

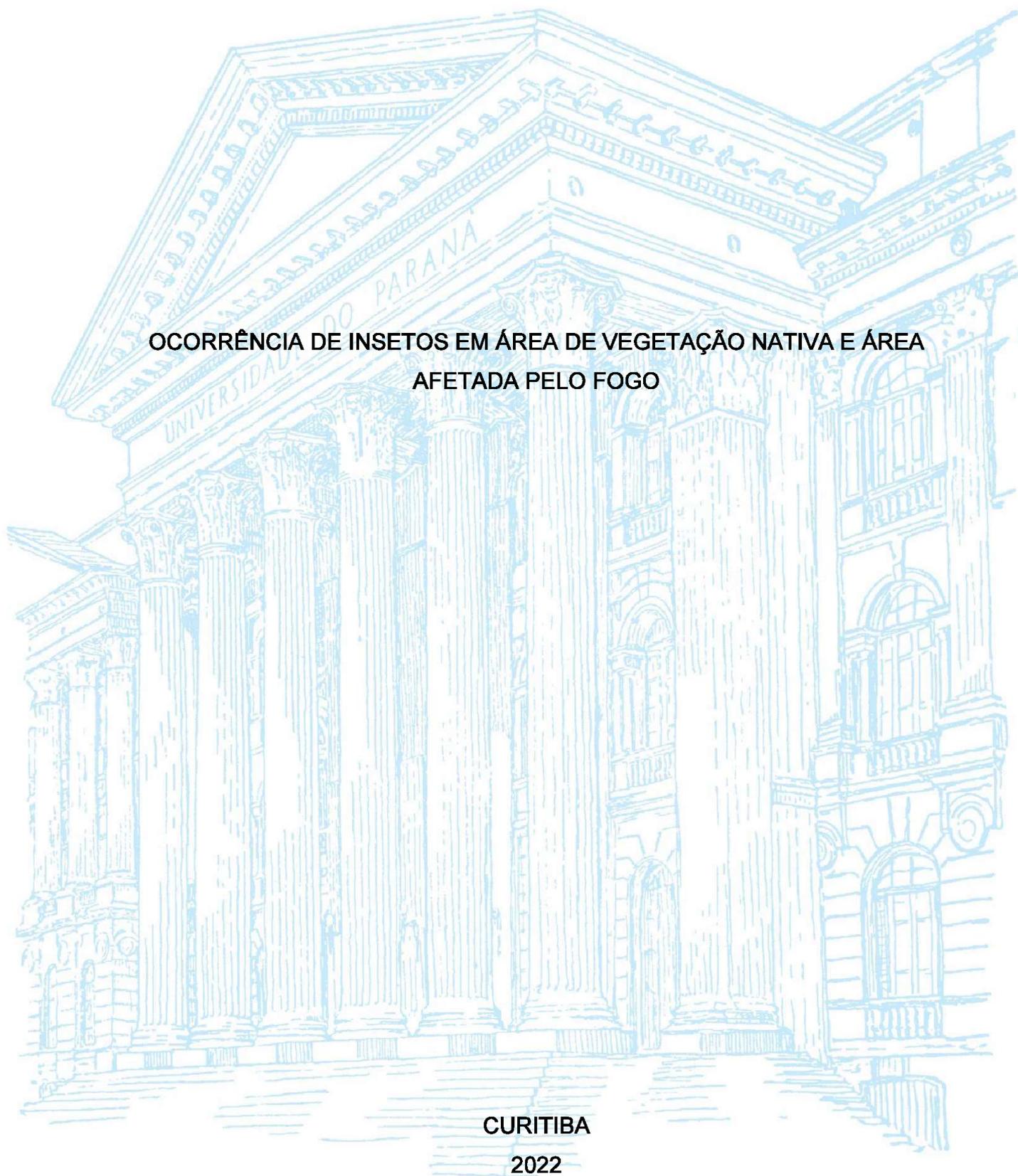
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISABELA MENDES BARZON

OCORRÊNCIA DE INSETOS EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA E ÁREA  
AFETADA PELO FOGO

CURITIBA

2022



**ISABELA MENDES BARZON**

**OCORRÊNCIA DE INSETOS EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA E ÁREA  
AFETADA PELO FOGO**

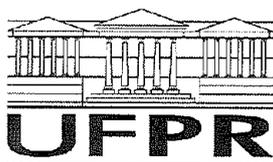
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador(a): Prof. Dr. Alexandre Behling

Coorientador(a): Prof. Dr. Alexandre França Tetto

**CIDADE**

**2022**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

## PARECER

Defesa nº 280

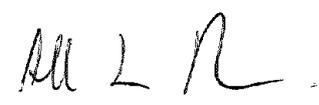
A Banca Examinadora, instituída pelo Colegiado do Curso de Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir **Isabela Mendes Barzon** em relação ao seu Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Ocorrência de insetos em área de vegetação nativa e área afetada pelo fogo**, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** na Disciplina ENGF010 - Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Florestal, condicionada a entrega da versão final corrigida.

  
Prof. Dr. Henrique Soares Koehler  
1º. Avaliador

  
Me. Kauana Engel  
2ª. Avaliadora

  
Prof. Dr. Alexandre Behling  
Orientador - Presidente da Banca

Curitiba, 02 de maio de 2022.

  
Prof. Dr. Allan Libanio Pelissari  
Vice-Coordenador do Curso de Engenharia Florestal em exercício

## **AGRADECIMENTOS**

Aos familiares, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

A Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de fazer o curso.

Aos integrantes do Laboratório de Incêndios Florestais, agradeço a todos pela ajuda e parceria em todas as fases desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre França Tetto, pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Behling, pela orientação, apoio e confiança.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, muito obrigada.

## RESUMO

Qual é o comportamento da ocorrência de insetos em áreas perturbadas e testemunha? O presente estudo tem como objetivo investigar essa questão, por meio da análise multivariada de perfil. A pesquisa foi realizada no Parque Estadual de Vila Velha, município de Ponta Grossa – PR, unidade de conservação que tem como objetivo conservar os fragmentos de campo nativo coexistentes com floresta de araucária. O objetivo foi comparar a ocorrência de insetos entre duas áreas, sendo uma perturbada pelo fogo (área A), com 25 ha, e testemunha (área B), com 28 ha. O estudo teve a duração de 10 meses (de maio de 2018 a fevereiro de 2019) e as coletas foram feitas a cada 30 dias entre junho de 2018 e janeiro de 2019. Foram instaladas 15 armadilhas do tipo *pitfall* em cada área. Inicialmente, foram identificadas as ordens a que pertenciam os insetos coletados. Depois, foram calculados os índices de diversidade (riqueza, constância, frequência, dominância e índice de Shannon-Weaver), e a média do número de insetos por ordem, número total de insetos por ordem, frequência de ocorrência das ordens, similaridade e densidade. Para comparar a diversidade utilizou-se o índice de Shannon-Weaver. Para comparar a ocorrência de insetos entre as duas áreas foi utilizado o teste de médias independentes para as variáveis: média do número de insetos por ordem, frequência de ocorrência das ordens, similaridade e densidade. E a análise multivariada de perfil para o número total de insetos por ordem. Foram identificadas as ordens Blattodea, Coleoptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera. Na área A, Hymenoptera foi a ordem mais abundante, com 76,7% do total dos insetos amostrados, seguido por Díptera (10,8%), Hemíptera (5,0%), Coleoptera (3,1%), Orthoptera (3,1%), Blattodea (0,8%) e Lepidoptera (0,4%). Na área B, Hymenoptera também foi a ordem mais abundante, com 43,8% dos insetos amostrados, seguido por Díptera (23,0%), Hemíptera (12,9%), Coleoptera (12,9%), Orthoptera (5,3%), Blattodea (1,8%) e Lepidoptera (0,5%). O índice de Shannon-Weaver para a área A foi de 1,4085 e para a área B de 1,4806, indicando alta similaridade na riqueza. A comparação entre os vetores médios indicou que existe diferença entre as duas áreas ( $T^2_{\text{calculado}} < T^2_{\text{Hotelling}}$ ) no número de insetos, tendo a área A maior quantidade que a área B. A análise de perfil indicou que os perfis médios gerados para as ordens Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera não são coincidentes ( $t=2,4937^*$ ,  $2,5984^*$ ,  $3,1575^*$ ,  $3,6043^*$ ), revelando que o número de insetos para a área A foi maior que na área B, para essas ordens.

