



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
BEG – DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA CELULAR, EMBRIOLOGIA E GENÉTICA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Wilker Cavalcante de Lima

**Análise da estrutura das comunidades de Drosofilídeos (Insecta, Diptera) de três
unidades de conservação catarinenses**

Florianópolis

2020

Wilker Cavalcante de Lima

Análise da estrutura das comunidades de Drosofilídeos (Insecta, Diptera) de três unidades de conservação catarinenses

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Daniela Cristina De Toni

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra

Lima, Wilker C.

Análise da estrutura das comunidades de Drosophilideos (Insecta, Diptera) de três unidades de conservação catarinenses / Wilker C. Lima ; orientador, Daniela C. De Toni, 2020.

53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Drosophilideos. 3. Mata Atlântica. 4. Santa Catarina. 5. Ecologia de Comunidades. I. De Toni, Daniela C.. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Wilker Cavalcante de Lima

Análise da estrutura das comunidades de Drosofilídeos (Insecta, Diptera) de três unidades de conservação catarinenses

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas

Florianópolis, 17 de janeiro de 2020.

Prof., Dr. Carlos Zanetti

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a, Dra. Daniela C. De Toni

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Carlos José de Carvalho Pinto

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Luís Eduardo Maestrelli Bizzo

Universidade Católica de Santa Catarina

Dedico este trabalho a todos que me acompanharam nesta jornada, seja por toda, ou apenas parte dela.

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer um, gostaria de agradecer a minha mãe, Elizabete, por todo o apoio desde sempre e em especial durante a graduação em que, mesmo não entendendo o meu trabalho, ainda fez o impossível para eu chegar até aqui e sem a qual este trabalho não estaria nem na metade.

Ao CNPq e FAPESC, a primeira pela bolsa de Iniciação Científica que serviu de base para o desenvolvimento deste trabalho e a segunda pelos subsídios que tornam a pesquisa catarinense possível.

À minha orientadora, Dani, por ter me aceito como orientado e me dado várias oportunidades ao longo dos anos nos projetos, pela paciência com meus atrasos, por me avisar para ir com calma quando eu estava pronto pra dar um passo maior que a perna e principalmente por me incentivar sempre que possível, mesmo quando acho que não mereço.

Agradeço muito a todos os que já trabalharam no Laboratório de Drosofilídeos pois em todos estes anos em que passei neste este lugar, com certeza li pelo menos um TCC, Tese ou Dissertação de cada um então, mesmo que indiretamente, todos fazem parte da minha formação.

Agradeço também à turma 13.2, inteira, mesmo aos que desistiram do curso e aos que tenho pouco contato pois me sinto muito feliz em ter entrado na UFSC junto com esta turma que possuía dois grandes talentos: atrair situações bizarras e arrumar confusão com tudo e todos.

Em destaque dentro da 13.2, agradeço ao meu grupo de criaturas peçonhentas: Juliano, Julio e Monique, por todas as situações, as histórias, conversas, cervejas, fofocas, veneno destilado, mais fofocas e mais cerveja porque ninguém é de ferro.

Agradeço ao Emano e Janaina, que o destino nos uniu em um grupo onde as regras são: gostar de pés feios, se expor publicamente, passar vergonha e se humilhar de tempos em tempos.

Agradeço também a atual Atlética da Biologia, que me aceitou como parte de seu mobiliário e que se tornou um lugar onde eu me sinto à vontade com o ambiente e com as pessoas.

Agradeço e lembro sempre dos meus amigos de São Paulo: Heraldo, Joel, Xina, Will, Pinas e Esdras. E do Flávio também, mas esse está mais perto.

Falando em distância, agradeço muito aos meus amigos de terras longínquas: Aquino e Gabriela que mesmo distantes, as situações e as conversas se afinam de uma forma que parece que estão ao meu lado.

“Ah, mosca de inverno – questão de dia ou de hora – seu último instante?”
(Hidekazu Masuda Goga)

RESUMO

A Mata Atlântica se estende do Rio Grande do Norte por toda região costeira até o Rio Grande do Sul, de modo que o estado de Santa Catarina que se encontra próximo ao limite sul deste bioma no Brasil e, graças as Unidades de Conservação, mantém cerca de 27% de sua cobertura original. Entretanto, a fragmentação deste bioma dificulta o fluxo gênico entre espécies das áreas e é o principal fator de perda de biodiversidade. Portanto, três Unidades de Conservação catarinenses tiveram suas comunidades de drosofilídeos levantadas e comparadas entre os locais sobre suas diversidades e analisadas em relação às variáveis ambientais que também podem influenciar na composição das assembleias. As espécies foram identificadas até o menor nível taxonômico possível, as diversidades α foram avaliadas pelos índices de Shannon (H') e Simpson (D) e para diversidade β , Whittaker, além dos índices de similaridade de Jaccard e de Morisita e Análise de Correspondência Canônica (ACC). Foram coletados 9.595 indivíduos divididos em 67 espécies. A Reserva Biológica Estadual de Aguaí é a Unidade de Conservação com mais espécies indicadoras de perturbação, enquanto Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Reserva Biológica Estadual da Canela Preta parecem ter os mesmos níveis de perturbação. As ACC indicam que a pluviosidade é o fator que mais influencia na composição das assembleias, enquanto as variações na umidade relativa não possuem grande influência nas comunidades estudadas. As variações nas temperaturas possuem maior influência sobre poucas espécies, por serem resistentes ao aumento de temperatura, muito provavelmente. Por fim, a análise das curvas de rarefação de espécies de Sanders, apontam que para amostrar a grande biodiversidade desses três ecossistemas, mais coletas serão necessárias para que as comunidades destes locais sejam caracterizadas e que as influências ambientais sobre elas sejam mais claramente compreendidas. Entretanto, usando-se os drosofilídeos como bioindicadores, percebe-se que o esforço na manutenção dessas Unidades de Conservação é de alta relevância para conservação do Bioma Mata Atlântica de Santa Catarina.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Análise de Correspondência Canônica, ecologia de comunidades.

ABSTRACT

The Atlantic Rainforest extends from Rio Grande do Norte throughout the coastal region to Rio Grande do Sul, and Santa Catarina state is near the southern limit of this biome in Brazil and, due to Conservation Units, keeps about 27% of its native coverage. However, the fragmentation of this biome hinders gene flow between species in different fragments and this is the main factor of biodiversity loss. Therefore, three Santa Catarina Conservation Units had their drosophilid communities raised and compared between sites on their diversity and analyzed its relation to environmental variables, that may also influence the composition of assemblages. Species were then identified to the most specific taxonomic level possible, their abundances assessed by Shannon (H') and Simpson (D) indices for α diversity, Whittaker for β diversity, Sanders for rarefaction, Jaccard and Morisita for similarity and Canonical Correspondence Analysis (CCA). In total, were collected 9,595 individuals divided in 67 species. The Aguai State Biological Reserve shows as Conservation Unit with the most disturbance in its species composition, while Serra do Tabuleiro State Park and Canela Preta State Biological Reserve appear to have the same levels of disturbance. The CCA indicate that pluviosity influences the most on composition of assemblies, while variations in relative humidity such influence on the communities studied. Variations in temperatures have a greater influence on a few species, most likely because they are resistant to temperature variations. Lastly, more collections are needed for community's characterization and detection of the whole diversity held on these Conservation Units and the climatic influences became clarified. However, utilizing drosophilids as bioindicators, it turned out clear here, that the effort to maintain these Conservation Units is highly relevant for the conservation of the Santa Catarina Atlantic Forest Biome.

Keywords: Atlantic Rainforest, Canonical Correspondence Analysis, community ecology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos pontos de entrada em cada uma das UCs estudadas.	19
Figura 2 - Armadilha confeccionada com garrafa PET, modelo de Tidon & Sene (1988).	21
Figura 3 - Código METAR utilizado na obtenção dos dados.....	23
Figura 4 - Curvas de rarefação de espécies em cada Unidade de Conservação estudada; em vermelho (linha do meio), o número de espécies efetivamente coletadas; em azul (linhas superior e inferior) o intervalo de confiança de 95%.	30
Figura 5 - Dendograma de similaridade de Jaccard (A) e de Morisita (B).	36
Figura 6 - Gráfico de correspondência entre as variáveis abióticas Tmax, Tmin, UR, Pl e as espécies de drosofilídeos encontrados em cada uma das nove coletas.....	41
Figura 7 - Gráfico de correspondência entre as variáveis abióticas Tmim, Tmax, UR e Pl e as coletas.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Unidades de Conservação e Estações de Medição mais próximas às UCS, levantadas pela EPAGRI.	22
Quadro 2 - Unidades de Conservação e aeroportos correspondentes para a coleta de dados. .	23
Quadro 3 - Datas das coletas em cada uma das campanhas e período de amostragem dos dados abióticos.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies de drosofilídeos levantados em cada UC, separadas por grupos e suas abundâncias absolutas e relativas respectivas.	28
Tabela 2 - Índices de diversidade α de cada Unidade de Conservação.	32
Tabela 3 - Índices de diversidade α de cada coleta nas UCs.	33
Tabela 4 - Diversidade β entre unidades de conservação segundo índice de Whittaker (1960).	34
Tabela 5 - Dados meteorológicos levantados para a análise e seus respectivas datas e Unidades de Conservação correspondentes.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC – Análise de Correspondência Canônica;

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina;

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina;

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia;

PEST – Parque Estadual da Serra do Tabuleiro;

PET – Politereftalato de Etileno;

RBEA – Reserva Biológica Estadual do Aguaí;

RBECP – Reserva Biológica Estadual da Canela Preta;

REDEMET – Rede Meteorológica da Aeronáutica;

UC – Unidade de Conservação;

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	METODOLOGIA	18
3.1	LOCAIS DE ESTUDO	18
3.2	COLETA DE INDIVÍDUOS E LEVANTAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS	20
3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÃO	47

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica se estende, no Brasil, do estado do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, abrangendo 17 estados e uma área com cerca de 1.300.000 Km² e, segundo a Lei 11.428/2006, é composta por Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual, assim como manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (ICMBIO, 2019; MMA 2019).

O Estado de Santa Catarina, muito em razão da manutenção de Unidades de Conservação, mantém cerca de 27,8% de cobertura florestal remanescente e, das principais fitofisionomias do estado, Floresta Ombrófila Densa é a mais bem preservada com cerca de 40,4% de cobertura remanescente, Floresta Ombrófila Mista com 22% e Floresta Estacional Decidual com 16,3% e, destes fragmentos, mais de 80% possuem tamanho de até 50 ha sendo que as maiores áreas contínuas de floresta são encontradas em Unidades de Conservação e regiões de cadeias montanhosas, como a da Serra Geral (VIBRANS et al., 2013).

A Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina, além de ser a mais bem preservada do estado, ainda é a mais diversa para o bioma Mata Atlântica e a mais bem estudada em termos de diversidade florística (GASPER et al., 2014), porém sofre com a perda de habitats naturais e, conseqüentemente, biodiversidade em consequência da fragmentação de ambientes por consequência da expansão de atividades antrópicas como a agropecuária e mineração (SCUSSEL, 2018).

A fragmentação de ambientes, invariavelmente, resulta na diminuição de cobertura vegetal original dos locais, como uma distribuição heterogênea em termos de tamanhos e formas das áreas remanescentes e afeta negativamente a diversidade, inclusive levando à extinção de muitas espécies (DIDHAM et al., 1996). O desequilíbrio em função da fragmentação é reflexo do desenho final do fragmento, incluindo sua área, seu formato e isolamento geográfico e temporal dos remanescentes (PRESTON, 1962). No isolamento geográfico e temporal, quanto mais distantes os fragmentos com mesma fitofisionomia, mais prejudicado fica o intercâmbio de espécies e, inclusive, o fluxo gênico (KELLER; LARGIADÈR, 2003), o que pode gerar reduções de tamanho populacional e aumento nos endocruzamentos, que geram maiores probabilidades de extinção de espécies por perda de variabilidade genética no *pool* das populações (FRANKHAM, 1995). Além disso, o formato

dos fragmentos, aumenta o estresse ambiental pois retira a proteção das áreas internas do fragmento que as faixas externas proporcionam (KAPOS, 1989).

