



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INTEGRAÇÃO ACADÊMICA
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EM DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO

ALINE MACHADO DE OLIVEIRA

RELATÓRIO FINAL

INICIAÇÃO CIENTÍFICA:

PIBIC CNPq (), PIBIC CNPq Ações Afirmativas (), PIBIC UFPR TN (), PIBIC Fundação Araucária (), PIBIC Voluntária (**x**), PIBIC Ações Afirmativas Voluntária () ou PIBIC EM ().

07/2014 a 07/2015

COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS NO EXTREMO MERIDIONAL DO BIOMA CERRADO.

Relatório apresentado à Coordenadoria de Iniciação Científica e Integração Acadêmica da Universidade Federal do Paraná por ocasião da conclusão das atividades de Iniciação Científica Edital 2014/2015.

Rodrigo M. Feitosa / Departamento de Zoologia

Sistemática e Biologia de Formigas (Hymenoptera, Formicidae) / 2013990130

**CURITIBA
2015**

COMPOSIÇÃO DA FAUNA DE FORMIGAS NO EXTREMO MERIDIONAL DO BIOMA CERRADO.

1. ALTERAÇÕES REALIZADAS NO PLANO DE TRABALHO SUBMETIDO

1.1. OBJETIVO - O plano de trabalho submetido apresentava dois objetivos principais, o primeiro seria o inventariamento da fauna de formigas do limite sul do bioma Cerrado, e o segundo a análise da similaridade desta fauna com a fauna encontrada em outras regiões do bioma, até o momento o primeiro objetivo foi concluído; no entanto, o segundo ainda está em andamento. Dessa forma, no presente trabalho serão tratados somente dos resultados referentes ao inventariamento de fauna; as análises de similaridade serão apresentadas em futuras publicações resultantes do trabalho realizado no desenvolvimento deste projeto.

2. RESUMO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, abrangendo principalmente os estados da região central do país, esse bioma esta presente também em outros estados, porém em menor extensão. No estado do Paraná o Cerrado encontra-se muito reduzido, representando o limite meridional desse bioma no Brasil. As formigas são um grupo importante por estabelecerem relações com diversos outros organismos e exercerem importantes funções nos ecossistemas. No entanto, apesar da fauna de formigas do Cerrado ter sido amplamente estudada nos últimos anos, a mirmecofauna da região meridional do bioma permanece ainda desconhecida. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é realizar um levantamento da fauna de formigas do bioma Cerrado no estado do Paraná, gerando informações essenciais à conservação do bioma no estado e conseqüentemente à preservação da biodiversidade que ele abriga. Para tanto, foi realizada uma coleta no Parque Estadual do Cerrado (PEC) no período de 15 a 18 de Janeiro de 2015, utilizando-se armadilhas do tipo pitfall, distribuídas em três transectos, distantes 1 km entre si. Cada transecto foi dividido em 20 pontos, distantes 20 metros entre si, e em cada ponto foram instalados quatro armadilhas do tipo pitfalls no solo e quatro na vegetação. As armadilhas permaneceram instaladas por 48 horas e o material coletado foi armazenado em álcool 80% e processado no Laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR. O processamento constitui-se em triagem, montagem, morfoespeciação e identificação das formigas amostradas. Foram encontrados 36 gêneros, pertencentes a oito subfamílias, sendo elas Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae, Dolichoderinae, Ectatomminae, Dorylinae, Heteroponerinae e Pseudomyrmecinae. O gênero mais representativo nas amostras de solo foi *Pheidole*, com 29 espécies, e nas amostras de vegetação foi *Camponotus*, com 15 espécies. Os resultados deste trabalho terão implicância na avaliação dos processos geradores e mantenedores da biodiversidade do Cerrado, um bioma extremamente ameaçado pela ação humana, além de se constituir no primeiro inventário padronizado de formigas realizado nas áreas meridionais do Cerrado.

3. INTRODUÇÃO

O Cerrado no Brasil corresponde a cerca de 23% do território nacional, com aproximadamente 2 milhões de km² (BRIDGEWATER *ET AL*, 2004), sendo o segundo maior bioma do país, perdendo em extensão somente para a Floresta Amazônica que ocupa cerca de 3-5 milhões km² (RATTER *ET AL*, 1997).

O bioma Cerrado abrange principalmente os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins e Minas gerais, mas também é encontrado em Pernambuco, Bahia, Sergipe, Alagoas, Amapá e norte do Amazonas, e tem uma representação muito pequena nos estados de São Paulo e Paraná, sendo o último o limite meridional do Cerrado (UHLMANN *ET AL*, 1998; BRIDGEWATER *ET AL*, 2004).

Esse bioma tem sido alvo de estudo em diversas áreas do conhecimento no Brasil, porém os fragmentos do estado do Paraná têm sido pouco estudados. Os primeiros levantamentos florísticos foram realizados por Uhlmann nos anos de 1995 e 1997, a partir daí a vegetação de Cerrado no estado tem sido relativamente bem estudada (LINSINGEN *ET AL*, 2006). Porém a fauna do local ainda carece de estudos, sendo poucos os campos de pesquisa que têm realizado levantamentos faunísticos nessa região (STRAUBE *ET AL*, 2005). Dado o grau de ameaça que esse ambiente sofre e sua fragilidade, o conhecimento sobre a fauna que habita essa localidade se torna indispensável, sendo importante para a descrição da biodiversidade local e direcionamento de medidas de conservação, manejo e proteção dos fragmentos de Cerrado no estado (CASAGRANDE *ET AL*, 2012).

As formigas constituem uma única família de insetos, Formicidae, com 16 subfamílias, 39 tribos, 326 gêneros e 13.124 espécies (ANTCAT, 2015). No Brasil ocorrem 13 subfamílias, 112 gêneros, sendo nove endêmicos, e 1.464 espécies, sendo 536 endêmicas (ANTWIKI, 2015). As formigas são bastante abundantes no solo e amplamente distribuídas na vegetação (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990) e auxiliam na manutenção da biodiversidade e equilíbrio ecológico (BRANDÃO *ET AL*, 2011). Dessa forma, conhecer a diversidade de formigas de determinada região pode fornecer informações importantes à conservação, além de dados sobre distribuição, presença de espécies raras ou ecologicamente importantes (ALONSO & AGOSTI, 2000). Elas também são importantes predadoras de outros insetos, apresentam associações com diversos organismos (NESS *ET AL*, 2010) participam da ciclagem de nutrientes, aeração do solo, redistribuição de nutrientes (PACHECO & VASCONCELOS, 2006) e na dispersão de sementes (NESS *ET AL*, 2004; BREW *ET AL*, 1989), entre outros serviços ecológicos. Além disso, formigas têm sido comumente usadas como bioindicadores, pois além dos fatores já citados acima, elas são relativamente fáceis de coletar (e geralmente são coletadas em grande número), têm uma taxonomia relativamente bem resolvida, (BRANDÃO *ET AL*, 2011) e respondem rapidamente a mudanças no ambiente (PACHECO & VASCONCELOS, 2006).

