



**Universidade
Estadual de Goiás**

**Universidade Estadual de Goiás
Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Naturais do Cerrado**

SABRINA WUST

**DISPONIBILIDADE E OCUPAÇÃO DE CAVIDADES EM CUPINZEIROS EPÍGEOS
DO CERRADO SOB DIFERENTES MANEJOS DE FOGO**

Anápolis
2023

SABRINA WUST

**DISPONIBILIDADE E OCUPAÇÃO DE CAVIDADES EM CUPINZEIROS EPÍGEOS
DO CERRADO SOB DIFERENTES MANEJOS DE FOGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.

Orientador: Prof. Dr. Paulo De Marco Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Abs da Cruz Bianchi

Anápolis
2023

Wust, Sabrina

Disponibilidade e ocupação de cavidades em cupinzeiros
epígeos do cerrado sob diferentes manejos de fogo /
Sabrina Wust – 2023

38 f.: 4 figs, 7 tabs.

Orientador: Prof. Dr. Paulo De Marco Júnior
Coorientador: Prof. Dr Carlos Abs da Cruz Bianchi

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás,
Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2023

Bibliografia.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD/UEG)

Na qualidade de titular dos direitos de autor / autora, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, **CsA n.1087/2019** sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

Estando ciente que o conteúdo disponibilizado é de inteira responsabilidade do autor / autora.

Dados do autor (a)

Nome Completo: Sabrina Wust
E-mail: sabrinawust@gmail.com

Dados do trabalho

Título: **Disponibilidade e ocupação de cavidades em cupinzeiros epígeos do cerrado sob diferentes manejos de fogo**

Tipo

() Tese (x) Dissertação

Curso/Programa: RENAC - RECURSOS NATURAIS DO CERRADO

Concorda com a liberação documento

[X] SIM

[] NÃO

Assinalar justificativa para o caso de impedimento e não liberação do documento:

- Solicitação de registro de patente;
 - Submissão de artigo em revista científica;
 - Publicação como capítulo de livro;
 - Publicação da dissertação/tese em livro.
- ❖ Período de embargo é de **um ano** a partir da data de defesa, prorrogável por mais um ano.
- ❖ Em caso de não autorização, o período de embargo será de **até um ano** a partir da data de defesa, caso haja necessidade de exceder o prazo, deverá ser apresentado formulário de solicitação para extensão de prazo para publicação devidamente justificado, junto à coordenação do curso.

Anápolis, 27/01/2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br
SABRINA WUST
Data: 08/02/2024 11:35:25-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura autor (a)

Documento assinado digitalmente
gov.br
PAULO DE MARCO JUNIOR
Data: 08/02/2024 11:02:11-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do orientador (a)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS NATURAIS DO CERRADO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO Nº 134/2023

Aos 6 dias do mês de março do ano de 2023, às 14h00min, reuniu-se no auditório do bloco IV do Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas - Henrique Santillo da UEG, a banca Examinadora composta pelos: Paulo De Marco Júnior (Universidade Federal de Goiás), Helida Cunha (Universidade Estadual de Goiás (UEG)), Arthur Angelo Bispo (Universidade Federal de Goiás), para sob a presidência do primeiro, procederem à “defesa de Mestrado” intitulada: Disponibilidade e ocupação de cavidades em cupinzeiros epígeos do Cerrado sob diferentes manejos do fogo, de Sabrina Wust, discente do PPG Recursos Naturais do Cerrado, nível mestrado. Foi realizada a avaliação oral no sistema de apresentação e defesa de dissertação de autoria do(a) discente. Terminada a avaliação oral, a Banca Examinadora reuniu-se emitindo os seguintes pareceres mediante as justificativas e sugestões abaixo:

| Membro da Banca | Aprovado | Reprovado |
|-----------------------|----------|-----------|
| Paulo De Marco Júnior | X | |
| Helida Cunha | X | |
| Arthur Angelo Bispo | X | |

Justificativas e sugestões: _____

Após avaliação foi **APROVADA** na defesa. Às 17 horas, o (a) Prof. Paulo De Marco Júnior, presidente da Banca Examinadora deu por encerrada a sessão e, para constar, lavrou a presente Ata:

Prof. Helida Cunha



Documento assinado digitalmente
ARTHUR ANGELO BISPO DE OLIVEIRA
Data: 09/03/2023 19:17:30-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>



Documento assinado digitalmente
HELIDA FERREIRA DA CUNHA
Data: 15/04/2023 12:08:17-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Arthur Angelo Bispo



Documento assinado digitalmente
PAULO DE MARCO JUNIOR
Data: 09/03/2023 10:18:23-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof. Paulo De Marco Júnior

Dedico esta dissertação aos meus pais Cleonice Wust e Edson Wust, obrigada por todo apoio ao longo de todos esses anos. Espero que vocês estejam orgulhosos do caminho que estou trilhando.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais que sempre me apoiaram ao longo desde anos, fazendo com que eu nunca desistisse dos meus sonhos, as minhas irmãs Bianca e Vanessa pela torcida e apoio, ao meu irmão Anderson (mano) por todo suporte que me deu ao longo de todos esses anos, fazendo com que eu acreditasse mais em mim, ao meu irmão de consideração Handel por todo apoio e ao meu sobrinho Miguel que me deu forças e motivação para continuar a trilhar o caminho que escolhi para a minha vida. Sou muito grata pela família que tenho.

Agradeço as minhas avós Laci e Vivaldina pelas rezas e energias positivas que sempre me mandaram, agradeço aos meus avôs Arlindo e Paulo que estão me apoiando lá do céu.

Ao meu namorado Gabriel por todo apoio que venho recebendo, por acreditar no meu potencial até nos momentos em que eu mesmo na acreditava, por sempre estar ao meu lado, por escutar os meus surtos com a escrita e meus momentos que quero desistir de tudo. Obrigado por me acalmar e sempre fazer eu ver que sou capaz de muitas coisas.

Ao Professor Dr. Carlos Bianchi por todo apoio e suporte que venho recebendo desde a graduação até os dias de hoje, sou muito grata pelos dias de campo e por todas as conversas que tivemos sobre o projeto e sobra a vida. Agradeço imensamente pela sua orientação ao longo do mestrado e a parceria que criamos ao longo deste tempo.

Ao Professor Dr. Arthur Bispo por me aceitar no laboratório na época da graduação, por me apresentar ao Prof. Carlos e por todas as oportunidades que me deu ao longo destes anos. Agradeço pela doação do recurso que sobrou do projeto da ADUFG, graças a este recurso o campo foi custeado. Quem diria que a menina da recepção da FUNAPE que falava que entraria na biologia, realmente entrou e teve a sorte de poder ser parte do laboratório do Professor Arthur, só tenho a agradecer por esses momentos que vivi na graduação até agora e por você enxergar em mim o potencial que eu mesma não acreditava que tinha.

Ao Professor Dr. Paulo De Marco Junior por toda a orientação ao longo do mestrado, por me receber tão bem e topa fazer parte deste projeto que é tão importante na minha vida.

Aos meus amigos da graduação Amanda, Esteffany e Marcos que são pessoas importantes da minha vida, eles já fazem parte da minha família. O apoio que tive deles nesses anos foi muito importante para que eu continuasse o meu sonho. Obrigada por todo carinho e apoio, pelas noites em ligação e o apoio nos momentos bons e ruins.

Aos meus amigos do laboratório, Mila, João, Gabriel, Carol por todo incentivo e apoio, por se disponibilizarem e me ajudarem com as coletas de campo, sempre dando o melhor de

vocês e fazendo com que os campos fossem um momento tão especial na minha vida. As professoras Lorena, Katia e Shay pelos bons momentos no lab.

Ao Gabriel de Avila por todo o suporte que me deu ao longo desses dois anos, por sempre estar disposto a me ajudar e a ler os meus textos, por aguentar os meus surtos relacionados as coisas do mestrado ou dos trabalhos que fazíamos juntos. Por ter ficado até 00 me ajudando com o trabalho de estatística e por todo carinho e apoio.

A Ludmila por todo apoio e ajuda nos momentos de bloqueio de escrita, obrigada por ver que eu precisava de ajuda e me ajudar como podia. Obrigada por ser esse presente de 2022, que a nossa amizade continue a crescer e que possamos ir em vários shows de kpop juntas.

A naty pela amizade e suporte nesses dois anos, por confiar em mim e sempre estar ao meu lado em todos os momentos, por me animar quando estava desacreditada.

Aos meus amigos do LOL, Pagi, Neirinho, Fonfon, Douglas, Fiusa, Neox e aos outros que se for citar serão vários. Por todos os momentos bons e de distração que me ajudaram a me manter calma nesse período. Ao apoio que me deram na qualificação estando presentes e se interessando pelo meu projeto e por todo carinho que recebo de vocês.

Ao Sergio por todos os ensinamentos no campo e pelas ótimas refeições que ele proporcionou a toda a equipe, pelas conversas e sugestões.

