



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE BALSAS - CESBA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE - PPGAA**

**LEONARDO CUNHA ROCHA**

**COMUNIDADES DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS (CALLIPHORIDAE,  
MESEMBRINELLIDAE E SARCOPHAGIDAE) DO PARQUE NACIONAL DA  
CHAPADA DAS MESAS: diferenças entre fitofisionomias e influência de fatores  
antrópicos**

Balsas-MA  
2020

**LEONARDO CUNHA ROCHA**

**COMUNIDADES DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS (CALLIPHORIDAE,  
MESEMBRINELLIDAE E SARCOPHAGIDAE) DO PARQUE NACIONAL DA  
CHAPADA DAS MESAS: diferenças entre fitofisionomias e influência de fatores  
antrópicos**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Agricultura e Ambiente – PPGAA/UEMA,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Agricultura e Ambiente.

Orientador (a): Dr. José Roberto Pereira de  
Sousa

Co-orientador (a): PhD Swanni Tatiana  
Alvarado Romero

Balsas-MA  
2020

Rocha, Leonardo Cunha.

Comunidades de dípteros necrófagos (calliphoridae, mesembrinellidae e sarcophagidae) do Parque Nacional da Chapada das Mesas: diferenças entre fitofisionomias e influência de fatores antrópicos / Leonardo Cunha Rocha. – Balsas, MA, 2020.

84 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agricultura e Ambiente, Centro de Estudos Superiores de Balsas, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.  
Orientador: Prof. Dr. José Roberto Pereira de Sousa.

1.Dípteros necrófagos. 2.Fitofisionomia. 3.NDVI. 4.Queimadas. 5.Savana  
I.Título.

CDU: 595.77:504.61(812.1)

**LEONARDO CUNHA ROCHA**

**COMUNIDADES DE DÍPTEROS NECRÓFAGOS (CALLIPHORIDAE,  
MESEMBRINELLIDAE E SARCOPHAGIDAE) DO PARQUE NACIONAL DA  
CHAPADA DAS MESAS: diferenças entre fitofisionomias e influência de fatores  
antrópicos**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente.

Orientador (a): Dr. José Roberto Pereira de Sousa

Co-orientador (a): PhD Swanni Tatiana Alvarado Romero

Aprovada em 03/08/2020

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO PEREIRA DE SOUSA  
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

(Orientador)



---

Prof. Dr. LEANDRO JUEN  
Universidade Federal do Pará (UFPA)



---

Prof. Dra. MARIA CRISTINA ESPOSITO  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, e toda a minha família, meu suporte.

Ao professor José Roberto, pela orientação e pela contribuição intelectual na minha formação científica, e por fornecer apoio no campo pessoal e profissional, motivando o crescimento no âmbito das ciências.

Às orientações da Dra. Swanni Alvarado, fonte de conhecimento, incentivo e apoio, auxiliando no meu desafio na área do sensoriamento remoto.

Ao Dr. Fernando da Silva Carvalho-Filho e sua equipe, pela recepção no Museu Paraense Emílio Goeldi e pelo apoio nas identificações dos dípteros.

Às instituições: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, campus de Balsas-MA e de São Luís-MA, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, pelo suporte técnico e científico fornecido.

Ao Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA, e à segunda turma do PPGAA, da qual tive o prazer de fazer parte.

Aos meus amigos e colegas de graduação e pós-graduação que tenho feito até aqui, por todos os momentos de sofrimento e alegria passados juntos.

*“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto”. Thomas Huxley.*

## RESUMO

Os insetos são excelentes modelos para estudar os efeitos de modificações nos ecossistemas, seja pela ação humana ou por mudanças naturais nos ambientes atuando sobre os padrões de diversidade e no funcionamento dos ecossistemas. Nesse sentido, estudos ecológicos na região do Parque Nacional da Chapada das Mesas são essenciais, pois esta Unidade de Conservação localiza-se em um *hotspot* da biodiversidade, que passa por uma série de distúrbios antropogênicos. O objetivo dessa dissertação foi verificar os efeitos da cobertura vegetal e fatores antrópicos (fogo e presença de pastagem) sobre a composição, riqueza, abundância e diversidade de espécies das comunidades de moscas necrófagas do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e da família Sarcophagidae no PARNA da Chapada das Mesas. Para isso foram amostradas um total de 35 áreas distribuídas em cinco subgrupos de formação fitofisionômicas: Floresta Estacional, Mata de Galeria, Savana Florestada, Savana Arborizada e Savana Parque, e em cada área foram expostas 10 armadilhas, totalizando 350 ao final do estudo. Foram coletados 18.303 dípteros necrófagos, sendo 3.053 califorídeos, 63 mesembrinelídeos e 15.187 sarcófagídeos. As espécies mais abundantes foram *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) e *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794). A fitofisionomia com maior riqueza estimada para Calliphoridae foi Savana Parque (n = 11,2), e Savana Arborizada para Sarcophagidae (n = 16,6). Verificou-se a diferenciação mais nítida das comunidades formadas pelo grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae nos ambientes naturais do parque. A espécie *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805) teve associação com a fitofisionomia de floresta, *Oxysarcodexia aura* (Hall, 1937) foi associada com Savana Parque, *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) com os ambiente florestais e *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) com os ambientes savânicos. Calliphoridae + Mesembrinellidae tiveram maior correlação com os tipos de fitofisionomias, Sarcophagidae por outro lado, se adaptaram melhor às áreas com queimadas mais recentes, devido seu comportamento heliófilo. Este estudo sugere o direcionamento dos esforços para a conservação e preservação das áreas protegidas do parque Nacional da Chapada das Mesas, que vêm sofrendo processos de antropização, a fim de minimizar os impactos causado nas comunidades de dípteros necrófagos, bem como entender melhor como as mudanças no regime de fogo podem afetar essas comunidades.

**Palavras-chave:** dípteros necrófagos, fitofisionomia, NDVI, queimadas, Savana

## ABSTRACT

Insects are excellent models for studying the effects of changes in ecosystems, either by human action or by natural changes in environments acting on patterns of diversity and the functioning of ecosystems. In this sense, ecological studies in the Chapada das Mesas National Park region are essential, as this Conservation Unit is in a biodiversity hotspot, which undergoes a series of anthropogenic disturbances. The objective of this dissertation was to verify the effects of vegetation cover and anthropic factors (fire and presence of pasture) on the composition, richness, abundance and diversity of species of necrophagous fly communities of the Calliphoridae + Mesembrinellidae and Sarcophagidae family in PARNA da Chapada of the Tables. For that, a total of 35 areas were sampled, distributed in five subgroups of phytophysognomic formation: Seasonal Forest, Mata de Galeria, Savana Florestada, Savana Arborizada and Savana Parque, and in each area 10 traps were exposed, totaling 350 at the end of the study. 18,303 necrophagous dipterans were collected, with 3,053 califorids, 63 mesembrinelids and 15,187 sarcophagids. The most abundant species were *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) and *Tricharaea* (*Sarcophagula*) *occidua* (Fabricius, 1794). The phytophysognomy with the highest estimated wealth for Calliphoridae was Savana Parque (n = 11.2), and Wooded Savanna for Sarcophagidae (n = 16.6). There was a clearer differentiation of the communities formed by the group Calliphoridae + Mesembrinellidae in the natural environments of the park. The species *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805) was associated with forest phytophysognomy, *Oxysarcodexia aura* (Hall, 1937) was associated with Savana Parque, *Peckia* (*Pattonella*) *intermutans* (Walker, 1861) with forest environments and *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) with savanna environments. Calliphoridae + Mesembrinellidae had a greater correlation with the types of phytophysognomies, Sarcophagidae on the other hand, adapted better to the areas with more recent fires, due to their heliophilic behavior. This study suggests directing efforts towards the conservation and preservation of the protected areas of the Chapada das Mesas National Park, which have been undergoing anthropization processes, in order to minimize the impacts caused on the scavenger diptera communities, as well as to better understand how the changes in the fire regime can affect these communities.

**Keys-Word:** necrophagous dipterans, phytophysognomy, NDVI, fires, Savannah.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	9
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	12
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	13
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS</b> .....	13
<b>3.1 Área de Estudo</b> .....	13
<b>3.2 Amostragem</b> .....	14
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	22
<b>Estrutura das comunidades de moscas necrófagas (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA</b> .....	22
<b>Resumo</b> .....	22
<b>1 Introdução</b> .....	22
<b>2 Material e Métodos</b> .....	25
2.1 Área de estudo .....	25
2.2 Amostragem .....	25
2.3 Análise de dados .....	25
<b>3 Resultados</b> .....	26
3.1 Composição faunística e abundância .....	26
3.2 Riqueza de Espécies .....	29
3.3 Similaridade entre fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas .....	32
<b>4 Discussão</b> .....	34
<b>5 Considerações finais</b> .....	38
<b>Referências</b> .....	39
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	46
<b>Associação de Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae às diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA</b> .....	46
<b>Resumo</b> .....	46
<b>1 Introdução</b> .....	46

<b>2 Material e Métodos</b> .....	48
2.1 Área de estudo .....	48
2.2 Amostragem .....	48
2.3 Análise de dados.....	48
<b>3 Resultados</b> .....	49
<b>4 Discussão</b> .....	53
<b>5 Considerações finais</b> .....	57
<b>Referências</b> .....	57
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	61
<b>Efeitos da cobertura vegetal, pastagem e queimadas sobre a fauna de dípteros necrófagos (Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA</b> .....	61
<b>Resumo</b> .....	61
<b>1 Introdução</b> .....	61
<b>2 Material e Métodos</b> .....	64
2.1 Área de estudo .....	64
2.2 Coleta e identificação dos dípteros necrófagos .....	64
2.3 Avaliação da presença de fogo .....	64
2.4 Índice de Vegetação (NDVI) e distância entre pastagens e os sítios de coleta.....	65
2.5 Análises de dados .....	65
<b>3 Resultados</b> .....	66
3.1 Composição de dípteros necrófagos.....	66
3.2 Avaliação da cobertura vegetal do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA .....	67
3.3 Avaliação do efeito da vegetação sobre os padrões de abundância, riqueza e diversidade de dípteros necrófagos .....	69
3.4 Avaliação do efeito do fogo sobre os padrões de abundância, riqueza e diversidade de dípteros necrófagos .....	69
3.5 Influência das variáveis ambientais na composição dos dípteros necrófagos.....	72
<b>4 Discussão</b> .....	74
<b>5 Considerações finais</b> .....	79
<b>Referências</b> .....	79

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Estudos demonstram que a diversidade das comunidades de artrópodes está relacionada à complexidade estrutural do habitat, uma vez que ambientes mais complexos estruturalmente podem abrigar maior riqueza de espécies, devido a uma maior oferta de habitats para esses organismos, mais refúgios contra predadores, maior disponibilidade de sítios para nidificação e recursos alimentares (TEWS et al. 2004; COPATTI & DAUDT, 2009; FERRAZ, 2011). Esta relação é a base da hipótese da heterogeneidade ambiental, proposta inicialmente por McArthur & McArthur (1961). Ainda, quando se trata do grupo dos artrópodes, os insetos dentre outras funções, se destacam como potenciais organismos bioindicadores e isso deve-se ao fato de apresentarem grande capacidade perceptiva, no que se refere às alterações do meio ambiente, principalmente por seu apurado sistema sensorial, que lhes permite qualificar condições ambientais em determinadas situações e, ainda, quantificar danos causados ao meio (OLIVEIRA et al., 2014).

Devido à sua abundância e variedade de papéis que desempenham no ecossistema, insetos são excelentes modelos para estudar os efeitos de ecossistemas altamente antropizados sobre os padrões de diversidade e funcionamento dos ecossistemas. Visto que os insetos exibem notáveis associações espécie-habitat, a avaliação de diferentes espécies de insetos e suas respostas aos vários tipos de habitats ao longo de gradientes de intervenção humana fornecem informações valiosas (DUFEK et al., 2019), sendo estes organismos cada vez mais citados como indicadores de qualidade ambiental devido a grande diversidade e a capacidade de produzir várias gerações em um curto espaço de tempo (SILVEIRA NETO et al., 1995; CABRINI et al., 2013).

As moscas pertencentes à Ordem Diptera são apontadas como bioindicadores para avaliação de impacto e monitoramento ambiental, devido a grande representatividade numérica, variedades de nichos e níveis tróficos (MAJER 1987). Podendo ser encontrados em uma ampla variedade de habitats, tanto em ambientes silvestres como antropogênicos em contextos rurais ou urbanos (SOUSA et al., 2014; TRIPLEHOM & JOHSON, 2015).

Dentre os dípteros, as famílias Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae se destacam pela ampla distribuição, abundância, riqueza e por responderem de forma rápida às mudanças ocorridas em ambientes naturais em decorrência de ação antrópica. Os califorídeos e sarcófagídeos podem ser encontrados desde ambientes florestais, rurais, até urbanos devido sua ampla distribuição e capacidade de adaptação (FERRAZ et al. 2010; SOUSA et al., 2015,

2016, 2020). Os mesembrinelídeos, por sua vez, são exclusivamente neotropicais e mais relacionados com florestas tropicais (VARGAS & WOOD, 2009; WHITWORTH & YUSSEFF-VANEGAS, 2019).

As moscas da família Calliphoridae, conhecidas popularmente como moscas-varejeiras, são abundantes em ecossistemas naturais no Brasil (LEANDRO & D'ALMEIDA, 2005). Em geral os indivíduos desta família possuem tamanho que varia de 4 a 16 mm, com coloração metálica em tons verde, azul, violeta ou cobre (MELLO et al., 2004). Os representantes da família Sarcophagidae, conhecidos como moscas-da-carne, apresentam um tamanho médio a grande, sendo geralmente acinzentados com listras pretas no mesonoto (CARVALHO & MELLO-PATTIU, 2008). A maioria das espécies são bem adaptadas a ambientes antropogênicos e preferem áreas abertas com variados graus de antropização (SOUSA et al., 2011, 2016). Os sarcófagídeos são mais diversos em comparação com califorídeos, compondo a segunda família mais diversa dentro de Oestroidea (MELLO-PATTIU et al., 2014).

Trabalhos como os de Leandro & D' Almeida (2005), Furusawa & Cassino (2006), Gadelha et al. (2009), Patitucci et al. (2011), Beltran et al. (2012), Sousa et al. (2014, 2016, 2020), Dufek et al. (2016, 2019, 2020) e Castelli et al. (2020) indicam que os dípteros podem ser importantes para a avaliação de impactos ambientais em áreas florestais, uma vez que seus padrões de abundância, riqueza e diversidade são influenciados diretamente pelas alterações no ambiente, seja ela de origem natural ou antrópica. Além disso, algumas características ambientais podem limitar a distribuição e afetar a composição de espécies em ambientes modificados, principalmente para os mesembrinelídeos (GADELHA et al., 2015).

A Região Sul do Maranhão, onde se localiza o Parque Nacional Chapada das Mesas (criado em 2005, com 160.046 hectares), tem um importante valor para a manutenção da biodiversidade, uma vez que está situado na área ecótonal entre o Cerrado (diversas fitofisionomias de aspectos savânicos e florestais), Amazônia e Caatinga. Apresentando potencial para abrigar altos níveis de riqueza e abundância de espécies da fauna e flora (GALINKIN et al., 2004). Porém, mesmo tendo sido criado há quase 14 anos, o PARNA da Chapada das Mesas ainda não possui um plano de manejo, além de terem algumas famílias e pequenas propriedades rurais que permanecem assentadas no parque, dentro da área destinada a preservação.

Todas estas situações descritas anteriormente favorecem a ação antrópica no Parque Nacional da Chapada das Mesas, um território destinado à manutenção dos recursos naturais. Um reflexo disso são as queimadas intencionais para limpeza de terras para pastagem, retirada

de madeira e a criação de gado, atividades estas que contribuem para fragmentação dos ambientes naturais, impactando diretamente a fauna. O fogo é considerado um método barato para preparar a terra para o plantio de culturas e para a limpeza de pastagens, pois, as árvores derrubadas e queimadas produzem cinzas ricas em nutrientes que fertilizam o solo e, no curto prazo, aumentam sua produtividade. O fogo é usado, também, para estimular o crescimento de gramíneas forrageiras de pastagens e matar as plantas invasoras lenhosas que invadem estas pastagens (DIAS et al., 2002). No tocante ao fogo, este tem sido reconhecido como uma das principais perturbações dos ecossistemas terrestres, sendo estes ambientes classificados de acordo com sua associação com o fogo, em “sensível”, “dependente” e “independentes” (SHLISKY et al., 2007). Os ambientes savânicos de modo geral são ecossistemas considerados como fogo-dependentes, e no Brasil, a maior parte das fisionomias do Cerrado são tidas como ecossistemas dependentes do fogo, visto que evoluíram sob sua influência e dele dependem para manter seus processos ecológicos (HARDESTY et al., 2005; PIVELLO, 2011).

Os ecossistemas “dependentes de fogo”, como o Cerrado, podem abrigar uma fauna rica em espécies, apesar de não ser claro como esses animais respondem ao fogo ou como evoluíram nesses habitats (VASCONCELOS et al., 2017; PAUSAS & PARR, 2018). É evidente a capacidade de locomoção dos animais em detrimento das plantas, o que facilita sua sobrevivência em ambientes inflamáveis. Além do que podem possuir uma dieta adaptada a vegetação resistente ao fogo, uma dieta flexível ou uma grande capacidade de se deslocar para áreas não queimadas, ou mesmo subterrâneas, reduzindo assim a taxa de mortalidade da população (VASCONCELOS et al., 2017)

No cenário de uso e ocupação por atividades agrícolas e pecuárias em áreas destinadas a preservação, torna-se essencial o desenvolvimento de pesquisas com uso de geotecnologias para auxiliar na tomada de decisão, manejo e conservação dos recursos naturais. Uma técnica bastante utilizada atualmente no sensoriamento remoto, para classificar a cobertura vegetal de áreas, uso e ocupação do solo, além da presença de fogo é o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (LOBATO et al., 2010). O NDVI é bastante utilizado em praticamente todos os biomas terrestres, para os mais variados estudos ambientais (BARBOSA et al., 2017).

Diante do exposto, a presente dissertação tem como objetivo avaliar os padrões de composição, riqueza, abundância e diversidade de espécies das comunidades de moscas necrófagas do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e da família Sarcophagidae, verificando os efeitos da cobertura vegetal, uso e ocupação do solo e presença de fogo sobre essa fauna no PARNA da Chapada das Mesas.

Para isso, a mesma foi dividida em três capítulos. Capítulo 1: Estrutura das comunidades de moscas necrófagas (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA, tendo como objetivo estudar os padrões de composição, riqueza e abundância de espécies dessas famílias, verificando os possíveis efeitos das diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas sobre as comunidades dessas moscas; Capítulo 2: Associação de Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae às diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA, visando avaliar o grau de associação das espécies dessas famílias com as diferentes fitofisionomias no Parque Nacional da Chapada das Mesas, a fim de distinguir áreas prioritária para a conservação; e Capítulo 3: Efeitos da cobertura vegetal, pastagem e queimadas sobre a fauna de dípteros necrófagos (Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA, objetivando verificar os efeitos das variáveis ambientais, tais como quantidade de cobertura vegetal, distância entre as pastagens e os sítios de coleta, e ocorrência de fogo nas áreas do Parque Nacional da Chapada das Mesas, sobre a composição, riqueza, abundância e diversidade das comunidades formadas pelo grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e da família Sarcophagidae.

Devido à proximidade taxonômica e registro de apenas uma espécie de Mesembrinellidae neste estudo, as análises desta família foram realizadas juntamente com Calliphoridae (Grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae), sem prejuízo dos resultados obtidos. Visto que, até recentemente esta família era tratada como uma subfamília de Calliphoridae (NORRIS, 1999; KUTTY, et al., 2010), e segundo Rognes (1997) Mesembrinellidae está bem associada com algumas subfamílias de Calliphoridae, tais como: Auchmeromyiinae, Bengaliinae e Phumosiinae. Ressalta-se ainda que tal procedimento foi adotado em recente estudo de Sousa et al. (2020) com fauna de dípteros necrófagos na região Nordeste do Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Estudar os padrões de abundância, riqueza, composição e diversidade das comunidades de moscas necrófagas (Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) em diferentes fitofisionomias (Floresta Estacional, Mata de Galeria, Savana Florestada, Savana Arborizada e Savana Parque) do Parque Nacional da Chapada das mesas, verificando a influência dos fatores antrópicos (pecuária e fogo) e da cobertura vegetal.

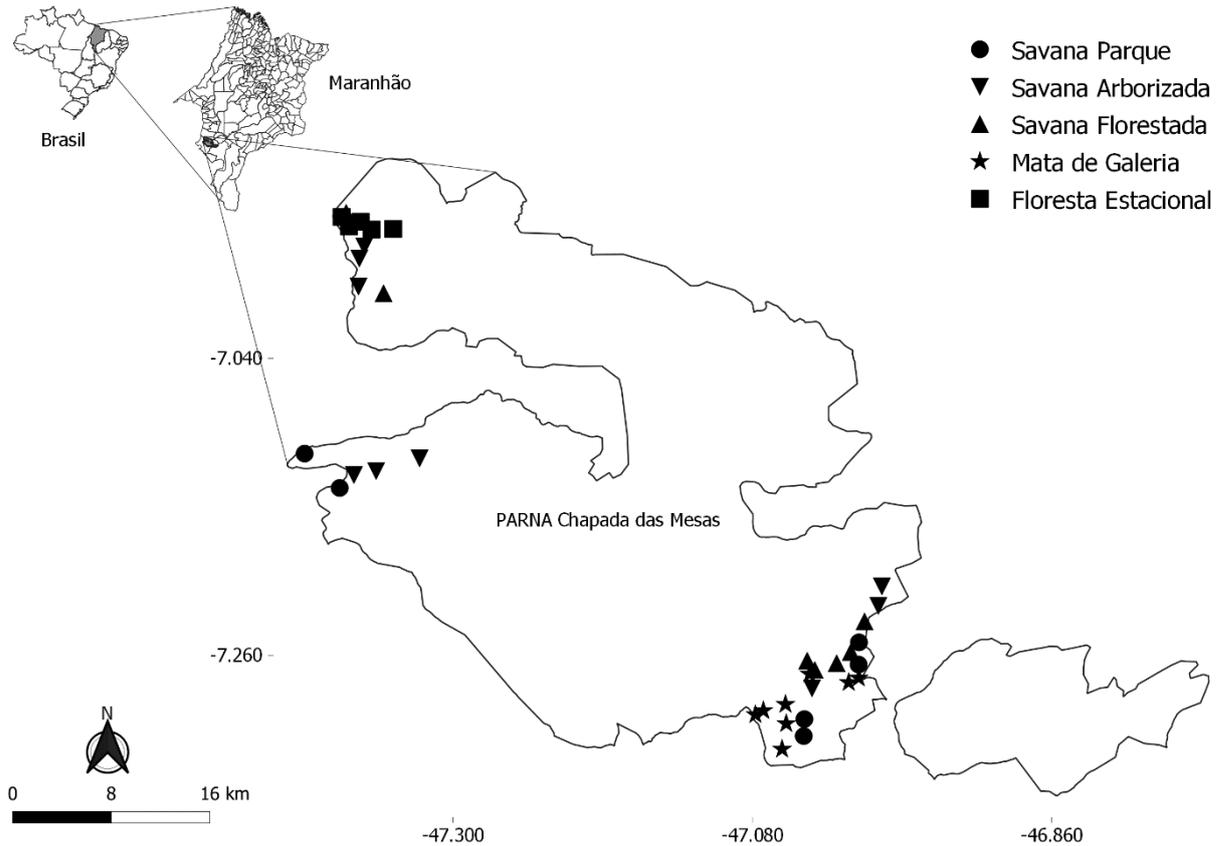
## 2.2 Objetivos específicos

- Verificar se a composição, riqueza e abundância das espécies de moscas necrófagas (Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) difere em função das diferentes fitofisionomias;
- Avaliar o grau de associação de algumas espécies com as diferentes fitofisionomias existentes no Parque Nacional da Chapada das Mesas;
- Analisar e descrever a cobertura vegetal, através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI);
- Analisar o efeito do fogo e de variáveis ambientais sobre a riqueza, abundância e diversidade de moscas necrófagas do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e Sarcophagidae.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

### 3.1 Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido no Parque Nacional da Chapada das Mesas (7° 19' 0" S, 47° 20' 6" W), que possui 160.046 hectares e abrange os municípios de Carolina, Estreito e Riachão, no Sul do estado do Maranhão (Figura 1). Possui como relevo predominante, o plano-ondulado com chapadas de altitude basal em torno de 250 m, sendo o clima da região Tropical Úmido com temperaturas elevadas no decorrer do ano, com duas estações definidas: verão seco, nos meses de maio a outubro e o inverno chuvoso correspondendo aos meses de novembro a abril, com índices pluviométricos anuais em torno de 1.250 e 1.500 mm e temperatura média anual em torno de 26° (MMA, 2007).



**Figura 1.** Mapa de Localização do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA, com a distribuição das áreas de coleta nas cinco fitofisionomias (Savana Parque, Savana Arborizada, Savana Florestada, Mata de Galeria e Floresta Estacional).

### 3.2 Amostragem

Foram amostradas um total de 35 áreas distribuídas em cinco subgrupos de formação fitofisionômicas (IBGE, 2012; FREITAS et al., 2014; GIROLAMO NETO et al., 2017; SAMPAIO et al., 2018): Floresta Estacional, Mata de Galeria, Savana Florestada, Savana Arborizada e Savana Parque (Tabela 1). As coletas foram realizadas nos períodos de outubro de 2015, março e setembro de 2016, abril e outubro de 2017, novembro de 2018 e julho de 2019. As cinco primeiras coletas fazem parte do banco de dados do Projeto Universal/FAPEMA - Edital 40/2015, intitulado “Comunidade de Dípteros do Parque Nacional da Chapada das Mesas (MA): diferenças entre as fitofisionomias e as atividades antrópicas”.

Para a captura dos dípteros necrófagos foram utilizadas armadilhas específicas adaptadas de Ferreira (1978) e utilizadas por Sousa et al. (2010, 2011), contendo 50 gramas de pulmão bovino como isca atrativa e pendurada em galhos de árvores a 40 centímetros do chão.

**Tabela 1.** Descrição dos tipos de Fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas.

Fitofisionomia	Descrição	Imagem de campo
Floresta Estacional	Formada por plantas lenhosas com grande cobertura de dossel, podendo ocorrer também espécies características da Savana, com altura média de 15 a 30m.	
Mata de Galeria	Vegetação florestal perenifólia que acompanha córregos e os cursos de rios de pequeno porte, altura média das árvores 20 a 30m.	
Savana Florestada	Formada por plantas lenhosas de caule tortuoso com ramificações irregulares, ocorrendo espécies tanto da Floresta Estacional com das Savanas, cujas alturas variam de 6 a 8m, mas podem ser superiores 10m.	
Savana Arborizada	Formação que agrupa coberturas savânicas, que tem como principal característica a presença menos frequente de árvores do que a Savana Florestada e uma vegetação arbustiva contínua.	
Savana Parque	É constituída por um estrato graminóide junto a arbustos e arvoretas isoladas, sendo relatada como estrutura típica de um parque inglês (parkland).	