Palavras-chave: Insecta, efeitos do fogo, diversidade de insetos

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS SUBÁREAS PARA AVALIAÇÃO DA ENTOMOFAUNA, PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ. .....	13
FIGURA 2: DIFERENÇA NA VEGETAÇÃO DA ÁREA A (AFETADA PELO FOGO) E ÁREA B (TESTEMUNHA), EM JUNHO DE 2018 .....	14
FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS ARMADILHAS PITFALL EM CADA SUBÁREA AMOSTRADA .....	15
FIGURA 4 – FITA (A) E ESTACA (B) PARA LOCALIZAÇÃO DAS ARMADILHAS PITFALL.....	16
FIGURA 5 – ARMADILHAS DO TIPO PITFALL UTILIZADA PARA COLETA DA ENTOMOFAUNA, PARQUE ESTADUAL DE VILA, PARANÁ.....	16
FIGURA 6 – ARMADILHA PITFALL COM INSETOS E LIQUIDO PRESERVANTE PRONTA PARA COLETA, PARQUE ESTADUAL DE VILA, PARANÁ. .....	17
FIGURA 7 – INSETOS RECÉM TIRADOS DA ESTUFA .....	18
FIGURA 8 – TRIAGEM DOS INSETOS PARA IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO EM SUAS RESPECTIVAS ORDENS.....	19
FIGURA 9 – PERFIS MÉDIOS PARA A VARIÁVEL NÚMERO TOTAL DE INSETOS TRANSFORMADOS PARA A ESCALA $\text{LOG}_{10}(10+n)$ EXPONENTE DE CADA ORDEM.....	31

## **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>GRÁFICO 1 – OCORRÊNCIA DE INSETOS NAS 4 ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NO PERÍODO DE JUNHO DE 2018 A JANEIRO DE 2019.....</b>	<b>24</b>
<b>GRÁFICO 2 – OCORRÊNCIA DOS INSETOS POR ORDEM EM CADA ÁREA, PARA O TOTAL DE COLETAS (8 MESES) .....</b>	<b>25</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TRANSFORMAÇÃO DE DADOS UTILIZADAS PARA SE APROXIMAR DA HOMOGENEIDADE DAS VARIÂNCIAS.....	23
TABELA 2 – RESULTADOS PARA AS VARIÁVEIS DE DIVERSIDADE DA ÁREA A (AFETADA PELO FOGO), PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ, BRASIL.....	26
TABELA 3 – RESULTADOS PARA AS VARIÁVEIS DE DIVERSIDADE DA ÁREA B (TESTEMUNHA), PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ, BRASIL. ....	27
TABELA 4 – CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS MÉDIA DO NÚMERO DE INSETOS, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ORDENS, SIMILARIDADE E DENSIDADE; VETORES DE MÉDIA PARA CADA ÁREA DE ESTUDO E TESTE T <sup>2</sup> DE HOTTELING PARA COMPARAR OS DOIS VETORES DE MÉDIAS ORIUNDOS DE ÁREAS AFETADA PELO FOGO (A) E TESTEMUNHA (B) .....	28
TABELA 5 – ANÁLISE MULTIVARIADA DE PERFIL PARA O EFEITO DA ÁREA (A= FOGO; B= TESTEMUNHA) NO NÚMERO DE INSETOS DAS ORDENS, PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ, BRASIL. ....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
1.1 OBJETIVOS .....	9
1.1.1 Objetivos gerais .....	9
1.1.2 Objetivos específicos.....	9
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
3.1 EXPERIMENTO .....	12
3.1.1 Localização da área de estudo.....	12
3.1.2 Justificativa de escolha do local .....	13
3.1.3 Distribuição das armadilhas <i>pitfall</i> na área de estudo .....	15
3.1.4 Características das armadilhas <i>pitfall</i> e líquido preservante.....	16
3.1.5 Avaliação da entomofauna: Coleta, limpeza e triagem .....	17
3.1.5.1 Coleta .....	17
3.1.5.2 Limpeza .....	18
3.1.5.3 Triagem .....	18
3.2 ESTATÍSTICA DE DIVERSIDADE .....	19
3.2.1 Riqueza (S) .....	19
3.2.2 Frequência .....	19
3.2.3 Constância .....	20
3.2.4 Ordens dominantes .....	20
3.2.5 Índice de Shannon-Weaver .....	20
3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA DOS DADOS .....	20
3.3.1 Comparação entre vetores médios independentes de duas populações .....	21
3.3.2 Análise multivariada de perfil.....	22
3.3.2.1 Transformação dos dados .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
4.1 ESTATÍSTICA DE DIVERSIDADE .....	24
4.2 ANÁLISES DE DADOS MULTIVARIADA.....	28
4.2.1 Comparação entre vetores médios das áreas afetada pelo fogo (A) e testemunha (B).....	28
4.2.2 Análise multivariada de perfil para o número total de insetos .....	28
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O fogo é responsável por parte importante de problemas socioambientais e econômicos no mundo (SANTOS; SOARES; BATISTA, 2006). No Brasil, apenas em 2019, foram registrados 197.632 incêndios, que abrangeram todos os biomas do país – Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa. De acordo com Da Silva Junior et al. (2020), entre 1999 e 2018, 16.141.383 focos de incêndios foram registrados no Brasil, sendo 9,89% na Mata Atlântica, entre os meses de janeiro e abril. Desse número, a maioria foi de origem humana, comprometendo ecossistemas e contribuindo para o ciclo do carbono (DA SILVA JUNIOR et al., 2020).

Um dos assuntos de interesse em engenharia florestal está relacionado com a ocorrência de insetos nos ecossistemas. Esta informação pode revelar condições ambientais, uma vez que insetos desempenham papéis importantes no ecossistema e atuam na decomposição, ciclagem de nutrientes, produtividade secundária, polinização, fluxo de energia, dispersão de sementes e controle de populações de outros insetos e plantas (PRICE *et al.*, 1984).

A ocorrência, distribuição, desenvolvimento e abundância dos insetos está intrinsecamente ligada às condições ambientais em que se encontram, estando relacionado com os elementos meteorológicos, edáficos, também com a vegetação e alimento disponível. O fogo tem efeito direto sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução de plantas, também atuando no banco de sementes. É um dos eventos que promove sucessão vegetal e mudanças na composição florística (STEUTER & McPHERSON, 1995; BOND & WILGEN, 1996).

Entretanto, o fogo não representa apenas perdas no ecossistema, pois é condição de sobrevivência em ecossistemas específicos. O estudo de Behling et al. (2009) revela que o fogo impede a expansão da Floresta com Araucária sobre o Campo Natural, e que é um importante fator de controle dos mosaicos e limites dessas vegetações. Nesse sentido, Degaspari et al. (1983) pesquisaram o efeito do fogo sobre a população de insetos de solo e aéreos e identificaram que os insetos de solo são mais resistentes aos danos causados pelos incêndios. O motivo para isso é que eles usam a primeira camada do solo (5 cm) como abrigo.

Um importante aspecto a ser compreendido pelos Engenheiros Florestais é quantificar a ocorrência de insetos em áreas perturbadas pelos incêndios em comparação com áreas de vegetação não perturbadas. Qual é o comportamento da

ocorrência de insetos nessas áreas? Isso pode revelar indicadores para projetos de recuperação e restauração das áreas. Sendo assim, esse trabalho se propõe a analisar a ocorrência de insetos em áreas perturbadas pelo fogo em relação a áreas não perturbadas no Parque Estadual de Vila Velha – PR.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivos gerais

Comparar a ocorrência de insetos no Parque Estadual de Vila Velha/PR em duas áreas, sendo uma perturbada pelo fogo (área A) e outra não perturbada pelo fogo (área B).

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Classificar os insetos em ordens para cada área;
- b) Calcular os índices de diversidade: riqueza, frequência, constância, ordens dominantes e Shannon-Weaver para cada área;
- c) Comparar as duas áreas de estudo por meio da análise multivariada de vetores de amostras independentes e de perfil.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Vários fatores ambientais estão diretamente relacionados ao desenvolvimento de insetos em determinados sítios ecológicos, pois eles desempenham diferentes papéis nos ecossistemas dependendo das características físicas, químicas e ecológicas do ambiente (AZEVEDO et al., 2011). Embora essas questões possam ser estudadas, deve-se levar em consideração que cada espécie de inseto se comporta e responde de forma diferente em cada ambiente devido a fatores que afetam esses locais (FERNANDES et al., 2011). A análise de certos organismos tem sido uma das técnicas utilizadas para avaliar as mudanças ambientais.

Holloway et al. (1987) afirmam que os insetos podem ser considerados indicadores adequados e alguns estudos sobre a interação entre fauna e meio ambiente têm sido realizados para melhor compreender a comunidade de insetos do ecossistema (LAROCA; MIELKE, 1975). Dependendo do que interrompe ou passa a fazer parte da cadeia ecológica, Gallo et al. (2002) afirmam que tem efeitos (positivos ou negativos) nas populações de insetos, nos humanos e no ambiente em que ambos estão inseridos. Desta forma, pode-se perceber que alguns destes são indicadores de problemas ambientais, pois interagem com o ambiente afetado (AZEVEDO et al., 2011), possibilitando analisar como funcionam suas interações e condições ambientais sob as quais os insetos ocorrem em termos de sua estabilidade ecológica no local.

No caso dos efeitos do fogo, acredita-se que ele desempenha um papel importante na interação entre as plantas e as condições ambientais do ecossistema (WHELAN, 1995). Segundo Ribeiro (1997), dependendo das condições em que ocorrem os eventos de fogo, os resultados podem ter efeitos diversos no meio ambiente, afetando ao máximo a composição dessas áreas. Dessa forma, estudando as condições ambientais que o fogo afeta, pode-se analisar o grau de impacto sobre os insetos. As causas e consequências das condições ambientais são importantes porque afetam a estrutura das comunidades de insetos (CASTRO et al., 1990).

