

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

**BIODIVERSIDADE E ECOTOXICOLOGIA DE
GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM UM
REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA, SERRA DA
JIBOIA, BAHIA**

ANA CATIA SANTOS DA SILVA

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
FEVEREIRO - 2018**

**BIODIVERSIDADE E ECOTOXICOLOGIA DE GAFANHOTOS
(ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM UM REMANESCENTE DE
MATA ATLÂNTICA, SERRA DA JIBOIA, BAHIA**

ANA CATIA SANTOS DA SILVA

Licenciada em Biologia

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Bioecologia e Manejo de Artrópodes e Micro-organismos de Importância Agrícola)

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano

Co-orientadora: Profa. Dra. Elissandra Ulbricht Winkaler

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

FEVEREIRO – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

S586b

Silva, Ana Catia Santos da.

Biodiversidade e ecotoxicologia de gafanhotos (Orthoptera: Caelífera) em um remanescente de Mata Atlântica, Serra da Jiboia, Bahia. / Ana Catia Santos da Silva._ Cruz das Almas, BA, 2018.
77.; il.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Elissandra Ulbricht Winkaler

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

1.Entomologia Agrícola. 2. Insetos - Gafanhoto
3. Biodiversidade – Mata Atlântica. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 595.7

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

**BIODIVERSIDADE E ECOTOXICOLOGIA DE GAFANHOTOS
(ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM UM REMANESCENTE DE
MATA ATLÂNTICA, SERRA DA JIBOIA, BAHIA**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
ANA CATIA SANTOS DA SILVA**

Realizada em 20 de Fevereiro de 2018

Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
(Orientador)

Profa. Dra. Veridiana Fernandes da Silveira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Externo

Prof. Dr. Guilherme de Oliveira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a todos os
pesquisadores, em especial aos
Ortopterólogos que em meio a tantas
dificuldades desenvolvem seus trabalhos
com muito amor.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sei que sem sua presença constante em minha vida esse sonho não se tornaria real;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pelas colaborações durante esses anos;

À agência de financiamento CAPES pela concessão da bolsa;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano, e a minha Co-orientadora, Profa. Dra. Elissandra Ulbricht Winkaler, serei sempre grata, pela confiança e ensinamentos;

Aos motoristas do CCAAB em especial, Diogenes e Jorge Vale, pela paciência e parceria durante o período de coletas;

Aos amigos que encontrei ao longo dessa caminhada e que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, em especial Gleice Ane Gonçalves e Ana Marcia;

Aos companheiros do Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos (LETI) Murilo Campos, Larissa Melo, André Caetité, Wanessa Batista, Maiara Lima, Railson Alves, Iago Moura, Pâmela Conceição e Aline Santos. Obrigada pela amizade e apoio sempre!

E aos que já não fazem mais parte do LETI, mas sempre estiveram dispostos a me ajudar nas coletas: Camila Vieira, Barbara Santos, Suelen França e Manuela Oliveira;

Aos colegas do Laboratório de Ecotoxicologia Aquática (LABEA) especialmente a Theila Santana, pela amizade e contribuições no desenvolvimento deste trabalho;

À Daniela Silva, Katia Matiotti e Renan Oliver pela ajuda nas identificações;

Ao Professor Guilherme de Oliveira pelas colaborações nas análises estatística;

À minha família pelo incentivo e palavras de carinho em especial aos meus pais Anely e José Carlos e meus avós Maria Ana e Bernardo;

À Roseli Nogueira, Carine Brasil, Taise Paixão, Lilian Santana e Bruna Gaudêncio obrigada pelo apoio de sempre. Amigas de longas datas, amo vocês!

Ao meu noivo Jonatas, obrigada pela paciência, carinho, incentivo e todo apoio em minhas escolhas;

E a todos que participaram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Meu muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
REFERENCIAL TEÓRICO	1
ARTIGO 1	
ANALISE DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM DUAS LOCALIDADES NA SERRA DA JIBOIA, BAHIA	18
ARTIGO 2	
BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE GAFANHOTOS <i>Abracris</i> <i>flavolineata</i> (DE GEER, 1773) (ACRIDIDAE: OMMATOLAMPIDINAE) EM TESTES ECOTOXICOLÓGICOS	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	67

**BIODIVERSIDADE E ECOTOXICOLOGIA DE GAFANHOTOS
(ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM UM REMANESCENTE DE MATA
ATLÂNTICA, SERRA DA JIBOIA, BAHIA**

Autora: Ana Catia Santos da Silva

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Lhano

Coorientadora: Profa. Dra. Elissandra Ulbricht Winkaler

RESUMO: Os estudos sobre a composição de espécies das comunidades de Caelifera (Orthoptera) no bioma de Mata Atlântica são escassos. Com o objetivo de determinar a comunidade gafanhotos da Serra da Jiboia, Bahia, foram realizadas coletas em duas localidades (Baixa de Areia e Baixa Grande), bimestralmente de maio de 2016 à maio 2017, totalizando 14 amostras (sete em cada ponto). Estas foram realizadas com auxílio de rede entomológica, com esforço amostral de três coletores e 180 minutos. Foram capturados 1.939 indivíduos, que corresponderam à 853 adultos (539 machos, 314 fêmeas) e 1.086 ninfas, pertencentes à seis famílias, 11 subfamílias, 22 gêneros e 26 espécies. Dentre as espécies amostradas, selecionou-se *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773), para verificar a atividade enzimática da Catalase (CAT) e da Glutathione S-transferase (GST) em machos e fêmeas, utilizando como material biológico o intestino médio. Nessas análises foram utilizados 160 indivíduos, sendo 100 machos e 60 fêmeas, os quais corresponderam a 10 amostras de cada sexo por ponto analisado. Com os resultados dos biomarcadores bioquímicos avaliados, pode-se observar que nos machos a atividade das enzimas CAT e GST foi significativamente maior, quando comparados com as fêmeas. Em relação à comparação entre as duas áreas de coleta, não houve diferença significativa. O estudo além de contribuir com o conhecimento da fauna de gafanhotos para a Bahia possibilitou verificar a diferença na atividade das enzimas Catalase e Glutathione S-Transferase de machos e fêmeas de *A. Flavolineata*.

Palavras chave: Diversidade, Sinecologia, Biomarcadores, Enzimas.

**BIODIVERSITY AND ECOTOXICOLOGY OF GRASSHOPPERS
(ORTHOPTERA: CAELIFERA) IN REMNANT OF ATLANTIC FOREST,
SERRA DA JIBOIA, BAHIA**

Author: Ana Catia Santos da Silva
Adviser: Dr. Marcos Gonçalves Lhano
Coorientadora: Profa. Dr^a. Elissandra Ulbricht Winkaler

ABSTRACT: Studies on the composition of Caelifera (Orthoptera) assemblages in the Atlantic Forest biome are scarce. With the aim to determine the grasshopper assemblage of Serra da Jiboia (Bahia), samples were collected in two locations (Baixa de Areia and Baixa Grande), bimonthly from May 2016 to May 2017, in a total of 14 samples (seven at each local). These were performed using an entomological net, with a sampling effort of three collectors and 180 minutes. 1,939 individuals were captured, corresponding to 853 adults (539 males, 314 females) and 1,086 nymphs, belonging to six families, 11 subfamilies, 22 genera and 26 species. Among the species sampled, *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) was used to verify the enzymatic activity of Catalase (CAT) and Glutathione S-transferase (GST) in males and females, using the midgut as the biological material. In these analyzes 160 individuals were used (100 males and 60 females), which corresponded to 10 samples of each sex per analyzed site. The ecotoxicological analyzes indicated that the male of *A. flavolineata* had greater enzymatic potential when compared to the females, and there was no significant difference when compared to the two sampled areas. The study, besides contributing to the knowledge of grasshopper fauna to Bahia, allowed to verify the activity of the enzymes Catalase and Glutathione S-Transferase in *A. flavolineata*. Besides, indicated that male individuals of this species presented greater enzymatic activity against the possible disturbances in their habitat when compared with females, using the midgut as biological material.

Keywords: Diversity, Sinecology, Biomarkers, Enzymes.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um bioma formado por conjuntos florestais com pequenos fragmentos isolados (EISENLOHR; OLIVEIRA-FILHO, 2014). É a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, distribuindo-se ao longo de toda a costa brasileira até o nordeste da Argentina e leste do Paraguai em sua porção sul (SILVA; CASTELETTI, 2003). Composta por Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta, este bioma é de fundamental importância biológica por estar diretamente relacionado com o equilíbrio climático, além de preservar um vasto patrimônio histórico e cultural (MMA, 2017).

Por apresentar uma ampla distribuição, a Mata Atlântica vem passando por severas ações antrópicas desde a chegada dos Europeus a mais de 500 anos atrás (DUTRA et al., 2015). Essa destruição da floresta nativa vem acarretando uma baixa na biodiversidade natural fragmentando este bioma em áreas cada vez mais suscetíveis à degradação (AMORIM et al., 2013).

Estima-se que sua cobertura florestal foi reduzida a 16% de sua extensão original (RIBEIRO et al., 2009). Os mesmo autores destacam que os índices de desmatamento são mais graves nos estados do nordeste do Brasil, restando apenas de 1 a 2% de sua cobertura original, sendo a maior parte no sul da Bahia. No entanto, a Mata Atlântica é considerada a região mais rica do mundo em biodiversidade, com áreas protegidas, que são essenciais para o equilíbrio climático, sendo prioritária para a conservação da biodiversidade mundial (MMA, 2017).

Porém, diante da destruição que essa área vem passando ao longo dos anos, muitas das espécies endêmicas foram extintas antes mesmo de serem descritas, e muitas outras provavelmente desaparecerão sem ao menos serem registradas (MORELLATO et al., 2000). Mesmo com o intenso desmatamento e fragmentação, a Mata Atlântica, juntamente com seus ecossistemas associados (restingas e manguezais), ainda é extremamente rica em biodiversidade, abrigando um elevado número de espécies e apresentando

altos níveis de endemismo, sendo considerada um dos pontos-chave para a conservação da biodiversidade global (GIULIETTI; FORERO, 1990; MITTERMEIER et al., 2005).

As espécies endêmicas não estão homoganeamente distribuídas através do bioma da Mata Atlântica, tendo espécies endêmicas agrupadas em sub-regiões biogeográficas, as quais são amplamente reconhecidas por sustentar níveis elevados de diversidade, hospedando espécies endêmicas de diversos grupos, incluindo anfíbios, aves, mamíferos e insetos (TABARELLI et al., 2010).

Este bioma é visto como fonte de grande variedade de espécies de insetos o que possibilita a realização de estudos sobre biodiversidade (RICKLEFS; MILLER, 2000). O grupo dos insetos apresenta uma enorme diversidade ecológica, os quais são adaptados a viver predominantemente em ambiente terrestre, com alguns adaptados a ambiente aquático desempenhando importante função ecológica (VANIN et al., 2012).

Por desempenhar importante papel ecológico sobre as vegetações, a presença de algumas dessas espécies de insetos, estão diretamente relacionado com os recursos disponíveis em cada micro habitat (AZEVEDO et al., 2011). Esses estão presentes em grande parte dos habitats terrestres, dominando as cadeias e teias alimentares (LUZ et al., 2013).

Fatores como precipitação, temperatura, relevo e clima da Mata Atlântica influenciam na presença de algumas espécies de insetos (UVAROV, 1977). Essas condições ocasionam modificações tanto na dinâmica de suas populações, quanto na reprodução e ciclo de vida dos indivíduos presentes nesse ambiente (SILVA et al., 2010).

Os insetos apresentam padrões de distribuição associados à alimentação, fatores antrópicos, quantidade de luz e sombra, assim como a Ordem Orthoptera Olivier, 1791, pertencente à classe Insecta, que podem demonstrar um modelo de distribuição característico entre adultos e ninfas relacionado ao tipo de vegetação (ALMEIDA; CÂMARA, 2008). Essa Ordem ocorre principalmente nos trópicos, sendo encontrados também com alta diversidade em diferentes regiões geográficas (AMÉDÉGNATO, 1993).

A Ordem Orthoptera

A Ordem Orthoptera divide-se em duas Subordens: Ensifera (representados pelos grilos, esperanças e paquinhas) e Caelifera (pelos gafanhotos). Os primeiros registros de Ensifera ocorreram no final do Permiano e Caelifera apenas no Triássico (GRIMALDI; ENGEL, 2005). Esta é a Ordem com maior diversidade de espécies na divisão Polyneoptera, que inclui todos os insetos ortopteróides (SONG et al., 2015).

Os indivíduos adultos da Ordem Orthoptera apresentam como principais características: aparelho bucal do tipo mastigador, cabeça hipognata, pronoto com extensão lateral cobrindo a propleura, o primeiro par de asas do tipo tégmina usadas para proteção e o segundo membranosa com veias longitudinais e transversais e pernas posteriores adaptadas para o salto (SPERBER et al., 2012). São insetos hemimetábolos, cujo desenvolvimento passa pelos estágios ovo, ninfa e adulto, com cinco a seis mudas, sendo que todas as fases são encontradas no mesmo ambiente (SPERBER et al., 2012; CARRANO-MOREIRA, 2015).

Os indivíduos pertencentes a esta Ordem apresentam variações nos padrões de coloração entre inconspícuo (não notável em meio à vegetação) ou conspícuo (facilmente visível), cores aposemáticas e muitos com mimetismo como mecanismo de defesa (CARRANO-MOREIRA, 2015). Algumas espécies são reconhecidas pela capacidade de saltar quando são perturbados e outras pela capacidade de emitir sons, principalmente no período noturno. A produção de sons ocorre por fricção das asas (grilos e esperanças), por fricção entre asa e fêmur (gafanhotos) ou abdômen e fêmur (gafanhotos da família Acrididae) (SPERBER et al., 2012).

Quanto ao hábito alimentar, a maioria das espécies são fitófagas, mas também são encontradas algumas espécies predadoras (alguns Ensifera) ou que se alimentam de matéria orgânica em decomposição (SPERBER et al., 2012). Essa Ordem forrageia em vários ambientes e podem apresentar grandes variações em sua composição de espécie, a depender da qualidade da vegetação, as quais podem mudar de um habitat para outro (GUIDO; GIANELLE, 2001).

Ao longo dos anos, o conhecimento sobre os gafanhotos neotropicais foi aprofundado por meio das revisões taxonômicas, como referido por Almeida e Câmara (2008). Pesquisas como as realizadas por Carbonell (1977), Roberts e Carbonell (1981), Mesa et al. (1982), Amédégnato (1993), Cigliano et al. (2000), Lhano e Costa (2008) e Song et al. (2015), contribuíram com estudos sobre sistemática, biogeografia, paleontologia, evolução e diversidade destes insetos, e ampliaram o conhecimento sobre este grupo.

Atualmente à Ordem Orthoptera encontra-se com 27.692 espécies válidas distribuídas mundialmente. Na subordem Caelifera, os gafanhotos da família Acrididae são os mais representativos, com 26 subfamílias distribuídas mundialmente, desses 12 apresentam ocorrência no Brasil (CIGLIANO et al. 2017).

A comunidade de Orthoptera na Mata Atlântica

São escassos os estudos sobre a composição de espécies nas comunidades de gafanhotos presentes no bioma de Mata Atlântica e essa lacuna é ainda maior para o estado da Bahia. Fatores como a falta de financiamento e o baixo número de taxônomo especialistas neste grupo, dificultam a realização destes estudos (PIRES; MARINONI, 2010).

Dos trabalhos realizados no Brasil com o objetivo de caracterizar a comunidade de gafanhotos, podem-se destacar:

- Graciani et al. (2005) que estudou a comunidade de gafanhotos às margens do Rio Uruguai, no município de Chapecó, região Oeste de Santa Catarina. Nesse estudo, foram coletados 713 gafanhotos pertencentes à 18 espécies.
- Almeida e Câmara (2008), em estudos realizados no estado de Pernambuco, verificaram que o padrão de distribuição de indivíduos está diretamente associado com os tipos de vegetação e os fatores antrópicos presente neste ambiente. Os mesmos autores ainda reforçaram a importância de estudar a ecologia destes insetos, com o objetivo de ampliar o número de informações sobre este grupo.
- Lutinski et al. (2011) que ao realizarem a análise faunística em diferentes tipos vegetacionais em três áreas (eucalipto, mata nativa e

pinus) na Floresta Nacional de Chapecó, também em Santa Catarina, coletaram 2.325 indivíduos distribuídos em 25 espécies.

- Nunes-Gutjahr e Braga (2015), que em seu estudo realizaram a análise faunística das espécies de gafanhotos em uma área direta do empreendimento Belo Monte no Pará, onde encontraram a ocorrência de 10 subfamílias e 71 espécies.

- Terra et al. (2017) apresentaram a primeira lista de espécies de gafanhotos encontrados na porção sul da Cordilheira do Espinhaço, em Minas Gerais, e nessa pesquisa foram identificadas 46 espécies, incluindo 17 novas ocorrências para esta região.

Assim, demonstra-se que são raras as pesquisas que objetivam conhecer a estrutura da das comunidades de gafanhotos e assim, torna-se necessário a realização destes estudos que não somente contribuem com o conhecimento da biodiversidade, mas também com a identificação de espécies que possam ser utilizadas como bioindicadores da qualidade ambiental (DIAS, 2008; FERRAZ et al., 2009). Como exemplo, cita-se o estudo realizado por Oliveira et al. (2013) que, ao analisar a composição e diversidade de grilos em diferentes vegetações que compõem uma remanescente florestal de Mata Atlântica no Rio de Janeiro, observaram que os indivíduos respondem as modificações que ocorrem no ambiente, indicando que os mesmos podem ser considerados indicadores ambientais. Deste modo, o conhecimento sobre a comunidade de insetos em uma determinada área, pode indicar as condições biológicas da mesma (RODRIGUES et al., 2017) e verificar os danos que as ações antrópicas podem causar nestas áreas (AZEVEDO et al., 2011).

