

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**COMUNIDADES DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: ACRIDIDEA)
EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL**

WANESSA DE LIMA BATISTA

**CRUZ DAS ALMAS, BAHIA
MAIO/2016**

COMUNIDADES DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: ACRIDIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL

WANESSA DE LIMA BATISTA

Bióloga

Universidade Federal da Paraíba, 2011

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CURSO DE MESTRADO
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

B333c

Batista, Wanessa de Lima.
Comunidade de gafanhotos (Orthoptera: Acrididea)
em áreas de Cerrado do Brasil Central / Wanessa de Lima
Batista._ Cruz das Almas, BA, 2016.
63f.; il.

Orientador: Marcos Gonçalves Lhano.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas.

1. Gafanhotos – Estrutura populacional. 2. Gafanhotos
– Morfometria geométrica. 3. Cerrados – Análise.
I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de
Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 595.727



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
WANESSA DE LIMA BATISTA

Membro Presidente: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano
Instituição: UFRB

Membro Interno do Programa: Profa. Dra. Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça
Instituição: UEFS

Membro Externo à Instituição: Prof. Dr. Freddy Ruben Bravo Quijano
Instituição: UEFS

Homologada em

/

/

.

Dedicatória

*Dedico esse trabalho a minha mãe Elizabete
Pessoa de Lima e ao meu pai Milton de Mello
Batista.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado essa experiência maravilhosa;

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), e seu Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias;

Ao meu orientador Marcos Gonçalves Lhano pela oportunidade, paciência, amizade e pelos vários conselhos;

Ao projeto “Biota de Orthoptera do Brasil” pelo apoio logístico, sem esse apoio seria quase impossível à realização desse projeto;

Ao meu noivo Sansão de Paula Homem Neto por sempre estar ao meu lado em todos os momentos e por sempre apoiar as minhas escolhas;

A Raysa Martins e Eduardo Nogueira pela grande ajuda nas coletas e em especial a Daniela Santos pela grande ajuda nas identificações dos espécimens;

Ao Renan Oliveira, Leandro Silva e Lorena Nunes, pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho;

Aos meus amigos da pós, Sara Brito, Milene Caldas, Willem Lima, Francis Almeida, Brunelle Andrade, Elvis Barreto, Jéssica Santos, Delzuite Teles, Cátia Lucas e Daiane Oliveira;

Aos meus amigos “letianos” que considero como parte da minha família, Pamela Conceição, Murilo Campos, Ana Cátia Silva, Camila Vieira, Jorge Almeida, Larissa Melo, Barbara Santos, Railson Alves, Manuela Oliveira, Maiara Lima, Iago Moura, Thiago Dórea, André Caetité e Elder Santos.

A todos que participaram no desenvolvimento deste trabalho,

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO	1
Capítulo 1	
RIQUEZA E ABUNDÂNCIA NAS COMUNIDADES DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: ACRIDIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL	9
Capítulo 2	
A FORMA E TAMANHO DO PRONOTO DE <i>Orphulella punctata</i> (De Geer, 1773) (ACRIDIDAE: GOMPHOCERINAE) APRESENTAM VARIAÇÃO GEOGRÁFICA?.....	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

COMUNIDADES DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: ACRIDIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL

Autora: Wanessa de Lima Batista

Orientador: Dr. Marcos Gonçalves Lhano

RESUMO: Com o objetivo de caracterizar as comunidades de gafanhotos em áreas com dominância do Cerrado, foram realizadas coletas no Parque Nacional Serra da Bodoquena (MS), Parque Nacional Chapada dos Guimarães (MT), Área de Proteção Ambiental da Fazenda Aparecida da Serra (MT), Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (GO) e na Área de Proteção Ambiental do Projeto de Irrigação Manuel Alves (TO), durante os meses de abril e maio de 2014. Foram coletados 616 indivíduos adultos, pertencentes a 95 espécies distribuídas em seis famílias: Acrididae (67), Eumastacidae (1), Ommexechidae (3), Proscopiidae (2), Romaleidae (6) e Tetrigidae (16). A família Acrididae destacou-se como tendo o maior número de indivíduos coletados (87,7%). Apenas Acrididae, Romaleidae e Tetrigidae ocorreram nas cinco áreas e Eumastacidae foi coletada em apenas uma localidade. Como ferramenta taxonômica, a morfometria geométrica foi utilizada para verificar se a forma e tamanho do pronoto de *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) apresentam variações geográficas em diferentes populações. Foram utilizados 80 indivíduos machos, sendo 20 indivíduos de cada localidade. A análise de variáveis canônicas apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,01$) para os dados analisados e a análise de tamanho (ANOVA) registrou diferenças significativas ($p < 0,01$) para as populações de Bonito/MS e Itamaraju/BA. Houve correlação significativa negativa ($p < 0,05$, $r = -0,81$) entre a forma do pronoto de *O. punctata* e a distância geográfica. Portanto, a variação geográfica influencia a forma do pronoto em *O. punctata*.

PALAVRAS CHAVE: Caelifera, biodiversidade, morfometria geométrica.

GRASSHOPPERS (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE) ASSEMBLAGES IN AREAS OF THE CERRADO IN CENTRAL BRAZIL

Author: Wanessa de Lima Batista

Advisor: PhD. Marcos Gonçalves Lhano

ABSTRACT: The aim of this study was to describe the grasshoppers assemblages in areas of Cerrado, where samplings were conducted in the Parque Nacional da Serra da Bodoquena (MS), Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (MT), Fazenda Aparecida da Serra (MT), Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO) and Projeto Manuel Alves (TO), in April and May of 2014. We collected 616 adult's individuals belonging to 95 species in six families: Acrididae (67), Eumastacidae (1), Ommexechidae (3), Proscopiidae (2), Romaleidae (6) and Tetrigidae (16). The family Acrididae stood out as having the largest number of individuals (87.7%). Just Acrididae, Romaleidae and Tetrigidae occurred at the five sampled areas and family Eumastacidae was collect in only one locality. As taxonomic tool, geometric morphometrics was used to check whether the shape and size of the pronotum in *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) present geographical variation in different populations. We studied 20 individuals for each location, which corresponds a total of 80 males. The Canonical variate analysis showed statistically significant differences ($p < 0.01$) for the analyzed data, while the size analysis (ANOVA) found significant differences ($p < 0.01$) for the populations of Bonito/MS and Itamaraju/BA. There was no significant correlation ($p < 0.05$, $r = -0.81$) between the shape of pronotum in *O. punctata* and geographical distance. Therefore, the geographic variation influences the shape of the pronotum in *O. punctata*.

KEYWORDS: Caelifera, biodiversity, geometric morphometrics.

INTRODUÇÃO

Biodiversidade

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios atualmente em função do elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais (VIANA & PINHEIRO, 1998). Um exemplo claro dessa perturbação é o desmatamento, que segundo Ministério do Meio Ambiente (2011) ocorre de modo intenso para propiciar condições para a agricultura e pecuária. A consequência maior do desmatamento é sem dúvida a perda da biodiversidade local, ocasionando variação na estrutura e funcionamento da comunidade, na variabilidade genética de processos ecológicos e evolutivos (WALKER, 1992). Além de ocorrer o aumento da competição intraespecífica e propiciar o surgimento de espécies consideradas pragas que produzem intensos prejuízos econômicos (FERRAZ et al., 2009).

Diante disso, o interesse no estudo sobre a conservação da biodiversidade tem aumentado significativamente nos últimos anos (LEWINSOHN et al., 2005; VIEIRA et al., 2005; TESTON et al., 2006; BENITES & MAMEDE, 2007; ALVES & DIAS, 2010; CENTRA et al., 2010). Tal interesse justifica-se pela escassez quanto ao conhecimento da biodiversidade nos diferentes ecossistemas, especialmente sobre os insetos (BARBIERI, 2010).

Segundo Oliveira et al. (2014) vários insetos destacam-se como potenciais organismos bioindicadores e isso se deve ao fato de apresentarem grande capacidade perceptiva no que se refere a alterações do meio ambiente, principalmente por seu apurado sistema sensorial, que lhe permite qualificar condições ambientais em determinada situação e ainda verificar danos

causados ao meio. Existem aproximadamente 750.000 espécies de insetos descritas no mundo inteiro, distribuídas em 29 ordens (BARBIERI, 2010).

Cerrado

O Cerrado abrange aproximadamente 25% do território nacional, sendo considerado o segundo maior bioma brasileiro, atrás apenas da Floresta Amazônica (Klink & Machado, 2005). Esse bioma está localizado em uma grande área do Brasil central, fazendo fronteiras com outros importantes biomas: Amazônia ao Norte, Caatinga ao Nordeste, Pantanal ao Sudoeste e Mata Atlântica ao Sudeste (MMA, 2011).

Atualmente o Cerrado está incluído na lista dos *hotspots*, devido às ameaças que vem recebendo pela ação antrópica (MYERS et al., 2000). De sua área total, estima-se que apenas 7,44% encontram-se protegida parcialmente e apenas 2,91% é protegido em forma de unidade de conservação de proteção integral (MMA, 2015). Diante disso, surge a necessidade e a importância de estudar e inventariar a biodiversidade, especialmente nessas áreas (KLINK & MACHADO, 2005).

Essas transformações ocorridas no Cerrado trouxeram grandes danos ambientais como: fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais. Embora o Cerrado seja um ecossistema adaptado ao fogo, às queimadas utilizadas para estimular a rebrota das pastagens e para abrir novas áreas agrícolas causam perda de nutrientes, compactação e erosão dos solos. A eliminação total pelo fogo pode também causar degradação da biota nativa, devido ao acúmulo de material combustível (biomassa vegetal seca) e à baixa umidade da época seca, uma eventual queimada nessas condições tende a gerar temperaturas extremamente altas que são prejudiciais à flora e à fauna do solo (KLINK & MOREIRA, 2002).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2015) estima-se que o Cerrado comporte pelo menos 160.000 espécies biológicas, sendo os insetos o maior grupo, com 90.000 espécies. Diversos trabalhos vêm sendo realizados visando o conhecimento da entomofauna do Cerrado (AZEVEDO & HELMER, 1999; GONÇALVES-ALVIM & FERNANDES, 2001; MARINHO et al., 2002; SANTOS et al., 2009; SILVA et al., 2011 e JUEN et al., 2014), mas apesar do crescente número de pesquisas, houve pouco avanço em relação ao conhecimento da ortopterofauna neste bioma (GUERRA et al., 2012).

Orthoptera

Para a ordem Orthoptera, estão descritas atualmente 27.200 espécies distribuídas em todos os ecossistemas terrestres. No Brasil, estão registradas 1.904 espécies até o momento, correspondendo a aproximadamente 7% da diversidade da ordem no território nacional (CTFB, 2016).

A ordem Orthoptera apresenta duas subordens: Ensifera, ortópteros com antenas longas, observados em grilos e esperanças, e Caelifera que reúne os ortópteros de antenas curtas, representado pelos gafanhotos e manés-magros (SPERBER et al., 2012).

Caelifera são na sua maioria herbívoros, alimentando-se de musgos, algas e folhas e outras estruturas da planta, algumas espécies são detritívora e omnívora (AYALA, 2014). Quase todas as espécies de gafanhotos são solitárias. Porém, existem algumas espécies que possuem hábito gregário e migratório, podendo formar nuvens (pululações) que podem prejudicar as plantações inteiras (CARVALHO, 2010).

Atualmente estima-se que Caelifera apresenta cerca de 2.400 gêneros válidos e 12 mil espécies, distribuídas em duas infraordens: Tridactylidea (contém apenas a superfamília Tridactyloidea) e Acrididea (subdivide em oito superfamílias: Tetrigoidea, Eumastacoidea, Tanaeoceroidea, Trigonopterygoidea, Penumoroidea, Pyrgomorpoidea e Acridoidea) (SONG, 2015).

A infraordem Acrididae, embora constitua um grupo tropical, pode ser encontrada em diferentes habitats, tanto em ambientes terrestres, quanto aquáticos. Esse padrão de distribuição pode ser facilmente explicado pela sua alta diversidade e capacidade de explorar novos ambientes (AMÉDENATO, 1980). Estima-se que Acrididea possui 11 mil espécies, distribuídas atualmente em oito Superfamílias atuais: Tetrigoidea, Acridoidea, Eumastacoidea, Proscopioidea, Pneumoroidea, Pyrgomorphoidea, Tanaoceroidea e Trigonopterygoidea (EADES et al., 2016). Acrididea engloba a maioria das espécies de gafanhotos. Ela é composta pela Superfamília Tetrigoidea (citada anteriormente) e o grupo Acridomorpha (um grupo monofilético, que inclui as demais sete superfamílias) (DOMÊNICO, 2012).

Os gafanhotos pertencentes à ordem Orthoptera, são caracterizados pela sua ampla diversidade de formas, cores e por apresentarem grande importância ecológica e econômica. Ecologicamente, são responsáveis pela transferência de energia dos produtores primários para a teia trófica e por comporem a base alimentar de muitos vertebrados (ALMEIDA & CÂMARA, 2008).

A importância econômica dos gafanhotos está relacionada ao fato de causarem sérios danos à agricultura (GALLO et al., 2002). No Brasil, são relatadas aproximadamente 23 espécies de gafanhotos com importância econômica (LECOQ & GUIMARÃES, 2006). Segundo Lecoq (1991) ao modificar o ambiente o homem pode favorecer o surgimento de pululações de gafanhotos propiciando novos meios a certas espécies que antes eram inofensivas. Em virtude de algumas espécies de gafanhotos serem classificadas pragas, desperta maior interesse na realização de estudos com esse grupo (COSENZA, 1987; LECOQ, 1991; GUERRA, 2001; LECOQ & GUIMARÃES, 2006; SCHIMIDT et al., 2007; GUERRA et al., 2012). No entanto, trabalhos sobre o conhecimento da ortopterofauna brasileira ainda são escassos, principalmente na região do Centro-Oeste (Guerra et al., 2012).