Artrópodes, de modo geral, são ótimos bioindicadores por normalmente serem mais abundantes e diversos em coletas, além da facilidade de captura em si, o que possibilita o levantamento de grande número amostral para a pesquisa, viabilizando as análises estatísticas (ROCHA et al., 2010). Para a família Drosophilidae isto não é diferente, pois além da facilidade e baixo custo para captura, manejo e criação em laboratório, possuem ciclo de vida curto e consequente resposta fisiológica rápida às alterações ambientais, nos fornecendo inclusive sinais antecipatórios ou de mudanças recentes nos locais estudados (MATA et al., 2009).

As moscas da família Drosophilidae se alimentam de uma grande variedade de material vegetal em decomposição como frutos, flores e fungos, e têm a capacidade de refletir diferenças sutis em relação à qualidade do ambiente (MATEUS; BUSCHINI; SENE, 2006), além de algumas espécies serem mais limitadas que outras em relação aos recursos de um local, portanto, apenas sua presença em uma coleta pode indicar indiretamente a presença de determinados sítios de alimentação apenas pela composição da comunidade (MARKOW; CASTREZANA, 2000). Esta sensibilidade ao ambiente representada na diversidade de drosofilídeos também reflete o grau de urbanização de um local, diminuindo a riqueza de espécies nativas (FERREIRA; TIDON, 2005; GOTTSCHALK et al., 2007), assim como espécies exóticas são mais abundantes nas bordas dos fragmentos como sugerido por Döge (2006).

Fatores climáticos são muito importantes na estruturação de comunidades de insetos em um local, apesar das variações sazonais de fatores abióticos serem mais marcantes em ambientes com clima temperado, para ambientes tropicais onde a pluviosidade e a umidade relativas se mantêm estáveis ao longo do ano, variáveis como a temperatura podem interferir nos padrões de abundância de espécies (WOLDA, 1988) e estas respostas são resultado de um longo processo de adaptação às variáveis ambientais bióticas e abióticas dos locais de ocupação de cada espécie (BRNCIC; BUDNIK; GUIÑEZ, 2009), que não se limita a apenas a respostas fisiológicas e ontogenéticas dos animais em si, mas também na disponibilidade de recursos como flores, frutos e fungos.

Em Santa Catarina, houve trabalhos estudando drosofilídeos sobre variados aspectos, como evolução de comunidades em diferentes pontos da ilha de Florianópolis (DE TONI et al., 2007), levantamentos de espécies em ilhas do estado e comparação com dados de coletas

realizadas no continente (DE TONI, 2007), registros de espécies invasoras, como *Drosophila suzukii* (DEPRÁ et al., 2014) e *Zaprionus indianus* (DE TONI, 2000), e também variações sazonais nas abundâncias de comunidades de Mata Atlântica em Santa Catarina (DE TONI, 2002; DÖGE, 2006). Porém, Santa Catarina ainda carece de estudos de levantamento de drosofilídeos e suas dinâmicas populacionais, visto que a presença de espécies deste grupo varia muito ao longo do tempo conforme disponibilidade de recursos, localização destes, mudanças ambientais de natureza antrópica e climática. Portanto, neste trabalho, a proposta é levantar as espécies presentes nas três Unidades de Conservação escolhidas, incluindo a Reserva Biológica Estadual da Canela Preta que foi amostrada pela primeira vez nas coletas pertencentes a este estudo, e comparar todo o conjunto de dados obtidos com a literatura a fim de encontrar semelhanças e diferenças com as comunidades estudadas na região e, em outra análise, estimar se há uma ou mais variáveis climáticas que incidam em períodos curtos de tempo sobre cada área de estudo que possam modular a composição das comunidades de drosofilídeos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é o de contribuir com o levantamento da diversidade de drosofilídeos de Santa Catarina e buscar quais fatores abióticos podem influenciar na composição destas comunidades.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar as comunidades de drosofilídeos presentes em cada uma das três áreas de Floresta Ombrófila Densa e suas estruturas;

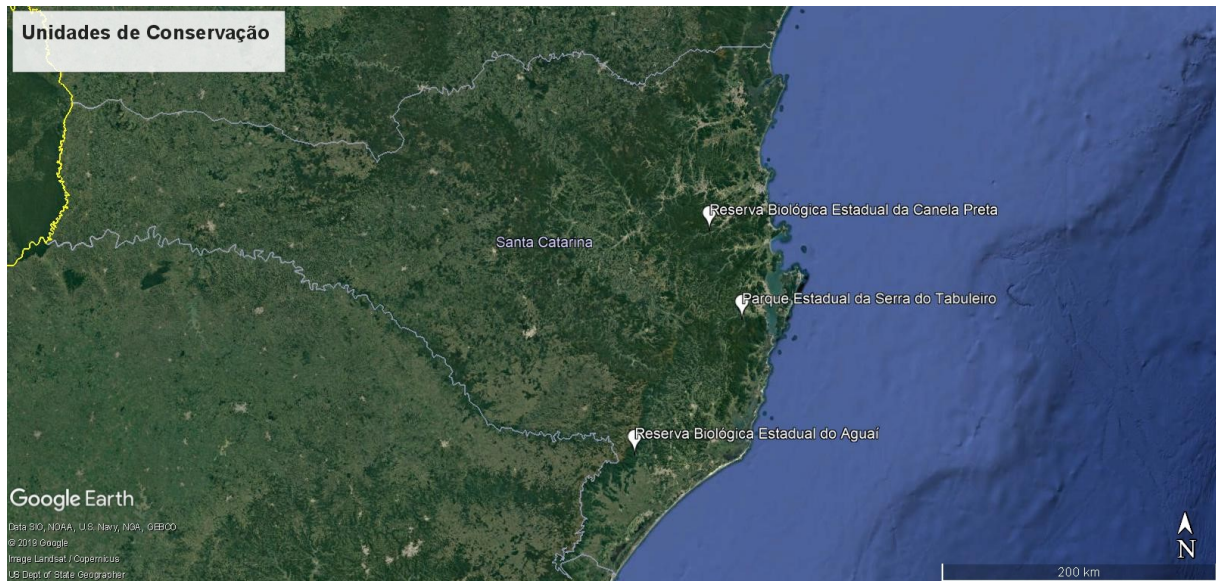
Avaliar se existe relação entre as variações de microclima e a composição específica das comunidades levantadas.

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAIS DE ESTUDO

Para a coleta dos indivíduos, foram realizadas três campanhas em cada uma das três UCs do leste de Santa Catarina escolhidas: a Reserva Biológica Estadual da Canela Preta (RBECP) na cidade de Botuverá; Reserva Biológica Estadual do Aguai (RBEA), na cidade de Siderópolis; e Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), na cidade de Santo Amaro da Imperatriz (Figura 1).

Figura 1 - Localização dos pontos de entrada em cada uma das UCs estudadas.



Fonte: Software Google Earth®, elaborada pelo autor.

A Reserva Biológica Estadual da Canela Preta (RBECP), criada em 1980, possui 1.899 hectares e abrange três municípios catarinenses, Botuverá, Nova Trento e Vidal Ramos e está inserida na região da bacia do Rio Itajaí. O nome dado a esta UC se deve à predominância da espécie *Ocotea catharinenses* (Canela-preta) na região, que é nativa de Mata Atlântica e consta como vulnerável na *redlist* da IUCN (VARTY; GUADAGNIN, 1998). Esta UC é composta integralmente por Floresta Ombrófila Densa e está em zona climática mesotérmica branda super-úmido, portanto, as massas de ar Polar Atlântica e massas de ar Tropical Atlântica marcam a passagem das estações (IBGE, 2019).

A Reserva Biológica Estadual do Aguaí está situada na região sul de Santa Catarina e está presente nos municípios de Treviso, Siderópolis, Nova Veneza, Morro Grande e Bom Jardim da Serra, na região da Serra Geral. Dentro de seus limites podemos encontrar as regiões fito-ecológicas de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. Assim como a RBECP, também se encontra na zona climática mesotérmica branda super-úmido (IBGE, 2019).

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) possui uma área de aproximadamente 84.130 hectares e está presente nos municípios de Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Imaruí, Paulo Lopes, São Martinho, São Bonifácio e Águas Mornas, além de uma área descontínua na região sul da ilha de Florianópolis. Encontra-se em sua formação vegetal:

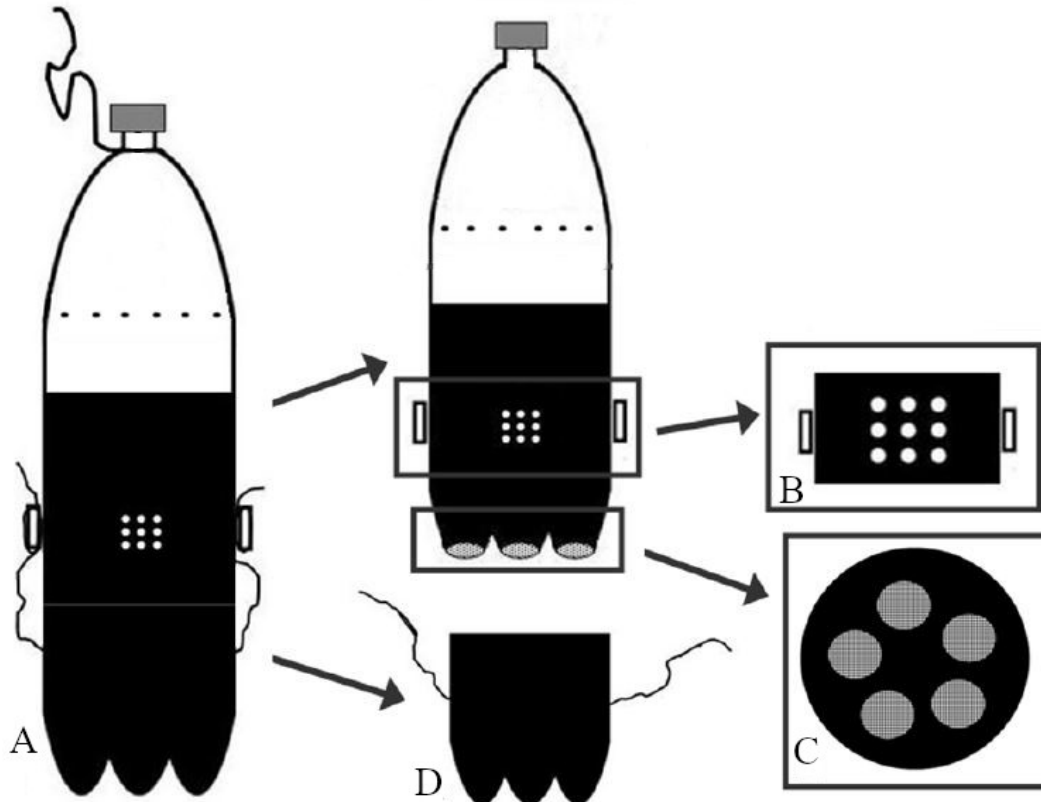
Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Campos de Altitude, Restinga e Manguezal. Dada a grande extensão do parque, este se encontra em duas regiões hidrográficas de Santa Catarina, a Litoral Centro e Sul Catarinense, incluso no ambiente de Vertentes do Atlântico (IMA, 2018). Assim como as outras duas UCs, também está em zona climática mesotérmica branda super-úmido (IBGE, 2019).

Apesar da diversidade de regiões fito-ecológicas das UCs, todas as coletas foram realizadas em área de Floresta Ombrófila Densa. Na UC de RBECP, o acesso à trilha ocorreu pelo município de Botuverá; na de RBEA, pelo município de Siderópolis e na UC do PEST, pela cidade de Santo Amaro da Imperatriz.