Ensaio Ecotoxicológicos e sua funcionalidade em estudos com insetos

Por apresentar uma grande diversidade e serem sensíveis a alterações ambientais, os insetos são considerados adequados para estudos que tenham como objetivo avaliar a qualidade ambiental, indicando a condição da área onde são encontrados (BRANCHER; ROZA-GOMES, 2012). Deste modo, a presença ou ausência desses indivíduos podem indicar a qualidade das áreas estudadas, já que a estrutura vegetacional e clima do microhabitat são variáveis importantes para a ocorrência dos mesmos (WEYER et al., 2012).

Como outros insetos, os gafanhotos também são conhecidos por serem bons indicadores ambientais (JONAS; JOERN, 2007). Esta informação é reforçada por Terra et al. (2017), ao afirmarem que estes insetos são sensíveis a perturbações, podendo ser utilizados como bioindicadores, tanto quando ocorre degradação do manejo da terra, quanto à mudança de habitat.

Levando em consideração que apenas os resultados das análises químicas são insuficientes para verificar o impacto ambiental causado pelos poluentes, por não demonstram os efeitos sobre o ecossistema (MORAES, 2000), torna-se importante o uso de sistemas biológicos para detectar a presença de substâncias tóxicas e seus efeitos nos organismos (MAGALHÃES; FERRÃO-FILHO, 2008). Sendo assim, a Ecotoxicologia pode ser eficiente para verificar a presença destes compostos no organismo (ZAGATTO; BETOLETTI, 2008).

A defesa antioxidante é usada como um mecanismo de neutralizar os efeitos tóxicos, relacionada com a capacidade de excretar as concentrações intracelulares, em que alguns compostos são armazenados. Neste sentido, os processos enzimáticos e antioxidantes são de extrema importância para a proteção destes indivíduos contra os efeitos causados por meio de contaminações ou perturbações (KAFEL et al., 2014).

Algumas enzimas, a exemplo da Glutathione S-transferase (GST) e da Catalase (CAT) são comumente utilizadas como biomarcadoras de ambiente contaminado. A GST é uma enzima relacionada com a conjugação e excreção de compostos tóxicos e a CAT uma enzima antioxidante que contém ferro e facilita a decomposição do peróxido de hidrogênio, que é metabolizado para oxigênio molecular e água (COGO et al., 2009).

A enzima GST age no sentido de tornar compostos xenobióticos menos tóxicos, aumentando sua hidrossolubilidade, facilitando sua degradação e excreção (COGO et al., 2009). Citar trabalhos de GST e contaminação.

Já a CAT, uma enzima encontrada em animais, plantas, bactérias e fungos, agindo como um componente de defesa antioxidante e na oxidação de compostos hidrogenados (AEBI, 1984). Cogo et al. (2009) reforça que, o peróxido de hidrogênio (composto tóxico para a célula), que são formados através do contato do organismo com algum composto tóxico, com o passar do

tempo se acumula e o leva ao estresse oxidativo resultando em danos bioquímicos ou genéticos.

Diante dos objetivos e resultados encontrados em trabalhos realizados com insetos em ensaios ecotoxicológicos, verifica-se que as alterações no nível enzimático antioxidante sob condições de estresse ambiental são estabelecidas como indicadores de estresse biótico e abiótico por estes indivíduos (LIJUN et al., 2005).

Dos organismos de ambientes terrestres utilizados nestes tipos de pesquisas estão inclusos os colêmbolos, minhocas e enquitreídeos (BIANCHI et al., 2010), surgindo a ampliação destes testes com outros grupos.

Na maioria dos estudos ecotoxicológicos que visam avaliar a qualidade ambiental, crustáceos (FLOHR et al., 2005; ERZINGER et al., 2015) e peixes (JESUS; CARVALHO, 2008; LINS et al., 2010; NOGUEIRA et al., 2011) são grupos utilizados como bioindicadores. Winkaler et al. (2001) também menciona o potencial do uso de peixes como biomarcadores, em programas de monitoramento ambiental. Esses testes são bem utilizados com organismos aquáticos porque os ecossistemas aquáticos são comumente receptores de contaminantes que são lançados nos corpos d'água por meio das descargas de efluentes ou depositados nos solos (COSTA et al, 2008).

No entanto, outros organismos são importantes, como é o caso de alguns insetos dos quais podemos destacar o gafanhoto da espécie *Chorthippus brunneus* (Thunberg, 1815), que foi estudado por Augustyniak et al. (2005) com o objetivo de avaliar como o gradiente de poluição pode alterar o seu potencial enzimático.

Dos trabalhos realizados com organismos pertencentes à Ordem Orthoptera, destacam-se estudos realizados por Augustyniak e Migula (2000) que verificaram que a atividade enzimática da GST e da CAT sofrem variação em decorrência do sexo e do meio onde esses indivíduos estão inseridos, Augustyniak et al. (2005), Augustyniak et al. (2009) e Augustyniak et al. (2014) que desenvolveram trabalhos usando gafanhotos pertencente a espécie *Chorthippus brunneus* (Thunberg 1815). Além destes, Zhang et al. (2010) estudaram exemplares de *Acrida chinensis* (Westwood, 1842) e Lijun et al., 2005 e Zhang et al. (2011) estudaram *Oxya chinensis* (Thunberg, 1815),

buscando verificar o potencial dessas espécies em análises de qualidade ambiental.

Tendo em vista que o ecossistema é de suma importância para a manutenção da biodiversidade, a conservação dos mesmos é de grande valia para o equilíbrio dos organismos que delas dependem (WINK et al., 2005). Assim, fatores que afetam os processos biológicos dos organismos, tais como as perturbações antrópicas, devem ser evitados, com o propósito de conservar estes ambientes (VIANA; PINHEIRO, 1998).

Nesta perspectiva, estudos que possam promover o conhecimento sobre diversidade, estrutura de comunidade, dinâmica populacional, taxonomia, variações sazonais, estudos ecotoxicológicos que visem analisar a qualidade ambiental, dentre outras vertentes, são de extrema importância para preservar e compreender as comunidades de Orthoptera existente em nosso meio.

Buscando contemplar tais perspectivas este estudo teve com objetivo geral determinar a estrutura de comunidade, bem como suas variações sazonais, além da determinação da atividade das enzimas CAT e da GST em gafanhotos (machos e fêmeas) de *A. flavolineata* em duas áreas de remanescente florestal.

Assim, o presente estudo está apresentado em dois capítulos em forma de artigos, formatados de acordo com as normas dos periódicos a serem submetidos.

Capítulo 1: Análise da estrutura da comunidade de gafanhotos (Orthoptera: Caelifera) em duas localidades na Serra da Jiboia, Bahia.

Periódico: *Journal of Natural History*

Capítulo 2: Biomarcadores bioquímicos de gafanhotos *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) (Acrididae: Ommatolampidinae) utilizados em testes ecotoxicológicos.

Periódico: *Journal of Orthoptera Research*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEBI, H. Catalase in vitro. **Methods in Enzymology**, v. 105, p. 121-126, 1984.

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.

AMÉDÉGNATO, C. African-American relationships in the acridians (Insecta, Orthoptera). **The Africa-South America Connection. Clarendon Press**, Oxford, p. 59-75, 1993.

AMORIM, I. A.; AQUINO, A. L.; SILVA, E. M. J.; MATOS, T. E. S.; SILVA, T. P.; RODRIGUES, D. M. Levantamento de artrópodes da superfície do solo em área de pastagem no assentamento Alegria, Marabá-PA. **Revista Agroecossistemas**, v. 5, n. 1, p. 62-67, 2013.

AUGUSTYNIAK, M.; BABCZYŃSKA, A.; MIGULA, P.; WILCZEK, G.; LASZCZYCA, P.; KAFEL, A.; AUGUSTYNIAK, M. Joint effects of dimethoate and heavy metals on metabolic responses in a grasshopper (*Chorthippus brunneus*) from a heavy metals pollution gradient. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 141, n. 4, p. 412-419, 2005.

AUGUSTYNIAK, M.; BABCZYŃSKA, A.; AUGUSTYNIAK, M. Does the grasshopper *Chorthippus brunneus* adapt to metal polluted habitats? A study of glutathione-dependent enzymes in grasshopper nymphs. **Insect Science**.v.16, p.33-42, 2009.

AUGUSTYNIAK, M.; MIGULA, P. Body burden with metals and detoxifying abilities of the grasshopper - *Chorthippus brunneus* (Thunberg) from industrially polluted areas. **Trace Metals in the Environment**, v. 4, p. 423-454, 2000.

AUGUSTYNIAK, M.; ORZECOWSKA, H.; KEDZIORSKI, A.; SAWCZYN, T.; DOLEZYCH, B. DNA damage in grasshoppers' larvae - Comet assay in environmental approach. **Chemosphere**, v. 96, p. 180-187, 2014.

AZEVEDO, F. R.; MOURA, M. A. R.; ARRAIS, M. S. B.; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 740-748, 2011.

BIANCHI, M. O.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F.C. Importância de estudos ecotoxicológicos com invertebrados do solo. **Embrapa Agrobiologia. Documentos**, 2010. p.36.

BRANCHER, D.; ROZA-GOMES, M. F. Survey of edaphic fauna in forest fragment in the municipality of Anchieta (SC, Brazil), **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 94-98, 2012.

BRASIL - **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 30 Jan. 2018.

BRIONES, M. J. I.; INESON, P.; PIEARCE, T. G. Effects of climate change on soil fauna; responses of enchytraeids, Diptera larvae and tardigrades in a transplant experiment. **Applied Soil Ecology**, v. 6, n. 2, p. 117-134, 1997.

CARBONELL, C. S. Origin, evolution and distribution of the Neotropical acridomorph fauna (Orthoptera): a preliminary hypothesis. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 36, n. 1-4, p. 153-175, 1977.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Insetos**: Manual de Coleta e identificação. 2° ed. Rio de Janeiro, Technical Books, p. 142-143, 2015.

CIGLIANO, M. M.; BRAUN, H.; EADES, D. C.; OTTE, D. **Orthoptera Species File**. Version 5.0/5.0. 2017. Disponível em: <<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>>. Acesso em 25. Mai. 2017.

CIGLIANO, M. M.; WYSIECKI, M. L.; LANGE, C. E. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) species diversity in the Pampas, Argentina. **Diversity and Distributions**, v. 6, n. 2, p. 81-91, 2000.

COGO, A. J. D.; SIQUEIRA, A. F.; RAMOS, A. C.; CRUZ, Z. M. A.; SILVA, A. G. Utilização de enzimas do estresse oxidativo como biomarcadoras de impactos ambientais. **Natureza on line**, v.7, n.1, p.37-42. 2009.

COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPINDOLA, E. L.G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

DIAS, S. C. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 373-379, 2008.

DUTRA, S. S.; JOSE, L. A. F.; JOSÉ, A. D. Devastação florestal no oeste brasileiro: colonização, migração e a expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Revista de Historia Iberoamericana**, v. 8, n. 2, 2015.

EISENLOHR, P. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree species composition in areas of Atlantic Forest in southeastern Brazil is consistent with a new system for classifying the vegetation of South America. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n. 2, p. 227-233, 2014.

ERZINGER, G. S.; SOUZA, S. C.; PINTO, L. H.; HOPPE, R.; CIAMPO, L. F. D.; SOUZA, O.; CORREIA, C. H. G.; HÄDER, D. P. Assessment of the impact of chlorophyll derivatives to control parasites in aquatic ecosystems. **Ecotoxicology**, v. 24, n. 4, p. 949-958, 2015.

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

FLOHR, L.; BRENTANO, D. M.; CARVALHO-PINTO, C. R. S; MACHADO, V. G.; MATIAS, W. G. Classificação de resíduos sólidos industriais com base em testes ecotoxicológicos utilizando *Daphnia magna*: uma alternativa. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p.7-18, 2005.

GIULIETTI, A. M.; FORERO, E. Diversidade taxonômica e padrões de distribuição das angiospermas brasileiras. **Acta Botanica Brasilica**, v. 4, n.1, p. 3-10, 1990.

GRACIANI, C.; GARCIA, F. R. M.; DA COSTA, M. K. M. Análise faunística de gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em fragmento florestal próximo ao Rio Uruguai, município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 87-98, 2005.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. New York: Cambridge University Press, p. 202-211, 2005.

GUIDO, M.; GIANELLE, D. Distribution patterns of four Orthoptera species in relation to microhabitat heterogeneity in an ecotonal area. **Acta Oecologica**, v. 22, n. 3, p. 175-185, 2001.

JESUS, T. B.; CARVALHO, C. E. V. Utilização de biomarcadores em peixes como ferramenta para avaliação de contaminação ambiental por mercúrio (Hg). **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 7, 2008.

JONAS, J. L.; JOERN, A. Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) communities respond to fire, bison grazing and weather in North American tallgrass prairie: a long-term study. **Oecologia**, v. 153, n. 3, p. 699-711, 2007.

KAFEL, A.; ROZPEDEK, K.; SZULINSKA, E.; ROSZKA, A. Z.; MIGULA, P. The effects of cadmium or zinc multigenerational exposure on metal tolerance of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 21, n. 4, p. 4705-4715, 2014.

- LHANO, M. G.; DA COSTA, M. K. M. Orthoptera, Acrididae, Leptysminae, *Cylindrotettix riverae riverae* Roberts, 1975: New occurrence in Brazil, expanding its South American range. **Check List**, v. 4, n. 1, p. 69-74, 2008.
- LIJUN, L.; XUEMEI, L.; YAPING, G.; ENBO, M. Activity of the enzymes of the antioxidative system in cadmium-treated *Oxya chinensis* (Orthoptera Acridoidae). **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 20, n. 3, p. 412-416, 2005.
- LINS, J. A. P. N.; KIRSCHNIK, P. G.; QUEIROZ, V. S.; CIRIO, S. M. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. **Revista acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 4, p. 469-484, 2010.
- LUTINSKI, C. J.; LUTINSKI, J. A.; COSTA, M. K. M.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de gafanhotos na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 65, p. 43, 2011.
- LUZ, R. A.; FONTES, L. S.; CARDOSO, S. R. S.; LIMA, É. F. B. Diversity of the Arthropod edaphic fauna in preserved and managed with pasture areas in Teresina-PiauÍ-Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 3, p. 483-489, 2013.
- MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO-FILHO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 355-381, 2008.
- MESA, A.; FERREIRA, A.; CARBONELL, C. S. Cariología de los acridoideos neotropicales: estado actual de su conocimiento y nuevas contribuciones. **Annales de la Société Entomologique de France**. v. 18, p. 507-526, 1982.
- MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, R. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 601-607, 2005.

MORAES, R. Estudos sobre Poluição Marinha: Importância e Perspectivas. In.: MORAES, R.; CRAPEZ, M.; PFEIFFER, W.; FARINA, M.; BAINY, A.; MORELLATO, L.; PATRÍCIA C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: the Brazilian atlantic forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 786-792, 2000.

NOGUEIRA, D. J.; DE CASTRO, S. C.; DE SÁ, O. R. Utilização das brânquias de *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski, 2000) (Teleostei, Characidae) como biomarcador de poluição ambiental no reservatório UHE Furnas - MG. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 11, n. 3, 2011.

NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. S. Análise faunística de gafanhotos Acridoidea da Volta Grande do Rio Xingu, área de influência direta da Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 7, p. 1220-1227, 2015.

OLIVEIRA, C. S. P.; MENDES, M. P.; DUARTE, M. N.; RODRIGUES, W. C. Composição e diversidade da fauna de grilos (Orthoptera: Grylloidea) em um fragmento de Floresta Pluvial Atlântica do estado do Rio de Janeiro. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 3, p. 184-192, 2013.

PIRES, A. C.; MARINONI, L. DNA barcoding and traditional taxonomy unified through Integrative Taxonomy: a view that challenges the debate questioning both methodologies. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 339-346, 2010.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICKLEFS, R. E.; MILLER, G. L. **Ecology**. New York: W. H. Freeman & Co. p.822, 2000.

ROBERTS, H. R.; CARBONELL, C. S. A revision of the Neotropical genus *Abracris* and related genera (Orthoptera, Acrididae, Ommatolampinae).

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, n. 133, p. 1-14, 1981.

RODRIGUES, M. J. A.; TAVARES, A. A.; ARAÚJO, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; TEODORO, M. S.; COSTA, N. L. Fauna edáfica em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril com coqueiros. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2017.

SILVA, F. R. J.; MARQUES, M. I.; BATTIROLA, L. D.; LHANO, M. G. Fenologia de *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae) em *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) no Norte do Pantanal de Mato Grosso. **Neotropical Entomology**, v. 39, p.535-542, n. 4, 2010.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. CABS and Island Press, Washington, p. 43-59, 2003.

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**, v. 31, n. 6, p.1-31, 2015

SPERBER, C. F.; MEWS, C. M.; LHANO, M. G.; CHAMORRO, J.; MESA, A. Orthoptera. In.: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Editora Holos, p.272, 2012.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; PERES, C. A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.

TERRA, B. R.; GATTI, F. D.; CARNEIRO, M. A. A.; COSTA, M. K. M. The grasshoppers (Orthoptera: Caelifera) of the grasslands in the southern portion

of the Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Check List**, v. 13, n. 1, p. 2052, 2017.

UVAROV, B. Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology Vol. 2. Behaviour, ecology, biogeography, population dynamics. **Centre for Overseas Pest Research**, pp.662, 1977.

VANIN, S. A. Filogenia e Classificação. In.: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão preto: Editora Holos, p. 82, 2012.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.

WEYER, J.; WEINBERGER, J.; HOCHKIRCH, A. Mobility and microhabitat utilization in a flightless wetland grasshopper, *Chorthippus montanus* (Charpentier, 1825). **Journal of Insect Conservation**, v. 16, n. 3, p. 379-390, 2012.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Soilborne insects as indicators of environmental quality, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.

WINKALER, E. U.; SANTOS, T. R. M.; MACHADO-NETO, J. G.; MARTINEZ, C. B. R. Biomarcadores histológicos e fisiológicos para o monitoramento da saúde de peixes de ribeirões de Londrina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 507-514, 2001.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática: princípios e aplicações**. 2.ed. São Carlos: Rima, 2008.