A fauna de formigas que habita o ambiente de Cerrado no Paraná ainda é desconhecida, apesar de a mirmecofauna ser relativamente bem estudada em outros estados que compõe esse

bioma, principalmente na região central do país (CAMACHO & VASCONCELOS, 2015). Dessa forma, é de extrema importância conhecer quais são as espécies de formigas presentes no Cerrado do estado do Paraná, o qual representa o único estado da Região Sul a apresentar esse bioma.

Diante disso, o objetivo desse trabalho é fazer um levantamento da fauna de formigas do bioma Cerrado no estado do Paraná, gerando informações essenciais a conservação do bioma no estado e a preservação da biodiversidade que ele abriga, contribuindo também para o entendimento do padrão de distribuição de diversos gêneros e espécies, além de proporcionar um entendimento mais amplo da fauna de formigas do Cerrado brasileiro.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Levantamentos de fauna já foram realizados no Parque Estadual do Cerrado, local de estudo do presente trabalho, porém nunca utilizando formigas como objeto de estudo. Alguns desses trabalhos estão descritos a baixo.

Em 2012 foi publicado um levantamento da fauna de borboletas do parque, no qual foram registradas 226 espécies, sendo que uma delas está na lista paranaense de fauna ameaçada de extinção, e 25% das espécies encontradas são típicas do bioma Cerrado. O trabalho analisou espécimes provenientes de uma única coleta realizada em novembro de 2009 com o intuito de levantamento faunístico (CASAGRANDE ET AL, 2012).

A entomofauna associada a frutos de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) foi estudada por Ribeiro-Costa & Sari (2011). O estudo revelou a presença de 35 espécies de insetos associadas a barbatimão no Parque Estadual do Cerrado, sendo 18 himenópteros, 14 coleópteros, três lepidópteros e larvas de Diptera (Cecidomyiidae). Além de contribuir para o conhecimento da entomofauna presente no Cerrado paranaense, também contribui com informações para a conservação deste bioma no estado, e manejo sustentável de *Stryphnodendron adstringens*, leguminosa muito comum no parque.

Em 2009 foi publicado um trabalho que compara as assembleias de abelhas de diferentes regiões do Paraná, o trabalho foi realizado no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), e os gêneros registrados nesse parque foram comparados aos gêneros presentes nos fragmentos de Campos e Cerrado de localidades próximas, incluindo o município de Jaguariaíva. Esse trabalho aponta que os gêneros encontrados no PEVV são muito semelhantes aos encontrados em áreas de campo, além de apresentarem gêneros considerados típicos do bioma Cerrado, o que demonstra a influência de fisionomias adjacentes à composição da fauna no parque (GONÇALVES ET AL, 2009).

A fauna de gastrópodes também foi investigada, em trabalho publicado em 2011, verificou-se a ocorrência de nove espécies, distribuídas em seis famílias, sendo que uma das espécies é endêmica de Cerrado *sensu stricto*. O autor menciona que os moluscos terrestres são muito dependentes de umidade, o que pode ter limitado o número de espécies encontradas no Cerrado.

No entanto, a presença dessas espécies nesse ambiente pode revelar informações importantes sobre sua biologia, ecologia, e mecanismos evolutivos que levaram esses animais a sobreviver em um bioma com características tão desfavoráveis a seu estabelecimento (COLLEY, 2011).

Em relação aos anfíbios, há registros de 17 espécies, pertencentes a quatro famílias (Hylidae, Leiuperidae, Bufonidae e Microhylidae); além disso, em 2010 foi descrita uma nova espécie da família Hylidae, *Hypsiboas jaguariaivensis*, encontrada no Parque Estadual do Cerrado e considerada pelos autores uma espécie rara (CARAMASCHII ET AL, 2010). Um levantamento de fauna de aves também foi realizado no Parque Estadual do Cerrado. Nesse trabalho foram registradas 180 espécies, um número grande considerando as dimensões do parque e a riqueza específica desse tipo de vegetação em outras regiões brasileiras. Além disso, observou-se uma grande influência dos Campos e da Mata de Araucária na composição da avifauna do Parque Estadual do Cerrado (STRAUBE ET AL, 2005).

Em 2004, 12 espécies de carnívoros foram registradas no parque, sendo que quatro delas são ameaçadas de extinção no Paraná. Essas espécies pertencem às seguintes famílias: Canidae, Felidae, Mustelidae e Procyonidae. O parque é muito utilizado como refúgio para diversas espécies, porém verificou-se uma diminuição da diversidade de espécies em relação a trabalhos anteriores, o que é atribuído à caça predatória frequente na região (VIDOLIN & BRAGA, 2004).

A fauna de formigas de Cerrado de regiões centrais do Brasil é relativamente bem estudada. Camacho & Vasconcelos (2015) apresentaram um compilado de estudos realizados na Estação Ecológica do Panga, localizada em Uberlândia, MG, gerando uma lista de espécies da região, informações sobre estratificação e distribuição nas diferentes fisionomias do bioma. O trabalho registrou 277 espécies, sendo 169 exclusivas de fisionomias savânicas e 28 exclusivas de fisionomias florestais, em relação à estratificação 160 espécies foram encontradas somente no solo, e 51 apenas na vegetação. Esse trabalho registrou 15 espécies restritas ao Brasil, e apresentou o primeiro registro para o país de três espécies: *Crematogaster crucis*, *Myrmicocrypta urichi* e *Pheidole superba*.