3.2 COLETA DE INDIVÍDUOS E LEVANTAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS

Para a captura das moscas foram utilizados dois métodos. No primeiro, a captura era feita com o uso de 80 armadilhas de garrafa PET, seguindo o modelo de Tidon e Sene (1988) e ilustrada por Roque et al. (2011) (Figura 2). Para atrair os animais, as armadilhas continham uma isca composta de uma mistura de banana, laranja e abacaxi com fermento biológico contendo *Saccharomyces cerevisiae* e eram distribuídas com cerca de 30 m de distância entre elas, seguindo as trilhas já utilizadas pelos responsáveis pela unidade de conservação. As armadilhas eram penduradas em árvores a, aproximadamente, 1,5 m de altura do solo e após três dias a parte perfurada em que as moscas entravam era fechada com fita adesiva em campo antes de serem transportadas ao laboratório para as análises.

Figura 2 - Armadilha confeccionada com garrafa PET, modelo de Tidon & Sene (1988) modificado e ilustrado por Roque et al. (A) Armadilha completa, assim como é instalada em campo; (B) Perfurações por onde as moscas acessarão a armadilha; (C) Base da garrafa PET revestida de malha plástica para exalação de ácido acético; (D) Base de garrafa PET onde se deposita a isca, com uso de barbantes ou elásticos que se prendem às estruturas na lateral da garrafa presentes no destaque B.



Fonte: ilustrado por Roque et al (2011).

O segundo método foi o de varredura com rede entomológica (puçá), onde a isca era depositada sobre o solo, abaixo de um plástico de proteção contra a chuva, posicionado a cerca de um metro de altura e preso nas árvores próximas. No momento da coleta, após três dias em campo, o plástico era retirado, o conteúdo da isca era agitado e as moscas em voo sobre a isca eram capturadas com a rede. Este método passou a ser utilizado a partir da terceira campanha em cada uma das UCs pois aumentava a quantidade de indivíduos capturados, a diversidade de espécies e o número de animais vivos que poderiam ser utilizados para a criação de linhagens para pesquisa e ensino. As armadilhas foram dispostas,

no decorrer das trilhas, uma no início, uma no final e duas intermediárias com a finalidade de cobrir toda a extensão destas.

Os dados meteorológicos utilizados neste trabalho são medidas diárias de temperatura mínima, temperatura média e temperatura máxima (em °C), umidade relativa (em %) e pluviosidade (em mm) e abrangem o período de sete dias, que incluem o dia da coleta em si e os seis dias anteriores a este, em cada uma das campanhas. A escolha por este intervalo tem a intenção de cobrir, pelo menos, os estágios finais do desenvolvimento das moscas, embora haja diferenças nos períodos de desenvolvimento entre as espécies, ainda garante que, mesmo espécies que tem um ciclo de vida maior que sete dias tenham uma maior chance de serem capturadas nas armadilhas e, principalmente, que se tenha confiança na influência das variáveis climáticas sobre a composição das comunidades nos locais estudados.

Os dados meteorológicos foram obtidos de duas fontes distintas. Inicialmente, foram cedidas pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI e que utilizou as seguintes estações de medição registradas no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, na coleta dos dados disponibilizados para este trabalho (Quadro 1).

Quadro 1 - Unidades de Conservação e Estações de Medição mais próximas às UCS, levantadas pela EPAGRI.

Unidade de Conservação	Estação de Medição
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	2384 - Bairro Sul do Rio – Santo Amaro da Imperatriz, SC
Reserva Biológica Estadual do Aguaí	1009 - Barragem São Bento – Siderópolis, SC
Reserva Biológica Estadual da Canela Preta	2033 - Rio Canoas – Camboriú, SC

Porém, nem todos os dados meteorológicos estavam disponíveis, portanto, houve a complementação das informações cedidas pela EPAGRI com as disponíveis na Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica – REDEMET. A REDEMET é o serviço que fornece dados meteorológicos para a aviação civil e militar e disponibiliza os dados para consulta pública. As estações de medição estão instaladas em aeroportos e aeródromos por todo o país. Para a aquisição das informações, foi realizada a consulta no banco de dados contendo o período do qual se deseja ler as mensagens geradas pelos equipamentos e o código que contém as informações desejadas que, neste trabalho, foi utilizado o METAR, que indica:

aeródromo/aeroporto onde foi realizada a leitura, dia e hora, direção e velocidade do vento em nós, visibilidade, cobertura de nuvens, temperatura e ponto de orvalho. (Figura 3).

Figura 3 - Código METAR utilizado na obtenção dos dados.

Localidade	Tipo	Data/Hora	Mensagem
SBFL	METAR	25/12/2019 09:00	METAR SBFL 250900Z 33010KT 9999 FEW030 24/21 Q1013=
SBFL	METAR	25/12/2019 10:00	METAR SBFL 251000Z 33012KT CAVOK 24/21 Q1013=
SBFL	METAR	25/12/2019 11:00	METAR SBFL 251100Z 34013KT CAVOK 26/22 Q1014=
SBFL	METAR	25/12/2019 12:00	METAR SBFL 251200Z 34014KT CAVOK 27/22 Q1013=
SBFL	METAR	25/12/2019 13:00	METAR SBFL 251300Z 35014KT CAVOK 28/22 Q1013=
SBFL	METAR	25/12/2019 14:00	METAR SBFL 251400Z 36013KT CAVOK 30/23 Q1012=
SBFL	METAR	25/12/2019 15:00	METAR SBFL 251500Z 36013KT 9999 FEW040 31/23 Q1012=

Fonte: Retirado de consulta ao REDEMETS em: redemet.aer.mil.br.

Os dados são captados pelos equipamentos uma vez por hora, então, temperatura mínima e máxima foram selecionadas com base nos menores e maiores números registrados para cada variável, respectivamente, entre as 09:00 h e as 17:00 h e para temperatura média e umidade relativa foi realizada uma média entre os dados de cada hora no mesmo período. No Quadro 2 estão presentes os nomes dos aeroportos mais próximos das UCs onde foram levantados os dados e sua sigla internacional de identificação.

Quadro 2 - Unidades de Conservação e aeroportos correspondentes para a coleta de dados.

Unidade de Conservação	Aeroporto ou aeródromo
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	SBFL – Aeroporto de Florianópolis
Reserva Biológica Estadual do Aguaí	SBCM – Aeroporto de Foquilha
Reserva Biológica Estadual da Canela Preta	SBNF – Aeroporto de Navegantes

As datas das coletas em cada uma das campanhas, juntamente com os seis dias anteriores os quais foram levantados os dados abióticos para o presente trabalho consta no Quadro 3. TBI: primeira coleta em PEST; TBII: segunda coleta em PEST; TBIII: terceira coleta em PEST; AGI: primeira coleta em RBEA; AGII: segunda coleta na RBEA; AGIII:

terceira coleta em RBEA; CPI: primeira coleta em RBECP; CPII: segunda coleta em de RBECP; CPIII: terceira coleta em RBECP.

Quadro 3 - Datas das coletas em cada uma das campanhas e período de amostragem dos dados abióticos.

Campanha	Data inicial dos dados abióticos	Data da coleta
TBI	08/01/2013	15/01/2013
TBII	09/07/2013	16/07/2013
TBIII	17/01/2014	24/01/2014
AGI	23/02/2013	02/03/2013
AGII	27/01/2014	03/02/2014
AGIII	04/03/2016	11/03/2016
CPI	08/04/2013	15/04/2013
CPII	28/10/2013	04/11/2013
CPIII	06/02/2014	13/02/2014

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabelados no programa Microsoft Excel® versão 365 para exportação a outro programa e as análises de diversidade, de rarefação, multifatorial e plotagem de gráficos foram realizadas no programa PAST® 3.26.

A chave de identificação taxonômica utilizada foi a de Freire-Maia e Pavan (1949), e se baseia em caracteres morfológicos para identificação até o nível taxonômico de gêneros e espécies de *Drosophila*.

As assembleias foram comparadas com base na diversidade α baseada no número de espécies coletadas (S), na abundância absoluta e abundância relativa de cada espécie e no índice de diversidade de Shannon (H'), e nos índices de Dominância (1-D) e de diversidade de Simpson (D). O índice de Shannon (H') é dado pela equação:

$$H' = \frac{[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)]}{N}$$

Onde:

H' = Índice de Shannon;

n_i = Número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = Número total de indivíduos amostrados;

S = Número total de espécies amostradas;

ln = Logaritmo de base neperiana.

Este índice considera igual o peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988) e, quanto mais alto for o valor final de H' , maior será a diversidade da amostra ou do local. Duas medidas de diversidade α que se complementam são a de Dominância (1-D) e índice de Simpson (D). A dominância de Simpson (D) é dada por:

$$D = \sum_i (n/N)^2$$

Onde:

D = Índice de Simpson;

n = Número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

N = Número total de indivíduos amostrados;

Neste índice, quando o local atinge valor de 0, significa que há diversidade máxima na amostra, enquanto ao atingir valor de 1, indica que não há diversidade. O índice de Dominância (1-D) é calculado subtraindo 1 do valor de D e o valor resultante aponta para o quanto uma amostra ou local é dominada pela presença abundante de poucas espécies.

Para comparações de diversidade β , que compara as assembleias aos pares ou entre todas as comunidades, foi utilizado o índice de Whittaker (WHITTAKER, 1960). Comparando a diversidade β entre as UCs com base no índice de Whittaker (1960), podemos inferir sobre o observado na composição de espécies dos locais e este índice é dado pela fórmula:

$$b_w = \frac{S}{\bar{\alpha}} - 1$$

Onde:

b_w = Diversidade β de Whittaker;

$\frac{S}{\bar{\alpha}}$ = Número total de espécies dividido pela diversidade α ;

Para este índice, quanto mais semelhantes os locais, mais próximos de 0 e quanto mais distintos, mais próximos de 1.

Os cálculos de rarefação (SANDERS, 1968) das amostras foram realizados para verificação da padronização dos esforços amostrais nos três pontos coletados.

Para avaliar quantitativamente as similaridades entre as coletas, foram aplicados os coeficientes de Jaccard e de Morisita e, para ambos os resultados, os dados foram agrupados (ou “clusterizados”) em dendogramas pelo método de média não ponderada (UPGMA), considerando valores de correlação cofenética maior ou igual a 0,8 como adequados na representatividade dos dados, pois indicam que houve pouca perda na análise de correlação entre as amostras. O índice de Jaccard é dado pela fórmula:

$$d_{jk} = \frac{M}{M + N}$$

Onde:

d_{jk} = Índice de similaridade;

M = Número de espécies correspondentes;

N = Número de espécies com apenas uma ocorrência dentre as coletas;

O índice de Morisita é dado pela fórmula:

$$d_{jk} = \frac{2 \sum_i x_{ji} x_{ki}}{(\lambda_1 + \lambda_2) \sum_i x_{ji} \sum_i x_{ki}}$$

Onde:

d_{jk} = Índice de similaridade;

λ_1 e λ_2 = índice da amostra 1 e índice da amostra 2;

x_{ji} e x_{ki} = Números de indivíduos na amostra 1 presentes na amostra 2 e indivíduos na amostra 2 presentes na amostra 1;

Para a análise multivariada, foi escolhida a Análise de Correspondência Canônica (ACC) pois a técnica permite relacionar a associação entre dois ou mais conjuntos de variáveis, com enfoque nas combinações lineares entre estes conjuntos, o que dá a possibilidade de entender o comportamento entre variáveis ou grupos de, no universo de dados, relacionando as matrizes de variáveis ambientais com a de espécies

A Análise de Correspondência Canônica segue os seguintes passos para o cálculo: primeiramente, para cada linha que será analisada, contendo tanto os dados bióticos quanto os

abióticos, faz-se o cálculo de peso relativo à linha, ou seja, o quanto aquele valor representa, em porcentagem em relação a soma total dos valores; Em seguida, este peso é multiplicado não só para as variáveis de mesma categoria (ex: números de indivíduos de mesma espécie), mas também para todas as outras categorias (ex: temperatura mínima ou pluviosidade). Esta operação permite, de forma resumida, comparar se a variação de cada categoria estão, de alguma forma, variando na mesma proporção, ou seja, aumentando ou diminuindo ao mesmo tempo em uma taxa previsível. Os eixos gerados nesta análise são resultado de combinações lineares contendo as variáveis ambientais (HAMMER et al., 2001).