Os efeitos do fogo na fauna têm um forte impacto nos níveis populacionais de insetos desde o início da perturbação pelo fogo. Segundo Wikars e Schimmel (2001), observa-se uma diminuição no número de indivíduos após a queima, sendo a maioria diretamente afetada pelo fogo. A maioria dos insetos possui mecanismos de

sobrevivência e entra em estado latente ou dormente, que é afetado por questões ambientais (umidade, temperatura e tipo de vegetação) (COY, 1994).

Um estudo de Zimmer e Parmenter (1998) sugere que existem alguns resultados que mostram maiores taxas de mortalidade de insetos que vivem em plantas após um incêndio, mas eles rapidamente repovoam as áreas vindas de regiões adjacentes não afetadas pelo fogo. Em contraste, os insetos do solo são menos afetados pelo fogo e aumentam em número logo após o fogo (WHELAN, 1995). Conforme explicado por Degaspari et al. (1983), os insetos sobrevivem devido às baixas temperaturas atingidas durante o incêndio nos primeiros 5 cm de profundidade do solo. Desta forma, os predadores podem sobreviver aos efeitos do fogo porque são altamente móveis e podem se abrigar no solo.

Embora poucos estudos na área comprovassem essa teoria, Harris (1984) havia observado um interesse crescente nas consequências dos impactos ambientais sobre as florestas e a conservação da biodiversidade na época. Mesmo assim, limitam-se a pequenos fragmentos florestais encontrados que contêm a maior parte da biodiversidade, e os estudos se limitam a perspectivas conservacionistas, nas quais a estabilidade das comunidades de insetos não foi estudada (GRADWOHL; GREENBERG, 1991).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 EXPERIMENTO

##### 3.1.1 Localização da área de estudo

O Estudo foi realizado no Parque Estadual de Vila Velha (PEVV), o que é uma unidade de conservação de uso integral (BRASIL, 2000), criado pela Lei n° 1.292, de 12 de outubro de 1953 (PARANÁ, 1953). O parque está localizado na região dos Campos Gerais, segundo planalto paranaense, no município de Ponta Grossa, entre as coordenadas 25° 12' 34" e 25° 15' 35" S, e 49° 58' 04" e 50° 03' 37" W, e apresenta uma área de 3.122,11 hectares (IAP, 2004).

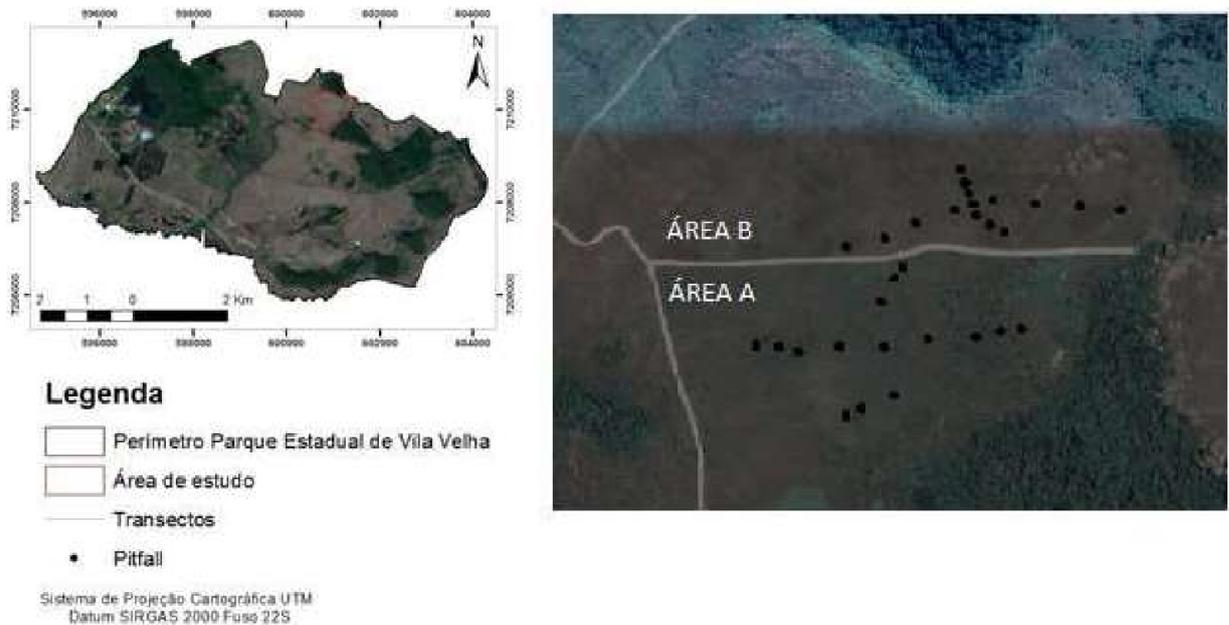
O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é Cfb - clima temperado, que se caracteriza pela temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C, com verões frescos, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C e sem estação seca definida (IAPAR, 2000).

A vegetação predominante no PEVV é a estepe gramíneo-lenhosa (campos), que coexiste com florestas com araucária, que aparecem em formações ripárias ou capões isolados (MELO, 2006).

A área de estudo está situada ao norte do parque, na zona de uso denominada "primitiva de uso prioritário para conservação". Essa denominação ocorre devido à baixa intervenção antrópica, maior grau de conservação, naturalidade e importância ecológica (IAP, 2004).

A área total de estudo (53 ha) foi dividida em duas subáreas distintas conforme os diferentes períodos de perturbação pelo fogo, sendo: área A, com aproximadamente 25,0 ha e queimada no ano de 2017. E área B (chamada de "testemunha"), com aproximadamente 28,0 ha e queimada em 2015 (FIGURA 1).

**FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS SUBÁREAS PARA AVALIAÇÃO DA ENTOMOFAUNA, PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ.**



Fonte: Adaptado de IAP (2004); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) (2013).

### 3.1.2 Justificativa de escolha do local

As áreas foram escolhidas por estarem em uma região do Parque Estadual de Vila Velha – PR que sofre o mínimo de interferência antrópica pois não é permitida a visitação da área. Isso permite que o experimento reflita as condições mais próximas da realidade do ecossistema avaliado. Outro fator que determinou a escolha do local foi que a região possuía as duas áreas (A e B) com vegetação em estágios diferentes de desenvolvimento, devido ao intervalo da perturbação pelo fogo (FIGURA 2).

FIGURA 2: DIFERENÇA NA VEGETAÇÃO DA ÁREA A (AFETADA PELO FOGO) E ÁREA B (TESTEMUNHA), EM JUNHO DE 2018



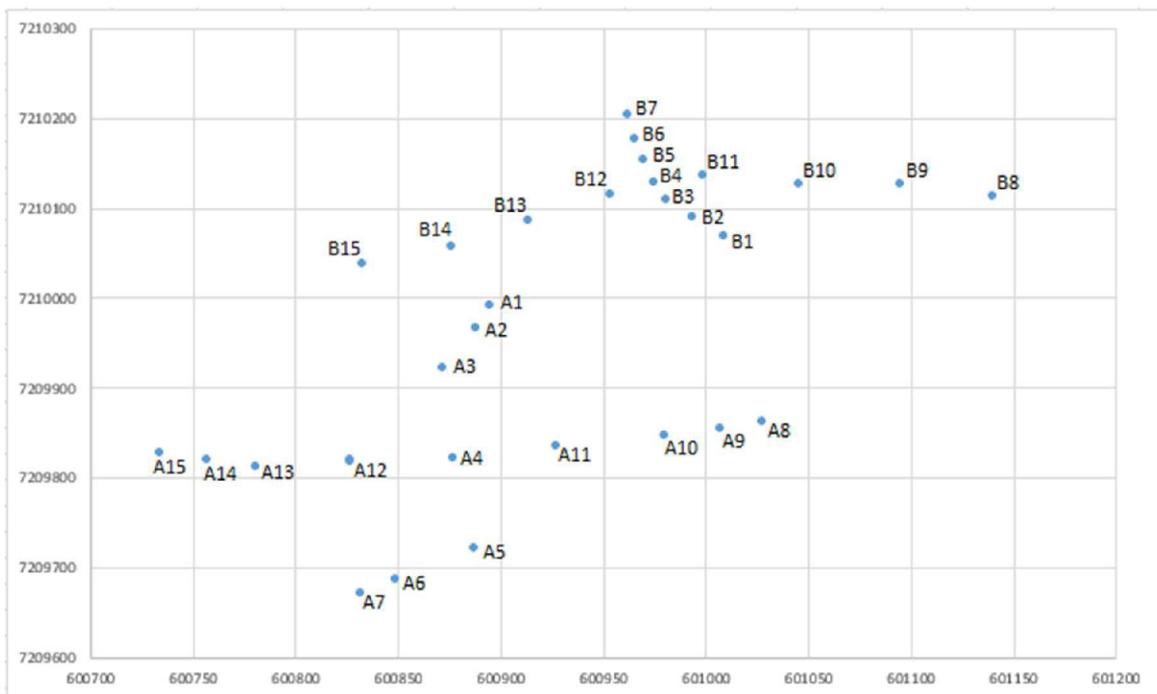
Fonte: A autora (2018).