Foram colocadas 10 armadilhas por área distribuídas de forma aleatória no sítio, observando uma distância mínima de 50 metros entre as armadilhas e no mínimo 1 quilômetro entre as áreas, e permanecendo expostas por um período de 24 a 36 horas. Ao todo 350 armadilhas foram utilizadas para este estudo.

As moscas capturadas foram triadas e identificadas em nível específico com o auxílio de chaves de identificação para califorídeos (CARVALHO & RIBEIRO, 2000; MELLO, 2003; WHITWORTH, 2006; AMAT et al., 2008; KOSMANN et al., 2013; GONZÁLEZ et al., 2017), mesembrinelídeos (WHITWORTH & YUSSEFF-VANEGAS, 2019) e sarcófagídeos (LOPES 1946, LOPES & TIBANA 1987; BUENAVENTURA & PAPE 2013), além de trabalhos como o de Lopes (1954) e Guimarães (2004), que embora não apresentem chave de identificação trazem desenhos das genitálias de alguns gêneros que permitem uma identificação precisa. A exemplo dos trabalhos citados acima, apenas os machos de sarcófagídeos foram identificados neste estudo. Os espécimes identificados foram acondicionados em recipientes contendo álcool 70% e armazenados no Laboratório de Ciências Ambientais e Biodiversidade da UEMA, Campus de São Luís-MA.

## REFERÊNCIAS

- AMAT, E.; VÉLEZ, M. C. & WOLFF, M. Clave ilustrada para la identificación de los géneros y las especies de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) de Colombia. **Caldasia**, v. 30, n. 1, p. 231–244, 2008.
- BARBOSA, A. H.; CARVALHO, R. & CAMACHO, R. Aplicação do NDVI para a Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal na Região Serrana de Martins e Portalegre – Estado do Rio Grande do Norte. **Revista do Departamento de Geografia USP**, v. 33, p. 128-143, 2017.
- BELTRAN, Y. T. P.; SEGURA, N. A. & BELLO, F. J. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in Bogota, Colombia. **Neotropical Entomology**. v. 41, p. 237–242, 2012.
- BUENAVENTURA, E. & PAPE, T. Revision of the New World genus *Peckia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Sarcophagidae). **Zootaxa**, v. 3622, p. 1-87, 2013.
- CABRINI, I.; MAICON, D. G.; ANDRADE, C. F. S. & THYSSEN, P. J. Richness and composition of Calliphoridae in a Atlantic Forest fragment: implication for the use of dipteran species as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, p. 2635-2643, 2013.
- CARVALHO, C. J. B. & RIBEIRO, P. B. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Díptera) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, n. 2, p.169-173, 2000.

- CASTELLI, L. E.; GLEISER, R. M. & BATTÁN-HORENSTEIN, M. Role of saprophagous fly biodiversity in ecological processes and urban ecosystem services. **Ecological Entomology**, 2020.
- COPATTI, C. E. & DAUDT, C. R. Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var elliottii). **Ciência e Natura**, v. 31, n. 1, p. 95-113, 2009.
- DIAS, M. C. V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; MOTTA, R. S.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C. & ORTIZ, R. A. **O Preço Oculto do Fogo na Amazônia: Os Custos Econômicos Associados às Queimadas e Incêndios Florestais**. 43p, 2002.
- DUFEK, M. I.; OSCHEROV, E. B.; DAMBORSKY, M. P. & MULIERI, P. R. Assessment of the abundance and diversity of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in sites with different degrees of human impact in the Iberá Wetlands (Argentina). **Journal of Medical Entomology**. v. 53, p. 827–835, 2016.
- DUFEK, M. I.; OSCHEROV, E. B.; DAMBORSKY, M. P. & MULIERI, P. R. Calliphoridae (Diptera) in Human-Transformed and Wild Habitats: Diversity and Seasonal Fluctuations in the Humid Chaco Ecoregion of South America. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-12, 2019.
- DUFEK, M. I.; LARREA, D. D.; DAMBORSKY, M. P. & MULIERI, P. R. The Effect of Anthropization on Sarcophagidae (Diptera: Calyptratae) Community Structure: An Assessment on Different Types of Habitats in the Humid Chaco Ecoregion of Argentina. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-12, 2020.
- FERRAZ, A. C. P.; GADELHA, B. Q. & COELHO, V. M. A. Influência Climática e Antrópica na Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Diptera) em Fragmento Florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 476-485, 2010.
- FERRAZ, A. C. P. Efeitos de borda em florestas tropicais sobre artrópodes, com ênfase nos dípteros Ciclorrafos. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 189-198, 2011.
- FERREIRA, M. J. M. Sinantropia de dípteros muscóides de Curitiba, Paraná. I. Calliphoridae. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 38, p. 445–454, 1978.
- FREITAS, L. E.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; CARVALHO, K. S. A.; KREITLOW, J. P. & DASSOLLER, T. F. Avaliação do Uso dos Solos nos Assentamentos do Município de Cáceres/MT. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1- 12, 2014.
- FURUSAWA, G. P. & CASSINO, P. C. R. Ocorrência e distribuição de Calliphoridae (Diptera, Oestroidea) em um fragmento de Mata Atlântica Secundária no Município de Engenheiro Paulo de Frontin, Médio Paraíba, RJ. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 152-164, 2006.
- GADELHA, B. Q.; FERRAZ, A. C. P. & AGUIAR-COELHO, V. M. A importância dos Mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. **Oecologia Brasiliensis**. v. 13, p. 661–665, 2009.

GADELHA, B. Q.; RIBEIRO, A. C.; AGUIAR, V. M. & MELLO-PATIU, C. A. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 999–1007, 2015.

GALINKIN, M., DIAS, A., LATRUBESSE, E. M., SCARDUA, F. P., MENDONÇA, A. F. & ARRUDA, M. B. Projeto Corredor Ecológico Araguaia – Bananal. pp. 81-132. In: ARRUDA, M. B.; SÁ, L. F. S. N. (Eds) **Corredores Ecológicos** – Uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil. Brasília: IBAMA, 2004.

GIROLAMO NETO, C.; FONSECA, L. M. G.; VALERIANO, D. M.; NEVES, A. K. & KÖRTING, T. S. Desafios na classificação automática de fitofisionomias do Cerrado brasileiro com base em mapas de referência na escala 1:250.000. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 18, 2017, Santos. **Anais...Santos: INPE**, 2017, p. 6647-6654.

GONZÁLEZ, C. R.; LLANOS, L.; OSES, C. & ELGUETA, M. Calliphoridae from Chile: key to the genera and species (Diptera: Oestroidea). **Anales Instituto Patagonia**, v. 45, n. 3, p. 19-27, 2017.

GUIMARÃES, H. J. L. Redescrição dos machos de dez espécies neotropicais de *Ravinia* Robineau-Desvoidy, 1863 (Diptera, Sarcophagidae). **Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro**, v. 62, n. 1, p. 45-66, 2004.

HARDESTY, J.; MYERS, R. & FULKS, W. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **The George Wright Forum**, v. 22, p. 78-87, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012.

KOSMANN, C.; MELLO, R. P.; HARTERREITEN-SOUZA, E. S. & PUJOL-LUZ, J. R. A List of Current Valid Blow Fly Names (Diptera: Calliphoridae) in the Americas South of Mexico with Key to the Brazilian Species. **Entomobrasilis**, v. 6, n. 1, p. 74-85, 2013.

KUTTY, S. N.; PAPE, T.; WIEGMANN, B. M. & MEIER, R. Molecular phylogeny of the Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) with an emphasis on the superfamily Oestroidea and the position of Mystacinobiidae and McAlpine's fly. **Systematic Entomology**, v. 35, p. 614–635, 2010

LEANDRO, M. J. & D'ALMEIDA, J. M. Levantamento de Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em um fragmento de mata na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 4, p. 377-381, 2005.

LOBATO, R.; MENEZES, J.; LIMA, L. A.; SAPIENZA, J. A. Índice de vegetação por diferença normalizada para análise da redução da mata atlântica na região costeira do distrito de Tamoios –Cabo Frio/RJ. **Caderno de Estudos Geoambientais**, v. 1, n. 1, p. 14-22, 2010.

LOPES, H. S. Contribuição ao conhecimento das espécies do gênero *Oxysarcodexia* (Townsend, 1917) (Diptera, Sarcophagidae). **Boletim da Escola Nacional de Veterinária**, v. 1, p. 62-134, 1946.

LOPES, H. S. Contribuição ao conhecimento do gênero *Sarcophagula* (Wulp, 1887) (Diptera-Sarcophagidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 52, p. 587-602, 1954.

LOPES, H. S. & TIBANA, R. On *Oxysarcodexia* (Diptera, Sarcophagidae), with descriptions of five new species, key, list and geographic distribution of the species. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p. 329-347, 1987.

MAJER, L. D. Invertebrates as indicators for management. **Nature Conservation of Role Remnants of Native Vegetation**, v. 4, p. 353-354, 1987.

MCARTHUR, R. H. & MACARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology**, v. 42, p. 594-598, 1961.

MELLO, R. P. Chave Para a Identificação das Formas Adultas das Espécies da Família Calliphoridae (Díptera, Brachycera, Cyclorrhapha) Encontradas no Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 10, p. 255-268, 2003.

MMA/IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Prevfogo. Parque Nacional da Chapada das Mesas. **Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais do Parque Nacional da Chapada das Mesas**, 2007. Disponível em:<[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos\\_operativos/plano\\_operativo\\_parna\\_da\\_chapada\\_das\\_mesas.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/prevfogo/planos_operativos/plano_operativo_parna_da_chapada_das_mesas.pdf)>.

NORRIS, K. R. Establishment of a subfamily Aphyssurinae for the Australian genus *Aphyssura* Hardy (Diptera: Calliphoridae), with a review of known forms and descriptions of new species. **Invertebrate Taxonomy**, v. 13, p. 511–628, 1999.

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

PATITUCCI, L. D.; MULIERI, P. R.; SCHNACK, J. A. & MARILUIS, J. C. Species composition and heterogeneity of blow flies assemblages (Diptera: Calliphoridae) in urban-rural gradients at regional scale in Argentinean Patagonia. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 46, p. 49–58, 2011.

PAUSAS, J. G. & PARR, C. L. Towards an understanding of the evolutionary role of fire in animals. **Evolutionary Ecology**, 2, 1–9, 2018.

PIVELLO, V. R. The use of fire in Brazil: past and present. **Fire Ecology**, v. 7, p. 24-39, 2011.

ROGNES, K. The Calliphoridae (Blowflies) (Diptera: Oestroidea) are Not a Monophyletic Group. **Cladistics**, v. 3, p. 27-66, 1997.

SAMPAIO, A. C. F.; BIANCHIN, J. E.; SANTOS, P. M.; ARIATI, V. & SANTOS, L. M. Fitossociologia do Cerrado sensu stricto na bacia do Rio Parnaíba no nordeste brasileiro. **Advances in Forestry Science**, v. 5, n. 2, p. 299-307, 2018.

SHLISKY, A.; WAUGH, J.; GONZALEZ, P.; GONZALEZ, M.; MANTA, M.; SANTOSO, H.; ALVARADO, E.; NURUDDIN, A. A.; RODRÍGUES-TREJO, D. A.; SWATY, R.; SCHMIDT, D.; KAUFMANN, M.; MYERS, R.; ALENCAR, A.; KEARNS, F.; JOHONSON, D.; SMITH, J.; ZOLLNER, D. Fire, Ecosystems & People: Threats and Strategies for Global Biodiversity Conservation. GFI Technical Report. **The Nature Conservancy**, Arlington, VA, 2007.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A. & MORAES, C. B. D. Uso da análise faunística de Insetos na Avaliação do Impacto Ambiental. **Scientia agricola**, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composição, Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Díptera) das Matas e Clareiras com Diferentes Coberturas Vegetais Da Base de Extração Petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 270-276, 2010.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composition, abundance and richness of Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in forests and forest gaps with different vegetation cover. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 20–27, 2011.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S. & JUEN, L. The potencial uses of fleshflies and blowflies to evaluate the regeneration of clearings and forest conservation: A case study in the Amazon Forest. **Journal of Insect Science**. v. 14, n. 215, 2014.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S. & ESPOSITO, M. C. Distribution and Abundance of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhão, Northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2015.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. & ESPOSITO, M. C. Evaluating the Effects of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for Conservation. **Plos one**, v. 11, n. 10, p. 1-23, 2016.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. & ESPOSITO, M. C. The effects of cattle ranching on the communities of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae and Sarcophagidae) in Northeastern Brazil. **Journal of Insect Conservation**, 2020.

TEWS, J.; U. BROSE, V.; GRIMM, K.; TIELBÖRGER, M. C.; WICHMANN, M.; SCHWAGER, & JELTSCH, F. Animal Species Diversity Driven by Habitat Heterogeneity/Diversity: The Importance of Keystone Structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, n. 1, p. 79–92, 2004.

TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**. ed. 2. São Paulo: Cengage Learning, 761p, 2015.

VARGAS, J. & WOOD, D. M. Calliphoridae (blow flies). In: BROWN, B. V.; BORKENT, A.; CUMMING, J. M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N. E. & ZUMBADO, M. A. (Eds.), **Manual of Central American Diptera**. Vol. 2. NRC Research Press, Ottawa, p. 1297– 1304, 2009.

VASCONCELOS, H. L.; MARAVALHAS, J. B. & CORNELISSEN, T. Effects of fire disturbance on ant abundance and diversity: a global meta-analysis. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p. 177–188, 2017.

WHITWORTH, T. L. Keys to the genera and species of blow flies (Diptera: Calliphoridae) of America North of Mexico. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 108, n. 3, p. 689 – 725, 2006.

WHITWORTH, T. L. & YUSSEFF-VANEGAS, S. A revision of the genera and species of the Neotropical family Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea). **Zootaxa**, v. 4659, n. 1, p. 001–146, 2019.

## CAPÍTULO 1

### **Estrutura das comunidades de moscas necrófagas (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA**

#### **Resumo**

Os habitats naturais estão sendo cada vez mais modificados pela antropização, ocasionando em consequência a perda da biodiversidade. As características do componente vegetal são fatores que influenciam no padrão e estrutura das comunidades, uma vez que diferenças no ambiente podem refletir na composição de espécies encontradas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi estudar os padrões de composição, riqueza e abundância de espécies das comunidades de moscas necrófagas do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e família Sarcophagidae, verificando os possíveis efeitos das diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas sobre essas comunidades, e para isso testou-se a hipótese de que a composição, riqueza e abundância dessas famílias variam em função do tipo de fitofisionomia da área, esperando encontrar maior riqueza em fitofisionomias florestais. Foram utilizadas 350 armadilhas em 35 áreas distribuídas em cinco subgrupos de formação fitofisionômicas: Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque, Floresta Estacional e Mata de Galeria. Para análise de dados foram realizadas estimativas de riqueza (*Jackknife* 1), Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) e Escalonamento Multidimensional não-métrico (NMDS). Foram coletados 18.303 dípteros, sendo 3.053 califorídeos, 63 mesembrinelídeos e 15.187 sarcófagídeos. As espécies mais abundantes foram *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) e *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794). A fitofisionomia com maior riqueza estimada para Calliphoridae foi Savana Parque (n = 11,2), e Savana Arborizada para Sarcophagidae (n = 16,6). Em relação à composição, verificou-se a diferenciação mais nítida das comunidades formadas pelo grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae nos ambientes naturais do parque, onde a maior parte da variação nas comunidades desses dípteros ocorreu devido às diferenças nas fitofisionomias, sendo Floresta Estacional e Mata de Galeria fitofisionomias prioritárias para a conservação, pois podem comportar uma comunidade de dípteros mais restrita.

**Palavras-chave:** dípteros necrófagos, cobertura vegetal, riqueza, abundância, Cerrado.

#### **1 Introdução**

A extinção de espécies cada vez mais acentuada, motivada pelas atividades antrópicas, ocasionam a redução da diversidade e a perda de potencialidades naturais, tornando-se urgente a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que visem inventariar e quantificar a riqueza de espécies. Isto possibilita o conhecimento do funcionamento de comunidades biológicas, que servirá como base para elaboração de atividades de manejo e estratégias que têm por objetivo a conservação (GARCIA & LOBO-FARIA, 2007). Para entender melhor

como funcionam essas comunidades é importante levar em conta as características do ambiente no qual as espécies estão inseridas, uma vez que diferenças no ambiente podem refletir na composição de espécies encontradas. A mudança na heterogeneidade de habitat influencia a composição das assembleias de espécies (DURÃES et al., 2005). Os ambientes que possuem níveis de heterogeneidade de habitat variáveis podem apresentar diferenças, por exemplo, nos níveis de luminosidade, temperatura e umidade, características que têm o potencial de determinar a ocorrência ou não de espécies, dando suporte para a reprodução, nidificação, desenvolvimento e forrageamento das diferentes espécies de animais (FRANKLIN et al., 2005; SILVA et al., 2010).

As fitofisionomias existentes em uma determinada área têm um papel importante na formação da estrutura do habitat, pois a variação na altura, densidade e distribuição das árvores no ambiente criam condições e habitats com maior número de subdivisões (heterogeneidade ambiental). E esta diversidade de condições é considerada um dos principais determinantes da variação nos níveis de riqueza de espécies encontrados em diferentes ambientes (MCARTHUR & MCARTHUR, 1961; DURÃES et al., 2005; MATA & TIDON, 2013; SOUSA et al., 2016). A hipótese de heterogeneidade ambiental sustenta que a riqueza de espécies animais é maior em ambientes mais complexos, onde um número maior de nichos está disponível para as diferentes espécies (PIANKA, 1995). No caso dos insetos, os padrões de distribuição e diversidade das espécies estão mais relacionados com o tipo de vegetação (ALMEIDA & LOUZADA, 2009), grau de sombreamento e exposição (LI & REYNOLDS, 1995; SOUZA et al., 2005), temperatura e umidade (LI & REYNOLDS, 1995).

Em relação aos dípteros, estes insetos apresentam hábitos alimentares variados, deste de nectívoro até matéria orgânica em decomposição, desempenhando importante papel como organismos decompositores (ESPOSITO et al., 2010), principalmente as famílias Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae, que se desenvolvem em carcaças, fezes e outros tipos de material orgânico (TRIPLEHOM & JOHSON, 2015; FIGUEIREDO et al., 2018).

Os califorídeos, conhecidos popularmente como moscas-varejeiras, são típicos tanto de ambientes naturais (LEANDRO & D'ALMEIDA, 2005) como urbanos (CASTELLI et al., 2020), e atualmente a família possui cerca de 1.527 espécies distribuídas em aproximadamente 150 gêneros (GBIF, 2019). Já os sarcófagídeos, conhecidos como mosca-da-carne, em sua maioria são bem adaptados a ambientes antropogênicos e preferem áreas abertas com variados graus de antropização (SOUSA et al., 2011, 2016), além de serem mais diversos em comparação com califorídeos, compondo a segunda família mais diversa dentro de

Oestroidea com aproximadamente 173 gêneros e 3.100 espécies (MELLO-PATIU et al., 2014). Das três famílias, Mesembrinellidae é a que possui mais características distintas, tanto na morfologia como no seu comportamento, uma vez que as espécies desta família são consideradas assinantrópica e exclusivas de ambientes florestais tropicais (SOUSA et al., 2010). O estudo mais recente descreve 53 espécies de Mesembrinellidae divididas em três gêneros (WHITWORTH & YUSSEFF-VANEGAS, 2019).

Estudos envolvendo comunidades de califorídeos e mesembrinelídeos (SOUSA et al., 2010, 2016; GONÇALVES et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2018; DUFEK et al., 2019; LUZ et al., 2020), bem como sarcófagídeos (ROSA et al., 2009; SOUSA et al., 2011, 2016; BARBOSA et al., 2015; DUFEK et al., 2020) em diferentes níveis de cobertura vegetal, ambientes ou fitofisionomias, foram realizados a fim de descrever e entender os padrões dessas comunidades, e avaliar as diferenças na diversidade, riqueza e abundância de espécies em decorrência das mudanças no ambiente, tanto pela estrutura vegetal como pela influência antrópica. Trabalhos que visam avaliar a hipótese de heterogeneidade ambiental também são realizados com variados grupos animais, a exemplo de mariposas (MORENO et al., 2015), pequenos mamíferos (PAGLIA et al., 1995), artrópode de solo (MAESTRI et al., 2013), abelhas (MOREIRA et al., 2017), aranhas (ZANOLI & MORATO, 2015), formigas (GOMES et al., 2013), aves (CINTRA & CANCELLI, 2008).

O Parque Nacional da Chapada das Mesas foi criado com o objetivo de proteger áreas com rica diversidade biológica e importantes recursos naturais, prioritários para a conservação e uso sustentável. O Cerrado encontrado na região da Chapada das mesas é composto por um mosaico de formações vegetais, existindo desde áreas cobertas com vegetação rasteira com arbustos escassos (formações savânicas), até áreas cobertas com florestas de árvores relativamente altas com grande dossel (formações florestais) (MORAES & LIMA, 2007). Desta forma tem a capacidade de abrigar diversas comunidades de dípteros necrófagos, incluindo Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae, devido as diversas características fitofisionômicas existentes.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar os padrões de composição, riqueza e abundância de espécies das comunidades de moscas necrófagas das famílias Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae, verificando os possíveis efeitos das diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas sobre as comunidades dessas moscas. Para isso, testou-se a hipótese de que a composição, riqueza e abundância dessas famílias variam em função do tipo de fitofisionomia da área, sendo esperado que ambientes com estrutura vegetal mais complexa, a exemplo das fitofisionomias florestais, abrigam maior

riqueza de espécies, que a composição de espécies difere de acordo com as características das fitofisionomias e que a abundância de algumas espécies é maior em fitofisionomias mais favoráveis para a espécie, como *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* em ambientes abertos..

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

Descrição do item na página 12.

### 2.2 Amostragem

Descrição do item na página 13.

### 2.3 Análise de dados

As diferenças nos padrões de composição e abundância das espécies entre as categorias fitofisionômicas foram testadas através de uma análise de variância permutacional não-paramétrica (PERMANOVA), baseada no índice de similaridade de Bray-Curtis, com 999 aleatorizações (ANDERSON, 2005) por meio do programa R (R Development Core Team, 2018). Quando obtidos resultados significativos na PERMANOVA, foram realizados *a posteriori* testes pareados para comparação entre as fitofisionomias.

A riqueza de espécies dos táxons coletados (grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e família Sarcophagidae) por área estudada (10 armadilhas), foi verificada com base no estimador não paramétrico *jackknife* de primeira ordem (COLWELL & CODDINGTON, 1994). Sendo a eficiência de amostragem observada por meio de curvas de acumulação de espécies, utilizando o mesmo estimador com 1.000 aleatorizações baseado no número de armadilhas (COLWELL et al., 2004). As estimativas de riqueza de espécies foram calculadas no programa EstimateS (*Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*) versão 9.0 (COLWELL, 2013). E para testar a existência de diferenças na riqueza de espécies do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e família Sarcophagidae, entre os tipos de ambientes estudados foi aplicada a metodologia de inferência por intervalo de confiança, também utilizando a riqueza estimada pelo estimador *jackknife* de primeira ordem (COLWELL et al., 2004), onde as áreas foram consideradas diferentes quando os intervalos de confiança de um grupo não sobrepuseram a média do outro.

As diferenças das comunidades dos táxons estudados entre as fitofisionomias foi visualizada através de uma ordenação, escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), utilizando também como medida de similaridade o índice de Bray-Curtis (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Nesta análise a distorção da resolução em duas dimensões da ordenação é expressa pelo valor S (chamado stress) que quanto mais próximo de zero, melhor o ajuste entre a distância original dos objetos e a configuração obtida (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Com o propósito de diminuir o efeito de possíveis abundâncias discrepantes foi utilizada a transformação logarítmica de  $X+1$ .

### 3 Resultados

#### 3.1 Composição faunística e abundância

Foram coletados 3.053 indivíduos da família Calliphoridae distribuídos em cinco gêneros e 11 espécies. Para Mesembrinellidae foi registrado apenas a espécie *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805), com 63 indivíduos coletados. As espécies mais abundantes foram *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (41,56%,  $n = 1.295$ ), *Chloroprocta idioidea* (Robineau-Desvoidy, 1830) (38,09%) e *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (15,12%,  $n = 471$ ) respectivamente (Tabela 1). As espécies com menor abundância foram *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858), *Hemilucilia benoisti* (Séguy, 1925), *Hemilucilia segmentaria* (Fabricius, 1805) e *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830), com apenas um único registro, e somaram juntas somente 0,12% ( $n = 4$ ) do total de espécimes coletados. A fitofisionomia com maior abundância foi Savana Florestada (32,54%,  $n = 1.014$ ), enquanto a menos representativa foi a Mata de Galeria (3,59%,  $n = 112$ ) (Tabela 1).

Da família Sarcophagidae foram coletados 15.187 indivíduos distribuídos em sete gêneros, sete subgêneros e 22 espécies, sendo as três mais abundantes: *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794) representando 78,66% ( $n = 11.946$ ) do total de espécimes coletados, seguida de *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann, 1830) (19,75%,  $n = 3.000$ ) e *Oxysarcodexia thornax* (Walker, 1849) (0,62%,  $n = 94$ ). A soma de todas as outras espécies constituíram apenas 0,97% ( $n = 147$ ) da abundância total (Tabela 2). A fitofisionomia com maior abundância relativa foi Savana Parque, registrando 56,27% ( $n = 8.545$ ) do total de indivíduos, em contrapartida Floresta Estacional foi a que teve menor abundância (8,63%).