Neste contexto, iniciativas que possam promover o conhecimento no estudo de diversidade, dinâmica populacional, taxonomia, sistemática,

biogeografia e variação geográfica, poderão contribuir para a preservação das comunidades de Orthoptera.

O presente estudo foi dividido em dois capítulos que são apresentados a seguir na forma de artigos e formatados em acordo com as normas dos periódicos a serem submetidos. A saber:

Capítulo 1: Estrutura das comunidades de gafanhotos (Orthoptera: Acrididea) em áreas de Cerrado do Brasil Central.

Periódico: Neotropical Entomology

Capítulo 2: A forma e tamanho do pronoto de *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) (Acrididae: Gomphocerinae) apresentam variação geográfica?

Periódico: Iheringia - Série Zoologia

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.V.; CÂMARA, C.A.G. Distribution of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in the Tapacurá ecological station (São Lourenço da Mata, PE/ Brazil). **Brazilian Journal of Biology**. v. 68, n.1, p. 21-24, 2008.

ALVES, R.R.N.; DIAS, T.L.P. Usos de invertebrados na medicina popular no Brasil e suas implicações para conservação. **Tropical Conservation Science**. v.3, n.2, p.159-174, 2010.

AMÈDÉGNATO, C.; DESCAMPS, M. Étude comparative de quelques peuplements acridiens de la forêt nèotropical. **Acrida**. p.171-216, 1980.

AYALA, L.M. Estudio y seguimiento de la fauna de Orthoptera de un entorno natural sometido a un programa de restauración ecológica en el sur de La Península Ibérica. **Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba**. p.1-304, 2014.

AZEVEDO, C.O.; HELMER, J.L. Ecologia de comunidade de Bethyilidae (Hymenoptera, Chrysidoidea) da Reserva Ecológica do Roncador, Brasília, Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.16, n.4, p.1115-1126, 1999.

BARBIERI, E. **Biodiversidade: a variedade de vida no planeta terra**. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. São Paulo, p.16, 2010.

BENITES, M.; MAMEDE, S.B. Mamíferos e Aves como Instrumentos de Educação e Conservação Ambiental em Corredores de Biodiversidade do Cerrado, BRASIL. **Mastozoologia neotropical**. v.15, n.2, p.261-27, 2008.

CARVALHO, N.L. **Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea; Acrididae, Romaleidae e Proscopiidae) no município de São Sepé, RS**. Dissertação em agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria-RS. p.113, 2010.

CETRA, M.; SARMENTO-SOARES, L.M.; MARTINS-PINHEIRO, R.F. Peixes de riachos e novas Unidades de Conservação no sul da Bahia. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. v.5, n.01, p.11-21, 2010.

COSENZA, G.W. **Biologia e controle do gafanhoto *Rhammatocerus* sp.** Embrapa –CPAC. Planaltina-DF. p.23, 1987.

DOMÊNICO, F.C. **Estudo filogenético da família Ommatophoridae (Orthoptera, Caelifera, Acridomorpha)**. Tese em ciências na área de zoologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. p.173, 2012.

EADES, D.C.; OTTE, D.; CIGLIANO, M.M.; BRAUN, H. **Orthoptera Species File**. 2016. Version 5.0/5.0. Disponível em: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> (acesso em: março de 2016).

FERRAZ, A.C.P.; GADELHA, B.Q.; AGUIAR-COELHO, V.M. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.53, n.4, p.620-628, 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI-FILHO, E.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.; VENDRAMM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C.; **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ. p.920, 2002.

GONÇALVES-ALVIM, S.J.; FERNANDES, G.N. Comunidades de insetos galhadores (Insecta) em diferentes fisionomias do Cerrado em Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.18, n.1, p. 289-305, 2001.

GUERRA, W.D. *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906) y otros acridoideos de importância econômica em Brasil, 19–32p. In.: **I Curso Internacional sobre Ecologia, manejo y control de langosta voladora**. Ciudad Victoria, Dinámica Impresa. p.232, 2001.

GUERRA, W.D.; OLIVEIRA, P.C.; PUJOL-LUZ, J.R. Gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em áreas de cerrados e lavouras na Chapada dos Parecis, Estado

de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.56, n.2, p.228-239, 2012.

JUEN, L.; OLIVEIRA-JUNIOR, J.M.B.; SHIMANO, Y.; MENDES, T.P.; COLETTE, H.S.R. Composição e riqueza de Odonata (Insecta) em riachos com diferentes níveis de conservação em um ecótono Cerrado-Floresta Amazônica. **Acta Amazonica**. v.44, p.175-184, 2014.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. v.19, n.3, p.707-713, 2015.

KLINK, C.A.; MOREIRA, A.G. Past and current human occupation and land-use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. **The Cerrado of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press, New York. p.69-88, 2002.

LECOQ, M. **Gafanhotos do Brasil: natureza do problema e bibliografia**. EMBRAPA/NMA e CIRAD/PRIFAS (Montpellier). p.158, 1991.

LECOQ, M.; MAGALHÃES, B.P. **Gafanhotos no Brasil**. In.: Bioinseticida e gafanhotos-praga. Relatório final do projeto: Desenvolvimento de bioinseticidas para controle de gafanhotos-praga no Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; Montpellier, França: CIRAD. Cap.1, p.23-36, 2006.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservação de invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**. v.1, n.1, p.62-69, 2005.

LHANO, M.G.; CHAMORRO-RENGIFO, J.; MELLO, F.A.G.; MORSELLI, J.P. Orthoptera. In.: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/294>>. Acesso em: Março de 2016.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S.R. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**. v.31,n.2, p.187-195, 2002.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas: Cerrado**. Brasília. p.200, 2011.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Cerrado**. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado> (acesso em outubro 2015).

MYERS, N.; MITTERMIER, R.A.; MITTERMIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v.403, p.853-858, 2002.

OLIVEIRA, M.A.; GOMES, C.F.F.; PIRES, E.M.; MARINHO, C.G.S.; DELLA-LUCIA, T.M.C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**. v.61, p.800-807, 2014.

SANTOS, G.M.M.; CRUZ, J.D.; MARQUES, O.M.; GOBBI, N. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em áreas de Cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**. v.38, p.317-320, 2009.

SCHIMDT, F.G.V.; SILVA, J.B.T.; FARIA, M.R.; MAGALHÃES, B.P.; ALVES, R.T.; LECOQ, M. Metodologia de aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* para o controle do gafanhoto *Rhammatocerus schitocercoides* em campo. Embrapa Recursos Genéticos e Tecnologia. Brasília-DF. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. 2007.

SILVA, N.A.P.; FRIZZAR, M.R.; OLIVEIRA, C.M. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás state, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.55, n.1, p.79-87, 2011.

SONG, H.; AMÉDÉGNATO, C.; CIGLIANO, M.M.; DESUTER-GRANDCOLAS, L.; HEADS, S.W.; HUANG, Y.; OTTE, D.; WHITING, M.F. 300 million years of diversification: elucidating the patterns of Orthoptera evolution based on comprehensive taxon and gene sampling. **Cladistics**. p.621-651, 2015.

SPERBER, C.F.; MEWS, C.M.; LHANO, M.G.; CHAMORRO, J. Orthoptera. In: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTATINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Holos. Cap.21, p.271-288, 2012.

TESTON, J.A.; SPECHT, A.; MARE, R.A. CORSEUIL, E. Arctiinae (Lepidoptera, Arctiidae) coletados em unidades de conservação estaduais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. v.50, n.2, p.280, 2006.

VIANA, V.M.; PINHEIRO, L.A.F.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. 12ed. **Série Técnica IPEF**. v.12, n.32, p.25-45, 1998.

VIEIRA, I.C.G.; SILVA, J.M.C.; TOLEDO, P.M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**. v.19, n.54, p.153-164, 2005.

WALKER, B.H. Biodiversity and Ecological Redundancy. **Conservation Biology**. v.6, n.01, p.18-23, 1992.

CAPÍTULO 1

RIQUEZA E ABUNDÂNCIA NAS COMUNIDADES DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: ACRIDIDEA) EM ÁREAS DE CERRADO DO BRASIL CENTRAL¹

¹ Artigo a ser ajustado e submetido ao periódico científico Neotropical Entomology, em versão na língua Inglesa.

Riqueza e abundância nas comunidades de gafanhotos (Orthoptera: Acrididea) em áreas de Cerrado do Brasil Central

ABSTRACT: The aim of this study was to describe the grasshoppers assemblages (Orthoptera: Acrididea) in five areas of Cerrado in Central Brazil, where samples were performed using an entomological net, in April and May 2014, under the “Projeto Biota de Orthoptera do Brasil”. We sampled 616 adults and identified 95 species in six families. Therefore, the family Acrididae stood out as having the largest number of individuals collected. Among the species identified, there was the presence of *Eutryxalis filata* (Walker, 1870) and *Rhammatocerus guerrrai* Assis-Pujol, 1997 in the locations studied and new occurrence for 16 species and subspecies for the Midwest region. The Parque Nacional Chapada dos Guimarães showed higher species diversity, considering the rare species (Shannon-Wiener = 2.88). The Fazenda Aparecida da Serra showed higher evenness (0.94) and Parque Nacional Serra da Bodoquena a higher dominance (0.30) and consequent lower diversity.

KEYWORDS: Ecology, biodiversity, distribution

RESUMO: Com o objetivo de caracterizar as comunidades de gafanhotos (Orthoptera: Acrididea) em cinco áreas com dominância do Cerrado do Brasil Central, foram realizadas coletas ativas com uso de rede entomológicas, durante os meses de abril e maio de 2014, no âmbito do projeto Biota de Orthoptera do Brasil, quando foram coletados 616 indivíduos adultos, pertencentes a 95 espécies distribuídas em seis famílias. Logo, a família Acrididae destacou-se como tendo o maior número de indivíduos de gafanhotos coletados. Dentre as espécies identificadas, registrou-se a presença de *Eutryxalis filata* (Walker, 1870) e *Rhammatocerus guerrrai* Assis-Pujol, 1997 nas localidades estudadas, além de novas ocorrências para 16 espécies e de uma subespécie para a região do Centro-Oeste. O Parque Nacional Chapada dos Guimarães apresentou maior diversidade levando em consideração espécies raras (Shannon-Wiener = 2,88). A Fazenda Aparecida da Serra apresentou maior equitabilidade (0,94) e o Parque Nacional Serra da Bodoquena maior dominância (0,30) e consequentemente menor diversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia, diversidade, distribuição.

Introdução

A ordem Orthoptera apresenta duas subordens: Ensifera, que inclui os grilos, paquinhas e esperanças, e Caelifera, representada pelos gafanhotos e manés-magros. Dentre as características que diferenciam Caelifera de Ensifera, destaca-se o tamanho da antena que é relativamente curta em Caelifera (com menos de 30 segmentos), além das fêmeas deste grupo possuírem o ovipositor curto e robusto (Sperber *et al* 2012). Outra diferença importante é que os machos de Caelifera produzem ruídos estridulatórios, atritando os fêmures posteriores com as asas (Corseuil, 2005).

Atualmente estima-se que Caelifera apresenta cerca de 2.400 gêneros válidos e 12.000 espécies, distribuídas em duas infraordens: Tridactylidea e Acrididea (Eades *et al* 2016), sendo que a maioria das espécies de gafanhotos está inserida em Acrididea, constituída atualmente por oito superfamílias (Song, 2015). Logo, os Acrididea despertam maior interesse na realização de estudos que possam contribuir para o conhecimento da ocorrência e distribuição das espécies de gafanhotos (Amédégno, 1993). Diante disso, o objetivo desse trabalho foi caracterizar as comunidades de gafanhotos (Orthoptera: Acrididea) em cinco áreas com dominância do Cerrado do Brasil Central.

Material e Métodos

A amostragem foi realizada em 2014, em cinco regiões com dominância do bioma Cerrado, localizadas na parte central do Brasil: Serra da Bodoquena (coleta no Parque Nacional Serra da Bodoquena/MS, no período de 18 à 20 de abril) (21°07'S, 56°43'O), em ambientes com predominância do cerradão; Chapada dos Guimarães (coleta no Parque Nacional Chapada dos Guimarães/MT, no período de 23 à 25 de abril) (15°24'S, 55°49'O), em áreas de cerrado do tipo campo limpo; Chapada dos Parecis

(coleta na APA da Fazenda Aparecida da Serra/MT, no período de 28 à 30 de abril) (14°20'S, 57°42'O), nos domínio do cerrado *stricto sensu*; Chapada dos Veadeiros (coleta Parque Nacional Chapada dos Veadeiros/GO, no período 6 à 8 de maio) (14°08'S, 47°37'O), em áreas com predominância do cerrado do tipo campo limpo e na cidade de Dianópolis (coleta na APA do Projeto Manuel Alves/TO, no período de 11 à 13 de maio) (11°26'S, 46°53'O), nos domínio do cerrado do tipo campo sujo (Fig 1).



Fig 1 Localização das áreas amostradas no período de abril e maio de 2014.