Para avaliar a significância do valor de cada variável, foi realizado o teste de Monte Carlo com 500 permutações. Este teste consiste em refazer a ACC, porém, a cada permutação, os dados são aleatoriamente escolhidos, dentro dos valores de variância para cada número, e os cálculos são executados novamente na quantidade de vezes correspondente ao número de permutações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, das três coletas realizadas em cada Unidade de Conservação, perfazendo nove coletas, foram amostrados 9.595 indivíduos, 1.317 pertencentes à subfamília Steganinae e 8.278 da subfamília Drosophilinae. Os indivíduos foram identificados até, pelo menos, ao nível de gênero com base em sua morfologia externa e, em casos de dúvidas sobre sua classificação, procedia-se a análise da genitália masculina nos espécimes coletados e, por semelhanças morfológicas ou registros em literatura, as fêmeas eram alocadas em suas espécies. Foram identificados um total de 67 espécies (Tabela 1). Os animais identificados foram classificados também dentro de “grupos” que, apesar de não configurarem um nível taxonômico formal, é uma classificação amplamente utilizada nos estudos da família Drosophilidae pois indicam uma aproximação taxonômica das espécies pertencentes à esta unidade, seja pela natureza morfológica dos adultos, por características cromossômicas ou até semelhanças em suas formas imaturas (TIDON, 2005).

Tabela 1 - Espécies de drosofilídeos levantados em cada UC, separadas por grupos e suas abundâncias absolutas (AA) e relativas (AR) respectivas.

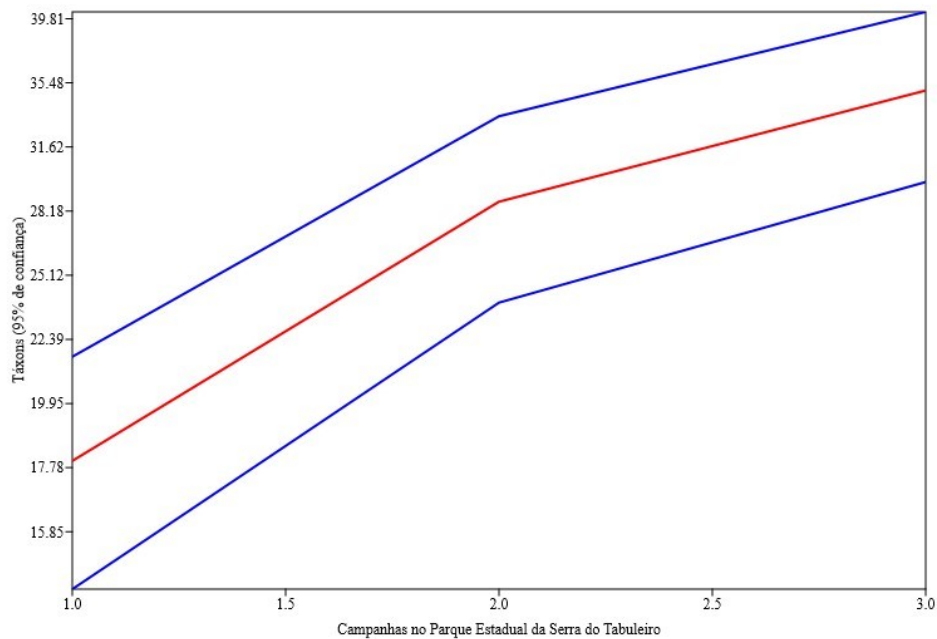
Espécies e grupos	Tabuleiro		Aguai		Canela Preta	
	AA	AR	AA	AR	AA	AR
Grupo willistoni						
<i>Drosophila bocainoides</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila bocainensis</i>	-	-	4	0,1	-	-
<i>Drosophila capricorni</i>	653	16,9	56	1,4	340	21,2
<i>Drosophila fumipennis</i>	13	0,3	4	0,1	48	3,0
<i>Drosophila willistoni</i>	2627	68,0	938	22,7	495	30,8
Grupo melanogaster						
<i>Drosophila kikkawai</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila malerkotliana</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila melanogaster</i>	2	0,1	125	3,0	15	0,9
<i>Drosophila simulans</i>	50	1,3	490	11,9	17	1,1
<i>Drosophila suzukii</i>	1	0,0	7	0,2	7	0,4
Grupo cardini						
<i>Drosophila cardini</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila cardinoides</i>	1	0,0	5	0,1	-	-
<i>Drosophila neocardini</i>	6	0,2	22	0,5	5	0,3
<i>Drosophila neomorpha</i>	2	0,1	1	0,0	-	-
<i>Drosophila polymorpha</i>	99	2,6	250	6,1	149	9,3
Grupo repleta						
<i>Drosophila carolinae</i>	-	-	-	-	3	0,2
<i>Drosophila hydei</i>	-	-	-	-	6	0,4
<i>Drosophila mercatorum</i>	3	0,1	51	1,2	36	2,2
<i>Drosophila moju</i>	-	-	3	0,1	3	0,2
<i>Drosophila mojuoides</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila onca</i>	3	0,1	-	-	2	0,1
<i>Drosophila pictilis</i>	-	-	4	0,1	-	-
<i>Drosophila repleta</i>	-	-	-	-	13	0,8
<i>Drosophila zotti</i>	1	0,0	-	-	-	-
Grupo saltans						
<i>Drosophila magalhaesi</i>	4	0,1	47	1,1	34	2,1
<i>Drosophila neoelliptica</i>	-	-	6	0,1	-	-
<i>Drosophila prosaltans</i>	-	-	5	0,1	-	-
<i>Drosophila sturtevanti</i>	14	0,4	325	7,9	56	3,5
Grupo guarani						
<i>Drosophila griseolineata</i>	2	0,1	134	3,2	32	2,0
<i>Drosophila guaraja</i>	-	-	1	0,0	3	0,2
<i>Drosophila guarani</i>	1	0,0	-	-	16	1,0
<i>Drosophila guaru</i>	2	0,1	1	0,0	-	-
<i>Drosophila maculifrons</i>	-	-	1	0,0	1	0,1
<i>Drosophila ornatifrons</i>	-	-	-	-	13	0,8
Grupo tripunctata						

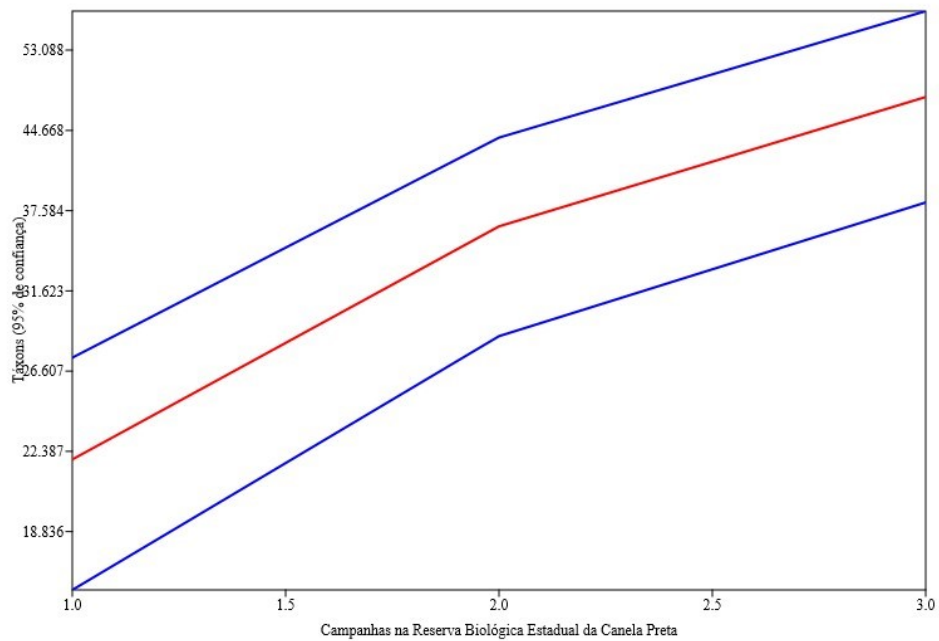
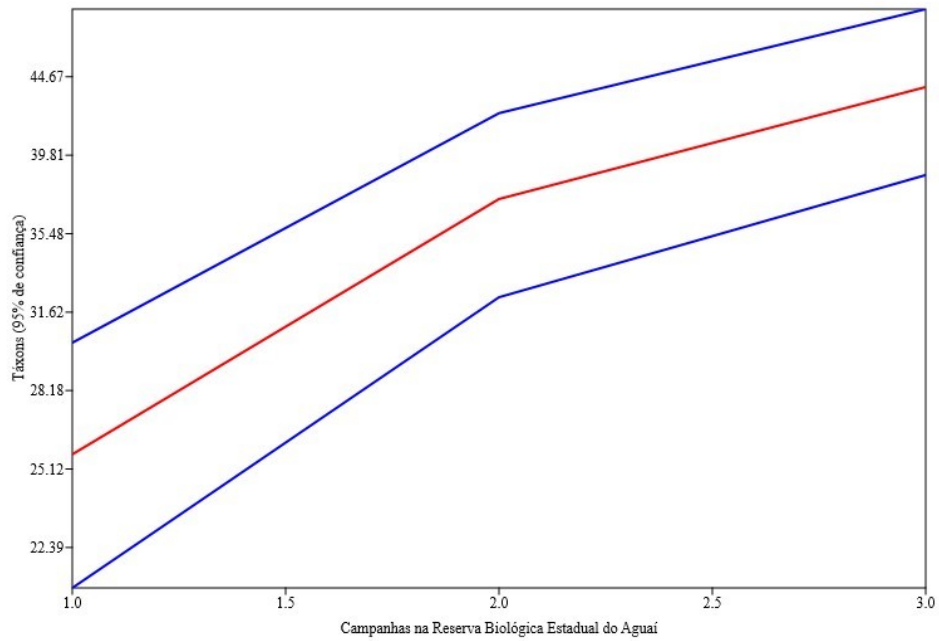
Espécies e grupos	Tabuleiro		Aguai		Canela Preta	
	AA	AR	AA	AR	AA	AR
<i>Drosophila angustibucca</i>	-	-	7	0,2	-	-
<i>Drosophila bandeiratorum</i>	5	0,1	5	0,1	7	0,4
<i>Drosophila caponei</i>	4	0,1	5	0,1	77	4,8
<i>Drosophila cuaso</i>	1	0,0	-	-	-	-
<i>Drosophila flexa</i>	3	0,1	-	-	9	0,6
<i>Drosophila mediopicta</i>	19	0,5	14	0,3	5	0,3
<i>Drosophila mediopunctata</i>	39	1,0	196	4,8	10	0,6
<i>Drosophila mediotriata</i>	-	-	111	2,7	-	-
<i>Drosophila nappae</i>	3	0,1	-	-	4	0,2
<i>Drosophila paraguayensis</i>	162	4,2	105	2,5	53	3,3
<i>Drosophila roehrae</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila tripunctata</i>	5	0,1	6	0,1	41	2,6
<i>Drosophila tripunctata</i>	5	0,1	6	0,1	41	2,6
Grupo immigrans						
<i>Drosophila immigrans</i>	-	-	4	0,1	3	0,2
Grupo calloptera						
<i>Drosophila atrata</i>	-	-	1	0,0	1	0,1
Grupo bromeliae						
<i>Drosophila bromelioides</i>	-	-	2	0,0	6	0,4
Grupo morelia						
<i>Drosophila morelia</i>	-	-	-	-	11	0,7
Grupo pallidipennis						
<i>Drosophila pallidipennis</i>	-	-	5	0,1	-	-
Grupo canalinea						
<i>Drosophila annulosa</i>	-	-	-	-	1	0,1
<i>Drosophila canalinea</i>	2	0,1	-	-	6	0,4
Grupo annulimana						
<i>Drosophila annulimana</i>	3	0,1	1	0,0	8	0,5
Grupo busckii						
<i>Drosophila busckii</i>	1	0,0	-	-	3	0,2
Grupo dreyfusi						
<i>Drosophila dreyfusi</i>	4	0,1	-	-	2	0,1
Grupo mesophragmatica						
<i>Drosophila mesophragmatica</i>	-	-	1	0,0	1	0,1
Subfamília Steganinae						
<i>Amiota sp.</i>	-	-	1	0,0	-	-
<i>Diathoneura sp.</i>	-	-	-	-	2	0,1
<i>Leucophenga sp.</i>	-	-	1	0,0	-	-
<i>Mycodrosophila sp.</i>	1	0,0	5	0,1	-	-
<i>Phortica sinophthalmus</i>	-	-	1	0,0	-	-

Espécies e grupos	Tabuleiro		Aguai		Canela Preta	
	AA	AR	AA	AR	AA	AR
<i>Scaptodrosophila latifasciaeformis</i>	1	0,0	5	0,1	-	-
<i>Zaprionus indianus</i>	-	-	2	0,0	-	-
<i>Zygothrica orbitalis</i>	-	-	-	-	13	0,8
<i>Zygothrica ptlialis</i>	122	3,2	7	0,2	-	-
<i>Zygothrica sp.</i>	1	0,0	1154	28,0	1	0,1
Total	3865	100	4125	100	1605	100

Para avaliar a estabilização da quantidade de espécies coletadas ao longo das coletas, foram plotadas as curvas de rarefação de espécies (SANDERS, 1968) de cada UC (Figura 4).

