de Vitória do Mearim a utilização de agrotóxicos nos campos agrícolas é alta. Entender como *T. limbativentris* se distribui nas lavouras orizícolas proporcionará uma redução do uso de agrotóxicos. A geoestatística pode

ser utilizada para determinar a distribuição espacial, mapear a densidade populacional de insetos-praga, elaborar métodos seguros de amostragem, fazer o controle localizado de insetos e, reduzir o custo de produção e a carga de agrotóxicos no ambiente (DIONISIO et al., 2015; RIFFEL et al., 2012). O monitoramento georreferenciado e métodos geoestatísticos são ferramentas importantes para mapear a ocorrência de adultos e ninfas de *T. limbativentris* na cultura do arroz (PAZINI et al., 2013)

Dessa forma, devido à importância de *T. limbativentris* e a falta de estudos básicos para implementação do manejo adequado na orizicultura maranhense, nesse contexto objetivou-se com esse estudo caracterizar a distribuição espacial, indicar o momento do monitoramento e mapear a população de *T. limbativentris* em lavouras orizícolas localizadas no município de Vitória do Mearim – MA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de amostragem

O estudo foi realizado no Assentamento Povoado Preguiças na microrregião da Baixada Ocidental Maranhense, no município de Vitória do Mearim (03°27'44" de latitude sul e 44°52'14" de longitude oeste), com altitude de 13 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (AW') com dois períodos bem definidos: um chuvoso, com médias mensais superiores a 100 mm, que vai de janeiro a junho e o outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro.

As áreas agrícolas tinham uma leve declividade, cultivadas em sistema de agricultura familiar e circundadas por uma vegetação secundária, na qual havia muitas palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart). Nos campos agrícolas foram cultivados: arroz (*O. sativa*), milho (*Zea mays* L.) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em consórcio, além de muitas pindobas (palmeira nova de babaçu).

O manejo de ervas espontâneas foi realizado com o herbicida glifosato e a aplicação foi realizada antes da semeadura do arroz. Não foi utilizado inseticida para controle de insetos-praga e a variedade de arroz plantada foi Agulha. O tamanho das áreas de estudo foi: área 1 com 0,31 ha (ano agrícola de 2015-2016) e área 2 com 0,45 ha (ano agrícola de 2016-2017) (Figura 1).



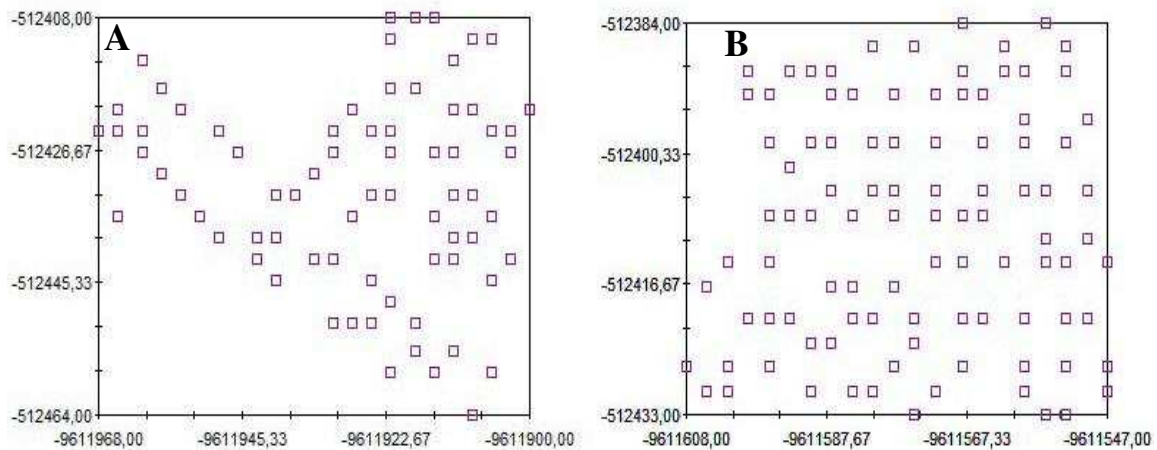
Fonte: Google earth (2017)

Figura 1 - Áreas de amostragem (1 e 2), em Vitória do Mearim (MA), nos anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.

2.2 Amostragem de *Tibraca limbativentris*

O estudo foi realizado nos anos agrícolas de 2015-2016 (área 1) e 2016-2017 (área 2) em arroz de sequeiro durante o período do ciclo da cultura que foi de janeiro a junho. A amostragem foi realizada quinzenalmente. Foram contabilizados e coletados os insetos nas fases de desenvolvimento de ninfa (exceto primeiro ínstar) e adulto de *T. limbativentris* durante as fases vegetativa e reprodutiva do arroz.

Para avaliar a distribuição da praga, foram demarcadas com estacas de 1,10 m de altura, 72 e 97 touceiras de arroz (unidade amostral) nas áreas 1 e 2, respectivamente. Essas estacas foram fixadas e devidamente identificadas em frente a cada touceira, que ficaram equidistantes cinco metros uma da outra. Utilizou-se um GPS Garmin MAP 76CSX para determinar as coordenadas geográficas em UTM (Universal Transversa de Mercator) de cada ponto fixado) (Figura 2).



Fonte: OTTATI, A. L. T (2017)

Figura 2 - Localização das estacas em plantas de *Oryza sativa* para coletas de *Tibraca limbativentris*. Vitória do Mearim, MA. (A) área 1 e (B) área 2.

O caminhamento adotado foi em linha reta e para visualizar os insetos nas touceiras de arroz, os colmos foram cuidadosamente afastados, retirando-se manualmente os adultos e ninfas do terço inferior das plantas, que é o local preferido pela praga para alimentação e reprodução (SOUZA et al., 2009). Registrou-se em planilha os pontos de amostragem com a respectiva densidade populacional de *T. limbativentris*. Os espécimes coletados em cada ponto da posição espacial foram colocados em potes plásticos devidamente identificados com tampa de pressão e capacidade de 750 mL e encaminhados ao Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão.

2.3 Análise dos dados

Foi realizada a análise da dependência espacial por meio da geoestatística calculando-se o semivariograma pela equação (adaptado de JOURNEL; HUIJBREGTS, 1978).

$$Y(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [X(i) - X(i+h)]^2$$

Em que,

Y(h)- semivariância estimada a uma distância h;

N(h)- número de pares de valores separados a distância h;
 X- número de percevejos adultos e/ou ninfas por touceira de arroz;
 i- é o ponto da posição espacial da variável x;
 h- é a distância em metros.

Semivariogramas experimentais foram obtidos da fase vegetativa e reprodutiva do arroz, que em seguida foram testados aos modelos matemáticos teóricos: exponencial e esférico (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). Os parâmetros obtidos dos semivariogramas foram o efeito pepita (C_0), que representa o valor da semivariância quando h tende a zero e revela os erros de medição ou da variabilidade não detectada pela amostragem; patamar ($C+C_0$) é o valor máximo em que a semivariância estabiliza; o alcance (a) é à distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente; e a contribuição (C), que é a diferença entre o patamar($C+C_0$) e o efeito pepita (C_0).

A partir desses parâmetros a qualidade dos ajustes foi determinada pelo grau da dependência espacial (GDE) existente entre os focos de infestações do percevejo-do-colmo. A análise do GDE consistiu na razão entre o efeito pepita e o patamar [$C_0/(C+C_0)$], e sua classificação foi: dependência espacial forte para valores inferiores a 25%, dependência espacial moderada quando os valores estiverem entre 25% e 75%, e dependência espacial fraca para valores superiores a 75% (CAMBARDELLA et al.,1994).