**Tabela 1.** Composição, abundância absoluta e relativa das espécies do grupo califorídeos + mesembrinelídeos coletados em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

Espécies	Fitofisionomias					Total	%
	FE	MG	SA	SF	SP		
<b>Calliphoridae</b>							
<i>Chloroprocta idioidea</i>	250	46	226	648	17	1187	38.09
<i>Chrysomya albiceps</i>	457	6	440	274	118	1295	41.56
<i>Chrysomya megacephala</i>	3	0	14	2	4	23	0.74
<i>Chrysomya putoria</i>	7	1	4	0	4	16	0.51
<i>Cochliomyia hominivorax</i>	1	0	0	0	0	1	0.03
<i>Cochliomyia macellaria</i>	141	1	208	69	52	471	15.12
<i>Hemilucilia benoisti</i>	0	0	1	0	0	1	0.03
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	0	0	0	0	1	1	0.03
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	0	0	1	9	1	11	0.35
<i>Lucilia cuprina</i>	0	1	0	0	0	1	0.03
<i>Lucilia eximia</i>	20	4	9	12	1	46	1.48
<b>Mesembrinellidae</b>							
<i>Mesembrinella bicolor</i>	10	53	0	0	0	63	2.02
<b>Abundância</b>	<b>889</b>	<b>112</b>	<b>903</b>	<b>1014</b>	<b>198</b>	<b>3116</b>	
<b>Abundância relativa (%)</b>	<b>28.53</b>	<b>3.59</b>	<b>28.98</b>	<b>32.54</b>	<b>6.35</b>		
<b>Riqueza observada</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	

A composição e abundância de espécies apresentaram diferenças significativas para o grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae ( $F = 6,173$ ;  $p < 0,001$ ) e Sarcophagidae ( $F = 2,611$ ;  $p < 0,001$ ). Os resultados das comparações pareadas entre as fitofisionomias foram significativas apenas para o grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae, onde Mata de Galeria diferiu de todas as outras fitofisionomias quanto a composição e abundância, e Floresta Estacional de Savana Parque ( Tabela 3).

**Tabela 2.** Composição, abundância absoluta e relativa das espécies de sarcófagídeos coletados em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

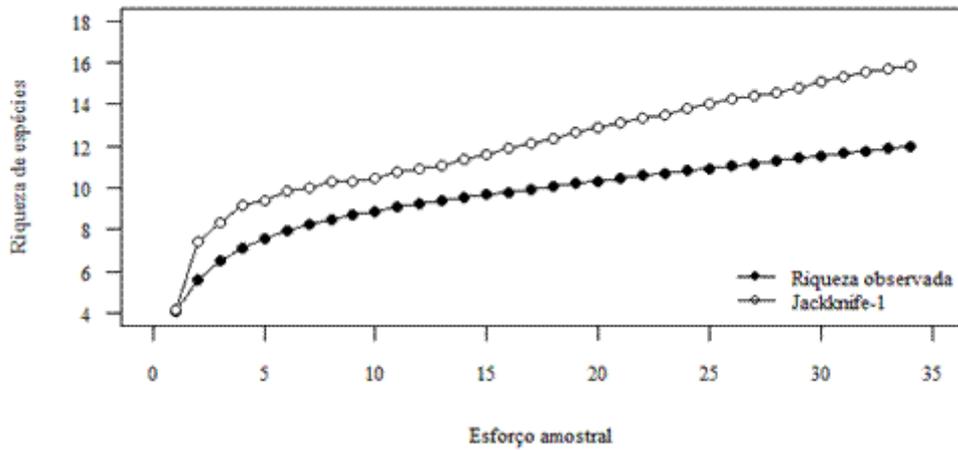
Espécies	Fitofisionomias					Total	%
	FE	MG	SA	SF	SP		
<i>Blaesoxipha (Giganthotheca) stallengi</i>	2	0	4	1	5	12	0.08
<i>Helicobia morionella</i>	0	0	2	1	0	3	0.02
<i>Helicobia pilifera</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia amorosa</i>	0	0	1	0	1	2	0.01
<i>Oxysarcodexia aura</i>	0	0	0	0	9	9	0.06
<i>Oxysarcodexia avuncula</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	0	1	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia modesta</i>	0	0	2	0	5	7	0.05
<i>Oxysarcodexia oculata</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia parva</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia thornax</i>	39	0	22	12	21	94	0.62
<i>Peckia (Euboettcheria) anguilla</i>	4	1	0	2	0	7	0.05
<i>Peckia (Euboettcheria) collusor</i>	3	2	3	3	0	11	0.07
<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	3	4	0	1	0	8	0.05
<i>Peckia (Peckia) pexata</i>	22	1	12	7	3	45	0.30
<i>Peckia (Sarcodexia) lambens</i>	1045	33	619	978	325	3000	19.75
<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	0	0	0	2	0	2	0.01
<i>Ravinia belforti</i>	0	0	10	10	13	33	0.22
<i>Ravinia efrenata</i>	0	0	0	0	1	1	0.01
<i>Retrocitomya retrocita</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Tricharaea (Sarcophagula) camuta</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Tricharaea (Sarcophagula) occidua</i>	27	8	3157	592	8162	11946	78.66
<b>Abundância</b>	<b>1148</b>	<b>50</b>	<b>3835</b>	<b>1609</b>	<b>8545</b>	<b>15187</b>	
<b>Abundância relativa (%)</b>	<b>7.56</b>	<b>0.33</b>	<b>25.25</b>	<b>10.59</b>	<b>56.27</b>		
<b>Riqueza observada</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	

**Tabela 3.** Resultado da Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) e comparações múltiplas *a posteriori* da estrutura das comunidades do grupo califorídeos + mesembrinelídeos e de sarcófagídeos coletados em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA. GL = Graus de liberdade.

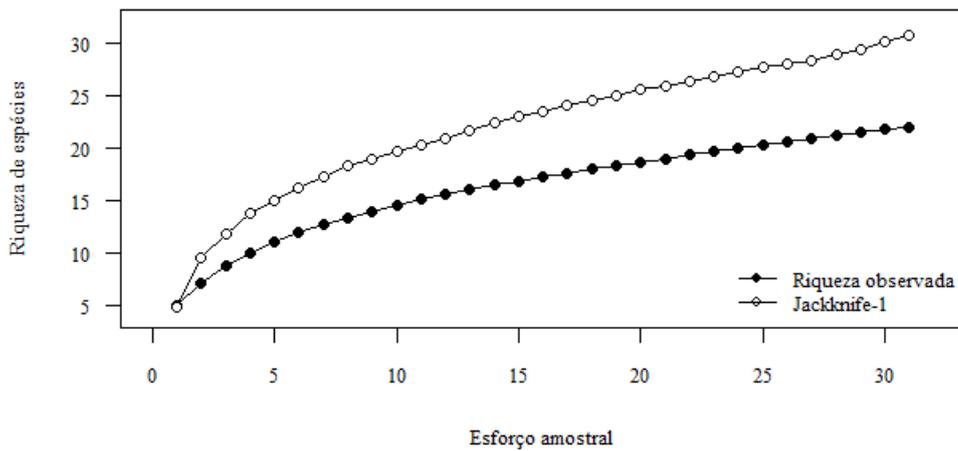
<b>Calliphoridae</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
<b>Fitofisionomias</b>	4	6,173	0,46	0,001
<b>Resíduos</b>	29		0,54	
<b>Sarcophagidae</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
<b>Fitofisionomias</b>	4	2,611	0,29	0,001
<b>Resíduos</b>	26		0,71	
<b>Comparações pareadas</b>			<b>p-valor</b>	
			Calliphoridae	Sarcophagidae
Mata de Galeria	x	Floresta Estacional	0,003	0,15
Mata de Galeria	x	Savana Arborizada	0,007	0,2
Mata de Galeria	x	Savana Florestada	0,003	0,15
Mata de Galeria	x	Savana Parque	0,003	0,23
Floresta Estacional	x	Savana Arborizada	0,08	0,15
Floresta Estacional	x	Savana Florestada	0,493	0,34
Floresta Estacional	x	Savana Parque	0,014	0,23
Savana Arborizada	x	Savana Florestada	0,107	0,23
Savana Arborizada	x	Savana Parque	0,345	0,21
Savana Florestada	x	Savana Parque	0,161	0,34

### 3.2 Riqueza de Espécies

A estimativa de riqueza do grupo formado pelas famílias Calliphoridae e Mesembrinellidae, com base nos padrões de incidência e abundância das espécies para o total de amostras coletadas (34 áreas), distribuídas entre cinco fitofisionomias, com riqueza observada de 12 espécies e abundância de 3.116 indivíduos, foi de 16 espécies aproximadamente (*Jackknife 1* = 15,88) (Figura 1). Os sarcófagídeos foram coletados em 31 áreas, registrando uma abundância de 15.187 indivíduos também nas cinco fitofisionomias, com riqueza observada de 22 espécies e estimada em aproximadamente 31 (*Jackknife 1* = 30.71) (Figura 2).



**Figura 1.** Gráfico da riqueza observada e estimada (*Jackknife 1*) do grupo formado por califorídeos e mesembrinelídeos para todas as áreas amostradas do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

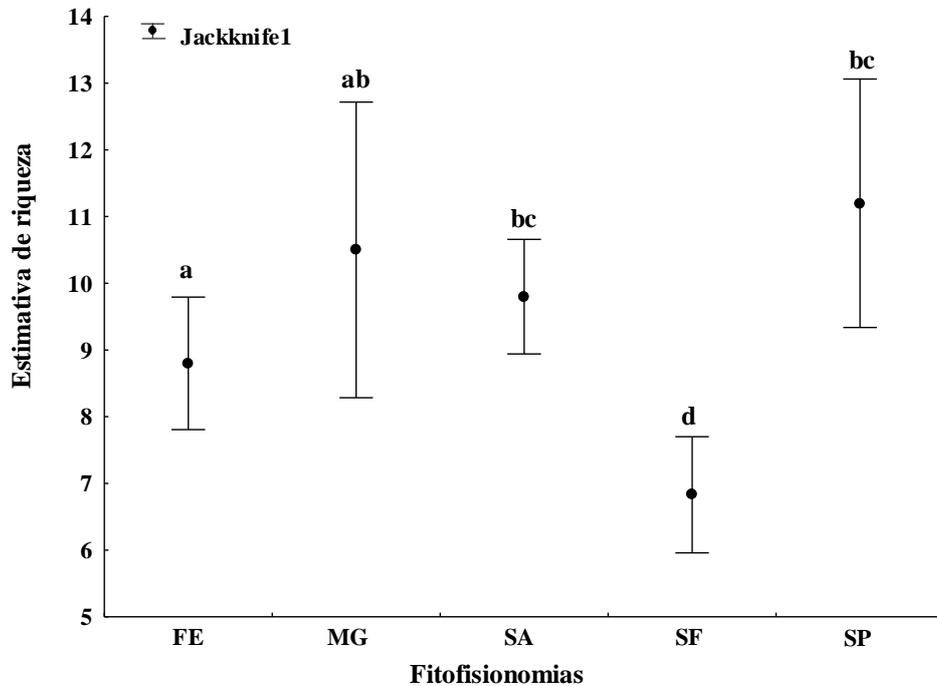


**Figura 2.** Gráfico da riqueza observada e estimada (*Jackknife 1*) de sarcófagídeos para todas as áreas amostradas do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

Embora as curvas de acumulação de espécies geradas pelos estimadores não tenham demonstrado estabilização, a eficiência amostral foi considerada satisfatória para as espécies das duas famílias juntas, Calliphoridae e Mesembrinellidae (75%), bem como para Sarcophagidae (71%). Na comparação entre as fitofisionomias, a que teve maior riqueza estimada para califorídeos e mesembrinelídeos foi Savana Parque ( $11,2 \pm 1,86$ ), esta apresentando diferença significativa em relação à Floresta Estacional ( $8,8 \pm 0,99$ ) e Savana Florestada ( $6,83 \pm 0,87$ ) (Figura 3), sendo estimada a existência de três e cinco espécies a mais em relação a Floresta Estacional e Savana Florestada respectivamente.

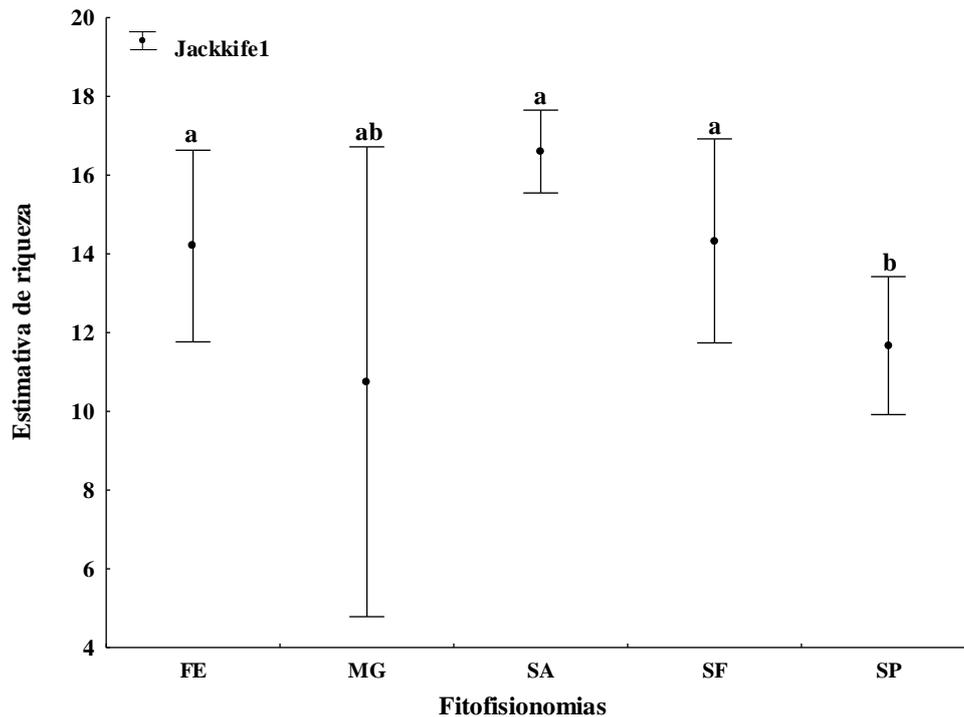
Os sarcófagídeos tiveram maior riqueza estimada na Savana Arborizada ( $16,6 \pm 1,05$ ). Savana Parque ( $11,67 \pm 1,75$ ) diferiu estatisticamente de todos os ambientes com

exceção da Mata de Galeria ( $10,75 \pm 5,96$ ) (Figura 4). A diferença entre a maior riqueza estimada em Savana Arborizada foi de seis, cinco e duas espécies em relação à Mata de Galeria, Savana Parque, Floresta Estacional e Savana Florestada, respectivamente.



**Figura 3.** Riqueza estimada de espécies (média  $\pm$  intervalo de confiança) do grupo formado pelas famílias Calliphoridae e Mesembrinellidae (Jackknife 1) em cinco fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA. Os valores que compartilham pelo menos uma letra não diferem estatisticamente a 5% de significância.

Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

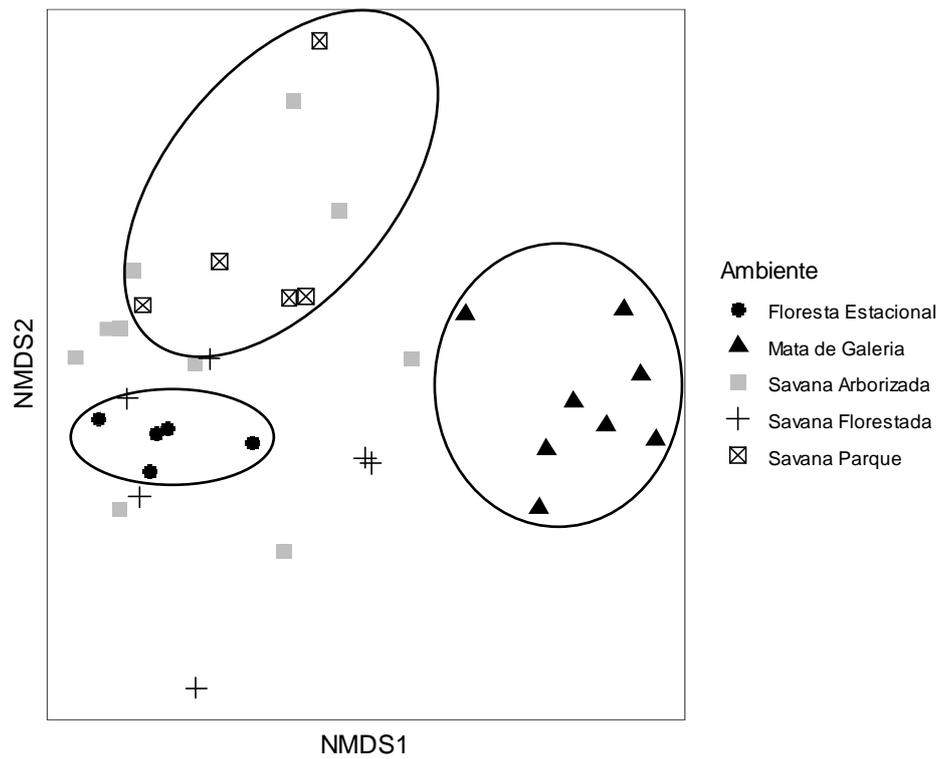


**Figura 4.** Riqueza estimada de espécies (média  $\pm$  intervalo de confiança) de Sarcophagidae (Jackknife 1) em cinco fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA. Os valores que compartilham pelo menos uma letra não diferem estatisticamente a 5% de significância. Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

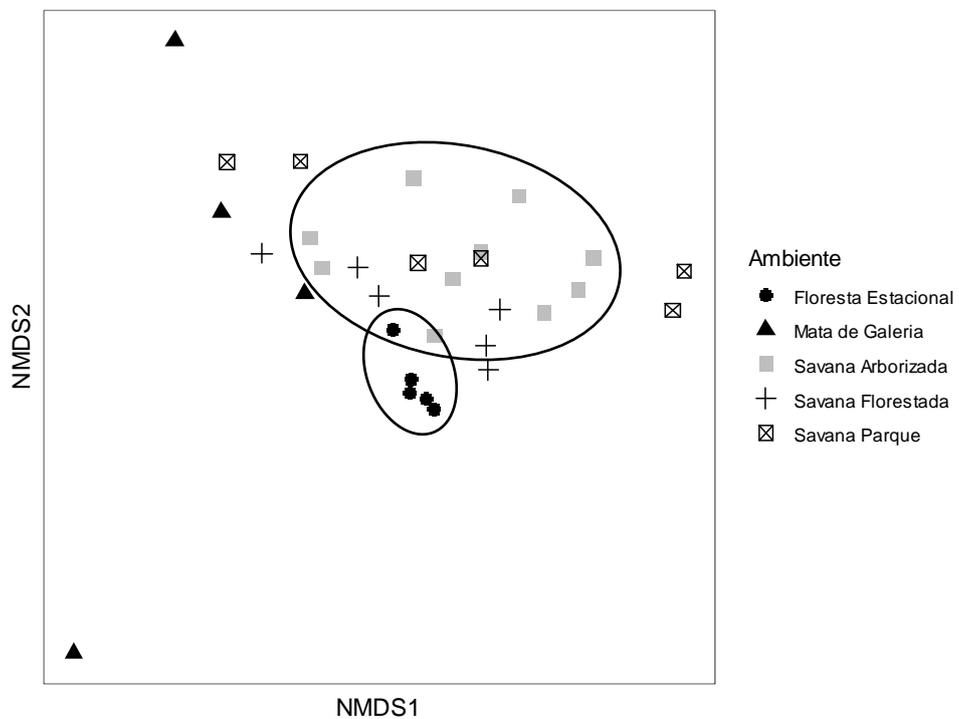
### 3.3 Similaridade entre fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas

A ordenação mostra a separação da comunidade formada pelas espécies do grupo Calliphoridae e Mesembrinellidae em três agrupamentos, sendo um deles formado pelas áreas de Mata de Galeria, outro pelas áreas de Floresta Estacional, o terceiro contendo as áreas de Savana Parque, mostrando claramente uma diferenciação dessas três fitofisionomias (Figura 5, Eixo 1). Esta configuração observada pelo NMDS é suportada pelos resultados da PERMANOVA que teve um valor de  $R^2 = 0,46$  ( $p < 0,001$ ), onde diferenciaram-se significativamente pelo menos duas das fitofisionomias testadas (Tabela 3).

Para as comunidades de Sarcophagidae, a ordenação demonstrou uma tendência de formação de grupos, principalmente com as áreas de Floresta Estacional, e separação destas com as áreas dos ambientes savânicos. Entretanto, apesar do resultado da PERMANOVA com valores de  $R^2 = 0,29$  ( $p < 0,001$ ), as comparações pareadas das fitofisionomias não identificaram diferenças significativas entre elas, demonstrando a pouca diferenciação das comunidades de sarcófagídeos ao longo do gradiente de vegetação (Figura 6, Eixo 1).



**Figura 5.** Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de espécies do grupo formado pelas famílias Calliphoridae e Mesembrinellidae para as 34 áreas das cinco fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.



**Figura 6.** Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de espécies da família Sarcophagidae para as 31 áreas das cinco fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

## 4 Discussão

As hipóteses de que a composição e abundância dessas famílias variam em função do tipo de fitofisionomia da área, foi corroborada. Contudo a hipótese testada, que ambientes com estrutura vegetal mais complexa abrigam maior riqueza de espécies, não foi totalmente sustentada, pois apesar da ocorrência de mesembrinelídeos apenas nas áreas florestais, os ambientes menos complexos, como as savanas abertas, abrigaram riqueza de espécies similar àqueles com maior complexidade vegetal, tanto para califorídeos como para os sarcófagídeos. Estes resultados não corroboram a hipótese da heterogeneidade ambiental, a qual afirma que o aumento da heterogeneidade do habitat promoveria um aumento da riqueza de animais (TEWS et al., 2004). Algumas relações negativas ou ausência de influência da heterogeneidade do ambiente também são frequentes e ocorrem com comunidades dos mais variados táxons (MILHOMEM et al., 2003; CARVALHO & CARDOSO, 2014; ZORZAL-ALMEIDA et al., 2017), e podem também estar relacionadas com a hipótese do distúrbio intermediário, onde ambientes com perturbações moderadas apresentam aumento de riqueza e diversidade (CONNELL, 1978).

Em relação à composição de espécies, a diversidade de califorídeos encontrada neste estudo foi semelhante ao número registrado em outros locais e regiões: 14 espécies (ESPOSITO et al., 2010), 16 espécies (GONÇALVES et al., 2011), 13 espécies (CABRINI et al., 2013), 9 espécies (BARBOSA et al., 2014), 14 espécies (SOUSA et al., 2015), 6 espécies (CASTELLI et al., 2020), evidenciando um padrão da riqueza para a família nesses ambientes estudados, já que apresentam menor riqueza quando comparada com os sarcófagídeos, ao todo são 1.580 espécies, e destas, 43 ocorrem no Brasil. Para os mesembrinelídeos o padrão mais recorrente é a baixa riqueza, pela própria natureza da família (exclusiva de matas e florestas tropicais) (CABRINI et al., 2013; SOUSA et al., 2015, 2016; FIGUEIREDO et al., 2018, LUZ et al., 2020).

Sendo o PARNA da Chapada das Mesas uma unidade de conservação destinada a preservação dos recursos naturais e manutenção do equilíbrio ambiental, é importante dar atenção à grande abundância de espécies exóticas e sinantrópicas dentro do parque. A exemplo de *C. albiceps*, uma espécie com grande capacidade de adaptação a muitos habitats e curto período de desenvolvimento (MELLO et al., 1997). O próprio gênero *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830) a qual a espécie pertence, apresenta grande capacidade de sobrevivência em virtude de sua elevada habilidade competitiva (GONÇALVES et al., 2011), além de ser citado como dominante nas comunidades de califorídeos de muitos ecossistemas do Brasil (HUBER

& BARROS, 2002; VIANNA et al., 2004; FERRAZ et al., 2010; MONTEIRO et al., 2014). A presença desta espécie pode ter relação com a existência de muitas famílias tradicionais que ainda vivem assentadas dentro do parque, e tornam algumas áreas com certo grau de antropização, com a produção de resíduos antropogênicos, abertura de áreas para plantio, queimadas e criação de gado. Os sistemas de produção tradicionais envolvem o uso do fogo, tanto para manejo da agricultura com para pecuária (SCHMIDT et al., 2011), fato que pode estar influenciando a distribuição da espécie dentro da Unidade de Conservação.

Outro fator que demonstra a influência antrópica dentro do parque é grande abundância de *Co. macellaria*, uma espécie nativa associada a ambientes urbanos (GUIMARÃES et al., 1978) e que por pressão de espécies exóticas do gênero *Chrysomya*, atualmente está mais relacionada aos habitats rurais (KOLLER et al., 2011; SILVA et al., 2014). Apesar da presença destas duas espécies (*C. albiceps* e *Co. macellaria*) em muitas áreas, a espécie *Ch. idioidea* também foi registrada com grande abundância. Destaca-se que em ambientes mais preservados esta espécie é um importante componente da fauna de califorídeos, ocorrendo com bastante frequência (PARALUPPI, 1996), dado este confirmado pelos estudos de Esposito et al. (2010) e Sousa et al. (2010) em áreas da Amazônia brasileira. Desta forma, a ocorrência da espécie em uma abundância considerável indica a presença de muitas áreas bem preservadas no PARNA da Chapada das Mesas, principalmente aquelas com vegetação mais fechada e fragmentos de floresta.

Considerando a única espécie de Mesembrinellidae (*M. bicolor*) registrada neste trabalho, infere-se que apesar de ser um ambiente predominantemente savânico, o PARNA da Chapada das Mesas conta com fragmentos de floresta que suportam uma fauna mais restrita à ambientes florestais preservados. Esta espécie é considerada assinantrópica e encontrada exclusivamente em habitats florestais (FERREIRA, 1978; SOUSA et al., 2010; 2015; WHITWORTH & YUSSEFF-VANEGAS, 2019).

A presença de atividades antrópicas no parque também propicia o aumento da abundância de algumas espécies da família Sarcophagidae que estão intimamente associadas a ambientes impactados pela ação humana. *T. (S.) occidua* é uma dessas, sendo bastante comum sua ocorrência, principalmente em ambientes com pouca cobertura vegetal, em detrimento daqueles com cobertura florestal mais densa (BARBOSA et al., 2014; SOUSA et al., 2016; VALVERDE-CASTRO et al., 2017). Ainda em ambientes abertos, *T. (S.) occidua* tem maior facilidade de adaptação e utilização dos recursos efêmeros existentes (SOUSA et al., 2011), se tornando, desta forma, uma espécie dominante nas áreas de Savana pesquisadas neste trabalho. Soma-se a este fato, a existência de áreas de pastagem destinadas a criação de gado, que pode

favorecer o aumento da taxa de ocorrência da referida espécie, uma vez que a mesma é fortemente relacionada com a presença de fezes bovinas (MENDES & LINHARES, 2002) e humanas (YEPES-GAURISAS et al., 2013) no ambiente.