O Parque Nacional Serra da Bodoquena (20°38'26"S, 56°44'28"O) está localizado no município de Bonito (MS) e compreende uma área com cerca de 77.000 ha. Apresenta um clima do tipo tropical sub-quento, segundo a classificação de Köppen,

com temperatura média anual variando entre 20 e 22 °C, e precipitação média anual entre 1.300 e 1.700 mm. A caracterização edáfica do parque apresenta um planalto com estruturação tectônica distinta por um maciço rochoso elevado, juntamente com o solo que é do tipo rendzina, com presença de calcário (Demétrio, 2008). Sua vegetação é formada pelo conjunto de ambientes diversificados do tipo: cerrado, cerradão, composto também por formação de campos rupestres, ambientes alagados e dominância das Florestas Estacionais (ICMBIO, 2013).

Localizado no município de Chapada dos Guimarães (MT) e distante 64 km de Cuiabá, o Parque Nacional Chapada dos Guimarães (15°27'10"S, 55°44'21"O), apresenta uma área de 32.630 ha com clima do tipo Tropical Savana (Aw), de acordo com a classificação de Köppen, atingindo uma temperatura média de 25 °C e precipitação média anual é de 1.300 a 1.600 mm. O Parque Nacional Chapada dos Guimarães apresenta uma grande variedade de ambientes: mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, campo sujo e campo limpo (Vieira-Junior *et al* 2009).

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Fazenda Aparecida da Serra (14°17'43.5"S, 57°45'32.4"O) está localizada entre os municípios de Tangará da Serra e Nova Marilândia (MT), nos limites da Chapada dos Parecis. Ocupando uma área total de 5.760 ha, sendo 4.110 ha de área de reserva legal. O clima da região é do tipo tropical continental úmido, segundo classificação de Köppen, com temperatura média anual de 30 °C e precipitação média anual de 2.150 mm. A área apresenta um relevo plano e três tipos de solo predominantes: neossolo, quartzarênico e latossolos. A região apresenta fisionomia constituída de cerrado *stricto sensu*, cerradão e mata ciliar (Golin *et al* 2011). A região está inserida na área da Amazônia Legal, ou seja, um prolongamento natural da Floresta Amazônica (IBGE, 2006), resultando em uma

riqueza biológica exuberante. No entanto, está sendo ameaçada pela fragmentação do habitat, com avanço da agricultura na área, tornando-a porções isoladas de espécies nativas (Aquino e Miranda 2008).

O Parque Nacional Chapada dos Veadeiros ($14^{\circ}10'0''\text{S}$, $47^{\circ}30'0''\text{O}$), localizado em Alto Paraíso de Goiás (GO), contempla uma área com cerca de 60.000 ha, com clima tropical semi-úmido (Aw), de acordo com Köppen, temperatura média entre 18 a 25 °C e precipitação anual que varia de 1.500 a 1.750 mm. A geologia é caracterizada, predominantemente, por rochas do complexo granito-gnássico e por metassedimentos plataformas (ICMBIO, 2009). Em geral, os solos são rasos, quase sempre pedregosos, representados por neossolos litólicos, cambissolos e areias quartzosas associadas aos afloramentos de quartzitos (Lima, 2008). A vegetação é constituída pelo bioma Cerrado, com grande mosaico de paisagens naturais que engloba cerrado rupestre, campo limpo, mata de galerias, campo sujo, campo ralo, veredas e cerradão (Felfili, 2007).

Já a Área de Proteção Ambiental (APA) do Projeto Manuel Alves ($11^{\circ}33'02.0''\text{S}$, $46^{\circ}59'13.1''\text{O}$), localiza-se no município de Dianópolis (TO), abrange uma área de 8.348 ha, da qual 3.034 ha são destinados à Reserva Legal. A região apresenta temperatura média anual entre 26 a 28 °C, com precipitação que varia entre 1200 a 1300 mm. A geologia da área é composta por solo do tipo latossolo amarelo, latossolo vermelho-amarelo, cambissolo, areias quartzosas e solos itólicos. Nessa área que abrange a Reserva Legal situa-se uma vegetação com diferentes fisionomias: cerradão, cerrado *stricto sensu*, mata de galeria, campo limpo, campo sujo e ambientes aquáticos (Mathias, 2006).

Para a coleta foi utilizado o método de busca ativa com o uso de rede entomológica (puçá). Em cada área amostrada, foram realizadas coletas durante três

dias consecutivos, por três coletores simultaneamente distantes entre si por 5 metros e com esforço amostral de 90 minutos. Após a captura, os indivíduos foram retirados manualmente da rede e colocados em sacos plásticos contendo vegetação local. Ao término da coleta, o material foi acondicionado em caixa termoplástica, evitando o stress do espécime coletado e alteração climática. Em seguida, foram submetidos a baixas temperaturas (freezer ou congelador) por 12 horas. Após esse período, os exemplares foram acomodados em mantas entomológicas, acompanhados de etiqueta que continha os seguintes dados: local, data da coleta e o nome do coletor.

Posteriormente o material foi transportado para o Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos (LETI) do CCAAB/UFRB, onde foram montados, separados (adultos e ninfas) e identificados. A classificação utilizada foi baseada no sistema de classificação adotado por Song (2015) para a ordem Orthoptera, além de chaves dicotômicas específicas para cada grupo e confirmação de especialista.

Para medir a diversidade alfa foram realizadas as seguintes análises: índices Shannon-Wiener (H'), Simpson (D), Margalef, Fisher alpha, equitabilidade de Pielou (J') e dominância de Berger-Parker. Já para a análise de diversidade beta, foi utilizado o índice de Whittaker (b), que mede a mudança ou taxa de substituição na composição de espécies de um local para outro (Whittaker, 1960) e análise de similaridade, com base no índice de Jaccard que foi usado para avaliar o grau de semelhança da composição de espécies entre as áreas. Todas as análises ecológicas foram realizadas usando o software Past versão 2.07 (Hammer *et al* 2001).

A utilização dos índices de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef e Fisher alpha, permitem analisar e discutir os dados de forma mais consistente, viabilizando uma análise do quanto às espécies raras e o tamanho da amostra podem influenciar na

diversidade. Odum (1988) postula que esses índices possuem características vantajosas com a utilização do tamanho de amostras variadas, mesmo que essas amostras sejam de ambientes com tamanhos diferentes.

O índice de equitabilidade (J') proposto por Pielou (1977) expressa a uniformidade do número de indivíduos relacionados às espécies de uma determinada comunidade, tendo como base a abundância relativa de espécies e o grau de sua dominância.

Foi realizada também análise de correlação de Pearson, onde se avaliou a correlação entre indivíduos adultos e ninfas no período de amostragem com as seguintes variáveis ambientais: temperatura, precipitação e insolação dos meses de março a maio de 2014. Os dados dessas variáveis foram fornecidos pelas estações climatológicas mais próximas as áreas de estudos e obtidos no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Essa análise foi realizada utilizando a função Correl do programa de edição Excel 2010.

Resultados e Discussão

Foram coletados 1.273 indivíduos que corresponderam a 657 ninfas e 616 adultos, dos quais 290 são fêmeas e 326 machos. Identificaram-se 95 espécies distribuídas nas seguintes famílias: Acrididae (67), Eumastacidae (1), Ommexechidae (3), Proscopiidae (2) Romaleidae (6) e Tetrigidae (16) (Tabela 1). Trinta três espécies foram coletadas na PNSB, no PNCG e PRMA foram obtidas 31 espécies, na PNCV foram registradas 24 espécies e na FAS 18 espécies.

Tabela 1 Número de indivíduos (abundância) e distribuição dos táxons de Orthoptera em cinco áreas do bioma Cerrado.

Familia	Subfamilia	Espécie	Abundância										N° ind. por família		
			PNSB		PNCG		FAS		PNCV		PRMA			N° ind.	
			♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	1107
Acrididae															
	Acridinae	<i>Eutryxalis filata</i> (Walker, 1870)	7	11	10	3	1	1	1	3		2	23	16	
		<i>Metaleptea adspersa</i> (Blanchard, 1843)	3	1					1	1	2	1	6	3	
	Copiocerinae	<i>Aleuas vitticollis</i> (Stal, 1878)		12										12	
		<i>Copiocera sinopensis</i> Descamps, 1984						1						1	
	Cyrtacanthacridinae	<i>Schistocerca cancellata</i> (Serville, 1838)									1			1	
		<i>Schistocerca flavofasciata</i> (De Geer, 1773)								1				1	
		<i>Schistocerca pallens</i> (Thunberg, 1815)								1	1	1	1	1	
	Gomphocerinae	<i>Alota</i> sp.				1								1	
		<i>Amblytropidia chapadensis</i> Rehn, 1906				3			7	3			6	7	
		<i>Amblytropidia geniculata</i> Bruner, 1911			1	3	1		6	1		1	8	5	
		<i>Borellia pallida</i> (Bruner, 1900)									5	1	5	1	
		<i>Dichromorpha australis</i> Bruner, 1900		4										4	
		<i>Euplectrotettix scyllinaeformis</i> Bruner, 1911				1		4						5	
		<i>Leurohippus linearis</i> (Rehn, 1906)	1										1		
		<i>Orphulella concinnula</i> (Walker, 1870)	8	5	3						3	2	14	7	
		<i>Orphulella punctata</i> (De Geer, 1773)	24	5	3				1		26	8	54	13	
		<i>Orphulina balloui</i> (Rehn, 1905)	15		1								16		
		<i>Orphulina pulchella</i> Giglio-Tos, 1894		3	5	2						7	5	12	
		<i>Parapellopedon instabilis</i> (Rehn, 1906)				1			1				1	1	
		<i>Parapellopedon uniformis</i> (Rehn, 1906)		1							8			9	
		<i>Rhammatocerus palustris</i> Carbonell, 1988			1				1				2		
		<i>Rhammatocerus guerrai</i> Assis-Pujol, 1997	2		1	1	3			1	1		7	2	
		<i>Staurorhectus longicornis variegatus</i> Rehn, 1906			11	6			13	6	1		25	12	
		<i>Stereotettix paralogistes</i> Rehn, 1906									1			1	
	Leptysminae	<i>Cylindrotettix attenuatus</i> Roberts, 1975							4	3	2		6	3	
		<i>Cylindrotettix dorsalis</i> (Burmeister, 1838)							1				1		

	<i>Cylindrotettix osbscurus</i> (Thunberg, 1827)															1				1											
	<i>Eumastusia koebelei chapadensis</i> Roberts & Carbonell, 1980																			1			1								
	<i>Leptysmia gracilis</i> Bruner, 1911																			1			1								
	<i>Stenacris megacephala</i> Bruner, 1920		2																				2								
	<i>Stenacris xanthochlora</i> (Marschall, 1836)																						2								
	<i>Stenopola bohlsii</i> Giglio-Toss, 1895																					4	7	4	7						
Melanoplinae	<i>Apacris aberrans</i> (Giglio-Tos, 1894)		7																					7							
	<i>Baeacris</i> sp.																					1			1						
	<i>Chlorus brunneus</i> Bruner, 1911		6	7																				6	7						
	<i>Chlorus attenuatus</i> Cigliano & Lange, 2007																							2	3						
	<i>Dichroplus obscurus</i> Bruner, 1900		1																					2	3	5	7	8	10		
	<i>Dichromatos</i> sp.		1	5																					1	5					
	<i>Eurotettix burgressensis</i> Cigliano, 2007		1																							1					
	<i>Eurotettix similraphael</i> Cigliano, 2007																								1		1				
	<i>Eurotettix</i> sp.																								1	1					
	<i>Parascopas chapadensis</i> Rehn, 1909																								2	3					
	<i>Parascopas peltarius</i> Ronderos, 1982		43	42																					43	42					
	<i>Parascopas sanguineus</i> Bruner, 1910																								2	1	1	1	3	2	
	<i>Propedies caliginosus</i> Ronderos & Sánchez, 1983																									1					
	<i>Propedies castaneum</i> Ronderos & Sánchez, 1983																									3					
	<i>Propedies dilatus</i> Ronderos & Sánchez, 1983		1																							1					
	<i>Propedies lobipennis</i> Ronderos & Sánchez, 1983																								1						
	<i>Propedies mutinus</i> Ronderos & Sánchez, 1983																									1					
	<i>Propedies paraguayensis</i> Ronderos & Sánchez, 1983		2																							2					
	<i>Propedies rubripes</i> (Bruner, 1911)																									1					
	<i>Pseudoscopas</i> sp.																									1	1	2			
Ommatolampidinae	<i>Abracris dilecta</i> Walker, 1870		1																							5	10	6	10		
	<i>Abracris flavolineata</i> (De Geer, 1773)																									4	1	1	2	2	6
	<i>Eujivarus fusiformis</i> Bruner, 1911																										2		2		
	<i>Eujivarus meridionalis</i> Bruner, 1911																										1		1		
	<i>Jodacris alvarengai</i> Roberts & Carbonell, 1981																									1	1	1	1	2	
	<i>Jodacris ferruginea ferruginea</i> (Giglio-Tos, 1894)																									1	1		1	1	
	<i>Machaeroples rostratus rostratus</i> Rehn, 1909																										6	5	6	5	

	<i>Allotettix</i> sp.3										1			
	<i>Allotettix</i> sp.4			1								1		
	<i>Allotettix</i> sp.5							1						1
Tetriginae	<i>Paratettix</i> sp.1	1												1
	<i>Paratettix</i> sp.2			1										1
	<i>Paratettix</i> sp.3	1												1
	<i>Paratettix</i> sp.4								2			2		
Total de espécies: 95	Total por área:	146	135	51	31	14	13	47	29	71	79	326	290	1273

Legenda: PNSB – Parque Nacional Serra da Bodoquena; PNCG – Parque Nacional Chapada dos Guimarães; FAS – Fazenda Aparecida da Serra; PNCV – Parque Nacional Chapada dos Veadeiros; PRMA – Projeto de Irrigação Manuel Alves.