Os semivariogramas foram adequados de acordo com o modelo que forneceu o melhor coeficiente de determinação (R^2). Os mapas de distribuição espacial foram construídos por meio da Krigagem Ordinária que estimou valores que variaram de 0 até 9 percevejos em locais não amostrados. Para a obtenção de semivariogramas e construção dos mapas de distribuição espacial das áreas de estudo foi utilizado o *software* GS+ (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise geoestatística dos dados do ano agrícola de 2015-2016

Os modelos de semivariogramas que melhor se ajustaram aos dados foi o exponencial e o esférico, com coeficientes de determinação que variaram de 0,77 a 0,87 (Tabelas 1).O

parâmetro alcance representa a distância na qual existe a dependência espacial entre as amostras dos semivariogramas experimentais e, pode ser usado para determinar a distância adequada entre os pontos de amostragem (GREGO; VIEIRA; LOURENÇÃO, 2006; SHAO-KUI et al., 2005; SILVA et al., 2011).

O alcance variou entre 14 m (fase vegetativa) e 24 m (fase reprodutiva) para ninfas; 12,5 m (fase reprodutiva) para adultos; e 25 m (fase vegetativa) e 14,5 m (fase reprodutiva) para ninfas + adultos (Tabela 1). Desta forma, amostragens realizadas a distâncias superiores à desse estudo seriam estatisticamente independentes, portanto uma distribuição aleatória (VIEIRA, 2000).

Tabela 1 - Modelos e parâmetros dos semivariogramas experimentais para as populações de *Tibraca limbativentris*, em arroz no município de Vitória do Mearim – MA, 2015 – 2016.

Fases	Parâmetros	Amostragens em 2015-2016	
		Vegetativa	Reprodutiva
Ninfas	Modelo	Esférico	Esférico
	C_0	3,70	4,67
	$C+C_0$	11,20	6,88
	a (m)	14	24
	R^2	0,82	0,86
	GDE (%)	33	68
Adultos	Modelo	Efeito pepita puro	Exponencial
	C_0	0,47	0,45
	$C+C_0$	-	0,55
	a (m)	-	12,5
	R^2	-	0,80
	GDE (%)	-	82
Ninfas + Adultos	Modelo	Exponencial	Exponencial
	C_0	4,75	2,71
	$C+C_0$	11,75	4,77
	a (m)	25	14,5
	R^2	0,77	0,87
	GDE (%)	40	56

GDE – grau da dependência espacial [$C_0/(C+C_0)$]; a- alcance; R^2 - coeficiente de determinação.

Os valores do grau de dependência espacial para ninfas e ninfas + adultos nas fases vegetativa e reprodutiva do arroz variaram de 33 a 68%. Valores menores que 75% caracterizaram que a distribuição de ninfas e de ninfas + adultos de *T. limbativentris* foi agregada. Os adultos de *T. limbativentris* na fase reprodutiva do arroz tiveram distribuição

aleatória, pois o grau de dependência espacial foi maior que 75% (CAMBARDELLA et al., 1994) (Tabela 1). As amostragens de percevejos adultos de *T. limbativentris* realizadas na fase vegetativa não se adaptou a qualquer modelo de semivariograma. Nesse caso, observou-se o efeito pepita puro, no qual significa que a fase adulta de *T. limbativentris* se distribuiu aleatoriamente pela área.

Os resultados obtidos nas outras amostragens indicaram que houve dependência espacial entre os pontos amostrados. Portanto, *T. limbativentris* se distribuiu de forma agregada na lavoura de arroz. É comum observar a presença de muitas ninfas e adultos de *T. limbativentris* e alimentando dos colmos de arroz, principalmente quando essa planta apresenta muitos perfilhos. Os resultados obtidos corroboram com Silva et al. (2012), que observaram na fase final de perfilhamento e na fase reprodutiva do arroz, que as ninfas e o somatório das ninfas e adultos estavam distribuídos de forma agregada na lavoura de arroz.

Uma outra característica da distribuição agregada é que ela é comum em populações de insetos fitófagos. Essa distribuição verificada em *T. limbativentris* na lavoura orizícola pode ser resultado do comportamento reprodutivo do inseto e da disponibilidade de alimento presente na área. Quando os insetos se agrupam surgem inúmeros benefícios para a sobrevivência, fecundidade, desenvolvimento, proteção contra inimigos naturais (HALL; BRANHAM, 2008; RAY et al., 2009), além de que aumenta a exploração de recursos essenciais (MGOCKEKI; ADDISON, 2010).

3.2 Análise geoestatística dos dados do ano agrícola de 2016-2017

O efeito pepita puro foi observado na amostragem de ninfas, adultos e ninfas + adultos na fase vegetativa do arroz e ninfas + adultos na fase reprodutiva do arroz (Tabela 2). Desse modo, pode-se inferir que não foi possível detectar dependência espacial entre as amostras, portanto a distribuição espacial de *T. limbativentris* ocorreu de forma aleatória.

Os resultados da amostragem do ano agrícola de 2016-2017 mostram que *T. limbativentris* se distribuiu ao acaso na lavoura de arroz. Pesquisas na área de entomologia costumam apresentar a distribuição aleatória, o que na geoestatística é caracterizado como o efeito pepita puro. O efeito pepita puro acontece ou porque os insetos se distribuíram ao acaso no campo ou a dependência espacial ocorreu em uma escala menor do que a escala de amostragem adotada (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993).

Tabela 2 - Modelos e parâmetros dos semivariogramas experimentais para as populações de *Tibraca limbativentris*, em arroz no município de Vitória do Mearim – MA, 2016 – 2017.

Fases	Parâmetros	Amostragens em 2016-2017	
		Vegetativa	Reprodutiva
Ninfas	Modelo	Efeito pepita puro	Efeito pepita puro
	C ₀	4,16	0,40
	C+C ₀	-	-
	a (m)	-	-
	R ²	-	-
	GDE (%)	-	-
Adultos	Modelo	Efeito pepita puro	Efeito pepita puro
	C ₀	5,62	2,26
	C+C ₀	-	-
	a (m)	-	-
	R ²	-	-
	GDE (%)	-	-
Ninfas + Adultos	Modelo	Efeito pepita puro	Exponencial
	C ₀	0,135	2,58
	C+C ₀	-	3,48
	a (m)	-	40
	R ²	-	0,82
	GDE (%)	-	74

GDE – grau da dependência espacial [$C_0/(C+C_0)$]; a- alcance; R² - coeficiente de determinação.

Esse padrão de distribuição observado na fase vegetativa do arroz pode ter ocorrido em função de que *T. limbativentris* quando sai da área de refugio para colonizar as plantas de arroz adota a distribuição aleatória. Os resultados não diferiram dos de Silva et al. (2012), no Rio Grande do Sul, em que *T. limbativentris* se distribuiu de forma aleatória no final da fase de perfilhamento (fase vegetativa) do arroz.

É comum adultos de *T. limbativentris* entrarem nas lavouras de arroz em múltiplas direções, o que pode favorecer essa aleatoriedade nos campos (REEVES et al., 2010). A distribuição aleatória desempenha papel fundamental no início do estabelecimento da praga no campo, pois favorece um aumento na variabilidade genética, já que a população do inseto pode encontrar parceiros para reprodução mais facilmente (DIEKÖTTER; BILLETTER; CRIST, 2008).

Habitats com escassez de alimento influenciam no padrão de distribuição espacial dos insetos (KLEIJN; VAN LANGEVELDE, 2006), pois um habitat de qualidade ruim vai favorecer a dispersão do inseto para recursos mais favoráveis. Além das observações e implicações mencionadas anteriormente foi observado em algumas amostragens, plantas de

arroz que não houve registro de *T. limbativentris*, o que pode ter contribuído também para a aleatoriedade observada nos parâmetros dos semivariogramas.

3.3 Mapas de distribuição espacial

No ano agrícola de 2015-2016 foi feita a interpolação dos dados dos modelos por meio da Krigagem Ordinária, que forneceu mapas da distribuição espacial de *T. limbativentris* nas áreas estudadas (Figura 3).