ZHANG, Y.; SUN, G.; YANG, M.; WUA, H.; ZHANG, J.; SONG, S.; MA, E.; GUO, Y. Chronic accumulation of cadmium and its effects on antioxidant enzymes and malondialdehyde in *Oxya chinensis* (Orthoptera: Acridoidea). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, n. 5, p. 1355-1362, 2011.

ZHANG, Z.; WANG, Q.; ZHENG, Z.; ZHENG, N.; LU, X. Mercury distribution and bioaccumulation up the soil-plant-grasshopper-spider food chain in Huludao City, China. **Journal of Environmental Sciences**, v. 22, n. 8, p. 1179-1183, 2010.

ARTIGO 1

ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM DUAS LOCALIDADES NA SERRA DA JIBOIA, BAHIA¹

¹Artigo ajustado e a ser traduzido para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Journal of Natural History*, em versão na língua inglesa.

ANÁLISE DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE GAFANHOTOS (ORTHOPTERA: CAELIFERA) EM DUAS LOCALIDADES NA SERRA DA JIBOIA, BAHIA

Ana Catia Santos da Silva e Marcos Gonçalves Lhano

Resumo: A Ordem Orthoptera ocorre principalmente nos trópicos. São escassos os estudos sobre a composição de espécies dessas comunidades no bioma de Mata Atlântica, principalmente no estado da Bahia. Com o objetivo de caracterizar a comunidade de gafanhotos (Orthoptera: Caelifera) presente em duas áreas na Serra da Jiboia, Bahia, sendo elas: Baixa de Areia e Baixa Grande, foram realizadas coletas por meio de buscas ativas com auxílio de rede entomológica e em meses alternados, de maio de 2016 à maio de 2017, totalizando 14 coletas, sendo sete em cada localidade. As coletas foram realizadas em períodos diurnos, com esforço amostral de 180 minutos, realizadas por três coletores simultaneamente, distantes entre si por cinco metros. Foi coletado o total de 1.939 indivíduos, que corresponderam à 853 adultos (44%), dos quais 539 machos (63%) e 314 fêmeas (37%), e 1.086 ninfas (56%). Dos gafanhotos adultos identificaram-se 26 espécies, distribuídas em 22 gêneros, 11 subfamílias e seis famílias. Dessas, a família Acrididae foi a mais abundante com 798 indivíduos adultos e 1021 ninfas. As análises de diversidade mostraram maior diversidade na Baixa Grande quando comparado com a Baixa de Areia nos índices utilizados: índice de Simpson (0,8369), índice de Shannon_H (2,2) e Margalef (3,552). A localidade de Baixa Grande também apresentou a maior uniformidade de espécies (0,7017). Para o índice de Berger-Parcker, os resultados mostram que a Baixa de Areia apresentou maior dominância de espécies (0,4353). Conclui-se que a localidade Baixa Grande é mais rica e mais diversa que a Baixa de Areia, com maior número de espécies exclusivas e maior abundância. No entanto, a Baixa de Areia mesmo apresentando menor diversidade, registrou a ocorrência de um novo táxon.

Palavras- Chave: Biodiversidade, Diversidade, Mata Atlântica, Sinecologia.

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE GRASSHOPPER ASSEMBLAGE (ORTHOPTERA: CAELIFERA) IN TWO LOCALITY AT THE SERRA DA JIBOIA, BAHIA

Ana Catia Santos da Silva e Marcos Gonçalves Lhano

Abstract: The Order Orthoptera occurs mainly in the tropics, and there are few studies on the composition of species of these communities in the Atlantic Forest biome, mainly in the state of Bahia. With the aim of characterizing the grasshopper assemblage (Orthoptera: Caelifera) present in two areas in the Serra da Jiboia, Bahia, being them: Baixa de Areia and Baixa Grande, collections were carried out by active searches using an entomological net and in alternate months, from May 2016 to May 2017, in a total of 14 collections, seven in each locality. The collections were carried out in diurnal periods, with a sampling effort of 180 minutes, carried out by three collectors simultaneously, distant each other by five meters. A total of 1.939 individuals were collected, corresponding to 853 adults(44%), of which 539 males (63%) and 314 females (37%), and 1.086 (56%) nymphs. Were identified 26 species of adult grasshoppers, distributed in 22 genera, 11 subfamilies and six families. The family Acrididae was the most abundant with 798 adult individuals and 1021 nymphs. Diversity analyzes showed greater diversity in the Baixa Grande when compared to the Baixa de Areia in all indices used: Simpson index (0.8369), Shannon_H index (2.2) and Margalef (3.552). The locality of Baixa Grande also showed the highest species uniformity (0.7017). For the Berger-Parcker index, the results show that Baixa de Areia presented higher species dominance (0.4353). It can be concluded that the sampled site of Baixa Grande is richer and more diverse than Baixa de Areia, with a greater number of exclusive species and greater abundance. However, the Baixa de Areia, although presenting a lower diversity, registered the occurrence of a new taxon.

Keywords: Biodiversity, Diversity, Atlantic Forest, Sinecology.

Introdução

Os insetos pertencentes à Ordem Orthoptera são cosmopolitas (Sperber et al. 2012), ocorrendo principalmente nos trópicos e dominantes em ambientes terrestres (Gullan e Cranston 2007). Atualmente com 27.692 espécies válidas (Cigliano et al. 2017). Essa Ordem divide-se em duas Subordens: Ensifera (representados pelos grilos, esperanças e paquinhas) e Caelifera (pelos gafanhotos) (Grimaldi e Engel 2005).

Os indivíduos pertencentes à subordem Ensifera são caracterizados por apresentarem antenas com mais de 30 antenômeros, ovipositor longos e órgão timpânico na tíbia anterior. Já os representantes da subordem Caelifera apresentam antenas com menos de 30 antenômeros, ovipositor curtos e órgão timpânico localizado na região basal lateral do abdômen (Sperber et al. 2012).

Para a subordem Caelifera estão descritas mais de 12.000 espécies distribuídas em 2.400 gêneros e divididas em duas infraordens: Tridactylidea e Acrididea (Song et al. 2015). Nesta, a maior Superfamília é Acridoidea com 11 famílias existentes mundialmente (Acrididae, Dericorythidae, Lathiceridae, Lentulidae, Lithidiidae, Ommexechidae, Pamphagidae, Pamphagodidae, Pyrgacrididae, Romaleidae e Tristiridae), das quais a família Acrididae é a mais representativa com 26 subfamílias (Cigliano et al. 2017). Os mesmos autores informam que destas subfamílias, 12 ocorrem no Brasil, sendo elas: Acridinae, Copiocerinae, Cyrtacanthacridinae, Gomphocerinae, Leptysminae, Marelliinae, Melanoplinae, Oedipodinae, Ommatolampidinae, Pauliniinae, Proctolabinae e Rhytidochrotinae.

A Ordem Orthoptera apresenta importância ecológica por apresentarem hábito desfolhador participando ativamente da ciclagem de nutrientes (Triplehorn e Jonnson 2011) contribuindo para a produção de matéria orgânica no solo, além de servirem de alimento para muitos vertebrados e invertebrados, compondo a base da cadeia trófica (Carrano-Moreira 2015).

Por terem hábito de alimentarem de plantas, muitas espécies apresentam grande importância econômica e são consideradas pragas, podendo destruir cultivos inteiros (Carrano-Moreira 2015). A presença destes indivíduos em regiões com plantações podem gerar sérios prejuízos econômicos aos agricultores por destruírem as plantações (Buzzi 2010), que

são causados principalmente pelas espécies que apresentam hábitos gregários ou migratórios formando as conhecidas nuvens de gafanhotos (Triplehorn e Jonnson 2011; Carrano-Moreira 2015). Sua capacidade de reproduzir e migrar rapidamente para outras áreas torna-as potencialmente ameaçadoras para as plantações próximas (Zanetti et al. 2003).

No Brasil, Zanetti et al. (2003) relataram a ocorrência de *Eutropidacris cristata* (Linnaeus, 1758) atacando plantações de eucaliptos em Minas Gerais. Foram também relatadas as presenças de *Dichroplus misionensis* Carbonell, 1968 e *Xyleus discoideus* (Serville, 1831) em plantações de laranjeira em Santa Catarina (Campos et al. 2001). Além destas, outras espécies de Orthoptera também são destacadas como pragas de cana de açúcar, hortaliças, eucalipto, soja, café, bananeiras, entre outros cultivos, e entre estas, têm-se *Schistocerca cancellata* (Serville, 1838), *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906), *Neocurtilla hexadactyla* (Perty, 1832), *Gryllus* spp. Linnaeus, 1758 e *Anurogryllus* spp. Saussure, 1877 (Lhano 2017; Sperber et al. 2012).

Em virtude dos danos que ocasionam nas plantações (Buzzi 2010), estes insetos despertam cada vez mais interesse na realização de estudos que possam promover o conhecimento de sua diversidade e importância agrícola (Amédégnato 1993). Deste modo, reforça-se cada vez mais a necessidade de estudos que possibilitem conhecer a comunidade destes insetos em biomas brasileiros.

Diante dos poucos trabalhos com essa vertente na Bahia surge a necessidade de pesquisas que visem ampliar o conhecimento sobre este grupo. Assim, o presente estudo tem por objetivo descrever a comunidade de gafanhotos presente em um fragmento de Mata Atlântica do estado, além de verificar a ocorrência de espécies que ainda não existe registro para esta localidade.

Material e Métodos

A Serra da Jiboia (12°52'19.50"S 39°28'53.86"O) (Bahia) está localizada no Recôncavo Sul Baiano, na porção norte do corredor central da Mata Atlântica e abrange os municípios de Castro Alves, Elísio Medrado, Santa

Terezinha, São Miguel das Matas e Varzedo (Costa e Gusmão 2015). Possui 8.611 hectares de extensão e 5.616 hectares de remanescente contínuo de área florestal, em diferentes estágios de conservação (Blengini et al. 2015). Essas áreas são formadas por colinas e montanhas profundamente escavadas, as quais se estendem desde o litoral Sul do estado da Bahia, indo em direção Noroeste e Norte, contemplando a região da Bahia de Todos os Santos (Juncá 2006; Costa e Gusmão 2015).

O estudo foi realizado em dois pontos: Baixa de Areia ($12^{\circ}57'40.10''S$ $39^{\circ}26'54.36''W$) e Baixa Grande ($12^{\circ}54'04.60''S$ $39^{\circ}28'26.23''W$), localizados em porções opostas da Serra da Jiboia (Figura 1).

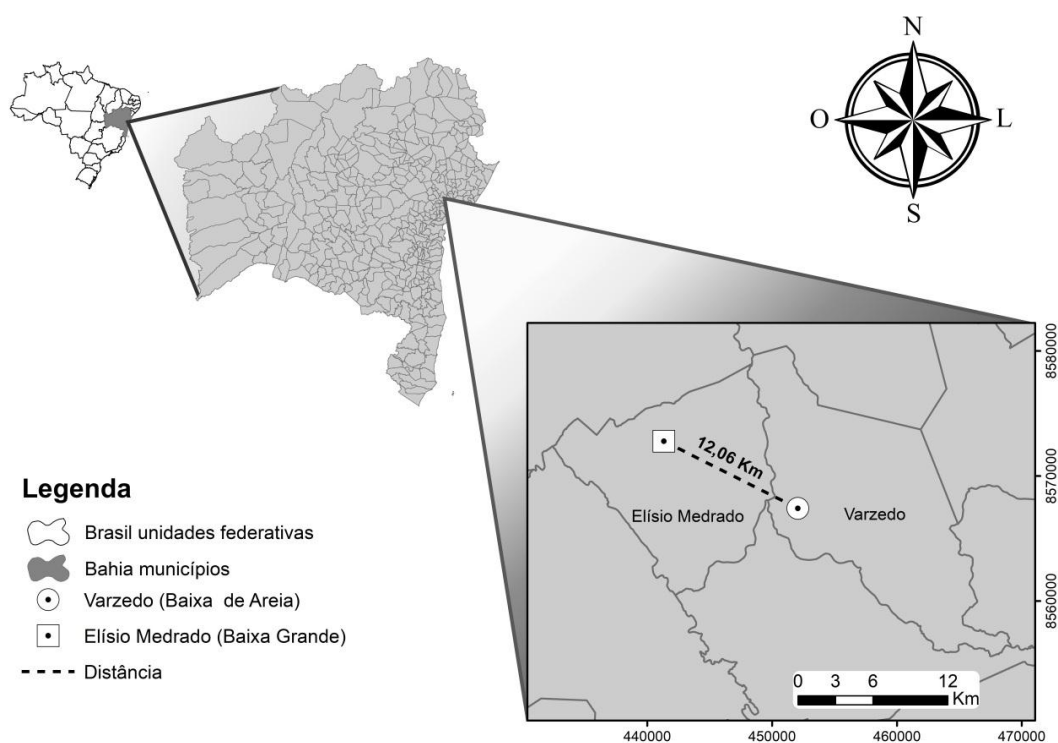


Figura 1. Localização das duas áreas de estudo (Elísio Medrado e Varzedo, Bahia) e distância entre elas de 12,06 km.

Sua extensão abrange áreas de Caatinga em seu lado oeste, Mata Ombrófila Úmida densa ao leste e uma vegetação de campo rupestre no afloramento rochoso, com alguns fragmentos de mata secundária (Juncá 2006; Caiafa 2015).

Conforme as classificações quantitativas e qualitativas destes sítios podem-se encontrar áreas caracterizadas por Floresta Ombrófila Densa Primária, Floresta Secundária em Estágio Avançado de Regeneração, Floresta

Estacional Semidecidual Primária, Floresta Secundária em Estágio Médio de Regeneração e Florestas Secundárias em Estágio Inicial de Regeneração, destacando ainda Floresta com característica típica de Caatinga e transição para a Mata Atlântica (Caiafa 2015). Por apresentar esta multiplicidade em seu ecossistema, a Serra da Jiboia dispõe de uma grande variedade de clima, relevo e solo, conseqüentemente, uma ampla diversidade em sua vegetação e fauna (Loss et al. 2014).

Por toda extensão da Serra da Jiboia é possível encontrar atividades agropecuárias realizadas por produtores rurais (Juncá 2006; Blengini et al. 2015). Na agricultura local destacam-se plantações temporárias de abacaxi, amendoim, batata doce, cana de açúcar, feijão, fumo, mandioca e milho. Entre as plantações permanentes destacam-se banana, cacau, café, coco da bahia, laranja, maracujá e uva (Blengini et al. 2015).

Na vertente Leste, localizada no município de Varzedo, está à localidade de Baixa de Areia (Figura 2), composta por Floresta Ombrófila Densa Atlântica classificada como Floresta Secundária em Estágio Médio de Regeneração (Caiafa 2015). Considerada um dos maiores fragmentos da Serra da Jiboia, uma propriedade privada, onde é possível observar uma extensa área de borda com vegetação de pequeno e grande porte (Blengini et al. 2015).



Figura 2. Localidade de Baixa de Areia localizada no município de Varzedo (BA).

A Baixa Grande (Figura 3) está localizada na porção Sudeste da Serra da Jiboia, no município de Elísio Medrado. A área está composta por Floresta Ombrófila Densa Atlântica, classificada como Floresta Secundária em Estágio

Avançado de Regeneração (Caiafa 2015). Situa-se em uma região próxima ao afloramento rochoso e, apesar de ser uma área de difícil acesso, pela sua declividade, em seu entorno existe cultivo principalmente de cacau *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) e presença constante de caçadores e lenhadores, o que a torna vulnerável à degradação ambiental (Blengini et al. 2015).



Figura 3. Localidade de Baixa Grande localizada no município de Elísio Medrado (BA).

As localidades de Baixa de Areia e Baixa Grande foram selecionadas por apresentarem vastas áreas de borda para a realização das coletas, além de estarem localizadas em lados dispares, o que potencializa a amostragem da comunidade de gafanhotos neste estudo pioneiro para a localidade.

As coletas foram realizadas de forma manual, pelo método de busca ativa, com busca visual e auxílio de rede entomológica, em meses alternados, de maio de 2016 à maio de 2017, perfazendo um total de 14 coletas, sendo 7 em cada ponto amostral. As coletas foram realizadas em período diurno, com esforço amostral de 180 minutos em cada coleta, que foi realizada por três coletores simultaneamente distantes entre si cerca de 5 metros.

Após a captura, os indivíduos eram retirados manualmente da rede entomológica, colocados em sacos plásticos contendo vegetação local para evitar o estresse e armazenados em caixas termoplásticas. Em seguida, o material foi transportado para o Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos (LETI) do CCAAB/UFRB onde foram mantidos em freezer (Consul, CRB39), com baixa temperatura por 12 horas. Após esse período os exemplares foram acomodados em câmara úmida (para amolecer o tegumento) por aproximadamente 08 horas e na sequência os órgãos internos

foram retirados (eviscerados) por meio de um corte longitudinal na membrana cervical, e em seguida, os mesmos foram preenchidos com mistura antifúngica e secante de talco puro + bórax e montados em alfinetes entomológicos.

Após os procedimentos mencionados acima, os exemplares foram mantidos em estufa de secagem (Solab, SL 102) por 72 horas, em temperatura constante de 40°C. Posteriormente, foram armazenados em caixas entomológicas para serem identificados ao menor nível taxonômico.

A identificação taxonômica dos exemplares seguiu a classificação proposta por Amédégnato (1974), com o uso de chaves dicotômicas específicas para cada grupo, consultas a especialistas e comparações com a coleção entomológica de referência presente no laboratório.

Para comparar as áreas foi utilizado o teste “F” da ANOVA com um nível de probabilidade de 5%. Realizou-se a análise de correlação de Pearson, para avaliar a correlação entre indivíduos adultos e ninfas no período de amostragem, utilizando as seguintes variáveis ambientais: temperatura, umidade e precipitação dos meses amostrados. A análise de correlação foi realizada utilizando a função Correl, pelo programa de edição Excel 2010. Os dados meteorológicos foram obtidos pelas estações climatológicas mais próximas das duas áreas de estudos e fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Calculou-se a curva de rarefação das espécies, gerada ao longo dos meses de amostragem para cada área. As análises ecológicas foram realizadas utilizando o software Past, v. 2.16 (Hammer et al. 2001).