Diante disso, pode-se notar a importância de trabalhos de inventariamento e monitoramento de fauna, principalmente em localidades como o PEC, que sofre fortes pressões do desenvolvimento urbano e agrícola na região.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. ÁREA DE ESTUDO

A coleta foi realizada em janeiro de 2015 no Parque Estadual do Cerrado (PEC), o qual foi ampliado em 2007, abrangendo as cidades de Jaguariaíva e Sengés, no segundo planalto paranaense. Com 1.830,40 hectares (IAP, 2012) o parque está localizado a 10 km do perímetro urbano de Jaguariaíva, sendo a única unidade de conservação do bioma Cerrado na região Sul.

Esta área de preservação de Cerrado representa cerca 0,02% do território estadual e mantém aproximadamente 45% das áreas originais do bioma no Paraná (VASCONCELLOS & ROCHA, 2011). O parque apresenta um clima quente com pluviosidade significativa ao longo de todo o ano, o mês mais seco é agosto com a média de 59 mm de precipitação e o mês mais chuvoso é janeiro com média de 205 mm. O mês mais quente é fevereiro com média 23°C, e o mais frio é junho com média de 12 °C. O clima é Cfa (clima temperado úmido com verão quente) conforme a classificação climática de Köppen-Geiger. As informações climáticas foram obtidas pelo *Climate-Date.org*, licenciado pela *Criative Commons Attribution-ShareAlike 2.0*.

O PEC abriga uma grande diversidade florística incluindo duas fisionomias principais: Florestal, representada por ecótonos floresta/cerrado e floresta ciliar; e Cerrado, representado por campo limpo, campo sujo, campo Cerrado, Cerrado *sensu stricto* e cerradão (UHLMANN *ET AL*, 1998), sendo o último representado por uma área muito pequena, considerada insignificante por alguns autores (LINSINGEN *ET AL*, 2006). Nesse trabalho, no entanto, coletamos nas áreas de Cerrado *sensu stricto*, pois dessa forma será possível comparar nossos resultados com trabalhos já publicados, nos quais foi utilizada a mesma metodologia e as coletas realizadas no mesmo tipo fisionômico. O Cerrado *sensu stricto* no Parque Estadual do Cerrado apresenta indivíduos lenhosos distribuídos de forma relativamente densa, com cobertura arbórea de até 60% e altura da vegetação 3-4m (UHLMANN *ET AL*, 1998).

5.2. PROCEDIMENTOS DE COLETA

O protocolo utilizado para a coleta é semelhante ao descrito no trabalho de Vasconcelos et al. (2014). Dessa forma, nós estabelecemos três transectos distantes 1 km entre si; em cada transecto demarcamos vinte pontos, distantes 20m entre si, totalizando 400m de comprimento em cada transecto. Nós utilizamos armadilhas do tipo pitfall, considerado o método mais efetivo para coleta de formigas em ambientes de savana (LOPES & VASCONCELOS, 2008; PARR & CHOWN, 2001). A armadilha pitfall consiste em um copo plástico de 250 ml (8,5 cm de altura e 7,8 cm de diâmetro). As armadilhas de solo foram enterradas em buracos, feitos utilizando uma cavadeira manual, de forma que sua abertura ficasse nivelada à superfície do solo, os pitfalls eram preenchidos aproximadamente até a metade por uma solução de água e detergente. Já as armadilhas arbóreas eram presas aos ramos das árvores por fita adesiva e preenchidas até aproximadamente a metade com uma solução de água e urina humana (diluição 1:2). A utilização de urina como atrativo é a forma mais eficaz de atrair formigas arbóreas entre as iscas conhecidas, incluindo sardinha e mel (VASCONCELOS *ET AL*, 2014). Em cada ponto foi selecionada aleatoriamente uma árvore, na qual foram instaladas quatro armadilhas pitfall em diferentes ramos separados entre si por 1m, sempre que possível. No solo, ao redor da árvore escolhida, também foram instalados quatro armadilhas de pitfall formando um *grid* de 2,5m x 2,5m. No entanto, nós consideramos as quatro armadilhas de cada estrato como sendo somente

uma amostra. Dessa forma obtivemos no total 120 amostras, sendo 60 arbóreas e 60 terrestres. Contudo, para o presente trabalho foram utilizadas somente 60 amostras, sendo que em cada transecto foram selecionados os pontos de número ímpar para o solo e de número par para a vegetação, de forma que no total obtivemos 30 amostras de cada estrato. O restante das amostras foi fornecida ao Laboratório de Ecologia de Insetos Sociais (LEIS), da Universidade Federal de Uberlândia, coordenado pelo professor Heraldo L. Vasconcelos para um projeto mais abrangente. Todas as armadilhas pitfall permaneceram instaladas por 48h. Após esse período elas foram retiradas e o material biológico armazenado em álcool aprox. 80%. No laboratório de Sistemática e Biologia de Formigas da UFPR essas amostras foram triadas, os exemplares montados, e identificados utilizando chaves de identificação de gêneros e espécies.

5.3. ANÁLISE DOS DADOS

Após a identificação dos espécimes coletados, os dados foram tabulados em uma matriz de presença e ausência contendo o nome das espécies coletadas e os pontos de coleta. Com base nessa matriz, utilizando o programa R, foi gerada uma curva de acumulação de espécies (curva do coletor), a qual permite verificar o quanto o esforço amostral empenhado na coleta se aproxima de uma amostragem total das espécies de determinada localidade, uma vez que o número de espécies aumenta com o aumento do tamanho da amostra. Assim, quanto mais próxima da assíntota está a curva, mais eficaz foi o esforço de coleta (ZANZINI, 2007).

Além disso, a quantidade de espécies que provavelmente ocorrem na área foi estimada utilizando quatro estimadores não-paramétricos de riqueza de espécies, *Chao 1*, *Jackknife 1*, *Jackknife 2* e *Bootstrap*, considerados ferramentas bastante eficientes para estimar a riqueza de uma determinada área baseando-se na incidência de espécies nas amostras (ALTEFF, 2009). O método *Chao 1* utiliza o número de espécies representadas por apenas um indivíduo nas amostras (*singletons*), e o número de espécies com apenas dois indivíduos nas amostras (*doubletons*); *Jackknife 1* se baseia no número de espécies que ocorrem em uma única amostra, as quais são denominadas espécies únicas (*uniques*); *Jackknife 2* utiliza espécies únicas e também espécies que ocorreram em duas amostras (*duplicates*); o *Bootstrap* baseia-se em dados de todas as espécies coletadas para estimar a riqueza total, não se restringindo as espécies raras (ZANZINI, 2007; BARROS, 2007; ALTEFF, 2009).