Foi observado uma tendência de agregação de *T. limbativentris* próxima à bordadura das lavouras (Figura 3A, 3B, 3C, 3D e 3E). Destaca-se que a lavoura de arroz era cercada por uma vegetação secundária, que era composta por possíveis hospedeiros alternativos como o babaçu. Quando *T. limbativentris* encontra o hospedeiro preferencial (o arroz) se estabelece na planta de arroz para se alimentar e se reproduzir, momento esse que ocorre a agregação dos insetos. Plantas hospedeiras alternativas estimulam a manutenção da praga por meio do mecanismo natural de atração, abrigo e alimentação (SILVA et al., 2006).

Os percevejos fitófagos costumam se refugiar em espécies alternativas próximas as áreas de cultivos (PANIZZI, 1991). Assim que o arroz atinge mais de 25 dias de idade, fase de perfilhamento, os adultos de *T. limbativentris* migram para os campos orizícolas (MARTINS et al., 2009; BARRIGOSI; MARTINS, 2006).

As maiores densidades populacionais foram observadas na fase vegetativa (Figura 3A e 3D). Este resultado corrobora com o de Silva et al. (2012) que observaram a densidade média de 1,72 percevejos quando o arroz estava na fase vegetativa, pois nessa fase ocorrem maiores danos nas fases vegetativa e reprodutiva do arroz (BARRIGOSI; MARTINS, 2006; MARTINS et al., 2009). No entanto, no estudo foi observado que a densidade populacional de *T. limbativentris* começou a diminuir quando as plantas de arroz entraram na fase reprodutiva.

No ano agrícola de 2016-2017 só foi possível realizar a construção de um mapa de distribuição espacial, porque só houve dependência espacial para o somatório de ninfas + adultos na fase reprodutiva do arroz (Figura 3F). Foi observado que as ninfas + adultos de *T. limbativentris* se distribuíram de forma agregada nas bordas do plantio com uma densidade populacional menor do que as observadas no ano agrícola de 2015-2016.

Quando se conhece a distribuição espaço-temporal dos insetos no agroecossistema, o desenvolvimento de estratégias de manejo e redução de agrotóxicos são mais eficientes (BLACKSHAW; VERNON, 2006). Dessa forma, a realização do controle de pragas é feita somente nas áreas com infestação (DAL PRÁ et al., 2011).

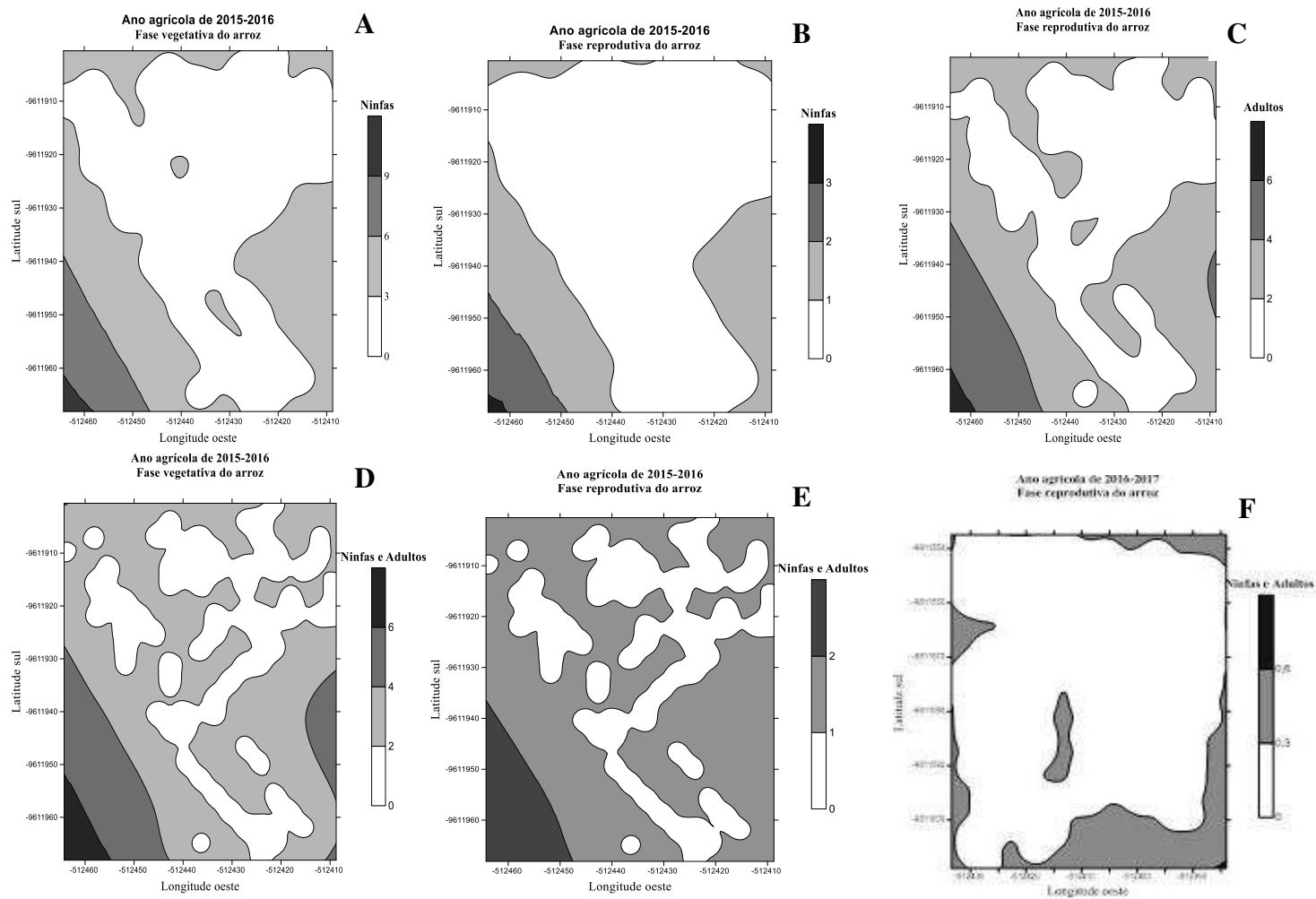


Figura 3 - Mapas de distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* em lavouras de arroz nas fases vegetativa e reprodutiva no município de Vitória do Mearim (MA), nos anos agrícolas de 2015-2016 e 2016-2017.

4 CONCLUSÕES

1. A distribuição espacial de *Tibraca limbativentris* no ano agrícola de 2015-2016 e de 2016-2017 ocorre de forma agregada e aleatória, respectivamente;

2. A maior densidade populacional de *Tibraca limbativentris* ocorre de forma agregada na fase vegetativa e os focos de infestação estão localizados na bordadura da lavoura de arroz;

3. O monitoramento de *Tibraca limbativentris* deve ser iniciado após 20 dias de semeadura a partir das plantas que estão na bordadura da área do plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRIGOSI, J. A. F. et al. Spatial and probability distribution of Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, State College, v. 30, n. 2, p. 244-253, 2001.

BARRIGOSI, J. A. F.; MARTINS, J. F. S. Pragas e Método de Controle. In: MACHADO, P. L. O. A.; BIAVA, M. **Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso**. Embrapa Arroz e Feijão. v. 7, 2006. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/pragas_metodos_controle.htm>. Acesso em: 17 set. 2017.

BLACKSHAW, R. P.; VERNON, R. S. Spatio temporal stability of two beetle populations in non-farmed habitats in an agricultural landscape. **Journal of Applied Ecology**, Lancaster, v. 43, n. 4, p. 680-689, 2006.

CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of America Journal**, Corvallis, v. 58, n. 5, p. 501-511, 1994.

CARVALHO, J. H. S. et al. Distribuição espacial do bicho-furão, *Gymnandrosoma aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera: Tortricidae), em citros utilizando geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 600-609, 2015.

DAL PRÁ, E. et al. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, 2011.

DIEKÖTTER, T.; BILLETTER, R.; CRIST, T. O. Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes. **Basic and Applied Ecology**, Goettingen, v. 9, n. 3, p. 298-307, 2008.