Figura 4 - Curvas de rarefação de espécies em cada Unidade de Conservação estudada; em vermelho o número de espécies efetivamente coletadas e em azul o intervalo de confiança de 95%.





As curvas de rarefação de espécies das três UCs indicam que, com apenas três amostragens por local, não foi possível levantar a totalidade de espécies presentes, apesar da grande diversidade já amostrada. Em especial, duas coletas tiveram pouca quantidade de

indivíduos amostrados, a primeira coleta em PEST e a segunda em RBECP, ambas com apenas 9 táxons amostrados (Tabela 2). Estas discrepâncias são reflexo das chuvas que ocorreram nos períodos onde as armadilhas estavam instaladas. Na primeira coleta no PEST houve precipitação de 8,4 mm um dia antes da retirada das armadilhas e na segunda coleta em Canela Preta, também um dia antes da retirada das armadilhas, houve precipitação de 14,8 mm. Nestes casos, a coleta deve ter sido comprometida pois a chuva, pode não só matar os adultos no ambiente, como também inutilizar as armadilhas, por diluir as leveduras nas iscas. Portanto, para obtenção de maior robustez dos dados, são necessárias mais campanhas de coletas nas três UCs para definir a totalidade de táxons em cada parque.

Tabela 2 - Índices de diversidade α de cada Unidade de Conservação.

	TB	AG	CP
Táxons (S)	35	44	48
Shannon (H')	1,182	2,25	2,44
Dominância (1-D)	0,4955	0,1606	0,1652
Simpson (D)	0,5045	0,8394	0,8348

Em termos de diversidade, a UC do PEST registrou 35 táxons distintos no total, a de RBECP, 44 e a RBEA, 48. A Reserva Biológica Estadual da Canela Preta e a Reserva Biológica Estadual de Aguai foram amostradas em relação à fauna de invertebrados pela primeira vez no presente trabalho e, ainda que as curvas de rarefação de espécies ainda não tenham alcançado o ponto de assíntota, possuem grande diversidade de espécies segundo o índice de Shannon (H').

Na UC PEST, o valor de dominância é bem acentuado em relação às outras UCs, (0,4955 para PEST e 0,1606 e para RBEA e 0,1652 para RBECP) e isto se deve principalmente aos diferentes fatores abióticos e bióticos presentes em cada UC. Um dos principais fatores abióticos, como citado anteriormente, foram as chuvas ocorridas durante o período em que as armadilhas estavam em campo, que correspondem, na Tabela 5 que reúne os dados climáticos diários utilizados no estudo, nos três últimos dias de cada coleta. Em especial, as confeccionadas de garrafas PET que foram utilizadas em sete das nove coletas, não possuem proteção contra a chuva, o que as torna mais vulneráveis à estas condições. A diminuição do número de indivíduos coletados, por consequência, aumenta a possibilidade de se obter animais pertencentes à uma ou poucas espécies em detrimento das outras e que, em condições meteorológicas mais favoráveis, haveria um aumento no n amostral e, talvez, uma distribuição mais uniforme dos táxons nos resultados para os locais. Outro fator que

contribuiu na grande Dominância foi a abundância de *Drosophila willistoni* nas coletas como observado na Tabela 1. Para esta espécie, no PEST e em RBECP, sua abundância relativa alcançou 68,0 e 30,8, respectivamente, tornando-se assim o táxon dominante nestes pontos e em RBEA, com abundância relativa de 22,7, fica atrás somente de *Zygothrica sp.*, com 28,0.

A grande abundância de *D. willistoni*, no entanto, já era esperada. Em trabalhos sobre sazonalidade atuando em comunidades de drosofilídeos como Mendes et al. (2017), Bizzo et al. (2010) e Dobzhansky e Pavan (1950), esta espécie tem seu pico de abundância em meses mais quentes.

Na Tabela 3, que possui o resultado dos cálculos para os índices de diversidade em cada uma das coletas, também podemos observar os elevados valores para os índices de dominância, em TBI, diferentemente de TBII e TBIII, nesse local, uma espécie que se destacou pela sua abundância é *Zygothrica ptialis*, que teve seu primeiro registro no estado de Santa Catarina em 2012 (PROBST, 2012). O gênero *Zygothrica*, até então, ocorreu sempre em quantidades consideravelmente menores, em coletas anteriores na região, principalmente por se tratar de um táxon predominantemente micrófago e sua captura em armadilhas contendo iscas de banana fermentada ser ocasional (DÖGE et al., 2007). Apesar das ocorrências no estado, pouco se sabe sobre a distribuição do gênero e, conseqüentemente, sobre a causa do crescente número de animais coletados no Estado. Portanto, estudos mais aprofundados para descrever a dinâmica do grupo na região são importantes.

Tabela 3 - Índices de diversidade α de cada coleta nas UCs.

	TBI	TBII	TBIII	AGI	AGII	AGIII	CPI	CPII	CPIII
Táxons (S)	9	24	21	25	21	31	41	9	16
Shannon (H')	0,6509	1,195	0,6073	2,029	1,478	2,428	2,593	1,445	1,356
Dominância (1-D)	0,7306	0,4865	0,7628	0,1786	0,3102	0,1174	0,136	0,2932	0,3772
Simpson (D)	0,2694	0,5135	0,2372	0,8214	0,6898	0,8826	0,864	0,7068	0,6228

As UCs mais distantes geograficamente entre si, RBEA e RBECP são justamente as que possuem a diversidade β com maior valor, o que seria esperado, por serem reservas pequenas em comparação com PEST, e por haver entre elas uma distância de

aproximadamente 170 km em linha reta além de RBCEP ser próxima do Parque Municipal das Grutas de Botuverá, que é maior em tamanho e se estender até locais de Floresta Ombrófila Mista, onde há a possibilidade de intercâmbio de espécies entre estas regiões fito-ecológicas. O segundo maior valor de diversidade β , inclui PEST e RBCEP que mantém uma relação semelhante à de RBEA. Dada a grande extensão do PEST, este contém em seus limites cinco fito-morfologias distintas características de Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Campos de Altitude, Restinga e Manguezal) o que deve afetar a composição da comunidade de drosofilídeos e produzir esta diferença em relação à RBCEP, mesmo que os pontos de coleta no PEST em relação à RBCEP sejam os mais próximos entre si de todos os locais analisados (aproximadamente 75 km em linha reta).

Com a menor diferença entre as diversidades β , estão as UCs de PEST e RBEA, com pontos de coleta distantes entre si em aproximadamente 120 km, onde também há diferenças entre a diversidade de fitofisionomia nos dois parques. Este resultado pode ser reflexo da proximidade da extensão austral do PEST, composta de Floresta Ombrófila Densa assim como a reserva de RBEA que também possui esta fitofisionomia. As UCs estão representadas na Tabela 4 da seguinte forma: TB: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, AG: Reserva Biológica Estadual do Aguai e CP: Reserva Biológica Estadual da Canela Preta.

Tabela 4 - Diversidade β entre unidades de conservação segundo índice de Whittaker (1960).

TB x AG	TB x CP	AG x CP
0,34177	0,3494	0,41304

As UCs do PEST e RBEA, em relação a RBCEP, apresentam um maior nível de perturbação por conter um número maior de espécies cosmopolitas, como *Drosophila melanogaster* e *Drosophila simulans*, *D. cardinoides*, *D. mediotriata*, *Scaptodrosophila latifasciaeformis*, *Zygothrica sp.*, além das invasoras *Zaprionus indianus*, o que indica uma maior influência antrópica nestas duas UCs. Por outro lado, também ocorrem espécies nativas para Mata Atlântica como as pertencentes aos grupos *tripunctata*, subgrupo *willistoni*, grupo *guarani*, grupo *canalinae*, grupo *calloptera* e grupo *caponei*. Em RBCEP também ocorrem espécies exóticas ou invasoras como *Drosophila sukukii*, *Drosophila malerkotliana* e *Drosophila kikkawai*, assim como a cosmopolita *D. simulans* que ocorre em todos os locais, em pelo menos uma das coletas. Contudo, em termos de quantidade, as espécies exóticas ou invasoras ocorrem em maior número em PEST e RBEA, indicando maior grau de perturbação ambiental (MATA; MCGEOCH; TIDON, 2008).

Em PEST podemos observar uma grande quantidade de espécies pertencentes a grupos associados a florestas, como as do grupo *willistoni*, em especial para *D. willistoni* e *D. capricorni*, assim como espécies associadas, em trabalhos relacionados à fragmentação de ambiente, às áreas de borda de fragmento, como *Drosophila mediopicta* (DÖGE, 2006).

Para RBCEP, assim como para PEST, *D. capricorni* tem abundância total para a UC de 21,2, portanto superior aos outros locais para a espécie. Adicionalmente, foi possível encontrar *Drosophila ornatifrons* que é comum a ambientes florestais, principalmente em florestas de galeria e ser fortemente associado a locais úmidos. Em RBCEP também ocorreu *Zygothrica orbitalis* que já foi registrado em ambientes xéricos, de mangue e urbanos, mostrando assim que tem potencial para ocupar nichos diversos (DÖGE et al., 2007; GOÑI et al., 2012).

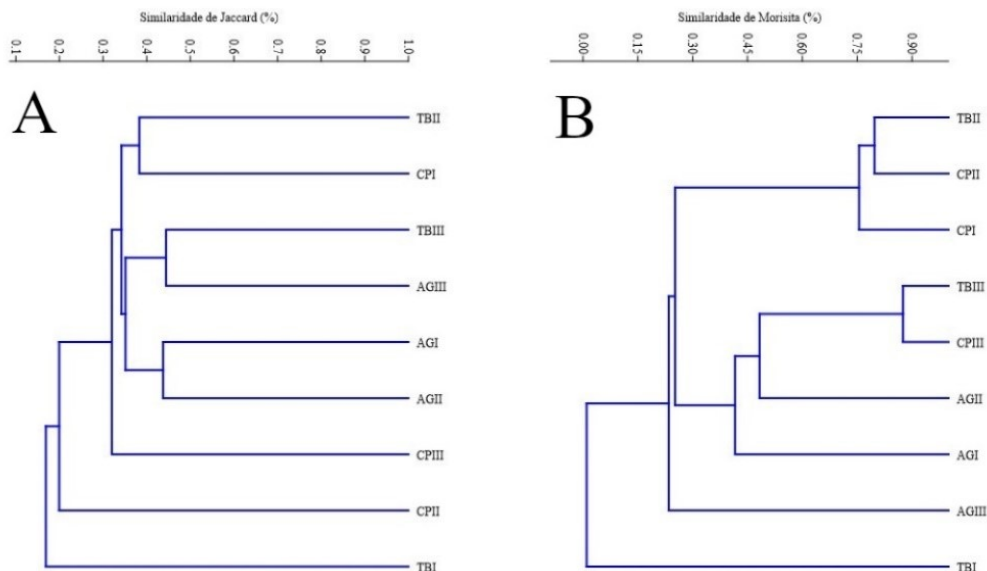
A UC de RBEA possui, dentre todas as UCs, as maiores abundâncias de espécies do grupo *tripunctata*, normalmente associado a matas e interiores de fragmento florestal. Contudo, também foram amostradas espécies associadas a ambiente limítrofes, como *Drosophila neoelliptica* e *Drosophila sturtervanti* (ambas grupo saltans), além de possuir maior quantidade em *D. simulans*, que é exótica e *Z. indianus*, espécie africana e invasora (DÖGE, 2006). Ao contrário das outras UCs, RBEA não é contínua com outros parques ou reservas maiores, possui grande proximidade com a mancha urbana de cidades mineradoras como Orleans e Criciúma e, nos limites da reserva, situa-se a barragem São Bento, portanto fica clara a influência antrópica na região que, para um grupo tão sensível à mudanças ambientais como a família Drosophilidae, cria uma diferença entre este local e os demais estudados.