Uma curva de diversidade-abundância foi elaborada, onde as frequências de ocorrência de cada espécie são organizadas em ordem crescente e recebem um *rank*. Esses valores são *plotados* em uma curva que mostra quais espécies apareceram em menor frequência, ou seja, em poucas amostras, e quais são muito frequentes, apareceram em muitas amostras.

Finalmente, foi avaliada também a contribuição de cada estrato (solo e vegetação), representada por um gráfico mostrando quantas espécies ocorreram no solo, quantas ocorreram na vegetação, e quantas espécies ocorreram em ambos.

6. RESULTADOS

Foram encontradas 129 espécies (tabela 1), distribuídas em 36 gêneros, abrangendo oito subfamílias. Dentre as espécies encontradas somente 55 puderam ser identificadas nominalmente, enquanto 69 foram identificadas ao nível de gênero e mantidas como morfotipos, duas a nível de grupo de espécies e três devem ser comparadas (cf.) ou são próximas de outras espécies (pr.). A subfamília mais diversa foi Myrmicinae com 84 espécies, seguida de Formicinae com 24 espécies e Ponerinae com 10 espécies. O gênero mais diverso foi *Pheidole* com 29 espécies, seguido de *Solenopsis* com 17 espécies, e *Camponotus* com 15 espécies. A espécie mais frequente nas amostras foi *Camponotus novogranadensis*, capturada em 38 das 60 amostras, seguida por *Pheidole* sp7 com 30 registros, e *Linepitema micans*, *Brachymyrmex* sp1 e *Pheidole* sp3 todas com 29 registros de ocorrência nas amostras.

Tabela 1: Lista de espécies coletadas no Parque Estadual do Cerrado, mostrando a frequência de cada espécie nas amostras por estrato.

Subfamília/Espécie	Solo	Vegetação
Dolichoderinae		
<i>Dorymyrmex</i> sp1	14	0
<i>Linepithema micans</i>	28	1
<i>Tapinoma</i> sp1	1	0
Dorylinae		
<i>Neivamyrmex</i> sp1	1	1
Ectatomminae		
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	24	1
<i>Ectatomma tuberculatum</i> Oliver, 1792	0	3
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	12	0
Formicinae		
<i>Brachymyrmex</i> sp1	22	7
<i>Brachymyrmex</i> sp2	8	0
<i>Brachymyrmex</i> sp3	4	0
<i>Camponotus</i> sp1	4	7
<i>Camponotus</i> sp2	0	5
<i>Camponotus</i> sp3	0	9
<i>Camponotus</i> sp4	4	0
<i>Camponotus</i> sp5	0	1
<i>Camponotus agra</i> Smith, 1858	4	14
<i>Camponotus atriceps</i> Smith, 1858	1	15
<i>Camponotus bonariensis</i> Mayr, 1868	2	11
<i>Camponotus brasiliensis</i> Mayr, 1862	5	9
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	8	14
<i>Camponotus leydigii</i> Forel, 1886	3	7
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	3	5
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	22	16
<i>Camponotus pr punctulatus</i>	3	6

<i>Camponotus sexguttatus</i> Fabricius, 1793	0	4
<i>Nylanderia</i> sp1	23	0
<i>Nylanderia</i> sp2	3	0
<i>Myrmelachista</i> sp1	0	2
<i>Myrmelachista</i> sp2	0	4
<i>Myrmelachista catharinae</i> Mayr, 1887	0	4
<i>Myrmelachista gallicola</i> Mayr, 1887	0	1
Heteroponerinae		
<i>Acanthoponera mucronata</i> Roger, 1860	0	1
Myrmicinae		
<i>Apterostigma</i> sp 1 (gr pilosum)	9	0
<i>Atta sexdens</i> Linnaeus, 1758	13	1
<i>Cephalotes</i> sp1	0	1
<i>Cephalotes eduarduli</i> Forel, 1921	2	3
<i>Cephalotes pusillus</i> Klug, 1824	2	15
<i>Crematogaster</i> sp1	1	0
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899	2	0
<i>Crematogaster crinosa</i> Mayr, 1862	0	1
<i>Crematogaster erecta</i> Mayr, 1866	1	11
<i>Crematogaster evallans</i> Forel, 1907	7	1
<i>Crematogaster jardinero</i> Longino, 2003	2	0
<i>Crematogaster obscurata</i> Emery, 1895	4	7
<i>Crematogaster torosa</i> Mayr, 1870	4	1
<i>Cyatta abscondita</i> Sosa-Calvo et al, 2013	3	0
<i>Cyphomyrmex lectus</i> Forel, 1911	10	0
<i>Cyphomyrmex olitor</i> Forel, 1893	12	0
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> Spinola 1851	5	0
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	2	0
<i>Mycetagoicus cerradensis</i> Brandão & Mayhé-Nunes, 2001	1	0
<i>Mycetarotes</i> sp1	1	0
<i>Mycetarotes senticosus</i> Kempf, 1960	2	0
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893	10	0
<i>Mycocepurus smithii</i> Forel, 1893	2	0
<i>Myrmicocrypta</i> sp1	1	0
<i>Nesomyrmex spininodis</i> Mayr, 1887	0	1
<i>Pheidole</i> sp1	15	0
<i>Pheidole</i> sp2 (cf <i>oxyops</i>)	2	0
<i>Pheidole</i> sp3 (cf <i>oxyops</i>)	29	0
<i>Pheidole</i> sp4	12	1
<i>Pheidole</i> sp5 (gr <i>flavens</i>)	5	0
<i>Pheidole</i> sp6	4	1
<i>Pheidole</i> sp7	30	0
<i>Pheidole</i> sp8	1	0
<i>Pheidole</i> sp9	3	0
<i>Pheidole wolfringi</i> Forel, 1908	5	0
<i>Pheidole triconstricta</i> Forel, 1886	25	1
<i>Pheidole dione</i> Forel, 1913	1	0
<i>Pheidole aper</i> Forel, 1912	5	0