DIONISIO, L. F. S. et al. Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. **Revista Agro@ambiente**, Roraima, v. 9, n. 3, p. 327-336, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Informações técnicas para a cultura do arroz irrigado no Estado do Tocantins: safra 2008/2009**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 136 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 227).

FARIAS, P. R. S. et al. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 3, p. 321-327, 2008.

FERREIRA, E. et al. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1997. 43 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos 75).

GAMMA DESIGN SOFTWARE. **Geostatistics for the environmental sciences** (version 291 5.1 for windows) Michigan, 2000.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R.; LOURENÇÃO, A. L. Spatial distribution of *Pseudaletia sequax* franclemont in triticale under no-till management. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 4, p. 321-327, 2006.

HALL, D. W.; BRANHAM, M. A. Aggregation of *Calopteron discrepans* (Newman) (Coleoptera: Lycidae) larvae prior to pupation. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 91, n. 1, p. 124-125, 2008.

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academic Press, 1978. 600 p.

KLEIJN, D.; VAN LANGEVELDE, F. Interacting effects of landscape context and habitat quality on flower visiting insects in agricultural landscapes. **Basic and Applied Ecology**, Goettingen, v. 7, n. 3, p. 201-214, 2006.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.

MARTINS, J. F. da S. et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2009. 40 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos 290).

MGOICHEKI, N.; ADDISON, P. Spatial distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae), vine mealybugs and mealybug parasitoids in vineyards. **Journal of Applied Entomology**, Goettingen, v. 134, n. 4, p. 285-295, 2010.

MILONAS, P. et al. Spatio-temporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) in a cotton production area. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 45, n. 3, p. 240-251, 2016.

NESTEL, D.; CARVALHO, J.; NEMNY-LAVY, E. The spatial dimension in the ecology of insect pests and its relevance to pest management. In: HOROWITZ, A. R., ISHAAYA, I. (Org.). **Insect Pest Management: Field and Protected Crops**. Berlin: Springer, 2004. p. 45-64.

PANIZZI, A. R. Ecologia nutricional de insetos sugadores de sementes. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. cap. 7, p. 253-287.

PAZINI, J. de B. et al. Mapeamento da probabilidade de ocorrência de *Tibraca limbativentris* em arroz irrigado por inundação. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2013, Botucatú. **Anais...** São Paulo: UNESP - FCA, 2013. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/sgea/>>. Acesso em 20 out. 2017.

PARK, J. J. et al. Geostatistical analysis of the attractive distance of two different sizes of yellow sticky traps for greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), in cherry tomato greenhouses. **Australian Journal of Entomology**, Camberra, v. 50, n. 2, p.144–151, 2011.

PEREZ-GELABERT, D. E. **Arthropods of Hispaniola (Dominican Republic and Haiti): A checklist and bibliography**. Auckland: Magnolia Press, 2008, 530 p.

PETROSKI, R. J; STANLEY, D. W. Natural compounds for pest and weed control. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Peoria, v. 57, n. 18, p. 8171-8179, 2009.

RAY, A. M. et al. Male-produced aggregation pheromone of the cerambycid beetle *Rosalia funebris*. **Journal of Chemical Ecology**, Middletown, v. 35, n. 1, p. 96-103, 2009.

REEVES, R. B. et al. Effects of adjacent habitat on populations of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in cotton as part of a variable agricultural landscape in South Carolina. **Environmental Entomology**, State College, v. 39, n. 5, p. 1420-1427, 2010.

RIFFEL, C. T. et al. Densidade amostral aplicada ao monitoramento georreferenciado de lagartas desfolhadoras na cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n.12, p. 2112-2119, 2012.

SHAO-KUI, G. E. et al. Spatial heterogeneity and population risk analysis of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in China. **Insect Science**, Pequim, v. 12, n. 4, p. 255-262, 2005.

SILVA, R. F. et al. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.

SILVA, A. G. da. et al. Análise espacial da mosca-negra-dos-citros em um pomar de citros utilizando a geoestatística. **Brazilian Journal of Agriculture**, Piracicaba, v. 86, n. 2, p. 102-114, 2011.

SILVA, F. F. et al. **Monitoramento de *Tibraca limbativentris* Stal, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) em Arrozais do Planalto da Campanha do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica 132).

SOUZA, J. R. et al. Divergência genética de cultivares de arroz quanto à resistência a *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 5, p. 671-676, 2009.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 1-54.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 215 p.

**UMA NOVA ESPÉCIE DE *Hexacladia* ASHMEAD (HYMENOPTERA:
ENCYRTIDAE): PARASITOIDE DE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) NO BRASIL**

CAPÍTULO IV

**UMA NOVA ESPÉCIE DE *Hexacladia* ASHMEAD (HYMENOPTERA:
ENCYRTIDAE): PARASITOIDE DE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) NO BRASIL**

**A NEW SPECIES OF *Hexacladia* ASHMEAD (HYMENOPTERA,
ENCYRTIDAE): PARASITOID OF THE *Tibraca limbativentris* (HEMIPTERA:
PENTATOMIDAE) IN BRAZIL**

Keneson Klay Gonçalves Machado¹, Raimunda Nonata Santos de Lemos¹, Valmir Antonio Costa², John Noyes³ Elizabeth Araújo Costa¹

¹Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, Campus São Luís, São Luís, Maranhão, Brasil. ²Instituto Biológico, Centro Experimental - Campinas (SP), Brasil. ³Departamento de Ciências da Vida, Museu de História Natural, Londres, Reino Unido

* Corresponding author: kenesonk@gmail.com

RESUMO - *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) é um inseto-praga da cultura do arroz de sequeiro e irrigado. Nas áreas orizícolas, inseticidas sintéticos são frequentemente utilizados e uma alternativa para diminuir o uso de inseticidas é o controle biológico com parasitoides. Assim, objetivou-se com este estudo descrever uma nova espécie de *Hexacladia* encontrada no Brasil, determinar a taxa de parasitismo sobre o estágio adulto de *T. limbativentris* e a proporção sexual dos parasitoides emergidos. Foram realizadas coletas aleatórias de percevejos adultos de *T. limbativentris* entre os anos agrícolas de 2011/12 e 2016/17 nos municípios de Miranda do Norte, Matões do Norte, Arari, Vitória do Mearim e Viana, Maranhão, Brasil. O número total de *T. limbativentris* coletados no estágio adulto foi de 7.280 e a taxa de parasitismo total foi de 14,2%. No total, 841 fêmeas e 195 machos de *Hexacladia* sp. nov. emergiram do hospedeiro e a proporção sexual foi de 1macho para 4,3 fêmeas. *Hexacladia* sp. é uma nova espécie de parasitoide que ataca o estágio adulto de *T. limbativentris* no Estado do Maranhão, Brasil.

Palavras-chave: Controle biológico; Endoparasitoide gregário; Heteroptera; *Oryza sativa*

ABSTRACT -*Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) is an insect pest of rainfed and irrigated rice crop. In the rice fields, synthetic insecticides are frequently used and an alternative to reduce the use of insecticides is the biological control with parasitoids. Thus, the objective of this study was to describe a new species of *Hexacladia* found in Brazil, to determine the parasitism rate on the adult stage of *T. limbativentris* and the sexual proportion of the emerged parasitoids. Were realized aleatorics collections of bedbugs adults of *T. limbativentris* between the agricultural years 2011/12 and 2016/17 in the cities of Miranda do Norte, Matões do Norte, Arari, Vitória do Mearim and Viana, Maranhão, Brazil. The total number of *T. limbativentris* collected in the adult stage was 7.280 and the total parasitism rate was 14.2%. In total, 841 females and 195 males of *Hexacladia* sp. nov. emerged from the host and the sex ratio was 1male to 4.3 females. *Hexacladia* sp. is a new species of parasitoid that attacks the adult stage of *T. limbativentris* in the state of Maranhão, Brazil.