Uma vez que todo o parque participa do regime de queima controlada, não existem áreas “originais”, mas sim de queima mais antiga. Desta forma, no experimento determinou-se que a área B seria a área testemunha, pois teve a queimada há mais tempo (2015) e sua vegetação já estava recuperada – muito próximo de uma nova intervenção.

### 3.1.3 Distribuição das armadilhas *pitfall* na área de estudo

Em cada subárea foram instaladas 15 armadilhas do tipo *pitfall*, visando assimilar as características de florística e do comportamento do relevo. Dessa forma, os transectos das duas áreas foram posicionados com distâncias distintas, mas de forma espelhada como demonstrado na FIGURA 3.

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS ARMADILHAS PITFALL EM CADA SUBÁREA AMOSTRADA



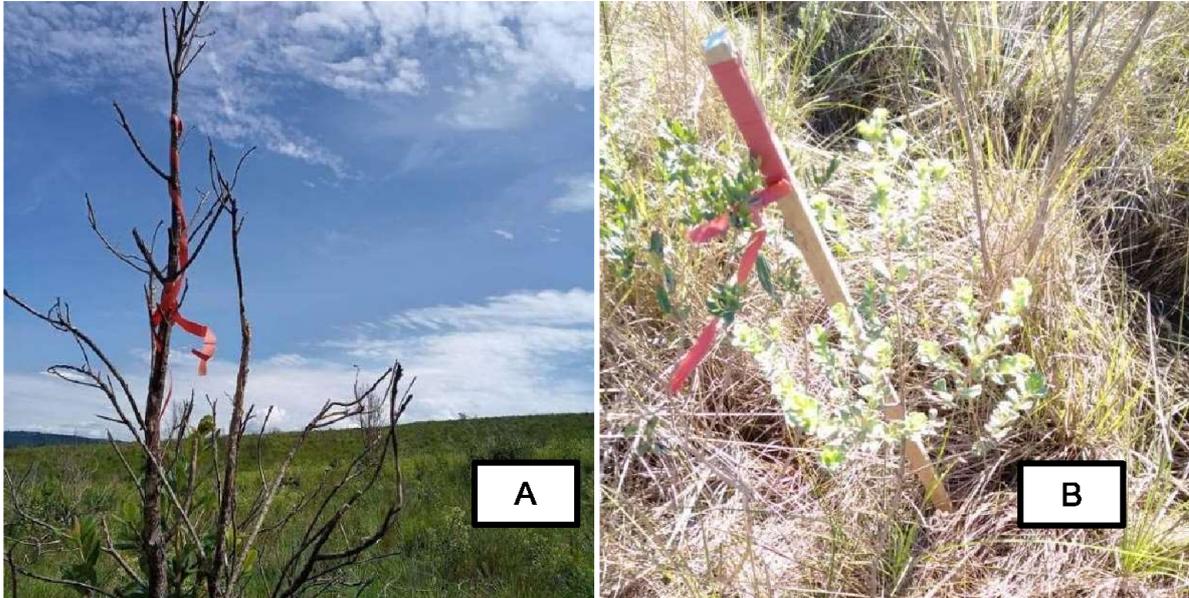
Fonte: A autora (2018).

Na área A os *pitfalls* foram distribuídos em dois transectos com distâncias progressivas. No transecto norte-sul, as distâncias adotadas foram de 25, 50 e 100 m, da bordadura para o centro da área (A1 a A4; A4 a A7). Já no transecto leste-oeste, as distâncias adotadas foram de 100 m entre a armadilha do centro e as suas duas adjacentes (A4-A11-A10; A4-A12-A13), e 50 m entre as armadilhas das extremidades (A10-A9-A8; A13-A14-A15).

Na área B a distribuição foi diferente. No transecto norte-sul, a distância entre *pitfalls* adotada foi de 25 m (B1 a B7). No transecto leste-oeste, as distâncias foram progressivas, sendo: 50 m entre B12 e B11 em relação a intersecção dos transectos (B4) e 100 m entre as demais armadilhas (B12-B13-B14-B15; B11-B10-B9-B8). Para

facilitar a identificação das armadilhas, foram utilizadas fitas vermelhas e estacas (FIGURA 4).

FIGURA 4 – FITA (A) E ESTACA (B) PARA LOCALIZAÇÃO DAS ARMADILHAS *PITFALL*.

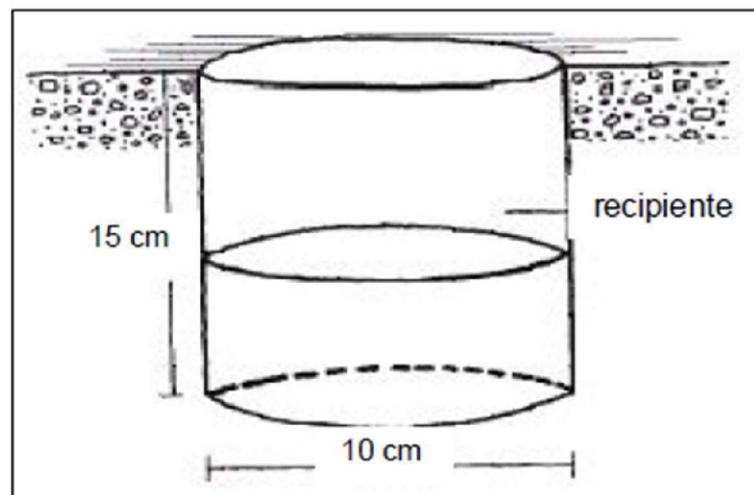


Fonte: A autora (2018).

#### 3.1.4 Características das armadilhas *pitfall* e líquido preservante

O método adotado para a coleta de entomofauna foi armadilha terrestre do tipo *pitfall* (armadilhas enterradas no solo), que consiste no uso de garrafas PET cortadas na altura de 15cm (FIGURA 5),

FIGURA 5 – ARMADILHAS DO TIPO *PITFALL* UTILIZADA PARA COLETA DA ENTOMOFAUNA, PARQUE ESTADUAL DE VILA, PARANÁ.



Fonte: CONSTATINO et al (2002), modificado pela autora

Em cada armadilha foi inserida uma solução preservante com o objetivo de evitar o apodrecimento dos insetos até a data da coleta. A formulação adotada para a solução preservante foi 1 litro de água, 25 ml de detergente e 100 g de sal. O uso do detergente é importante para a quebra da tensão superficial da água, possibilitando a dispersão dos insetos no líquido, enquanto o sal atua como atrativo e conservante (SUTHERLAND, 2006; ALMEIDA et al., 2006). Dentro dos recipientes (garrafas PET) foram colocados cerca de 300 ml da solução preservante. Essa quantidade suporta a evaporação e não transborda em caso de chuvas no período entre coletas.

### 3.1.5 Avaliação da entomofauna: Coleta, limpeza e triagem

#### 3.1.5.1 Coleta

O estudo teve duração de 10 meses, com início em maio de 2018 e conclusão em fevereiro de 2019. Nesse período foram realizadas 8 coletas a cada 30 dias, nas 15 armadilhas instaladas em cada área.

A coleta ocorreu por meio da transferência de todo o conteúdo presente nas armadilhas (insetos e líquido preservante) (FIGURA 6) para potes fechados. Posteriormente a armadilha avaliada era reposicionada com novo líquido preservante e os potes eram encaminhados para a limpeza

FIGURA 6 – ARMADILHA PITFALL COM INSETOS E LIQUIDO PRESERVANTE PRONTA PARA COLETA, PARQUE ESTADUAL DE VILA, PARANÁ.



Fonte: A autora (2018)

### 3.1.5.2 Limpeza

A limpeza dos insetos coletados foi realizada com o auxílio de uma pinça, peneira e água corrente para remover todas as impurezas (FIGURA 7). Após isso, os insetos foram condicionados em pequenos potes e foram colocadas em estufa, 35° C, por cerca de 40 horas.

FIGURA 7 – INSETOS RECÉM TIRADOS DA ESTUFA



Fonte: A autora (2018).

### 3.1.5.3 Triagem

A triagem refere-se à etapa de identificação e classificação dos insetos nas suas respectivas ordens (FIGURA 8). A identificação foi realizada por meio de chave de identificação de Buzzi (2013) e por meio da comparação com imagens da internet. Após isso, os insetos identificados foram armazenados em pequenos potes por ordem e agrupados por data da coleta.

FIGURA 8 – TRIAGEM DOS INSETOS PARA IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO EM SUAS RESPECTIVAS ORDENS.



Fonte: A autora (2018).