A heterogeneidade dos ambiental, representada pelas diferentes fitofisionomias encontradas não foi a principal responsável por determinar a riqueza das comunidades, mas contribuiu para a diversidade encontrada, uma vez que conjuntos de locais ambientalmente mais dissimilares favorecem a colonização de espécies com diferentes requerimentos ambientais (ZORZAL-ALMEIDA et al., 2017). Essa diferença nos tipos de ambientes existentes, tanto pela influência antrópica como pelas próprias características fitofisionômicas do PARNA da Chapada das Mesas, permite a ocorrência de diferentes espécies de califorídeos e sarcófagídeos, embora tenham se destacado nesse trabalho aquelas consideradas generalistas como *C. albiceps* e *P. (S.) lambens*, que tem a capacidade de se adaptar a uma diversidade de ambientes, e vem sendo registrada tanto em habitats abertos como em áreas florestais (MULIERI et al., 2008; MONTEIRO et al., 2014). Este argumento é reforçado pelo registo da espécie em todas as fitofisionomias estudadas, apesar de ter sido mais frequente em áreas com maior vegetação.

O registo das maiores riquezas estimadas nas fitofisionomias de savana para o grupo formado pelas famílias Calliphoridae + Mesembrinellidae e família Sarcophagidae em comparação às de floresta, é um padrão incomum na maioria dos estudos sobre diversidade entomológica. No caso dos califorídeos que tiveram a maior riqueza estimada na Savana Parque, pode-se relacionar à teoria do distúrbio intermediário (CONNELL, 1978), o qual postula que em áreas com intensidade moderada de distúrbio há uma tendência de aumento da diversidade alfa (local) em comparação com os seus extremos (ambientes mais preservados ou antropizados), onde ocorre a coexistência de espécies generalistas e especialistas em um mesmo habitat por um determinado período de tempo (ROXBURGH et al., 2004). E são justamente essas áreas de savana aberta as mais propícias à antropização no PARNA da Chapada das Mesas.

Relativamente aos sarcófagídeos, outro fator justifica a maior riqueza estimada em fitofisionomias abertas, a preferência desses dípteros por áreas mais ensolaradas. Em vários estudos, um número maior de sarcófagídeos foi coletado em iscas expostas em áreas ensolaradas, em comparação com locais mais sombreados (MULIERI et al., 2011). Este comportamento pode estar relacionado ao fato de algumas espécies dependerem da exposição à luz solar, e ambientes florestais mais densos podem ser desfavoráveis (WILLMER & UNWIN, 1981).

No que diz respeito à dinâmica e estrutura das comunidades desses dípteros nas fitofisionomias que compõem o PARNA da Chapada das Mesas, o padrão apresentado pelo grupo formado pelas espécies das famílias Calliphoridae + Mesembrinellidae, mostrou um agrupamento com maior similaridade dentro das áreas de uma mesma fitofisionomia, em comparação com o observado em Sarcophagidae. Muito deste padrão deve-se às espécies *C. albiceps* e *Ch. idioidea* no ambiente de Floresta Estacional, *C. albiceps* e *Co. macellaria* na Savana Parque, e *M. bicolor* explicando a separação da fitofisionomia Mata de Galeria.

A pouca distinção das comunidades de Sarcophagidae dentro e entre as fitofisionomias pode estar relacionado à maior diversidade de espécies que a família possui (PAPE et al., 2011), e desta forma, apresentam maior variação nas suas comunidades dentro das áreas de uma fitofisionomia, de forma que muitas espécies ocorrem na maioria das áreas estudadas. De acordo com Sousa et al. (2016) apenas essa diferença na diversidade já seria suficiente para explicar as maiores semelhanças encontradas dentro de um grupo com menor diversidade, no caso a família Calliphoridae, sem contar ainda na existência de espécies restritas às áreas florestais como *M. bicolor* (Mesembrinellidae).

Considerando a riqueza e diversidade de cada fitofisionomia, Floresta Estacional e Mata de Galeria merecem atenção, no sentido de possuírem espécies mais características de ambientes preservados como *Ch. idioidea* e *M. bicolor*, sendo fitofisionomias prioritárias para a conservação, pois podem comportar uma comunidade de dípteros mais restrita. Apesar de possuir menor área em relação às outras fitofisionomias do Cerrado, as matas de galeria e florestas estacionais abrigam cerca de 30% das espécies de plantas vasculares deste bioma (RIBEIRO et al., 2001), possuindo grande complexidade ambiental e diversidade vegetal, em consequência disto, são consideradas sítios repositórios de biodiversidade e um refúgio para a fauna (RIBEIRO & WALTER, 2001).

Nesse sentido é de grande relevância o conhecimento da fauna existente em cada fitofisionomia, visando melhores práticas de manejo adequado às especificidades de cada tipo de vegetação componente da paisagem. Saber, por exemplo, a riqueza de espécies de uma área com precisão é importante para o planejamento de ações futuras com vistas à conservação, uma vez que se trata de uma medida fundamental da comunidade e da diversidade regional, e serve de base para muitos modelos ecológicos e estratégias de conservação (GOTELLI & COLWELL, 2001). Ainda, as características do PARNA da Chapada das Mesas o coloca sob uma visão mais cuidadosa e complexa no sentido de entender a influência do componente vegetal sobre as comunidades desses dípteros.

Assim, sendo o PARNA da Chapada das Mesas uma Unidade de Conservação, saber a riqueza e diversidade da fauna existente nas áreas que o compõem, bem com sua flora, é a base para o desenvolvimento de planos de manejo e elaboração de estratégias que visem a preservação dos recursos naturais. Possuir esse conjunto de informações é de suma importância em um cenário onde deve-se escolher áreas prioritárias para preservação, aquelas com maior qualidade de recursos naturais, maior diversidade biológica e perturbação antrópica praticamente nula, aqui neste trabalho estas áreas foram representadas na maioria das vezes pela Floresta Estacional e Mata de Galeria, as quais apresentaram menor impacto antrópico, maior complexidade ambiental e registraram espécies características de áreas preservadas. Além disso, é necessário formular medidas de mitigação dos impactos ambientais causados pela ação humana, tanto dos que vivem no interior do parque como dos turistas que têm acesso a essas áreas.

Do ponto de vista prático, os resultados trazidos por este trabalho chamam a atenção para a necessidade do monitoramento do estado de preservação de muitas áreas que são teoricamente consideradas protegidas, pois as espécies dominantes no estudo foram aquelas consideradas sinantrópicas, como *C. albiceps* e *T. (S.) occidua*. A grande abundância destas espécies que apresentam maior tolerância a ambientes alterados pode ser resultado da pressão antrópica que ocorre dentro e no entorno do parque, presença humana, cultivo agrícola e criação de gado por exemplo, que ao longo do tempo podem modificar ainda mais a estrutura da fauna, não só de dípteros necrófagos, resultando em perda de diversidade e homogeneidade das comunidades biológicas.

## **5 Considerações finais**

A importância de se estudar a estrutura de comunidades de organismos é notada quando observamos a dinâmica da ocorrência de espécies que é influenciada pelo ambiente a qual está inserida. Aqui, a diferença nas fitofisionomias do Parque nacional da Chapada das Mesas foi responsável pela mudança da estrutura das comunidades de califorídeos, mesembrinelídeos e sarcófagídeos, destacando os diferentes comportamentos e preferência de habitat de cada família.

O grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae apresentou maior diferenciação da sua comunidade entre as cinco fitofisionomias do parque, apontando a existência de espécies mais

fiéis às características dos habitats, por exemplo *Ch. idioidea* que teve maior abundância nas áreas de floresta e *M. bicolor* que foi registrada exclusivamente nessas áreas.

As fitofisionomias, tanto abertas como as florestais, apresentaram riqueza de espécies similares, porém estrutura de comunidade diferente, principalmente Calliphoridae + Mesembrinellidae. Além disso, as duas espécies mais abundantes neste trabalho foram espécies altamente sinantrópica, *C. albiceps* (Calliphoridae) e *T. (S.) occidua* (Sarcophagidae), o que serve de alerta para a elaboração de melhores medidas para a conservação do parque como um todo.

### Referências

- ALMEIDA, S. S. P. & LOUZADA, J. N. C. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. *Neotropical Entomology*, v. 38, p. 32–43, 2009.
- ANDERSON, M. **PERMANOVA**: A Fortran computer Program for Permutational Multivariate Analysis of Variance. Auckland: University of Auckland, 2005.
- BARBOSA, L. S.; CUNHA, A. M.; COURI, M. S. & MAIA, V. C. Muscidae, Sarcophagidae, Calliphoridae e Mesembrinellidae (Diptera) da Estação Biológica de Santa Lúcia (Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 33, p. 131 – 140, 2014.
- BARBOSA, T. M.; MELLO-PATIU, C. A. & VASCONCELOS, S. D. Flesh fly (Diptera: Sarcophagidae) survey on coastal environments in northeastern Brazil: new records and notes on the expanded geographical distribution. **Entomotropica**, v. 30, n. 12, p. 112-117, 2015.
- BUENAVENTURA, E. & PAPE, T. Revision of the New World genus *Peckia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Sarcophagidae). **Zootaxa**, v. 3622, p. 1-87, 2013.
- CABRINI, I.; GRELA, M. D.; ANDRADE, C. F. & THYSSEN, J. Richness and composition of Calliphoridae in an Atlantic Forest fragment: implication for the use of dipteran species as bioindicators. **Biodiversity and Conservation**. v. 22, p. 2635–2643, 2013.
- CARVALHO, J. C. & CARDOSO, P. Drivers of beta diversity in Macaronesian spiders in relation to dispersal ability. **Journal of Biogeography**, v. 41, p. 1859 –1870, 2014.
- CASTELLI, L. E.; GLEISER, R. M. & BATTÁN-HORENSTEIN, M. Role of saprophagous fly biodiversity in ecological processes and urban ecosystem services. **Ecological Entomology**, 2020.
- CINTRA, R. & CANCELLI, J. Effects of forest heterogeneity on occurrence and abundance of the scale-black antbird *Hylophylax peocilinotus* (Aves: Thamnophilidae), in Amazon forest. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 4, p. 630-639, 2008.

- COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J.A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 345, p. 101-118, 1994.
- COLWELL, R. K.; MAO, C. X. & CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, v. 85, p. 2717-2727, 2004.
- COLWELL, R. K. **Estimates**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.0. University of Connecticut: USA, 2013. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>.
- CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science**, v. 199, p. 1302–1310, 1978.
- DUFEK, M. I.; OSCHEROV, E. B.; DAMBORSKY, M. P. & MULIERI, P. R. Calliphoridae (Diptera) in Human-Transformed and Wild Habitats: Diversity and Seasonal Fluctuations in the Humid Chaco Ecoregion of South America. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-12, 2019.
- DUFEK, M. I.; LARREA, D. D.; DAMBORSKY, M. P. & MULIERI, P. R. The Effect of Anthropization on Sarcophagidae (Diptera: Calyptratae) Community Structure: An Assessment on Different Types of Habitats in the Humid Chaco Ecoregion of Argentina. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-12, 2020.
- DURÃES, R.; MARTINS, W. P.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forestcerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 721-731, 2005.
- ESPOSITO, M. C.; SOUSA, J. R. P. & CARVALHO-FILHO, F. S. Diversidade de Calliphoridae (Insecta: Diptera) na Base de Extração Petrolífera da Bacia do Rio Urucu, na Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 3, p. 579 - 584, 2010.
- FERRAZ, A. C. P.; GADELHA, B. Q. & COELHO, V. M. A. Influência Climática e Antrópica na Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Diptera) em Fragmento Florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 476-485, 2010.
- FERREIRA, M. J. M. Sinantropia de dípteros muscóides de Curitiba, Paraná. I. Calliphoridae. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 38, p. 445–454, 1978.
- FIGUEIREDO, A. L.; CARVALHO, R. P.; AZEVEDO, W. T.; TEIXEIRA, M. L. F.; REBELLO, M. T.; RAMOS, A. C. C.; LESSA, C. S. S. & AGUIAR, V. M. Faunistic Analysis of the Families Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera) at Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-9, 2018.
- FRANKLIN, E.; MAGNUSSON, W. E. & LUIZÃO, F. J. Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition. **Applied Soil Ecology**, v. 29, p. 259-273, 2005.

- GARCIA, P.O. & LOBO-FARIA, P.C. **Metodologias para Levantamentos da Biodiversidade Brasileira**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007, p. 14-18. Disponível em: <[http://www.ecologia.ufjf.br/admin/upload/File/Paulo\\_Garcia.pdf](http://www.ecologia.ufjf.br/admin/upload/File/Paulo_Garcia.pdf)>.
- GBIF – Global Biodiversity Information Facility. **Calliphoridae**. In: GBIF Backbone Taxonomy, 2019. Disponível em:< <https://www.gbif.org/pt/species/3335>>.
- GOMES, D. S.; ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B. & QUEIROZ, J. M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 103, n. 2, p. 104-109, 2013.
- GONÇALVES, L.; DIAS, A.; ESPINDOLA, C. B. & ALMEIDA, F. S. Inventário de Calliphoridae (Diptera) em manguezal e fragmento de Mata Atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista brasileira de Biociências**, v. 9, n. 1, p. 50-55, 2011.
- GOTELLI, N. J. & COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.
- GUIMARÃES, J. H.; PRADO, A. P. & LINHARES, A. X. Three newly introduced species of *Chrysomya* Robineau-Desvoid, in Brasil (Diptera, Calliphoridae). **Revista brasileira de entomologia**, v. 22, n. 1, p. 53-60, 1978.
- HUBER, F. & BARROS, L. A. Frequência de moscas (Diptera, Cyclorhapha) de importância médica veterinária no zoológico da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 5, p. 187-191, 2002.
- KOLLER, W. W.; BARROS, A. T. & CORRÊA, E. C. Abundance and seasonality of *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae) in Southern Pantanal, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria**, v. 20, p. 27–30, 2011.
- LEANDRO, M. J. & D'ALMEIDA, J. M. Levantamento de Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em um fragmento de mata na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 4, p. 377-381, 2005.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1998.
- LI, H. & REYNOLDS, J. F. On definition and quantification of heterogeneity. **Oikos**, v, 73, p. 280–284, 1995.
- LUZ, R. T.; AZEVEDO, W. T. A.; SILVA, A. S.; LESSA, C. S. S.; MAIA, V. C. & AGUIAR, V. M. Diversity of Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) in a Mangrove, Restinga, and Forest Landscapes From a Lagoon Complex on an Atlantic Forest Coastline (Rio de Janeiro, Brazil). **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 20, p. 1-10, 2020.
- MAESTRI, R.; LEITE, M. A. S.; SCHMITT, L. Z. & RESTELLO, R. M. Efeito de mata nativa e bosque de Eucalipto sobre a riqueza de artrópodos na serrapilheira. **Perspectiva**, v. 37, p. 31-40, 2013.

- MARINHO, M. A. T.; WOLFF, M.; RAMOS-PASTRANA, Y.; LIMA DE AZEREDO-ESPIN, A. M. & DE SOUZA AMORIM, D. The first phylogenetic study of Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea) based on molecular data: clades and congruence with morphological characters. **Cladistics**, 33(2), 134-152, 2017.
- MATA, R. A. & TIDON, R. The relative roles of habitat heterogeneity and disturbance in drosophilid assemblages (Diptera, Drosophilidae) in the Cerrado. **Insect Conservation Diversity**, v. 6, p. 663–670, 2013.
- MCARTHUR, R. H. & MACARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology**, v. 42, p. 594-598, 1961.
- MELLO-PATIU, C. A.; MARILUIS, J. C.; SILVA, K. P.; PATITUCCI, L. D. & MULIERI, P. R. Sarcophagidae. In: ROIG-JUÑENT, S.; CLAPS, L. E. & MORRONE, J. J. (eds.), **Biodiversidad de Artrópodos Argentinos**, v. 4, Editorial INSUE - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, pp. 475-490, 2014.
- MELLO, R. P.; D'ALMEIDA, J. M.; OLIVEIRA, S. M. P. Relações Tróficas entre Dípteros Caliptrados (Calliphoridae, Fannidae, Muscidae e Sarcophagidae) Criados em Diferentes Substratos, no Rio de Janeiro, Brasil. **Entomologia y Vectores**, v. 4, n. 4, p. 111-121, 1997.
- MENDES, J. & LINHARES, A. X. Cattle Dung Breeding Diptera in Pastures in Southeastern Brazil: Diversity, Abundance and Seasonality. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 1, p. 37–41, 2002.
- MILHOMEM, M. S.; VAZ DE MELLO, F. Z. & DINIZ, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 11, p. 1249 – 1256, 2003.
- MONTEIRO, T. T.; SILVA, E. N. & BRAVO, F. R. Levantamento Taxonômico e Sazonalidade de Calliphoridae, Muscidae e Fanniidae (Insecta: Diptera) em Feira de Santana, Bahia, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 7, n. 3, p. 171-177, 2014.
- MORAES, R. C. & LIMA, L. P. Utilização de SIG como ferramenta na gestão do Parque Nacional Chapada das Mesas (Carolina/MA). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...Florianópolis: INPE**, 2007, p. 4057-4064.
- MOREIRA, E. F.; SANTOS, R. L. S.; SILVEIRA, M. S.; BOSCOLO, D.; NEVES, E. L. & VIANA, B. F. Influence of landscape structure on Euglossini composition in open vegetation environments. **Biota Neotropica**, v. 17, n. 1, 2017.
- MORENO, C.; MAGALHÃES, F. C.; REZENDE, L. H. G.; NEVES, K. & FERRO, V. G. Riqueza e composição de Arctiinae (Lepidoptera, Erebididae) em cinco Unidades de Conservação do Cerrado. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 105, n. 3, p. 297-306, 2015.
- MULIERI, P. R.; SCHNACK, J. A.; MARILUIS, J. C. AND TORRETTA, J. P. Flesh flies species (Diptera: Sarcophagidae) from a grassland and a woodland in a Nature Reserve of Buenos Aires, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 56, p. 1287–1294, 2008.

MULIERI, P. R.; PATITUCCI, L. D.; SCHNACK, J. A. & MARILUIS, J. C. Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagid Diptera in a gradient of urbanization. **Journal of Insect Science**, v. 11, p. 1-15, 2011.

PAGLIA, A. P.; JÚNIOR, P. M.; COSTA, F. M.; PEREIRA, R. F. & LESSA, G. Heterogeneidade estrutural e diversidade de pequenos mamíferos em um fragmento de mata secundária de Minas Gerais, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 67-79, 1995.

PAPE, T.; BLAGODEROV, V. & MOSTOVSKI, M. B. Order Diptera Linnaeus, 1758, pp. 222–229. In Zhang, Z.Q. (ed.). *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. **Zootaxa**, v. 3148, p. 1-237, 2011.

PARALUPPI, N. D. Calliphoridae (Diptera) in the Alto Urucu river basin, Central Amazonian, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 13, n. 3, p. 553-559, 1996.

PIANKA, E. R. Evolution of body size: varanid lizards as a model system. **The American Naturalist**, v. 146, p. 398–414, 1995.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2018.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. & SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado - caracterização e recuperação de matas de galeria**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2001.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. & Sousa-Silva, J. C. (eds.). In: **Cerrado – caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2001.

ROSA, T. A.; BABATA, M. L. Y.; SOUZA, C. M.; SOUSA, D.; MELLO-PATIU, C. A. & MENDES, J. Dípteros de Interesse Forense em Dois Perfis de Vegetação de Cerrado em Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 6, p. 859-866, 2009.

ROXBURGH, S. H.; SHEA, K. & WILSON, J. B. The intermediate disturbance hypothesis: patch dynamics and mechanisms of species coexistence. **Ecology**, v. 5, p. 359–371, 2004.

SILVA, A. B.; GADELHA, B. Q.; RIBEIRO, A. C.; FERRAZ, A. C. P. & AGUIAR, V. M. Entomofauna capturada em armadilha para dípteros na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Bioikos**, v. 28, p. 11–23, 2014.

SILVA, R. J.; DINIZ, S. & VAZ-DE-MELO, F. Z. Heterogeneidade do Habitat, Riqueza e Estrutura da Assembléia de Besouros Rola-Bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em Áreas de Cerrado na Chapada dos Parecis, MT. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 934-940, 2010.

SCHMIDT, I. B.; SAMPAIO, M. B.; FIGUEIREDO, I. B. & TICKTIN, T. Fogo e artesanato de capim-dourado no jalapão – usos tradicionais e consequências ecológicas. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 67-85, 2011.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composição, Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Díptera) das Matas e Clareiras com Diferentes Coberturas

Vegetais Da Base de Extração Petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 270-276, 2010.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composition, abundance and richness of Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in forests and forest gaps with different vegetation cover. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 20–27, 2011.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S. & ESPOSITO, M. C. Distribution and Abundance of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhão, Northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2015.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. & ESPOSITO, M. C. Evaluating the Effects of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for Conservation. **Plos one**, v. 11, n. 10, p. 1-23, 2016.

SOUZA, A. D.; HERNÁNDEZ, M. I. M. & MARTINS, C. F. Riqueza, abundância e diversidade de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em três áreas da Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 320–325, 2005.

TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**. ed. 2. São Paulo: Cengage Learning, 761p, 2015.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, M. C.; SCHWAGER, M. & JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 79–92, 2004.

VALVERDE-CASTRO, C.; BUENAVENTURA, L.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J. D. & WOLFF, M. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophaginae) from the Colombian Guajira biogeographic province, an approach to their ecology and distribution. **Zoologia**, v. 34, p. 1-11, 2017.

VIANNA, E. E. S. COSTA, P. R. P.; FERNANDES, A. N. & RIBEIRO P, B. Abundância e flutuação populacional das espécies de *Chrysomya* (Diptera, Calliphoridae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, p. 231-234, 2004.

WHITWORTH, T. L. & YUSSEFF-VANEGAS, S. A revision of the genera and species of the Neotropical family Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea). **Zootaxa**, v. 4659, n. 1, p. 001–146, 2019.

WILLMER, P. G. & UNWIN, D. M. Field analyses of insect heat budgets: reflectance, size and heating rates. **Oecologia**. v. 50, p. 250–255, 1981.

YEPES-GAURISAS, D.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J. D.; MELLO-PATIU, C. A. & ECHEVERRI, M. W. Synanthropy of Sarcophagidae (Diptera) in La Pintada, Antioquia-Colombia. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, n. 3, p. 1275-1287, 2013.

ZANOLI, P. R. & MORATO, E. F. Influência da Estrutura da Vegetação sobre a Abundância, Riqueza e Composição de Aranhas em uma Floresta Ombrófila Aberta com Bambu (*Guadua*

weberbaueri) no Leste do Acre, Brasil. **UNOPAR Científica. Ciências biológicas e da saúde**, v. 17, n. 2, p. 125-38, 2015.

ZORZAL-ALMEIDA, S.; BINI, L. M. & BICUDO, D. C. Beta diversity of diatoms is driven by environmental heterogeneity, spatial extent and productivity. **Hydrobiologia**, v. 800, p. 7-16, 2017.

## CAPÍTULO 2

### Associação de Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae às diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA

#### Resumo

As características dos ambientes são fatores determinantes para a ocorrência ou não de certas espécies dentro de um limite de variação, onde os organismos podem se desenvolver. Devido a associação de algumas espécies com as características do ambiente, além da grande representatividade numérica, variedades de nichos e níveis tróficos ocupados, as moscas podem fornecer informações importantes para avaliação de impacto e monitoramento ambiental. Este estudo teve por objetivo avaliar o grau de associação de algumas espécies do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e de Sarcophagidae, com as diferentes fitofisionomias existentes no Parque Nacional da Chapada das Mesas a fim de distinguir áreas prioritárias para a conservação. Para isso, testou-se a seguinte hipótese: Existem espécies do grupo califorídeos + mesembrinelídeos e de sarcofagídeos mais associadas às diferentes fitofisionomias que compõem a estrutura vegetal do parque. Para as análises foi utilizado o Índice de espécies indicadoras (IndVal) e uma ordenação direta. Foram realizadas sete coletas entre outubro de 2015 e julho de 2019 em 35 áreas, divididas em cinco tipos de formações fitofisionômicas: Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque, Floresta Estacional e Mata de Galeria. Do grupo Calliphoridae e Mesembrinellidae, *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805) teve associação com a fitofisionomia de floresta, e da família Sarcophagidae a espécie *Oxysarcodexia aura* (Hall, 1937) foi associada com Savana Parque, *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) com os ambiente florestais e *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) com os ambientes savânicos. Este estudo reforça a importância de espécies como *M. bicolor* com grande afinidade e associação às áreas de floresta preservadas (Floresta Estacional e Mata de Galeria), sendo que a sua detecção em levantamentos em determinadas áreas, reforçam a necessidade de adoção de medidas de proteção ambiental.

**Palavras-chave:** dípteros, associação, fitofisionomia, conservação, Savana.

#### 1 Introdução

As características dos ambientes são fatores determinantes para a ocorrência ou não de certas espécies dentro de um limite de variação, onde os organismos podem se desenvolver. Este fenômeno pode ser explicado pela lei da tolerância ecológica de Shelford, que estabelece para cada espécie a existência de amplitudes de tolerância aos fatores ecológicos, dentro das quais sua existência é possível (ODUM & BARRET, 2007). Desta forma, as diferenças entre as fitofisionomias de uma área podem apresentar um gradiente de características ambientais com a capacidade de abrigar espécies mais associadas com cada fitofisionomia. O tipo de vegetação encontrada em uma área desempenha um papel fundamental na estrutura do habitat,

devido a variação na altura, densidade e distribuição das árvores no ambiente criarem novas condições ambientais e habitats mais heterogêneos (DURÃES et al., 2005; MATA & TIDON, 2013).

Devido a associação de algumas espécies com as características do ambiente, as moscas podem ser apontadas como indicadoras em potencial para avaliação de impacto e monitoramento ambiental, devido a grande representatividade numérica, variedades de nichos e níveis tróficos ocupados (MAJER 1987). Podendo ser encontradas em uma ampla variedade de habitats, tanto em ambientes silvestres como antropogênicos em contextos rurais ou urbanos (PARALUPPI & CASTELLON, 1994; SOUSA et al., 2014). Assim estudos envolvendo a fauna e análise dos padrões de distribuição desses organismos podem fornecer informações a respeito das mudanças ocorridas no ambiente, e nortear as tomadas de decisões no que diz respeito à escolha das áreas e fitofisionomias mais vulneráveis e prioritárias para a conservação, devido a ocorrência de espécies restritas e características de um dado ambiente.

Muitas espécies do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae tem alta especificidade e podem ser encontradas apenas em ambientes naturais preservados, e são muito sensíveis a qualquer alteração ou impacto ambiental. Conforme Sousa et al. (2010) algumas espécies a exemplo de *Mesembrinella randa* (Walker, 1849) e *Hemilucilia semidiaphana* (Rondani, 1850) são mais abundantes em habitats florestais bem preservados, sendo de grande utilidade para detecção de impactos antropogênicos. A espécie *Mesembrinella bellardiana* (Aldrich, 1922) em muitos estudos aparenta evitar lugares habitados por pessoas (D'ALMEIDA & LOPES, 1983), além de não serem adaptadas a ambientes impactados (GADELHA et al., 2009; WHITWORTH & YUSSEFF-VANEGAS, 2019).