Keywords: Biological control; Gregarious endoparasitoid; Heteroptera; *Oryza sativa*

1 INTRODUÇÃO

O percevejo-do-colmo do arroz, *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) é o principal inseto-praga da cultura do arroz no Brasil e ataca nas fases vegetativa e reprodutiva do arroz. Na fase vegetativa, o ataque do inseto provoca a morte das folhas centrais, sinal conhecido como “coração-morto” e, na fase reprodutiva, prejudica a formação dos grãos e ocasiona o sintoma de “panícula-branca” (MARTINS et al., 2009). *Tibraca limbativentris* pode provocar perdas de até 90% em grandes infestações (SOUZA et al., 2008).

Os parasitoides do gênero *Hexacladia* são endoparasitoides gregários que emergem dos seus hospedeiros quando estes ainda se encontram vivos (BURKS, 1972; RASPLUS et al., 1990; NOYES, 2010). Os parasitoides desse gênero atacam as ninfas ou adultos de percevejos fitófagos das famílias Pentatomidae, Coreidae, Pyrrhocoridae e Scutelleridae (Hemiptera) (NOYES, 2010).

No Brasil, já foram encontradas duas espécies desse gênero: *Hexacladia blanchardi* De Santis (GORDH, 1979; NOYES, 2010, 2017) e *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) (LIMA, 1930). A espécie *H. smithii* é a mais comum no Brasil e se distribui do Sul para a região Central do país (TURCHEN et al., 2015). *Hexacladia smithii* já foi observado em muitos hospedeiros como: *Holymeria clavigera* (Herbst) (Hemiptera: Coreidae) (LIMA, 1930), *Holymeria histrio* (F.) (Hemiptera: Coreidae) e *Anisoscelis marginella* foliácea (Dallas) (Hemiptera: Coreidae), pragas de maracujá (BALDIN et al., 2010); *Arvelius albopunctatus* (De Geer) (Hemiptera: Pentatomidae), uma praga de tomate (PANIZZI; SILVA, 2010); e *Dichelops furcatus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) e *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae), pragas da cultura da soja (CORRÊA-FERREIRA; NUNES; UGUCCIONI, 1998; GODOY et al., 2010; PANIZZI; SILVA, 2010), além de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) (LIMA, 1930) que é praga em arroz (*Oryza sativa* L.) (Poaceae), caju (*Anacardium occidentale* L.) (Anacardiaceae), eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (Myrtaceae), goiaba (*Psidium guajava* L.) (Myrtaceae), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Euphorbiaceae) e pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) (Euphorbiaceae) (SILVA et al., 1968).

O controle de *T. limbativentris* nas áreas orizícolas é feito com o uso intensivo de inseticidas químicos e há necessidade de utilização de métodos alternativos ao químico para

controlar esse inseto-praga como, o uso do controle biológico (RAMPELLOTTI et al., 2008). Parasitoides de ovos já foram registrados controlando *T. limbativentris* no Rio Grande do Sul (IDALGO et al., 2013), em Santa Catarina (RIFFEL; PRANDO; BOFF, 2010) e no Maranhão (MACIEL et al., 2007). Entretanto, o parasitismo em adultos de *T. limbativentris* é pouco conhecido, havendo constatações das espécies de taquinídeos *Cylindromyia brasiliana* (Townsend, 1927) (Diptera: Tachinidae) e *Phasia* (*Paraphoranthia*) sp. (Diptera: Tachinidae) associados com essa praga (DE FARIAS et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo descrever uma nova espécie de *Hexacladia* encontrada no Brasil, determinar a taxa de parasitismo sobre o estágio adulto de *T. limbativentris* e a proporção sexual dos parasitoides emergidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área e coleta dos percevejos

Foram realizadas coletas aleatórias de percevejos adultos de *T. limbativentris* nos anos agrícolas 2011/12 até 2016/17 na microrregião da Baixada Ocidental Maranhense em campos de arroz no sistema de plantio em sequeiro nas cidades de Miranda do Norte (03° 34' 09" S e 44° 35' 02" W), Matões do Norte (3° 37' 56" S e 44° 33' 20" W) Arari (03° 27' 38" S e 44° 46' 56" W), Vitória do Mearim (03° 27' 51" S e 44° 51' 47" W) e Viana (03° 12' 26" S e 44° 59' 57" W).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (AW') com dois períodos bem definidos: um chuvoso, com médias mensais superiores a 100 mm, que vai de janeiro a junho e o outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro.

As coletas foram realizadas no turno da manhã, entre 9 e 12 horas, ao longo de quatro meses (Fevereiro a Junho). O caminhar utilizado foi em zigue-zague, cada campo de produção selecionado tinha aproximadamente um hectare e eram delimitados por vegetação secundária. Nesses campos, o arroz estava consorciado com a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e o milho (*Zea mays* L.), além de palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart) entre as culturas alimentares. O manejo de ervas espontâneas foi realizado com o herbicida glifosato e a aplicação foi realizada antes da semeadura do arroz. Houve aplicação de produtos do grupo químico dos Piretroides após o surgimento dos primeiros percevejos nas lavouras.

Adultos de *T. limbativentris* foram coletados em todos os campos de arroz e encaminhados ao Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão - Campus São Luís. No laboratório, os adultos foram sexados e mantidos em grupos de 30 espécimes (15 fêmeas e 15 machos) por pote de plástico com tampa de pressão e capacidade de 750 mL. Para alimentar os percevejos, no interior desses potes foram colocados três colmos de arroz cada um com 10 cm de comprimento. Cada colmo foi envolvido por um chumaço de algodão umedecido com água destilada e foram trocados a cada dois dias. Os potes plásticos foram mantidos em câmaras climatizadas com temperatura de 25 ± 2 °C, UR 70-80%, fotofase de 12 horas e vistoriados diariamente até a emergência dos parasitoides do inseto adulto de *T. limbativentris*.

2.2 Descrição da nova espécie de *Hexacladia*

Os espécimes de *Hexacladia* sp. nov. que emergiram dos adultos de *T. limbativentris* foram fixados em etanol a 70%, em frascos de vidro de 5 mL e enviados ao Dr. Valmir Antonio Costa, do Instituto Biológico de São Paulo.

Os espécimes foram colocados em secador de ponto crítico (Bal-tec, modelo CPD 030) para retirar a umidade e montados em retângulos de papel cartão, lâminas de microscopia com bálsamo do Canadá e etiquetados de acordo com metodologia de NOYES (1982).

Utilizou-se para os termos morfológicos e a identificação dos espécimes Burks (1972) e a chave taxonômica de Noyes (2010). As abreviaturas utilizadas foram: Fn = segmento flagelar; LOL = distância mais curta entre o ocelo posterior e o ocelo anterior na visão frontal, OOL = distância mais curta entre o ocelo posterior e margem do olho em visão dorsal e POL = distância mais curta entre ocelo posterior na vista dorsal.

Os espécimes foram depositados na Coleção de Insetos Entomófagos "Oscar Monte" (IB-CBE), do Instituto Biológico em Campinas, SP e na Coleção de Insetos "Íraci Paiva Coêlho" da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis, MA.

2.3 Proporção sexual e taxa de parasitismo

Logo após a mortalidade natural dos parasitoides de ambos os sexos, os espécimes foram contados para a determinação da proporção de machos e fêmea. Verificou-se a taxa de

parasitismo natural que foi determinada pela fórmula: $P\% = (\text{número de parasitoides emergidos/número de percevejos coletados}) \times 100$.

3 RESULTADOS

3.1 Descrição do parasitoide

Hexacladia sp. nov.