<i>Pheidole gertrudae</i> Forel, 1886	3	0
<i>Pheidole schwarzmaieri</i> Borgmeier, 1939	2	0
<i>Pheidole</i> sp16	9	0
<i>Pheidole</i> sp17	10	1
<i>Pheidole</i> sp18	15	0
<i>Pheidole</i> sp19	1	0
<i>Pheidole</i> sp20	1	0
<i>Pheidole</i> sp21	1	0
<i>Pheidole</i> sp22	1	0
<i>Pheidole</i> sp23	6	0
<i>Pheidole</i> sp24	1	1
<i>Pheidole</i> sp25	1	0
<i>Pheidole</i> sp26	0	1
<i>Pheidole</i> sp27	5	0
<i>Pheidole</i> sp28	2	0
<i>Pheidole synarmata</i> Wilson, 2003	2	0
<i>Pogonomyrmex naegeli</i> Emery, 1878	8	0
<i>Rogeria</i> sp1	2	0
<i>Sericomyrmex</i> sp1	1	0
<i>Solenopsis</i> sp1	2	1
<i>Solenopsis</i> sp2	6	0
<i>Solenopsis</i> sp3	8	0
<i>Solenopsis</i> sp4	22	0
<i>Solenopsis</i> sp5	5	0
<i>Solenopsis</i> sp6	2	0
<i>Solenopsis</i> sp7	1	0
<i>Solenopsis</i> sp8	8	0
<i>Solenopsis</i> sp9	1	0
<i>Solenopsis</i> sp10	4	1
<i>Solenopsis</i> sp11	19	0
<i>Solenopsis</i> sp12	1	0
<i>Solenopsis</i> sp13	2	0
<i>Solenopsis</i> sp14	4	5
<i>Solenopsis</i> sp15	12	0
<i>Solenopsis</i> sp16	4	0
<i>Solenopsis</i> sp17	4	0
<i>Strumigenys eggersi</i> Emery, 1890	1	0
<i>Strumigenys infidelis</i> Santschi, 1919	1	0
<i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863	3	0
<i>Strumigenys ogloblini</i> Santschi, 1936	1	0
<i>Trachymyrmex</i> sp1	7	0
<i>Trachymyrmex</i> sp2	1	0
<i>Trachymyrmex</i> sp3	2	0
<i>Trachymyrmex homlgreni</i> Wheeler, 1925	1	0
<i>Wasmannia auropunctata</i> Roger, 1863	26	1
<i>Wasmannia sigmoidea</i> Mayr, 1884	2	0
Ponerinae		
<i>Centromyrmex</i> sp1	1	0

<i>Hypoponera</i> sp1	3	0
<i>Hypoponera</i> sp2	3	0
<i>Hypoponera</i> sp3	5	0
<i>Hypoponera</i> sp4	1	0
<i>Hypoponera</i> sp5	1	0
<i>Mayaponera constricta</i> Mayr, 1884	2	0
<i>Odontomachus haematodus</i> Linnaeus, 1758	7	0
<i>Pachycondyla harpax</i> Fabricius, 1804	6	0
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	22	0
Pseudomyrmecinae		
<i>Pseudomyrmex</i> sp1	0	16
<i>Pseudomyrmex</i> sp2	8	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp3	2	2

O número de espécies coletadas foi expressivo, no entanto, a curva de acumulação de espécies (figura 1) ainda não atingiu a assíntota, embora mostre uma clara tendência à estabilização, o que revela que o esforço amostral foi significativo, mas não o suficiente para coletar todas as espécies existentes no PEC. Os estimadores de riqueza (tabela 2) também mostraram que existe uma tendência ao aumento da riqueza de espécies; o estimador *Bootstrap* estima que 90% das espécies existentes no local foram coletadas, e o *Jackknife2* estima que 74% das espécies foram coletadas, sendo o último o estimador mais robusto, pois é o que apresenta a assíntota mais estável entre os estimadores utilizados nesse trabalho.

A curva de diversidade-abundância (figura 2) mostrou que 49 das espécies coletadas foram localmente raras, ou seja registradas somente em uma ou duas amostras, enquanto 28 espécies apresentaram frequência acima de 12 registros, sendo consideradas comuns. Essa relação de espécies raras e comuns contribui para um aumento nas estimativas de quantidade de espécies.

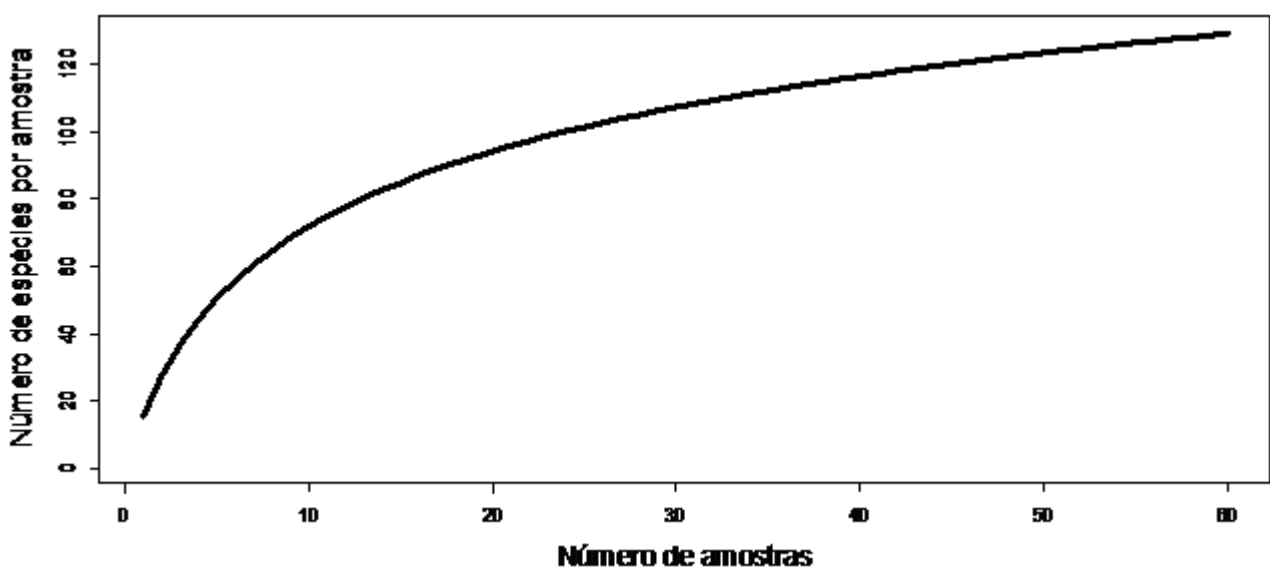


Figura 1: Curva de acumulação de espécies – número acumulativo das espécies encontradas no Parque Estadual do Cerrado, em função do número de amostras coletadas.