Para medir a diversidade nas duas áreas, foram realizadas análises utilizando os índices de diversidade de Shannon-Weiner (H'), Simpson (D), Margalef (d), Equitabilidade de Pielou (J') e dominância de Berger-Parker. O índice de Shannon-Weiner, leva em consideração o quanto às espécies raras e o quanto o tamanho da amostra pode influenciar na diversidade. O índice de Simpson reflete a probabilidade de dois táxons qualquer, coletados aleatoriamente, pertencerem à mesma espécie (Magurran 2013). O índice de Margalef considera que todas as espécies estão uniformemente distribuídas (Lima et al. 2016). A equitabilidade de Pielou é proporcional à diversidade e inversamente proporcional a dominância, o que explica a distribuição dos indivíduos entre as espécies (Rodrigues 2015). A dominância de Berger-Parker

considera a abundância proporcional para a espécie mais abundante (Magurran 2013).

Resultados

Durante o período de amostragem nas áreas Baixa de Areia (BA) e Baixa Grande (BG), foi coletado um total de 1.939 indivíduos que corresponderam à 1.086 ninfas (56%) e 853 (44%) adultos, dos quais 314 são fêmeas (37%) e 539 machos (63%). Na área BA foram amostrados 906 exemplares correspondentes a 363 adultos (40%) e 543 ninfas (60%) e na área BG, coletaram-se 1.033 indivíduos, sendo 490 adultos (47%) e 543 ninfas (53%).

Dos gafanhotos adultos coletados, foram identificadas 26 espécies, distribuídas em 22 gêneros, 11 subfamílias e seis famílias. Dessas, a família que apresentou maior riqueza foi Acrididae (18 espécies), seguida por Romaleidae (3), Tetrigidae (2), Eumastacidae (1), Ommexechidae (1) e Proscopiidae (1). A subfamília com maior riqueza foi Ommatolampidinae (6 espécies) seguido de Gomphocerinae (5). A família Acrididae também foi a mais abundante com 798 indivíduos adultos e 1.021 ninfas, seguido de Romaleidae (21 adultos e 51 ninfas), Tetrigidae (25 adultos e 4 ninfas), Ommexechidae (6 adultos e 5 ninfas), Eumastacidae (2 adultos e 1 ninfa) e Proscopiidae (1 adulto e 1 ninfa).

Foram identificadas 17 espécies para a BA e 23 para a localidade BG, sendo que três espécies ocorreram exclusivamente na localidade BA: *Stenopola dorsalis* (Thunberg, 1827), *Metopomystrum* sp. Gunther, 1939 *Stiphra* sp. Brunner von Wattenwyl, 1890. Em BG, encontrou-se nove espécies exclusivas: *Abila descampsi* Carbonell, 2002, *Descampsacris serrulatum* (Thunberg, 1824), *Eutemnomastax saurus* (Burr, 1899), *Orthoscapheus rufipes* (Thunberg, 1824), *Pseudovilerna maculicrus* Descamps & Amédégnato, 1989, *Rhammatocerus pseudocyanipes* Assis-Pujol, 1997, *Ronderosia bergii* (Stål, 1878), *Ronderosia* sp. Cigliano, 1997 e *Schistocerca cancellata* (Serville, 1838) (Tabela 1).

Das espécies inventariadas, *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) foi a mais abundante (Gomphocerinae) seguido de *Eutryxalis filata* (Walker, 1870)

(Acridinae), com registro nas duas áreas de coleta. No entanto, *Eutryxalis filata* foi à espécie mais abundante na BG, enquanto *O. punctata* foi a mais abundante na BA. Apenas *Abracris dilecta* Walker, 1870, *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773), *Amblytropidia robusta* Bruner, 1906, *Eutryxalis filata* (Walker, 1870), *Orphulella punctata* (De Geer, 1773) e *Scotussa* sp. tiveram ocorrência durante todos os meses de coleta (Tabela 1).

Coletaram-se 25 indivíduos de *Cylindrotettix* sp. Bruner, 1906 (15 machos 10 fêmeas) que, após análise das estruturas externas da terminália conforme Roberts (1975) e confirmação com especialista, verificou-se que trata-se de uma nova espécie e a mesma será descrita posteriormente. Dos indivíduos coletados desta espécie, destaca-se que apenas um foi coletado na localidade BG os demais foram amostrados em BA, sendo que somente no mês de maio de 2016 não foi registrada a ocorrência da mesma. Embora, a localidade da BG tenha apresentando maior riqueza quando comparada com a BA (Figura 4) as duas localidades não apresentarem diferença significativa entre as espécies identificadas pelo teste “F” da ANOVA ($p > 0,05$).

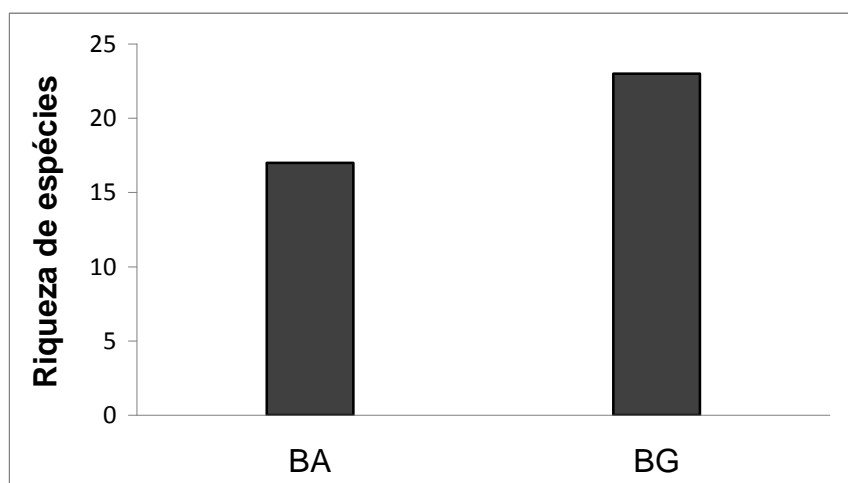


Figura 4. Riqueza de espécies de gafanhotos obtidas na Baixa de Areia (BA) e Baixa Grande (BG), Serra da Jiboia (BA), de maio de 2016 à maio de 2017.

Tabela 1. Número de indivíduos (abundância) e distribuição dos táxons pertencentes a Ordem Orthoptera: Calífera em duas áreas localizadas na Serra da Jiboia, Bahia.

Família	Subfamília	Espécies	Abundância					
			BA		BG		TOTAL	
			♂	♀	♂	♀	♂	♀
Acrididae								
	Acridinae							
		<i>Eutryxalis filata</i> (Walker, 1870)	47	14	103	49	150	63
	Cyrtacanthacridinae							
		<i>Schistocerca cancellata</i> (Serville, 1838)	-	-	1	-	1	-
	Gomphocerinae							
		<i>Amblytropidia australis</i> Bruner, 1904	-	2	-	7	-	9
		<i>Amblytropidia ferruginosa</i> Stål, 1873	-	1	-	2	-	3
		<i>Amblytropidia robusta</i> Bruner, 1906	32	2	59	2	91	4
		<i>Orphulella punctata</i> (De Geer, 1773)	100	58	52	33	152	91
		<i>Rhammatocerus pseudocyanipes</i> Assis-Pujol, 1997	-	-	2	-	-	2
	Lepstisminae							
		<i>Cylindrotettix</i> sp.	14	10	1	-	15	10
		<i>Stenopola dorsalis</i> (Thunberg, 1827)	-	1	-	-	-	1
	Melanoplinae							
		<i>Ronderosia bergii</i> (Stål, 1878)	-	-	-	1	-	1
		<i>Ronderosia</i> sp.	-	-	3	7	3	7
		<i>Scotussa</i> sp.	11	7	3	1	14	8
	Ommatolampidinae							
		<i>Abracris dilecta</i> Walker, 1870	6	1	22	20	28	21
		<i>Abracris flavolineata</i> (De Geer, 1773)	13	11	20	20	33	31
		<i>Liebermannacris dorsualis</i> (Giglio-Tos, 1898)	2	5	-	3	2	8
		<i>Omalotettix obliquus</i> (Thunberg, 1824)	6	6	12	20	18	26
		<i>Orthoscapheus rufipes</i> (Thunberg, 1824)	-	-	-	1	-	1

		<i>Pseudovilerna maculicrus</i> Descamps & Amédégnato, 1989	-	-	3	2	3	2	
Eumastacidae	Temnomastacinae								
		<i>Eutemnomastax saurus</i> (Burr, 1899)	-	-	1	1	1	1	
Ommexechidae	Ommexechinae								
		<i>Descampsacris serrulatum</i> (Thunberg, 1824)	-	-	4	2	4	2	
Proscopiidae	Proscopiinae								
		<i>Stiphra</i> sp.	-	1	-	-	-	1	
Romaleidae	Romaleinae								
		<i>Abila descampsi</i> Carbonell, 2002	-	-	2	1	2	1	
		<i>Tropidacris collaris</i> (Stoll, 1813)		1	1	1	1	2	
		<i>Xyleus discoideus</i> (Serville, 1831)	6	1	4	4	10	5	
Tetrigidae	Metrodorinae								
		<i>Metopomystrum</i> sp.	1	-	-	-	1	-	
		<i>Metrodora</i> sp.	3	1	7	13	10	14	
Total de espécies:		26	Total:	241	122	300	190	539	314

Legenda: BA (Baixa de areia); BG (Baixa Grande), ambas localidades localizadas na Serra da Jiboia, Bahia.

A maior abundância (número de indivíduos) foi observada nos meses de maio e julho de 2016 para a localidade da BG, com uma diminuição nos meses seguintes (setembro, novembro de 2016 e janeiro de 2017) e aumentando novamente nos meses de março e maio de 2017. Já para a BA, ocorreu tendência similar e com abundância elevada no mês de maio 2017 (Figura 5).

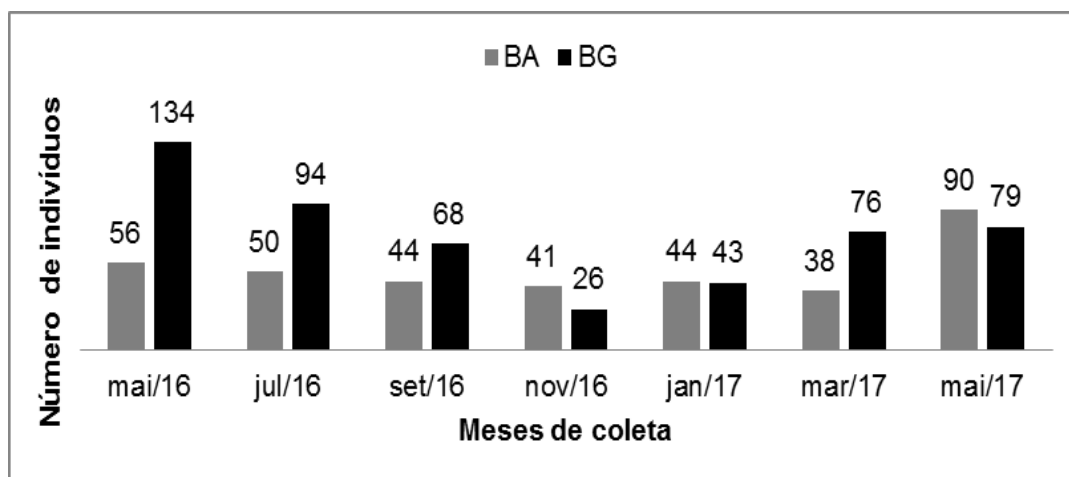


Figura 5. Abundância de gafanhotos adultos amostrados em Baixa de Areia (BA) e Baixa Grande (BG), Serra da Jiboia (BA), de maio de 2016 à maio de 2017.

Observou-se que para a localidade da BG, a maior riqueza foi registrada no mês de julho de 2016 (16 espécies) e a menor nos meses de setembro e novembro, ambas com nove espécies, no ano de 2016. Já em BA, encontrou-se a maior riqueza (12 espécies) nos meses de janeiro e maio de 2017, enquanto no mês de novembro 2017, houve registro de apenas seis espécies para esta localidade. Mesmo não havendo acentuada variação no número de espécies coletadas nas duas áreas, a localidade BG apresentou maior riqueza em quatro dos sete meses de coleta (maio 2016, julho 2016, novembro de 2016 e março de 2017), enquanto em BA, apenas em maio de 2017 (Tabela 2).

No mês de julho, que apresentou maior riqueza com 10 espécie para BA e 16 em BG (Tabela 2), registraram-se os maiores valores para precipitação pluviométrica (98,2 mm) e umidade relativa do ar (81,7%), com o menor índice de temperatura (20,5 °C), o que pode ter influenciado em tal resultado. Também foi o mês com maior número de espécies comuns aos dois pontos de coleta, sendo elas: *A. australis*, *A. dilecta*, *A. flavolineata*, *A. robusta*,

Cylindrotettix sp., *E. filata*, *L. dorsualis*, *O. obliquus*, *O. punctata* e *X. discoideus*.

Tabela 2. Riqueza de gafanhotos adultos coletados nas áreas BA e BG e variáveis abióticas durante o período de maio/2016 - maio/2017, Serra da Jiboia (BA).

Período	BA	BG	Variáveis Abióticas		
	Riqueza	Riqueza	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
Mai/16	11	13	44,6	22,5	81
Jul/16	10	16	98,2	20,5	81,7
Set/16	09	09	59,6	21,2	81,6
Nov/16	06	09	66,8	23,2	78,4
Jan/17	12	12	33,6	24,1	73,4
Mar/17	09	11	32,4	24,4	74,4
Mai/17	12	11	82	22,2	81,5

Legenda: BA – Baixa de Areia; BG – Baixa Grande (pontos de coleta).

O resultado da análise de correlação de Paerson mostrou a relação entre as variáveis climáticas (temperatura, umidade e precipitação) e o número de indivíduos (adultos e ninfas) coletados durante os meses de amostragem. Também foi realizada a análise para o número de indivíduos amostrados com as variáveis ambientais registradas no mês anterior a cada coleta (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de correlação de Pearson entre adultos e ninfas e os fatores abióticos de temperatura, umidade e precipitação referente aos meses de coleta e ao mês anterior a cada mês de coleta.

Fatores abióticos	Meses de coleta		Meses anterior à coleta	
	Adultos	Ninfa	Adultos	Ninfas
Temperatura	-0,52532	-0,71901	-0,11365	-0,74095
Umidade	0,687122	0,743185	0,015328	0,824895
Precipitação	0,349571	0,453198	-0,03832	0,87937

Assim, observou-se que a correlação para a variável temperatura foi negativa para ninfas e adultos para todos os meses correlacionados, indicando que quando essa variável aumenta há uma tendência da diminuição tanto de adultos quanto de ninfas.

A variável temperatura referente às ninfas dos meses anteriores a coleta foi negativo, indicando que quando aumenta a temperatura ocorre uma diminuição no número de ninfas. Já as variáveis umidade e precipitação

apresentaram valores positivos para os meses correlacionados, o que indica um aumento de ninfas e adultos com o aumento de tais variáveis.

Nas figuras 6, 7, e 8 pode-se observar que o número de indivíduos adultos e ninfas coletadas nas duas áreas (BA e BG), apresentou variação quando relacionados com as variáveis climáticas analisadas, sendo elas: Temperatura, Umidade e Precipitação durante os meses de coleta. Também é possível verificar uma maior quantidade de ninfas quando comparada a quantidade de adultos coletados, principalmente nos meses de setembro de 2016 e maio de 2017.

As figuras listadas abaixo indicam, que nos períodos de aumento da temperatura ocorre a diminuição do número de ninfas e adultos e essa redução continua aparente ao diminuir a umidade e precipitação. No entanto, com o aumento da umidade ocorre uma elevação no número de ninfas, como pode ser visto na Figura 7, principalmente nos meses de setembro de 2016 e maio de 2017.

A curva de rarefação de espécies obtidas a partir da amostra total por área (Figura 9) indica que o esforço amostral foi suficiente para coletas realizadas conseguindo atingir o início da estabilidade para ambas as áreas.

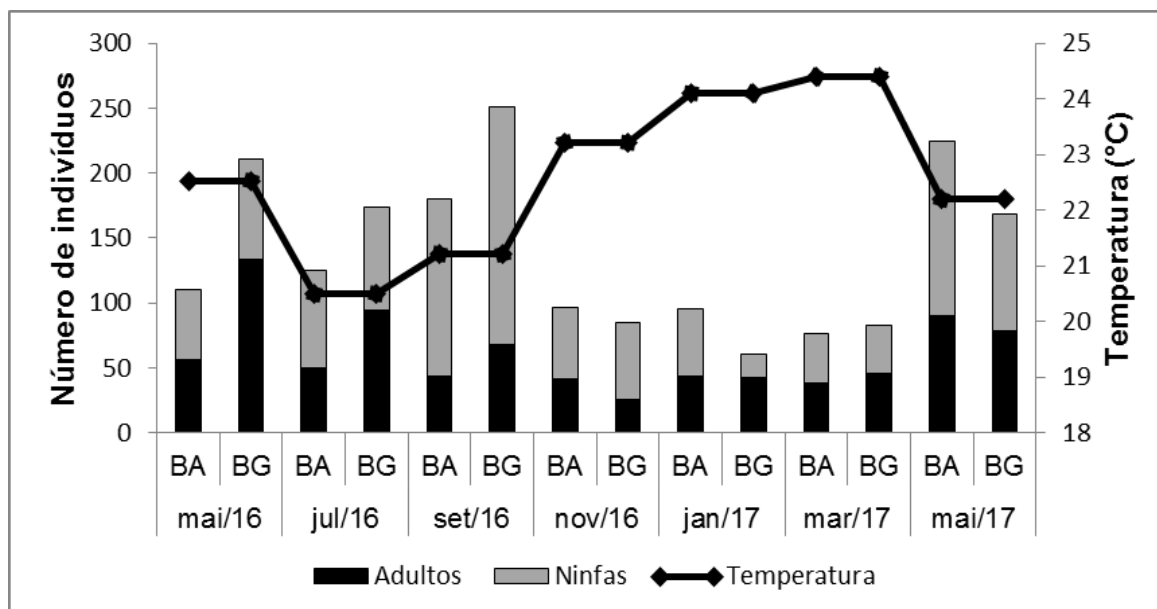


Figura 6. Número de indivíduos (adultos e ninfas) coletados nos meses de amostragem para as áreas estudadas (BA: Baixa de Areia; BG: Baixa Grande), associada à média mensal da temperatura na região, Serra da Jiboia (BA).