Ao Marcos, chefe do Parque Nacional das Emas por todo o suporte nos dias em que estávamos fazendo as coletas de campo.

Agradeço imensamente a Neotropical Grassland Conservancy por acreditar no meu projeto e escolhe-lo para receber o prêmio de incentivo, graças a eles consegui custear os trabalhos de campo.

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram e me incentivaram ao longo desta caminhada e não foram citados acima, obrigada por todo o suporte.

Agradeço ao meu psicólogo Francisco por todo apoio e suporte nestes anos, a sua ajuda foi essencial para que eu não surtasse em alguns momentos.

Por fim agradeço a mim, por não ter desistido do sonho de fazer o mestrado, foram três anos tentando e na terceira vez quando eu estava quase desistindo eu consegui passar no processo seletivo. Então eu sou muito grata por não ter desistido e por todo empenho que tive ao longo destes anos, em alguns momentos pensei que não era capaz, mas hoje vejo que com o meu esforço fui capaz de realizar este sonho.

A felicidade pode ser encontrada inclusive nos momentos mais escuros; só é preciso se lembrar de acender a luz.

(Harry Potter e o Prisioneiro de Askaban)

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------|----|
| Lista de Tabelas..... | 9 |
| Lista de Figuras..... | 10 |
| Resumo..... | 12 |
| Abstract..... | 13 |
| Introdução Geral..... | 14 |
| Objetivos..... | 16 |
| Artigo..... | 17 |
| Introdução..... | 17 |
| Métodos..... | 18 |
| Área de estudo..... | 18 |
| Coleta de dados..... | 20 |
| Análise estatística..... | 22 |
| Resultados..... | 22 |
| Discussão..... | 26 |
| Considerações Finais..... | 29 |
| Referências..... | 30 |
| Supporting material..... | 34 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Números de cupinzeiros e cavidades encontradas nas parcelas e número de ocupação e vestígio..... | 23 |
| Tabela 2 - Números de cavidades com vestígios ou registro de ocupação..... | 23 |
| Tabela 3 - Efeito do tratamento sobre o número de cupinzeiros..... | 23 |
| Tabela 4 - Efeito do tratamento, tamanho e número de cupinzeiros sobre o número de cavidades..... | 24 |
| Tabela 5 - Descritivo das variáveis (dimensões dos cupinzeiros, das cavidades e orientação da cavidade) encontradas nos dois tratamentos (aceiros e áreas naturais)..... | 24 |
| Tabela 6 - Resultados da análise discriminante linear contendo para cada variável o coeficiente de discriminante linear e suas médias para cada tratamento (Aceiro - AC e Áreas Naturais - N)..... | 25 |
| Tabela 7 - Resultados da análise discriminante linear contendo para cada variável o coeficiente de discriminante linear e suas médias para Ocupado - OC e Vazia - V..... | 26 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Localização do Parque Nacional das Emas. Na ampliação à direita acima, detalhes dos locais de estudo (retângulo preto), que contém um par de parcelas, sendo um situado em aceiro e outro em área natural; o desenho amostra de cada parcela está à direita abaixo; linha preta externa representa os limites do parque; e linha preta interna representa as estradas dos aceiros..... | 19 |
| Figura 2 - Desenho esquemático das medidas efetuadas nos cupinzeiros epígeos com cavidades no Parque Nacional das Emas, GO: (A) Altura do cupinzeiro, (B) Altura da entrada em relação ao chão, (C) Diâmetro maior e menor da entrada, (D) Profundidade da cavidade na vertical para baixo, (E) profundidade da cavidade na horizontal e (F) Altura interna da cavidade..... | 21 |
| Figura 3 - Coeficientes discriminantes lineares de cada tratamento (aceiro - group AC e áreas naturais - group N)..... | 25 |
| Figura 4 - Coeficientes discriminantes lineares das cavidades ocupadas (OC) e não-ocupadas (V) relacionando com as medidas dos cupinzeiros e das cavidades..... | 26 |

Apresentação

Nessa dissertação busquei comparar a disponibilidade e ocupação de cavidades em cupinzeiros epígeos do cerrado sob diferentes manejos de fogo, sendo divididos em dois tratamentos, áreas manejadas (aceiros), que são queimadas periodicamente, e não manejadas (áreas naturais), que queimam eventualmente. Considerando a importância dos cupinzeiros epígeos e de suas cavidades para um número grande de grupos taxonômicos, este estudo pretende subsidiar os gestores da unidade de conservação com informações que possam contribuir para o manejo e conservação do parque. Essa dissertação foi organizada na forma de um artigo científico escrito nas normas da *Austral Ecology*.

Resumo

O Cerrado possui uma grande diversidade de espécies da fauna e da flora associadas à diferentes fitofisionomias, mas, devido à intensa pressão antrópica mais da metade de seu território já sofreu uma perda significativa das paisagens naturais. O fogo é um fator ecológico importante para o bioma e muitas unidades de conservação (UCs) utilizam os aceiros como uma estratégia de manejo e prevenção de fogo, evitando que grandes extensões de vegetação sejam afetadas pelos incêndios. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos deste manejo na paisagem e na ecologia das espécies encontradas nestas reservas. No Parque Nacional das Emas, muitas espécies de animais ocupam o interior de cavidades de cupinzeiros epígeos ao longo do ano, seja para abrigo, reprodução ou para proteção durante os incêndios, já que a temperatura pouco se altera em seu interior. Com o intuito de investigar o efeito do manejo de fogo na disponibilidade e ocupação de cupinzeiros e cavidades, realizei amostragens em 36 pares de parcelas em dois tratamentos (aceiro e natural), totalizando 72 hectares. Todos os cupinzeiros e cavidades das parcelas foram contabilizados e georreferenciados e as medidas das dimensões dos cupinzeiros com cavidades foram efetuadas. O estudo mostrou que não há diferença na quantidade de cupinzeiros entre áreas naturais (n=722) e aceiros (n=843), mas mostrou que há diferença na quantidade de cavidades entre os dois tratamentos, sendo maior em áreas manejadas (aceiro n=53, natural n=18). Com relação às dimensões dos cupinzeiros e das cavidades, não houve diferença entre os tratamentos, nem os grupos de cavidades ocupadas e não-ocupadas. A taxa de ocupação das cavidades foi de 43% nos aceiros e 16% nas áreas naturais.

Palavras-chaves: Queimadas, Cupinzeiros Epígeos, Ocupação, PARNA das Emas

Abstract

The Cerrado has a great diversity of fauna and flora species associated with different phytophysionomies, but due to the intense anthropic pressure, more than half of its territory has already suffered a significant loss of natural landscapes. Fire is an important ecological factor for the biome and many conservation units (UCs) use firebreaks as a fire prevention and management strategy, preventing large extensions of vegetation from being affected by fires. However, little is known about the effects of this management on the landscape and ecology of the species found in these reserves. In Emas National Park, many species of animals occupy the interior of epigeal termite mound cavities throughout the year, either for shelter, reproduction or protection during fires, since the temperature changes little inside. In order to investigate the effect of fire management on the availability and occupation of termite mounds and cavities, I carried out samplings in 36 pairs of plots in two treatments (firebreak and natural), totaling 72 hectares. All termite mounds and cavities in the plots were counted and georeferenced and measurements of the dimensions of termite mounds with cavities were performed. The study showed that there is no difference in the number of termite mounds between natural areas (n=722) and firebreaks (n=843), but it did show that there is a difference in the number of cavities between the two treatments, being greater in managed areas (firebreak n= 53, natural n=18). With regard to the dimensions of the termite mounds and the cavities, there was no difference between the treatments, nor the groups of occupied and unoccupied cavities. The occupation rate of the cavities was 43% in firebreaks and 16% in natural areas.

Keywords: Burning, Epigeal termite mounds, Occupation, PARNA das Emas

Introdução geral

O Cerrado brasileiro é formado por diferentes fitofisionomias (savanas, campos, matas de galeria, e outros), possui uma grande diversidade de habitats e de espécies da fauna e flora, incluindo espécies endêmicas, características que o tornam um hotspot de biodiversidade mundial (Mittermeier *et al.*, 2011) e o segundo maior bioma do Brasil, ocupando 21% do território nacional. Aproximadamente 46% de sua área original já foi desmatada ou transformada pelo homem, cerca da metade dos 2 milhões de quilômetros quadrados do seu território sofreram grande pressão antrópica, tendo como consequência uma perda significativa de paisagens naturais que foram convertidas em áreas destinadas ao agronegócio, mineração e expansão urbana (Klink & Machado, 2005; Machado *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2022).