Tabela 2: Número estimado de espécies para o Parque Estadual do Cerrado, utilizando quatro estimadores de riqueza, e a porcentagem de espécies efetivamente coletadas.

<i>Estimador</i>	<i>Estimativa</i>	<i>Espécies coletadas</i>	<i>Porcentagem</i>
<i>Chao1</i>	155.2495	129	83%
<i>Jackknife 1</i>	159.4833	129	80%
<i>Jackknife 2</i>	172.3449	129	74%
<i>Bootstrap</i>	143.2781	129	90%

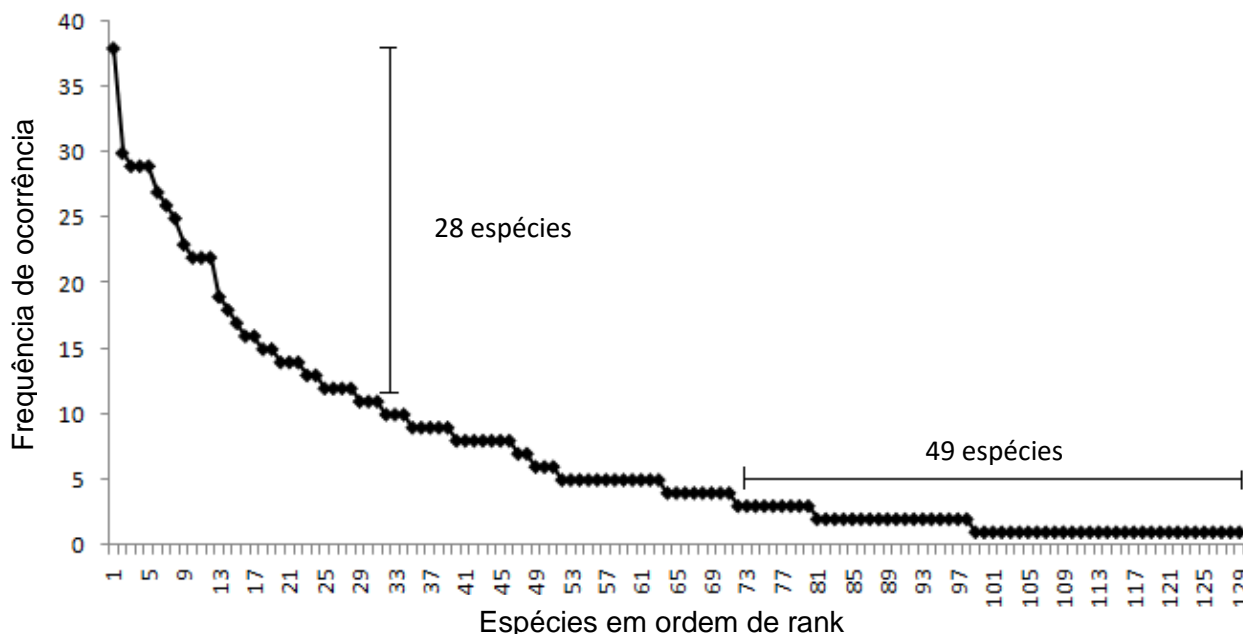


Figura 2: Curva de diversidade-abundância. Linha vertical mostra as formigas comuns (com mais de 12 registros), a linha horizontal mostra as formigas raras (com um ou dois registros de coleta).

Das 129 espécies encontradas 83 foram coletadas exclusivamente com armadilhas no solo e 16 exclusivamente com armadilhas na vegetação, sendo que 30 espécies são comuns a ambos os extratos. Essa proporção é mostrada na figura 3.

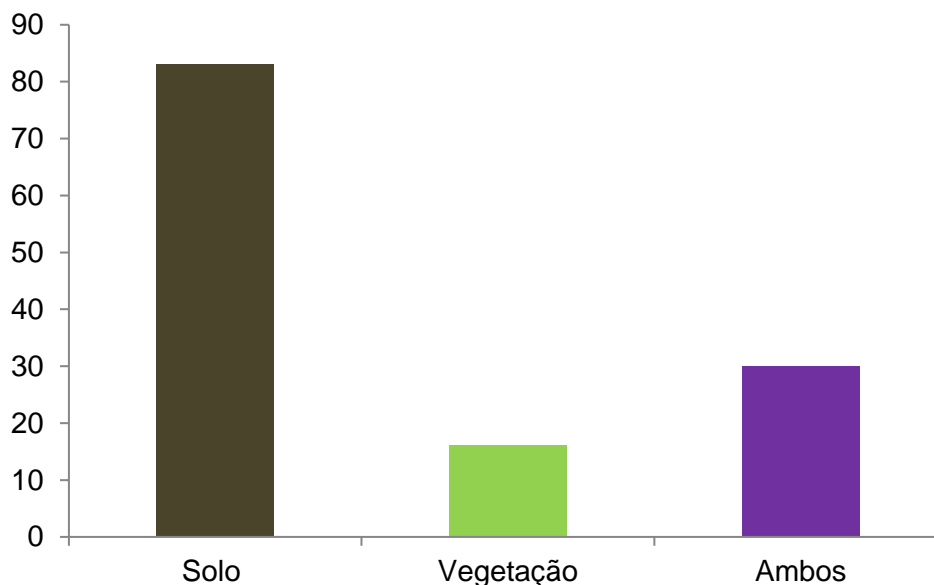


Figura 3: Número de espécie por extrato (83 no solo, 16 na vegetação, e 30 em ambos).

7. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O Parque Estadual do Cerrado mostrou uma grande diversidade de formigas, com um grande número de espécies com baixa frequência (com um ou dois registros) representando 38% do total observado. A curva do coletor e os estimadores utilizados apontam que o esforço de coleta ficou muito próximo de atingir o total de espécies estimado para a região, isso indica que o esforço amostral foi adequado e suficiente para coletar grande parte das espécies e considerando a quantidade de espécies localmente raras encontradas, um esforço amostral maior poderia acrescentar ainda mais espécies poucos frequentes, uma vez que a curva do coletor mostra uma clara tendência à assíntota, além de os estimadores mostrarem números próximos ao efetivamente coletado.