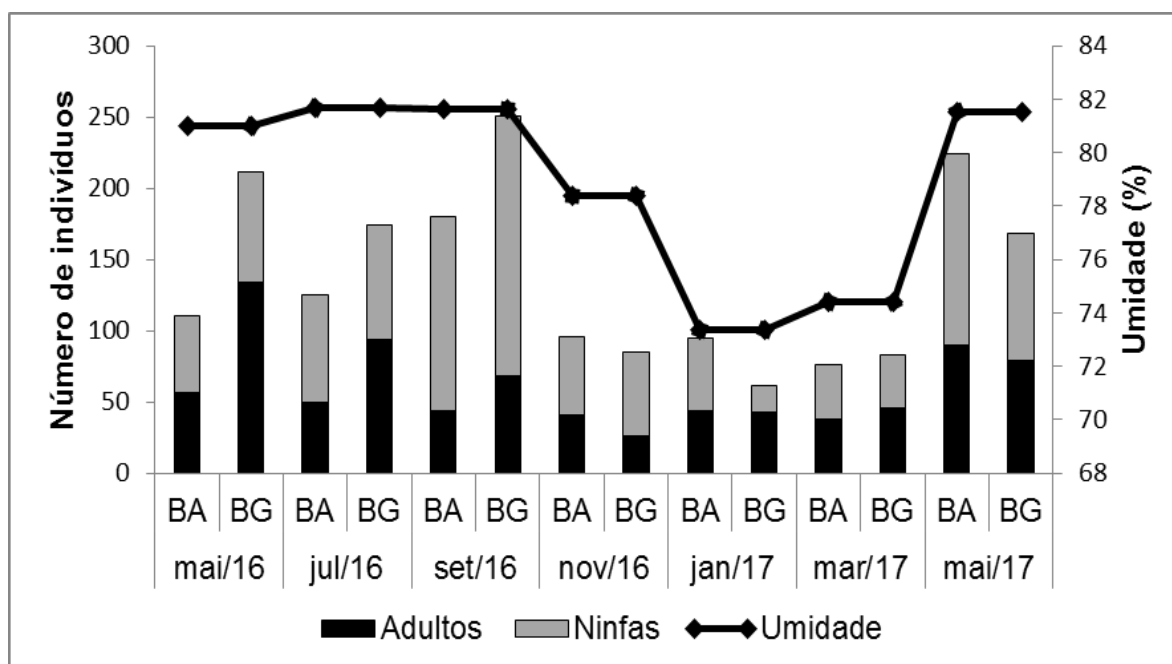


Figura 7. Número de indivíduos (adultos e ninfas) coletados nos meses de amostragem para as áreas estudadas (BA: Baixa de Areia; BG: Baixa Grande) associada à média mensal da umidade na região, Serra da Jiboia (BA).

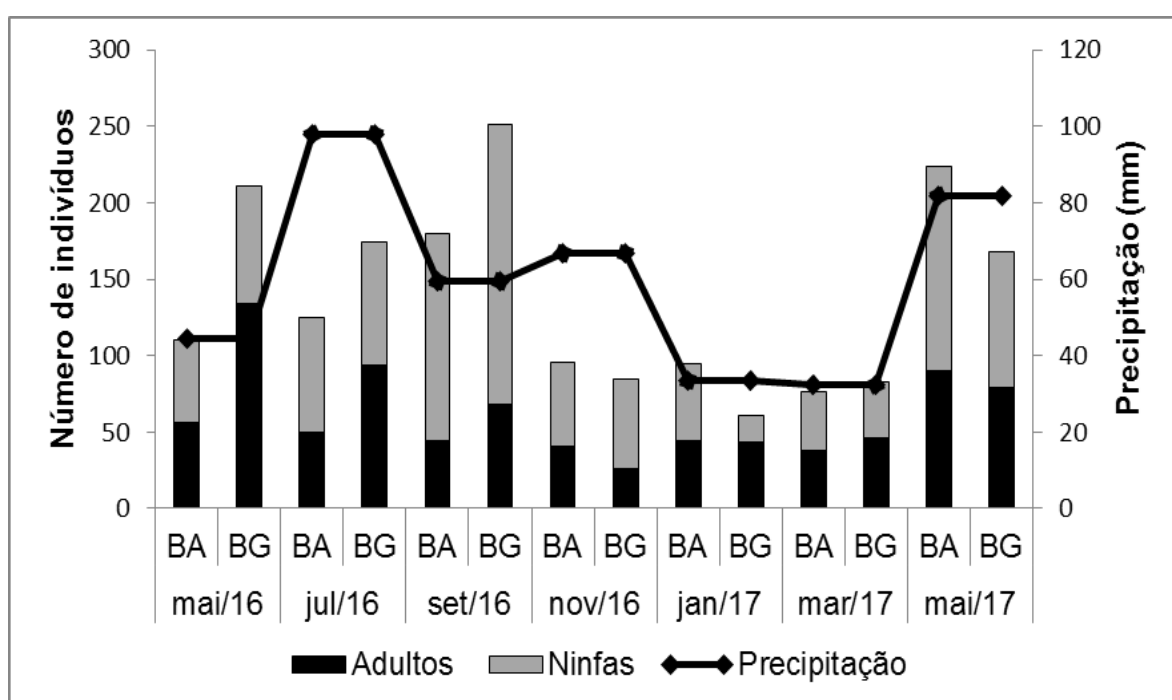


Figura 8. Número de indivíduos (adultos e ninfas) coletados nos meses de amostragem para as áreas estudadas (BA: Baixa de Areia; BG: Baixa Grande), associada à média mensal da precipitação na região, Serra da Jiboia (BA).

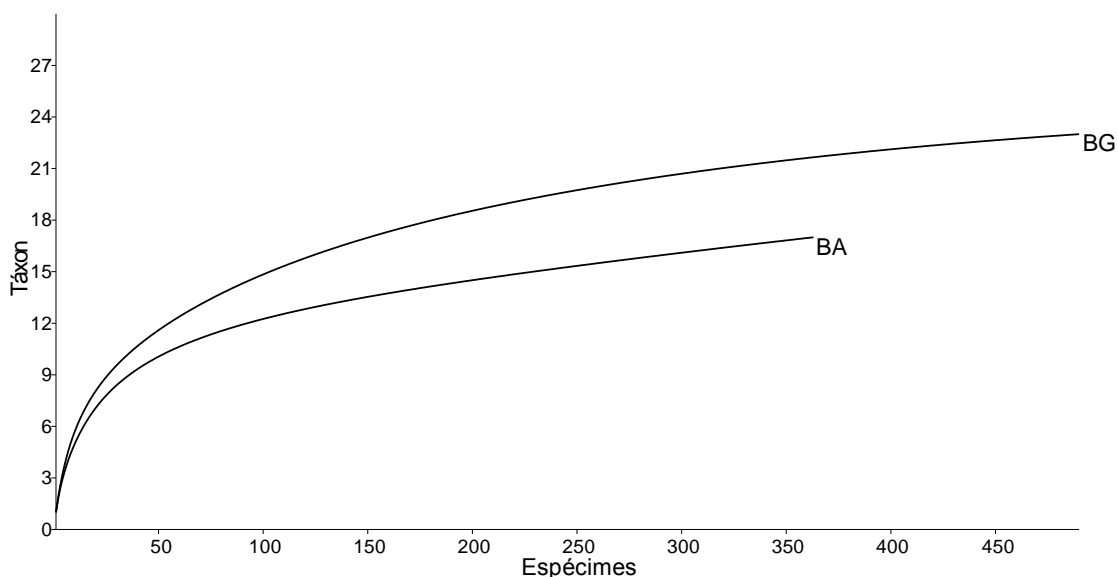


Figura 9. Curva de rarefação das espécies coletadas na Baixa de Areia (BA) e Baixa Grande (BG), durante o período de maio de 2016 à maio de 2017, Serra da Jiboia (BA), com intervalo de confiança de 95%.

A partir das análises de diversidade nas duas áreas amostradas, os índices de Simpson ($D=0,8369$), Shannon-Wiener ($H'=2,2$) e Margalef ($3,552$) revelaram maior diversidade em BG, quando comparado com a BA. A localidade de BG também apresentou a maior uniformidade de espécies ($J'=0,7017$) em relação a BA ($J'=0,6679$). Para o índice de Berger-Parcker, os resultados indicam que BA apresentou maior dominância de espécies ($0,4353$) (Tabela 4), porém, quando comparada com esta, BG se destaca com maior riqueza e maior abundância.

Tabela 4. Índices ecológicos para as comunidades de gafanhotos coletados na Baixa de Areia e Baixa Grande, localizadas na Serra da Jiboia (BA), no período de maio/2016 a maio/2017.

Índices	Áreas amostradas	
	BA	BG
Shannon-Wiener	1,892	2,2
Simpson	0,7599	0,8369
Margalef	2,714	3,552
Equitabilidade	0,6679	0,7017
Berger-Parker	0,4353	0,3102

Legenda: BA – Baixa de Areia; BG – Baixa Grande (ambos os pontos de coleta).

Discussão

Dos trabalhos realizados com diversidade de gafanhotos, podemos destacar o levantamento realizado por Graciani et al. (2005) que estudaram a biodiversidade em dois pontos localizado no município de Chapecó, em Santa Catarina (Sul do Brasil), com coletas realizadas semanalmente durante um ano, amostraram 713 gafanhotos distribuídos em 18 espécies, com cinco espécies comuns ao presente estudo, das quais, *Abracris flavolineata*, *Orphulella punctata*, *Ronderosia bergi*, *Schistocerca flavofasciata* e *Xyleus discoideus* e os gêneros *Amblytropidia*, *Cylindrotettix* e *Rhammatocerus*. Porém, com uma riqueza considerada inferior quando comparada com o presente estudo, o qual foi registrado a ocorrência de 26 espécies distribuídas nos dois pontos. Indicando que as áreas amostradas podem apresentar uma quantidade maior de nichos, conservando assim uma maior diversidade de população desses insetos.

Também em Chapecó (Santa Catarina) em um estudo sobre a biodiversidade de gafanhotos, Lutinski et al. (2011) realizaram coletas semanais na Floresta Nacional durante 12 meses e compararam três áreas com tipos distintos (Eucalipto, Mata Nativa e *Pinus*). Nesse período os autores coletaram 2.325 indivíduos pertencentes à 25 espécies, dessas 25 espécies encontradas, três são comuns ao presente trabalho, como *Abracris flavolineata*, *Orphulella punctata* e *Ronderosia bergii*, além de representantes dos gêneros *Amblytropidia*, *Cylindrotettix*, *Rhammatocerus*, *Scotussa* e *Xyleus*.

Embora Lutinski et al. (2011) tenham uma maior abundância de indivíduos, quando comparado ao trabalho Graciani et al. (2005) o número de espécies encontradas é ligeiramente inferior com 18 espécies, quando comparado com ao presente estudo, no qual foram encontradas 26 espécies. Isso se deve provavelmente ao fato de que regiões mais próximas aos trópicos possuem maior diversidade (Willig et al. 2003).

Por outro lado, Guerra et al. (2012) após três anos de estudo em período seco e úmido na Chapada dos Parecis, Estado de Mato Grosso, Brasil, coletaram 3.031 indivíduos (adultos), sendo 1.202 em áreas de Cerrado e 1.829 em áreas de lavouras comuns, obtendo o total de 64 espécies, das quais

apenas cinco também tiveram ocorrência no presente estudo, a exemplo de, *Abracris dilecta*, *Descampsacris serrulatum*, *Orphulella punctata*, *Rhammatocerus pseudocyanipes* e *Tropidacris collaris*, e representantes dos gêneros *Abila*, *Amblytropidia*, *Cylindrotettix*, *Eutryxalis*, *Omalotettix*, *Ronderosia*, *Schistocerca Stenopola* e *Xyleus*. Tanto a abundância, quanto o número de espécies encontradas foram superiores ao do presente estudo, portanto, fatores como variedade de microhabitats nas áreas amostradas, tempo de amostragem e tipos de coleta podem ter influenciado nessa diferença.

Após coletas realizadas durante os meses de novembro/2007, fevereiro, abril e agosto/2008, com esforço amostral de 180 minutos em cada trilha, Nunes-Gutjahr e Braga (2015) registraram a ocorrência de 2.652 indivíduos, distribuídos em 71 espécies e 10 subfamílias, esses indivíduos foram coletados, na região direta do empreendimento Belo Monte no Pará. Algumas das espécies registradas por estes pesquisadores, também tiveram ocorrência para as localidades analisadas no presente levantamento, como *Abracris dilecta*, *Abracris flavolineata*, *Orphulella punctata*, *Stenopola dorsalis* e *Tropidacris collaris*, e os gêneros *Amblytropidia*, *Cylindrotettix* e *Omalotettix*.

Das espécies comuns ao presente estudo e aos trabalhos mencionados acima, *Abracris flavolineata* (Ommatolampidinae) e *Orphulella punctata* (Gomphocerinae) foram às espécies encontradas em todos os trabalhos. A presença destas espécies pode estar relacionada à sua facilidade de serem encontradas em vários tipos de vegetação. De modo similar, *Eutryxalis filata* (Acridinae) e *Orphulella punctata* (Gomphocerinae) se destacaram das demais espécies encontradas no presente estudo por apresentarem uma alta abundância, além de ocorrerem nas duas áreas de coleta, corroborando, com o mencionado por Donato (2003) e Guerra et al. (2012) ao afirmarem que *O. punctata* e *E. filata* respectivamente, são facilmente encontradas tanto em áreas nativas quanto antropizadas, o que facilita a sua ocorrência nos mais diversos tipos de vegetação. Além disso, essas espécies estão amplamente distribuídas por toda região Neotropical (Donato 2003; Cigliano et al. 2017).

A riqueza encontrada em outros trabalhos, quando comparada ao presente estudo, pode estar relacionada ao tipo de vegetação e clima entre as

áreas de coleta. Como mencionado por Almeida e Câmara (2008) ao inferiram em seu estudo que o padrão de distribuição de indivíduos está diretamente associado com os tipos de vegetação existente em cada ambiente analisado. Este fator pode ter influenciado na presença e/ou ausência de algumas espécies, como observado ao comparar as espécies encontradas no presente estudo com as encontradas em outros trabalhos.

Em levantamento realizado, em três regiões compostas por montanhas e extensas áreas de pastagens, na porção sul da Cordilheira do Espinhaço em Minas Gerais, Terra et al. (2017) realizaram coletas nos períodos de fevereiro, março e setembro de 2011, e janeiro de 2012, bem com, nos períodos de estação seca (maio, junho, julho e agosto) e estação chuvosa (Outubro, novembro, dezembro e janeiro). Nesse estudo identificaram cinco famílias e 46 espécies, incluindo 17 novas ocorrências de espécies para a região. Das 46 espécies apenas duas, *Amblytropidia robusta*, *Orphulella punctata* e nove gêneros *Abila*, *Cylindrotettix*, *Eutryxalis*, *Orthoscapheus*, *Rhammatocerus*, *Scotussa*, *Shistocerca*, *Stenopola* e *Xyleus* foram comuns ao presente estudo.

Similar a presente pesquisa, Terra et al. (2017) verificaram que a família que obteve maior riqueza de espécies foi Acrididae, e dentre as subfamílias a mais rica foi Gomphocerinae, seguido por Acridinae. A grande quantidade de representantes da família Acrididae, também já foi mencionada por Lutinskiet al. (2011); Guerra et al. (2012); Carvalho et al. (2013); Nunes-Gutjahr e Braga (2015). A maior representatividade de Acrididae encontrada nesses trabalhos, assim como no presente estudo, pode ser explicada por apresentarem uma ampla distribuição geográfica além de serem ricas em espécies como destacado por Sperber et al. (2012).

A maior quantidade de espécies coletada na Baixa Grande pode indicar que esta localidade apresente maior variedade de microhabitats proporcionando uma maior riqueza de gafanhoto nesta área. Assim, vale destacar que as características do habitat tendem a aumentar a diversidade de gafanhotos, a exemplo de habitats com estrutura aberta, composta por várias espécies vegetais como fonte de alimento (Joern 2005).

Mesmo sendo caracterizadas por Caiafa et al. (2015) como floresta em estágio médio de regeneração, as localidades Baixa de Areia e Baixa Grande

podem apresentar pequenas peculiaridades, a exemplo da maior variedade de microhabitat em sua área de borda com maior quantidade de recurso, o que pode ter influenciado na ocorrência de táxons exclusivos para cada localidade, como as nove espécies exclusivas da localidade Baixa Grande e as três espécies com registro apenas na Baixa de Areia. Weyeret et al. (2012) também citaram que a estrutura vegetacional, a variedade de microhabitats e clima são variáveis importantes para a ocorrência de gafanhotos.

Ao comparar a riqueza encontrada em cada mês de coleta, foi possível observar que os gafanhotos preferem ambientes menos quentes e com maior umidade, o que foi observado no mês de Julho, o qual apresentou maiores valores para precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e o menor índice de temperatura, sendo o mês com maior riqueza. Almeida e Câmara (2008) ao observarem estação seca e chuvosa, verificaram que existem diferenças significativas no número de gafanhotos encontrados em cada estação. Corroborando com esta informação Azevedo et al. (2011) onde mencionam que em cada estação do ano, as espécies desempenham importante papel ecológico sobre as vegetações, deste modo as variáveis climáticas exercem influência sobre a diversidade dos organismos. O que foi possível observar no presente estudo, uma vez que as variáveis abióticas analisadas apresentaram influência sobre o número de indivíduos coletados.