Ambientes florestais pouco perturbados exibem a tendência a manter muitas espécies neotropicais e que ocupam nichos específicos, enquanto ambientes perturbados tendem a apresentar espécies mais generalistas e que transitam entre ambientes (MATA; MCGEOCH; TIDON, 2008). Outros fatores que contribuem para a dinâmica da abundância das populações são a fragmentação de ambientes e o nível de isolamento destes fragmentos, que prejudica o trânsito de espécies de um fragmento a outro (TERBORGH, 1992). Portanto, para as UCs estudadas, PEST e RBCEP compartilham espécies encontradas tanto dentro de fragmentos, quanto nas bordas. Já RBEA, possui grandes abundâncias de espécies exóticas e invasoras, o

que indica a necessidade de se manter as áreas de conservação, bem como a criação de corredores ecológicos para interligar as UCs a fim de garantir o intercâmbio de espécies.

Analisando a estrutura das comunidades baseando-se nos índices de similaridade em cada amostra, TBI e CPII, assim como indicado pelos índices de diversidade α , se isolam das demais amostras segundo o índice de Jaccard, que considera a presença ou ausência de espécies em suas comparações e, neste caso, coletas como AGI e AGII que possuem similaridades em termos de espécies, mas grandes diferenças em suas quantidades como, por exemplo, moscas pertencentes ao gênero *Zygothrica sp.* que em AGI se apresentaram com apenas um indivíduo, em AGII essa ocorrência foi de 1.151 animais. Em TBIII dos seus 21 táxons, 16 são compartilhados com AGIII e suas 31 espécies, são aproximadas quando submetidas a este índice. Entretanto, o índice de Morisita, que considera a composição específica de cada local e a distribuição dos indivíduos dentro das espécies, as amostragens onde espécies se distribuem mais uniformemente se aproximam. A análise quantitativa de similaridade entre as amostras sob os coeficientes de Jaccard e de Morisita teve seus resultados agrupados (ou “clusterizados”) com graus de correlação cofenética para Jaccard de 0,8819, enquanto para Morisita foi de 0,9439 (Figura 5).

Figura 5 - Dendograma de similaridade de Jaccard (A) e de Morisita (B).



No índice de Morisita, os locais se agrupam segundo a uniformidade de cada espécie ao longo das coletas, portanto, para CPII, antes isolada das demais por Jaccard e mantendo

relação mais próxima apenas com TBI, nesta análise, consegue se aproximar de TBIII com cerca de 80% de similaridade.

Segundo a Tabela 5 que consta a data das coletas, CII foi realizada na primavera de 2013 e TBIII, no verão de 2014 com menos de dois meses de diferença entre as duas e, apesar da distância geográfica entre os pontos, as temperaturas e pluviosidade apresentaram características comuns ao clima de Santa Catarina, onde a primavera é instável com pancadas de chuva e verão com aumento na temperatura média em relação à estação anterior, porém com pluviosidade mais bem distribuída que na primavera (MONTEIRO, 2001; MINUZZI; FREDERICO, 2017).

Tabela 5 - Dados meteorológicos levantados para a análise e seus respectivas datas e Unidades de Conservação correspondentes.

Data	Coleta	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade relativa (%)	Pluviosidade (mm)
08/01/2013	TBI	23	28	90	10,00
09/01/2013		23	27	86	0,00
10/01/2013		22	27	76	0,00
11/01/2013		20	27	73	0,00
12/01/2013		19	26	70	0,00
13/01/2013		20	28	74	0,00
14/01/2013		20	27	83	8,40
15/01/2013		22	27	86	0,60
09/07/2013	TBII	15	16	89	1,60
10/07/2013		17	22	78	0,00
11/07/2013		17	23	79	0,00
12/07/2013		17	24	76	0,00
13/07/2013		13	25	84	0,00
14/07/2013		16	25	80	0,00
15/07/2013		13	18	69	3,00
16/07/2013		9	19	65	0,00
17/01/2014	TBIII	20	29	75	0
18/01/2014		22	30	66	0
19/01/2014		23	32	72	0
20/01/2014		23	31	76	0
21/01/2014		23	31	73	0
22/01/2014		26	34	77	0
23/01/2014		24	34	82	13,4
24/01/2014		26	35	74	0

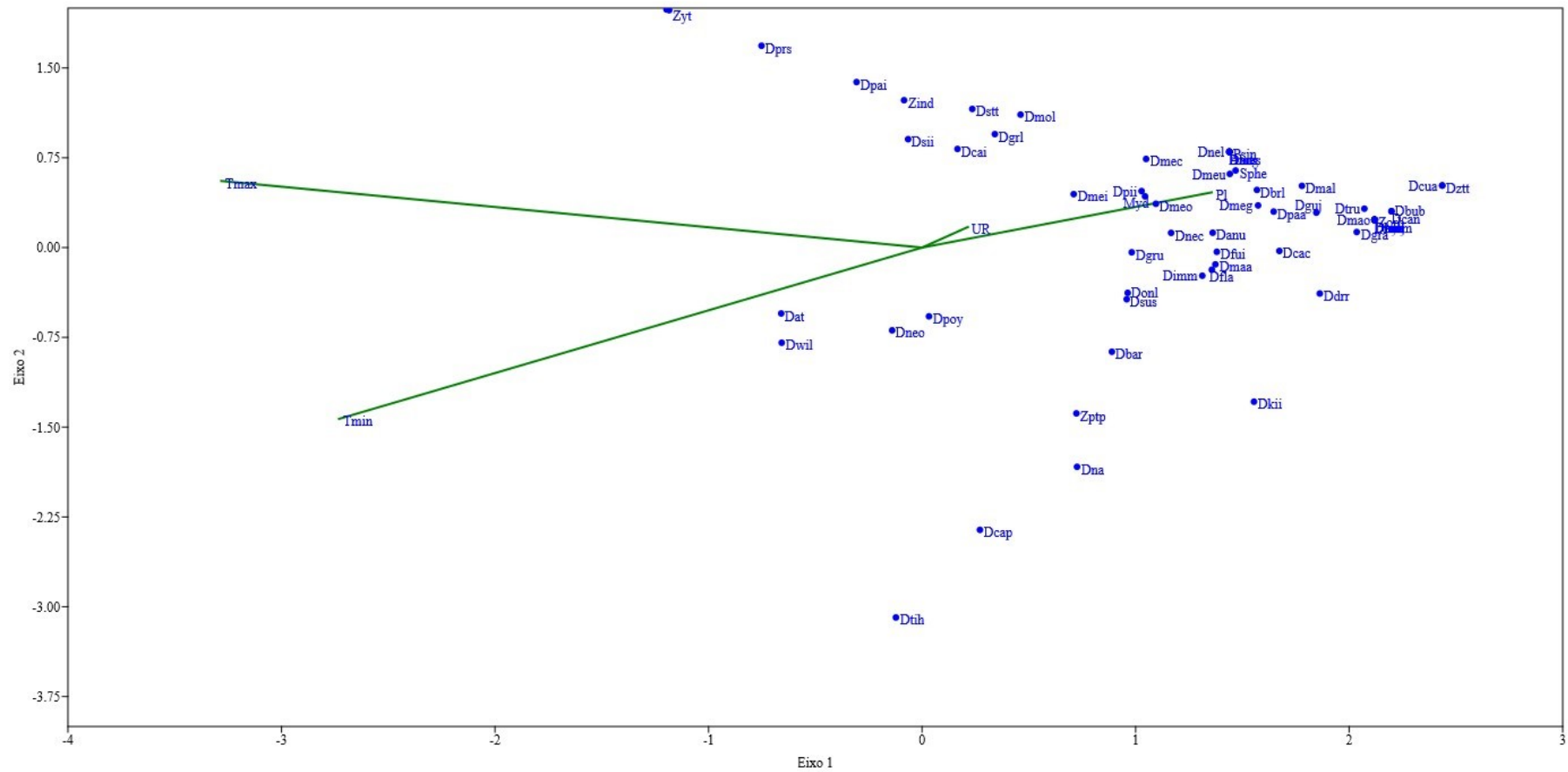
Data	Coleta	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade relativa (%)	Pluviosidade (mm)
25/01/2014		24	26	87	0
23/02/2013	AGI	19	27	85	5,9
24/02/2013		18	33	77	0
25/02/2013		22	27	90	1,3
26/02/2013		19	26	86	6,3
27/02/2013		16	27	75	0,1
28/02/2013		18	25	82	0
01/03/2013		19	30	85	0
02/03/2013		19	33	75	0
27/01/2014		AGII	21	34	83
28/01/2014	22		37	82	0,9
29/01/2014	24		37	75	0
30/01/2014	21		36	82	0
31/01/2014	22		36	75	0
01/02/2014	22		34	79	4,5
02/02/2014	20		37	83	1,3
04/03/2016	AGIII		20	25	87
05/03/2016		16	28	82	0,4
06/03/2016		17	30	80	0
07/03/2016		17	28	80	0,2
08/03/2016		19	29	81	0
09/03/2016		22	30	88	0
10/03/2016		21	28	89	27,7
11/03/2016		20	25	90	4
08/04/2013	CPI	21	27	88	2,80
09/04/2013		20	27	90	0,20
10/04/2013		22	25	93	108,00
11/04/2013		20	28	91	0,60
12/04/2013		25	27	90	34,20
13/04/2013		22	25	87	0,40
14/04/2013		16	23	74	0,00
15/04/2013		14	27	66	0,20
28/10/2013	CPII	18	24	54	0,00
29/10/2013		15	23	79	0,00
30/10/2013		17	25	85	0,00
31/10/2013		20	25	81	0,60
01/11/2013		23	26	79	0,60
02/11/2013		19	26	85	7,60
03/11/2013		22	25	89	14,80
04/11/2013		20	22	90	3,20
06/02/2014	CPIII	26	32	86	0,00
07/02/2014		26	32	90	0,00

Data	Coleta	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Umidade relativa (%)	Pluviosidade (mm)
08/02/2014		28	33	90	0,00
09/02/2014		25	32	83	0,00
10/02/2014		27	32	90	0,00
11/02/2014		25	31	86	0,00
12/02/2014		24	32	89	0,00
13/02/2014		28	30	86	14,40

Os estudos sobre os efeitos da sazonalidade na estrutura de uma comunidade de drosofilídeos, apontam diferentes fatores abióticos que podem estar correlacionados às variáveis bióticas. Segundo Torres e Madi-ravazzi (2006), para muitas espécies, a pluviosidade tem maior relação com a presença de determinadas espécies, enquanto Mendes et al. (2017), apontam a temperatura correlacionada à maioria das espécies do local, exceto *D. simulans* e *D. willistoni*.