Outro fator bastante influente no número de espécies coletadas é a distribuição das espécies no ambiente, pois elas dificilmente estarão distribuídas de forma aleatória ou uniforme, principalmente em função de fatores ecológicos, como competição por recurso, proximidade da fonte de alimento, proteção contra predadores, requerimento de habitats, entre outros, tais fatores fogem ao controle do pesquisador (ZANINI, 2005). Assim, o método de coleta muitas vezes não é suficientemente abrangente para coletar toda a fauna existente, principalmente em se tratando de formigas, que se distribuem em uma grande diversidade de habitats, podendo nidificar em árvores, na serapilheira, na superfície do solo ou no subsolo, em ninhos de outros animais e em raízes de bromélias, o que contribui para a dificuldade de se obter todas as espécies da localidade estudada.

Em relação à estratificação, a Figura 3 mostrou que 64% das espécies nidificam/forrageiam estritamente no solo, e apenas 12% nidificam/forrageiam somente na vegetação. Isso pode ocorrer por causa da fisionomia do Cerrado, que apresenta um habitat arbóreo pouco complexo, árvores mais afastadas e baixas, o que impede a interligação entre as copas podendo dificultar a dispersão de espécies nesse habitat. Além disso, o solo talvez apresente um habitat com maior disponibilidade de recursos e locais para nidificação, favorecendo uma maior ocupação em número de espécies (CAMACHO, 2010).

Esse estudo constituiu o primeiro inventário das formigas de Cerrado para a Região Sul do Brasil, proporcionando conhecimento sobre esse pequeno fragmento do bioma e subsídio a futuros estudos. Até o momento somente duas espécies eram conhecidas para o Cerrado no Paraná, *Acromyrmex balzani* e *Acromyrmex niger*, a primeira coletada em Campo Mourão e a segunda em Arapoti, ambas as localidades contêm pequenos fragmentos de Cerrado, porém não estão em áreas de conservação, e sofrem grande pressão da agricultura (CALIXTO, 2013), podendo desaparecer totalmente dentro de alguns anos. A única área de conservação desse bioma no Paraná é o Parque Estadual do Cerrado, que também tem grande importância por representar também a única área de conservação do bioma de toda a Região Sul.

O Cerrado é o segundo bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana, depois da Mata Atlântica, e ainda sofre com a crescente pressão para aberturas de novas áreas para plantação e criação de gado, o que têm levado a um profundo esgotamento de seus recursos naturais. Apesar de sua grande importância biológica, o Cerrado é o bioma com menor porcentagem de áreas sobre proteção ambiental, apresentando apenas 8,21% de seu território legalmente protegido em unidades de conservação (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Assim, estudos de levantamento da fauna local podem propiciar subsídio para estimar a adaptabilidade às profundas modificações e pressões sofridas por esse ambiente, e prover medidas adequadas à conservação da diversidade remanescente (ESBÉRARD, 2003). Áreas de conservação são remanescentes de grande importância biológica, dessa forma, os estudos de inventariamento são geralmente a ação prioritária mais indicada para produzir conhecimento científico sobre a diversidade de áreas sob pressão antropológica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015) servindo de base para futuros estudos sobre taxonomia, ecologia, estudos populacionais, entre outros, representando um primeiro passo em direção ao conhecimento da mirmecofauna, no caso deste estudo, em um ambiente até então desconhecido nesse quesito.

Esse estudo também acrescenta diversas espécies à lista de espécies de formigas do estado do Paraná, sendo que até então eram conhecidos 59 gêneros e 226 espécies (CALIXTO, 2013). No presente estudo 30 espécies foram registradas pela primeira vez para o estado, são elas: *Ectatomma tuberculatum*, *Camponotus agra*, *Camponotus brasiliensis*, *Camponotus leydigi*, *Camponotus novogranadensis*, *Camponotus sexguttatus*, *Myrmelachista catharinae*, *Myrmelachista gallicola*, *Cephalotes eduarduli*, *Crematogaster abstinens*, *Crematogaster crinosa*, *Crematogaster erecta*, *Crematogaster evallans*, *Crematogaster jardineri*, *Crematogaster obscurata*, *Crematogaster torosa*, *Cyatta abscondita*, *Cyphomyrmex lectus*, *Cyphomyrmex transversus*, *Mycetagroicus cerradensis*, *Nesomyrmex spininodis*, *Pheidole wolfringi*, *Pheidole dione*, *Pheidole aper*, *Pheidole gertrudae*, *Pheidole schwarzmaieri*, *Strumigenys louisianae*, *Strumigenys ogloblini*, *Wasmannia sigmoidea* e *Odontomachus haematodus*.

Além disso, esse estudo adicionou quatro novos gêneros para o Paraná, são eles: *Cyatta*, *Myrmicocrypta*, *Mycetagroicus* e *Mycetarotes*. Sendo que *Cyatta* era conhecida até então somente para a Região Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, de modo que o presente estudo proporcionou, o primeiro registro do gênero para a Região Sul do país.

Após este estudo, o estado do Paraná totaliza 256 espécies e 63 gêneros de formigas o que mostra que a importância das fisionomias do estado para a composição da biodiversidade do país, e que estudos futuros serão de extrema importância para conhecer melhor a fauna que o Paraná abriga.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, L. E., and D. Agosti. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso and T. R. Schultz (Eds.). *Ants standart methods for measuring and monitoring biodiversity*, pp. 1 - 8. Smithsonian Institution Press, Washington and London

ANTCAT. An Online Catalog of the Ants of the World. Disponível em: <<http://www.antcat.org/>>. Acesso em: 02/08/2015

ANTWIKI. Disponível em: <http://www.antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki>. Acesso em: 02/08/2015

ALTEFF, E. F.; 2009. Estimativas de riqueza, composição de espécies e conservação da avifauna na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, MG, Brasil. UFU, Uberlândia-MG, 72 p.

BARROS, R. S. M.; 2007. Medidas de diversidade biológica. UFJF, Juiz de Fora, MG.