Braga e Nunes-Gutjahr (2010) apresentaram Índice de Diversidade de Simpson com valores de: 0,8573; 0,8348; 0,8348; 0,6577 em quatro áreas, respectivamente, analisadas na região Amazônica em Santarém, Pará. Embora sejam biomas distintos, os valores obtidos para o índice de Simpson foram semelhantes aos encontrados no presente estudo, BA = 0,759 e BG = 0,836. Vale ressaltar, que este índice é influenciado pelas espécies dominantes (Bedossi, 1996), resultando em valores que variam de 0 a 1, valores mais próximos de 1 indicam maior diversidade.

A maior diversidade de espécies, como observada para a localidade da Baixa Grande, pode estar associada à presença de diferentes microhabitats, como referido por Tews et al. (2004). O mesmo foi observado por Nascimento et al. (2017) em estudos realizados em área de Mata Atlântica, ao verificarem através do índice de Shannon-Wiener a maior diversidade ($H' = 2,665$) de

Coleoptera em áreas maiores e com diferentes microhabitats. Ainda que, o atual estudo tenha sido com outra Ordem de inseto, o resultado para a BG foi similar ($H'=2.2$), podendo ser estas as razões pela qual a BG mostrou-se mais diversa.

Vale ressaltar, que diante dos poucos estudos encontrados sobre a diversidade de espécies de gafanhoto em regiões de Mata Atlântica, torna-se cada vez mais necessário estudar e preservar tais regiões, possibilitando assim a realização de pesquisas sobre a composição de espécies de gafanhotos para a região, com o propósito de ampliar o conhecimento sobre o grupo.

Conclusão

O presente estudo possibilitou conhecer a comunidade de gafanhoto em dois pontos localizados na Serra da Jiboia, Bahia. Verificando que a localidade da Baixa Grande apresenta maior abundância, maior riqueza e maior número de espécies exclusivas comparando-se com a área da Baixa de Areia. No entanto, Baixa de Areia mesmo apresentando menor diversidade, registrou a ocorrência de um novo táxon que será descrito posteriormente.

Referências

Almeida AV, Câmara CAG. 2008. Distribution of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in the Tapacurá ecological station (São Lourenço da Mata, PE/Brazil). *Brazilian Journal of Biology*. 68(1): 21-24.

Amédégnato, C. 1974. Les genres d'acridiens néotropicaux, leur classification par familles, sous familles et tribus. *Acrida* 3: 193–204.

Amédégnato C. 1993. African-American relationships in the acridians (Insecta, Orthoptera). *The Africa-South America Connection*. Clarendon Press, Oxford, p. 59-75.

Azevedo FR, Moura MAR, Arrais MSB, Nere DR. 2011. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. *Revista Ceres*. 58(6): 740-748.

Blengini IAD, Cintra MAMU, Cunha RPP. 2015. Proposta de Unidade de Conservação da Serra da Jiboia. Salvador, BA: Grupo Ambientalista da Bahia (Gambá); p.116.

Braga CE, Nunes-Gutjahr AL. 2010. Similaridade entre amostras da Acridofauna (Orthoptera: Acrididae) em quatro áreas ao longo da estrada Santarém-Cuiabá (BR-163), Pará, Brasil. *Revista Nordestina de Zoologia*. 4(1):118-130.

Buzzi ZJ. 2010. *Entomologia didática*. 5ªed.: UFPR, Curitiba; p.227-235.

Caiafa AN. 2015. A vegetação na Serra da Jiboia. In: Blengini IA, Cintra MAMU, Cunha RPP. 2015. Proposta de Unidade de Conservação da Serra da Jiboia. Salvador- BA: Gambá; p. 72- 83.

Campos JV, Garcia FRM, Costa MKM. 2001. Ocorrência de duas espécies de gafanhotos (Orthoptera, Caelifera) alimentando-se de plantas cítricas no Extremo Oeste de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*. 14(2): 157-160.

Carrano-Moreira AF. 2015. *Insetos: Manual de Coleta e identificação*. 2º ed. Rio de Janeiro, Technical Books; p.142-143.

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

Cigliano MM, Braun H, Eades DC, Otte D. 2017. *Orthoptera Species File*. Version 5.0/5.0. [<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>].

Costa LA, Gusmão LFP. 2015. Characterization saprobic fungi on leaf litter of two species of trees in the Atlantic Forest, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 46(4):1027-1035.

Donato M. 2003. Revision of the South American genera *Allotruxalis* Rehn and *Eutryxalis* Bruner (Orthoptera: Acrididae: Hyalopterygini). *Caldasia*. 25(2): 381-402.

Dutra SS, Jose, LAF, José AD. 2015. Devastação florestal no Oeste brasileiro: colonização, migração e a expansão da fronteira agrícola em Goiás. *Revista de Historia Iberoamericana*. 8(2) p.22.

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

Grimaldi D, Engel MS. 2005. *Evolution of the Insects*. New York: Cambridge University Press; p. 202-211.

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. *Revista Brasileira de Entomologia*. 56(2): 228-239.

Gullan PJ, Cranston PS. 2007. Os insetos: Um resumo de entomologia. Cap.1, 3ed. São Paulo: Roca; p. 3-169.

Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. [http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm]. Acesso em 20.12. 2017.

Inmet. Instituto Nacional de Meteorologia. 2016. [<http://www.inmet.gov.br/portal/>]. Acesso em 20.05.2016.

Joern A. 2005. Disturbance by fire frequency and bison grazing modulate grasshopper assemblages in tallgrass prairie. *Ecology*. 86(4): 861-873.

Juncá FA. 2006. Diversidade e uso de hábitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. *Biota Neotropica*. 6(2): 1-17.

Lhano MG. 2017. Nuvem sombria - Atenção à incidência de gafanhotos. *Cultivar Grandes Culturas*, XVIII (218): 19-21.

Lima MSCS, Santos S, Carlos A, Pederassi J. 2016. Qual Índice de Diversidade Usar?. *Cadernos UniFOA*. 11(30): 129-138.

Loss ATG, Neto EMC, Machado CG, Flores FM. 2014. Ethnotaxonomy of birds by the inhabitants of Pedra Branca Village, Santa Teresinha municipality, Bahia state, Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 10(1): 55.

Lutinski CJ, Lutinski JA, Costa M K M, Garcia FRM. 2011. Análise faunística de gafanhotos na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina. Pesquisa Florestal Brasileira. 31(65): 43.

Magurran AE. 2013. Medindo a diversidade biológica / tradução Vianna DM. Editora da UFPR. Curitiba. p.261.

Nascimento FEL, Botero JP, Aragão M, Andena SR. 2017. Faunistic analysis of Cerambycidae (Insecta: Coleoptera) in an area of Atlantic Forest. Journal of Natural History. 51 (41-42): 2429-2441.

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

Roberts HR. 1975. A revision of the genus *Cylindrotettix* including new species (Orthoptera; Acrididae; Leptysminae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. p. 29-43.

Rodrigues WC. 2015. DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário. Entomologistas do Brasil. 33p. [<http://dives.ebras.bio.br>].

Song H, Amédégnato 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(6):1-31.

Sperber CF, Mews CM, Lhano MG, Chamorro J, Mesa A. 2012. Orthoptera. In.: Rafael JÁ, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari AS, Constantino R. 2012. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Editora Holos; p.272.

Terra BR, Gatti FD, Carneiro MAA, Costa MKM. 2017. The grasshoppers (Orthoptera: Caelifera) of the grasslands in the southern portion of the Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Check List*. 13(1): 2052.

Triplehorn CA, Jonnson NF. 2011. *Estudo dos Insetos*. Cengage Learning. Ed.7º Tradução, São Paulo, p. 211.

Tews J, Brose U, Grimm V, Tielborger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*. 31(1):79-92.

Weyer J, Weinberger J, Hochkirch A. 2012. Mobility and microhabitat utilization in a flightless wetland grasshopper, *Chorthippus montanus* (Charpentier, 1825). *Journal of Insect Conservation*. 16(3): 379-390.

Willig MR, Kaufman DM, Stevens RD. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34(1): 273-309.

Zanetti R, Souza-Silva A, Moura MA, Zanuncio JC. 2003. Ocorrência do gafanhoto-do-coqueiro *Eutropidacris cristata* (Orthoptera: Acrididae) atacando plantas de eucalipto em Minas Gerais. *Revista Árvore*. 27(1): 105-107.

ARTIGO 2

BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE GAFANHOTOS *Abracris flavolineata* (DE GEER, 1773) (ACRIDIDAE: OMMATOLAMPIDINAE) UTILIZADOS EM TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

² Artigo ajustado e a ser traduzido para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Journal of Orthoptera Research*, em versão na língua inglesa.

BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS DE GAFANHOTOS *Abracris flavolineata* (DE GEER, 1773) (ACRIDIDAE, OMMATOLAMPIDINAE) UTILIZADOS EM TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

Ana Catia Santos da Silva, Theila dos Santos Santana, Elissandra Ulbricht Winkaler e Marcos Gonçalves Lhano

Resumo: Biomarcadores bioquímicos são comumente usados em programas de monitoramento por serem sensíveis à presença de determinados poluentes. Nesta perspectiva, o estudo objetivou verificar a eficiência da atividade enzimática da Glutathione S-transferase (GST) e da Catalase (CAT) como indicadora de estresse oxidativo em gafanhotos da espécie *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773), bem como comparar duas áreas (Baixa de Areia e Baixa Grande) de acordo com a atividade dessas enzimas. As coletas foram realizadas em um fragmento de Mata Atlântica, na Serra da Jiboia (Bahia), de dezembro de 2016 à agosto de 2017. Os indivíduos foram coletados manualmente e transportados para laboratório, onde procedeu-se a retirada do intestino médio, o qual foi armazenado em freezer -80 °C e posteriormente, o material foi macerado e centrifugado para separação do sobrenadante, utilizado na determinação enzimática. Foram utilizados 160 indivíduos, sendo 100 machos e 60 fêmeas, os quais corresponderam a 10 amostras de cada sexo por ponto analisado. A atividade das enzimas Catalase e Glutathione S-Transferase apresentaram diferença significativa pelo teste da ANOVA ($p < 0,05$) ao comparar machos e fêmeas. Em machos, tanto a atividade enzimática da CAT quanto da GST foram maiores quando comparada com as fêmeas. Os indivíduos machos da espécie estudada são mais sensíveis frente às possíveis perturbações em seu habitat quando comparados com as fêmeas, quando analisados por meio da atividade enzimática da GST e CAT. Foi possível constatar-se também que as duas áreas amostradas são similares quando analisadas através da atividade dessas enzimas.

Palavras-Chave: Ecotoxicologia, Enzimas, Estresse oxidativo, Glutathione S-transferase, Catalase (CAT).

BIOCHEMICAL BIOMARKERS OF GRASSHOPPER *Abracris flavolineata* (DE GEER, 1773) (ACRIDIDAE, OMMATOLAMPIDINAE) USED IN ECOTOXICOLOGICAL TESTS

Ana Catia Santos da Silva, Theila dos Santos Santana, Elissandra Ulbricht Winkaler e Marcos Gonçalves Lhano

Abstract: Biochemical biomarkers are commonly used in monitoring programs because they are sensitive to the presence of certain pollutants. The aim of this study was to verify the efficiency of the enzymatic activity of Glutathione S-transferase (GST) and Catalase (CAT) as an indicator of oxidative stress in *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773), as well as to compare two areas (Baixa de Areia and Baixa Grande) according to the activity of these enzymes. The samples were collected in a fragment of the Atlantic Forest, in the Serra da Jiboia (Bahia), from December 2016 to August 2017. The individuals were collected manually and transported to the laboratory, where the midgut was removed and stored in a freezer at -80 °C. Subsequently the material was macerated and centrifuged for separation of the supernatant used for enzymatic determination. We used 160 individuals, 100 males and 60 females, which corresponded to 10 samples of each sex per analyzed sample site. The activity of the enzymes Catalase and Glutathione S-Transferase showed significant difference by the ANOVA test ($p < 0.05$) when comparing males and females. In males, both CAT and GST enzyme activity was higher when compared to females. It was possible to verify that the two sampled areas are similar when analyzed through the activity of these enzymes. The male individuals of this species presented greater enzymatic activity face to the possible disturbances in their habitat when compared to the females, using the midgut as biological material.

Keywords: Ecotoxicology, Enzymes, Oxidative stress, Glutathione S-transferase, Catalase (CAT).

INTRODUÇÃO

Na subordem Caelifera, os gafanhotos da família Acrididae são os mais representativos, com 26 subfamílias distribuídas mundialmente, das quais 12 apresentam ocorrência no Brasil, sendo uma delas a subfamília Ommatolampidinae. Os Ommatolampidinae diferem dos demais acridídeos por apresentarem um mesonoto visível apenas na região posterior ou não visível externamente (Costa et al. 2010). Esta subfamília possui aproximadamente 282 espécies neotropicais (Cigliano et al. 2017) e dentre estas encontra-se *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773).

Os indivíduos de *A. flavolineata* estão amplamente distribuídos por toda região neotropical, com ocorrência por todo território brasileiro (Cigliano et al. 2017) com preferência por florestas úmidas (Rowell e Behrstock 2012). Presentes em várias regiões e vegetações, são encontrados em extratos médios de árvores, arbustos e árvores jovens (Costa et al. 2010) com preferência por ambientes abertos e bordas florestais (Roberts e Carbonell 1981).

Assim como outros organismos, os gafanhotos podem estar expostos à alterações ambientais, como solos contaminados, poluição atmosférica ou serem contaminados através de alimentação, já que a maioria é herbívora (Mogren e Trumble 2010). Estes insetos, quando presentes em ambientes contaminados, exercem papel importante no processo de biotransferência e bioacumulação de compostos, os quais são transportados pela hemolinfa para os órgãos onde são armazenados ou metabolizados (Devkota e Schmidt 2000).

Além dos fatores antropogênicos, os fatores naturais, como as condições térmicas extremas e deficiência alimentar podem levar o organismo ao estresse crônico que pode alterar o seu potencial enzimático antioxidante promovendo o estresse oxidativo (Masoud et al. 2003; Pulido e Parrish 2003).

Animais expostos a agentes estressores ambientais podem apresentar alterações comportamentais, morfológicas e/ou fisiológicas, que dependendo do grau de interferência, podem comprometer os processos biológicos. Dessa forma, os organismos tendem a utilizar o sistema de defesa antioxidante como via de compensação para neutralizar tais efeitos (Van Bladeren 2000). Assim, o

conhecimento da resposta desses organismos frente a essas situações torna-se um meio direto para avaliação do equilíbrio ambiental (Magalhães e Ferrão-Filho 2008).

Biomarcadores bioquímicos são comumente usados em programas de monitoramento por serem sensíveis à presença de determinados poluentes e fornecerem informações sobre os efeitos metabólicos causados por xenobióticos (Ryan et al. 2007). Dentre os utilizados, podemos citar as enzimas Glutathione S-transferase (GST) e Catalase (CAT) (Cogo et al. 2009).

A GST é uma enzima que torna os compostos xenobióticos menos tóxicos, aumentando sua hidrossolubilidade e facilitando sua degradação e excreção (Cogo et al. 2009; Board e Menon, 2013). A CAT é uma enzima antioxidante, responsável pela decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e é capaz de reduzir a água e oxigênio ($H_2O + O_2$), atuando também na oxidação de outros compostos hidrogenados (Aebi 1984).

Os gafanhotos, por serem consumidores primários e fonte de alimento para outros indivíduos, podem transferir os compostos ingeridos para outros animais (Vickerman e Trumble 2003), ou acumulam o que é ingerido em seu trato alimentar (Boyd 2007). Segundo Kafel et al. (2014), esses insetos na presença de algum estressor podem ocasionar o aumento de certas enzimas, a exemplo da GST e CAT. Além destas, também atuam no controle do estresse oxidativo outras enzimas, como a Superóxido Dismutase (SOD) e a Glutathione Peroxidase (GPx), que fazem parte do sistema de defesa antioxidante dos organismos (Cogo et al. 2009).

A atividade das enzimas GST e CAT fornece informações sobre a capacidade de defesa antioxidante e de metabolização de compostos tóxicos dos organismos (Burgeot et al. 1996). Dessa forma, podem ser utilizadas para avaliar as possíveis lesões que as espécies reativas de oxigênio causam no organismo quando em estresse (Kafel et al. 2014).

A atividade de ambas as enzimas, GST e CAT são bem utilizadas em pesquisas com organismos aquáticos, relacionadas com estudos ecotoxicológicos, a exemplo de estudos que utilizam crustáceos (Flohr et al. 2005; Erzinger et al. 2015) e peixes (Jesus e Carvalho 2008; Lins et al. 2010; Nogueira et al. 2011). Muito destes organismos são modelos por serem mais

suscetíveis aos efeitos dos contaminantes que são lançados em seu habitat por meio das descargas de efluentes ou depositados nos solos (Costa et al, 2008).

Nos últimos anos, foram realizados estudos com invertebrados terrestres, visando avaliar a qualidade ambiental utilizando biomarcadores bioquímicos para determinar a atividade de algumas enzimas como bioindicadoras do estresse oxidativo, sendo pesquisas desenvolvidas com insetos pertencentes às Ordens Coleoptera, Orthoptera e Lepidoptera. A exemplo de Migula et al. (2004) que utilizaram como biomarcadores bioquímicos a Superóxido Dismutase (SOD), Glutathione Redutase (GR), Glutathione S-transferase (GST), Glutathione Peroxidases (GPx) e Catalase (CAT) correlacionando estes insetos com os níveis de poluição por metais (Pb, Zn, Cu, Cd).

Kafel et al. (2014) usaram a CAT, o Superóxido Dismutase (SOD) e a Glutathione S-transferase (GST) para testarem a tolerância de mariposas *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) ao Cd ou Zn expostas por varias gerações e observaram um aumento significativo da atividade dessas enzimas nas linhagens expostas aos contaminantes, principalmente nos indivíduos expostos ao Cd.

Em estudos gafanhotos *Chorthippus brunneus* (Thunberg, 1815), Augustyniak et al. (2005) verificaram um mecanismo compensatório em insetos coletados em cinco áreas poluídas por metais, verificando uma baixa concentração da Glutathione reduzida (GSH) e um aumento da Glutathione Redutase (GR) após a exposição dos organismos a compostos tóxicos. Atualmente, também utilizando gafanhotos coletados em áreas contaminadas por fertilizante, Yousef et al. (2017) verificaram a atividade enzimática do Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Polifenoloxidase (PPO) e Ascorbato Peroxidase (APOx) observaram a inibição da CAT, o que indica que esta enzima pode estar sendo compensada pela atividade de outra enzima antioxidante.