Guerra *et al* (2012) com o estudo de composição da comunidade de gafanhotos também em áreas de Cerrado, coletaram 3.031 indivíduos em três anos de coleta, o que representa aproximadamente 40% da quantidade de indivíduos de gafanhotos coletados nesse trabalho. Por sua vez, Lutinski *et al* (2009) coletaram 2.325 durante 12 meses na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina. Já Graciani *et al* (2005) coletaram apenas 713 indivíduos de gafanhotos em fragmentos florestal próximo ao rio Uruguai, município de Chapecó, Santa Catarina, sendo considerada uma baixa quantidade de espécies de gafanhotos quando comparado com o presente trabalho. E Poco *et al* (2010) coletaram 701 indivíduos adultos com a comunidade de ortópteros em pastagens no Chaco Oriental Húmedo - Argentina, cujo total é semelhante ao obtido no presente trabalho em relação à quantidade de indivíduos adultos. Acredita-se que as diferenças na abundância de gafanhoto observadas nesses trabalhos podem ser atribuídas as diferentes características desses ambientes, como por exemplo, climas, relevo, tipo de vegetação predominante, alterações ambientais, recurso alimentar, entre outros.

Entre todos os indivíduos coletados a família Acrididae foi mais abundante com 540 indivíduos adultos e 567 ninfas, seguido de Proscopiidae (32 adultos e 44 ninfas), Tetrigidae (19 adultos e 3 ninfas), Romaleidae (16 adultos e 23 ninfas), Ommexechidae (15 adultos e 5 ninfas) e Eumastacidae (4 adultos e 15 ninfas). Dentre estas famílias, apenas Acrididae, Romaleidae e Tetrigidae ocorreram nas cinco áreas onde foram realizadas as coletas. A família Eumastacidae por sua vez, foi coletada apenas na PNSB.

Resultado semelhante ao desse trabalho foi encontrado por Carvalho *et al* (2013) onde observaram que a família Acrididae apresentou o maior número de espécies e indivíduos coletados em relação a família Proscopiidae, na Região Central do Rio Grande do Sul. Graciani *et al* (2005) também observaram maior representatividade da família Acrididae em fragmentos florestal próximo ao Rio Uruguai, município de

Chapecó, Santa Catarina. Mariottinietal (2013) por sua vez, obtiveram maior número de indivíduos da família Acrididae e Romaleidae durante o seu estudo na região dos Pampas, Argentina. Resultados semelhantes ao desse trabalho também foram encontrados por Nunes-Gutjar e Braga (2015) onde a família Acrididae foi mais abundante com 1726 espécimens de gafanhotos no estado do Pará, Brasil. A maior representatividade de Acrididae encontrada nesses trabalhos, pode ser explicada por se tratar da família mais numerosa dentre os Acridoidea e por apresentarem ampla distribuição geográfica. Todos esses resultados corroboram com Sperber *et al* (2012) que postula que a família Acrididae apresenta grande diversidade Neotropical, principalmente na região do Cerrado que são especialmente ricas em espécies.

A ausência da família Eumastacidae nas demais localidades pode ser explicada porque a maioria das espécies desse grupo é arborícola e que seu hábito alimentar é formado principalmente por pteridófitas (Sperber *et al* 2012). Tipo de planta pouco encontrada nas áreas de estudo, indicativo da baixa representatividade desse grupo nessas áreas.

Dentre as espécies inventariadas, *Eutryxalis filata* (Walker, 1870) (Acridinae) e *Rhammatocerus guerrrai* Assis-Pujol, 1997 (Gomphocerinae) ocorreram em todas as áreas de coletas. Já *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) e *Omalotettix obliquus* (Thunberg, 1824) (Ommatolampidinae) foram coletados na PNSB, PNCG e PRMA, diferentemente de *Dichroplus obscurus* Bruner, 1900 (Melanoplinae) e *Metaleptea adpersa* (Blanchard, 1843) (Acridinae) que ocorreram na PNSB, PNCV e PRMA (Tabela 1).

Foram observados novos registros de ocorrência das espécies *Alota* sp., *Apacris aberrans* (Giglio-Tos, 1894), *Borellia pallida* (Bruner, 1900), *Cylindrotettix attenuatus* (Roberts, 1975), *Cylindrotettix dorsalis* (Burmeister, 1838), *Cylindrotettix osbcurus*

(Thunberg, 1827), *Dichromatos* sp., *Dichromorpha australis* (Bruner, 1900), *Eujivarus meridionalis* (Bruner, 1911), *Helicopacris* sp. (Descamps, 1978), *Stenacris megacephala* (Bruner, 1920), *Parascopas sanguineus* (Bruner, 1910), *Peruana* sp., *Propedies paraguayensis* (Ronderos & Sánchez, 1983), *Pseudoscopas* sp. e *Xiphiola* sp. e a subespécie *Staleochlora arcuata arcuata* (Rehn, 1908), para a região do Centro-Oeste (Eades *et al* 2016).

A maior riqueza foi encontrada na Serra da Bodoquena, seguida pela Chapada dos Guimarães e pela APA do projeto Manuel Alves, (Fig 2). Vale ressaltar que a área FAS, que apresentou a menor riqueza está localizada em área de APA de uma fazenda próxima as plantações de sorgo e milho. Consequentemente essa área pode estar sendo influenciada pela ação antrópica com a remoção da vegetação nativa, pode ser a principal causa da baixa riqueza encontrada no local.

Embora o número de espécies amostradas nesse trabalho seja relativamente alto em comparação a outros trabalhos, a curva de rarefação de espécies obtidas a partir da amostra total por área (Fig 3), indica que é preciso um esforço amostral maior para atingir a assíntota.

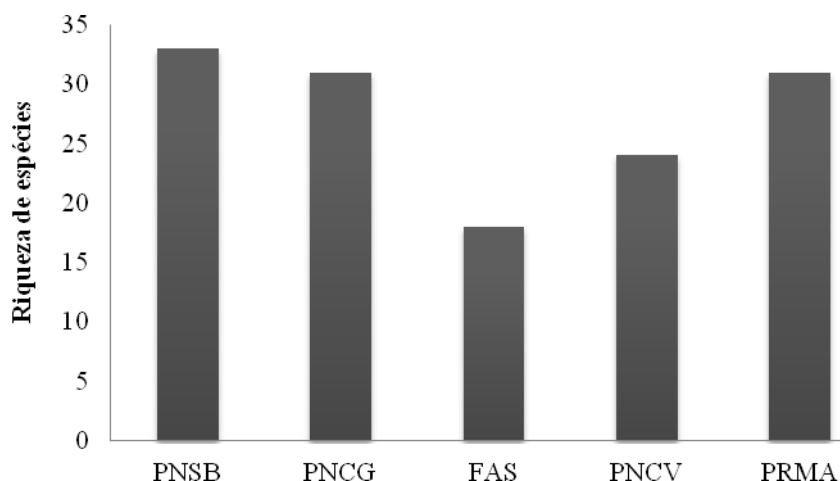


Fig 2 Riqueza de espécies de gafanhotos obtidas no Parque Nacional Serra da Bodoquena (PNSB), Parque Nacional Chapada dos Guimarães (PNCG), Fazenda Aparecida da Serra (FAS), Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e Projeto Irrigação Manuel Alves (PRMA).

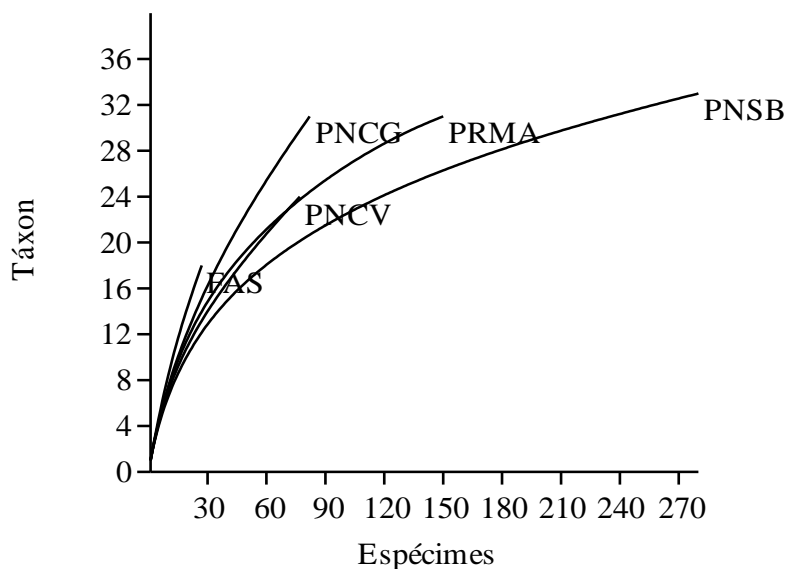


Fig 3 Curva de rarefação das espécies coletadas no Parque Nacional Serra da Bodoquena (PNSB), Parque Nacional Chapada dos Guimarães (PNCG), Fazenda Aparecida da Serra (FAS), Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e Projeto Irrigação Manuel Alves (PRMA) (intervalo de confiança de 95%).

Com o estudo de diversidade de Coleoptera no Pantanal, Carneiro (2012) relata que apesar de pertencerem ao mesmo ecossistema às áreas analisadas são heterogêneas quanto à vegetação, abundância e composição de espécies de plantas, fator que pode estar proporcionando maior heterogeneidade de habitats e consequentemente possibilitando a influência na abundância, riqueza e composição de espécies de Coleoptera, fator que pode estar ocorrendo também para a comunidade de Orthoptera.

De acordo com Joern (2005), as características do habitat que elevam ao máximo a diversidade de gafanhotos incluem a heterogeneidade espacial dos habitats com estrutura aberta, a existência de várias espécies vegetais como fonte de alimento, estrutura heterogênea também para os predadores e espaços que propiciem a termorregulação, além de plantas com alto valor nutritivo. Trevison *et al* (2009) observaram que diferentes organismos apresentam sensibilidade as variações ambientais ou perturbações antrópicas sendo que, quando estas alterações ocorrem, podem levar ao desaparecimento ou redução das populações.

A partir da análise de diversidade alfa nas cinco áreas estudadas, os índices de Shannon-Wiener e de Margalef apresentaram um maior valor para o PNCG (2,88; 6,80 respectivamente). No entanto, os índices de Simpson e o Fisher alpha apresentaram maior diversidade na FAS (0,92; 0,94 respectivamente). Quanto à equitabilidade, a FAS apresentou a maior uniformidade de espécies (0,94) em relação às demais localidades. Para o índice de Berger-Parcker, os resultados mostram que a PNSB apresentou maior dominância de espécies (0,30), maior riqueza e maior abundância, quando comparada com as demais áreas estudadas (Tabela 2). Diferenças observadas pelos índices utilizados nesse trabalho, sugere que diferentes fatores como por exemplo, a presença de espécies raras e o tamanho da amostra podem influenciar na diversidade. Quanto ao

índice de diversidade beta (Whittaker) apresentou um valor de 2,46, sendo considerada uma alta taxa de variação na composição de espécies de um lugar para outro.

Tabela 2 Índices ecológicos para as comunidades de gafanhotos do Cerrado do Brasil.

Índices	Áreas amostradas				
	PNSB	PNCG	FAS	PNCV	PRMA
Shannon-Wiener	2,61	2,88	2,74	2,62	2,84
Simpson	0,86	0,90	0,92	0,89	0,90
Margalef	5,67	6,80	5,15	5,29	5,98
Equitabilidade	0,74	0,84	0,94	0,82	0,82
Fisher alpha	9,72	18,15	23,6	11,96	11,86
Berger-Parker	0,30	0,20	0,14	0,24	0,22
Totais de espécies/área	33	31	18	24	31
Totais de indivíduos/área	280	82	27	77	150

Legenda: PNSB – Parque Nacional Serra da Bodoquena; PNCG – Parque Nacional Chapada dos Guimarães; FAS – Fazenda Aparecida da Serra; PNCV – Parque Nacional Chapada dos Veadeiros; PRMA – Projeto de Irrigação Manuel Alves.

A análise de similaridade pelo índice de Jaccard, que compara habitats aos pares, indicou similaridade na composição de espécies entre as localidades estudadas de 20%, indicando pouca ou nenhuma similaridade de espécies entre as áreas estudadas (Fig 4). Reforçando a ideia de que ambientes pertencentes ao mesmo bioma podem apresentar diferença na composição de espécies. Outro fator importante observado é que a FAS se manteve bastante isolada das demais localidades, sendo também a área de maior influência direta e constate da presença do homem, comparando com as outras áreas de estudo.