Diagnose. Fêmea (comprimento cerca de 2,36 - 2,80 mm): cabeça e tórax variando de laranja amarelada a marrom, com mesoescuto e escutelo ligeiramente claro; gaster variando de laranja amarelado, com áreas acastanhadas dorsalmente, asa anterior com uma faixa pequena incompleta e delgada do parastigma e uma faixa mediana mais ampla, que dificilmente atinge a margem posterior da asa e está conectada a uma área subapical escura, das quais as margens são mais ou menos equidistantes da margem da asa; tarsos posterior amarelo-mel; gonostilos da mesma cor que a área circundante do gaster, ou mais claro em algumas espécimes escuras; funículo com seta dorsal em F1 e F2 não achatado, gradualmente cônico e praticamente reto; sensilo linear presente em F2-F6; F6 não mais amplo que clava; mesoescuto com setas dispersas e uniformes; escultura em mesoescuto claramente mais rasa do que em escutelo; a asa anterior alcança perto do nível cercos em espécimes cujo gaster não está desidratado; veia marginal presente e completa; célula costal tanto dorsal como ventralmente com 19-23 setas; veia cubital com 1-8 setas, trilha de veia subcubital com 1-5 setas; veia estigmal na asa anterior 0,6x, mais comprida que a veia marginal; veia pós-marginal 1,2x veia estigmal; seta abaixo de parastigma relativamente forte e de cerdas; hipopigio apicalmente com um par de processos laterais longos e curvos de ambos os lados de uma invaginação profunda e média, cada uma das quais tão longa quanto o esporão tibial médio; incisão mediana no hipopigio relativamente ampla, em forma de \cap e não gradualmente afilado, mas com uma protuberância angular abrupta ao longo da margem interna de cada processo lateral; ovipositor comprido tanto quanto a tibia média; placa exterior com uma linha de 4 setas ao longo da margem interna perto do ápice; gonostilos apicalmente produzido dorsalmente.

3.2 Proporção sexual e taxa de parasitismo

Foram coletados 7.280 espécimes de *T. limbativentris* no estágio adulto e a taxa de parasitismo total foi de 14,2%. No município de Arari foi observada a menor taxa de parasitismo natural por *Hexacladia* sp. nov., enquanto que a maior taxa foi registrada em Matões do Norte (Tabela 1). No total, 841 fêmeas e 195 machos de *Hexacladia* sp. nov. emergiram do hospedeiro, o que resultou uma proporção sexual de 1 macho para 4,3 fêmeas.

Tabela 1 - Porcentagem de adultos de *Tibraca limbativentris* parasitados por *Hexacladia* sp. nov. na cultura do arroz em diferentes localidades do Maranhão durante os anos agrícolas de 2011/12 até 2016/17.

Local	Nº de percevejos adultos	Nº de parasitoides	Parasitismo
	coletados	emergidos	(%)
Miranda do Norte	1.921	166	8,6
Matões do Norte	2.560	757	29,5
Arari	817	8	0,9
Vitória do Mearim	286	42	14,7
Viana	1.696	63	3,7
Total	7.280	1.036	14,2

4 DISCUSSÃO

Foi observado que morfologicamente *Hexacladia* sp. nov difere de *H. smithii*, que é a espécie mais comum no Brasil (TURCHEN et al., 2015), em geral: há uma variação na cor de *Hexacladia* sp. nov. As fêmeas de *Hexacladia* sp. nov. têm cabeça, tórax, gaster, antenas e pernas que variam de laranja em grande parte amarelada a marrom, com mesoescuto e escutelo um pouco mais claro; em amostras amareladas secas ao ar, o gaster torna-se marrom escuro; asa não alcança o ápice do gaster. *Hexacladia smithii* possui a cor geral do corpo e cabeça principalmente escura, marrom avermelhada, presença de seta suavemente curvada e levemente atenuada dorsalmente em F1, asa totalmente desenvolvida que alcança o ápice do gaster (ASHMEAD, 1891; NOYES, 2010)

A taxa de parasitismo total registrada presente estudonevidenciou que *Hexacladia* sp. nov. exerceu um papel importante na regulação natural de *T. limbativentris* nas lavouras orizícolas maranhenses, embora nas áreas de coletas tenha sido aplicado agrotóxicos do grupo

químico dos Piretoídes. O resultado diferiu dos de Turchen et al. (2015), que observaram em lavouras de soja no Mato Grosso, uma taxa de parasitismo por *H. smithii* em adultos de *E. heros*, que variou de 1,5 a 13,9% em 2009/10 e 8,5 a 7,5% em 2010/11.

Nessas lavouras havia diversificação de espécies vegetais como: arroz, mandioca, milho, palmeiras de babaçu e ervas espontâneas. A diversidade de vegetação em ecossistemas agrícolas proporciona serviços ecológicos que asseguram a proteção das plantas contra insetos-praga (ALTIERI; LETOURNEAU, 1982; ALTIERI; SILVA; NICHOLLS, 2003).

Observou-se com base na revisão de literatura, estudos morfológicos e biologia molecular que estamos diante de uma nova espécie de *Hexacladia*. Em resumo, a pesquisa registrou uma nova espécie de parasitoide do gênero *Hexacladia* que ataca percevejos de *T. limbativentis* na fase adulta no Estado do Maranhão, Brasil. Foi observado que houve uma variação na taxa de parasitismo natural que pode estar relacionado à aplicação de produtos que tem como princípio ativo a cipermetrina ou deltametrina (não seletivos) nos campos de arroz, no entanto esta pesquisa contribui com o conhecimento sobre a diversidade de insetos benéficos na cultura do arroz e reforça a necessidade de estudos da biologia e o potencial de parasitismo de *Hexacladia* sp. nov., uma vez que essa espécie pode atuar no equilíbrio do agroecossistema e favorecer a redução da população de *T. limbativentris*.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Valmir Antonio Costa, do Instituto Biológico de São Paulo e ao Dr. John S. Noyes do Museu Britânico de História Natural (Londres, Reino Unido), pela descrição taxonômica da nova espécie de *Hexacladia*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A.; LETOURNEAU, D. L. Vegetation management and biological control in agroecosystems. **Crop Protection**, Guildford, v. 1, p. 405-430, 1982.

ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

ASHMEAD, W. H. An encyrtid with six-branched antennae. **Insect life**, v. 3, p. 455-457, 1891.

BALDIN, E. L. L. et al. Parasitismo de percevejos-praga do maracujazeiro no Brasil por *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 306-307, 2010.

BURKS, B. D. The genus *Hexacladia* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, Laurel, v. 74, p. 363-371, 1972.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; NUNES, M. C.; UGUCCIONI, L. D. Ocorrência do parasitoide *Hexacladia smithii* Ashmead em adultos de *Euschistus heros* (F.) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 495-498, 1998.

DE FARIAS, P. M. et al. Tachinid Flies Associated with *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 95, n. 1, p. 221-223, 2012.

GODOY, K. B. et al. Parasitismo e sítios de diapausa de adultos do percevejo marrom, *Euschistus heros* na região da Grande Dourados, MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1199-1202, 2010.

GORDH, G. Family Encyrtidae. In: KROMBEIN, K. V.; HURD, P. D. Jr.; SMITH, D. R.; BURKS, B. D. (Org.). **Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1979. 958 p.

IDALGO, T. D. N. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em lavoura de arroz irrigado, Eldorado do Sul, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 4, p. 453-456, 2013.

LIMA, A. M. da C. Sobre insetos que vivem em maracujás (*Passiflora* spp.). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 59-162, 1930.

MACIEL, A. A. S. et al. Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n.4, p. 616-618, 2007.

MARTINS, J. F. da S. et al. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2009. 40 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos 290).

NOYES, J. S. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Journal of Natural History**, London, v. 16, n. 3, p. 315-334, 1982.

NOYES, J. S. Encyrtidae of Costa Rica (Hymenoptera: Chalcidoidea), 3. Subfamily Encyrtinae: Encyrtini, Echthroplexiellini, Discodini, Oobiini and Ixodiphagini, parasitoids associated with bugs (Hemiptera), insect eggs (Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera) and ticks (Acari). **Memoirs of the American Entomological Institute**, Logan, n. 84, p. 1-848, 2010

NOYES, J. S. **Universal Chalcidoidea Database**. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>>. Acesso em: 10 set. 2017.