No entanto, ainda são poucos os estudos ecotoxicológicos com a Ordem Orthoptera. Assim, o presente estudo objetivou verificar a atividade enzimática da GST e da CAT em gafanhotos (machos e fêmeas) *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) coletados em duas áreas de remanescente florestal, bem como,

utilizar a atividade das enzimas para tentar caracterizar as áreas de coleta, em relação ao nível de contaminação ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os exemplares de gafanhotos *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) foram coletados em dois pontos, sendo eles: Baixa de Areia (BA) (12°54'04.60"S; 39°28'26.23"W) e Baixa Grande (BG) (12°57'40.10"S; 39°26'54.36"W), (Figura 1). Ambos, localizados na Serra da Jiboia (12°52'19.50"S; 39°28'53.86"O) no Recôncavo Sul Baiano, na porção norte do corredor central da Mata Atlântica. A Serra da Jiboia abrange os municípios de Castro Alves, Elísio Medrado, Santa Terezinha, São Miguel das Matas e Varzedo (Costa e Gusmão 2015).

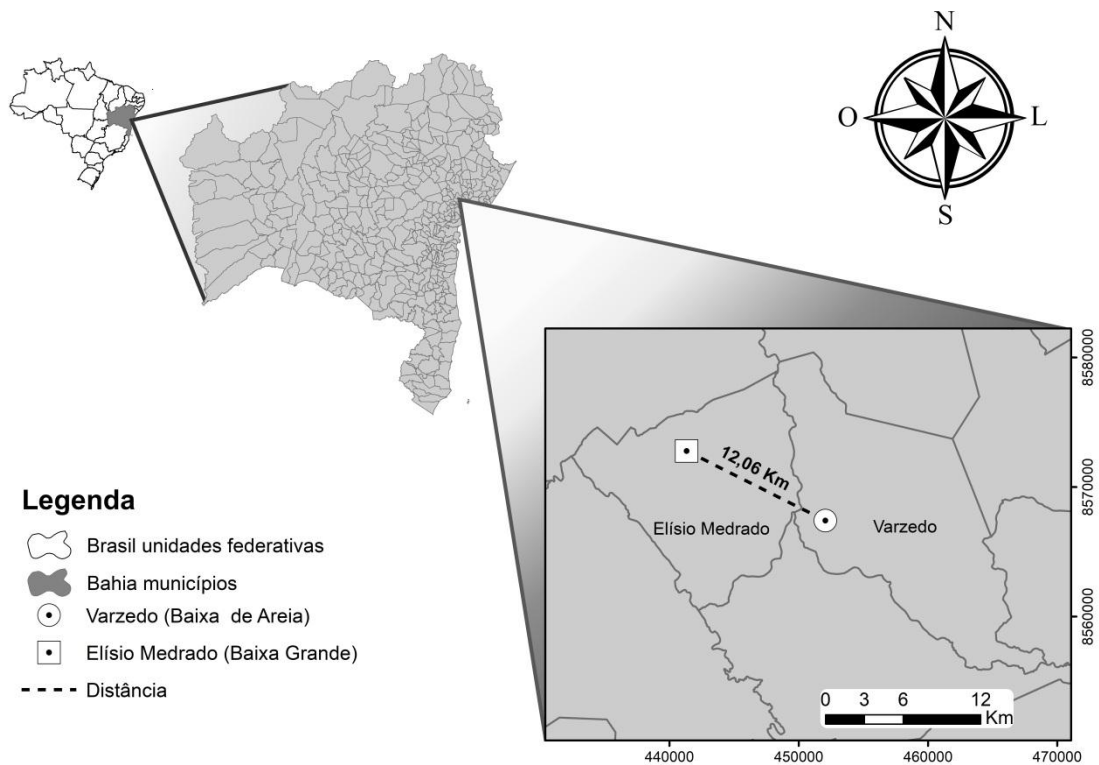


Figura 1. Mapa do Brasil com destaque para o estado da Bahia. No detalhe então indicados os pontos de coleta do gafanhoto *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773), nos municípios de Elísio Medrado e Varzedo. A linha tracejada no detalhe corresponde a distância (km) entre os pontos de amostragem.

A localidade Baixa de Areia encontra-se ao leste do município de Varzedo e possui vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa Atlântica (Caiafa 2015). Embora esta localidade seja uma propriedade privada e com habitação dos proprietários e trabalhadores rurais, a mesma encontra-se com grande área preservada. Próximo ao ponto de coleta existe um trânsito frequente de veículos, pois fica próxima a rodovia que interliga os municípios que compõe a Serra da Jiboia.

Além do fluxo de veículos, em seu entorno ocorre à plantação de diversos cultivos a exemplo da *Musa* spp. (Musaceae) banana, *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) cacau, *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae) mandioca e a criação frequente de bovinos como observado durante as coletas. A borda da mata é rica de vegetação rasteira que serve de alimento para o gado, bem como, árvores frutíferas espalhadas ao longo da propriedade como: caju *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae), jaqueira *Artocarpus*

heterophyllus (Moraceae), mangueira *Mangifera indica* (Anarcadiaceae) e jenipapo *Genipa americana* (Rubiaceae).

Diferente da Baixa de Areia a Baixa Grande que está situada a sudeste da Serra da Jiboia no município de Elísio Medrado (BA). Essa área é composta por Floresta Ombrófila Densa Atlântica, esta situada próximo ao afloramento rochoso (Caiafa 2015) nessa região não é visível um fluxo contínuo de veículos. Também uma propriedade privada, mas os proprietários não habitam a localidade que é considerada uma área de difícil acesso. Apesar disso, em seu entorno existem produtores rurais, onde ocorrem pequenos cultivos de plantas comerciais principalmente *Musa* spp. (Musaceae) banana, *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) cacau, além de área de pastagem com criação de gado.

Coletas dos exemplares

As coletas ocorreram mensalmente no período de dezembro de 2016 à agosto de 2017. Foram capturados exemplares de *A. flavolineata* de ambos sexos por meio de busca ativa com auxílio de rede entomológica, nas duas áreas de estudo. As buscas ocorreram no período matutino, com duração de 2 horas e 30 minutos.

Os gafanhotos ao serem capturados eram transferidos individualmente para sacos plásticos contendo vegetação do local a fim de prevenir o estresse dos indivíduos, posteriormente acondicionados em caixa termoplástica e transportados no mesmo dia para o Laboratório de Ecologia e Taxonomia de Insetos (LETI) do CCAAB/UFRB.

Coleta do material biológico

Ao total foram coletados 160 indivíduos, sendo 100 machos e 60 fêmeas, os quais corresponderam a 10 amostras de cada sexo para cada ponto analisado. No laboratório os indivíduos foram anestesiados em caixas plásticas contendo gelo até a redução da atividade metabólica observada visualmente. Em seguida, foram identificados quanto ao sexo e com auxílio de material cirúrgico e estereomicroscópio (Olympus SZ51®, SZ2-ILST),

procedeu-se incisão na região lateral do abdômen para retirada do intestino médio para a realização das análises. O intestino médio dos animais foi imediatamente transferido para criotubos de 1,5 mL (Eppendorf®) identificados e armazenados em ultrafreezer (Sanyo®, Ultra Low) -80 °C para as análises posteriores.

Extração das enzimas

Para a extração das enzimas GST e CAT foram utilizados cinco intestino médio por amostra, para os machos, e três intestino por amostra para fêmeas. Esta variação no número de intestino usado foi devido ao dimorfismo sexual presente no grupo, onde os machos utilizados no estudo apresentaram um tamanho corpóreo menor ($21,27 \pm 3,06$ mm) do que as fêmeas ($30,16 \pm 2,01$ mm), conseqüentemente com diferença no tamanho do intestino médio. Deste modo, utilizou-se em média $0,06 \pm 0,01$ mg de intestino médio por amostra para fêmeas e $0,03 \pm 0,01$ mg para machos.

O intestino médio foi pesado em balança analítica de precisão (Shimadzu®, AUW 220D) e em seguida, homogeneizado em solução tampão de fosfato (pH 6,8). Posteriormente, foram centrifugados a 10.000 RPM por 20 minutos em ultracentrifuga (Hettich®, MIKRO 220R) refrigerada a 4°C.

Após a centrifugação o sobrenadante foi separado com o auxílio de um micropipetador, transferido para criotubos identificados e armazenados novamente em ultrafreezer a -80°C para posterior determinação da atividade enzimática.

Determinação enzimática

A determinação da atividade enzimática foi realizada em triplicata para cada amostra. A determinação da atividade cinética da GST foi realizada de acordo com a complexação da glutathiona reduzida (GSH) com 1-cloro-2, 4-dinitrobenzeno (CDNB) utilizando metodologia descrita por Keen et al. (1976). Para análise desta enzima utilizou-se o sobrenadante do intestino médio, 10 µL, acrescido de mais 10 µL de GST reduzida (0,03 g de GST + 1 mL de tampão para GST) e 10 µL de CDBN (0,02 g de CDBN + 1 mL de álcool

absoluto) além de 970 μL de solução tampão para GST (400 mL de água ultra pura + 3,4 g de fosfato monobásico + 4,3 g de fosfato dibásico, com o pH ajustado para 7,0 e em seguida, adicionado 500 mL de água ultra pura).

A atividade da enzima Catalase (CAT) foi determinada pela degradação do peróxido de hidrogênio, de acordo com Beutler (1975). Para a análise desta enzima, foram utilizados 50 mL de tampão para catalase (50 mL de água ultra pura + 6,055 g de Tris HCL + 0,073 g de EDTA, ajustando o pH para 8,0 com solução de NaOH), que foi utilizado para a realização do meio da reação (peróxido de hidrogênio + água ultra pura + tampão). Para a leitura da absorbância, adicionou-se 1980 μL do meio de reação e 20 μL da amostra em cubeta de quartzo, invertendo suavemente este recipiente 3 vezes. A atividade cinética foi determinada no espectrofotômetro UV/Vis (Biochrom Libra®, S21/S22) utilizando comprimento de onda de 240 nm.

Todas as amostras foram lidas utilizando o método cinético de medida espectrofotométrica em triplicata em espectrofotômetro UV/VIS com comprimento de onda de 340 nm com intervalos leitura de 2 segundos, durante 3 minutos, registrando-se os valores da atividade cinética ao longo do tempo. Ambas as enzimas foram expressas em μmol de produto formado por minuto por miligrama de proteína ($\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}$ de proteína⁻¹), as quais foram determinadas pela concentração total de proteínas presentes no tecido.

Para a quantificação das proteínas totais presentes no sobrenadante de cada amostra, utilizou-se kit comercial (Interkit®). Para tanto, em tubos de ensaios foram adicionados, 1000 μL de reagente e 20 μL do sobrenadante do intestino médio, em seguida, foram homogeneizados com auxílio do vortéx (Biomixer®, AP56) e colocadas em repouso em temperatura ambiente por 15 minutos. Posteriormente foram transferidos para cubeta de acrílico onde foram realizadas as leituras de absorbância em espectrofotômetro UV/VIS a 545 nm.

Análises dos dados

As análises realizadas com o auxílio do programa Statistica versão 7.0. Os resultados foram expressos utilizando a média e desvio padrão das amostras e os valores médios dos parâmetros analisados foram comparados entre si com o teste de análise de variância bifatorial (ANOVA). Quando

identificadas diferenças significativas entre as médias ($p < 0,05$) aplicou-se o teste de Tukey com nível de significância de 5% para a comparação das médias.

RESULTADOS

A atividade enzimática da GST, de machos e fêmeas de *A. flavolineata* não diferiram entre os pontos de coleta (ANOVA $p > 0,05$). Porém, apresentaram diferença significativa entre sexos e na interação sexo e ponto de coleta ($p < 0,05$), conforme dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teste da ANOVA para atividade enzimática da Glutathione S-transferase em *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) coletados nas localidades de Baixa de Areia e Baixa Grande, Serra da Jiboia/BA.

	SQ	GL	QM	F	P
Ponto de Coleta	687	1	687	0,3548	0,555121 ^{ns}
Sexo	67126	1	67126	34,6747	0,000001*
Ponto de Coleta x Sexo	14050	1	14050	7,2578	0,010655*
Erro	69692	36	1936		

^{ns} Não significativo; *significativo ($p < 0,05$); Soma dos quadrados (SQ); Grau de liberdade (GL); Quadrado médio (QM); F (Razão de variância); P (Probabilidade de significância).

A atividade enzimática da GST nos machos foi ($189,92 \pm 36,41 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$) e em fêmeas ($145,48 \pm 45,27 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$) na Baixa de Areia, e para a localidade da Baixa Grande os machos com ($219,12 \pm 63,39 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$) e fêmeas ($99,7 \pm 18,71 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$). Pelo teste de comparação de médias, a atividade enzimática da GST foi maior nos machos em relação às fêmeas, para ambos os pontos de coleta, sendo eles Baixa de Areia e Baixa Grande (Figura 3).

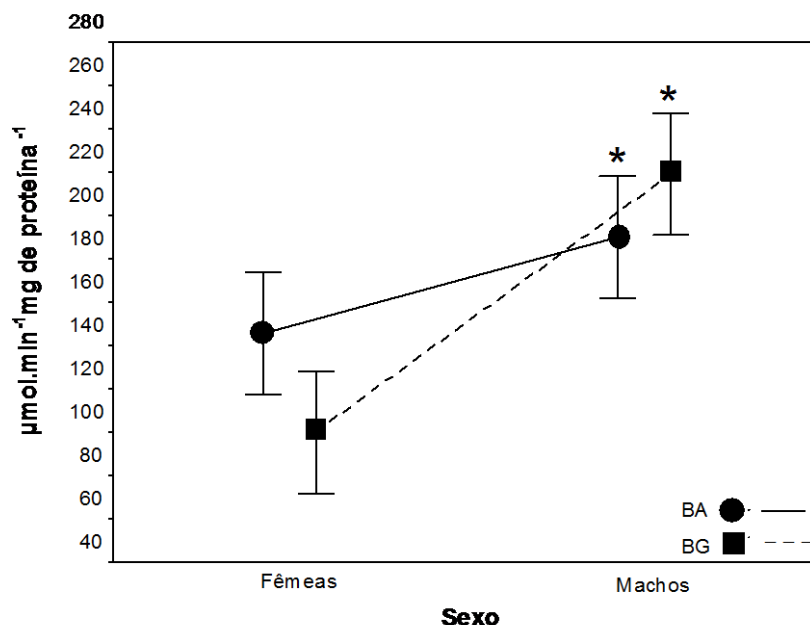


Figura 2. Valores médios da atividade enzimática da Glutationa S-transferase em fêmeas e machos de *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) coletados nos pontos Baixa de Areia (BA) e Baixa Grande (BG), Serra da Jiboia/BA. Dados apresentados como média e intervalo de confiança. Os pontos indicam a média e as linhas verticais \pm o desvio padrão.

De modo similar ao resultado observado para a atividade enzimática da GST (Fig. 3), ao comparar machos e fêmeas, a atividade da enzima Catalase (CAT) apresentou diferença significativa pelo teste da ANOVA ($p < 0,05$). Já as análises entre pontos de coletas e sexo e ponto de coleta para a atividade da CAT, as classes não apresentaram diferenças significativas pelo mesmo teste (Tabela 2).

Tabela. 2. Teste da ANOVA para atividade enzimática da Catalase em *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773), coletados nas localidades de Baixa de Areia e Baixa Grande, Serra da Jiboia/BA.

	SQ	GL	QM	F	P
Ponto de coleta	0,8	1	0,8	0,0009	0,976095 ^{ns}
Sexo	10120,4	1	10120,4	11,9933	0,001395*
Ponto de coleta x Sexo	589,4	1	589,4	0,6985	0,408808 ^{ns}
Erro	30378,1	36	843,8		

^{ns} Não significativo; *significativo ($p < 0,05$); Soma dos quadrados (SQ); Grau de liberdade (GL); Quadrado médio (QM); F (Razão de variância); P (Probabilidade de significância).

Observa-se que a atividade enzimática da CAT nos machos constituiu em ($94,54 \pm 20,0 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$) e fêmeas ($82,34 \pm 20,65 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$) na Baixa de Areia enquanto que na Baixa Grande os machos tiveram uma atividade enzimática de ($114,43 \pm 42,57 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$) e fêmeas ($74,94 \pm 16,39 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg.proteína}^{-1}$). Indicando que em machos de *A. flavolineta* a atividade da CAT foi maior quando comparada com as amostras do intestino médio das fêmeas, como ilustrado na Figura 4.

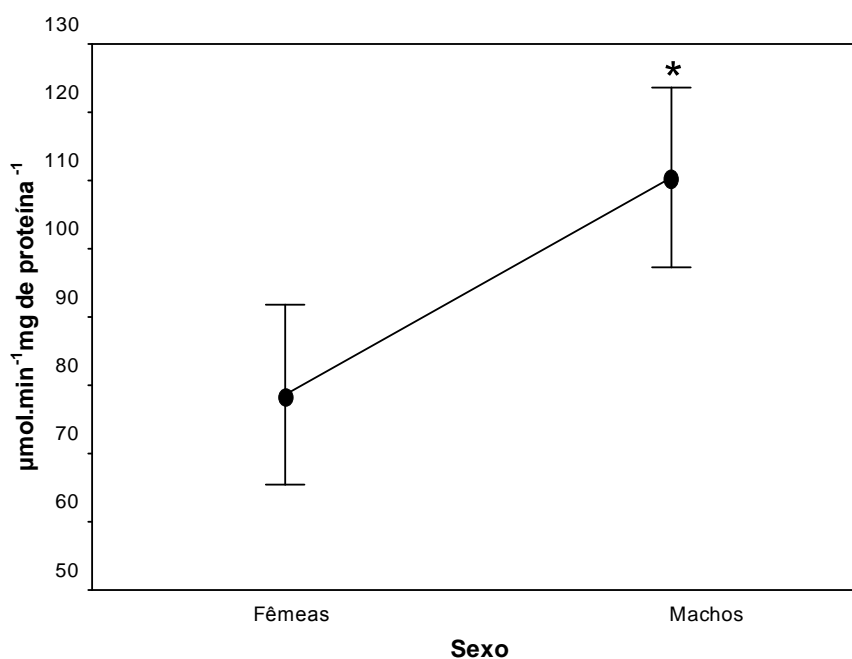


Figura. 3. Valores médio da atividade da enzima Catalase em fêmeas e machos de *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) independente da área estudada. Dados apresentados como média e intervalo de confiança. Os pontos indicam a média e as linhas verticais \pm o desvio padrão.