### 3.2 ESTATÍSTICA DE DIVERSIDADE

As variáveis determinadas nesse estudo foram: riqueza (S), frequência ( $\rho_i$ ), constância (C), ordens dominantes, índice de Shannon-Weaver (H'). Todas foram obtidas por meio do *software* ANAFU (MORAES et al., 2003).

#### 3.2.1 Riqueza (S)

A riqueza representa o número total de ordens observadas na comunidade.

#### 3.2.2 Frequência

A frequência absoluta representa a proporção de indivíduos de uma ordem em relação ao total de indivíduos da amostra, onde:

$$\rho_i = \frac{n_i}{N}$$

$n_i$  = número de indivíduos da ordem  $i$

$N$  = total de indivíduos da amostra

### 3.2.3 Constância

A constância representa a porcentagem de amostras em que certa ordem esteve presente, em que:

$$C = \frac{p \times 100}{N}$$

$p$  = número de amostras com a ordem presente

$N$  = número total de amostras.

### 3.2.4 Ordens dominantes

As ordens dominantes são aquelas que apresentam frequência superior a  $1/S$ , sendo  $S$  o número total de ordens da comunidade.

### 3.2.5 Índice de Shannon-Weaver

O índice de Shannon-Weaver avalia o grau de incerteza na previsão sobre a que ordem o indivíduo escolhido ao acaso pertence, de uma amostra com  $S$  ordens e  $N$  indivíduos, sendo:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (\rho_i \times \ln \rho_i)$$

$\rho_i$  = frequência de cada ordem para  $i$  variando de 1 a  $S$  (riqueza).

## 3.3 ANÁLISE MULTIVARIADA DOS DADOS

Foram estimadas as seguintes variáveis para utilização nas análises multivariadas:

- Média ( $\bar{X}$ ) do número de insetos por ordem
- Número total de insetos por ordem
- Frequência de ocorrência das ordens
- Similaridade
- Densidade

A similaridade foi calculada a partir da distância euclidiana, definida por:

$$d(\underline{a}, \underline{b}) = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{aj} - X_{bj})^2}$$

$p = 1, 2, \dots, j$  (períodos de coleta)

$X_{aj}$  = valor da variável  $j$  (períodos de coleta) para o indivíduo  $a$  (ordens)

$X_{bj}$  = valor da variável  $j$  (períodos de coleta) para o indivíduo  $b$  (ordens)

A densidade foi calculada a partir da frequência de ocorrência das ordens e da área (ha):

$$\mu = \frac{\text{Frequência das ordens}}{A_i}$$

$\mu$  = densidade

$A_i$  = área (ha) da amostra

### 3.3.1 Comparação entre vetores médios independentes de duas populações

Os vetores médios entre as duas populações foram comparados por meio do teste  $T^2$  de Hotelling. Um teste de homogeneidade das matrizes de variância-covariância foi aplicado à priori. Assim, foi identificado que às matrizes não eram homogêneas e isso condicionou a aplicação do teste  $T^2$  para matrizes variância-covariância diferentes. A hipótese da nulidade, referente que os dois vetores de média não possuem diferenças entre si, foi testada pela seguinte expressão:

$$T^2 = [(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)]' \left[ \left( \frac{1}{n_1} S_1 + \frac{1}{n_2} S_2 \right) \right]^{-1} [(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\underline{\mu}_1 - \underline{\mu}_2)] > \chi_p^2(\alpha)$$

Em que:

$T^2$  = estatística de Hotelling

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$  = os vetores de médias para as amostras afetada pelo fogo (A) e testemunha (B)

$\underline{\mu}_1, \underline{\mu}_2$  = vetor de médias zero, da hipótese.

$S_1, S_2$  = matrizes da variância-covariâncias para as amostras afetada pelo fogo (A) e testemunha (B)

$n_1, n_2$  = tamanho das amostras afetada pelo fogo (A) e testemunha (B)

$\chi_p^2(\alpha)$  = estatística de Qui-quadrado.

$p$  = número de variáveis

$\alpha$  = nível de significância de 5%

### 3.3.2 Análise multivariada de perfil

A análise de perfil multivariada foi realizada com o objetivo de testar a diferença do número de insetos de cada ordem entre as áreas estudadas (A = com fogo e B = testemunha). Optou-se por essa análise pelo fato que os dados analisados apresentam autocorrelação das observações, que ocorre devido ao fato de as coletas serem realizadas sempre nas mesmas armadilhas em épocas distintas.

A análise de perfil consistiu no teste de duas Hipóteses nulas ( $H_{01}$  e  $H_{02}$ ):

$H_{01}$ : Os perfis médios são paralelos (similares em aparência). Se  $H_{01}$  é aceita não existe interação entre época e área afetada pelo fogo (A) e testemunha (B) em relação ao número total de insetos da ordem.

$H_{02}$ : Os perfis médios gerado para cada área estudada são coincidentes (estão no mesmo nível). Neste caso, se  $H_{02}$  é aceita não existe diferença entre a área afetada pelo fogo (A) e testemunha (B) no número de insetos da ordem.

A hipótese  $H_{01}$  foi avaliada por meio do teste  $T^2$  de Hotelling e a hipótese  $H_{02}$  por meio do teste t de student. Os cálculos foram realizados no *software* Matlab e no Excel. O desenvolvimento dos cálculos foi baseado em Rencher (2003). Inicialmente foi realizada uma seleção das ordens para realização dessa análise. O critério estabelecido foi de se ter um total mínimo de 5 insetos da ordem ao final das épocas de avaliação, para viabilizar o cálculo dos testes aplicados. Assim, essa análise foi

efetuada somente para as ordens Blattodea, Coleoptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera.

Os valores foram somados para obtenção de 4 épocas (junho e julho, agosto e setembro, outubro e novembro, dezembro e janeiro), coincidentes com as estações do ano.

### 3.3.2.1 Transformação dos dados

Uma das condicionantes para aplicação da análise de perfil é a homogeneidade das variâncias. Nesse sentido, os dados das variáveis número total de insetos de cada ordem foram transformados (TABELA 1), visando assegurar tal condição.

TABELA 1 – TRANSFORMAÇÃO DE DADOS UTILIZADAS PARA SE APROXIMAR DA HOMOGENEIDADE DAS VARIÂNCIAS.

<b>ORDEM</b>	<b>TRANSFORMAÇÃO</b>
Blattodea	$\log_{10}((10 + n)^{0.8})$
Coleoptera	
Díptera	$\log_{10}((10 + n)^{0.5})$
Hemíptera	
Hymenoptera	
Orthoptera	$\log_{10}((10 + n)^{0.9})$

$n$  = número total de insetos

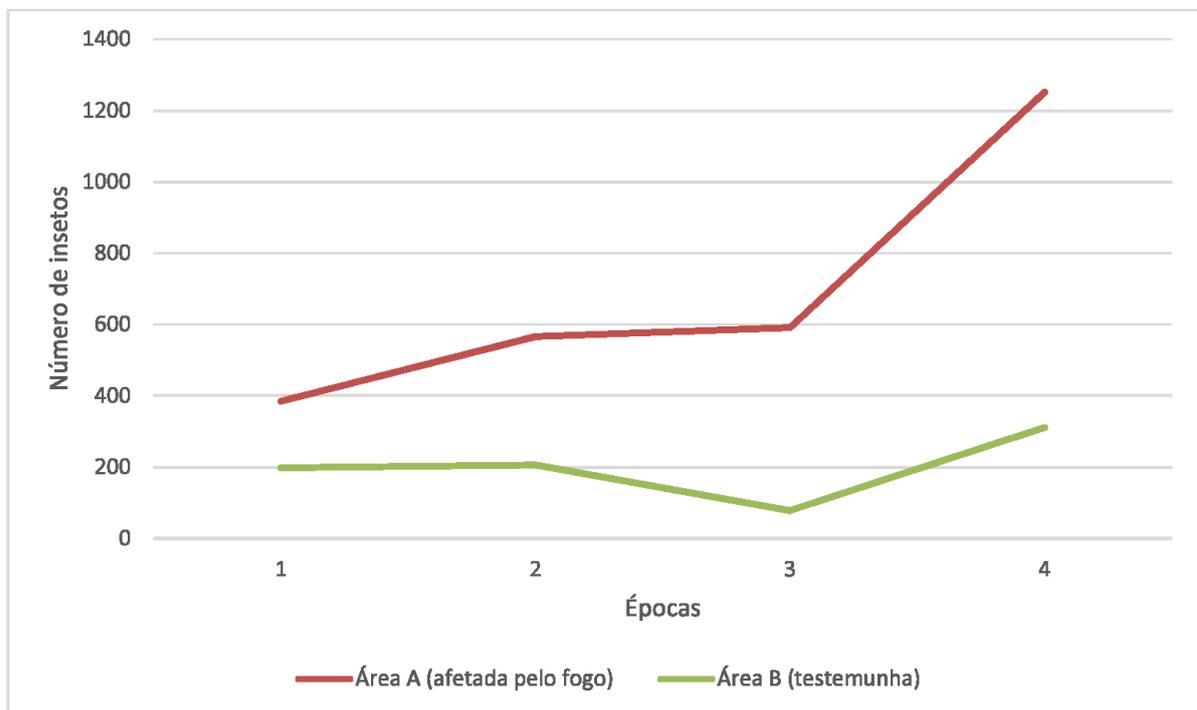
FONTE: A autora (2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ESTATÍSTICA DE DIVERSIDADE

Na área A (afetada pelo fogo) o número total de insetos foi de 2794, e na área B (testemunha) de 793. Ao longo das 4 épocas de avaliação o número de insetos aumentou em ambas as áreas (GRÁFICO 1). Esse comportamento está associado a condições meteorológicas, visto que houve menos insetos nas épocas 1 e 2, as quais referem-se aos períodos de junho a julho e agosto a setembro. Conforme Bordin e Sartor (2016), as baixas temperaturas no inverno podem ser fator limitante para o aparecimento de algumas ordens de insetos.