Em relação à Sarcophagidae o cenário é diferente, uma vez que apresentam maior tolerância a ambientes alterados pelo homem e algumas espécies são melhor adaptadas a esses locais, além de possuírem também maior tolerância a incidência de luz solar devido à coloração da sua cutícula abdominal a qual tem uma alta capacidade de refletância térmica (WILLMER, 1982). Estudos envolvendo a comunidade de sarcófagídeos mostraram que muitas espécies são bem adaptadas a impactos antropogênicos e que o habitats perturbados têm ainda um aumento tanto na abundância como na riqueza desses organismos (SOUSA et al. 2011). Um trabalho realizado por Valverde-Castro et al. (2017) em uma região pré-caribenha na Colômbia, por exemplo, teve a espécie *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) relacionada a ambientes florestais, e *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794) associada com habitats rurais.

Através dos padrões observados por algumas espécies desses dípteros, levanta-se a hipótese de que espécies das famílias Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae, de forma individual, podem ter associação com determinadas fitofisionomias, pela intensidade da relação da espécie com o ambiente. Espera-se, por exemplo, neste estudo, que espécies de Mesembrinellidae por sua característica assinantrópica e exclusiva de ambientes florestais, seja encontrada em áreas de áreas das fitofisionomias Floresta Estacional e Matada de Galeria (SOUSA et al., 2015; GADELHA et al., 2015). e que espécies de Sarcophagidae, pelo seu hábito mais heliófilo (MULIERI et al., 2011; SOUSA et al., 2016) sejam mais associadas à fitofisionomias mais abertas, como por exemplo as savanas.

Devido ao comportamento apresentando por espécies das três famílias, este trabalho teve a finalidade de avaliar o grau de associação de algumas espécies com as diferentes fitofisionomias existentes no Parque Nacional da Chapada das Mesas, a fim de distinguir áreas prioritárias para a conservação. Para isso, testou-se a seguinte hipótese: Existem espécies de califorídeos, mesembrinelídeos e sarcófagídeos mais associadas às diferentes fitofisionomias que compõem a estrutura vegetal do parque. Espera-se que algumas espécies do Grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae ocorram em fitofisionomias florestais por exemplo, e que Sarcophagidae, de modo geral, esteja mais associados à ambientes abertos, com pouca vegetação (fitofisionomias savânicas).

## **2 Material e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

Descrição do item na página 12.

### **2.2 Amostragem**

Descrição do item na página 13.

### **2.3 Análise de dados**

Para verificar a existência de espécies associadas às diferentes fitofisionomias, foi utilizado o índice de espécies indicadoras IndVal (Indicator Value) proposto por Dufrêne & Legendre (1997). Este índice calcula o valor da associação de uma espécie a determinado ambiente e sua especificidade com o mesmo, variando o valor de 0 a 1 (quanto maior o valor mais consistente é o potencial de indicação da espécie). Conforme Cáceres et al. (2010) uma espécie perfeita com indicador estará presente em todas as áreas (fidelidade perfeita) coletadas

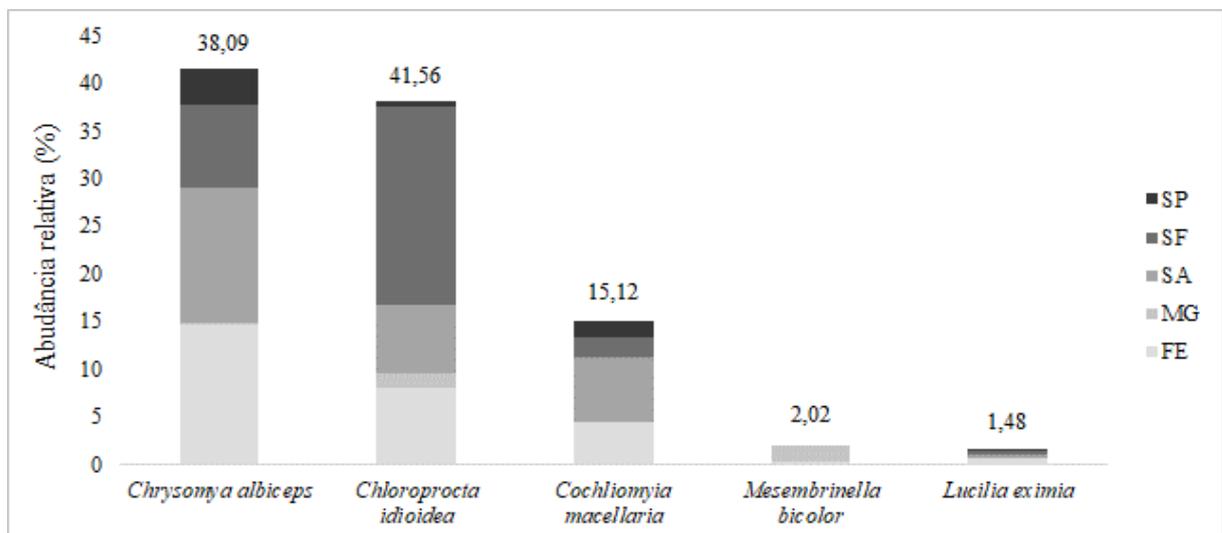
em uma determinada categoria de habitat e ausentes em todas as outras categorias de habitat (perfeita especificidade).

O método IndVal permite a combinação de grupos de locais e identifica espécies que se associam a um único grupo ou uma combinação de vários grupos. Essa função considera todas as combinações possíveis de grupos de locais e seleciona a combinação para a qual as espécies estão melhor associadas (DE CÁCERES et al., 2010). No caso deste trabalho cada grupo de locais foi considerado como as áreas de cada fitofisionomia. Esta análise foi calculada através do pacote Indicspecies do Software R (R Core Team, 2018) e a significância obtida pelo teste de Monte Carlo com 1000 aleatorizações. Ainda, foi realizada uma ordenação direta com base na abundância das espécies do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e família Sarcophagidae em função da quantidade de cobertura vegetal, dada pelo valor do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), a fim de corroborar os resultados do IndVal.

### 3 Resultados

#### 3.1 Associação das espécies do grupo formado pelas famílias Calliphoridae + Mesembrinellidae com as diferentes fitofisionomias

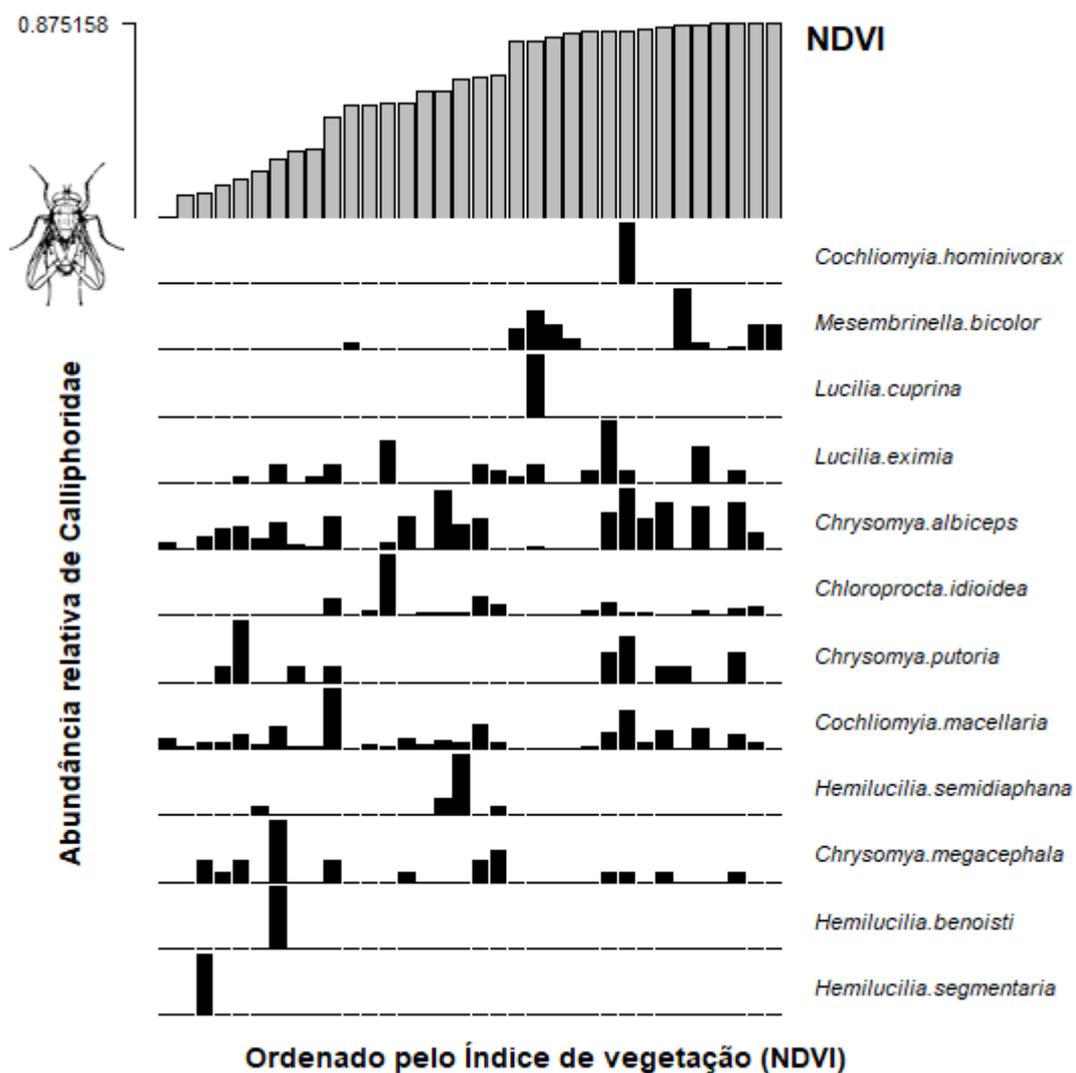
Foram coletados 3.053 exemplares da família Calliphoridae representados por 11 espécies e 63 indivíduos de apenas uma espécie de Mesembrinellidae. As cinco mais abundantes foram *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Chloroprocta idioides* (Robineau-Desvoidy, 1830), *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775), *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) e *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1805) (Figura 1).



**Figura 1.** Abundância relativa das espécies do grupo formado por califorídeos e mesembrinelídeos que mais ocorreram no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

Avaliando a composição de espécies, existe uma separação ao mínimo de dois grupos distintos ao longo do gradiente de vegetação, evidenciando que a cobertura vegetal, dada pelos valores de NDVI, influencia a ocorrência de algumas espécies (Figura 2). Além disso nota-se a maior abundância de algumas espécies em áreas com alto valor de NDVI, ou seja, áreas com maior cobertura vegetal. Porém, das 12 espécies analisadas pelo IndVal apenas três apresentaram as melhores associações com as cinco categorias de fitofisionomias. A espécie *M. bicolor* (Mesembrinellidae) teve forte associação com Floresta Estacional e Mata de Galeria (FE + MG), sendo estes os ambientes com maior volume de cobertura vegetal. As espécies *Co. macellaria* e *C. albiceps* foram associadas a todas as fitofisionomias: Floresta Estacional, Savana Arborizada, Savana Florestada e Savana Parque (FE + SA + SF + SP), com exceção da Mata de Galeria (Tabela 1), não demonstrando boa afinidade, visto que foram associadas tanto à ambientes abertos como aqueles com maior vegetação.



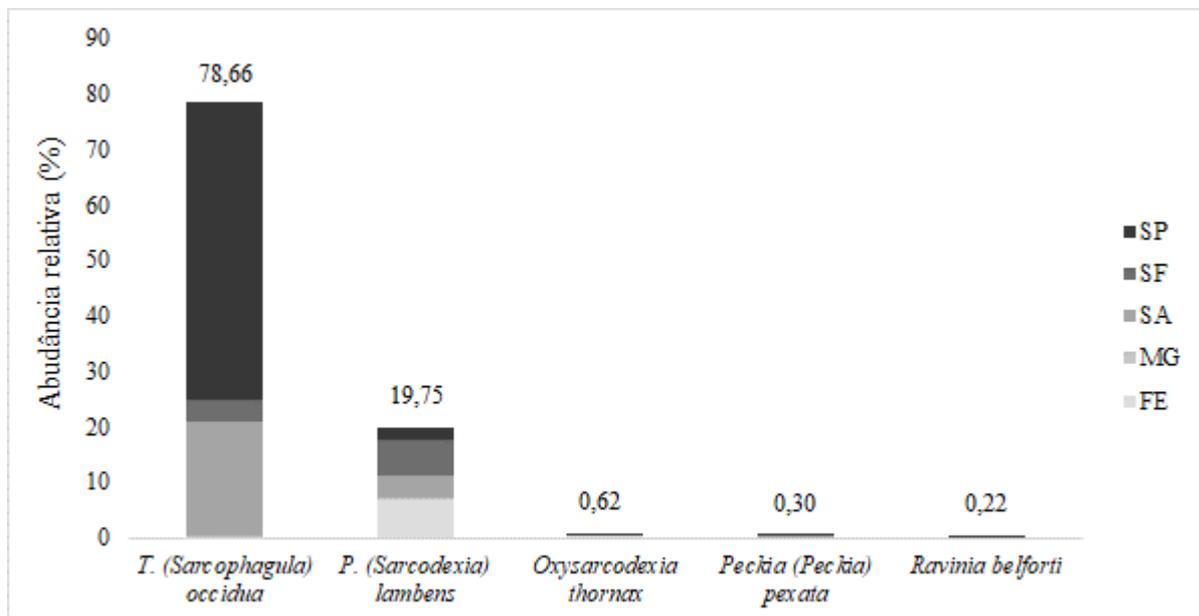
**Figura 2.** Abundância relativa do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae classificadas pelo valor de cobertura vegetal (NDVI) nas áreas de coleta no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

**Tabela 1.** Associação das espécies do grupo formado por califorídeos e mesembrinelídeos com as diferentes categorias de fitofisionomia do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.  
 Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

Total de espécies analisadas: 12			
Número de espécies selecionadas: 3			
Espécies	IndVal	p-valor	Fitofisionomia
<i>Mesembrinella bicolor</i>	0.877	0.0009	FE + MG
<i>Cochliomyia macellaria</i>	0.999	0.0009	FE + SA + SF + SP
<i>Chrysomya albiceps</i>	0.998	0.0009	FE + SA + SF + SP

### 3.2 Associação das espécies de Sarcophagidae com as diferentes fitofisionomias

Foram coletados 15.187 sarcófagídeos, distribuídos em 22 espécies, sendo as cinco mais abundantes: *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794), *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann, 1830), *Oxysarcodexia thornax* (Walker, 1849), *Peckia (Peckia) pexata* (Wulp, 1895) e *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) (Figura 3).

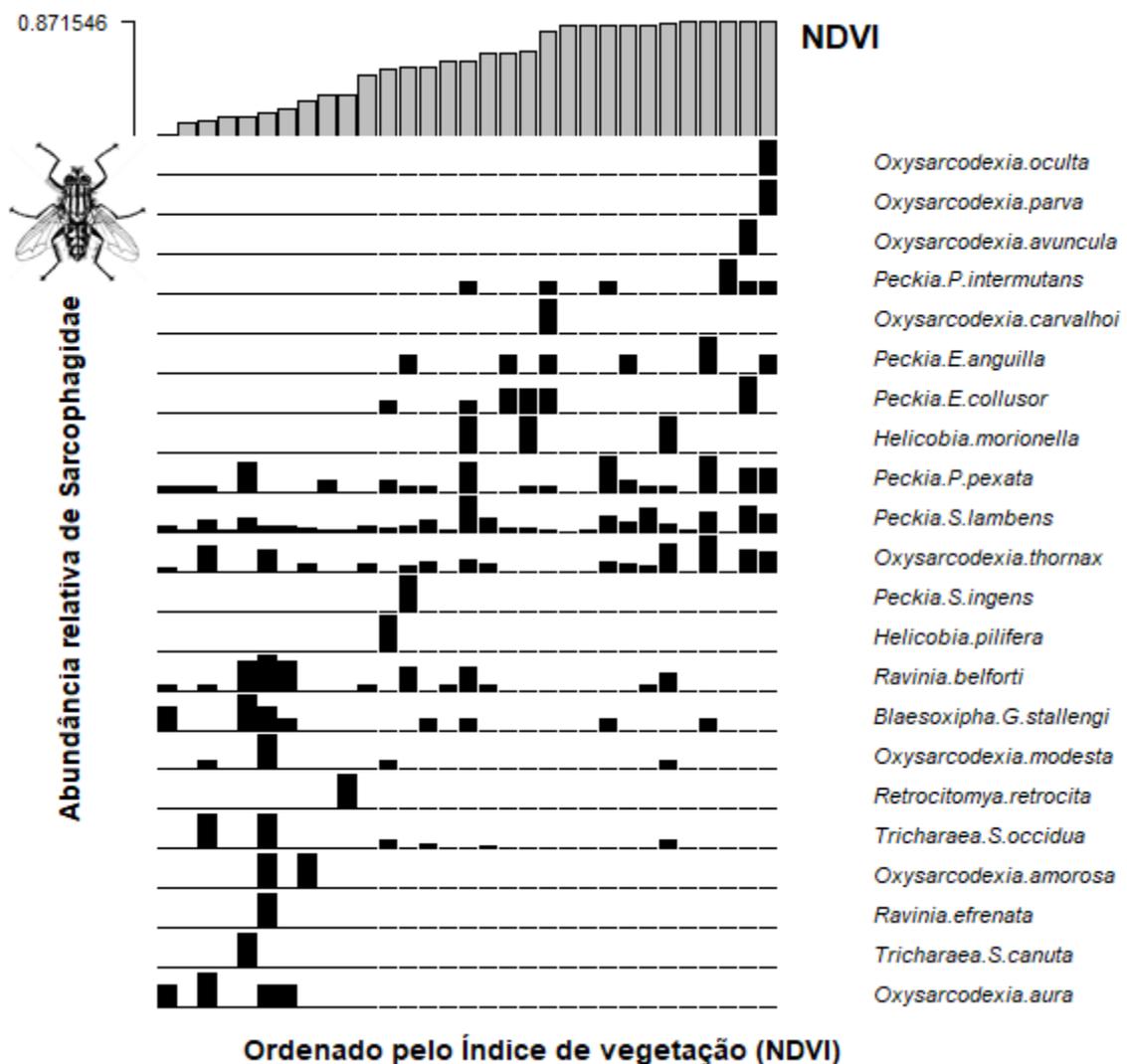


**Figura 3.** Abundância relativa das espécies de sarcófagídeos que mais ocorreram no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.  
 Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

Em relação à composição de espécies, há uma nítida modificação da comunidade de sarcófagídeos ao longo do gradiente de cobertura vegetal, mostrando que a cobertura vegetal, representada pelos valores do NDVI, afeta a composição de espécies (Figura 4). É possível

observar que algumas espécies ocorrem em maior abundância em áreas com menor cobertura vegetal e outras em áreas com maior cobertura vegetal.

O resultado do IndVal mostrou a existência de associação com as fitofisionomias estudadas de seis das 22 espécies coletadas, onde duas delas estavam relacionada a todas as fitofisionomias, salvo MG, são elas: *P. (S.) lambens* e *T. (S.) occidua* (FE + SA + SF + SP). A espécie *R. belforti* esteve mais associada com as fitofisionomias abertas, com pouca vegetação (SA + SF + SP), enquanto *Peckia (Pattonella) intermutans* (Walker, 1861) foi vinculadas às áreas com vegetação mais densa (FE + MG). Uma única espécie correlacionou-se com o ambiente mais aberto de savana (SP), a *Oxysarcodexia aura* (Hall, 1937) (Tabela 2), demonstrando fidelidade às áreas correspondente a essa fitofisionomia.



**Figura 4.** Abundância relativa de Sarcophagidae classificadas pelo valor de cobertura vegetal (NDVI) nas áreas de coleta no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

**Tabela 2.** Associação das espécies de sarcófagídeos com as diferentes categorias de fitofisionomia do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.  
 Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

Total de espécies analisadas: 22			
Número de espécies selecionadas: 5			
<b>Espécies</b>	<b>IndVal</b>	<b>p-valor</b>	<b>Fitofisionomia</b>
<i>Oxysarcodexia aura</i>	0.816	0.002	SP
<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	0.709	0.015	FE + MG
<i>Ravinia belfort</i>	0.739	0.046	SA + SF + SP
<i>Peckia (Sarcodexia) lambens</i>	0.992	0.005	FE + SA + SF + SP
<i>Tricharaea (Sarcophagula) occidua</i>	0.981	0.007	FE + SA + SF + SP

#### 4 Discussão

Os resultados observados sustentaram a hipótese testada, de que existem espécies nas três famílias estudadas que apresentam forte associação com as diferentes fitofisionomias existentes no PARNA da Chapada das Mesas, sendo o tipo de fitofisionomia um indicativo para a ocorrência de dada espécie. Tanto o grupo formado pelas famílias Calliphoridae e Mesembrinellidae, como a família Sarcophagidae apresentaram espécies com duas características distintas, a preferência por ambientes abertos com pouca cobertura vegetal e a ambientes mais fechados e vegetação densa. Contudo, sarcófagídeos de modo geral estiveram mais associados aos habitats formados por savanas, indicando que são menos sensíveis às alterações na estrutura da vegetação, chegando a se beneficiar com a abertura de áreas dentro de florestas conforme o estudo de Sousa et al. (2014) na Amazônia brasileira. Ao passo que muitas espécies de califorídeos são características de ambientes florestais mais restritos e sua ocorrência pode estar associada às fitofisionomia com maior densidade vegetal.

Das espécies mais abundantes apenas algumas foram associadas com as fitofisionomias estudadas pelo valor do IndVal. Em relação ao grupo formado por Calliphoridae + Mesembrinellidae, a espécie *M. bicolor* apresentou forte relação com áreas florestais, não ocorrendo em outros ambientes. Esta espécie também foi coletada no Amazonas em ambiente de floresta (ESPOSITO & CARVALHO-FILHO, 2006), e tem preferência por habitats florestais preservados (ESPOSITO et al., 2009). A espécie também foi registrada em um fragmento florestal de uma reserva biológica no estado do Rio de Janeiro (FERRAZ et al., 2010) e em zonas de floresta amazônica no estado do Maranhão (SOUSA et al., 2015). Espécies da família Mesembrinellidae são estritamente neotropicais, com ocorrência nas florestas tropicais Vargas & Wood (2009), sendo Brasil e Venezuela os lugares que mais oferecem diversidade de habitats

para a ocorrência desta família (WHITWORTH & YUSSEFF-VANEGAS, 2019). Apesar de *M. bicolor* ter sido a única representante de Mesembrinellidae neste estudo, é provável que a diversidade de espécies desse grupo aumente com o grau de preservação da floresta e que esse grupo pode estar bem relacionado aos habitats de floresta preservada no parque, como as fitofisionomias de floresta estacional e mata de galeria, além de fornecer informações sobre os impactos ecológicos na área de estudo (GADELHA et al., 2009; SOUSA et al., 2014), considerando esses resultados podemos inferir a importância da manutenção do equilíbrio nas fitofisionomias florestais.

As espécies *C. albiceps* e *Co. macellaria* não tiveram boa correlação com as diferentes fitofisionomias pelos resultados do IndVal, uma vez que ambas foram associadas a praticamente todos os ambientes, salvo a Mata de Galeria, sendo consideradas espécies de habitats generalistas pois estão presentes em grande quantidade nos vários tipos fitofisionômicos do parque. *C. albiceps* também é considerada uma espécie característica de ambientes artificiais, especialmente em centros urbanos (MENDES & LINHARES, 1993; SOUSA et al., 2014), sendo registrada em ambientes antropogênicos, urbanos, rurais e florestais (FURUSAWA & CASSINO, 2006; FERRAZ et al., 2010). O fato desta espécie ter ocorrido nas áreas de Floresta e também ser associada aos ambientes savânicos no presente estudo, contrasta com os resultados de Sousa et al. (2014) que verificou a correlação da mesma apenas com áreas de clareiras (áreas sem cobertura vegetal dentro de uma floresta), mostrando a capacidade que a espécie tem para acessar diferentes habitats.

Considerando a associação de *Co. macellaria* pelo resultado do IndVal, esta espécie teve comportamento semelhante a *C. albiceps*, sendo registrada em praticamente todas as fitofisionomias, porém com menor abundância, devido ao fato de sofrer pressão das espécies exóticas do gênero *Chrysomya* (Robineau-Desvoidy, 1830). A exemplo de outros trabalhos a espécie foi comum em ambientes naturais bem como em áreas antropogênicas, mostrando ser tolerante à variação dos impactos causados no ambiente e às diferenças na formação e cobertura vegetal das fitofisionomias estudadas (FERRAZ et al., 2010; SOUSA et al., 2010).

As espécies de Sarcophagidae que tiveram valores de IndVal significativo apresentaram associações mais diversificadas, variando desde a correlação com uma única fitofisionomia até espécies que demonstraram afinidade a praticamente todos os ambientes estudados. *O. aura* foi a única espécie associada apenas a uma fitofisionomia (SP), indicando sua preferência por este tipo de ambiente, pois apresentou fidelidade a essas áreas, embora não existam muitos trabalhos sobre o comportamento e a ecologia desta espécie. A sua ocorrência foi registrada em uma área rural no estado de Minas Gerais, durante a estação seca (PASETO et

al., 2019), reforçando nossos resultados de que a espécie tem mais afinidade com ambientes abertos e com pouca vegetação.

Apesar de ter sido pouco abundante *P. (P.) intermutans* teve forte associação com áreas de floresta, indicando ser a fitofisionomia de floresta estacional a mais favorável para a sua ocorrência neste trabalho. Contudo, é considerada um espécie hemissinantrópica (LEANDRO & D'ALMEIDA, 2005; MORETTI et al., 2008), ocorrendo tanto em fragmentos florestais como em ambientes urbanos, fato este que não sustenta nossos resultados. Em outro trabalho a mesma espécie esteve associada tanto a clareiras como a áreas florestais na Amazônia (SOUSA et al., 2014). Já *R. belforti* teve relação com as fitofisionomias de savana, que são áreas mais abertas e com pouca vegetação arbórea, e não ocorreu nas áreas de floresta, apontando que pode ser mais facilmente encontrada em ambientes naturais abertos. Por outro lado, esta espécie possui alto índice de sinantropia (LINHARES, 1981; DIAS et al., 1984), apresentando grande atração por fezes humanas e de animais, como bovinos, equinos e primatas os quais constituem os principais substratos para a deposição de suas larva (BARBOSA et al., 2009; CHERIX et al., 2012).