No Cerrado, o fogo é considerado um fator ecológico importante e de ocorrência natural, sobretudo na forma de incêndios de superfície em paisagens de vegetação mais aberta, podendo causar efeitos diretos ou indiretos nos organismos, como mudanças na composição de espécies, alterações na estrutura de habitats e interferir na ciclagem de nutrientes (Medeiros, 2002; Sedonda, 2002; Miranda *et al.*, 2009; Merisse, 2010). Algumas espécies da flora possuem adaptações relacionadas ao fogo, como a suberização dos galhos e troncos das árvores, o que possibilita o isolamento térmico dos tecidos vivos. Isto pode também exercer um papel importante na fisiologia de muitas espécies, como a quebra de dormência de sementes, produção de folhas jovens e a intensa floração da vegetação herbácea após a queimada (Coutinho, 1990; Sedonda, 2002; Miranda *et al.*, 2009). Contudo, a frequência e a intensidade do fogo também podem ser prejudiciais para a vegetação, causando uma diminuição na densidade das espécies lenhosas e a diminuição da diversidade das espécies (Medeiros, 2002; Sedonda, 2002). Dessa forma a frequência das queimas tendem a favorecer as espécies adaptadas e prejudicar as espécies sensíveis ao fogo (Ramos-Neto, 2004).

O efeito do fogo sobre a fauna varia de acordo com a frequência e intensidade do fogo sobre a vegetação: as grandes queimadas tendem a destruir totalmente o habitat e o alimento de várias espécies, assim como, causam uma alta taxa de mortalidade aos indivíduos que não encontram abrigo (Coutinho, 1990; Diniz & Morais, 2008). Após as queimadas, algumas espécies podem ser beneficiadas. Os insetos polinívoros e nectarívoros podem ter mais acesso a flores que aumentam depois das queimadas (Barcellos, 2001) enquanto algumas espécies de animais herbívoros, como o veado-campeiro se alimentam da rebrota logo após o fogo (Coutinho, 1990; Diniz & Morais 2008).

Durante os incêndios no Cerrado, algumas espécies da fauna se protegem no interior de cavidades de cupinzeiros para escapar do fogo, pois as cavidades oferecem um excelente local de abrigo visto que a temperatura dos cupinzeiros pouco se altera nas camadas mais internas de sua estrutura, protegendo tanto as colônias de cupins como eventuais ocupantes das cavidades existentes nestes termiteiros (Redford, 1984; Merisse, 2010). No entanto, mais importante do que a ocupação como abrigo contra o fogo, é o uso das cavidades como locais de reprodução e abrigo feitos por várias espécies da fauna, incluindo pequenos roedores, aves, anfíbios, répteis, abelhas, entre outros (Cunha & Brandão, 2001; Moreira et al., 2009; Cunha & Morais, 2010).

O Brasil abriga cerca de 280 espécies de cupins, possuindo uma grande riqueza na Amazônia e no Cerrado (Constantino, 2005). Os cupins desempenham um papel fundamental na decomposição e ciclagem de nutrientes nos ecossistemas, gerando recursos para outras espécies (Costa et al, 2009; Cunha & Morais, 2010). Os cupinzeiros epígeos dominam as pastagens do Cerrado, ocupando em sua maioria a parte subterrânea de seus ninhos, possibilitando que outras espécies ocupem estes espaços vazios como locais de abrigo, reprodução, entre outros (Sazima, 1989; Dubs, 1992; Sick, 1997; Costa et al, 2009; Cunha & Morais, 2010; Dias, 2011; Vasconcelos et al., 2015). Alguns estudos no Cerrado vêm investigando a interação entre as espécies e os cupinzeiros epígeos (Cunha & Brandão, 2001; Moreira et al., 2009; Costa et al., 2009; Cunha & Morais, 2010; Prestes & Cunha, 2012).

Objetivos

O meu objetivo foi comparar a disponibilidade e ocupação de cavidades em cupinzeiros epígeos do cerrado sob diferentes manejos de fogo, sendo divididos em dois tratamentos, áreas manejadas (aceiros), que são queimadas periodicamente, e não manejadas (áreas naturais), que queimam eventualmente.

A primeira hipótese é de que há diferença na quantidade de cupinzeiros entre as áreas manejadas (aceiros - AC) e não manejadas (áreas naturais - N). A segunda hipótese presume que há diferença na quantidade de cavidades entre as áreas sob diferentes tratamentos, havendo mais cavidades nas áreas manejadas. A terceira hipótese é que as dimensões dos cupinzeiros e das cavidades são diferentes entre os tratamentos. A quarta hipóteses é que as dimensões dos cupinzeiros e cavidades ocupadas são diferentes das não-ocupadas. E a quinta hipótese é de que áreas manejadas (aceiro) têm maior taxa de ocupação das cavidades pelos grupos taxonômicos do que as áreas não manejadas.

AVAILABILITY AND OCCUPANCY OF CAVITIES IN EPIGEOUS TERMITES OF THE CERRADO UNDER DIFFERENT FIRE MANAGERMENTS

Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, sendo localizado no Brasil central, ocupando cerca de 21% do território nacional. Possui uma grande diversidade de habitats e espécies da flora e fauna, assim como espécies endêmicas, características que o tornam um “hotspot” de biodiversidade mundial (Mittermeier et al., 2011, Damasco et al., 2018). Cerca de 46% de sua cobertura já sofreu pressões antrópicas, o que causou uma perda significativa das paisagens naturais, convertidas em áreas destinadas ao agronegócio, expansão urbana, entre outros (Klink & Machado, 2005; Machado et al., 2004; Rodrigues et al., 2022).

O Brasil abriga cerca de 280 espécies de cupins, com uma grande riqueza no Cerrado, tornando o grupo um componente característico deste bioma (Constantino, 2005). Os cupins possuem um papel fundamental no ecossistema que estão inseridos, auxiliando na decomposição e ciclagem de nutrientes, gerando assim recursos para outras espécies. Os cupinzeiros epígeos podem ser encontrados em fitofisionomias como campo aberto e pastagens, dentre eles os da espécie *Cornitermes cumulans* que se destaca pelo seu tamanho (podendo atingir dois metros de altura) e resistência, sendo considerada uma espécie-chave devido a sua abundância e impacto sobre o ambiente (Redford, 1984; Constantino, 2005; Cunha et al., 2006).

Durante os incêndios no Cerrado, algumas espécies da fauna se protegem no interior das cavidades dos cupinzeiros, visto que a temperatura pouco se altera nas camadas mais internas de sua estrutura, protegendo tanto as colônias de cupins como eventuais ocupantes das cavidades (Redford, 1984; Noirot & Darlington, 2000). No entanto, a ocupação dessas cavidades não é restrita aos eventos de queima, mas também ao longo do ano por várias espécies que as utilizam como locais de abrigo e reprodução, incluindo pequenos roedores, aves, anfíbios, répteis e abelhas (Moreira et al., 2009). Sabe-se que algumas espécies de aves das famílias Picidae, Trogonidae e Bucconidae escavam cavidades em cupinzeiros para nidificação (Sazima, 1989; Dubs, 1992; Sick, 1997; Dias, 2011; Vasconcelos et al., 2015).

Embora a ocorrência do fogo no Cerrado seja um fator ecológico, as grandes queimadas de origem antrópica têm sido cada vez mais frequentes, sendo necessário que estratégias de manejo de fogo sejam aplicadas em áreas protegidas da região, visando a preservação de sua biodiversidade (Sendoda, 2009). As queimadas prescritas em faixas de vegetação com larguras pré-definidas (denominados aceiros), feitas antes do início da estação de seca, têm como objetivo evitar o avanço do fogo e são cada vez mais usadas como ferramenta

de manejo nas unidades de conservação e outros locais como margens de rodovias (Hunter & Robles, 2020; Rocha et al., 2013).

Até o presente momento existem trabalhos que avaliam os efeitos do fogo na biologia reprodutiva e no forrageamento de espécies animais nas áreas queimadas e naturais (Sedonda, 2009; Tubelis & Delitti, 2010). Algumas pesquisas trazem informações sobre a interação dos cupins com outras espécies (Cunha & Moraes, 2010), outras estimam a quantidade de cupinzeiros epígeos em algumas áreas do Cerrado (Cunha, 2011).

Neste contexto, eu testei a hipótese de que a disponibilidade de cavidades em cupinzeiros epígeos é afetada pelo manejo do fogo, no Parque Nacional das Emas, Goiás. Especificamente, avalei a possibilidade de que as áreas não manejadas seriam diferentes em relação às áreas manejadas (aceiros) com relação a: (1) quantidade de cupinzeiros, (2) quantidade de cavidades, (3) nas dimensões dos cupinzeiros e das cavidades entre os tratamentos, (4) nas dimensões das cavidades ocupadas e não-ocupadas e, por fim, (5) se áreas manejadas possuem maior taxa de ocupação das cavidades por diferentes grupos taxonômicos do que as áreas naturais.