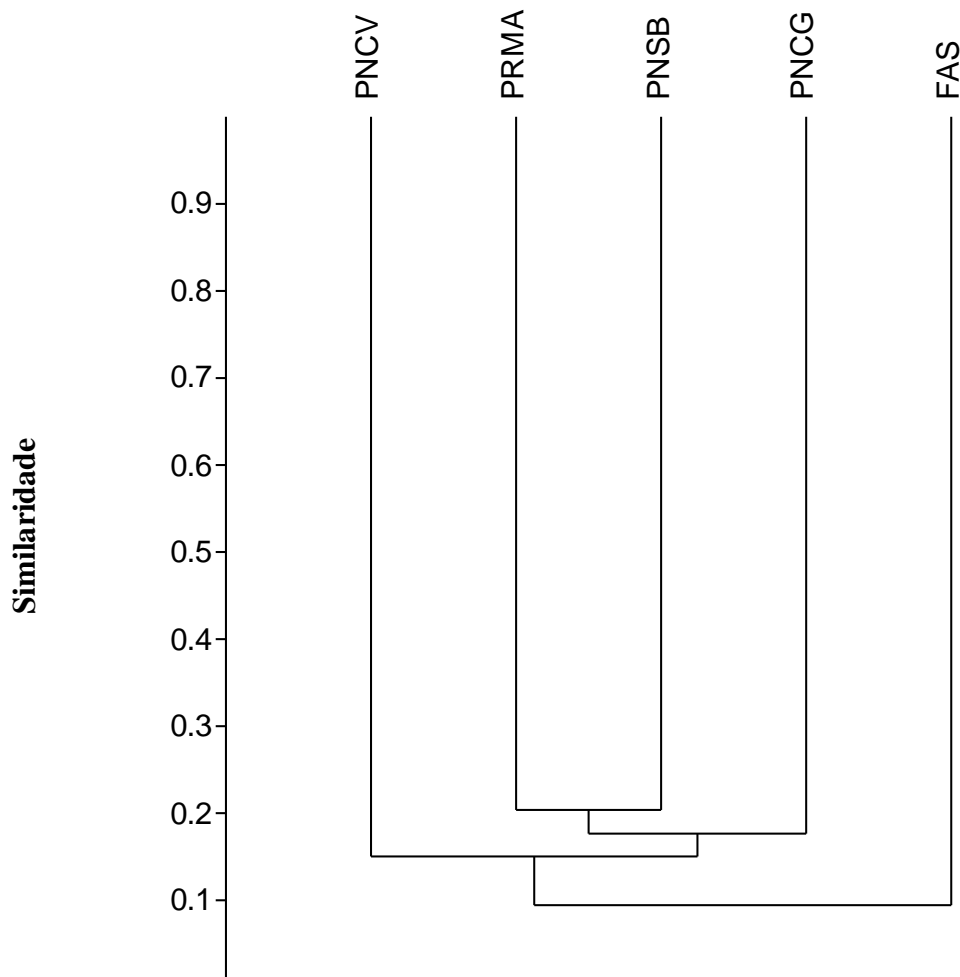


Fig 4 Dendrograma de similaridade entre comunidades de gafanhotos pelo índice de Jaccard, em relação às áreas do Parque Nacional Serra da Bodoquena (PNSB), Parque Nacional Chapada dos Guimarães (PNCG), Fazenda Aparecida da Serra (FAS), Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (PNCV) e Projeto Irrigação Manuel Alves (PRMA).

A análise de correlação de Pearson mostrou uma correlação entre as variáveis climáticas amostradas no período de março, abril e maio de 2014, com a quantidade de adultos e ninfas coletadas durante toda a amostragem. Para as variáveis temperatura e precipitação a correlação foi negativa para adulto e positivo para ninfa, esse fator indica que quando essas variáveis aumentam a tendência é que a quantidade de adultos diminua e as ninfas aumentem. Já para a variável insolação a correlação foi negativa

para as ninfas e positiva para adultos, indicando que quando a insolação aumenta, a quantidade de ninfas diminui (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 Valores de correlação de Pearson entre adultos e ninfas e os fatores abióticos da temperatura, precipitação e insolação.

Fatores abióticos	Adultos	Ninfas
Temperatura	-0,3706	0,8024
Precipitação	-0,9500	0,1153
Insolação	0,4056	-0,7193

Tabela 4 Valores de correlação de Pearson entre adultos e ninfas e os fatores abióticos da temperatura, precipitação e insolação separadamente nos meses de março, abril e maio de 2014.

Fatores Abióticos	Adultos			Ninfas		
	Março	Abril	Maió	Março	Abril	Maió
Temperatura	-0,1540	-0,4042	-0,4098	0,6809	0,8520	0,6018
Precipitação	-0,6303	-0,9511	-0,3639	-0,2488	0,1558	0,8201
Insolação	0,8371	0,3792	0,0712	-0,6470	-0,8099	-0,2972

Nas figs 5, 6 e 7 observamos que quantidade de indivíduos adultos e ninfas coletadas durante toda amostragem, variou com variáveis climáticas (temperatura, precipitação e insolação) no período de março, abril e maio de 2014. Também é possível notar a grande quantidade de ninfas quando comparado com a quantidade de adultos em algumas áreas, principalmente no PNCG.

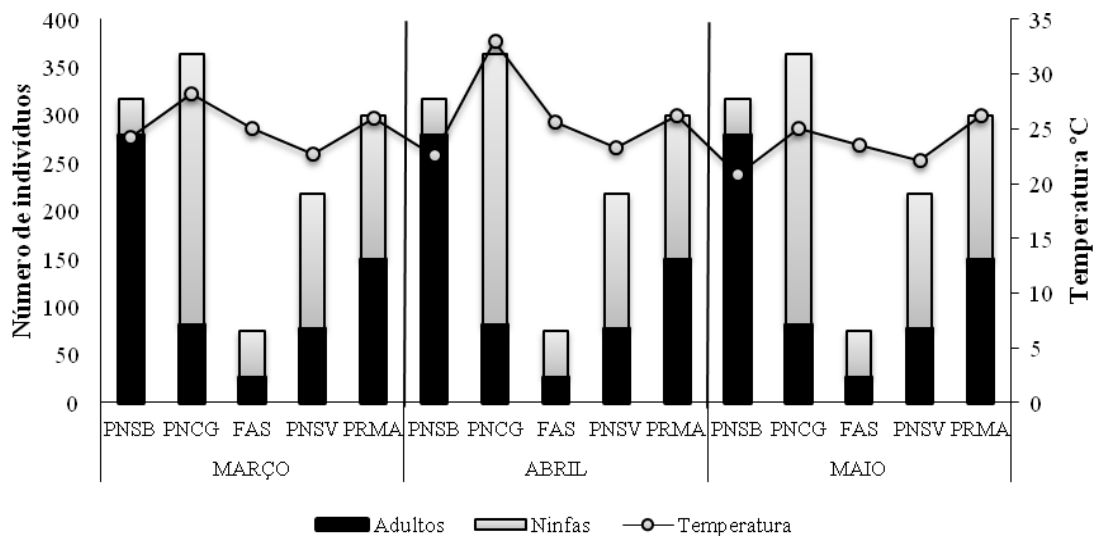


Fig 5 Quantidade de adultos e ninfas de gafanhotos no período de amostragem de todas as áreas estudadas, associada a média mensal da temperatura.

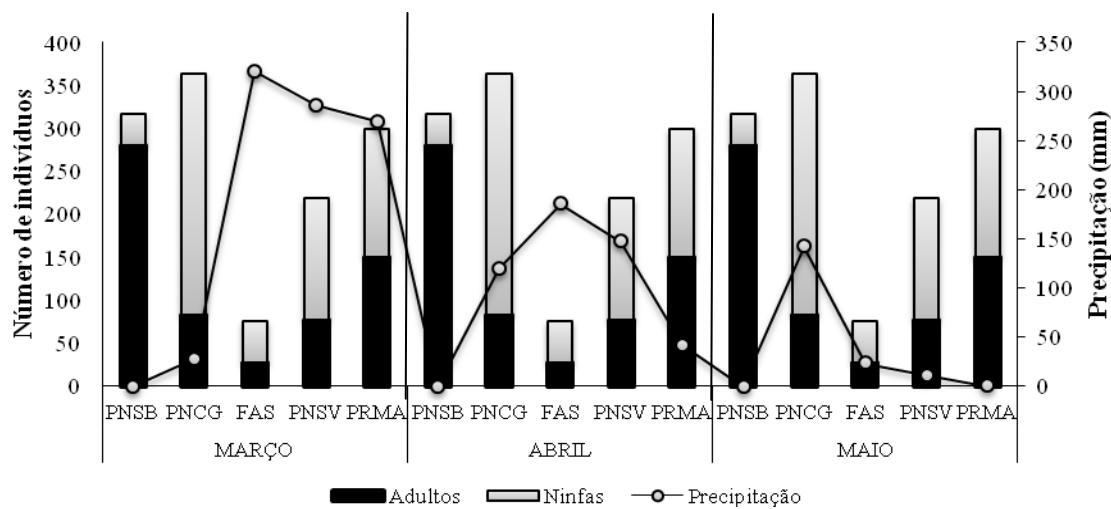


Fig 6 Quantidade de adultos e ninfas de gafanhotos no período de amostragem de todas as áreas estudadas, associada a precipitação.

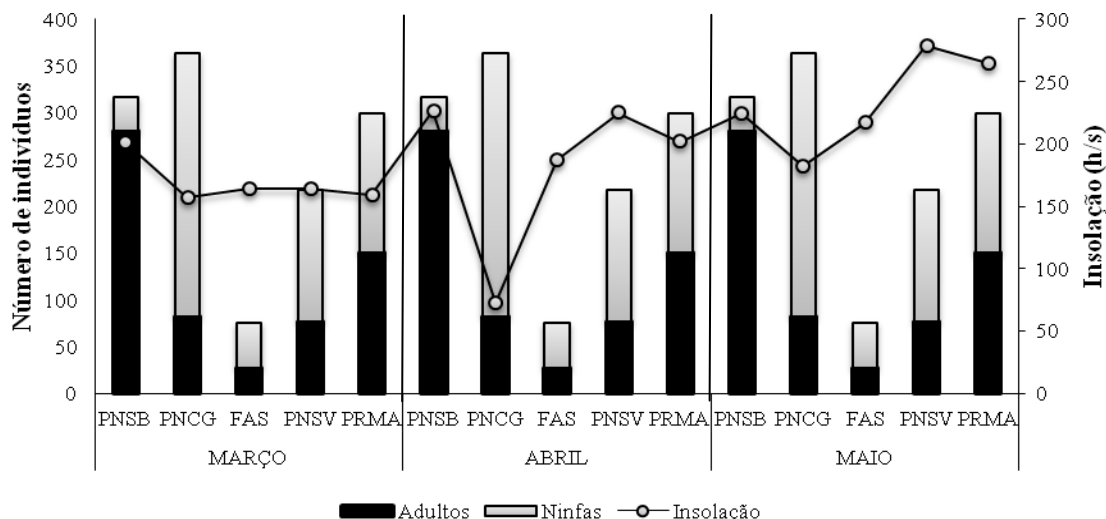


Fig 7 Quantidade de adultos e ninfas de gafanhotos no período de amostragem de todas as áreas estudadas, associada a média mensal da insolação.

A análise de correlação mostrou que a quantidade de indivíduos adultos coletados durante a amostragem, é influenciada pela temperatura e precipitação e as ninfas por sua vez, são influenciadas pela insolação. Para a espécie *Cornops aquaticum* (Bruner, 1906), Silva *et al* (2010) verificaram que não houve relação entre os fatores temperatura e insolação com a estrutura populacional para esse espécie e que a oscilação sazonal é a principal influenciadora da quantidade de adultos e ninfas. Esse resultado indica que nem todas as espécies de gafanhotos sofrem o mesmo padrão de influência com os diferentes fatores abióticos, além do que *Cornops aquaticum* é uma espécie semiaquática. Resultados semelhantes ao deste trabalho foram observados por Powell *et al* (2007) e Branson (2008), onde a precipitação obteve grande efeito na dinâmica populacional dos gafanhotos. Poco *et al* (2010) por outro lado, não encontraram nenhuma correlação com as variáveis ambientais com a abundância dos gafanhotos.

No presente estudo algumas ocorrências não foram observadas, mediante a estação sazonal e o período em que as coletas foram realizadas. No entanto, novos registros de ocorrência para esse bioma, reforçam a importância deste estudo.

Agradecimentos

Este trabalho recebeu apoio logístico do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA) pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) (Processo n° 563360/2010-0). “Biota de Orthoptera do Brasil” Projeto/MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT. Autorização para atividades de coleta com finalidade científica (MMA/ICMBio/SISBIO) n° 29890-2.

Referências

Aquino FG, Miranda GHB (2008) Consequências Ambientais da Fragmentação de Habitats no Cerrado. In.: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF. Cerrado: ecologia e flora. Brasília-DF. Embrapa Cerrados. Cap.13, 383-398p.

Amédégato C (1993) African-American relationships in the acridians (Insecta, Orthoptera). In.: Ed. George W, Lavocat R. The Africa-South America Connection. Clarendon Oxford. 59-165p.

Branson DH (2008) Influence of a large late summer precipitation event on food limitation and grasshopper population dynamics in a northern Great Plains grassland. Environ Entomol 37(3): 686-695.

Carneiro AC (2012) Efeito da inundação sobre a estrutura da comunidade edáfica de Coleoptera (Arthropoda, Insecta): Estudo comparativo entre áreas inundáveis e não

inundáveis no Pantanal de Poconé - Mato Grosso. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, Cuiabá-MT. 100p.

Carvalho NL, Costa EC, Souza DB, Garlet J (2013) Tamanho e número ideal de amostras para a coleta de gafanhotos na região Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Entomo Brasiliis* 6(2): 119-125.

Corseuil E (2005) Apostila de entomologia. Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). 126p.

Demétrio MF (2008) Biodiversidade de Formigas de Serapilheira do Parque Nacional Serra da Bodoquena-MS. Dissertação Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Dourados-MS, Universidade Federal da Grande Dourados. 138p.

Eades DC, Otte D, Cigliano MM, Braun H (2016) Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. Disponível em: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> (acesso em: março de 2016).

Felfili JM (2007) A Chapada dos Veadeiros. In Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros. Ficha Técnica, Ed. Coedição Finatec. Brasília. 15-23p.