PANIZZI, A. R.; SILVA, J. J. New records of pentatomids as hosts of *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) in southern Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 678-679, 2010.

RAMPELOTTI, F. T. et al. Diversidade genética de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, usando marcadores RAPD. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 20-29, 2008.

RASPLUS, J. Y. et al. *Hexacladia linci*, n. sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) endoparasite de *Lincus malevolus* Rolston (Heteroptera: Pentatomidae) au Perou. **Annales de la Société Entomologique de France**, Paris, v. 26, n. 2, p. 255-263, 1990.

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) como parasitoides de ovos de percevejos-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål)

(Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 447-448, 2010.

SILVA, A. G. A. et al. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**. Seus parasitos e predadores: insetos, hospedeiros e inimigos naturais. Parte 2, 1^o tomo, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1968. 622 p.

SOUZA, J. R. et al. Antibiosis resistance to the nymphs of *Tibraca limbativentris* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) in varieties of rice. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 3, p. 321-326, 2008.

TURCHEN, L. M. et al. Natural parasitism of *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae): new record from Mato Grosso State, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-3, 2015.

ANEXOS



APRESENTAÇÃO E PREPARO DOS MANUSCRITOS

Os artigos submetidos à Revista Caatinga devem ser originais, ainda não relatados ou submetidos à publicação em outro periódico ou veículo de divulgação. **A Revista Caatinga publica ARTIGO, NOTA TÉCNICA E REVISÃO DE LITERATURA.**

FORMAS DE ENVIO

Os artigos são submetidos, apenas eletronicamente, na página da Revista Caatinga. Podem ser ENVIADOS em Português, Inglês ou Espanhol. Porém, após a aprovação do manuscrito pelo Comitê Editorial, o autor será contactado para traduzir o artigo para a língua inglesa. Caso o trabalho seja submetido em inglês, após a aprovação desse pelo comitê editorial, o autor será comunicado para que realize a revisão do idioma inglês. **A publicação será exclusivamente em Inglês.** Fica a critério do autor a escolha da empresa ou pessoa física que irá realizar a tradução do manuscrito. Porém, é **obrigatória** a realização da **REVISÃO do idioma inglês** por uma das empresas indicadas pela Revista Caatinga. Abaixo seguem as indicações:

<http://www.proof-reading-service.com> <http://www.academic-editing-services.com/>
<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>
<http://www.editage.com.br/manuscriptediting/index.html>
<http://www.journalexperts.com> <http://www.webshop.elsevier.com/languageservices>
<http://wsr-ops.com>
<http://www.journaleditorsusa.com>
<http://www.queensenglishediting.com/>
<http://www.canalpage.com>

<http://www.stta.com.br/servicos.php>
<http://americanmanuscripteditors.com/>

PREPARO DO MANUSCRITO

Digitação: o texto deve ser composto em programa Word (DOC) ou compatível e os gráficos em programas compatíveis com o Windows, como Excel, e formato de imagens: Figuras (GIF) e Fotos (JPEG). Deve ter no máximo 20 páginas, tamanho A4, digitado com espaçamento 1,5, fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho 12 e parágrafo recuado por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. Páginas e linhas devem ser numeradas; os números de páginas devem ser colocados na margem inferior, à direita e as linhas numeradas de forma contínua.

Se forem necessárias outras orientações, entre em contato com o Comitê Editorial. As Notas Técnicas devem apresentar até 12 páginas, incluindo tabelas e figuras.

Tamanho: o manuscrito não deverá ultrapassar 2,0 MB.

Organização: o artigo científico deverá ser organizado em título, nome do(s) autor(es), resumo, palavras-chave, título em inglês, abstract, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos (opcional), e referências.

Título: deve ser escrito em maiúsculo, negrito, centralizado na página, no **máximo com 15 palavras**, não deve ter subtítulo e abreviações. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos e referências) deverão ser escritos em letra maiúscula, negrito e justificado à esquerda.

Autores(es): nomes completos, sem abreviaturas, em letra maiúscula, um após o outro, separados por vírgula e centralizados. Essas informações deverão constar apenas na versão final do artigo. **Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé com os endereços deverão ser omitidos.**

Para a inclusão do(s) nome(s) do(s) autor(es) e do(s) endereço(s) na **versão final do artigo** deve-se, como nota de rodapé na primeira página, indicar, para cada autor, afiliação completa (Unidade/Setor, Instituição, Cidade, Estado, País), endereço completo e e-mail de todos os autores. O autor correspondente deverá ser indicado por um “*”. No rodapé devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação) e referências às instituições colaboradoras. Exemplo:

*Autor correspondência	para
1 Recebido para publicação em xx/xx/xxxx	; aceito em

xx/xx/xxxx.

Especificação (natureza) do trabalho (ex.: Pesquisa apoiada pela FAPESP e pelo CNPq; Trabalho de Mestrado,...)

2 Unidade/Setor (por extenso), Instituição (por extenso e Estado(sigla), País; E-mail (s).	sem siglas), Cidade,
---	----------------------

OBS.: Caso dois ou mais autores tenham as mesmas especificações, não precisa repetir as informações, basta acrescentar, apenas, o e-mail ao final.

Só serão aceitos, no máximo, 5 (cinco) autores por artigo submetido: ressaltamos que, salvo algumas condições especiais, poderá ser incluído um sexto autor (não mais que isso) mediante apresentação de justificativas. A justificativa deverá ser anexada, no ato da submissão, em “Documentos Suplementares”, para que o Comitê Editorial proceda com a devida análise. Caso isso não ocorra, a submissão de artigo com número superior a 5 (cinco) autores não será aceita.

** Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *aposteriori*.

** Todos os autores deverão, OBRIGATORIAMENTE, cadastrarem-se no sistema.

Resumo e Abstract: no mínimo 100 e no máximo 250 palavras.

Palavras-chave e Keywords: a primeira letra maiúscula. Devem ter, no mínimo, três e, no máximo, cinco palavras, não constantes no Título/Title e separadas por ponto (consultar modelo de artigo).

Obs.: Em se tratando de artigo escrito em idioma estrangeiro (Inglês ou Espanhol), o título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma estrangeiro.

Introdução: no máximo, 550 palavras, contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa.

Conclusão: deve ser em texto corrido, sem tópicos.

Agradecimentos: logo após as conclusões, poderão vir os agradecimentos a pessoas ou instituições, indicando, de forma clara, as razões pelas quais os faz.

Tabelas: sempre **com orientação em “retrato”**. Serão numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. **Não usar linhas verticais.** As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que **as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não ultrapassando 17 cm.**

Figuras: sempre **com orientação em “retrato”**. Gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A resolução deve ter qualidade máxima com pelo menos 300 dpi. **As figuras devem apresentar 8,5 cm de largura, não ultrapassando 17 cm.**

A fonte empregada deve ser a Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. As linhas dos eixos devem apresentar uma espessura de 1,5 mm de cor preta. A Revista Caatinga reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com

ORIENTAÇÃO na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura.

Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.

Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. As equações devem apresentar o seguinte padrão de tamanho:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estas definições são encontradas no editor de equação no Word.

REFERÊNCIAS

Devem ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo espaço (1,5 cm). Precisam ser apresentadas em ordem alfabética de autores; justificar (Ctrl + J). Este periódico utiliza a **NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.**

O título do periódico não deve ser abreviado e recomenda-se um total de 20 a 30 referências. **EVITE CITAR RESUMOS E TRABALHOS APRESENTADOS E PUBLICADOS EM CONGRESSOS E SIMILARES.**

Citações de autores no texto: devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

Ex: Com 1(um) autor, usar Torres (2008) ou (TORRES, 2008); com 2 (dois) autores, usar Torres e Marcos Filho (2002) ou (TORRES; MARCOS FILHO, 2002); com 3 (três) autores, usar França, Del Grossi e Marques (2009) ou (FRANÇA; DELGROSSI; MARQUES, 2009); com mais de três, usar Torres et al. (2002) ou (TORRES et al., 2002).