Metodologia

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Parque Nacional das Emas, uma das principais áreas de proteção integral do Cerrado, que possui aproximadamente 132.000 hectares e está localizado no sudoeste do estado de Goiás (Figura 1). O parque apresenta diversas fitofisionomias do Cerrado, havendo predominância das áreas mais abertas (ICMBIO, 2004) sendo que cerca de 75 a 80% de sua área é formada por campos limpos e sujos (França et al. 2007). O clima da região é marcado por duas estações bem definidas: seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril), tendo como característica o clima sazonal tropical, onde a temperatura média anual pode variar entre 22 e 24 °C (França et al. 2007).

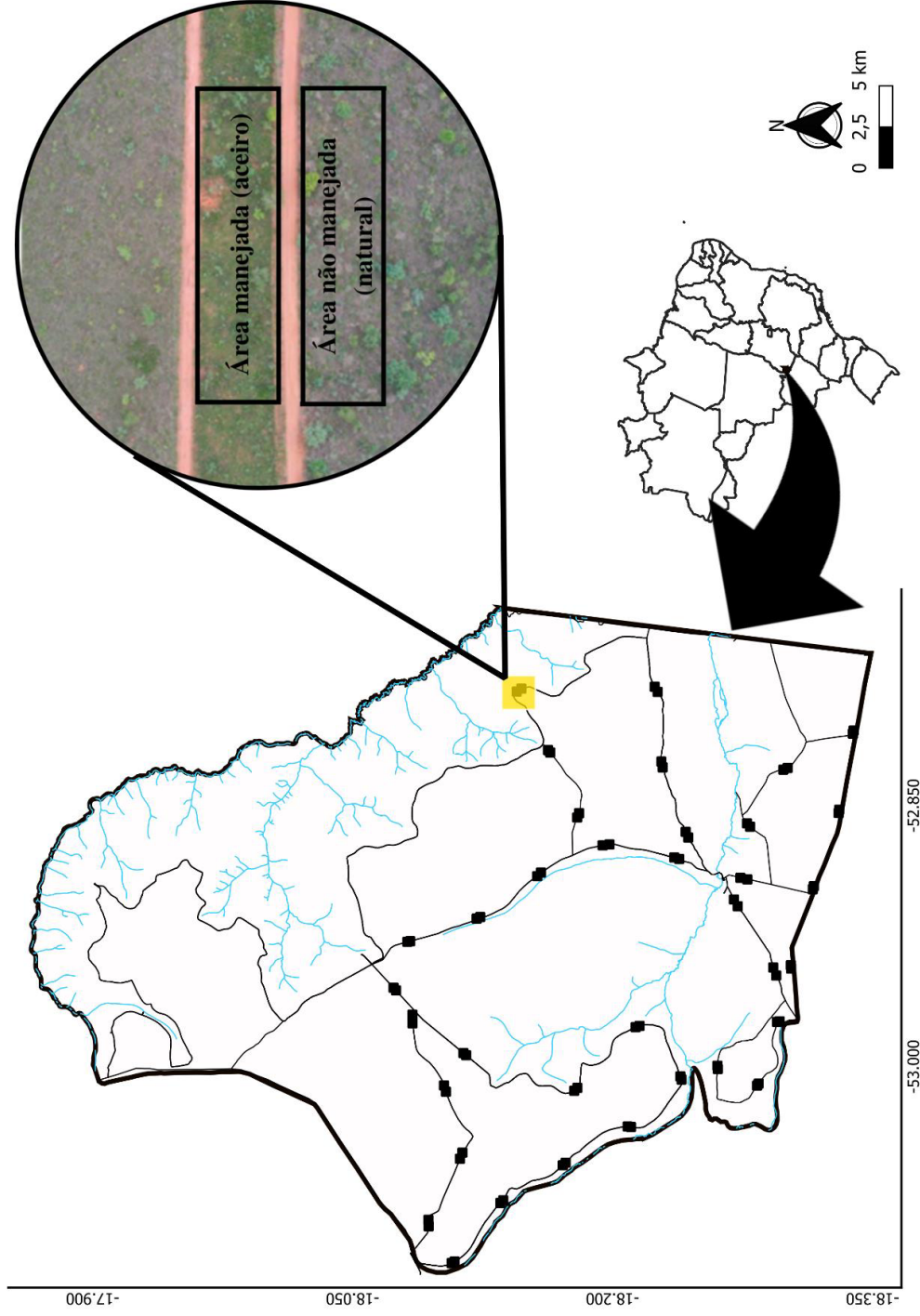


Figura 1 – Mapa de localização do Parque Nacional das Emas, com os limites do parque (linha preta externa), estradas dos acciros (linha preta interna) e desenho amostral de cada par de parcela (acciro e natural).

O parque é recortado por diversas estradas internas em boas condições de circulação e providas de aceiros (ICMBIO, 2004), criados entre 1984 e 1987, totalizando uma extensão de 384km de aceiros (França et al. 2007). Os aceiros são definidos como faixas de vegetação que estão localizadas entre duas estradas (principal e secundária), sua largura varia de 25 a 100 m de acordo com a sua localização (Ramos-Neto 2004). A vegetação presente nestas faixas é intencionalmente queimada (França et al. 2007), visando diminuir a biomassa no local e servir como uma barreira contra a propagação do fogo pelo parque, impedindo que grandes incêndios ocorram (Ramos-Neto 2004). O manejo do fogo nestas áreas é planejado e realizado pelos gestores do parque, geralmente a cada 1-2 anos antes do início da estação da seca.

Coleta de dados

Realizei as coletas em duas campanhas, tendo oito dias de campo cada, sendo elas de 13 a 20 de maio e 6 a 13 de junho de 2022. Amostrando 72 parcelas pareadas de 1 hectare cada, sendo 36 em áreas manejadas (aceiros) e 36 em áreas não manejadas (áreas naturais). Em cada par, as parcelas amostradas estavam paralelas entre si e separadas por uma estrada (Figura 1).

Em cada parcela, iniciei a amostragem pela área manejada (aceiros), medindo a largura do aceiro e, em seguida ajustando o comprimento para demarcar 1 hectare em sua totalidade. Este procedimento deve-se ao fato de que a largura dos aceiros varia de acordo com sua localização dentro do parque, podendo ter de 25, 40, 60 ou 100 metros. Após estabelecer a medida das parcelas, efetuei a contagem dos cupinzeiros que estavam dentro do delineamento da parcela, assim como dos cupinzeiros com cavidades. Estabeleci a medida de >10 centímetros de profundidade para considerarmos como cavidade e abaixo disto consideramos como cavidade em formação. Para todas as cavidades encontradas defini um protocolo de aproximação cuidadoso pela lateral da entrada da cavidade, respeitando o silêncio a fim de evitar perturbações à uma eventual ocupação. A verificação prévia foi realizada com o auxílio de uma lanterna e câmera quando a câmara da cavidade era profunda. Todas as cavidades encontradas foram marcadas com uma bandeira que foi retirada ao final da triagem e sua localização registrada com GPS. Após a contagem, as seguintes medidas foram tomadas dos cupinzeiros com cavidades: (a) altura total do cupinzeiro; (b) altura da entrada em relação ao chão; (c) diâmetros maior e menor da entrada; (d) profundidade da cavidade na vertical para baixo, a partir da base da entrada; (e) profundidade da cavidade na horizontal a partir da base da entrada; (f) altura interna da cavidade a partir da entrada e (g) orientação da abertura da cavidade (determinado com o uso de uma bússola) (adaptado de Bianchi, 1998; Dias, 2011;

Dias & Lima, 2015; Odeja et al., 2021) (Figura 2). Para as medidas foram utilizados trena, régua e bússola. As cavidades ocupadas por vespas, abelhas ou formigas não foram medidas por motivos de segurança dos pesquisadores.