Golin V, Santos-Filho M, Pereira MJB (2011) Dispersão e predação de sementes de araticum no Cerrado de Mato Grosso, Brasil. *Cien Rural* 41(1): 101-107.

Graciani C, Garcia FRM, Costa MKM (2005) Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera: Acridoidea) em fragmentos florestal próximo ao Rio Uruguai, município de Chapecó, Santa Catarina. *Biotemas* 18(2): 87-98.

Guerra WD, Oliveira PC, Pujol-Luz JR (2012) Gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em áreas de cerrados e lavouras na Chapada dos Parecis, estado de Mato Grosso, Brasil.

Rev Bras entomol 56: 228-239.

Hammer O, Harper DAT, Ryan PD (2001) Past: Paleontological Statistics software Package for Education and Data Analysis. *Paleontol Elect* 4: 9p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2006) Amazônia Legal. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas_doc3.shtm (acesso em: maio 2015).

ICMBIO - Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (2009) Plano de Manejo do Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. Brasília-GO. 300p.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (2013) Plano de Manejo do Parque Nacional Serra da Bodoquena. Brasília-GO. 50p.

Joern A (2005) Disturbance by fire frequency and bison grazing modulate grasshopper assemblages in tallgrass prairie. *Ecology* 86: 861-873.

Lima CA (2008) O Cerrado Rupestre no Estado de Goiás com base em imagens LANDSAT ETM+. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade de Brasília. 117p.

Lutinski CJ, Garcia FRM, Costa MKM, Lutinski JA (2009) Flutuação populacional de gafanhotos na floresta nacional de Chapecó, Santa Catarina. *Cien Rural* 39(2): 555-558.

Mariottini Y, Wysiecki ML, Lange CE (2013) Diversidad y Distribución de acridios (Orthoptera: Acridoidea) en Pastizales del Sur de la Región Pampeana, Argentina. *Rev Biol Trop* 61(1): 111-124.

Mathias PVC (2006) Análise das Comunidades de Anfíbios e Aves na Área de Influência do Projeto de irrigação do Rio Manuel Alves, Porto Alegre do Tocantins,

Tocantins. Dissertação em Ecologia e Evolução. Universidade Federal do Goiás, Goiânia-GO. 59p.

Nunes-Gutjahr AL, Braga CE (2015) Análise faunística de gafanhotos Acridoidea de volta grande do Rio Xingu, área de influência direta da Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. Cien Rural 45(7): 1220-1227.

Odum EP (1988) Ecologia. Rio de Janeiro, Guanabara. 434p.

Poco ME, Damborsky MP, Cigliano MM (2010) Comunidade de ortópteros (Insecta, Orthoptera) em Pastizales del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. Biodivers Conserv 33(2): 119-129.

Powell LR, Berg AA, Johnson DL, Warland JS (2007) Relationship of pest grasshopper populations in Alberto, Canada to soil moisture and climate variables. Agric For Meteorol 144: 73-84.

Pielou EC (1977) Mathematical ecology. New York: John Wiley. 385p.

Silva FRJ, Marques IM, Battirola LD, Lhano MG (2010) Fenologia de *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera:Acrididae) em *Eichlornia azurea* (Pontederiaceae) no Norte do Pantanal de Mato Grosso. Neotrop Entomol 39: 535-542.

Song H, Amédégno C, Cigliano MM, Desuter-Grandcolas L, Heads SW, Huang Y, Otte D, Whiting MF (2015) 300 million years of diversification: elucidating the patterns of Orthoptera evolution based on comprehensive taxon and gene sampling. Cladistics 31(1): 621-651.

Sperber CF, Mews CM, Lhano MG, Chamarro J (2012) Orthoptera, 271-288p. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari AS, Constatino R. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto, editora Holos.

Trevison A, Hepp LU, Santos S (2009) Abundância e distribuição de Aeglidae (Crustacea: Anomura) em função do uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga, Rio Grande do Sul, Brasil. Zool 26(3): 4190-426.

Vieira-Junior HT, Morae JM, Schobbenhaus C (2009) Projeto Geoparque Chapada dos Guimarães. Goiânia-GO. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/Rel_Vieira_Junior_Chapada.pdf (acesso em agosto de 2015).

Whittaker RH (1960) Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecol Monograph 30(3): 279-338.

CAPITULO 2

**A forma e tamanho do pronoto de *Orphulella punctata* (De Geer, 1773)
(Acrididae: Gomphocerinae) apresentam variação geográfica? ²**

² Artigo a ser ajustado e submetido ao periódico científico Iheringia, série Zoologia, em versão na língua portuguesa.

A forma e tamanho do pronoto de *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) (Acrididae: Gomphocerinae) apresentam variação geográfica?

Wanessa de Lima Batista^{1*}, Lorena Andrade Nunes², Marcos Gonçalves Lhano¹

1- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB). 44380-000. Cruz das Almas, BA, Brasil.

2- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Programa de Pós-Graduação em Genética, Biodiversidade e Conservação. 45083-900, Jequié, BA, Brasil.

* E-mail: wanessa_biologia@hotmail.com

ABSTRACT

This study aimed to verify using the geometric morphometrics if the shape and pronotum size of the *Orphulella punctata* males presents geographical variation. The specimens were collected at the Serra da Bodoquena (Bonito/MS), Projeto de Irrigação Manuel Alves (Dianópolis/TO), Parque Nacional Monte Pascoal (Itamaraju/BA) and Reserva Nacional da Vale (Linhares/ES). The Canonical variate analysis showed statistically significant differences ($p < 0.01$) for the analyzed data. For size analysis (ANOVA) we found a significant difference ($p < 0.01$) for the populations from Bonito/MS and Itamaraju/BA. According to the correlation analysis, there was no significant difference ($p < 0.05$, $r = -0.81$) between the shape of pronotum of *O. punctata* and geographical distance. Therefore, the geographic variation influences the shape of the pronotum in *O. punctata*.

KEYWORDS: Geometric morphometrics, Procrustes superposition, Orthoptera.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi verificar a partir da morfometria geométrica se a forma e tamanho do pronoto de indivíduos machos de *Orphulella punctata* possuem variação geográfica. Os exemplares foram coletados na Serra da Bodoquena (Bonito/MS), Projeto de Irrigação Manuel Alves (Dianópolis/TO), Parque Nacional Monte Pascoal (Itamaraju/BA) e Reserva Nacional da Vale (Linhares/ES). A análise de variáveis canônicas apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,01$) para os dados analisados. Para a análise de tamanho (ANOVA) obteve diferença significativa ($p < 0,01$) para as populações de Bonito/MS e Itamaraju/BA. De acordo com a análise de correlação houve diferença significativa negativa ($p < 0,05$, $r = -0,81$) entre a forma do pronoto de *O. punctata* e a distância geográfica. Portanto, a variação geográfica influencia a forma do pronoto em *O. punctata*.

PALAVRAS-CHAVE: Morfometria geométrica, sobreposição de Procrustes, Orthoptera.

INTRODUÇÃO

A morfometria geométrica está sendo utilizada em diferentes estudos com insetos (DINIZ-FILHO et al., 2000; AYTEKIN et al., 2007; THORPER, 2008; NUNES et al., 2013; LIMA et al., 2014; YI DAÍ et al., 2015), incluindo também trabalhos com gafanhotos (Orthoptera: Caelifera), no estudo de verificação de diferenças intraespecífica (SONG e WENZEL, 2008), relação espécie-específica das genitálias masculinas dentro do gênero *Schistocerca*, na determinação de espécies (SONG, 2009) e efeitos de fatores abióticos sobre a distribuição geográfica do tamanho do corpo em duas espécies de *Dichroplus* (BIDAU et al., 2012).

O estudo de distribuição geográfica de populações utilizando a morfometria geométrica é de fundamental importância com intuito de verificar a estruturação populacional. Variações entre populações geograficamente isoladas podem ocorrer de três maneiras principais: a existência de uma barreira que impeça migrações frequentes de indivíduos, se populações responderam a pressões ambientais através da plasticidade fenotípica ou se a seleção natural agiu de maneira local produzindo variações (NUNES et al., 2007).

NUNES et al. (2007) ao estudar a *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811) em diferentes populações, destacaram que a variação de caracteres morfológicos de populações dessa espécie em diferentes regiões pode ser atribuída a plasticidade fenotípica, ou seja, em função das diferentes condições ambientais que prevalecem em cada região. Neste contexto, surge a hipótese de estudar a variação morfológica em Orthoptera coletados em diferentes regiões.

A subfamília Gomphocerinae definida por Fieber em 1853, apresenta atualmente 34 gêneros Neotropicais (EADES et al., 2016), incluindo o gênero *Orphulella* (Gigliotto, 1894), que é considerado o maior em número de espécies da tribo Orphulellini

(OTTE, 1979). Os gêneros desta subfamília se diferenciam das demais pela presença do aparelho estridulatório, que consiste em uma estrutura em forma de pente encontrado na face interna dos fêmures posteriores.

O gênero *Orphulella* apresenta uma ampla distribuição geográfica na América Latina, ocorrendo do México à Argentina (SILVA et al., 2001), sendo composta atualmente por 24 espécies descritas, incluindo a espécie *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) (Eades et al., 2016). *Orphulella punctata* é a espécie Neotropical mais comum, encontrada principalmente em área de pastagens e bordas de florestas (OTTE, 1979).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar por meio da morfometria geométrica se a forma e tamanho do pronoto de indivíduos machos de *Orphulella punctata* possuem variação geográfica.

MATERIAL E MÉTODOS

O material analisado foi coletado no âmbito do projeto “Biota de Orthoptera do Brasil” (CNPq/FAPEMIG) em quatro localidades: Serra da Bodoquena, Bonito - MS (21°15'56”S, 56°42'10”O); Área de Proteção Ambiental (APA) do Projeto de Irrigação Manuel Alves, Dianópolis - TO (11°33'02.0”S, 46°59'13.1”O); Parque Nacional Monte Pascoal, Itamaraju - BA (16°53'17.33”S, 39°3'52,67”O) e Reserva Nacional da Vale, Linhares - ES (19°9'6.16”S, 40°3'52,67”O) (Fig.1).

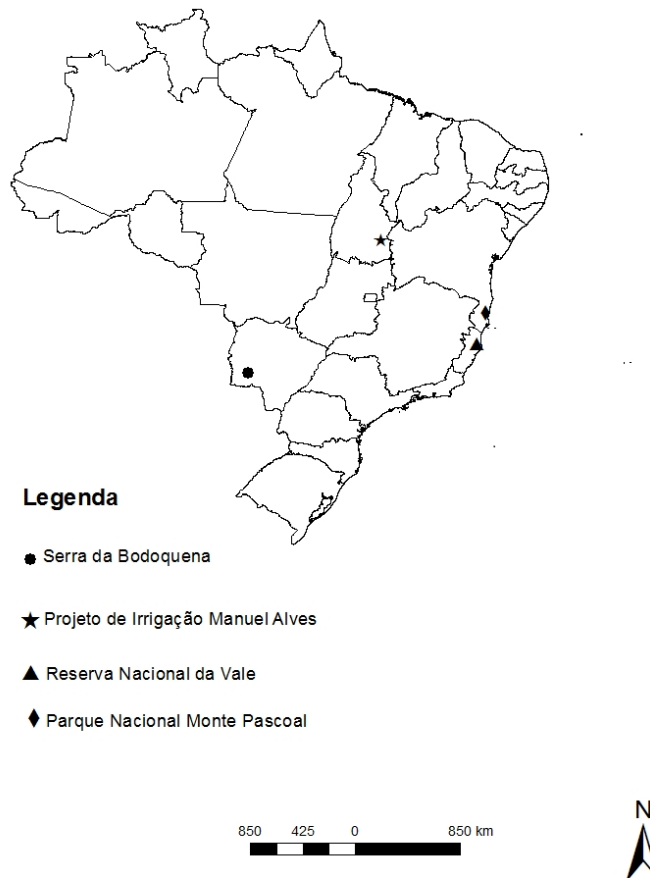


Fig. 1. Locais de coleta da espécie *Orphulella punctata* (De Geer, 1773).

No presente estudo foram utilizados o total de 80 indivíduos machos, sendo 20 indivíduos oriundos de cada localidade estudada que estão depositadas no Laboratório de Ecologia e Taxonomia dos Insetos (LETI) do CCAAB/UFRB. O pronoto de *O. punctata* de cada exemplar foi fotografado sob Estereomicroscópio Zeiss Discovery V20.0 com câmera acoplada. Para sua análise de forma e tamanho do pronoto foram utilizados os programas da série TPS (Rohlf, 2006). As imagens foram convertidas no programa TPSUtil (Rohlf, 2010) e os marcos e semimarcos (Fig. 2) foram inseridos no programa TPSDig2 (Rohlf, 2006).

Os parâmetros morfométricos foram submetidos aos métodos de sobreposição de Procrustes, Análise de variável Canônica, Análise discriminante, utilizando o programa

MorphoJ e Análise univariada (ANOVA), utilizando o programa Past. Posteriormente foi realizada a análise de correlação utilizando o teste de Mantel para correlacionar a forma e tamanho com as distâncias geográficas e altitude, utilizado o programa Ntsys.