GRÁFICO 1 – OCORRÊNCIA DE INSETOS NAS 4 ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO NO PERÍODO DE JUNHO DE 2018 A JANEIRO DE 2019.

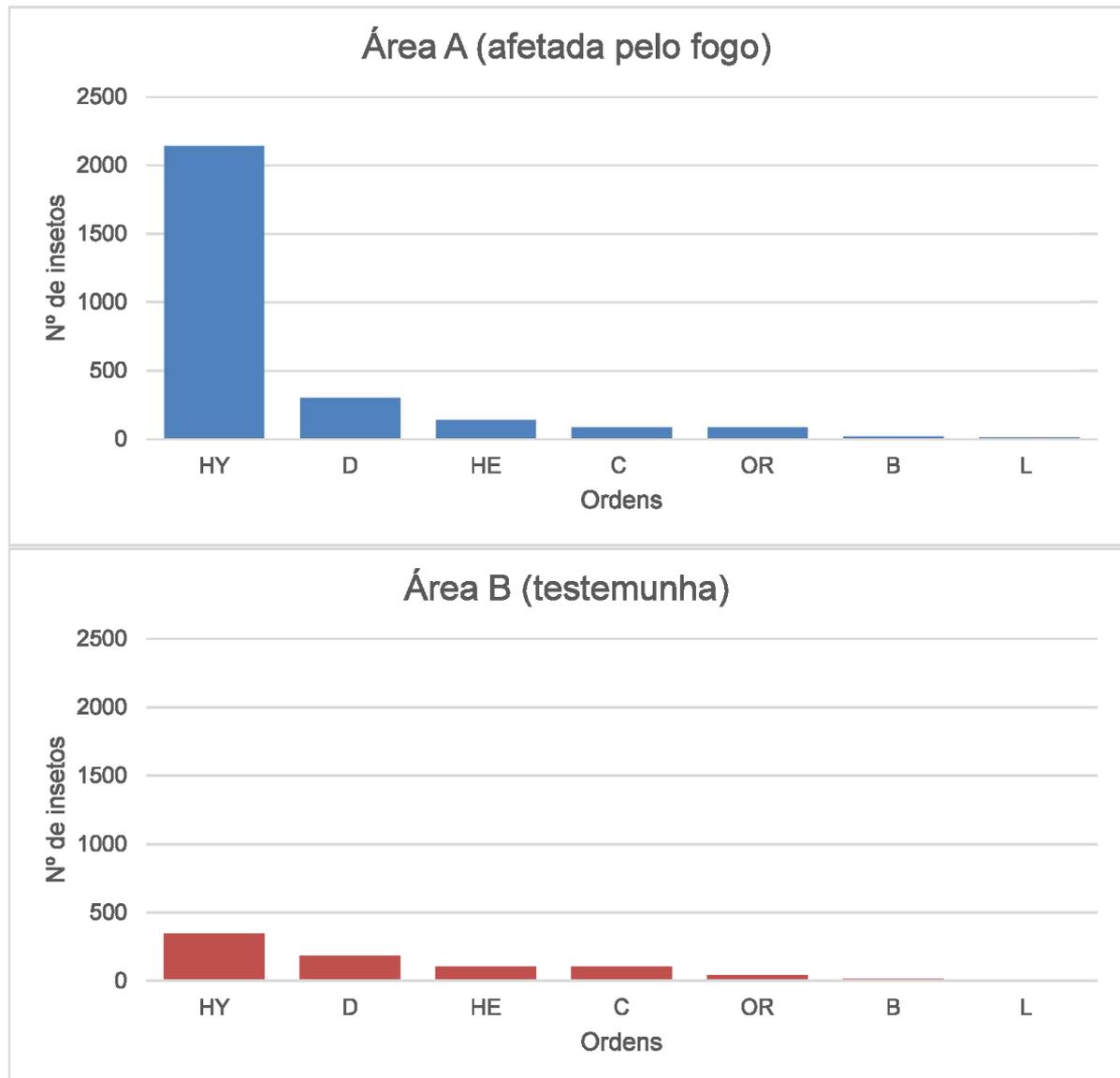


Sendo: Época 1 = junho e julho; Época 2 = agosto e setembro; Época 3 = outubro e novembro; Época 4 = dezembro e janeiro

FONTE: A autora (2022).

Dentre os insetos amostrados, foram identificadas as ordens: Blattodea, Coleoptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera (GRÁFICO 2). Na Área A, Hymenoptera foi a ordem mais abundante, com 76,7% do total dos insetos amostrados, seguido por Díptera (10,8%), Hemíptera (5,0%), Coleoptera (3,1%), Orthoptera (3,1%), Blattodea (0,8%) e Lepidoptera (0,4%).

GRÁFICO 2 – OCORRÊNCIA DOS INSETOS POR ORDEM EM CADA ÁREA, PARA O TOTAL DE COLETAS (8 MESES)



Ordens: B = Blattodea; C = Coleoptera; D = Díptera; HE = Hemíptera; HY = Hymenoptera; L = Lepidoptera; OR = Orthoptera.

FONTE: A autora (2022).

Na Área B, Hymenoptera também foi a ordem mais abundante, com 43,8% dos insetos amostrados, seguido por Díptera (23,0%), Hemíptera (12,9%), Coleoptera (12,9%), Orthoptera (5,3%), Blattodea (1,8%) e Lepidoptera (0,5%). A diferença expressiva no número de insetos de Hymenoptera entre as duas áreas pode ser explicada pela ocorrência de um *outlier* no mês de dezembro na área A – apenas na armadilha A8 foram encontradas 886 formigas. A hipótese é que um novo formigueiro estivesse em formação na região próxima à armadilha, já que segundo a Embrapa

Florestas (2021), o período de revoada de formigas ocorre entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de janeiro.

Para a Área A (afetada pelo fogo), os resultados obtidos para as variáveis de diversidade estão descritos na TABELA 2.

TABELA 2 – RESULTADOS PARA AS VARIÁVEIS DE DIVERSIDADE DA ÁREA A (AFETADA PELO FOGO), PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ, BRASIL.

Ordem	Nº	Ocorrência	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
B	22	50%	Dom	disperso	PF	W
C	87	100%	Dom	comum	F	W
D	303	100%	Dom	muito abundante	MF	W
HE	140	100%	Dom	comum	F	W
HY	2144	100%	SuDom	superabundante	SF	W
L	11	63%	Dom	disperso	PF	W
OR	87	88%	Dom	comum	F	W
Número total de indivíduos					2794	
Número de ordens					7	
Número total de coletas					8	
Índice de Diversidade (Shannon-Weaver)					1,4085	
Intervalo de Confiança de H: (P=0,05)					[1,406173;1,410728]	

Ordens: B = Blattodea; C = Coleoptera; D = Díptera; HE = Hemíptera; HY = Hymenoptera; L = Lepidoptera; OR = Orthoptera. Dominância: NDom = não dominante; Dom = dominante; SuDom = super dominante. Frequência: PF = pouco frequente; F = frequente; MF = muito frequente; SF = super frequente. Constância: Z = acidental; Y = acessória; W = constante.

FONTE: A autora (2022).

Para a Área B (testemunha), os resultados obtidos para as variáveis de diversidade estão apresentados na TABELA 3.

TABELA 3 – RESULTADOS PARA AS VARIÁVEIS DE DIVERSIDADE DA ÁREA B (TESTEMUNHA), PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ, BRASIL.

Ordem	Nº	Ocorrência	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
B	14	38%	Dom	disperso	PF	Y
C	102	100%	Dom	comum	F	W
D	182	100%	Dom	comum	F	W
HE	102	88%	Dom	comum	F	W
HY	347	100%	Dom	muito abundante	MF	W
L	4	38%	NDom	disperso	PF	Y
OR	42	88%	Dom	comum	F	W
Número total de indivíduos					793	
Número de ordens					7	
Número total de coletas					8	
Índice de Diversidade (Shannon-Weaver)					1,4806	
Intervalo de Confiança de H: (P=0,05)					[1,478690;1,482505]	

Ordens: B = Blattodea; C = Coleoptera; D = Díptera; HE = Hemíptera; HY = Hymenoptera; L = Lepidoptera; OR = Orthoptera. Dominância: NDom = não dominante; Dom = dominante; SuDom = super dominante. Frequência: PF = pouco frequente; F = frequente; MF = muito frequente; SF = super frequente. Constância: Z = acidental; Y = acessória; W = constante.