DISCUSSÃO

No presente estudo a atividade enzimática da GST mostrou-se maior em gafanhotos machos quando comparado com as fêmeas. Resultado semelhante foi observado por Augustyniak e Migula (2000), em estudo realizado na Polônia, utilizando o intestino médio de gafanhoto *Chorthippus brunneus* (Thunberg, 1815) (Acrididae). Os autores observaram que a atividade da GST também foi maior em machos, para quatro das cinco áreas analisadas.

Colaborando assim, com o resultado encontrado no presente estudo e reforçando a importância na separação do sexo em estudos como este.

Assim como a GST, a atividade da CAT também foi maior nos machos de *A. flavolineata* observada no presente estudo, também corrobora com os resultados obtidos em pesquisas realizadas com aranhas *Linyphia triangularis* (Clerck, 1757) (Linyphiidae) e *Xerolycosa nemoralis* (Westring, 1861) (Lycosidae) coletadas em duas áreas no sul da Polônia, os quais verificaram que os machos de algumas espécies são mais sensíveis ao estresse oxidativo do que as fêmeas, pois as fêmeas são mais protegidas contra o estresse oxidativo quando expostas a algum fator estressante (Wilczek et al. 2008). Essa proteção contra o estresse oxidativo também pode ter ocorrido nos machos da espécie de gafanhoto estudada no presente pesquisa.

Posteriormente, Wilczek et al. (2013) ao observarem o parâmetro enzimático da GST e CAT em aranhas *Xerolycosa nemoralis*, coletadas também no sul da Polônia, em duas áreas, uma não poluída (na comunidade Pilica) e outra fortemente poluída por metais pesados (próximo a cidade de Olkusz) também observaram maior atividade da GST em machos, no entanto, a atividade CAT foi maior em fêmeas. Destaca-se assim, a importância da identificação do sexo, pois ao serem analisados machos e fêmeas em uma mesma amostra pode-se obter resultados errôneos sobre um determinado grupo e os fatores estressantes e seu habitat (Wilczek et al. 2013).

Nesse mesmo estudo, Wilczek et al. (2013) também observaram que indivíduos de uma mesma espécie, mas de sexos diferentes podem utilizar distintas vias metabólicas para compensar o estresse oxidativo. De modo que, a atividade de algumas enzimas pode reduzir ou compensar a atividade da outra. A exemplo da CAT, que pode ser compensada pela maior atividade de outra enzima que eliminam espécies reativas de oxigênio do organismo, essas enzimas podem ser a Glutathione Peroxidase (GPx), Superóxido Dismutase (SOD) e Glutathione Redutase (GR), que também são captadoras de espécies reativas de oxigênio, principalmente H_2O_2 como referido por Felton e Summers (1995) e Wang et al. (2001).

Diferente do presente estudo onde a atividade da CAT não diferiram entre as áreas amostradas, Yousef et al. (2017) observaram uma menor

atividade da CAT em gafanhotos *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 1781) (Acrididae) coletados em áreas contaminadas por fertilizantes, quando comparados com os utilizados no controle, o que pode estar relacionada a adaptação da espécie aos contaminantes ao longo das gerações.

Em estudo realizado com gafanhotos *C. brunneus*, Augustyniak e Migula (2000) verificaram maior atividade dessas enzimas nos indivíduos expostos a compostos tóxicos, quando comparadas com insetos não contaminados. O mesmo foi observado por Migula et al. (2004) ao utilizarem quatro espécie de besouros (Coleoptera), para verificar os padrões de atividade das enzimas antioxidantes e a inter-relação do contaminante nesses indivíduos e seu habitat, também observaram que a atividade enzimática da GST e CAT diferiram entre áreas, apresentando maior atividade dessas enzimas em áreas poluídas quando comparadas com os indivíduos coletados em áreas não poluídas.

Além de contaminantes, outros fatores podem influenciar na atividade de algumas enzimas, com observados por Wilczek et al. (2013) que ao analisarem a relação da atividade enzimática da CAT em aranhas *X. nemoralis*, observaram maior atividade da CAT, nos indivíduos expostos a alta temperatura e a privação de alimento, indicando assim que a atividade dessa enzima responde a condições de estresse.

Vale ressaltar, que as duas áreas de estudo, onde *A. flavolineta* foram coletados nesta pesquisa, encontram-se com Floresta em estágio médio de regeneração como caracterizado por Caiafa (2015), apresentando assim, habitats similares para estes indivíduos. Durante as coletas, foi observado que a espécie prefere ambientes abertos e bordas florestais corroborando com os estudos de Roberts e Carbonell (1981).

Deste modo, os insetos utilizados nesta pesquisa sempre foram encontrados em microhabitat com características vegetacionais similares, fato que explique a similaridade da atividade das enzimas analisadas.

Embora tenha sido observada a presença de agravantes que podem interferir estresse oxidativo da espécie estudada influenciando na atividade enzimática, a exemplo do fluxo contínuo de veículos e habitação dos proprietários próximo ao ponto de coleta na localidade da Baixa de Areia. Ao

serem avaliadas pela primeira vez neste estudo, por meio dos biomarcadores GST e CAT não foi observada diferença significativa entre os pontos analisados. Resultado semelhante foi observado por Ihechiluru et al. (2015) não verificando diferença significativa, ao utilizarem marcadores de estresse oxidativo (CAT, GSH, GST e SOD) para avaliar áreas contaminadas por metais pesados, em estudos com libélula da espécie *Austroaeschna inermis* Martin, 1901 (Insecta, Odonata) em pesquisa realizada na Nigéria. Esse resultado também pode indicar que as duas áreas contenham o mesmo nível de contaminação.

Diferente do observado por Yousef et al. (2017) que ao analisarem uma variedade de marcadores de poluentes ambientais, incluindo a CAT, em gafanhotos *Aiolopus thalassinus* coletados em áreas contaminadas por resíduos da indústria de fertilizantes, verificaram que atividade dessa enzima foi significativamente afetada pelos poluentes ambientais.

A diferença significativa ou não significativa entre as áreas analisadas nos trabalhos mencionados acima, assim como no presente estudo pode estar diretamente associada à espécie ou órgão utilizado, nível de contaminação do local de coleta e as enzimas utilizadas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os indivíduos machos de *Abracris flavolineata* são mais sensíveis frente às possíveis perturbações em seu habitat quando comparados com as fêmeas. Visto que, as atividades das enzimas Glutathione S-Transferase e Catalase, variaram em função do sexo utilizando-se como material biológico o intestino médio. Constatou-se também, que as duas áreas amostradas possuem o mesmo equilíbrio ambiental quando analisadas por meio da atividade das enzimas Glutathione S-Transferase e Catalase em *A. flavolineata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aebi H (1984) Catalase in vitro. *Methods in enzymology* 105: 121-126. doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3

Augustyniak M, Migula P (2000) Body burden with metals and detoxifying abilities of the grasshopper *Chorthippus brunneus* (Thunberg) from industrially polluted areas. *Trace Metals in the Environment* 4: 423-454. doi.org/10.1016/S0927-5215(00)80019-3

Augustyniak M, Babczynska A, Migula P, Wilczek G, Laszczyca P, Kafel A, Augustyniak M (2005) Joint effects of dimethoate and heavy metals on metabolic responses in a grasshopper (*Chorthippus brunneus*) from a heavy metals pollution gradient. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 141(4): 412-419. doi.org/10.1016/j.cbpc.2005.09.007

Beutler E (1975) Red cell metabolism: a manual of biochemical methods. 2nd edition. Grune & Straton, New York. xvi+160 p.

Board PG, Menon D (2013) Glutathione transferases, regulators of cellular metabolism and physiology. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects* 1830(5): 3267-3288. doi.org/10.1016/j.bbagen.2012.11.019

Boyd RS (2007) *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) tolerates high concentrations of dietary nickel. *Insect Science* 14: 201-205. doi.org/10.1111/j.1744-7917.2007.00144.x

Burgeot T, Bocquéné G, Porte C, Dimeet J, Santella RM, De La Parra LMG, Pfhof-Leszkowicz A, Raoux C, Galgani F (1996) Bioindicators of pollutant exposure in the northwestern Mediterranean. *Marine ecology progress series* 131:125-141.

Caiafa ANA (2015) Vegetação na Serra da Jiboia. In: Blengini IA, Cintra MAMU, Cunha RPP Proposta de Unidade de Conservação da Serra da Jiboia. Salvador- Ba: Gambá p.72- 83.

Cigliano MM, Braun H, Eades DC, Otte D. (2017) Orthoptera Species File Online. Version 5.0/5.0. <http://Orthoptera.SpeciesFile.org> [Acesso: Julho 2017]

Cogo AJD, Siqueira AF, Ramos AC, Cruz ZMA, Silva AG (2009) Utilização de enzimas do estresse oxidativo como biomarcadoras de impactos ambientais. *Natureza on line* 7(1): 37-42.

Costa CR, Olivi P, Botta CMR, Espindola ELG (2008) A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Química Nova* 31(7):1820-1830.

Costa LA, Gusmão LFP (2015) Characterization saprobic fungi on leaf litter of two species of trees in the Atlantic Forest, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 46(4): 1027-1035. doi.org/10.1590/S1517-838246420140548

Costa MKM, Carvalho GS, Fontanetti CC (2010) Cladistic analysis of Abracrini genera (Orthoptera, Acrididae, Ommatolampinae). *Zootaxa* 2451: 1-25.

Devkota B, Schmidt GH (2000) Accumulation of heavy metals in food plants and grasshoppers from the Taigetos Mountains, Greece. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78:85–91. doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00110-3

Erzinger GS, Souza SC, Pinto LH, Hoppe R, Ciampo LFD, Souza O, Correia C HG, Häder DP (2015) Assessment of the impact of chlorophyll derivatives to control parasites in aquatic ecosystems. *Ecotoxicology* 24(4): 949-958. doi: 10.1007/s10646-015-1437-5

Felton GW, Summers CB (1995) Antioxidant systems in insects. *Archives of insect biochemistry and physiology* 29(2): 187-197. doi: 10.1002/arch.940290208

Flohr L, Brentano DM, Carvalho-Pinto CRS, Machado VG, Matias WG (2005) Classificação de resíduos sólidos industriais com base em testes ecotoxicológicos utilizando *Daphnia magna*: uma alternativa. *Biotemas* 18(2): 7-18. doi: <http://dx.doi.org/10.5007/%25x>

Ilechiluru NB, Henry NA, Taiwo IE (2015) Heavy metal bioaccumulation and oxidative stress in *Austroaeschna inermis* (Dragon fly) of the Lagos Urban ecosystem. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology* 7(1):11-19. doi: 10.5897/JECE2014.0336

Jesus TB, Carvalho CEV (2008) Utilização de biomarcadores em peixes como ferramenta para avaliação de contaminação ambiental por mercúrio (Hg). *Oecologia brasiliensis* 12(4): 680-693.

Kafel A, Rozpedek K, Szulinska E, Roszka AZ, Migula P (2014) The effects of cadmium or zinc multigenerational exposure on metal tolerance of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Science and Pollution Research International* 21(4): 4705-4715. doi: 10.1007/s11356-013-2409-z

Keen JH, Habig WH, Jakoby WB (1976) Mechanism for the several activities of the Glutathione S-transferases. *Journal of Biological Chemistry* 251(20): 6183-6188.

Lins JAPN, Kirschnik PG, Queiroz VS, Cirio SM (2010) Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. *Revista acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais* 8(4): 469-484. doi: org/10.7213/cienciaanimal.v8i4.11018

Magalhães DP, Ferrão-Filho AS (2008) A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis* 12(3): 355-381.

Masoud L, Vijayasarathy C, Fernandez-Cabezudo M, Petroianu G, Saleh AM (2003) Effect of malathion on apoptosis of murine L929 fibroblasts: a possible mechanism for toxicity in low dose exposure. *Toxicology* 185(1): 89-102. doi: org/10.1016/S0300-483X(02)00596-6

Migula P, Laszczyca P, Augustyniak M, Wilczek G, Rozpędek K, Kafel A, Woloszyn M (2004) Antioxidative defence enzymes in beetles from metal pollution gradient. *Biologia Bratislava* 59(5): 645-654.

Mogren CL, Trumble JT (2010) The impacts of metals and metalloids on insect behavior. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 135:1-17. doi: 10.1111/j.1570-7458.2010.00967.x

Nogueira DJ, De Castro SC, De Sá OR (2011) Utilização das brânquias de *Astyanax altiparanae* (Garutti & Britski, 2000) (Teleostei, Characidae) como biomarcador de poluição ambiental no reservatório UHE Furnas–MG. *Revista Brasileira de Zootecias* 11(3).

Pulido MD, Parrish AR (2003) Metal-induced apoptosis: mechanisms. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 533(1): 227-241. doi: org/10.1016/j.mrfmmm.2003.07.015

Rowell CHF, Behrstock RTA (2012) Additions to the acridoid grasshopper fauna of El Salvador. *Journal of Orthoptera Research* 21(2): 235-243. doi.org/10.1665/034.021.0208

Roberts HR, Carbonell CS (1981) A revision of the neotropical genus *Abracris* and related genera (Orthoptera, Acrididae, Ommatolampinae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 133: 1-14.

Ryan PB, Burke TA, Hubal EAC, Cura JJ, Mckone TE (2007) Using biomarkers to inform cumulative risk assessment. *Environmental health perspectives* 115(5): 833. doi: 10.1289/ehp.9334

Van Bladeren PJ (2000) Glutathione conjugation as a bioactivation reaction. *Chemico-biological interactions* 129(1): 61-76. doi.org/10.1016/S0009-2797(00)00214-3

Vickerman DB, Trumble JT (2003) Biotransfer of selenium: effects on an insect predator, *Podisus maculiventris*. *Ecotoxicology* 12(6):497-504. doi: org/10.1023/B:ECTX.0000003036.81351.31

Wang Y, Oberley LW, Murhammer DW (2001) Antioxidant defense systems of two lipidopteran insect cell lines. *Free Radical Biology and Medicine* 30(11): 1254-1262. doi: org/10.1016/S0891-5849(01)00520-2

Wilczek G, Babczyńska A, Wilczek P (2013) Antioxidative responses in females and males of the spider *Xerolycosa nemoralis* (Lycosidae) exposed to natural and anthropogenic stressors. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 157(2): 119-131. doi: org/10.1016/j.cbpc.2012.10.005

Wilczek G, Babczynska A, Wilczek P, Dolezych B, Migula P, Mlynska H (2008) Cellular stress reactions assessed by gender and species in spiders from areas variously polluted with heavy metals. *Ecotoxicology and environmental safety* 70(1): 127-137. doi: org/10.1016/j.ecoenv.2007.03.005

Yousef HA, Abdelfattah EA, Augustyniak M. (2017) Evaluation of oxidative stress biomarkers in *Aiolopus thalassinus* (Orthoptera: Acrididae) collected from areas polluted by the fertilizer industry. *Ecotoxicology* 26(3): 340-350. doi: 10.1007/s10646-017-1767-6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação apresentou informações relevantes sobre a comunidade de gafanhotos coletados em duas áreas, sendo elas Baixa de Areia e Baixa Grande ambas localizadas na Serra da Jiboia (BA), que poderão colaborar para a ampliação do conhecimento sobre a diversidade de Caelifera no Brasil.

Assim, o presente estudo destaca-se diante da necessidade conhecer e preservar os remanescentes florestais, além de registrar espécies de importância econômica e ecológica, bem como a descoberta de novas espécies. Mesmo que não tenha sido registrada a ocorrência de algumas espécies, que ocorrem com frequência no estado da Bahia, observa-se que a Serra da Jiboia, assim como ocorre em outros remanescentes florestais, apresenta grande diversidade de espécies pertencentes à Ordem Orthoptera, incluindo o registro da ocorrência de uma nova espécie que será descrita posteriormente, o que reforça a importância do presente estudo.

Das espécies registradas, destacam-se algumas que são consideradas pragas e que podem causar sérios danos na agricultura, exemplo da *Schistocerca cancellata* (Serville, 1838), *Stiphra* sp. Brunner von Wattenwyl, 1890 e *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813). Essas, na ausência de recursos alimentares tendem a migrar para outros habitats, alimentando-se de folhas e raízes de cultivos. Assim, a destruição de seus habitats a longo prazo pode ocasionar prejuízos para agricultura local caso ocorra migração desses indivíduos por falta de recurso alimentar ou outra perturbação gerada pela ação antrópica.

Também foram observados aspectos relacionados à flutuação populacional das espécies identificadas, além de revelar informações sobre a utilização de gafanhotos da espécie *Abracris flavolineata* (De Geer, 1773) em testes ecotoxicológicos, os quais revelaram eficiência na determinação da enzima GST e CAT, usando como material biológico o intestino médio. Porém, para constatar sua maior eficiência como indicador de áreas contaminadas torna-se necessário aprofundar os estudos, utilizando outras estruturas e outros biomarcadores.

Por fim, destaca-se que o levantamento da diversidade realizado é considerado pioneiro para a Ordem Orthoptera na Serra da Jiboia, visto ser o primeiro estudo sobre a estrutura da comunidade de gafanhotos para a região, com registros inéditos para estas localidades.

Além do ineditismo do estudo ecotoxicológico com gafanhotos no Brasil, o que reforça a eficiência destes indivíduos com bioindicadores de áreas contaminadas, utilizando como material biológico o intestino médio para verificar o nível de contaminação por meio da atividade enzimática.