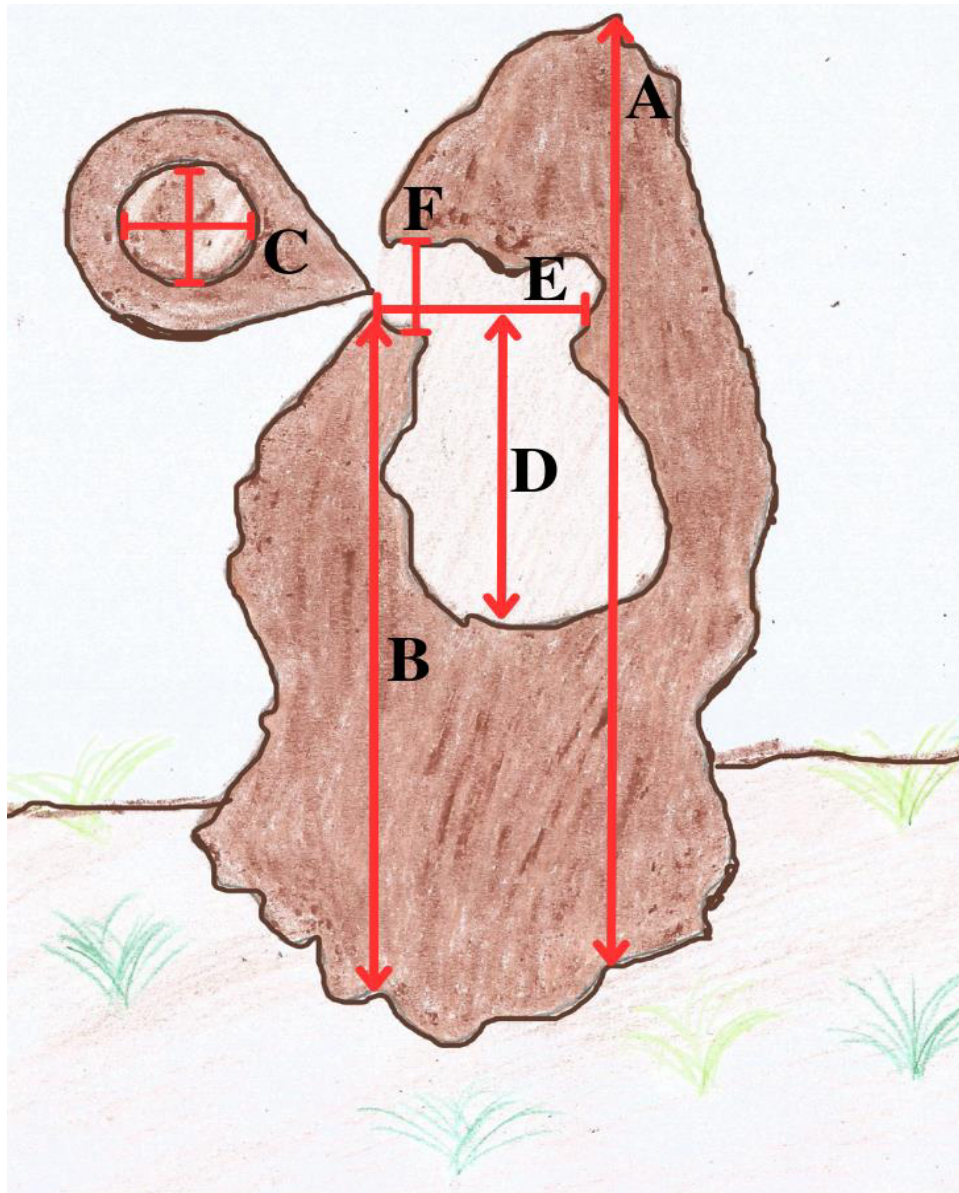


Figura 2 - Desenho esquemático das medidas efetuadas nos cupinzeiros epígeos com cavidades no Parque Nacional das Emas, GO: (A) Altura do cupinzeiro, (B) Altura da entrada em relação ao chão, (C) Diâmetro maior e menor da entrada, (D) Profundidade da cavidade na vertical para baixo, (E) profundidade da cavidade na horizontal e (F) Altura interna da cavidade.

Classifiquei as cavidades encontradas de acordo com o que era identificado dentro de sua câmara, podendo ser: vazia (V), quando não havia nenhum indício de uso conteúdo; ocupado (OC), quando foram encontrados materiais depositados na câmara, como palha, gravetos, restos de ovos, restos de ninho de invertebrado ou ao encontrar a espécie na cavidade.

Análise estatística

As análises foram realizadas no programa RStudio (R version 4.2.1, 2022-06-23 ucrt). Para analisar o efeito do tratamento (área manejada (aceiros) e área não manejada (áreas naturais) sobre o número de cupinzeiros usei o modelo Linear Mixed Effects (LME), após verificar que a distribuição dos resíduos não violou o pressuposto de normalidade. Para avaliar o efeito do tratamento (área manejada (aceiros) e área não manejada (áreas naturais)) sobre o número de cavidades, utilizei o Generalized Linear Mixed Model (GLMM), uma vez que a distribuição dos resíduos difere de uma distribuição normal. Por serem dados de contagem, ajustei os dados utilizando a distribuição de Poisson, nesta análise utilizamos o tamanho de cada parcela, já que o tamanho dela se altera de acordo com a área, assim como o número de cupinzeiros. O modelo Linear Discriminant Analysis (LDA) foi usado para avaliar se há diferença nas dimensões dos cupinzeiros e das cavidades entre áreas manejadas e não manejadas. Utilizei a mesma análise para avaliar se há diferença nas dimensões dos cupinzeiros e das cavidades entre as cavidades ocupadas e não ocupadas.

Resultados

Durante o estudo contabilizei o total de 1565 cupinzeiros epígeos nas 72 parcelas (média 21,7/ha), 843 em áreas manejadas (aceiros) e 722 em áreas não manejadas (áreas naturais) (Tabela 1). Ao todo foram encontradas 71 cavidades, sendo 53 em áreas manejadas (aceiros) e 18 em áreas não manejadas (áreas naturais). Destas, 26 tiveram a presença ou o vestígio pelos grupos taxonômicos (Tabela 2).

Tabela 1 - Número de cupinzeiros e cavidades encontradas nas parcelas e número de ocupação e vestígio.

| Tratamento | Cupinzeiros | Cavidades | Ocupadas ou com vestígio |
|-------------|-------------|-----------|--------------------------|
| Aceiro | 843 | 53 | 23 |
| Natural | 722 | 18 | 3 |
| Total Geral | 1565 | 71 | 26 |

Tabela 2 - Números de cavidades com vestígios ou registro de ocupação

| Tratamento | Cavidades ocupadas ou com vestígio | | | | |
|-------------|------------------------------------|------|------------------|--------|-------|
| | Invertebrados | Aves | Pequeno mamífero | Réptil | Total |
| Aceiro | 14 | 4 | 4 | 1 | 23 |
| Natural | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 |
| Total Geral | 14 | 5 | 6 | 1 | 26 |

O número de cupinzeiros em áreas manejadas (AC) (média= 23,4) não é diferente do número de cupinzeiros em áreas não manejadas (N) (média= 20,1), indicando a ausência de efeito entre os tratamentos (Tratamento N - $p = 0,219$, erro padrão 2,706) (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito do tratamento sobre o número de cupinzeiros.

| Efeitos fixos: N ~ Tratamento | | | | | |
|-------------------------------|--------|-------------|----|---------|---------|
| | Valor | Erro padrão | DF | t-valor | p-valor |
| Intercepto | 23,417 | 2,168 | 59 | 10,801 | 0,000 |
| Tratamento | -3,361 | 2,706 | 59 | -1,242 | 0,219 |

A média do número de cavidades em aceiros (AC) ($n = 1,5$) mostrou uma diferença significativa com relação à média ao número de cavidades em áreas naturais (N) ($n = 0,5$), indicando a presença do efeito entre os tratamentos (Tratamento N $p = 0,0004$). Diferentemente do tamanho da parcela ($p = 0,511$) e do número de cupinzeiros ($p = 0,282$) que não possuem

efeito sobre a quantidade de cavidades entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito do tratamento, tamanho e número de cupinzeiros sobre o número de cavidades. Os graus de liberdade foram 57 para todas as comparações.

| Efeitos fixos: Cavidades ~ Tratamento + Tamanho + Número de cupinzeiros | | | | |
|---|--------|-------------|---------|---------|
| | Valor | Erro padrão | t-valor | p-valor |
| (Intercepto) | 2,760 | 2,437 | 1,133 | 0,262 |
| Tratamento N | -0,931 | 0,246 | -3,780 | 0,0004 |
| Tamanho | -0,000 | 0,000 | -0,661 | 0,511 |
| Número de cupinzeiros | 0,012 | 0,011 | 1,087 | 0,282 |

Apresento um descritivo das variáveis utilizadas na análise discriminante linear para testar a hipótese de que há diferença nas dimensões dos cupinzeiros e respectivas cavidades de acordo com tratamento (AC e N) e da hipótese que há diferença nas dimensões dos cupinzeiros e respectivas cavidades de acordo com a ocupação (Tabela 5).

Tabela 5 - Descritivo das variáveis (dimensões dos cupinzeiros, das cavidades e orientação da cavidade) encontradas nos dois tratamentos (aceiros e áreas naturais).

| | Número de amostras | Média | Desvio padrão | Mínima | Máxima |
|-------------------------------|--------------------|--------|---------------|--------|--------|
| Altura do cupinzeiro | 62 | 108,45 | 25,77 | 59,0 | 171 |
| Altura da entrada da cavidade | 62 | 71,40 | 23,34 | 25,0 | 140 |
| Diâmetro maior | 62 | 10,98 | 3,84 | 3,0 | 26 |
| Diâmetro menor | 62 | 8,63 | 3,23 | 2,8 | 22 |
| Profundidade Horizontal | 60 | 20,15 | 7,37 | 11,0 | 41 |
| Profundidade da cavidade | 60 | 11,53 | 15,40 | 0,0 | 58 |
| Altura interna | 59 | 10,44 | 8,30 | 0,0 | 53 |
| Orientação da cavidade | 61 | 199,05 | 68,38 | 9,0 | 352 |

Por meio da análise discriminante linear constatamos que não há diferença nas dimensões dos cupinzeiros com cavidades em relação ao tratamento (AC e N) (Tabela 6 e Figura 3).