FONTE: A autora (2022).

A diferença no índice de Shannon-Weaver pode ser explicada pela teoria ecológica, que, segundo Andow (1991), sugere que fatores importantes levam a maior riqueza em lugares com maior diversidade de habitats e predadores naturais. Ou seja, a presença do sub-bosque mais desenvolvido proporciona um ambiente mais propício para uma maior diversidade de insetos. Assim como no estudo de Troian (2008), a alta similaridade na riqueza entre as duas áreas pode estar relacionada com a classificação em ordens, que é um nível taxonômico menos refinado.

## 4.2 ANÁLISES DE DADOS MULTIVARIADA

### 4.2.1 Comparação entre vetores médios das áreas afetada pelo fogo (A) e testemunha (B)

O valor de  $T^2$  de Hotelling (9,4877) é menor do que o valor  $T^2$  calculado (636,5986), rejeitando-se a hipótese da nulidade de que não há diferença nos vetores de médias. Assim, observando-se os vetores de médias foi identificado que o número médio de insetos entre as áreas foi a variável com maior diferença (TABELA 4). O vetor médio para a média do número de insetos foi maior na área A (afetada pelo fogo), enquanto que para as demais variáveis os valores de vetor de médias são semelhantes. Assim, a análise perfil foi aplicada somente para esta variável.

TABELA 4 – CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS MÉDIA DO NÚMERO DE INSETOS, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS ORDENS, SIMILARIDADE E DENSIDADE; VETORES DE MÉDIA PARA CADA ÁREA DE ESTUDO E TESTE  $T^2$  DE HOTTELING PARA COMPARAR OS DOIS VETORES DE MÉDIAS ORIUNDOS DE ÁREAS AFETADA PELO FOGO (A) E TESTEMUNHA (B)

Matriz de Correlação				
	$\bar{X}$ nº insetos	Freq. de ordens	Similaridade	Densidade
$\bar{X}$ nº insetos	1,0000	0,3141	0,1377	0,4065
Freq. de ordens	0,3141	1,0000	-0,1688	0,9628
Similaridade	0,1377	-0,1688	1,0000	-0,1481
Densidade	0,4065	0,9628	-0,1481	1,0000
Vetores médios				
	$\bar{X}$ nº insetos	Freq. de ordens	Similaridade	Densidade
Média X1	23,2837	7,0000	0,9559	0,2800
Média X2	6,6075	6,1250	0,9553	0,2187
Teste $T^2$ de Hotelling				
	$T^2$ calculado		$T^2$ Hotelling	
	636,5986		9,4877	

FONTE: A autora (2022).

### 4.2.2 Análise multivariada de perfil para o número total de insetos

Os resultados da análise de perfil para as ordens Blattodea, Coleoptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera são apresentados na TABELA 5.

Todas as ordens tiveram a  $H0_1$  aceita ( $t < T^2$  Hotelling), ou seja, os perfis gerados para cada área (A e B) são paralelos em todas as ordens.

TABELA 5 – ANÁLISE MULTIVARIADA DE PERFIL PARA O EFEITO DA ÁREA (A= FOGO; B= TESTEMUNHA) NO NÚMERO DE INSETOS DAS ORDENS, PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PARANÁ, BRASIL.

Ordem	Hipótese $H0_1$		Hipótese $H0_2$	
	$T^2$ calculado	$T^2$ Hotelling	$t$ calculado	t student
<b>Blattodea</b>	3,509	19,028	1,7691	1,8595
<b>Coleoptera</b>	10,8555	19,028	0,1184	1,8595
<b>Díptera</b>	5,4152	19,028	<b>2,4937*</b>	1,8595
<b>Hemíptera</b>	7,9406	19,028	<b>2,5984*</b>	1,8595
<b>Hymenoptera</b>	9,6126	19,028	<b>3,1575*</b>	1,8595
<b>Orthoptera</b>	12,8754	19,028	<b>3,6043*</b>	1,8595

FONTE: A autora (2022).

As ordens Díptera, Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera apresentaram a  $H0_2$  rejeitada ( $t > t$  de student) (TABELA 5). Neste caso, para cada uma dessas ordens, os perfis médios gerados para cada área não são coincidentes (Figura 9). Ou seja, o número de insetos médios entre as áreas é diferente para a Díptera, Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera. A área A (afetada pelo fogo) apresentou um número total de insetos maior que a área B (testemunha), com Hymenoptera sendo a ordem mais abundante.

Espécies com características mais especializadas tendem a ser mais afetadas pelo fogo do que espécies mais generalistas, se o habitat ou alimento for reduzido ou completamente eliminado. De modo geral, os efeitos negativos do fogo tendem a ser menos severos para animais de maior mobilidade (e.g. artrópodes alados) ou aqueles que vivem no subsolo ou em tocas (e.g. invertebrados do solo). Os insetos que vivem na superfície do solo, e tem menor capacidade de deslocamento, tendem a ser mais afetados (MOREIRA et al., 2010).

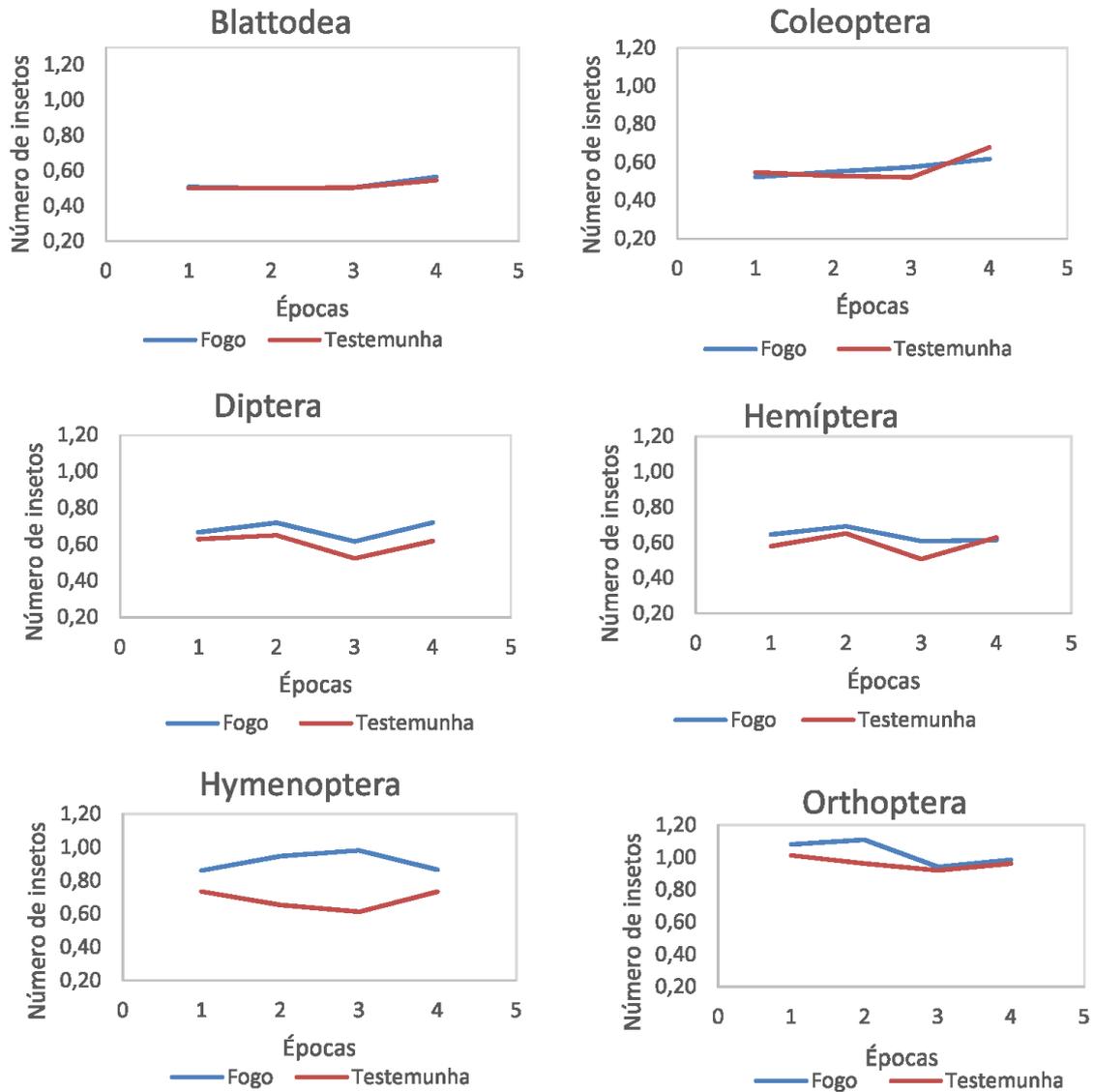
O que a análise de perfil sugere é que as ordens Blattodea e Coleoptera tiveram sua ocorrência pouco afetada pelo fogo, já que o comportamento dos perfis é similar entre as duas áreas. Apesar de todas as ordens se enquadrarem no grupo de insetos de boa mobilidade, as ordens Díptera Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera não tiveram o mesmo comportamento que Blattodea e Coleoptera, apontando para

morte desses insetos no momento do fogo e migração desses indivíduos para outras áreas.