Duas das espécies mais abundantes desse estudo (*T. (S.) occidua* e *P. (S.) lambens*) foram associadas com todas as fitofisionomias, exceto Mata de Galeria, apresentando o padrão geral do grupo que é a grande capacidade de adaptação em diferentes ambientes e a preferência por habitats abertos com pouca vegetação. Essas duas espécies são capazes de se adaptar a uma diversidade de ambientes e foram registrados em ambos habitats abertos e florestais (MULIERI et al. 2008; SOUSA et al. 2011). Por tanto, têm hábitos mais generalistas e não estão associadas apenas a uma ou duas fitofisionomias, mas são registradas no ambiente como um todo. Porém, a maioria das espécies de Sarcophagidae podem ser encontradas em ambientes degradados (SOUSA et al., 2014).

A facilidade que as espécies de Sarcophagidae tem de frequentar ambientes abertos e com maior incidência de luz solar pode estar relacionado à coloração da sua cutícula abdominal a qual tem uma alta capacidade de refletância térmica (WILLMER, 1982), evitando assim o superaquecimento. Embora essas duas espécies não tenham apresentado relação específica com alguma fitofisionomia do parque, a associação de algumas espécies com ambientes impactados podem indicar com precisão a remoção da vegetação florestal original (SOUSA et al., 2014).

Neste estudo algumas espécies demonstraram mais fidelidade com as diferentes fitofisionomias, tais como *M. bicolor* da família Mesembrinellidae, *O. aura*, *P. (P.) intermutans* e *R. belforti* da família Sarcophagidae. Ressalta-se, porém, que as espécies que melhor se

ajustaram ao teste foram associadas aos ambientes florestais, como foi o caso de *M. bicolor* e *P. (P.) intermutans*. Deve ser ressaltado que determinar a ocorrência ou abundância de um pequeno conjunto de espécies pelo grau de associação com o ambiente, em vez de toda a comunidade, tem sido uma estratégia particularmente útil para o monitoramento ambiental de longo prazo em programas de conservação ou manejo ecológico (CÁCERES et al., 2010), o que pode ser um importante auxílio para a definição de quais fitofisionomias estão mais vulneráveis.

Quando se registra uma baixa ocorrência de espécies típicas de determinado ambiente, ou até mesmo uma extinção, são levantadas possíveis hipóteses dos motivos que levaram à ocorrência deste fenômeno, nesse sentido é importante entender o comportamento dos organismos estudados e as mudanças na estrutura dos seus habitats, seja pela antropização ou mudanças nas características da vegetação. Desta forma, o valor que muitas espécies apresentam fornecem informações importantes para a avaliação das características do ambiente bem como auxiliam na tomada de decisão para fins conservacionistas (MCGEOCH et al., 2002). Alguns trabalhos trazem espécies importantes com ocorrência em áreas preservadas, como *Laneela nigripes* (Guimarães, 1977) e *Mesembrinella bellardiana* (Aldrich, 1922) (D'ALMEIDA & LOPES, 1983), *Mesembrinella semihyalina* (Mello, 1967) (FERRAZ et al., 2010) e *M. bicolor* (SOUSA et al., 2014).

Em síntese, as espécies bem relacionadas com as fitofisionomias existentes podem fornecer informações a respeito do estado de conservação das áreas do PARNA da Chapada das Mesas, se estão mais preservadas ou com indícios de impactos antrópicos, pela associação da presença ou ausência de determinada espécie no ambiente estudado, neste caso, as diferentes fitofisionomias. E com base nesse dados, auxiliar na adoção de medidas que melhor se ajustam à proteção de áreas prioritária para a conservação (ambientes mais preservados) e estratégias de minimização das ações antrópicas naquelas áreas mais afetadas. Diante disso, este estudo reforça a importância de espécies como *M. bicolor* com grande afinidade e associação às áreas de floresta preservadas (Floresta Estacional e Mata de Galeria), sendo que a sua detecção em levantamentos em determinadas áreas, reforçam a necessidade de adoção de medidas de proteção ambiental. Por outro lado, observou-se a presença de espécies associadas aos ambientes antrópicos, *T. (S.) occidua*, o que serve de alerta para os gestores do parque no intuito de controlar e atenuar os impactos causados pelo homem no interior da Unidade de Conservação.

## 5 Considerações finais

Os resultados mostraram a existência de espécies fortemente associadas com algumas fitofisionomias do parque, a exemplo de *M. bicolor* (Mesembrinellidae) relacionada com Floresta Estacional e Mata de Galeria e *O. aura* (Sarcophagidae) ocorrendo exclusivamente na Savana Parque. Outras espécies que apresentaram valores de IndVal significativos foram associadas a três ou mais fitofisionomias, sendo consideradas generalistas.

O padrão observado pelas espécies do grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae analisadas pelo IndVal mostra a ocorrência das espécies em praticamente todas as fitofisionomias, enquanto as espécies de Sarcophagidae analisadas foram bem associadas aos ambientes abertos, devido o comportamento heliófilo da família.

A importância de se conservar as áreas do Parque Nacional da Chapada das Mesas é percebida pelo registro de espécies exclusivamente florestais, inserida no contexto do Cerrado, além de chamar a atenção para o aumento de espécies sinantrópicas como *C. albiceps* e *T. (S.) occidua* dentro da unidade de conservação.

## Referências

- BARBOSA, R. R.; MELLO-PATIU, C. A.; MELLO, R. P. & QUEIROZ, M. M. C. New records of calyptrate dipterans (Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae) associated with the decomposition of domestic pigs in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 104, p. 923– 926, 2009.
- CHERIX, D.; WYSS, C. & PAPE, T. Occurrences of flesh flies (Diptera Sarcophagidae) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators. **Forensic Science International**, v. 220, p. 158-163, 2012.
- D'ALMEIDA, J. M. & LOPES, H. S. Sinantropia de dipteros caliptratos (Calliphoridae) no estado do Rio de Janeiro. **Arquivo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, v. 6, p. 39–48, 1983.
- DE CÁCERES, M.; LEGENDRE, P. & MORETTI, M. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. **Oikos**, v. 119, p. 1674–1684, 2010.
- DIAS, E. S.; NEVES, D. P.; LOPES, H. S. Estudos sobre a fauna de Sarcophagidae (Diptera) de Belo Horizonte – MG. I- Levantamento Taxônomica e sinantropia. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro**, v. 79, n.1, p. 83-91, 1984.
- DUFRÊNE, M. & LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 65, p. 345-366, 1997.

DURÃES, R.; MARTINS, W. P.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forest-cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 721-731, 2005.

ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composição e abundância de califorídeos e mesembrinelídeos (Insecta, Diptera) nas clareiras e matas da base de extração petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Resumo Anais do II Workshop de Avaliação Técnica e Científica**. Manaus: INPA, 2006.

ESPOSITO, M. C.; SOUSA, J. R. P. & CARVALHO-FILHO, F. S. **Diversidade de Calliphoridae (Insecta: Diptera) em ambientes de matas e próximos de habitações da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), Melgaço/PA, e da cidade de Portel/PA**. In: P. L. B. Lisboa (ed.), Caxiuanã: desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Brasil, p. 461–469, 2009.

FERRAZ, A. C. P.; GADELHA, B. Q. & COELHO, V. M. A. Influência Climática e Antrópica na Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Diptera) em Fragmento Florestal da Reserva Biológica do Tinguá, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 476-485, 2010.

GADELHA, B. Q.; FERRAZ, A. C. P. & AGUIAR-COELHO, V. M. A importância dos Mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. **Oecologia Brasiliensis**. v. 13, p. 661–665, 2009.

FURUSAWA, G. P. & CASSINO, P. C. R. Ocorrência e distribuição de Calliphoridae (Diptera, Oestroidea) em um fragmento de Mata Atlântica Secundária no Município de Engenheiro Paulo de Frontin, Médio Paraíba, RJ. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 152-164, 2006.

GADELHA, B. Q.; RIBEIRO, A. C.; AGUIAR, V. M. & MELLO-PATIU, C. A. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 999–1007, 2015.

LEANDRO, M. J. & D'ALMEIDA, J. M. Levantamento de Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em um fragmento de mata na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 95, n. 4, p. 377-381, 2005.

LINHARES, A. X. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 25, n. 3, p. 189-215, 1981.

MAJER, L. D. Invertebrates as indicators for management. **Nature Conservation of Role Remnants of Native Vegetation**, v. 4, p. 353-354, 1987.

MATA, R. A. & TIDON, R. The relative roles of habitat heterogeneity and disturbance in drosophilid assemblages (Diptera, Drosophilidae) in the Cerrado. **Insect Conservation Diversity**, v. 6, p. 663–670, 2013.

MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J. & BOTES, A. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. **Journal of Applied Ecology**, v. 39, p. 661–672, 2002.

- MENDES, J. & A. X. LINHARES. Atratividade por iscas e estágios de desenvolvimento ovariano em várias espécies sinantrópicas de Calliphoridae (Díptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 37, p. 157–166, 1993.
- MORETTI, T. C.; RIBEIRO, O. B.; THYSSEN, P. J. & SOLIS, D. R. Insects on decomposing carcasses of small rodents in a secondary forest in Southeastern Brazil. **European Journal of Entomology**, v. 105, p. 691-696, 2008.
- MULIERI, P. R.; SCHNACK, J. A.; MARILUIS, J. C. & TORRETTA, J. P. Flesh flies species (Diptera: Sarcophagidae) from a grassland and a woodland in a Nature Reserve of Buenos Aires, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 56, p. 1287–1294, 2008.
- MULIERI, P.R.; PATITUCCI, L. D.; SCHNACK, J. A. & MARILUIS, J. C. Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagid Diptera in a gradient of urbanization. **Journal of Insect Science**, v. 11, p. 1-15, 2011.
- ODUM, E. P. & BARRET, G. W. **Fundamentos da Ecologia**. Thomson Learning: São Paulo, 612p. 2007.
- PARALUPPI, N. D. & CASTELLON, E. G. Calliphoridae (Diptera) em Manaus. I. Levantamento taxonômico e sazonalidade. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 38, p. 661–668, 1994.
- PASETO, M. L.; FARIA, L. S.; MENDES, J. & LINHARES, A. X. Diversity of Sarcophagidae (Insecta, Diptera) associated with decomposing carcasses in a rural area of the State of Minas Gerais, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 12, n. 3, p. 118-125, 2019.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2018.
- SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composição, Abundância e Riqueza de Calliphoridae (Díptera) das Matas e Clareiras com Diferentes Coberturas Vegetais Da Base de Extração Petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 270-276, 2010.
- SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composition, abundance and richness of Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in forests and forest gaps with different vegetation cover. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 20–27, 2011.
- SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S. & JUEN, L. The potencial uses of fleshflies and blowflies to evaluate the regeneration of clearings and forest conservation: A case study in the Amazon Forest. **Journal of Insect Science**. v. 14, n. 215, 2014.
- SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S. & ESPOSITO, M. C. Distribution and Abundance of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhão, Northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2015.
- SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. & ESPOSITO, M. C. Evaluating the

Effects of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for Conservation. **Plos one**, v. 11, n. 10, p. 1-23, 2016.

VALVERDE-CASTRO, C.; BUENAVENTURA, L.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J. D. & WOLLF, M. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophaginae) from the Colombian Guajira biogeographic province, an approach to their ecology and distribution. **Zoologia**, v. 34, p. 1-11, 2017.

VARGAS, J. & WOOD, D. M. Calliphoridae (blow flies). In: BROWN, B. V.; BORKENT, A.; CUMMING, J. M.; WOOD, D. M.; WOODLEY, N. E. & ZUMBADO, M. A. (Eds.), **Manual of Central American Diptera**. Vol. 2. NRC Research Press, Ottawa, p. 1297– 1304, 2009.

WHITWORTH, T. L. & YUSSEFF-VANEGAS, S. A revision of the genera and species of the Neotropical family Mesembrinellidae (Diptera: Oestroidea). **Zootaxa**, v. 4659, n. 1, p. 001–146, 2019.

WILLMER, P. G. Thermoregulatory mechanisms in Sarcophaga. **Oecologia**, v. 53, p. 382–385, 1982.

## CAPÍTULO 3

### **Efeitos da cobertura vegetal, pastagem e queimadas sobre a fauna de dípteros necrófagos (Calliphoridae, Mesembrinellidae e Sarcophagidae) do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA**

#### **Resumo**

As modificações nos ambientes naturais causadas principalmente pelo desmatamento, implantação de pastagens e queimadas trazem impactos direto sobre o clima local, bem como na sua estrutura biológica. Para compreender como esses distúrbios interferem nas comunidades de dípteros necrófagos, foi realizado este estudo, com o objetivo de verificar os efeitos das variáveis ambientais, tais como o tipo e estrutura da cobertura vegetal, presença de pastagens, e ocorrência de fogo nas áreas do Parque Nacional da Chapada das Mesas, sobre a composição, riqueza e abundância das comunidades formadas pelo grupo Calliphoridae e Mesembrinellidae e da família Sarcophagidae. As coletas foram realizadas em 35 áreas localizadas em cinco fitofisionomias (Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque, Floresta Estacional e Mata de Galeria) do bioma Cerrado, utilizando 350 armadilhas específicas para coleta de dípteros necrófagos. Para interpretação dos dados foram realizadas as análises de regressão múltipla, Análise de Redundância (RDA) e Análise de Variância (ANOVA). Foram coletados 18.303 exemplares pertencentes a três famílias e 34 espécies. As espécies mais abundantes foram *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) e *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794). As riquezas foram semelhantes nas cinco fitofisionomias de cerrado avaliadas, embora Savana Parque (n = 8.743) tenha tido a maior abundância entre todas. O grupo formado pelas famílias Calliphoridae e Mesembrinellidae respondeu de forma diferente de Sarcophagidae em relação às alterações nas variáveis ambientais, enquanto as comunidades de Calliphoridae foram mais influenciadas pelas diferenças nas fitofisionomias a maioria das espécies de Sarcophagidae se adaptaram melhor às áreas com uma maior frequência queimadas. Nesse sentido as modificações das paisagem causadas pela antropização, principalmente pelo fogo pode afetar tanto os padrões fitofisionômicos como a composição das comunidades de dípteros.

**Palavras-chave:** dípteros necrófagos, NDVI, queimadas, impactos ambientais, Cerrado.

#### **1 Introdução**

Até o fim do ano de 2010, o Cerrado já havia perdido mais da metade da sua vegetação natural (LÚCIO et al., 2014), os Estados que mais contribuíram para a redução da vegetação do bioma, entre 2015 e 2019 foram Tocantins, Maranhão e Mato Grosso (INPE 2019). Devido ao crescente desenvolvimento das tecnologias agrícolas e expansão das áreas cultivadas, principalmente pela agroindústria, houve um aumento considerável de mudanças no uso e coberturas do solo no Cerrado, elevando também a taxa de desmatamento, erosão dos solos, assoreamento e poluição dos rios (SANO et al., 2008; MMA, 2011; LÚCIO et al., 2014).

Aproximadamente 80 milhões de hectares do Cerrado (39,5% da área total) estão sob diferentes usos da terra, e dos diferentes usos 26,5% são pastagens plantadas (SANO, et al., 2008).

Para atenuar tais problemas e desenvolver um método de gestão sustentável dos recursos naturais, é indispensável o monitoramento do uso e da cobertura do solo, principalmente em áreas próximo e no interior das Unidades de Conservação (UC), por meio de informações espaçotemporais detalhadas das modificações ocorridas na paisagem (SOUTHWORTH et al., 2004; MENDOZA et al., 2011). O recente emprego dessas técnicas, aliados à dados biológicos, ajudam a definir as áreas prioritárias para conservação (ANACLETO et al., 2005), bem como traçar estratégias para diminuição dos impactos causados.

Apesar de ser o Parque Nacional da Chapada das Mesas uma Unidade de Conservação inserida no bioma de Cerrado, processos de antropização como, desmatamento, abertura de pastagens, queimadas, assoreamento e poluição de corpos d'água ocorrem em seu interior, uma vez que o mesmo ainda não possui oficialmente um plano de manejo implantado, situação que gera conflito entre a população ainda residente na área e os gestores da UC.

O fogo, é um dos principais distúrbios naturais que modelam a estrutura e a dinâmica da vegetação do Cerrado (COUTINHO, 1990; BOND et al., 2005). Nos ambientes savânicos como o Cerrado em geral, a ocorrência do fogo é comum, e resulta da interação entre o clima e a vegetação, na qual a camada contínua de combustível dominado principalmente por gramíneas aumenta durante a época de chuvas e se torna cada vez mais inflamável ao longo da estação seca, época que concentra a maior parte das queimadas (VAN DER WERF et al., 2017). Contudo, devido a ação humana, a ocorrência de fogos descontrolados e intencionais, podem afetar a capacidade de adaptação e resiliência da vegetação do Cerrado. Pois apesar de estar consolidada a importância evolutiva do fogo nas adaptações da vegetação savânica, na história recente, ações antrópicas (como o uso do fogo para fins agropecuários) têm intensificado a frequência deste evento (BOWMAN et al., 2009). Essas alterações no regime de fogo, bem como a intensificação dos diferentes usos do solo no Cerrado, podem modificar não só a estrutura do bioma, mas também a estrutura e composição da fauna existente no local, passando a ser de importância primária as atividades de monitoramento ambiental e elaboração de estratégias de manejo.

Outra grande ameaça aos ecossistemas savânicos é a crescente abertura de áreas em ambientes naturais para implantação de pastagem, principalmente devido as características da vegetação (vegetação mais aberta, composta de gramíneas, arbustos, bem como plantas lenhosas) (RIBEIRO & WALTER, 1998) o que facilita esse processo. Essa transformação do

Cerrado em pastagem traz consigo outros problemas como a introdução de plantas exóticas (gramíneas), distúrbios provocados por pisoteio do gado (compactação do solo) presente nessas áreas (MYERS et al., 2000) e incêndios frequentes, utilizados com o objetivo de estimular a rebrota do capim para o gado nos campos nativos (RIBEIRO & FIGUEIRA, 2011), afetando e modificando a estrutura e composição da vegetação destes ambientes naturais.

Estes problemas vêm ocorrendo no Parque Nacional da Chapada das Mesas, que apesar de ser uma unidade de conservação com quase 15 anos de criação, ainda tem seu plano de manejo em fase de elaboração, e a presença e ação do homem no interior do Parque não é devidamente controlada e fiscalizada, possibilitando desta forma atividades antrópicas em um território destinado à manutenção dos recursos naturais. Um reflexo disso são as queimadas intencionais para limpeza de terras para pastagem, a criação de gado e a retirada de madeira, atividades que contribuem para fragmentação dos ambientes naturais, impactando diretamente a fauna.

Em relação à fauna, a importância ecológica das moscas necrófagas já é bem conhecida pelos estudos com Calliphoridae (SOUSA et al., 2016, 2020; FIGUEIREDO et al., 2018; DUFEK et al., 2019), Mesembrinellidae (GADELHA et al., 2009; SOUSA et al., 2014, FIGUEIREDO et al., 2018) e Sarcophagidae (MELLO-PATIU et al., 2014; BARBOSA et al., 2015; SOUSA et al., 2016, 2020), que fornecem informações importantes acerca da influência antrópica nas comunidades desses dípteros, e o papel desempenhado por esses organismos na indicação da conservação (MAJER, 1987; SOUSA et al., 2014, 2020; VALVERDE-CASTRO et al., 2017) ou degradação dos ambientes naturais pela ação humana (GADELHA et al., 2009; RIBEIRO et al., 2015). Uma vez que atividades humanas a exemplo da urbanização, desflorestamento e intensificação agrícola, resultam em perda de biodiversidade, função ecológica e serviços ecossistêmicos críticos (LANDIS, 2016).

Para fins de monitoramento ambiental outras técnicas e ferramentas além da utilização de organismos indicadores também são utilizadas, a exemplo das geotecnologias, principalmente aquelas que envolvem sensoriamento remoto, com o objetivo de estudar o uso e ocupação do solo, ocorrência de fogo e estrutura da cobertura vegetal, este último é um fator determinante para a ocorrência de muitos grupos de animais em ambientes naturais. Atualmente, com a facilidade de acesso à informações provenientes de sensores remotos, o monitoramento da cobertura vegetal terrestre pode ser realizado com custos reduzidos e de forma eficiente por meio do sensoriamento remoto (MAS, 1999).

Nesse sentido a utilização de índices de vegetação, como o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) (ROUSE et al., 1974) pode dar suporte à estudos faunísticos,

agregando dados ambientais e espaciais da vegetação aos dados ecológicos das espécies coletadas. O NDVI consiste na normalização do Índice de Vegetação da Razão Simples para o intervalo de -1 a +1, sendo que quanto mais próximo de +1, maior a densidade da cobertura vegetal (COSTA et al., 2007). O solo exposto ou com vegetação rala e esparsa apresentam valores positivos, mas próximos à 0, e valores negativos indicam corpos d'água. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos das variáveis ambientais, tais como a estrutura da cobertura vegetal pelos valores do NDVI, distância entre as pastagens e os sítios de coleta, e ocorrência de fogo nas áreas do Parque Nacional da Chapada das Mesas, sobre a composição, riqueza, abundância e diversidade das comunidades formadas pelo grupo Calliphoridae e Mesembrinellidae e da família Sarcophagidae.

Para isto testamos as seguintes hipóteses: 1) a quantidade de cobertura vegetal nos diferentes tipos de fitofisionomias existentes no Parque Nacional Chapada das Mesas contribuem na distribuição espacial das comunidades de dípteros necrófagos; 2) a presença de áreas com pastagens para criação de gado dentro do parque favorecem a ocorrência de espécies sinantrópicas nas proximidades dessas áreas; 3) as queimadas recorrente nas áreas do parque afetam a estrutura (abundância, diversidade e riqueza) e comportamento das comunidades desses dípteros, bem como a quantidade de cobertura vegetal (obtidos pelos valores do NDVI). Supõe-se que as comunidades de dípteros necrófagos são diferentes entre as fitofisionomias (e.g aquelas com maior cobertura vegetal abrigarão espécies características de habitats preservados); que as áreas de pastagem influenciam na ocorrência de espécies como *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794) em áreas próximas; e que as queimadas podem causar diminuição de riqueza, diversidade e abundancia de espécies, além de degradar a estrutura das fitofisionomias.

## **2 Material e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

Descrição do item na página 12.

### **2.2 Coleta e identificação dos dípteros necrófagos**

Descrição do item na página 13.

### **2.3 Avaliação da presença de fogo**

A avaliação de ocorrência de fogo nas áreas foi verificada a partir do banco de dados do trabalho de Carvalho (2019). Esta base de dados foi o resultado da reconstrução do regime de queimadas do parque a partir da delimitação das cicatrizes de queimada, as quais foram detectadas e delimitadas manualmente por interpretação visual de composições de cores falsas de imagem de satélite Landsat em 27 anos (1990 a 2017) durante o período de queimas entre maio e novembro de cada ano. Em seguida, foram comparadas as localizações dos sítios de amostragem com os eventos de fogo registrados a fim de determinar quais pontos de amostragem foram afetados pelos eventos de fogo local e a frequência de ocorrência nesses pontos de amostragem durante esses anos.

#### 2.4 Índice de Vegetação (NDVI) e distância entre pastagens e os sítios de coleta

A classificação do NDVI foi feita utilizando uma imagem do satélite Landsat 8, proveniente do sensor OLI, órbita 222, ponto 65, de junho de 2017 fornecidas pelo Departamento Geológico dos Estados Unidos (USGS), disponível no site <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Para o cálculo foram utilizadas as bandas 4 e 5 da imagem e processadas no programa QGIS 3.4.4, sendo o cálculo feito de acordo com a seguinte equação:  $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ , onde *NIR* = Infravermelho próximo e *R* = Vermelho. A obtenção dos intervalos de classes do NDVI foi feita por meio do corte e contagem cumulativo, método discreto, divididos em cinco classes de intervalos iguais. Foi realizado ainda um *Extract by point* a partir do Shapefile com os pontos de coleta, para extrair o valor de cada pixel na tabela de atributos do Shapefile.

A distância das áreas de coleta e as áreas de pastagem foram aferidas manualmente no programa QGIS 3.4.4, por meio da ferramenta calculadora de campo, que mostrou o comprimento da reta de um ponto na área coletada em ralação à borda da área de pastagem mais próxima, sendo estimada a distância real entre as áreas.

#### 2.5 Análises de dados

As hipóteses 1 e 2 foram testadas através de Análises de Variância (ANOVA) e Regressão Múltipla, e a hipótese 3 foi testada com o auxílio de uma Análise de Redundância (RDA). Todas as análises foram executadas no ambiente de trabalho R (R Core Team, 2018) utilizando o pacote estatístico Vegan. As diferenças entre as fitofisionomias, com base na estrutura da cobertura vegetal, foram testadas por meio da Análise de Variância. Para a

verificação da influência da vegetação, indicada por meio do valor do NDVI, assim como o efeito do fogo sobre a composição, riqueza, abundância e diversidade das comunidades do grupo formado por califorídeos + mesembrinelídeos e sarcófagídeos, foram realizadas as Análises de Regressão Múltiplas com seleção de modelo. A riqueza foi estimada por meio da função *specaccum*, para obtenção dos valores de Jackknife 1. A diversidade alfa foi calculada por meio do Índice de diversidade de Shannon-Wiener através da função *diversity*. Para observar quais as variáveis ambientais (distância das áreas de pastagem, NDVI, frequência de fogo e ano do último fogo) que mais influenciam a dinâmica e estrutura das comunidades desses dípteros, e quais espécies estão mais relacionadas com determinada variável, foi realizada a Análise de Redundância.

### 3 Resultados

#### 3.1 Composição de dípteros necrófagos

Os dípteros coletados totalizaram 18.303 indivíduos (3.053 califorídeos, 63 mesembrinelídeos e 15.187 sarcófagídeos), divididos em 34 espécies (11 califorídeos, 1 mesembrinelídeo e 22 sarcófagídeos). As espécies mais representativas foram: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) da família Calliphoridae e *Tricharaea (Sarcophagula) occidua* (Fabricius, 1794) da família Sarcophagidae (Tabela 1). O ambiente com maior abundância foi Savana Parque (SP) (47,8%) e o que registrou menor abundância foi Mata de Galeria (0,89%). *T. (S.) occidua* foi a responsável por tornar Savana Parque a fitofisionomia com maior número de indivíduos, sendo que esta espécie sozinha representou 65,27% da abundância total. *C. albiceps* foi muito abundante na Floresta Estacional e Savana Arborizada, onde espécie correspondeu a 7,08% da abundância total dos indivíduos coletados.

**Tabela 1.** Composição, abundância absoluta e relativa das espécies de califorídeos, mesembrinelídeos e sarcófagídeos coletados em diferentes fitofisionomias do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA. Legenda: FE (Floresta Estacional), MG (Mata de Galeria), SA (Savana Arborizada), SF (Savana Florestada), SP (Savana Parque).