REGRAS DE CITAÇÕES DE AUTORES

** Até 3 (três) autores

Mencionam-se todos os nomes, na ordem em que aparecem na publicação, separados por ponto e vírgula.

Ex: TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. PEDRO, A. R. Teste de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de jiló. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 0, n. 0, p. 00-00

** Acima de 3 (três) autores

Menciona-se apenas o primeiro nome, acrescentando-se a expressão **etal**. Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosatenuiflora* (Willd.) poiret seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

**** Grau de parentesco**

HOLANDA NETO, J. P. **Método de enxertia em cajueiro-anão-precoce sob condições de campo em Mossoró-RN**. 1995. 26 f. Monografia (Graduação em Agronomia) –Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1995.

COSTA SOBRINHO, João da Silva. Cultura do melão. **Cuiabá**: Prefeitura de Cuiabá, 2005.

MODELOS DE REFERÊNCIAS

a) Artigos de Periódicos: Elementos essenciais:

AUTOR. Título do artigo. **Título do periódico**, Local de publicação (cidade), n.º do volume, n.º do fascículo, páginas inicial-final, ano.Ex: BAKKE, I. A. et al. Water and sodium chloride effects on *Mimosatenuiflora*(Willd.)poiret seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

b) Livros ou Folhetos, no todo: Devem ser referenciados da seguinte forma:

AUTOR. **Título**: subtítulo. Edição. Local (cidade) de publicação: Editora, data. Número de páginas ou volumes.(nome e número da série)

Ex: RESENDE, M. et al. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 2. ed. Viçosa, MG: NEPUT, 1997. 367 p.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H. **Geologia do Brasil**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1978.813 p. (Coleção mossoroense,72).

c) Livros ou Folhetos, em parte (Capítulo de Livro):

AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. **Título**: subtítulo do livro. Número de edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Indicação de volume, capítulo ou páginas inicial-final da parte.

Ex: BALMER, E.; PEREIRA, O. A. P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, cap. 14, p. 595-634.

d) Dissertações e Teses: (somente serão permitidas citações recentes, PUBLICADAS NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS QUE ANTECEDEM A REDAÇÃO DO ARTIGO).Referenciam-se da seguinte maneira:

AUTOR. **Título**: subtítulo. Ano de apresentação. Número de folhas ou volumes. Categoria (grau e área de concentração) - Instituição, local.

Ex: OLIVEIRA, F. N. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.)**.2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de Concentração em Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

e) Artigos de Anais ou Resumos: (DEVEM SER EVITADOS)

NOME DO CONGRESSO, n.º., ano, local de realização (cidade). Título... subtítulo. Local

de publicação (cidade): Editora, data de publicação. Número de páginas ou volumes.
124

Ex: BALLONI, A. E.; KAGEYAMA, P. Y.; CORRADINI, I. Efeito do tamanho da semente de *Eucalyptus grandis* sobre o vigor das mudas no viveiro e no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. **Anais...** Manaus: UFAM, 1978. p. 41-43.

f) Literatura não publicada, mimeografada, datilografada etc.:

Ex: GURGEL, J. J. S. **Relatório anual de pesca e piscicultura do DNOCS**. Fortaleza: DNOCS, 1989. 27 p. Datilografado.

g) Literatura cuja autoria é uma ou mais pessoas jurídicas:

Ex: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

h) Literatura sem autoria expressa:

Ex: NOVAS Técnicas – Revestimento de sementes facilita o plantio. **Globo Rural**, São Paulo, v. 9, n. 107, p. 7-9, jun. 1994.

i) Documento cartográfico:

Ex: INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). **Regiões de governo do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1994. 1 atlas. Escala 1:2.000.

J) Em meio eletrônico (CD e Internet): Os documentos /informações de **acesso exclusivo por computador** (online) compõem-se dos seguintes elementos essenciais para sua referência:

AUTOR. Denominação ou título e subtítulo (se houver) do serviço ou produto, indicação de responsabilidade, endereço eletrônico entre os sinais <> precedido da expressão – Disponível em: – e a data de acesso precedida da expressão – Acesso em:.

125

Ex: BRASIL. Ministério da Agricultura e do abastecimento. **SNPC – Lista de Cultivares protegidas**. Disponível em: <<http://agricultura.gov.br/scpn/list/200.htm>>. Acesso em: 08 set. 2008.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

UNIDADES E SÍMBOLOS DO SISTEMA INTERNACIONAL ADOTADOS PELA REVISTA CAATINGA

Grandezas básicas Unidades Símbolos Exemplos

Comprimento	metro
m Massa quilograma	quilograma
kg Tempo	segundo
s Corrente elétrica	amper
A Temperatura termodinâmica	Kelvin
K Quantidade de substância	mol

mol Unidades derivadas

Velocidade --- m s⁻¹ 343 m s⁻¹

Aceleração --- m s⁻² 9,8 m s⁻²

Volume Metro

cúbico, litro m³, L* 1 m³, 1 000 L*

126

Frequência Hertz Hz 10 Hz

Massa específica --- Kg m⁻³ 1.000 kg m⁻³

Força newton N 15 N

Pressão pascal pa 1,013.10⁵Pa

Energia joule J 4 J

Potência	Watt	W J(500 W
Calor específico	---	kg °C) ⁻¹	4186 J (kg °C) ⁻¹
Calor latente	---	J kg ⁻¹	2,26.10 ⁶ J kg ⁻¹
Carga elétrica	Coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	Volt	V	25 V
Resistência elétrica	Ohm	Ω	29Ω
Intensidade de energia	Watts/metros	W m ⁻²	1.372 W m ⁻²
Concentração	Quadrado Mol/metro	Mol m ⁻³	500 mol m ⁻³
Cúbico			
Condutância elétrica	Siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metr	dS m ⁻¹	5 dS m ⁻¹
O			
Temperatura	Grau Celsius	°C	25 °C
Ângulo	Grau	°	30°
Porcentagem	---	%	45%

Números mencionados em sequência devem ser separados por **ponto e vírgula (;)**. Ex:

2,5;4,8; 5,3



1.1.1. Diretrizes para Autores

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat. Os autores devem manifestar, por meio de documento ([ver sugestão de modelo](#)) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção “Agradecimentos” é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, **serão publicados apenas em Inglês**. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre as linhas (inclusive para tabelas, cabeçalhos e rodapés). A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título*(máximo de 20 palavras); *resumo*(máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); *palavras-chave*(no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos*(se necessário, em parágrafo único) e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema “autor-data”. Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo “&” deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, “et al.”. Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites*particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo) e figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

6. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos

editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

7. Endereço e contatos:

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT)

Escola de Agronomia

Universidade Federal de Goiás

Caixa Postal 131 - Campus II (Samambaia)

CEP 74.001-970 - Goiânia, GO - Brasil

E-mail: gilsonrevistaufg@gmail.com

Telefone: (62) 3521-1552

Homepage: <http://www.agro.ufg.br/pat> ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat

1.1.2. Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito é original e inédito (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados) e não está sendo submetido a publicação em outra revista ou periódico.
2. Os autores manifestam, por intermédio de documento assinado por todos, anuência acerca da submissão, assumindo conhecimento da política editorial adotada na revista PAT (SEM O DOCUMENTO ASSINADO, O ARTIGO NÃO SERÁ AVALIADO).
3. O manuscrito foi preparado em perfeita conformidade com as [Diretrizes para Autores](#), disponíveis na seção "Sobre a Revista", incluindo a remoção de qualquer identificação de autoria.
4. O trabalho não envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, ou, em caso afirmativo, recebeu aprovação de Comitê de Ética em Pesquisa (o parecer do Comitê será imediatamente encaminhado à Secretaria da Revista PAT).

1.1.3. Declaração de Direito Autoral

Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em

repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

1.1.4. Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.