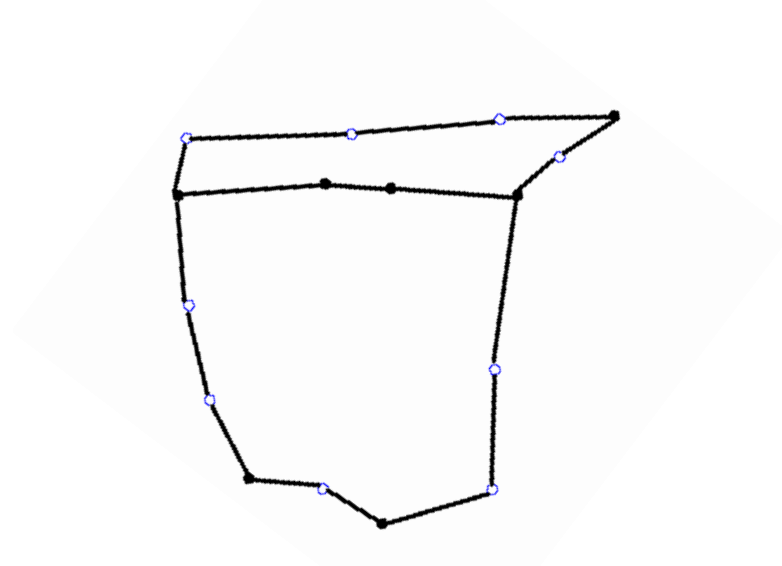


Fig. 2. Representação esquemática do pronoto de *Orphulella puntacta*, representando marcos (círculos preenchidos) e semi-marcos (círculo abertos).

RESULTADOS

Análise de Forma

As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 93% da variação entre as populações, onde a primeira variável explica 57,86% e a segunda explica 35,20% da variação total (Tab. I, Fig. 3).

Tab. I. Análise de variável canônica (CV) entre as quatro populações de *Orphulella puntacta*.

	Autovalores	Variância %	Variância acumulada %
CV1	4,80790796	57,86	57,86
CV2	2,92490226	35,19	93,06
CV3	0,57670179	6,94	100

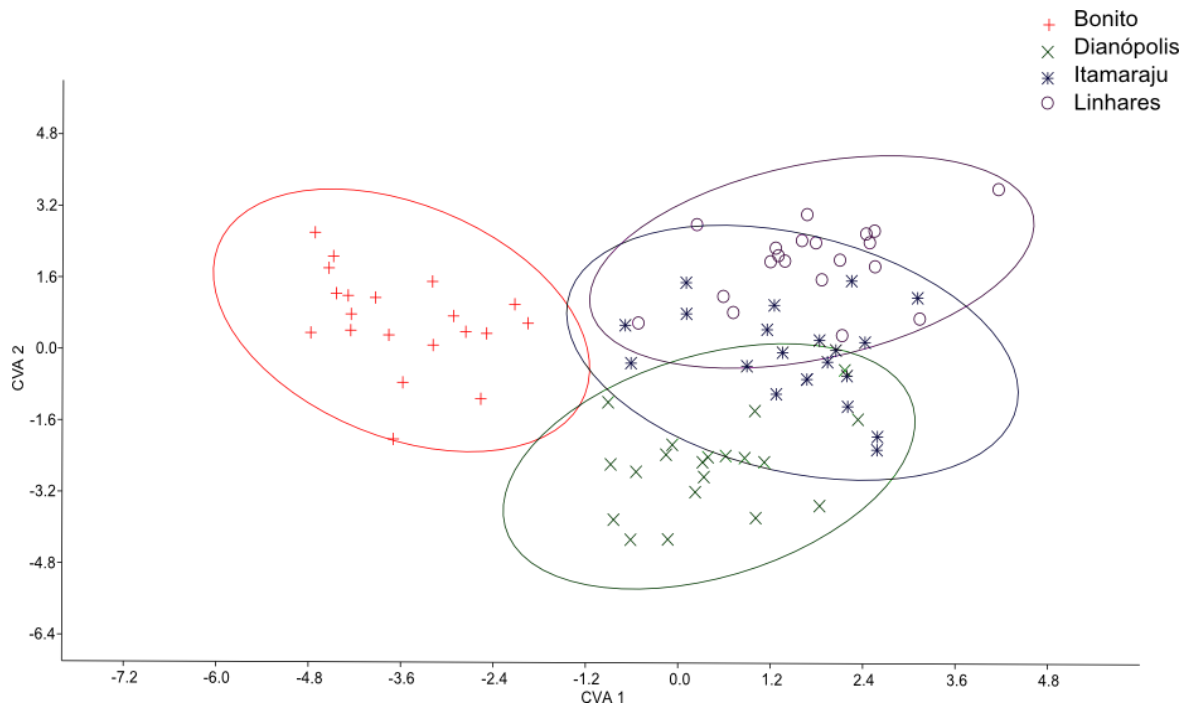


Fig. 3. Análise das Variáveis Canônicas demonstrando a variação da forma do pronoto de *Orphulella punctata* das populações de Bonito, Dianópolis, Itamaraju e Linhares. Relações do CV1 (57,86%) e CV2 (35,20%).

A partir da análise de variáveis canônicas é possível observar que a população de Bonito se diferenciou das demais populações, formando um grupo distinto. Já as populações de Dianópolis, Itamaraju e Linhares se agruparam.

As grades de deformações geradas a partir da análise de variável canônica comparando as quatro populações (Fig. 4), demonstram que na CV1 os pontos que mais variam são 11, 10, 7 e 2 (região basal) e na CV2 os pontos que mais variam são 7, 8 e 9 (região apical do pronoto), tanto no eixo positivo e quanto no eixo negativo.

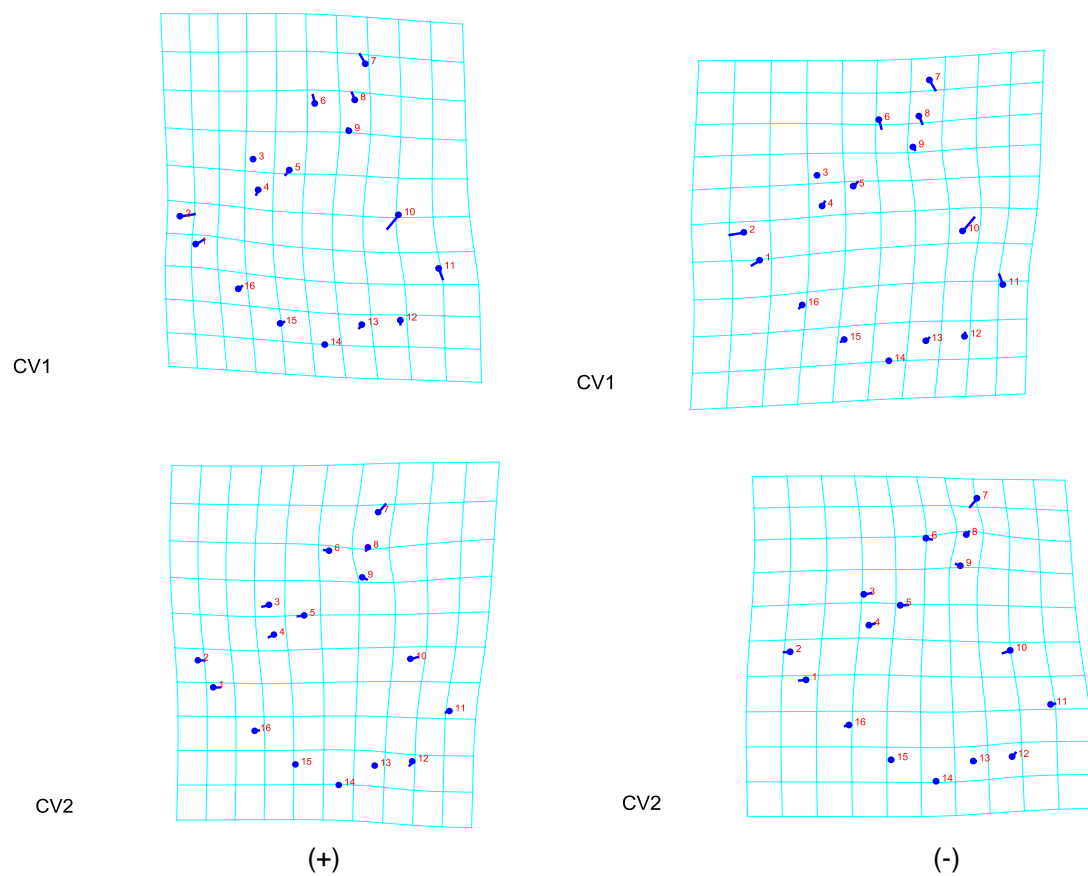


Fig. 4. Grade de deformação do pronoto de *Orphulella punctata*, do eixo positivo (+) e negativo (-), a partir da análise de variável canônica.

A matriz triangular de distância de Procrustes, gerada através da análise de variáveis canônicas apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,01$) para os dados analisados (Tab. II). Pela distância de Procrustes apenas a população de Bonito foi significativa ($p < 0,01$) comparando com as demais populações. A maior distância morfológica encontrada foi entre Bonito e Dianópolis e a menor distância foi entre Itamaraju e Linhares.

Tab. II. Matriz triangular de distância de Procrustes (parte inferior da tabela) e sua significância (parte superior da tabela) de *Orphulella punctata*.

	Bonito	Dianópolis	Itamaraju	Linhares
Bonito	0	0,0019	0,0003	0,0008
Dianópolis	0,0379	0	0,1437	0,0865
Itamaraju	0,0387	0,0192	0	0,2388
Linhares	0,04	0,0233	0,0172	0

A partir da análise discriminante realizada com as populações amostradas foi possível observar uma separação bem definida da população de Bonito com base nas combinações par a par entre as localidades. O teste de validação cruzada (Tab. III) realizado de acordo com as equações geradas a partir da análise de discriminante apresentou uma média de 74% na classificação das localidades, como pertencentes aos seus respectivos grupos. Corroborando com as análises anteriores, onde a população de Bonito apresentou os maiores índices de validação cruzada especialmente comparando com a população de Linhares (80%) e Dianópolis (90%). Essas informações também foram confirmadas pela análise de agrupamento pelo UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages), que apresentou um coeficiente de correlação fonética de 99%. Observa-se também que Bonito forma uma população isolada em um ramo na base do dendograma, seguida pela população de Dianópolis que apresenta a forma do pronoto diferente das demais com 99% pelo *bootstap* com 10000 permutações (Fig. 5).

Tab. III. Teste de validação cruzada gerado através da análise discriminante de *Orphulella punctata*.

	Bonito	Dianópolis	Itamaraju	Linhares
Bonito	0			
Dianópolis	90,00%	0		
Itamaraju	60,00%	50,00%	0	
Linhares	80,00%	75,00%	60,00%	0

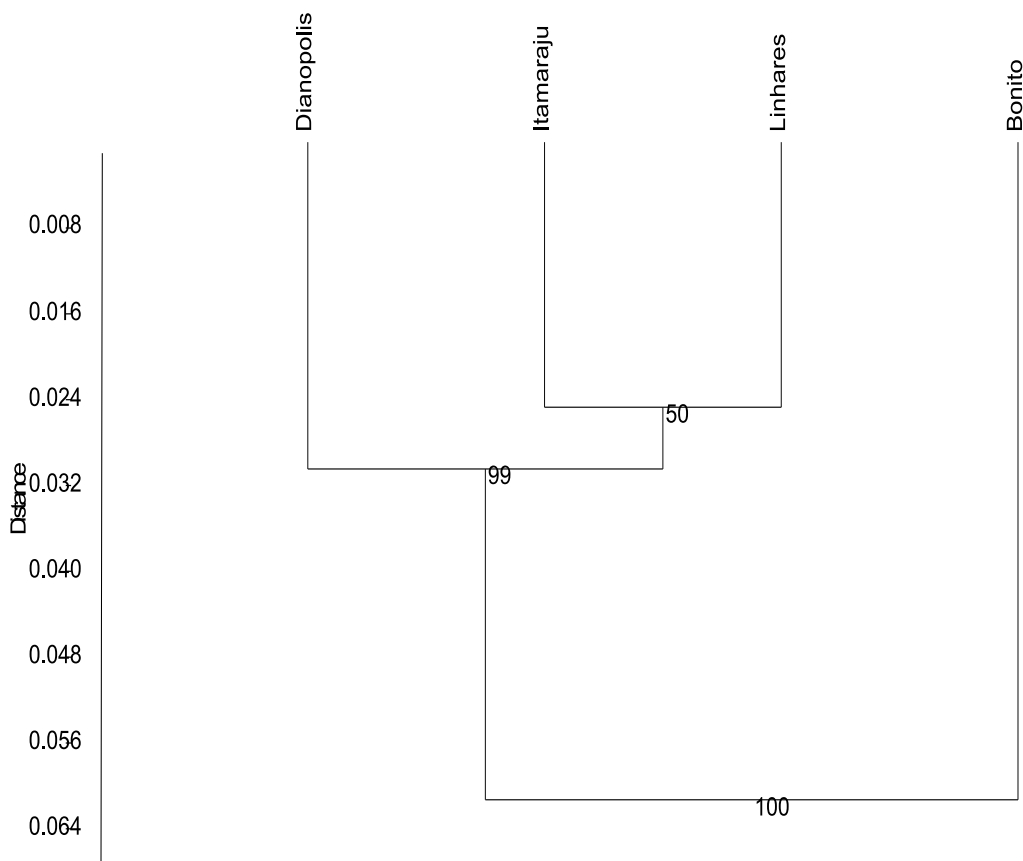


Fig. 5. Dendrograma de similaridade entre as populações de Bonito, Dianópolis, Itamaraju e Linhares através do método UPGMA, com *bootstrap* de 10000 permutações.