Tabela 6 - Resultados da análise discriminante linear contendo para cada variável o coeficiente de discriminante linear e suas médias para cada tratamento (Aceiro - AC e Áreas Naturais - N).

| | Coeficientes de discriminantes lineares | | Média dos grupos |
|-------------------------------|---|---------|------------------|
| | LD1 | AC | N |
| Altura do cupinzeiro | 0,039 | 107,805 | 109,941 |
| Altura da entrada da cavidade | -0,032 | 72,146 | 68,588 |
| Diâmetro maior | -0,057 | 11,024 | 11,647 |
| Diâmetro menor | 0,021 | 8,512 | 9,412 |
| Profundidade Horizontal | 0,070 | 19,415 | 21,059 |
| Profundidade da cavidade | 0,005 | 9,561 | 15,471 |
| Altura interna | -0,114 | 10,756 | 10,235 |
| Orientação da cavidade | -0,011 | 208,171 | 177,706 |

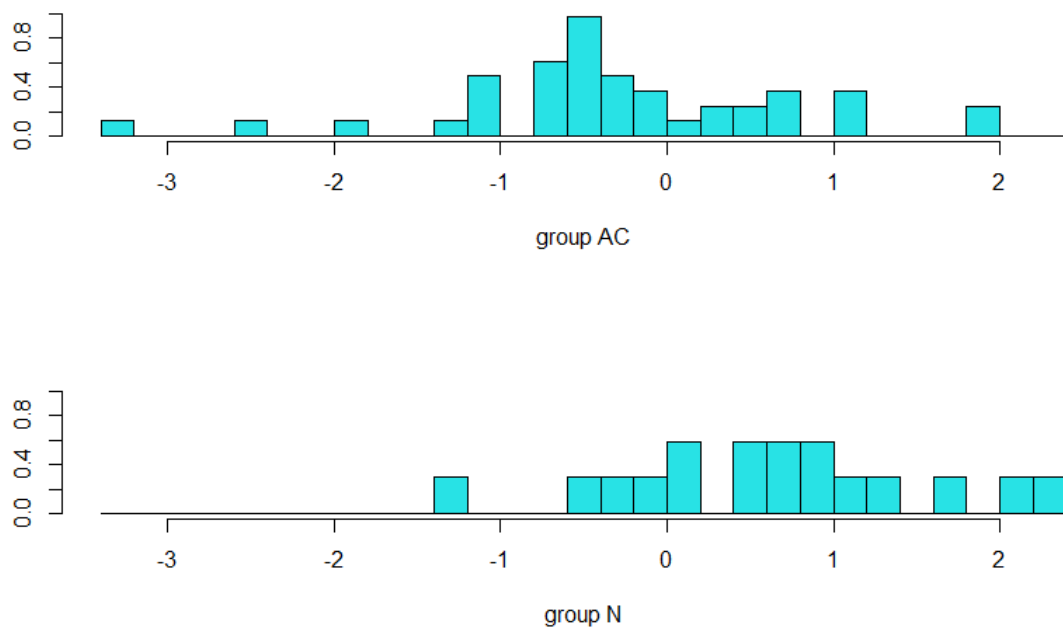


Figura 3 - Coeficientes discriminantes lineares de cada tratamento (aceiro - group AC e áreas naturais - group N).

Com relação a taxa de ocupação, das 53 cavidades presentes nas áreas manejadas (aceiro), 43% estavam ocupadas e, dentre as 18 cavidades presentes em áreas naturais, 16% estavam ocupadas por algum grupo taxonômico. De acordo com a análise discriminante linear não há diferença nas dimensões dos cupinzeiros com cavidades em relação a estar ocupada ou vazia (Tabela 7 e Figura 4).

Tabela 7 - Resultados da análise discriminante linear contendo para cada variavel o coeficiente de discriminante linear e suas médias para Ocupado - OC e Vazia - V.

| | Coeficientes de discriminantes lineares | | Média dos grupos | |
|-------------------------------|---|---------|------------------|--|
| | LD1 | OC | V | |
| Altura do cupinzeiro | -0,001 | 104,375 | 109,976 | |
| Altura da entrada da cavidade | 0,020 | 65,688 | 73,167 | |
| Diâmetro maior | -0,084 | 10,875 | 11,334 | |
| Diâmetro menor | 0,410 | 8,188 | 9,000 | |
| Profundidade horizontal | -0,105 | 23,625 | 18,476 | |
| Profundidade da cavidade | -0,009 | 12,687 | 10,762 | |
| Altura interna | -0,035 | 13,438 | 9,524 | |
| Orientação da cavidade | -0,011 | 222,313 | 190,452 | |

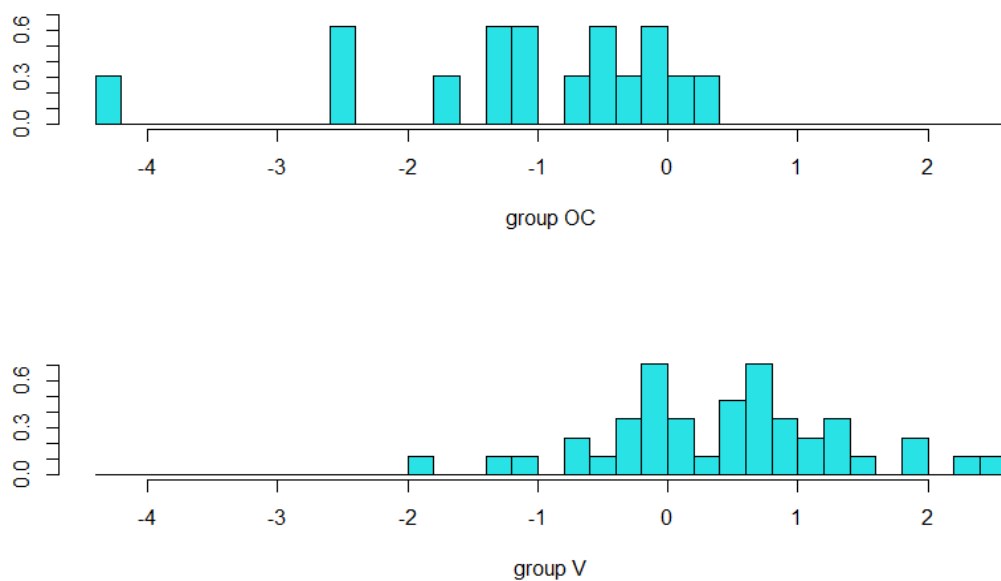


Figura 4 - Coeficientes discriminantes lineares das cavidades ocupadas (OC) e não-ocupadas (V) relacionando com as medidas dos cupinzeiros e das cavidades

Discussão

O Parque Nacional das Emas é formado por diferentes fitofisionomias, como cerrado *sensu stricto*, florestas estacionais semidecíduas, campos sujos, entre outros. Por ser formado predominantemente por áreas mais abertas (78,5%) (ICMBIO, 2004; França et al., 2007), parte do parque era utilizada pelos fazendeiros como locais de pastagens naturais para o gado. Como não havia um controle do fogo, estas áreas eram queimadas anualmente ao longo da estação de seca, promovendo a rebrota da vegetação para alimentar o gado (ICMBIO, 2004; Miranda, 2010). Somente em 1984 o parque deixou de ser utilizado para a criação do gado e, em 1994 o regime de manejo do fogo foi estabelecido com o intuito de diminuir as grandes queimadas (ICMBIO, 2004). As áreas ocupadas pelo gado sofreram prejuízos na qualidade de seu ambiente, devido ao pisoteio da vegetação e a compactação progressiva do solo (ICMBIO, 2004), o que pode explicar a grande presença dos cupins nessas áreas degradadas. De acordo com Moraes & Cunha (2010) áreas abertas e com pouca heterogeneidade do ambiente favorecem a presença dos cupins. Além disso, algumas espécies são encontradas em solos mais degradados, o que pode ter favorecido a ocupação dessas áreas pelos cupinzeiros que ao longo dos anos auxiliaram na recuperação do solo e das áreas afetadas pelo gado (Merisse, 2010; Lima et al., 2011).