Na ACC, os cálculos envolveram matrizes contendo as variáveis abióticas listadas na Tabela 5 e as espécies listadas na Tabela 1, e os resultados se encontram na Figura 6 e, entre as mesmas variáveis abióticas supracitadas e cada uma das coletas na Figura 7. Para testar a força das relações entre as matrizes, foi realizado o teste global de Monte Carlo com 500 permutações para todos os eixos e foi obtido o valor de $p = 0,333$, portanto, há correlação entre os valores dos vetores sobre os eixos e sobre os pontos.

Figura 6 - Gráfico de correspondência entre as variáveis abióticas **Tmax**, **Tmin**, **UR**, **PI** e as espécies de drosofilídeos encontrados em cada uma das nove coletas.



No gráfico da Figura 06, os vetores representam as variáveis ambientais: **Tmin** para temperatura mínima, **Tmax** para temperatura máxima, **UR** para umidade relativa e **PI** para pluviosidade e o comprimento de cada um destes vetores representa o grau de influência que este possui sobre a variância dos valores posicionadas ao longo de sua extensão de forma crescente assim que se projeta o ponto no vetor em questão, ou seja, espécies que estão posicionadas mais próximas da origem do vetor (valor de 0 nos eixos) variam menos em suas variâncias em comparação com as posicionadas ao final ou além dos vetores. Projetando-se o valor de um vetor nos eixos e, em seguida, traçando a perpendicular entre o ponto de uma determinada espécie e o eixo, obtemos uma representação do grau de influência entre variável abiótica e os valores de abundância da espécie, ou seja, a proporção com que esta responde à variável, sendo que perpendiculares mais curtas indicam que há uma variação mais responsiva por parte das abundâncias que as que possuem perpendiculares mais longas. Para relações onde as relações são negativas, a projeção dos vetores é feita para além do valor de zero no eixo, portanto, as mesmas relações citadas anteriormente que eram diretamente proporcionais utilizam a mesma relação linear para espécies que têm sua abundância afetada negativamente por uma variável ambiental (BRAAK; SMILAUER, 2002).

Na Figura 06, podemos observar uma predominância de espécies respondendo diretamente à pluviosidade registrada nas coletas, em especial *Drosophila cuaso* e *Drosophila zotti*, representantes do grupo tripunctata e subgrupo repleta, respectivamente. Levando em consideração que o grupo tripunctata é o segundo maior da região neotropical, sendo este muito comum em florestas e associados à rios e lagos em épocas mais frias do ano (TIDON, 2005), há uma representação deste cenário no *plot* da ACC, por manter *D. cuaso* em relação inversamente proporcional às temperaturas, o que também podemos observar para boa parte das espécies do grupo, exceto para *Drosophila caponei* e *Drosophila nappae* que, apesar de manterem relações com pluviosidade e temperatura características do subgrupo, neste conjunto de dados, não respondeu em abundância às variáveis ambientais com a mesma frequência e intensidade. Para o subgrupo repleta, não há literatura que relacione as variáveis ambientais, principalmente *D. zotti*, que aparece em grande parte a estudos relacionados ao levantamento de espécies como por Chaves e Tidon (2008) para o Cerrado (Roque, et al. 2017), ou De Toni (2000) para a Mata Atlântica, porém, independente do bioma, a coleta desta espécie ocorre com iscas de banana com fermento biológico, o que indica a exploração de leveduras presentes neste tipo de recurso pela espécie. A disponibilidade de determinados recursos que as espécies utilizam em relação às variáveis ambientais não está contemplada no

escopo deste trabalho, mas é de grande importância para explicar as flutuações dentro das comunidades de drosofilídeos pois são comuns as mudanças sazonais na distribuição de recursos utilizados para oviposição ao longo de meses ou anos (BIZZO et al., 2010).

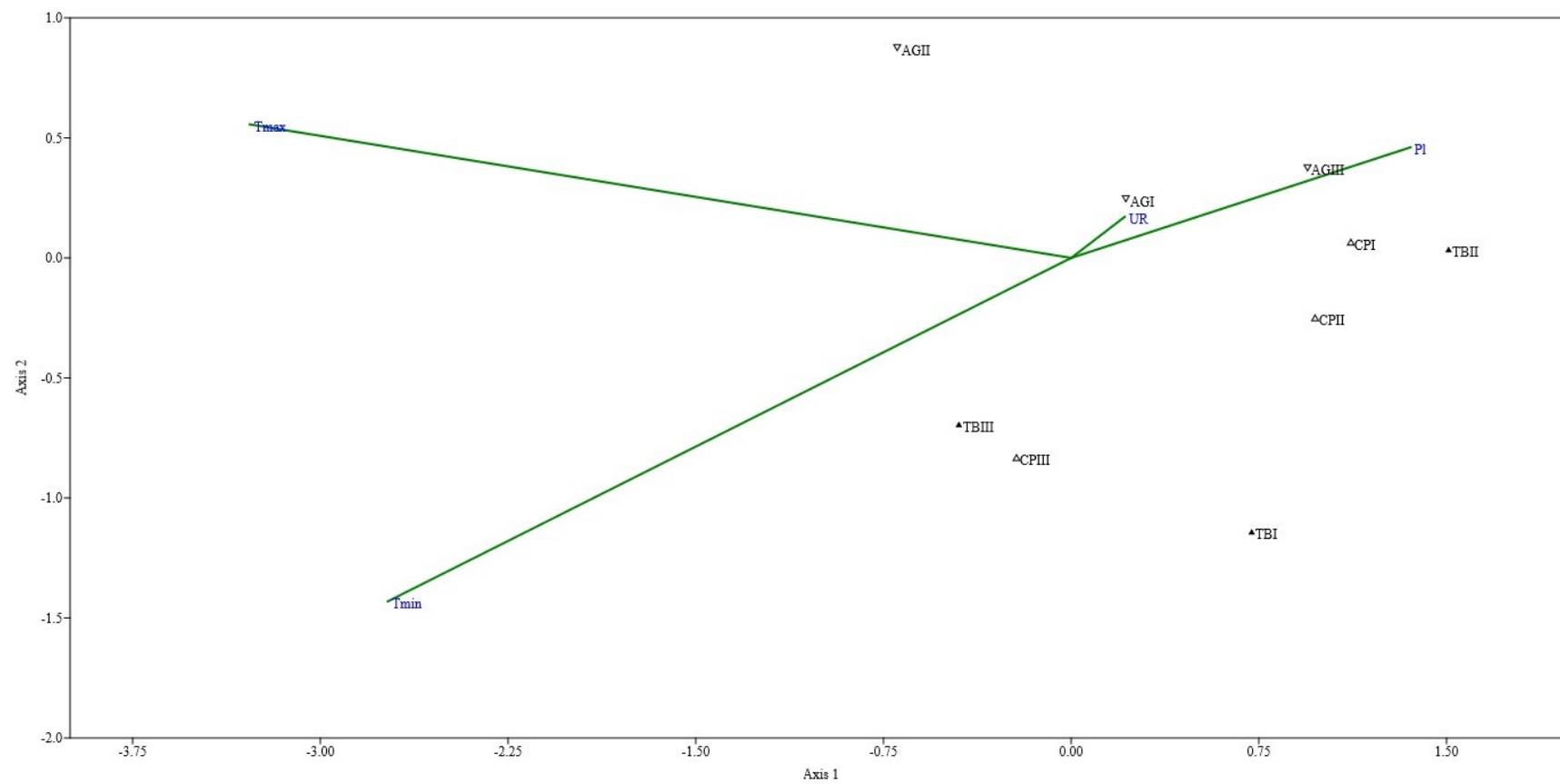
Para a umidade relativa, na ACC, sua variação explica muito pouco da composição das UCs e as espécies que se relacionam com esta variável, a fazem de forma pouco linear. Assim como Mendes (2017), a umidade relativa teve pouca correlação com as assembleias levantadas, o que pode ser reflexo da umidade constantemente elevada de regiões costeiras e pela zona climática onde as UCs estão inseridas (mesotérmica branda super-úmido). Portanto, com uma variável que possui pouca flutuação, mesmo durante períodos bem mais longos que o analisado, seria necessário a aplicação de outras formas de análise ou um número maior de dados coletados para estabelecer uma correlação entre umidade relativa e abundância de espécies.

Em relação às temperaturas máximas e mínimas, poucas são as espécies que se mostraram responsivas ao gradiente de temperatura. Para *D. willistoni* do grupo willistoni e *Drosophila atrata* do grupo calloptera, as temperaturas tiveram influência diretamente proporcional em suas abundâncias, o contrário da maioria das espécies coletadas. Apesar de *D. atrata* se tratar de uma espécie muito comum em florestas sul-americanas (TIDON, 2005), foi capturado apenas dois indivíduos em todas as coletas, enquanto para *D. willistoni*, a abundância relativa em PEST chega a 68%, em RBEA a 22,7% e em RBECP a 30,8%, que são valores comumente encontrados por diversos autores, para a esta espécie (BIZZO, 2010; MENDES, 2017), dado que são muito comuns nas coletas, principalmente as que ocorrem em verões e outonos (DE TONI et al., 2007). Entretanto, sua relação com a pluviosidade é positiva em outros trabalhos como o de Torres e Madi-Ravazzi (2006) e Roque et al. (2017), o que não ocorre neste caso, provavelmente por tratar de locais de Mata Atlântica, com chuvas mais constantes, em contraste com o Cerrado (mesmo que situados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual neste bioma) dos trabalhos citados anteriormente.

Esta relação de temperatura e abundância observada para *D. willistoni*, em detrimento a das outras espécies, pode indicar que esta espécie possa reduzir a abundância das demais por ser mais tolerante a temperaturas mais elevadas o que acelera o seu desenvolvimento larval, resultando em vantagem no estágio competitivo larval.

Sobre os dados de microclima ainda é interessante salientar que o aumento das temperaturas mínimas registradas, ocorre em razão do aumento das médias de temperaturas de para o período, portanto, para biomas como Mata Atlântica, que possuem uma grande capacidade de manutenção de temperatura, principalmente em função da alta umidade relativa, para uma análise mais adequada desta variável, consideramos que deva-se considerar prioritariamente as temperaturas médias, dado que provavelmente representam melhor as condições que podem influenciar na estrutura das comunidade de drosofilídeos, no interior da mata.

Quando as coletas são analisadas como um todo pela ACC (Figura 7), AGI, coleta realizada no verão de 2013, se relaciona diretamente com a umidade relativa, enquanto AGIII, CPI, CPII, TBI e TBII estão mais relacionados à pluviosidade, TBIII e CPIII às temperaturas mínimas e AGII às máximas.

Figura 7 - Gráfico de correspondência entre as variáveis abióticas **Tmin**, **Tmax**, **UR** e **PI** e as coletas.

Assim como ocorreu com as espécies separadamente, os locais como um todo têm, em sua maioria, uma maior correlação com a pluviosidade e pouca relação observável com as temperaturas de forma geral, sendo que apenas TBIII, que possui uma abundância relativa de 0,87 para *D. willistoni* e, conseqüentemente compartilha de uma relação muito próxima em relação às variáveis climáticas. O mesmo ocorre na coleta AGII, onde *Zygothrica sp.* possui abundância relativa de 0,46. As relações da espécie com maior abundância, como já mencionado, refletem nos resultados da abundância das demais espécies coletadas como um todo.

No agrupamento de Morisita entre as coletas, TBIII e CPIII são clusterizadas com similaridade de 80%, em consequência da grande abundância de *D. willistoni*, com 0,86 e 0,56 para cada coleta, respectivamente.

De modo geral, a relação das coletas parece seguir a ordenação das espécies mais abundantes e, quando o local não possui uma dominância tão acentuada, como AGIII, com $1-D = 0,1174$, as correlações com as variáveis se tornam mais independentes das espécies mais abundantes.

5 CONCLUSÕES

As assembleias do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Reserva Biológica Estadual do Aguai e da Reserva Biológica Estadual da Canela Preta tiveram sua estrutura caracterizada e analisada por seus valores de números de espécies (S), índices de diversidade α através de Shannon (H'), Dominância (1-D) e diversidade de Simpson (D), além de diversidade β entre os locais pelo índice de Whittaker e comparados através da similaridade de Jaccard e de Morisita.