Para a ordem Hymenoptera, que teve a maior abundância de insetos, sabe-se que o efeito do fogo na comunidade de formigas pode ser positivo (FOLGARAIT et al., 1998), indiferente (HOFFMANN, 2003; PARR et al., 2004) ou negativo (YORK, 2000), já que está intrinsecamente ligado com a complexidade do ambiente (RATCHFORD et al., 2005).

Os perfis de Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera indicam uma propensão de aproximação das médias entre as áreas ao longo do tempo, o que pode ser um indicativo de recuperação da área A (afetada pelo fogo). A regeneração da vegetação após um incêndio geralmente resulta em um rápido aumento nas populações de insetos. A tendência é que, conforme a vegetação vá se regenerando, a fauna migre de regiões adjacentes (MOREIRA et al., 2010) até que as duas áreas entrem em equilíbrio e não haja mais diferença entre elas.

FIGURA 9 – PERFIS MÉDIOS PARA A VARIÁVEL NÚMERO TOTAL DE INSETOS TRANSFORMADOS PARA A ESCALA  $\text{LOG}_{10}(10+n)^{\text{EXPONENTE DE CADA ORDEM}}$ .



FONTE: A autora (2022).

## 5 CONCLUSÃO

Esse estudo revela a ocorrência das ordens Blattodea, Coleoptera, Díptera, Hemíptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera, nas duas áreas de estudo.

A variável número de insetos é a que discrimina as duas áreas de estudo. A área que foi afetada pelo fogo é a que apresenta maior número de insetos para todas as ordens.

O perfil de paralelismo do número de insetos entre as áreas não é diferente para todas as ordens. O nível dos perfis é diferente para as ordens Díptera, Hemíptera, Hymenoptera e Orthoptera.

## REFERÊNCIAS

- ANDOW, D.A. 1991. VEGETATIONAL DIVERSITY AND ARTHROPOD POPULATION RESPONSE. **Annual Reviews entomology** 36: 561-586.
- AZEVEDO, F. R.; MOURA, M. A. R.; ARRAIS, M. S. B; NERE, D. R. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, 2011.
- BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. DE P. et al. (Eds.). . **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 1. ed. Brasília: MMA, 2009. p. 13–25.
- BOND, W.J., WILGEN, B.W. van. **Fire and plants**. London: Chapman & Hall, 1996. 263p. (Population and Community biology, 14).
- BORDIN, D.; SARTOR, V. DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DA ENTOMOFAUNA EM 3 ESTAÇÕES DO ANO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE DO CONTESTADO-UnC, DISTRITO DE MARCÍLIO DIAS, SANTA CATARINA. **Saúde Meio Ambient**, v. 5, n. 1, p. 89–104, 2016.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.
- BUZZI, Zundir José. Entomologia Didática. 6. ed. [S. I.]: UFPR, 2013. 579 p. ISBN 978-8573352986.
- CASTRO, A. G.; QUEIROZ, M. V. B.; ARAÚJO, L. M. O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 34, n. 1, p. 201 - 213, 1990.
- DA SILVA JUNIOR, C. A. et al. Persistent fire foci in all biomes undermine the Paris Agreement in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–14, 2020.
- DEGASPARI, N.; BOTELHO, P. S. M.; ALMEIDA, L. C.; MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. A queima da cana-de-açúcar, os efeitos sobre a população da broca, *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794), seus predadores e parasitos. **STAB**, v. 1, p. 35 - 40, 1983.
- EMBRAPA FLORESTAS (Paraná). **Perguntas e respostas: formigas**. Formigas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pragas-florestais/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 17 mar. 2021.
- FERNANDES, F. D. S.; DA SILVA ALVES, S. da S.; SANTOS, H. F.; RODRIGUES, W. C. Staphylinidae e Silphidae (Coleoptera) como Potenciais potenciais famílias bioindicadoras de qualidade ambiental. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 4, n. 3, p. 17 - 32, 2011

FOLGARAIT, Patricia J.; BRUZZONE, Octavio A.; GILBERT, Lawrence E.. Seasonal patterns of activity among species of black fire ant parasitoid flies (Pseudacteon: Phoridae) in Argentina explained by analysis of climatic variables. **Biological Control**, [s. l.], v. 28, p. 368-378, nov. 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; GRADWOHL, J.; GREENBERG, R. Small forest reserves: making the best of a bad situation. **Climatic change**, v. 19, p. 235-256, 1991.

HARRIS, L. D. *The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*. University of Chicago press, 1984.

HOFFMANN, Benjamin D.. Responses of ant communities to experimental fire regimes on rangelands in the Victoria River District of the Northern Territory. **Austral Ecology**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 182-195, abr. 2003. Wiley.

HOLLOWAY, J. D.; BRADLEY, J. D.; CARTER, D. J. **CIE Guides to insects of importance to man. I. Lepidoptera**. CAB International, 1987.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR (Londrina). **Atlas Climático do Paraná**. 2020.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha**. Curitiba, 2004.

LAROCA, S.; MIELKE, O. H. H. Ensaio sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Biologia**, 1975.

MELO, M. S. de. **Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha**. Ponta Grossa, 2006, 154 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Catálogo de imagens de satélite Rapideye**. Brasília: MMA, 2013.

MOREIRA, Francisco; CATRY, Filipe X.; SILVA, Joaquim Sande; REGO, Francisco (ed.). **ECOLOGIA DO FOGO E GESTÃO DE ÁREAS ARDIDAS**. [S. l.: s. n.], 2010. 324 p. ISBN 978-972-8669-48-5.

PARANÁ. Lei nº 1.292 de 12 de outubro de 1953. Cria, no município de Ponta Grossa, nas terras denominadas "VILA VELHA" e "LAGÔA DOURADA", um parque estadual. **Diário Oficial do Estado**, Curitiba, PR, 16 out. 1953

PARR, Catherine L.; ROBERTSON, Hamish G.; BIGGS, Harry C.; CHOWN, Steven L.. Response of African savanna ants to long-term fire regimes. **Journal Of Applied Ecology**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 630-642, 19 jul. 2004. Wiley.

PRICE, Peter W.; DENNO, Robert F.; EUBANKS, Micky D.; FINKE, Deborah L.; KAPLAN, Ian. **Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities**. 2. ed. New York: Wiley-Interscience, 1984. 607 p.

RATCHFORD, Jaime S.; WITTMAN, Sarah E.; JULES, Erik S.; ELLISON, Aaron M.; GOTELLI, Nicholas J.; SANDERS, Nathan J.. The effects of fire, local environment and time on ant assemblages in fens and forests. **Diversity And Distributions**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 487-497, nov. 2005. Wiley.

RENCHEER, Alvin C. **Methods of Multivariate Analysis**. 2. ed. [S. l.]: Wiley-Interscience, 2003. 738 p.

RIBEIRO, Tiago Maciel. Restauração florestal com *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no parque estadual de Campos do Jordão, SP: efeito do fogo na estrutura do componente arbustivo-arbóreo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 279 - 290, jun. 2012.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, v. 36, p. 93-100, 2006.

STEUTER, A.A., McPHERSON, G.R. Fire as a physical stress. In: BEDUNAH, D.J., SOSEBEE, R.E. **Wildland plant physiological ecology and developmental morphology**. Denver: Society for Range Management, 1995. p.550-579.

SUTHERLAND, W. J. Ecological census techniques: a handbook. In: AQUINO, A. M. de; AGUIAR-MENEZES, E. de L.; QUEIROZ, J. M. de. **Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda ("pitfall-traps")**. 18. ed. Seropédica: Embrapa, 2006. 8 p. (Circular Técnica).

TROIAN, Vera Regina Ribeiro. **Comunidades de insetos de sub-bosque em diferentes fisionomias vegetais**. 2008. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **ANÁLISE MULTIVARIADA DA TEORIA À PRÁTICA**. [s.l.] UFSM, 2005.

WHELAN, Robert J.. **The Ecology of Fire (Cambridge Studies in Ecology)**. New York: Cambridge University Press, 1995. 360 p.

WIKARS, L.; SCHIMMEL, J. Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. **Forest Ecology and Management**, v. 141, n. 3, p. 189 - 200, 2001.

YORK, Alan. Long-term effects of frequent low-intensity burning on ant communities in coastal blackbutt forests of southeastern Australia. **Austral Ecology**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 83-98, fev. 2000. Wiley.

ZIMMER, K.; PARMENTER, R. R. Harvester ants and fire in a desert grassland: ecological responses of *pogonomyrmex Pogonomyrmex rugosus* (Hymenoptera:

Formicidae) to experimental wildfires in central New Mexico. **Environmental entomology**, v. 27, n. 2, p. 282 - 287, 1998.