Espécies	Fitofisionomias					Total	%
	FE	MG	SA	SF	SP		
<b>Calliphoridae</b>							
<i>Chloroprocta idiotidea</i>	250	46	226	648	17	1187	6.49
<i>Chrysomya albiceps</i>	457	6	440	274	118	1295	7.08
<i>Chrysomya megacephala</i>	3	0	14	2	4	23	0.13
<i>Chrysomya putoria</i>	7	1	4	0	4	16	0.09
<i>Cochlitomyia hominivorax</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Cochlitomyia macellaria</i>	141	1	208	69	52	471	2.57
<i>Hemilucilia benoisti</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	0	0	0	0	1	1	0.01
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	0	0	1	9	1	11	0.06
<i>Lucilia cuprina</i>	0	1	0	0	0	1	0.01
<i>Lucilia eximia</i>	20	4	9	12	1	46	0.25
<b>Mesembrinellidae</b>							
<i>Mesembrinella bicolor</i>	10	53	0	0	0	63	0.34
<b>Sarcophagidae</b>							
<i>Blaesoxipha (Giganthotheca) stalleri</i>	2	0	4	1	5	12	0.07
<i>Helicobia morionella</i>	0	0	2	1	0	3	0.02
<i>Helicobia pilifera</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia amorosa</i>	0	0	1	0	1	2	0.01
<i>Oxysarcodexia aura</i>	0	0	0	0	9	9	0.05
<i>Oxysarcodexia avuncula</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia carvalhoi</i>	0	1	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia modesta</i>	0	0	2	0	5	7	0.04
<i>Oxysarcodexia oculta</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia parva</i>	1	0	0	0	0	1	0.01
<i>Oxysarcodexia thornax</i>	39	0	22	12	21	94	0.51
<i>Peckia (Euboettcheria) anguilla</i>	4	1	0	2	0	7	0.04
<i>Peckia (Euboettcheria) collusor</i>	3	2	3	3	0	11	0.06
<i>Peckia (Pattonella) intermutans</i>	3	4	0	1	0	8	0.04
<i>Peckia (Peckia) pexata</i>	22	1	12	7	3	45	0.25
<i>Peckia (Sarcodexia) lambens</i>	1045	33	619	978	325	3000	16.39
<i>Peckia (Squamatodes) ingens</i>	0	0	0	2	0	2	0.01
<i>Ravinia belforti</i>	0	0	10	10	13	33	0.18
<i>Ravinia efrenata</i>	0	0	0	0	1	1	0.01
<i>Retrocitomyia retrocita</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Tricharaea (Sarcophagula) camuta</i>	0	0	1	0	0	1	0.01
<i>Tricharaea (Sarcophagula) occidua</i>	27	8	3157	592	8162	11946	65.27
<b>Abundância Total</b>	<b>2037</b>	<b>162</b>	<b>4738</b>	<b>2623</b>	<b>8743</b>	<b>18303</b>	
<b>Abundância Realtiva (%)</b>	<b>11.1</b>	<b>0.89</b>	<b>25.9</b>	<b>14.3</b>	<b>47.8</b>		

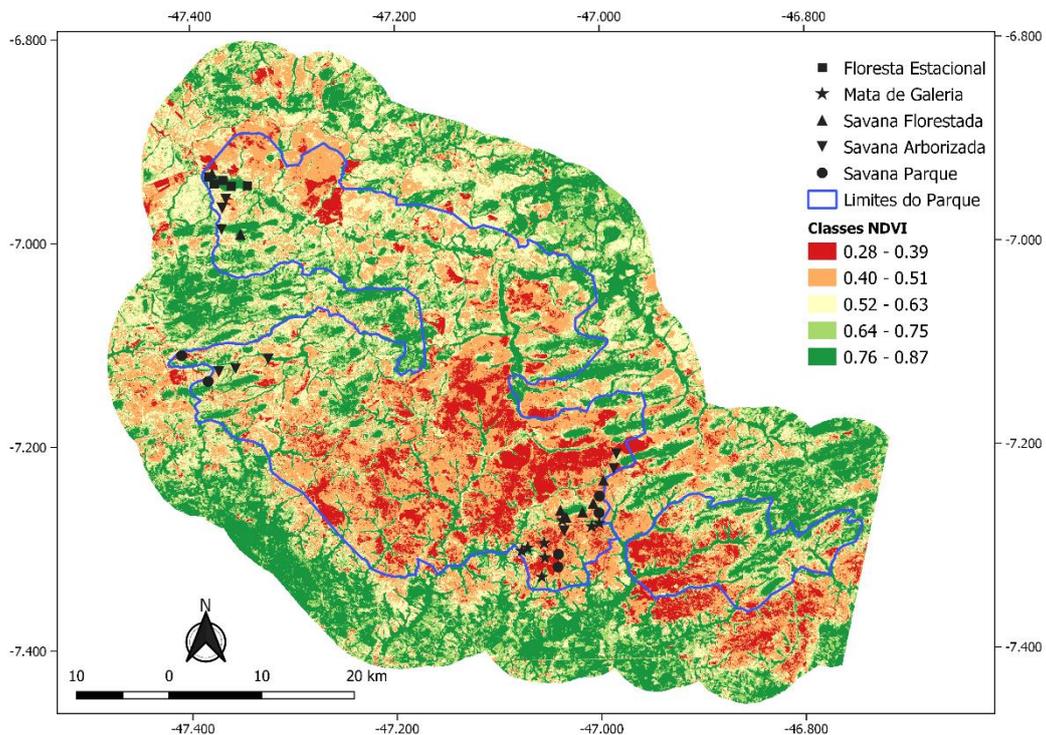
### 3.2 Avaliação da cobertura vegetal do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA

A análise da cobertura vegetal realizada através do NDVI obteve valores que variaram de 0,28 a 0,87, sendo que o menor valor representa solo exposto e o maior valor diz respeito às áreas com alta cobertura vegetal. O Mapa elaborado a partir do NDVI mostra claramente considerável variação na cobertura vegetal ao longo do PARNA Chapada das

Mesas. Os pontos de realização das coletas estão representados por símbolos diferentes de acordo com a fitofisionomia da área (Figura 1).

As classes de NDVI mostraram a existência de uma grande área sem cobertura vegetal ou com baixíssima quantidade de vegetação, representadas pelas cores vermelha e laranja (0,28 – 0,51), que é característica de ambientes de Cerrado, os tons de verde indicaram presença de cobertura vegetal em maior quantidade (0,64 – 0,87). Os maiores valores de NDVI das áreas coletadas foram encontrados nas áreas de Floresta Estacional e Mata de Galeria (média = 0,85) e os menores valores na Savana Parque (média = 0,45). A tabela 2 traz os valores de NDVI referentes à todas as áreas coletadas.

Os ambientes de floresta diferiram estatisticamente dos ambientes de cerrado quanto aos valores de NDVI; Floresta Estacional, Savana Arborizada e Savana Parque ( $F = 25,653$ ;  $p < 0,01$ ); Mata de Galeria, Savana Arborizada e Savana Parque ( $F = 25,653$ ;  $p < 0,01$ ). E entre as próprias fitofisionomias de savana o ambiente Savana Parque foi diferente de todas as outras fitofisionomias ( $F = 25,653$ ;  $p < 0,01$ ), reforçando sua característica principal de área mais aberta, com poucos arbustos e predominância de gramíneas.



**Figura 1.** Distribuição espacial do Índice de Vegetação do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

**Tabela 2.** Índice de Vegetação por Diferença Normalizada das 35 áreas nas cinco fitofisionomias coletadas.

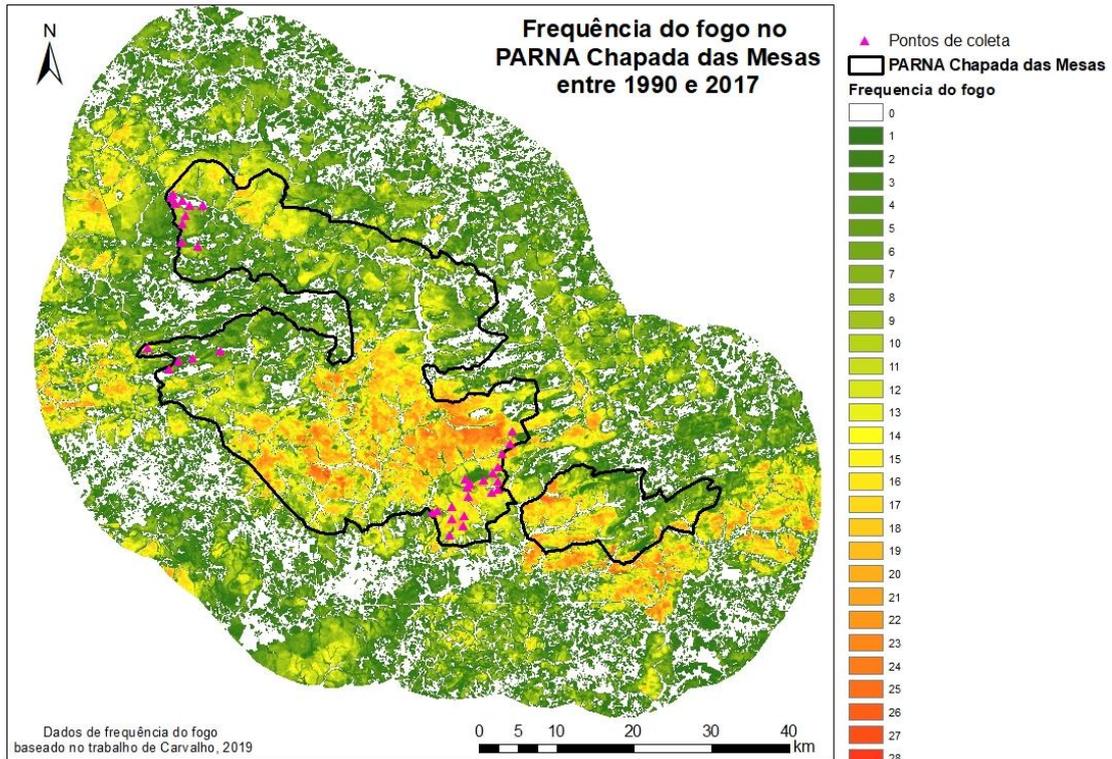
Fitofisionomia	Floresta Estacional					Mata de Galeria	
Área	A11	A12	A21	A22	A23	A35	A34
NDVI	0.849	0.871	0.872	0.867	0.851	0.832	0.844
Fitofisionomia	Mata de Galeria						Savana F
Área	A37	A36	A38	A29	A30	A31	A10
NDVI	0.818	0.871	0.875	0.630	0.866	0.819	0.853
Fitofisionomia	Savana Florestada						Savana A
Área	A15	A16	A17	A18	A28	A9	A1
NDVI	0.706	0.714	0.636	0.848	0.631	0.675	0.861
Fitofisionomia	Savana Arborizada						
Área	A14	A19	A2	A20	A3	A8	A24
NDVI	0.597	0.673	0.640	0.719	0.475	0.395	0.497
Fitofisionomia	Savana A	Savana Parque					
Área	A25	A4	A5	A6	A7	A32	A33
NDVI	0.500	0.412	0.370	0.302	0.436	0.394	0.364

### 3.3 Avaliação do efeito da vegetação sobre os padrões de abundância, riqueza e diversidade de dípteros necrófagos

Não foi observada uma influência direta da quantidade de vegetação, pelos valores do NDVI, sobre as comunidades do grupo formado pelas famílias Calliphoridae + Mesembrinellidae e da família Sarcophagidae, uma vez que não houve relação significativa entre o NDVI e os atributos ecológicos das comunidades desses dípteros (abundância, riqueza e diversidade), indicando que a mudança desses padrões ocorrem por ações de muitas outras variáveis além da quantidade de cobertura vegetal.

### 3.4 Avaliação do efeito do fogo sobre os padrões de abundância, riqueza e diversidade de dípteros necrófagos

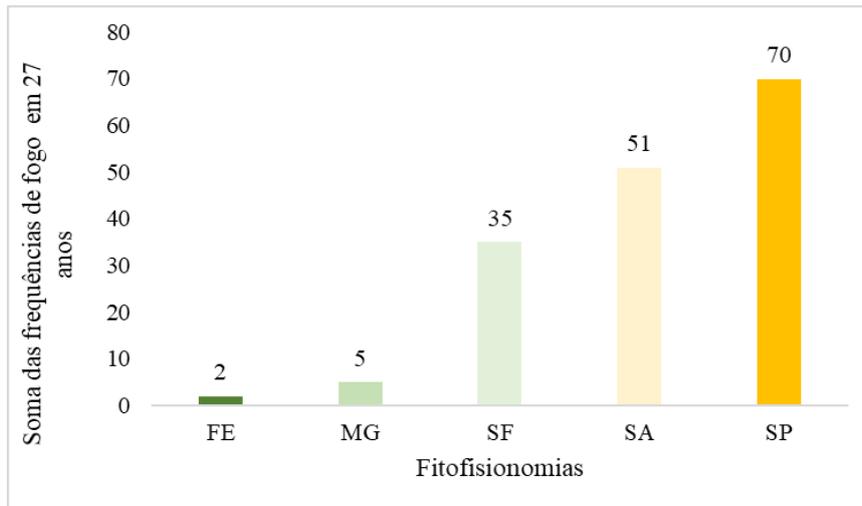
Considerando a ocorrência do fogo no parque, das 35 áreas que foram realizadas coletas, 24 áreas (68,57%) registraram pelo menos um fogo entre 1990 e 2017, e 11 áreas (31,43%) não tiveram nenhuma ocorrência de fogo durante esse período (Figura 2). Dessas áreas que não queimaram, 81,82% foram representadas por fitofisionomias com vegetação arbórea mais densa (Floresta Estacional e Mata de Galeria).



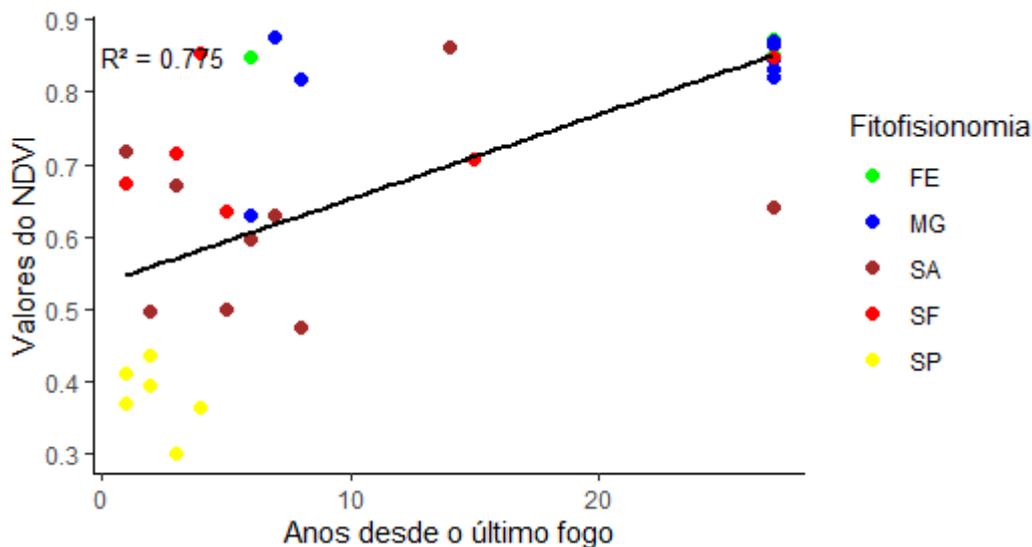
**Figura 2.** Frequência de fogo de 27 anos no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA, mostrando as 35 áreas de coleta do estudo. Fonte: Carvalho (2019).

As áreas que tiveram ocorrência de queimadas variaram muito quanto à frequência do fogo, desde sítios que queimaram apenas uma vez, até locais que queimaram 17 vezes ao longo de 27 anos. Sendo Floresta Estacional a fitofisionomia com menor ocorrência de fogo e Savana Parque a vegetação com maior frequência (Figura 3). Em relação ao tempo decorrido desde o último evento de fogo nas áreas coletadas, existiram áreas com fogo recente, que queimaram há um ano, até aquelas que não sofreram com incêndios recentemente, com último registro há 15 anos.

Os valores do índice de vegetação (NDVI) tiveram relação positiva forte com o tempo desde a ocorrência da última queimada nas áreas de coleta, considerando também a influência da variável fitofisionomia, onde os anos que passaram desde o último evento de fogo e fitofisionomia explicaram cerca de 78% da variação na cobertura vegetal ( $r^2 = 0,775$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 4), ou seja, as áreas que ficaram por mais tempo sem queimar foram justamente aquelas com formação florestal (Floresta Estacional e Mata de Galeria), que normalmente não queimam, e algumas outras áreas de formações savânicas com maiores valores de NDVI.



**Figura 3.** Soma das frequências de fogo de 27 anos em 24 áreas distribuídas em cinco fitofisionomias coletadas no Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.



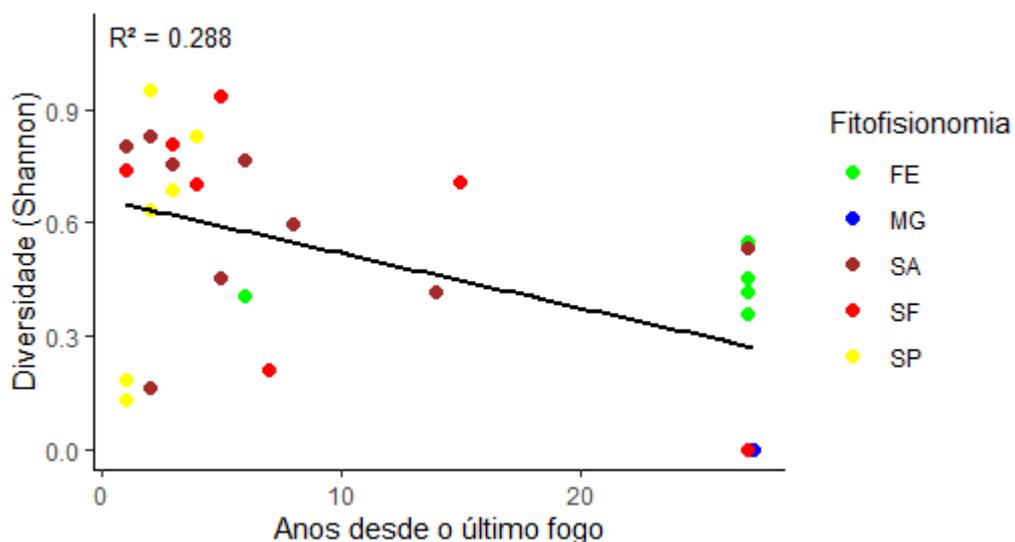
**Figura 4.** Relação entre o Índice de Vegetação (NDVI) e o tempo desde a ocorrência do último fogo + fitofisionomia nas áreas de estudo do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

O grupo formado por Calliphoridae + Mesembrinellidae e a família Sarcophagidae tiveram resultados diferentes quanto à abundância, riqueza e diversidade, frente aos eventos de fogo nas áreas estudadas. Enquanto para o grupo formado por califorídeos + mesembrinélídeos não foi observada influência direta das áreas queimadas sobre a estrutura de suas comunidades por meio da regressão, houve fraca relação negativa entre a diversidade de sarcófagídeos e os anos desde o último fogo na área, considerando também a fitofisionomia, de modo que 29% da variação na diversidade foi explicado pela variável independente ( $r^2 = 0,288$ ;  $p = 0,019$ ),

indicando que quanto mais recente foi o fogo nas áreas de coleta e mais aberta as fitofisionomias (áreas de Savana), maior foi a diversidade desse grupo (Tabela 3; Figura 5).

**Tabela 3.** Valores da Regressão Linear simples entre os atributos ecológicos das comunidades de dípteros e os anos desde o último fogo (AUF) mais o efeito da fitofisionomia para as famílias Calliphoridae e Sarcophagidae.

Família	Atributos ecológicos	AUF + Fitofisionomia	
		R <sup>2</sup>	Valor-P
Grupo	Abundância	0,03	0,885
Calliphoridae e Mesembrinellidae	Riqueza	0,031	0,943
	Diversidade	0,09	0,178
Sarcophagidae	Abundância	0,075	0,227
	Riqueza	0,121	0,143
	Diversidade	0,288	0,019



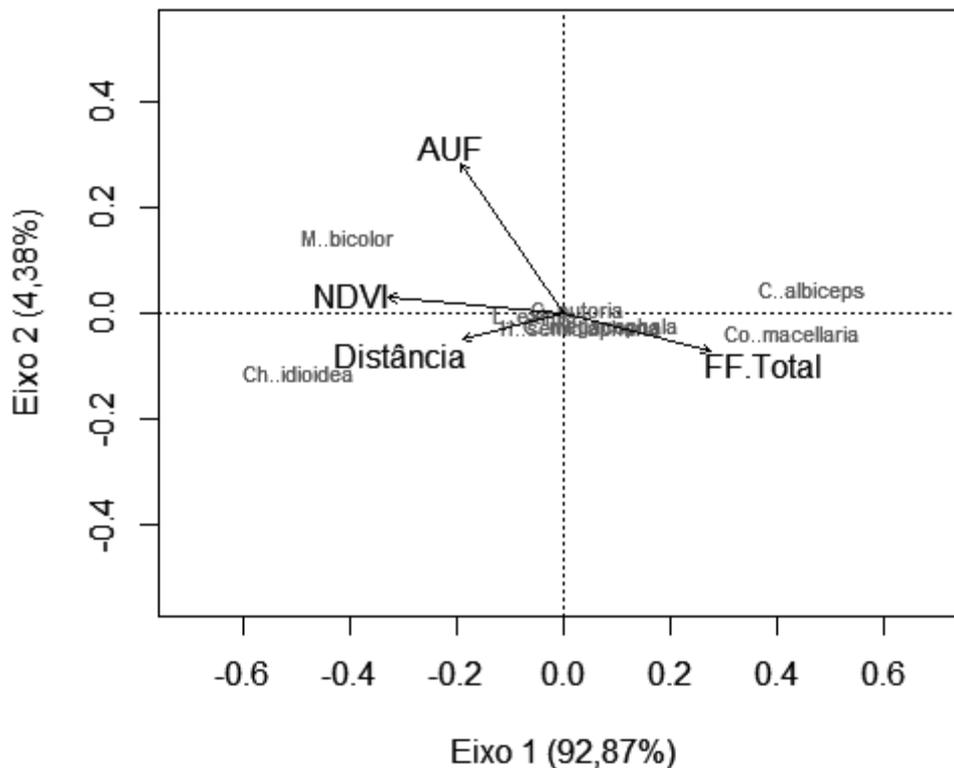
**Figura 5.** Relação entre o Índice de Diversidade de Shannon para a família Sarcophagidae e o tempo desde a ocorrência do último fogo + fitofisionomia nas áreas de estudo do Parque Nacional da Chapada das Mesas, MA.

### 3.5 Influência das variáveis ambientais na composição dos dípteros necrófagos

A análise de Redundância (RDA) para as espécies do grupo formado pelas famílias Calliphoridae e Mesembrinellidae em relação aos dados ambientais obtidos explicou 25,7% ( $p = 0,019$ ) da variância total dos dados (Figura 6), sendo que desta variância o eixo 1 foi responsável por 92,87% dos dados, e esteve relacionado positivamente com a frequência de fogo total (FF total) e negativamente com o Índice de Vegetação (NDVI), os anos desde o último fogo (AUF) e distância de áreas de pastagem. O eixo 2 explicou apenas 4,38% da

variância dos dados e esteve relacionado positivamente com o NDVI e AUF, e negativamente com a distância das áreas de pastagem e frequência de fogo total.

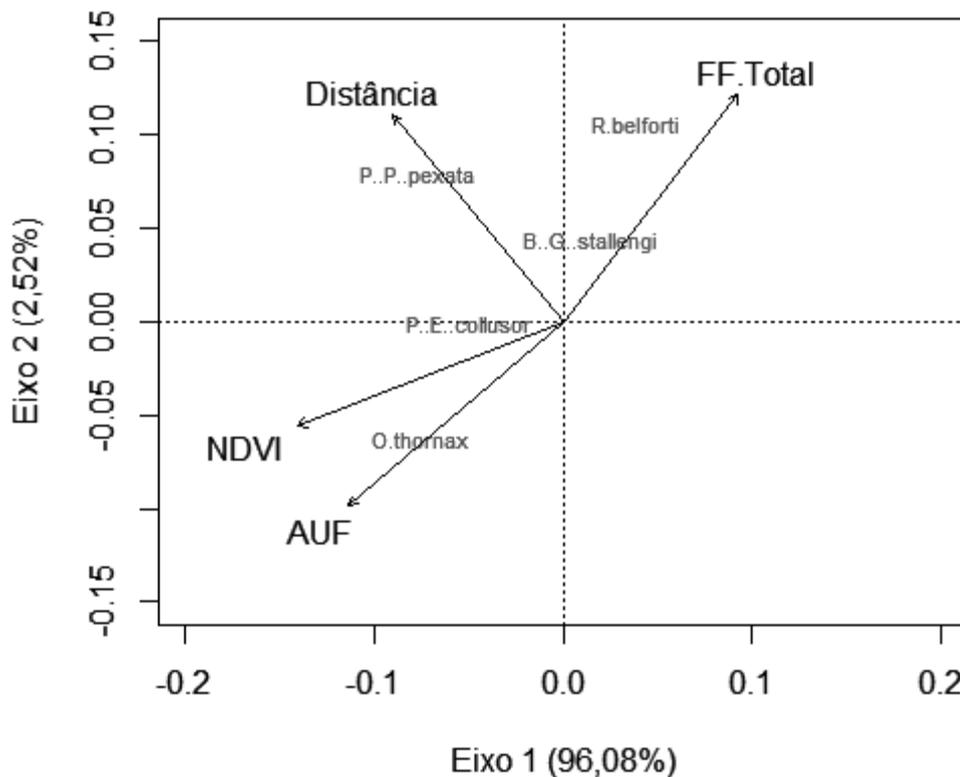
A espécie *Mesembrinella bicolor* (Fabricius, 1893) foi associada a áreas com maior cobertura vegetal e com mais tempo sem ocorrência de queimadas. *Chloroprocta idioidea* (Robineau-Desvoidy, 1830) foi mais relacionada com distância dos sítios de coleta em relação às áreas de pastagem. Já *Co. macellaria* (Fabricius, 1775) apresentou correlação com a frequência de fogo no parque. As demais espécies que constam no gráfico estão mais relacionadas com outras variáveis não explicadas pela RDA.



**Figura 6.** Análise de Redundância (RDA) das espécies mais abundantes de califórideos e mesembrinélideos com os dados ambientais registrados. FF Total = frequência de fogo total; AUF = anos desde o último fogo; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; Distância = distância de áreas de pastagem.