Redford (1984) desenvolveu o primeiro trabalho no Cerrado e no parque com o intuito de estimar a quantidade de cupinzeiros epígeos em áreas abertas, encontrando uma densidade média de 323 cupinzeiros por hectare. Outro estudo estimou a densidade média em 32,22/ha (Cunha et al., 2006). Por fim, este estudo estimou a quantidade de cupinzeiros epígeos em 21,74/ha. Dentre as espécies de cupins encontradas no parque, a espécie *Cornitermes cumulans* é considerada uma espécie-chave devido ao papel fundamental que desempenha na manutenção da diversidade do Cerrado no parque, considerando a abundância (55/há-1), resistência e tamanho de seus cupinzeiros (podendo atingir dois metros de altura) (Redford 1984, Cunha et al. 2006, Cunha & Moraes, 2010). Além disso, os cupinzeiros da espécie servem como recurso para diversos grupos taxonômicos, desde locais de marcação de território, poleiro, alimentação ou ocupação de suas galerias (Sick 1997; Brightsmith, 2000; Brightsmith, 2005; Cunha et al., 2006; Vasconcelos et al., 2015; Moe et al., 2017). A estrutura interna dos cupinzeiros possui diversas galerias que geralmente se encontram vazias, pois a grande maioria da fauna de cupins encontrados em áreas abertas é subterrânea (Cunha & Moraes, 2010). Este estudo focou nas cavidades encontradas na parte epígea dos cupinzeiros, registrando cavidades totalmente vazias, sem a presença de cupins, e outras cavidades onde os cupins estavam presentes ou

fechando as cavidades. Devido a interação entre as espécies de cupins, não foi possível verificar se o cupim que estava fechando a cavidade era uma espécie inquilina ou a espécie construtora do ninho.

Verifiquei por meio deste trabalho que a quantidade de cupinzeiros pouco se altera entre as áreas manejadas (aceiros) e não manejadas (naturais). Como os cupinzeiros já estavam presente nestas áreas antes da implantação dos aceiros no parque, o manejo de fogo controlado não interferiu em sua quantidade. Além disso, as faixas de aceiros são relativamente estreitas, o que faz com que não exista grande diferença entre as áreas manejadas e não manejadas, já que a área total dos aceiros não é considerada ampla o suficiente para que houvesse uma diferença significativa no número de cupinzeiros entre as áreas. Além disso as áreas do parque queimaram por muitos anos, fazendo com que o período de queima somente dos aceiros seja pequeno para medir se há uma influência na quantidade de cupinzeiros (Miranda, 2010; França et al., 2007).

O número de cavidades em cupinzeiros epígeos se mostrou maior em áreas manejadas (aceiros), tendo como possível fator a baixa cobertura vegetal encontrada nesses locais. A explicação mais parcimoniosa para isso é o efeito da queima frequente dos aceiros, fazendo que a vegetação dessas áreas seja continuamente renovada ao longo das queimadas. Ao mesmo tempo, a vegetação nativa do parque é dominada pelo capim-flexa alto, modificando e tornando a camada herbácea das áreas naturais mais altas (Ramos-Neto & Machado 1996, França *et al.*, 2007), o que nos leva a pensar que cupinzeiros com cavidades encontrados em áreas de vegetação mais baixa serão mais visíveis. Tubelis & Delitti (2010) verificaram que a *Athene cunicularia* utilizou mais as áreas de aceiro para sua reprodução do que as áreas naturais, devido a vegetação desses locais ser composta principalmente por gramíneas e espécies herbáceas, assemelhando-se aos campos arbustivos, habitats mais utilizados para a sua reprodução. Diversas espécies ao redor do mundo utilizam os ocos das árvores de grande porte como locais de abrigo ou nidificação, como é o caso das aves (Vasconcelos *et al.*, 2015; Moe *et al.*, 2017). A predominância de áreas abertas e a menor densidade de vegetação lenhosa na região do parque (Medeiros, 2002; Medeiros & Miranda, 2004), faz com que as espécies animais busquem alternativas para locais de abrigo e ocupação, tornando assim as cavidades dos cupinzeiros epígeos locais favoráveis neste ambiente, já que os espaços encontrados nos cupinzeiros proporcionam um microclima favorável e um local de proteção contra os predadores. Sabe-se que as cavidades encontradas na porção epígea dos cupinzeiros podem ser escavadas por espécies de pica-paus (Picidae) (Dias *et al.*, 2013) e posteriormente moldadas pelas espécies que as utilizarão (Bandeira & Torres, 1985; Vasconcelos *et al.*, 2015), podendo

ser ocupadas por aves, abelhas, vespas e formigas para a construção de seus ninhos, assim como locais de repouso (Siqueira et Al., 2007; Prestes & Cunha, 2012; Vasconcelos *et al.*, 2015). Até o presente momento não há informações da literatura que explique o que faz as espécies escolherem determinado cupinzeiro para escavar a cavidade. Neste estudo, a taxa de ocupação de cavidades encontrada foi de 43% em áreas manejadas (aceiro) e 16% em áreas não manejadas (naturais). Uma hipótese que considero, mas que ainda não foi testada, é que a frequência do fogo nos aceiros poderia deixar a estrutura dos cupinzeiros mais maleáveis facilitando a sua escavação, fazendo com que o número de cavidades seja maior nessas áreas.

As dimensões dos cupinzeiros e de suas respectivas cavidades não foi diferente entre os tratamentos. Provavelmente, isso se deve ao fato de que as espécies que escavaram e moldaram as cavidades nas áreas naturais são as mesmas que escavaram e moldaram as cavidades dos cupinzeiros encontradas nas áreas de aceiro. Com relação aos grupos de cavidades ocupadas e não-ocupadas, as dimensões dos cupinzeiros e das cavidades foram semelhantes, o que pode estar relacionado com a avaliação de diversos grupos taxonômicos, que irão ocupar diferentes tipos de cavidades, fazendo com que não seja possível verificar quais são as preferências de cada espécie. Neste caso, estudos com apenas uma espécie que utilize as cavidades poderiam trazer mais informações sobre questões de preferência quanto às dimensões das cavidades sendo ocupadas (Sanchez-Martinez & Renton; Dias, 2011). (Dias & Lima, 2015).

Considerações Finais

Embora existam outros estudos que trazem informações sobre a densidade de cupinzeiros tanto para o Parque Nacional das Emas, como para outras áreas do Cerrado, este trabalho é o primeiro a avaliar a quantidade e disponibilidade de cupinzeiros e cavidades sob diferentes manejos do fogo.

Foi possível constatar que a não houve diferença na quantidade de cupinzeiros entre as áreas, mas que a quantidade de cavidades é maior nas áreas de aceiro, tendo como possível fator de associação a vegetação baixa que é anualmente queimada.

As dimensões das cavidades entre os diferentes tratamentos também não apresentaram diferenças, assim como não houve diferença entre as dimensões das cavidades ocupadas e não ocupadas, o que pode ser explicado pela amplitude de grupos taxonômicos registrados, não sendo possível achar medidas de preferência. Para ser possível inferir quais as medidas das cavidades influenciam a escolha das espécies, são necessários outros estudos que avaliem a ocupação da cavidade por uma espécie alvo que trarão informações quanto a preferência daquela espécie sobre as dimensões das cavidades que irá utilizar.

Referências

- Bandeira AG, Torres MFP. 1985. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazônia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia*. Vol 2(1):13-38.
- Barcellos TG, 2001. Efeitos do fogo sobre a fauna e a flora no cerrado. P 31. Centro Universitário de Brasília.
- Bianchi CA, 1998. *Biologia reprodutiva da Arara Canindé (Ara ararauna, PSITTACIDAE) no Parque Nacional das Emas, GO*. 1998. 69 f. Universidade de Brasília.
- Brightsmith, D. J. Use of arboreal termitaria by nesting birds in the Peruvian Amazon. *The Condor*, v. 102, n. 3, p. 529–538, 2000.
- Brightsmith, D. J. Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: ecological evidence. *Journal of Avian Biology*, v. 36, n. 1, p. 74–83, jan. 2005a. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.0908-8857.2005.03311.x>>.
- Constantino, R. 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado, p. 319-333. In: Scariot, A.O., J.C.S. Silva & J.M. Felfili (Eds.). *Biodiversidade, Ecologia e Conservação*
- Costa, D.A., R.A. Carvalho, G.F. Lima Filho & D. Brandão, 2009. Inquilines and Invertebrate Fauna Associated with Termite Nests of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) in the Emas National Park, Mineiros, Goiás, Brazil. *Sociobiology*, 53 (2B): 443-453.
- Coutinho LM, 1990. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In J.G. Goldammer (Ed.), *Fire in the Tropical Biota*. Springer-Verlag, Berlin.
- Cunha, H. F.. Distribuição espacial de cupinzeiros epígeos de pastagem no município de Iporá-GO, Brasil. *ENTOMOBASILIS (VASSOURAS)*, v. 4, p. 45-48, 2011.
- Cunha, H. F.; Brandão, D., 2000, Invertebrates associated with the Neotropical termite *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae). *Sociobiology*. v. 37, n.3, p. 593-599.
- Cunha, HF & D. Brandão 2001. Invertebrados associados ao cupim neotropical *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae). *Sociobiology* 37(3B): 593-9.
- Cunha, H. F.; Moraes, P. P. A. M. . Relação Espécie-Área em Cupinzeiros de Pastagem, Goiânia-GO, Brasil. *ENTOMOBASILIS (VASSOURAS)*, v. 3, p. 60-63, 2010.
- Cunha, H. F.; COSTA, Diogo Andrade ; BRANDÃO, Divino . Termite (Isoptera) assemblages in some regions of the Goiás State, Brazil. *Sociobiology JCR*, v. 47, p. 505-518, 2006.