BRANDÃO, C. R. F.; Silva, R. R.; Feitosa, R. M. 2011. Cerrado ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) as indicators of edge effects. *ZOOLOGIA* 28 (3): 379–387.

BREW, C. R.; O'Dowd, D. J.; Rae, I. D. 1989. Seed dispersal by ants: behavior-releasing compounds in elaiosomes. *Oecologia* 80:490-497.

BRIDGEWATER, S.; Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F. 2004. Biogeographic patterns, beta-diversity and dominance in the Cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13: 2295–2318

CALIXTO, J. M. 2013. Lista preliminar das espécies de formigas (hymenoptera: formicidae) do estado do paraná, Brasil. Monografia. UFPR, Curitiba-PR.

CAMACHO G. P. 2010. A fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Estação Ecológica do Panga: riqueza, habitats de ocorrência e distribuição geográfica. Monografia. UFU, Uberlândia-MG.

CAMACHO G. P.; Vasconcelos H. L. 2015. Ants of the Panga Ecological Station, a Cerrado Reserve in Central Brazil. *Sociobiology*. DOI: 10.13102/sociobiology.v62i2.xx-xx

CAMPOS, R. I.; Vasconcelos, H. L.; Andersen, A. N.; Frizzo, T. L. M.; Spena, K. C. 2011. Multi-scale ant diversity in savanna woodlands: na intercontinental comparison. *Austral Ecology* 36, 983–992

CARAMASCHII, U.; Cruz, C. A. G.; Segalla, M. V. 2010. A new species of *Hypsiboas* of the *H. polytaenius* clade from the state of Paraná, Southern Brazil (Anura: Hylidae). *South American Journal of Herpetology*, 5(3), 169-174.

CASAGRANDE, M. M.; Dolibaina, D. R.; Carneiro, E.; Dias, F. M. S.; Leite, L. A. R.; Mielke, O. H. H. 2012. Borboletas (Hesperioidea e Papilionoidea) de Jaguariaíva, Paraná, Brasil: Inventário em um enclave de Cerrado meridional. *Coletânea de Pesquisa do Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá*, pag. 295.

COLLEY, E. 2011. A malacofauna do Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva, Paraná, Brasil): Inventariamento das espécies de Gastropóda terrestre no limite meridional do bioma Cerrado. *Coletânea de Pesquisa do Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá*, pag. 309.

ESBÉRARD, C. E. 2003. Diversidade de morcegos em área de Mata Atlântica regenerada no sudeste do Brasil. *Revista brasileira de Zoociências*, v.5, n.2, p. 189-204.

GONÇALVES, R. B.; Melo, G. A. R.; Aguiar, A. J.C. 2009. A assembléia de abelhas (Hymenoptera, Apidae) de uma área restrita de campos naturais do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná e comparações com áreas de Campos e Cerrado. *Papéis Avulsos de Zoologia*, volume 49(14): 163-181.

HÖLLDOBLER, B., and E. O. Wilson. 1990. The ants. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. Dados sobre Unidades de Conservação Estaduais/ Lista geral das Unidades de Conservação Estaduais. Atualizada em 14/09/2012. Disponível em: ou <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1209>. Acesso em: 02/08/2015.

LISINGER, L. V.; Sonehara, J. S.; Uhlmann, A.; Cervi, A. 2006. Composição florística do Parque Estadual do Cerrado de Jaguariaíva, Paraná, Brasil. *Acta Biol. Par., Curitiba*, 35 (3-4): 197-232.

LOPES, C. T.; Vasconcelos H. L. 2008. Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling ants in the Brazilian Cerrado. *Neotropical Entomology* 37(4):399-405

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Biomas, Cerrado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 03/08/2015.

NESS, J. H.; Bronstein, J. L.; Andersen, A. N.; Holland, J. N. 2004. Ant body size predicts distance of ant-adapted seeds: implications of small-ant invasions. *Ecology* 85(5), pp, 1244-1250.

PACHECO, R.; Vasconcelos, H. L. 2006. Invertebrate conservation in urban areas: Ants in the Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning* 81 193–199.

PARR, C. L.; Chown, S. L. 2001. Inventory and bioindicator sampling: Testing pitfall and Winkler methods with ants in a South African savanna. *Journal of Insect Conservation* 5: 27–36

RATTER, J. A.; Ribeiro, J. F.; Bridgewater, S. 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223–230

SARI, L. T.; Ribeiro-Costa, C. S. 2011. Entomofauna associada aos frutos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Mimosoideae) no Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva, Paraná. *Coletânea de Pesquisa do Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá*, pag. 316.

SILVA, R. R.; Brandão, C. R. F.; Silvestre, R. 2004. Similarity between Cerrado localities in central and southeastern Brazil based on the dry season bait visitors ant fauna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, Vol. 39, No. 3, pp. 191–199.

STRAUBE, F. C.; Urban-Filho, A.; Gatto, A. 2005. A avifauna do Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva, Paraná) e a conservação do Cerrado em seu limite meridional de ocorrência. *Atualidades Ornitológicas*, n127, pag. 29.

UHLMANN, A.; Galvão, F.; Silva, S. M. 1998. Análise da estrutura de duas unidades fitofisionômicas de savana (Cerrado) no sul do Brasil. *Acta bras. bot.* 12(3): 2.11-247.1998

VASCONCELLOS, G. C.; Rocha, M. R. L. 2011. A importância dos parques estaduais de vila velha, Guartelá e Cerrado na produção e divulgação de conhecimento científico. *Coletânea de pesquisas do parque estadual de vila velha, Cerrado e guartelá*. pag. 7.

VASCONCELOS, H. L.; Frizzo, T. L. M.; Pacheco, R.; Maravalhas, J. B.; Camacho, G. P.; Carvalho, K. S.; Koch, E. B. A.; Pujol-Luz, J. R. 2014. Evaluating sampling sufficiency and the use of surrogates for assessing ant diversity in a Neotropical biodiversity hotspot. *Ecological Indicators* 46 (2014) 286–292

VIDOLIN, G. P.; Braga, F. G. 2004. Ocorrência e uso da área por canívoros silvestres no Parque Estadual do Cerrado, Jaguariaíva, Paraná. *Cad. biodivers. v. 4, n.*

ZANZINI, A. C. S.; 2005. Descritores de riqueza e diversidade em espécies em estudos ambientais (Dissertação de Mestrado). Lavras: UFLA/FAEPE.