A família Sarcophagidae teve 55,42% ( $p = 0,001$ ) da variância total dos dados explicados pela RDA (Figura 7), e deste total o eixo 1 sozinho foi responsável por quase a totalidade da variância, representando 96,08%, estando relacionado positivamente a frequência de fogo total, e negativamente com o NDVI, AUF e distância das áreas de pastagem. O eixo 2 foi responsável por apenas 2,52% da variância dos dados, sendo positivamente relacionado com a distância das áreas de pastagem e frequência de fogo total, e negativamente com NDVI e AUF.

A espécie *Oxysarcodexia thornax* (WALKER, 1849) foi mais associada com o período desde a última ocorrência de fogo, e com áreas com maior valor de NDVI. *Peckia* (*Sarcodexia*) *lambens* (Wiedemann, 1830) e *Tricharaea* (*Sarcophagula*) *occidua* (Fabricius, 1794) foram as duas espécies mais abundantes, porém não tiveram associação aparente com nenhuma das variáveis ambientais testadas. A distância das áreas de pastagem foi o fator que mais influenciou na abundância de *Peckia* (*Peckia*) *pexata* (Wulp, 1895). *Peckia* (*Euboettcheria*) *collusor* (Curran & Walley, 1934) apresentou uma fraca correlação com o NDVI das áreas de coleta. *Ravinia belforti* (Prado & Fonseca, 1932) e *Blaesoxipha* (*Gigantotheca*) *stallengi* (Lahille, 1907) foram as duas espécies associadas à frequência de ocorrência de fogo no parque.



**Figura 7.** Análise de Redundância (RDA) das espécies mais abundantes de sarcófagos com os dados ambientais registrados. FF Total = frequência de fogo total; AUF = anos desde o último fogo; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; Distância = distância de áreas de pastagem.

#### 4 Discussão

Os resultados encontrados sustentam de forma parcial a hipótese de que o tipo de fitofisionomia e quantidade de cobertura vegetal contribui na mudança dos padrões ecológicos das comunidades do grupo formado por Calliphoridae + Mesembrinellidae e família

Sarcophagidae, pois, apesar do NDVI, usado aqui como indicador da cobertura vegetal, de modo geral, não ter sido um fator crítico para a alteração da estrutura das comunidades de dípteros necrófagos, algumas espécies foram favorecidas pelas diferentes características de cada fitofisionomia, com aumento de abundância nos habitats mais favoráveis para a espécie, principalmente *M. bicolor* nas florestas e *T. (S.) occidua* nas áreas mais abertas. Por outro lado, a hipótese de que ambientes de pastagem favorecem a ocorrência de espécies sinantrópicas nas áreas mais próximas destes, não foi corroborada pelos resultados, e desta forma entende-se que apenas o fator “proximidade de pastagens” não é suficiente para explicar a dinâmica de distribuição de espécies sinantrópicas ou de ambientes naturais nas áreas do Parque Nacional da Chapada das Mesas.

No sentido da influência antrópica dentro do parque, a ocorrência de duas espécies (*C. albiceps* e *T. (S.) occidua*) demonstra a existência de pressão das atividades humanas dentro da Unidade de Conservação (UC). A primeira espécie pertence ao grupo Calliphoridae + Mesembrinellidae e é conhecida pelo seu comportamento sinantrópico, bem adaptada a ambientes com presença humana (FIGUEIREDO et al., 2018). A segunda espécie faz parte da família Sarcophagidae, sendo fortemente relacionada a habitats rurais e ambientes abertos, associada a fezes humanas e de animais (VALVERDE-CASTRO et al., 2017), e preferência por assentamentos humanos (YEPES-GAURISAS et al., 2013).

Esta presença de espécies que são consideradas sinantrópicas dentro de áreas que são por lei, protegidas e destinadas à conservação, pode ser resultado da pouca importância dada à questão ambiental por partes dos governos, que reflete na gestão pouco eficiente dentro da UC, seja por ausência de um plano de manejo ou por falta de sua implementação. De modo que, ainda existem cerca de 130 famílias que moram dentro dos limites do parque (CARVALHO, 2019), e ali praticam atividades de plantio, desflorestamento e criação de gado. Onde pode ser utilizado o fogo tanto para o manejo da agricultura como da pecuária (SCHMIDT et al., 2011), ocasionando distúrbios na fauna do ambiente natural.

Em relação à cobertura vegetal, os valores baixos de NDVI na maior parte das áreas do parque devem-se principalmente à própria característica de uma ambiente de savana, a vegetação rala com a presença de arbustos e predominância de gramíneas. Os valores mais altos do NDVI, em geral, indicaram cobertura vegetal densa e bem estruturada, representada principalmente pelas matas de topo de morros, mata ciliar e savana com formação arbórea densa. Segundo Gamarra et al. (2016) maiores valores de complexidade do habitat são registrados em fitofisionomia de mata, pois se trata de uma formação florestal que apresentam estrutura vertical mais complexa e maior fitomassa quando comparado com as áreas de savana.

Outra variável estudada foi a ocorrência de fogo dentro das áreas do parque, responsável pela maior influência na dinâmica da estrutura vegetal além da fitofisionomia, bem como no padrão de distribuição da família Sarcophagidae, confirmando a hipótese de que a ocorrência de queimadas afeta a estrutura e o comportamento das comunidades de dípteros necrófagos. Os sarcófagídeos responderam de forma mais acentuada ao regime de fogo nesses ambientes, apresentando um aumento nítido da diversidade em áreas queimadas mais recentes, ao passo que tiveram diversidade mais baixa nas áreas que não sofreram queimadas recentes e em fitofisionomias de Floresta e Mata de Galeria, o que torna importante entender mais profundamente os efeitos do fogo a longo prazo nas comunidades desses dípteros no Cerrado.

De acordo com Schmidt et al. (2011) um fator importante existente nas regiões de savana é a presença de fogo em certas épocas do ano, que na maioria das vezes têm origem antrópica, seja para manejo da agricultura, pecuária e extrativismo, ou como forma de prevenção de incêndios maiores, com o uso de fogo controlado (REGO et al., 2010; SILVA et al., 2010; LÚCIO et al., 2014) com o objetivo de garantir a conservação e o uso sustentável de ecossistemas (MYERS, 2006), principalmente em Unidades de Conservação (SCHMIDT et al., 2018). Isto também explica o fato de mais da metade das áreas de coleta neste trabalho terem passado por eventos de queimadas, como também a frequência de ocorrência deste fogo ao longo dos anos. A frequência de fogo na chapada é anormalmente alta quando comparadas com outras regiões de Cerrado (ALVARADO et al., 2018; CARVALHO, 2019)

É intuitivo imaginar que áreas onde não ocorreram queimadas recentes apresentem maior volume de biomassa vegetal com capacidade de se inflamar, e de fato é uma afirmativa verdadeira, porém pode ser também que as áreas não sejam mesmo susceptíveis ao fogo por conter maior cobertura de árvores lenhosas e menos estrato herbáceo inflamável. A relação observada entre os anos desde a última queimada com o NDVI mostra exatamente isso, que as áreas de Savana com mais tempo sem ocorrência de fogo recuperam bem sua estrutura vegetal se não passam por mais distúrbios, e a maioria das áreas que tiveram alto NDVI foram áreas de Floresta Estacional e Mata de Galeria, fitofisionomias que normalmente não queimam.

O comportamento distinto observado entre as comunidades do grupo formado pelas famílias Calliphoridae + Mesembrinellidae e pela família Sarcophagidae em relação ao fogo nas áreas de coleta podem indicar diferentes preferências às características do habitat ou diferentes capacidades de adaptação e de resiliência ao distúrbio. Enquanto o grupo califorídeos e mesembrinelídeos, de modo geral, foram indiferentes quanto a ocorrência do fogo, não ocorrendo alterações significativas em suas comunidades nas áreas queimadas, os sarcófagídeos tiveram um aumento em diversidade nas áreas com fogo recente. Este fato pode estar

relacionado com a preferência desta família por áreas abertas e com mais incidência de luz solar (WILLMER & UNWIN, 1981; MULIERI et al., 2011), que é uma característica de áreas queimadas. Em ambientes abertos algumas espécies de sarcófagídeos apresentam maior facilidade em acessar os recursos efêmeros ali presentes (SOUSA et al., 2011).

Quando se analisou conjuntamente todas as variáveis ambientais descritas neste trabalho, com os dados de ocorrência e abundância das comunidades do grupo formado por Calliphoridae + Mesembrinellidae e pela família Sarcophagidae, por meio da RDA, observou-se que espécies como *M. bicolor* e *Ch. idioidea*, ambas com preferência em habitats florestais (ESPOSITO & CARVALHO-FILHO, 2006; GADELHA et al., 2015; DUFEK et al., 2019), exibiram comportamentos diferentes quanto à variável ambiental que mais explica sua ocorrência. *M. bicolor*, uma espécie restrita à habitats florestais e afinidade com áreas de maior cobertura vegetal sem perturbação de origem antrópica (GADELHA et al., 2015), foi mais associada ao tempo desde a última ocorrência de fogo e altos valores de NDVI, ou seja, ocorreu mais em áreas que não queimaram e com maior cobertura vegetal. Enquanto *Ch. idioidea* teve mais influência da distância entre os sítios de coleta e as áreas de pastagem, onde sua abundância foi maior nas áreas mais afastadas das zonas de pasto. A correlação apresentada por *Co. macellaria* com a frequência de fogo no parque, indica a melhor adaptação da espécie por áreas mais abertas. Atualmente a espécie é mais relacionada com habitats rurais e áreas com pouca vegetação (SILVA et al., 2014).

Dos sarcófagídeos, as espécies *R. belforti* e *B. (G.) stallengi* foram correlacionadas com a frequência de fogo no parque, sendo mais abundantes em áreas abertas com maior facilidade para ocorrência de fogo. A primeira é considerada uma espécie sinantrópica com grande atração por excrementos animais (DIAS et al., 1984; CHERIX et al., 2012) e a segunda, de acordo com estudo recente, tem grande adaptabilidade em habitats xeromórficos (OLIVEIRA & VASCONCELOS, 2018). *O. thornax* foi associada ao NDVI e AUF, sendo sua abundância explicada pela não ocorrência de fogo nas áreas e com maior cobertura vegetal, embora seja uma espécie considerada sinantrópica e relatada em uma variedade de locais (D'ALMEIDA, 1984) como áreas urbanas, pastagens, bosques (COURI et al., 2000; COSTAMAGNA et al., 2007; BEUTER et al., 2012). Este resultado reforça o padrão de comportamento generalista da espécie.

A distância das áreas de pastagem foi o fator que mais explicou a ocorrência de *P. (P.) pexata*, indivíduos desta espécie não costumam ocorrer em áreas próximas a pastagens, e preferem fitofisionomias de florestais. a espécie é assinantrópica, tendo mais afinidade às áreas sem atividades humanas (DIAS et al., 1984). Por outro lado, foi observado a afinidade da

espécie por ambientes mais abertos quando comparado a locais de floresta (SOUSA et al., 2011), sendo a espécie mais abundante em áreas de cerrado, mata de cocais e campos alagados no estudo de Sousa et al. (2016, 2020). Estes resultados sugerem um comportamento variado da espécie em diferentes regiões estudadas. A espécie, por exemplo, foi encontrada em todos os ambientes (florestal, rural e urbano) em uma região da Colômbia, mas foi altamente associada com os habitats rural e de floresta (VALVERDE-CASTRO et al., 2017).

Por fim, a espécie *P. (E.) collusor* teve uma leve associação com as áreas mais integras e com maior quantidade de cobertura vegetal, observado pelos valores de NDVI, confirmando a afinidade da espécie por ambientes mais vegetados, sendo característica de habitats florestais (D'ALMEIDA, 1984; D'ALMEIDA & ALMEIDA, 1998; VALVERDE-CASTRO et al., 2017). Segundo Yepes-Gaurisas et al. (2013), *P. (E.) collusor* responde sensivelmente à presença humana e prefere ambientes com baixo grau de antropização. Isto pode explicar a não ocorrência da espécie na Savana Parque, uma fitofisionomia mais aberta, visto que estas áreas estão mais propensas a sofrerem com atividades humanas.

Em suma, os resultados demonstraram que o grupo formado por Calliphoridae + Mesembrinellidae, bem como a família Sarcophagidae respondem de forma diferente às alterações nas variáveis ambientais observadas, enquanto os califorídeos demonstraram ser mais influenciados pela mudança de fitofisionomia, os sarcófagídeos se adaptaram melhor às áreas que mais sofreram queimadas. Vale ressaltar que o fator queimada é um componente importante dos ambientes savânicos, e no Cerrado brasileiro as queimadas ocorrem com muita frequência, principalmente no período seco.

Nesse sentido, entender como as comunidades de dípteros necrófagos se comportam frente aos eventos de fogo nessas regiões, bem como distinguir o padrão de distribuição das espécies dessas comunidades nas diferentes fitofisionomias, é fundamental para estudos posteriores e desenvolvimento de estratégias de manejo e conservação, uma vez que as mudanças nos regimes de fogo (e.g aumento da frequência) nessas áreas pode ser fator de exclusão para muitas espécies do grupo califorídeos + mesembrinelídeos, ao passo que favorece a colonização das áreas queimadas por espécies de sarcófagídeos. E sendo mantido esse padrão de incêndios durante muito tempo, possivelmente ocorrerão mudanças na composição da fauna destes organismos, não só no parque, mas no Cerrado como um todo.

## 5 Considerações finais

Com base nos resultados alcançados é possível visualizar a diferença na dinâmica das comunidades de califorídeos, mesembrinelídeos e sarcófagídeos, pois são famílias que apresentaram comportamentos distintos em relação às variáveis ambientais analisadas. Calliphoridae + Mesembrinellidae responderam melhor às mudanças na fitofisionomia, e algumas espécies pela Análise de Redundância (RDA) tiveram sua ocorrência explicadas por variáveis relacionadas à cobertura vegetal, como *M. bicolor* e *Ch. idioidea*.

Sarcophagidae aparentemente sofre mais efeito do fogo, tendo impacto positivo e aumento de diversidade em muitas áreas que passaram por queimadas, apesar de possuir algumas espécies mais associadas às áreas florestais a exemplo de *P. (P.) pexata* e *P. (E.) collusor*. Tratando-se o fogo de um componente importante no Cerrado, é interessante a realização de mais estudos sobre o comportamento das comunidades, não só de dípteros, frente aos eventos de fogo, para entender como as espécies respondem às alterações do ambiente.

## Referências

- ALVARADO, S. T.; SILVA, T.S.F. & ARCHIBALD, S. Management impacts on fire occurrence: A comparison of fire regimes of African and South American tropical savannas in different protected areas. **Journal of Environmental Management**, v. 218, p. 79–87, 2018.
- ANACLETO, T. C. S.; FERREIRA, A. A.; DINIZ FILHO, J. A. F. & FERREIRA, L. G. Seleção de áreas de interesse ecológico através de sensoriamento remoto e de otimização matemática: um estudo de caso no município de Cocalinho, MT. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 4, p. 437-444, 2005.
- AZEVEDO, R. R. & KRÜGER, R. F. The influence of temperature and humidity on abundance and richness of Calliphoridae (Diptera). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 103, n. 2, p. 145-152, 2013.
- BARBOSA, T. M.; MELLO-PATIU, C. A. & VASCONCELOS, S. D. Flesh fly (Diptera: Sarcophagidae) survey on coastal environments in northeastern Brazil: new records and notes on the expanded geographical distribution. **Entomotropica**, v. 30, n. 12, p. 112-117, 2015.
- BEUTER, L.; FERNANDES, P. A.; BARROS, P. B.; SOUZA, C. R. & MENDES, J. Insetos de potencial importância forense e na saúde pública em região urbana de Minas Gerais: frequência relativa e variação sazonal de fauna atraída e criada em carcaças de roedores. **Revista de Patologia Tropical**, v. 41, n. 4, p. 480–490, 2012.
- BOND, W. J.; WOODWARD, F. I. & MIDGLEY, G. F. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New Phytologist**, v. 165, p. 525–538, 2005.

BOWMAN, D. M. J. S.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; CARLSON, J. M.; COCHRANE, M. A.; ANTONIO, C. M. D.; DEFRIES, R. S.; DOYLE, J. C.; HARRISON, S. P.; JOHNSTON, F. H.; KEELEY, J. E.; KRAWCHUK, M. A.; KULL, C. A.; MARSTON, J. B.; MORITZ, M. A.; PRENTICE, I. C.; ROOS, C. I.; SCOTT, A. C.; SWETNAM, T. W.; WERF, G. R.; VAN DER, PYNE, S. J. Fire in the Earth System. **Science**, v.80, n. 324, p. 481–484, 2009.

CARVALHO, I. S. **Análise espaço-temporal do regime de queimadas no Parque Nacional da Chapada das Mesas, Maranhão**. 2019. 77 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Universidade Estadual do Maranhão, Balsas, 2019.

CHERIX, D.; WYSS, C. & PAPE, T. Occurrences of flesh flies (Diptera Sarcophagidae) on human cadavers in Switzerland, and their importance as forensic indicators. **Forensic Science International**, v. 220, p. 158-163, 2012.

COSTA, F. H. S.; FILHO, C. R. S. & RISSO, A. Análise temporal de NDVI e mapas potenciais naturais de erosão na região do Vale do Ribeira, São Paulo. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p.3833-3839, 2007.

COSTAMAGNA, R.; VISCIARELLI, E. C; LUCCHI, L. D.; BASABE, N. E.; ESTEBAN, M. P. & OLIVA, A. Aportes al conocimiento de los dípteros ciclorrafos em el área urbana de Bahía Blanca (provincia de Buenos Aires), Argentina. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, v. 9, n. 1, p. 1–4, 2007.

COURI, M. S.; LAMAS, C. J. E.; AIRES, C. C. C.; MELLO-PATIU, C. A.; MAIA, V. C.; PAMPLONA, D. M. & MAGNO, P. Diptera da Serra do Navio (Amapá, Brasil): Asilidae, Bombyliidae, Calliphoridae, Micropezidae, Muscidae, Sarcophagidae, Stratiomyiidae, Syrphidae, Tabanidae e Tachinidae. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, p. 81-90, 2000.

COUTINHO, L. M. **Fire in the Ecology of the Brazilian Cerrado**. Ecological Studies. (ed. by D.J.G. Goldammer), Springer Berlin Heidelberg, p. 82–105, 1990.

D'ALMEIDA, J. M. Sinantropia de Sarcophagidae (Diptera) na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio Janeiro**, v. 7, p. 101-110, 1984.

D'ALMEIDA, J. M. & ALMEIDA, J. R. Nichos tróficos em dípteros caliptrados, no Rio de Janeiro, RJ. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 563-570, 1998.

DIAS, E. S.; NEVES, D. P.; LOPES, H. S. Estudos sobre a fauna de Sarcophagidae (Diptera) de Belo Horizonte – MG. I- Levantamento Taxônomico e sinantropia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro**, v. 79, n.1, p. 83-91, 1984.

DUFEEK, M. I.; OSCHEROV, E. B.; DAMBORSKY, M. P. & MULIERI, P. R. Calliphoridae (Diptera) in Human-Transformed and Wild Habitats: Diversity and Seasonal Fluctuations in the Humid Chaco Ecoregion of South America. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-12, 2019.

- ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composição e abundância de califorídeos e mesembrinelídeos (Insecta, Diptera) nas clareiras e matas da base de extração petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. **Resumo Anais do II Workshop de Avaliação Técnica e Científica**. Manaus: INPA, 2006. Disponível em: <[http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop\\_site/Resumos\\_PT1/pdf/04CALIFORIDEOS\\_CRISTINA\\_REVISADO.pdf](http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/workshop_site/Resumos_PT1/pdf/04CALIFORIDEOS_CRISTINA_REVISADO.pdf)>.
- FIGUEIREDO, A. L.; CARVALHO, R. P.; AZEVEDO, W. T.; TEIXEIRA, M. L. F.; REBELLO, M. T.; RAMOS, A. C. C.; LESSA, C. S. S. & AGUIAR, V. M. Faunistic Analysis of the Families Calliphoridae and Mesembrinellidae (Diptera) at Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 10, p. 1-9, 2018.
- GADELHA, B. Q.; FERRAZ, A. C. P. & AGUIAR-COELHO, V. M. A importância dos Mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. **Oecologia Brasiliensis**. v. 13, p. 661–665, 2009.
- GADELHA, B. Q.; RIBEIRO, A. C.; AGUIAR, V. M. & MELLO-PATIU, C. A. Edge effects on the blowfly fauna (Diptera, Calliphoridae) of the Tijuca National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 999–1007, 2015.
- GAMARRA, R. M.; TEIXEIRA-GAMARRA, M. C.; CARRIJO, M. G. G. & ANTÔNIO FILHO, C. P. Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de Unidade de Conservação no Cerrado. **Ra'e Ga - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 37, p. 307-332, 2016.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenação geral de observação da terra. Prodes – **Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro**, 2019. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/cerrado>>.
- LANDIS, D. A. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. **Basic and Applied Ecology**, v. 18, p. 1–12, 2016.
- LÚCIO, S. L. B.; PEREIRA, L. E. C. & LUDEWIGS, T. O Gado que Circulava: Desafios da Gestão Participativa e Impactos da Proibição do Uso do Fogo aos Criadores de Gado de Solta da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Veredas do Acari. **Biodiversidade Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 130-155, 2014
- MAS, J. F. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing**, v. 20, n. 1, p. 139-152, 1999.
- MAJER, L. D. Invertebrates as indicators for management. **Nature Conservation of Role Remnants of Native Vegetation**, v. 4, p. 353-354, 1987.
- MELLO-PATIU, C. A.; MARILUIS, J. C.; SILVA, K. P.; PATITUCCI, L. D. & MULIERI, P. R. Sarcophagidae. In: ROIG-JUÑENT, S.; CLAPS, L. E. & MORRONE, J. J. (eds.), **Biodiversidad de Artrópodos Argentinos**, v. 4, Editorial INSUE - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, pp. 475-490, 2014.
- MENDOZA, M. E.; GRANADOS, E. L.; GENELETTI, D.; PÉREZ-SALICRUP, D. R. & SALINAS, V. Analysing land cover and land use change process at watershed level: A

multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). **Applied Geography**, v. 31, p. 237-350, 2011.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento nos biomas brasileiros por satélite: acordo de cooperação técnica MMA/Ibama - Monitoramento do bioma Cerrado 2009/2010.** CID Ambiental, Brasília/DF, 2011.

MULIERI, P. R.; PATITUCCI, L. D.; SCHNACK, J. A. & MARILUIS, J. C. Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagidae Diptera in a gradient of urbanization. **Journal of Insect Science**, v. 11, p. 1–15, 2011.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-845, 2000.

MYERS, R. **Living with Fire—Sustaining Ecosystems & Livelihoods Through Integrated Fire Management.** The Nature Conservancy, 2006, 28p.

OLIVEIRA, D. L. & VASCONCELOS, S. D. Diversity, daily flight activity and temporal occurrence of necrophagous Diptera associated with decomposing carcasses in a semi-arid environment. **Neotropical Entomology**, v. 47, n. 470–477, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2018.

REGO, F.; RIGOLOT, E.; FERNANDES, P.; MONTIEL, C. & SILVA, S. S. **Towards Integrated Fire Management.** European Forest Institute, 2010.

RIBEIRO, A. C.; PAULINO, A. M.; PROENÇA, B.; LUZ, R. T.; LESSA, C. S. S. & AGUIAR, V. M. Influência de depósito de lixo em califorídeos (Diptera: Calliphoridae) de uma Área de Preservação Ambiental (APA) no município de Rio Bonito, Rio de Janeiro, Brasil. **Entomotropica**, v. 30, n. 10, p. 92-104, 2015.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: Embrapa- CPAC, p.289-556, 1998.

RIBEIRO, M. C. & FIGUEIRA, J. E. C. Uma Abordagem Histórica do Fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais – Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 212-227, 2011.

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; SCHELL, J. A. & DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. **Proceedings.** Washington: NASA, p.309-317, 1974.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S. & FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SCHMIDT, I. B.; SAMPAIO, M. B.; FIGUEIREDO, I. B. & TICKTIN, T. Fogo e artesanato

de capim-dourado no jalapão – usos tradicionais e consequências ecológicas. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 67-85, 2011.

SCHMIDT, I. B.; MOURA, L. C.; FERREIRA, M. C.; ELOY, L.; SAMPAIO, A. B.; DIAS, P. A. & BERLINCK, C. N. Fire management in the Brazilian savanna: First steps and the way forward. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, p. 2094–2101, 2018.

SILVA, J. S.; REGO, F.; FERNANDES, P. & RIGOLOT, E. **Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox**. European Forest Institute Reports, 2010, 244p.

SOUTHWORTH, J.; MUNROE, D. & NAGENDRA, H. Land cover and landscape fragmentation-comparing the utility of continuous and discrete analyses for a western Honduras region. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 101, p. 185-205, 2004.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C. & CARVALHO-FILHO, F. S. Composition, abundance and richness of Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in forests and forest gaps with different vegetation cover. **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 20–27, 2011.

SOUSA, J. R. P.; ESPOSITO, M. C.; CARVALHO-FILHO, F. S. & JUEN, L. The potencial uses of fleshflies and blowflies to evaluate the regeneration of clearings and forest conservation: A case study in the Amazon Forest. **Journal of Insect Science**. v. 14, n. 215, 2014.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S. & ESPOSITO, M. C. Distribution and Abundance of Necrophagous Flies (Diptera: Calliphoridae and Sarcophagidae) in Maranhão, Northeastern Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2015.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. & ESPOSITO, M. C. Evaluating the Effects of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for Conservation. **Plos one**, v. 11, n. 10, p. 1-23, 2016.

SOUSA, J. R. P.; CARVALHO-FILHO, F. S.; JUEN, L. & ESPOSITO, M. C. The effects of cattle ranching on the communities of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae and Sarcophagidae) in Northeastern Brazil. **Journal of Insect Conservation**, 2020.

VALVERDE-CASTRO, C.; BUENAVENTURA, L.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J. D. & WOLFF, M. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae: Sarcophaginae) from the Colombian Guajira biogeographic province, an approach to their ecology and distribution. **Zoologia**, v. 34, p. 1-11, 2017.

VAN DER WERF, G. R.; RANDERSON, J. T.; GIGLIO, L.; VAN LEEUWEN, T. T.; CHEN, Y.; ROGERS, B. M. & KASIBHATLA, P. S. Global fire emissions estimates during 1997-2016. **Earth System Science Data**, v. 9, n. 2, p. 697–720, 2017.

WILLMER, P. G. & UNWIN, D. M. Field analyses of insect heat budgets: reflectance, size and heating rates. **Oecologia**. v. 50, p. 250–255, 1981.

YEPES-GAURISAS, D.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J. D.; MELLO-PATIU, C. A. & ECHEVERRI, M. W. Synanthropy of Sarcophagidae (Diptera) in La Pintada, Antioquia-Colombia. **Revista de Biología Tropical**, v. 61, n. 3, p. 1275-1287, 2013.