- Damasco G, Fontes C, Françoso R, Haidar R. 2018. The cerrado biome: a forgotten biodiversity hotspot. Biodiversity Published: 25 June 2018 doi:10.3389/frym.2018.00022
- Dias RI, 2011. *Biologia reprodutiva e socialidade no Biologia reprodutiva e socialidade no pica-pau-do-campo, Colaptes*. 2011a. 108 f. Universidade de Brasília.
- Dias RI, Webster MS, Goedert D, Macedo RH. 2013. Cooperative breeding in the campo flicker i: breeding ecology and social behavior. The Cooper Ornithological Society 2013
- Dias RI & LIMA MR, 2015. Breeding biology and nest survival in Tropical Screech-Owls (*Megascops choliba*) in the Brazilian Cerrado. *The Wilson Journal of Ornithology*, v. 127, n. 3, p. 432–440.
- Diniz I.V. & Morais H.C., 2008, Efeito do fogo na abundância de insetos do cerrado: o que sabemos?.
- Dubs B, 1992. Birds of southwestern Brazil: catalogue and guide to the birds of the Pantanal of Mato Grosso and its border areas. Betrona-Verlag, Künsnacht.
- França, H et al, 2007. O fogo no Parque Nacional das Emas. *Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas*. Biodiversidade 27, 140pp.
- Hunter ME & Robles MD, 2020. Tamm review: The effects of prescribed fire on wildfire regimes and impacts: A framework for comparison. *Forest Ecology and Management*, 475, [118435].
- ICMBio, 2004. Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas. *Ministério do Meio Ambiente. Brasília, Brasil*.
- Klink CA & Machado RB, 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 707–713, jun.
- Lima SSde, Alves BJR, Aquino AM, Mercante FM, Pinheiro EFM, Sant’Anna SAC, Urquiaga S, Boddey RM. 2011. Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.12, p.1699-1706, dez. 2011
- Machado RB et al, 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional*.
- Medeiros MB, 2002. Manejo do Fogo em Unidades de Conservação do Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, n.10, p.76-89.
- Medeiros MDde, Miranda HS, 2004. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta bot. bras.* 19(3): 493-500. 2005.
- Merisse RJ, 2010. Efeito do regime de queima sobre fauna associada a cupinzeiros no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, p. 68.

- Miranda HS *et al*, 2009. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In: Tropical Fire Ecology. Springer Praxis Books. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Miranda HS, 2010. Efeitos do regime de fogo sobre a estrutura de comunidades de Cerrado: Projeto Fogo. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama
- Mittermeier RA *et al*, 2011. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. *Biodiversity hotspots*. [S.l.]: Springer. p. 3–22.
- Moe SR, Eldegard K, Rannestad OT, Okulli P, Lindtjorn O, Storn OG, Dale S. 2017. Strong positive effects of termites on savanna bird abundance and diversity are amplified by large herbivore exclusion. *Ecology and Evolution*, DOI: 10.1002/ece3.3513
- Moreira LA *et al*, 2009. A preliminary list of the Herpetofauna from termite mounds of the cerrado in the Upper Tocantins River valley. *Pap. Avulsos Zool.* (São Paulo), vol.49, n.15, pp.183-189. ISSN 1807-0205.
- Noirot, C., Darlington, J.P.E.C Termite nests: architecture, regulation and defence. In: Abe, T., Bignell, D.E., Higashi, M. Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology. Kluwer Academic Publishers. p. 121-140. 2000.
- Ojeda, V *et al*, 2021. Latitude does not influence cavity entrance orientation of South American avian excavators. *AUK*, v. 1, p. 1. DOI:10.1093/ornithology
- Ramos-Neto, M. B. 2004. Revisão do Plano de Manejo do Parque Nacional das Emas - Fogo e proteção. Brasília. IBAMA.
- Ramos-neto, MB & Pinheiro-machado, C. 1996. O capim-flecha (*Tristachya leiostachya* Ness.) e sua importância na dinâmica do fogo no Parque Nacional das Emas. In Anais do Simpósio Impacto das queimadas sobre os ecossistemas e mudanças globais. Universidade de Brasília, Brasília, DF, p.68-75
- Redford KH, 1984. The Termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and Their Role in Determining a Potential Keystone Species. *Biotropica*, v. 16, n. 2, p. 112–119.
- Rocha FB *et al*, 2013 Evaluation of Methods for Firebreak Construction to Prevent Forest *Fire in Cerrado - Journal of Biotechnology and Biodiversity*, Vol.4, N.4: pp.333-343, November, 2013ISSN: 2179-4804
- Rodrigues A.A., Macedo M.N., Silvério D.V., Maracahipes L., Coe M.T., Brando P.M., Shimbo J.Z., Rajão R., Soares-Filho B., Bustamante M.M.C., 2022, Cerrado Deforestation Threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. doi.org/10.1111/gcb.16386

- Prestes AC, Cunha HFda, 2012. Interações entre cupins (isoptera) e formigas (hymenoptera) co-habitantes em cupinzeiros eúgeos. *Revista de Biotecnologia & Ciência*. Vol. 1, Nº. 1.
- Sanchez-Martinez TC, Renton K. 2009. Availability and selection of arboreal termitaria as nest-sites by Orange-fronted Parakeets *Aratinga canicularis* in conserved and modified landscapes in Mexico. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2009.00911.x>
- Sazima I, 1989. Peach-fronted Parakeet feeding on winged termites. *Wilson Bull.* 101(4):656-657.
- Sedonda AMC, 2009. Efeito do manejo de fogo sobre comunidades de aves em campos sujos no Parque Nacional das Emas, GO/MS, Cerrado central. Dissertação de mestrado Ciências na área de Ecologia de ecossistemas Terrestres e Aquáticos - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo p. 63.
- Sick H, 1997. *Ornitologia Brasileira*, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. *Rio de Janeiro: Nova Fronteira*.
- Siqueira EL, Martines RB, Nogueira-Ferreira FH. 2007. Ninhos de abelhas sem ferrão (hymenoptera, meliponina) em uma região do rio araguari, araguari-mg. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p 38-44, Nov. 2007
- Tubelis DP & Delitti WBC, 2010. Fire management and the nesting of *Athene cunicularia* (Aves, Strigidae) in grasslands in central Cerrado, Brazil. *Biota Neotrop.* 10(2): Vasconcelos, MFDE et al, 2015. Bird-termite interactions in Brazil: A review with perspectives for future studies. *Biota Neotropica*, v. 15, n. 1
- Vasconcelos, M. F. DE *et al.* Bird-termite interactions in Brazil: A review with perspectives for future studies. *Biota Neotropica*, v. 15, n. 1, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032015000100101&lng=en&tlng=en>.

Comandos usados para as análises no RStudio

Análise do efeito do aceiro sobre o número de cupinzeiros

```
m1=lme(N ~ Tratamento, random = ~ 1|ID_AM, total)
plot(m1)
summary(m1)
anova(m1)

x11()
ggplot(total,aes(x=Tratamento,y=N))+
  stat_summary(geom = "point", fun = mean,size=2)+
  stat_summary(geom="errorbar",width=0.5,fun.data = mean_cl_normal)+
  xlab("Tratamento")+ylab("Numero de Cupinzeiros")+
  theme_classic()
```

Análise do efeito do aceiro sobre o número de cavidades

```
m1=lme(Cavid ~ Tratamento + TAM + N, random = ~ 1|ID_AM, total)
plot(m1)
summary(m1)
anova(m1)
```

GLMM

```
f1=factor(total$ID_AM)
glmm1 = glmer(Cavid ~ Tratamento + TAM + N + (1|f1), total, family = poisson)
summary(glmm1)
plot(glmm1)
```

```
plot(total$N,total$Cavid)
```

```
x11()
ggplot(total,aes(x=Tratamento,y=Cavid))+
  stat_summary(geom = "point", fun = mean,size=2)+
  stat_summary(geom="errorbar",width=0.5,fun.data = mean_cl_normal)+
  xlab("Tratamento")+ylab("Numero de Cavidades")+
```

```
theme_classic()
```

Análise do efeito do manejo sobre as medidas dos cupinzeiros e das cavidades.

```
m1=lda(cav[,c(11:18,23)],grouping=cav$Tratamento)
p <- predict(m1, cav[,c(11:18,23)])
ldahist(data=p$x[,1],g=cav$Tratamento)
m1
```

Análise da ocupação das cavidades sobre as medidas dos cupinzeiros e das cavidades.

```
m1=lda(cav[,c(12:18,23)],grouping=cav$Ocupacao)
p <- predict(m1, cav[,c(12:18,23)])
ldahist(data=p$x[,1],g=cav$Ocupacao)
```