Análise de Tamanho

A partir da ANOVA para análise do tamanho do pronoto de *O. punctata*, utilizando o tamanho do centroide, observou-se que as populações de Bonito e Itamaraju obteve diferenças significativas ($p < 0,01$) em relação as demais populações (Fig. 6). Esses indivíduos apresentaram o menor tamanho do pronoto.

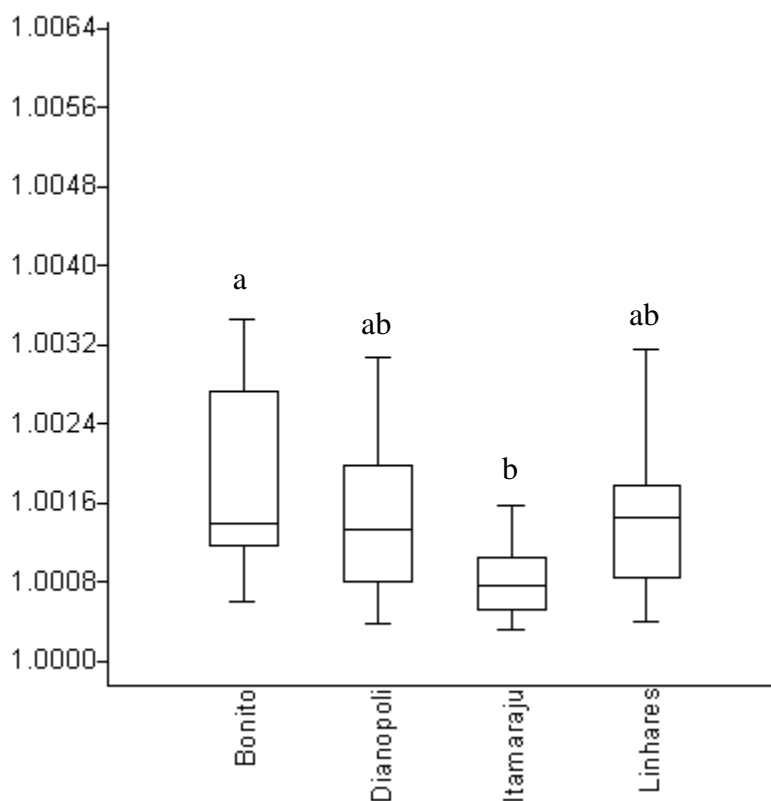


Fig. 6. Boxplot demonstrado a análise do tamanho do pronoto de *Orphulella punctata* nas populações de Bonito, Dianópolis, Itamaraju e Linhares. Letras iguais indicam que estes locais são estatisticamente iguais em relação ao tamanho do pronoto pelo teste de Tukey ($p < 0,01$).

Análise de correlação

Pela análise de correlação, foi verificada apenas correlação significativa negativa entre a forma pronoto de *O. punctata* com a variável distância geográfica ($p < 0,05$, $r = -0,81$) das quatro populações comparadas por meio do teste de Mantel (Tab. IV).

Tab. IV. Teste de Mantel para a comparação das matrizes de forma, tamanho com distância geográfica e altitude.

Matrizes comparadas	R	P
Forma vs. Distância Geográfica	-0,8191	0,0303*
Forma vs. Altitude	0,6565	0,9413 ^{NS}
Forma vs. Tamanho	-0,1046	0,4013 ^{NS}
Tamanho vs. Distância Geográfica.	0,3766	0,7746 ^{NS}
Tamanho vs. Altitude	-0,4570	0,2117 ^{NS}

Legenda: Valores contendo * são significativos ($p < 0,05$) e NS não significativo.

DISCUSSÃO

As diferenças encontradas em todas as análises indicando a divergência na forma do pronoto da população de Bonito com as demais localidades pode estar relacionado ao fato da população desta localidade, apresentar maior distância geográfica das demais. Formando uma população isolada, diminuído assim o seu fluxo gênico. Para GRAVE e DIAZ (2010), variações morfológicas entre populações geralmente estão associadas a diferentes condições ambientais que atuam localmente e variações na estruturação genéticas das populações.

O tamanho do pronoto nas quatro populações de *O. punctata* apresentou diferenças significativas para as populações de Bonito e Itamaraju, diferentemente das demais populações estudadas. CISNEIROS et al. (2012) encontraram diferença significativa no tamanho do corpo de *Chromacris speciosa* (Thunberg, 1824) em duas populações de Pernambuco, indicando uma variação intraespecífica dos caracteres morfológicos das populações estudadas.

Segundo GUMIEL et al. (2003) a variação do tamanho provavelmente não reflete qualquer separação específica, sendo atribuída a origens ambientais e variações intraespecíficas. WHITMAN (2008) postula que o tamanho do corpo em Orthoptera

varia espacialmente dentro e entre espécies. Além disto, fatores ambientais podem também estar diretamente influenciando.

A análise de correlação entre as matrizes forma, tamanho, distância geográfica e altitude apresentou resultado significativo apenas entre forma e a distância geográfica nas populações de *O. punctata*. Resultado semelhante foi encontrado por YI BIA et al. (2015) que verificaram uma alta correlação entre a forma e a distância geográfica em populações de *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae). Já NUNES et al. (2013) encontraram diferença significativa entre o tamanho e a distância geográfica em populações de *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera; Meliponini). PRADO-SILVA et al. (2016) verificaram que a forma das asas de *M. mandacaia* variam com a distância geográfica apresentando alta correlação. GUMIEL et al. (2003) encontraram correlação significativa para forma e tamanho da asa em *Triatoma infestans* (Klug, 1834) e *T. melanosoma* Martínez, Olmedo & Carcavallo, 1987 (Hemiptera: Reduviidae), indicando que a forma da asa entre as populações varia de acordo com o tamanho. BIDAU et al. (2012) por sua vez, constataram uma alta correlação entre o tamanho do corpo em duas espécies de *Dichroplus* (Orthoptera) comparado com latitude, altitude e sazonalidade em diversos habitats naturais.

Portanto, a forma do pronoto em *O. punctata* apresentou variação geográfica confirmado pela a eficácia dessa técnica para estudos populacionais em Orthoptera.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho recebeu apoio logístico do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA) pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) (Processo n° 563360/2010-0). “Biota de Orthoptera do Brasil” Projeto/MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT. Autorização para atividades de coleta com finalidade científica (MMA/ICMBio/SISBIO) n° 29890-2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYTEKIN, M.A.; TERZO, M.; RASMONT, P.; ÇAGATAY, N. 2007. Landmark based geometric morphometric analysis of wing shape in *Sibiricobombus* Vogt (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latreille). **International Journal of Entomology** **43(1)**: 95-102.
- BAI, Y.; MA, L.B.; XU, S.Q.; WANG, G.H. 2015. Geometric morphometric study of the wing shapes of *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) from the Qinling Mountains and adjacent regions: An environmental and distance-based consideration. **Florida Entomologist** **98(1)**: 162-169.
- CISNEIROS, R.A.; ALMEIDA, A.V.; MELO, G.R.; CÂMARA, C.A. 2012. Morphometric variations in the grasshopper, *Chromacris speciosa* from two localities of Pernambuco in northeastern Brazil. **Journal of Insect Science** **12**: 1-10.
- DAPPORTO, L. 2008. Geometric morphometrics reveal male genitalia differences in the *Lasiommata megera* / *paramegaera* complex (Lepidoptera, Nymphalidae) and the lock

of a predicted hybridization area in the Tuscan Archipelago. **Journal of Systematics Zoological and Evolutionary Research** **46**: 224-230.

DINIZ-FILHO, J.; HEPBURN, H.R.; RADLOFF, S.; FUCHS, S. 2000. Spatial analysis of morphological variation in African honeybees (*Apis mellifera* L.) on a continental scale. **Apidologie** **31(2)**: 191-204.

EADES, D.C.; OTTE, D.; CIGLIANO, M.M.; BRAUN, H. 2016. **Orthoptera Species File**. Vision 5.0/5.0. Disponível: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> (acesso em: março de 2016).

GRAVE, S.; DIAZ, D. 2001. Morphometric comparison between Mediterranean and Atlantic populations of *Pontophilus norvegicus* (Decapoda, Crangonidae). **Hydrobiologia** **449**: 179-186.

GUMIEL, M.; CATALÁ, S.; NOIREAU, F.; DE ARIAS, A.R.; GARCÍA, A.; DUJARDIN, J.P. 2003. Wing geometry *Triatoma infestans* (Klug) and *T. melanosome* Martinz, Olmedo & Carvalho (Hemiptera: Reduviidae). **Systematic Entomology** **28**: 173-179.

HOPKINS, M.J.; THURMAN, C.L. 2010. The geographic structure of morphological variation in eight species of fiddler crabs (Ocypodidae: genus *Uca*) from the eastern United States and México. **Biological Journal of the Linnean Society** **100**: 248-270.

LIMA, C.B.S.; NUNES, L.A.; RIBEIRO, M.F.; CARVALHO, C.A.L. 2014. Population Structure of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) at the Southern Limit of its Distribution Based on Geometric Morphometrics of Forewings. **Sociobiology** **61**: 478-482.

MOZAFFARIAN, F.; SARAFRAZI, A.; GANBALANI, G.N.; ARIANA, A. 2007. Populations of the Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera: Pyralidae). **Zoology in the Middle East** **41**: 81-91.

NUNES, L.A.; PINTO, M.F.F.C.; CARNEIRO, P.; PEREIRA, D.G.; WALDSCHMIDT, A.M. 2007. Divergência genética em *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae) com base em caracteres morfológicos. **Bioscience Journal** **23**: 1-9.

NUNES, L.A.; PASSOS, G.B.; CARVALHO, C.A.L.; ARAÚJO, E.D. 2013. Size and shape in *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Meliponini). **Brazilian Journal of Biology** **73(4)**: 887-893.

OTTE, D. 1979. Revision of the grasshopper tribe Orphulellini (Gomphocerinae: Acrididae). **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**. 52-88p.

ROHLF, F.J. 2006. TPSDIG2 for Windows version 1.46. **Department of Ecology and Evolution**. State University of New York, Stony Book.

PRADO-SILVA, A.; NUNES, L.A.; ALVES, R.M.O.; CARNEIRO, L.S.; WALDSCHMIDT, A.M. 2016. Variation of fore wing shape in *Melipona mandacaia* Smith, 1863 (Hymenoptera, Meliponini) along its geographic range. **Journal of Hymenoptera Research** **48**: 85-94.

ROHLF, F.J. 2010. TPSUtil for Windows version 2.10. **Department of Ecology and Evolution**. State University of New York, Stony Book. Disponível em: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html> (acesso em: outubro de 2015).

SILVA, M.C.; SERRÃO, J.E.; SILVA, C.S.; PACHECO, J.M. 2001. Identificação de predadores de *Orphulella punctata* (de Geer) (Orthoptera, Acrididae) através da serologia. **Revista Brasileira de Zoologia** **18(1)**: 75-79.

SONG, H.; WENZEL, J.W. 2008. Mosaic pattern of genital divergence in three populations of *Schistocerca lineata* Scudder, 1899 (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). **Biological Journal of the Linnean Society** **94(2)**: 289-301.

SONG, H. 2009. Species-specificity of male genitalia is characterized by shape, size, and complexity. **Insect Systematics & Evolution** **40**: 159-170.

THORPE, R.S. 2008. Biometric analysis of geographic variation and racial affinities. **Biological Reviews** **51(4)**: 407-452.

WITMAN, D.W. 2008. The significance of body size in the Orthoptera: a review. **Journal of Orthoptera Research** **17(2)**: 117-134.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a pesquisa tenha conseguido amostrar uma parte significativa da riqueza e obtidos novos registros na região do Cerrado, são necessários mais estudos, com maior esforço amostral para atingir a riqueza total de cada área estudada, principalmente na APA da Fazenda Aparecida da Serra onde obteve-se a menor diversidade.

Conhecer a dinâmica da comunidade de gafanhotos em nosso país é de fundamental importância, tendo em vista a grande importância econômica das espécies que são consideradas pragas, uma vez que ocasionam severos danos às plantas cultivadas em diferentes regiões brasileiras, principalmente no Centro-Oeste e Nordeste desde os tempos mais remotos até os dias de hoje. À vista disso, esse problema é recorrente e pode até a se agravar no futuro em consequência das modificações antrópicas, pois quando estes insetos atingem altas populações, destroem completamente as lavouras, causando prejuízos ao produtor, chegando a consumir, diariamente, em massa verde, o equivalente a seu peso. No Brasil existem aproximadamente 23 espécies de gafanhotos com importância econômica, dentre estas foi revelado neste estudo a presença de *Schistocerca cancellata* (Serville, 1839), *S. flavofasciata* (DeGeer, 1773), *S. pallens* (Thunberg, 1815), *Chromacris speciosa* (Thunberg, 1824) e *Ommexecha virens* Serville, 1831 na região do Brasil Central.

Diante disso, o desenvolvimento desse trabalho confirma a importância da manutenção e conservação das áreas amostradas, para amortizar a influência antrópica em especial no entorno dessas áreas, onde ocorrem grandes infestações de gafanhotos considerados pragas. Importante destacar que o crescimento do desmatamento ocasiona desequilíbrio ecológico e, conseqüentemente, redução dos inimigos naturais, favorecendo o surgimento de novas pululações.

Neste contexto, esse trabalho representa o primeiro estudo sobre a diferença na composição da comunidade de gafanhotos entre as áreas do Brasil Central, possibilitando a formação de dados para futuras pesquisas, e pode contribuir para a preservação, manutenção e controle desse grupo nessas áreas, levando em consideração, a relevância desse estudo para a realização de planos conservacionistas.