As Reservas Biológicas Estaduais da Canela Preta e de Aguai tiveram sua comunidade de drosofilídeos amostrada pela primeira vez neste trabalho, sendo que mesmo outros levantamentos faunísticos ou florísticos ainda são pouco conhecidos para toda a região, por se tratar de um local de difícil acesso. Sendo assim, fica evidente o papel pioneiro deste trabalho.

A Reserva Biológica Estadual de Aguai possui a maior quantidade de espécies consideradas comuns a bordas de fragmentos e/ou invasoras, a despeito da similaridade com o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, indicando que é, das três UCs, a com a comunidade de drosofilídeos mais perturbada.

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e a Reserva Biológica da Canela Preta apresentam similaridades com áreas em estágios de regeneração, porém novas coletas seriam necessárias para ter um cenário mais claro sobre a composição de drosofilídeos destes locais.

As Análises de Correspondência Canônica apontam para um predomínio da pluviosidade em correlação positiva com a estrutura das comunidades dos locais estudados, enquanto a temperatura, tanto máxima a quanto mínima, corroboram dados da literatura para apenas algumas espécies.

A umidade relativa, não possui uma grande influência nas comunidades das UCs por possuir valores relativamente estáveis durante todo o período de dados analisados.

As correlações entre as variáveis climáticas e a abundância total das coletas são fortemente influenciadas pelo índice de dominância de cada coleta.

As comunidades destes locais ainda não foram completamente amostradas e as correlações entre as variáveis climáticas se tornaram limitadas a condições tipicamente de

verão para a região, portanto, é necessário novos levantamentos e coletas de espécies para obtermos maior heterogeneidade nos dados para comparação.

Entretanto, usando-se os drosofilídeos como bioindicadores, percebe-se que o esforço na manutenção dessas Unidades de Conservação é de alta relevância para conservação do Bioma Mata Atlântica de Santa Catarina, apesar de se constatar que, pelo isolamento de algumas espécies exóticas em algumas UCs, que existe redução no fluxo de espécies entre essas Unidades e, sendo assim, percebe-se a importância da restauração ou criação de corredores ecológicos com a finalidade de interligar essas unidades de conservação e manter a diversidade genética nas populações nativas que ali habitam, pois só assim, será possível manter a diversidade específica dessas Unidades a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- BIZZO, Luís et al. Seasonal dynamics of a drosophilid (Diptera) assemblage and its potencial as bioindicator in open environments. **Iheringia. Série Zoologia**, [s.l.], v. 100, n. 3, p.185-191, set. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212010000300001>.
- BRAAK, Cajo Ter; SMILAUER, Petr. **CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. 2002. Disponível em: <www.canoco.com>. Acesso em: 10 dez. 2009.
- BRASIL. **LEI Nº 11.428**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 1 nov. 2019.
- BRNCIC, D.; BUDNIK, Myriam; GUIÑEZ, R.. An analysis of a Drosophilidae community in Central Chile during a three years period. **Journal Of Zoological Systematics And Evolutionary Research**, [s.l.], v. 23, n. 2, p.90-100, 27 abr. 2009. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0469.1985.tb00573.x>.
- CHAVES, Natália Barbi; TIDON, Rosana. Biogeographical aspects of drosophilids (Diptera, Drosophilidae) of the Brazilian savanna. **Revista Brasileira de Entomologia**, [s.l.], v. 52, n. 3, p.340-348, set. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0085-56262008000300005>.
- DE TONI, Daniela Cristina. et al. Study of the Drosophilidae (Diptera) communities on Atlantic Forest islands of Santa Catarina State, Brazil. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 36, n. 3, p.356-375, jun. 2007. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2007000300004>.
- DE TONI, Daniela Cristina. First record of *Zaprionus indianus* (Diptera, Drosophilidae) in the State of Santa Catarina, Brazil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p.71-85, out. 2000.
- DE TONI, Daniela Cristina. **Estudo da variabilidade genética e ecológica de comunidades de *Drosophila* em regiões de Mata Atlântica de ilhas e do continente de Santa**

Catarina. 2002. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

DEPRÁ, Maríndia et al. The first records of the invasive pest *Drosophila suzukii* in the South American continent. **Journal Of Pest Science**, [s.l.], v. 87, n. 3, p.379-383, 16 maio 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10340-014-0591-5>.

DIDHAM, Raphael K. et al. Insects in fragmented forests: a functional approach. **Trends In Ecology & Evolution**, [s.l.], v. 11, n. 6, p.255-260, jun. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)20047-3](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(96)20047-3).

DOBZHANSKY, Theodosius; PAVAN, Crodowaldo. Local and Seasonal Variations in Relative Frequencies of Species of *Drosophila* in Brazil. **The Journal Of Animal Ecology**, [s.l.], v. 19, n. 1, p.1-14, maio 1950. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/1566>.

DÖGE, Jonas da Silva et al. The genus *Zygothrica* Wiedemann 1830 (Diptera, Drosophilidae) in Santa Catarina state, southern Brazil: distribution and ecological notes. **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.33-36, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-06032007000300003>.

DÖGE, Jonas da Silva et al. The genus *Zygothrica* Wiedemann 1830 (Diptera, Drosophilidae) in Santa Catarina state, southern Brazil: distribution and ecological notes. **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.33-36, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-06032007000300003>.

DÖGE, Jonas da Silva. **Variação temporal e espacial e influência do deflorestamento e do efeito de borda em assembleias de drosofilídeos de uma área de Mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil.** 2006. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FERREIRA, Luzitano B.; TIDON, Rosana. Colonizing potential of *Drosophilidae* (Insecta, Diptera) in environments with different grades of urbanization. **Biodiversity And Conservation**, [s.l.], v. 14, n. 8, p.1809-1821, jul. 2005. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-004-0701-4>.

GASPER, André Luís de et al. Floristic and Forest Inventory of Santa Catarina: species of evergreen rainforest. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 65, n. 4, p.807-816, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201465401>.

GOÑI, Beatriz et al. Species of Drosophila (Diptera: Drosophilidae) attracted to dung and carrion baited pitfall traps in the Uruguayan Eastern Serranías. **Zoologia (Curitiba)**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.308-317, ago. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-46702012000400004>.

GOTTSCHALK, Marco S. et al. Changes in Brazilian Drosophilidae (Diptera) assemblages across an urbanisation gradient. **Neotropical Entomology**, [s.l.], v. 36, n. 6, p.848-862, dez. 2007. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2007000600005>.

HAMMER, Øyvind et al. PAST: Paleontological Statistics Software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Oslo, v. 4, n. 1, p.1-9, 13 maio 2001. Disponível em: <<https://palaeo-electronica.org>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Climatologia**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamento1>. Acesso em: 1 nov. 2019.

IMA - INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA (Florianópolis) (Org.). **Elaboração do Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**. Curitiba, 2018.

KAPOS, Valerie. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal Of Tropical Ecology**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.173-185, maio 1989. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0266467400003448>.

KELLER, Irene; LARGIADÈR, Carlo R.. Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. **Proceedings Of The Royal Society Of London. Series B: Biological Sciences**, [s.l.], v. 270, n. 1513, p.417-423, 22 fev. 2003. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2002.2247>.

MAGURRAN, Anne. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 181 p.

MARKOW, Therese Ann; CASTREZANA, Sergio. Dispersal in Cactophilic *Drosophila*. **Oikos**, [s.l.], v. 89, n. 2, p.378-386, jan. 2000.

MATA, Renata Alves da; MCGEOCH, Melodie; TIDON, Rosana. *Drosophilid* assemblages as a bioindicator system of human disturbance in the Brazilian Savanna. **Biodiversity And Conservation**, [s.l.], v. 17, n. 12, p.2899-2916, 7 maio 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-008-9403-7>.

MATEUS, Rogério Pincela; BUSCHINI, Maria Luisa Tunes; SENE, Fernando Melo. The *Drosophila* community in xerophytic vegetations of the upper Parana-Paraguay river basin. **Brazilian Journal Of Biology**, [s.l.], v. 66, n. 2, p.719-729, maio 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-69842006000400016>.

MENDES, Mayara Ferreira et al. Diversity of *Drosophilidae* (Insecta, Diptera) in the Restinga forest of southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [s.l.], v. 61, n. 3, p.248-256, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2017.05.002>.

MINUZZI, Rosandro Boligon; FREDERICO, Carolina do Amaral. Variabilidade de ondas de calor e a relação com o ENOS Modoki e Canônico em Santa Catarina. **Journal Of Environmental Analysis And Progress**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p.421-429, ago. 2017.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em: https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento. Acesso em: 1 nov. 2019.

MONTEIRO, Maurici Amantino. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, Florianópolis, v. 31, n. 16, p.69-78, jun. 2001.

PRESTON, Frank. The Canonical Distribution of Commonness and Rarity: Part I. **Ecology**, [s.l.], v. 43, n. 2, p.185-217, abr. 1962. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2307/1931976>.

PROBST, Indjara. **Diversidade e distribuição temporal de uma assembleia de Drosofilídeos (Insecta, Diptera) de Mata Atlântica na Caieira da Barra do Sul, ilha de Santa Catarina**. 2012. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

ROGAN, Jordan; LACHER, Thomas. Impacts of Habitat Loss and Fragmentation on Terrestrial Biodiversity. **Reference Module In Earth Systems And Environmental Sciences**, [S.l.], p.1-18, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.10913-3>.

ROQUE, Francisco; LEÃO, Bárbara Ferreira Dobbin; TIDON, Rosana. Spatio-Temporal Distribution of the Cryptic Flies of the *Drosophila willistoni* (Diptera: Drosophilidae) Subgroup in a Neotropical Forest. **Annals Of The Entomological Society Of America**, [s.l.], v. 110, n. 4, p.398-402, 15 mar. 2017. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/sax039>.

ROQUE, Francisco; OLIVEIRA, Sabrina Cassimiro Fonseca de; TIDON, Rosana Technical adaptations of retention traps used to catch drosophilids. **Drosophila Information Service**. Oklahoma, p. 140-141. jun. 2011.

SANDERS, Howard. Marine Benthic Diversity: A Comparative Study. **The American Naturalist**, Chicago, v. 102, n. 925, p.243-282, jun. 1968.

SCUSSEL, Cristiane. **Fragmentação de habitat em Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil**: uma análise baseada em métricas da paisagem. 2018. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.

TERBORGH, John. Maintenance of Diversity in Tropical Forests. **Biotropica**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.283-292, jun. 1992.

THOMAZINI, Marcílio José; THOMAZINI, Ariane Paes de Barros Werckmeister. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. **Embrapa Acre**, Rio Branco, Acre, v. 57, n. 1, p. 1-21, out./2000.

TIDON, Rosana et al. Drosofilídeos (Diptera, Insecta) do Cerrado. In: Aldicir Scariot (Org.). **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 337-352.

TIDON, Rosana; SENE, Fábio de Melo. Trap that retains and keeps drosophila alive. **Drosophila Information Service** [S.l.], v. 67, p. 89, 1988.

TORRES, Felipe Rafael; MADI-RAVAZZI, Lilian. Seasonal variation in natural populations of *Drosophila* spp. (Diptera) in two woodlands in the State of São Paulo, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, [s.l.], v. 96, n. 4, p.437-444, 30 dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0073-47212006000400008>.

VARTY, Nigel; GUADAGNIN, Demétrio Luiz. **Ocotea catharinensis**: The IUCN Red List of Threatened Species 1998. 1998. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/33982/9819827#assessment-information>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

VIBRANS, Alexander et al. Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic forest in the Brazilian state of Santa Catarina. **Remote Sensing of Environment**, [s.l.], v. 130, p.87-95, mar. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.023>.

WHITTAKER, Robert Harding. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**, [s.l.], v. 30, n. 3, p.279-338, fev. 1960. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2307/1943563>.

WOLDA, H. Insect Seasonality: Why?. **Annual Review of Ecology and Systematics**, [s.l.], v. 19, n. 1, p.1-18, nov. 1988. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.19.110188.000245>.