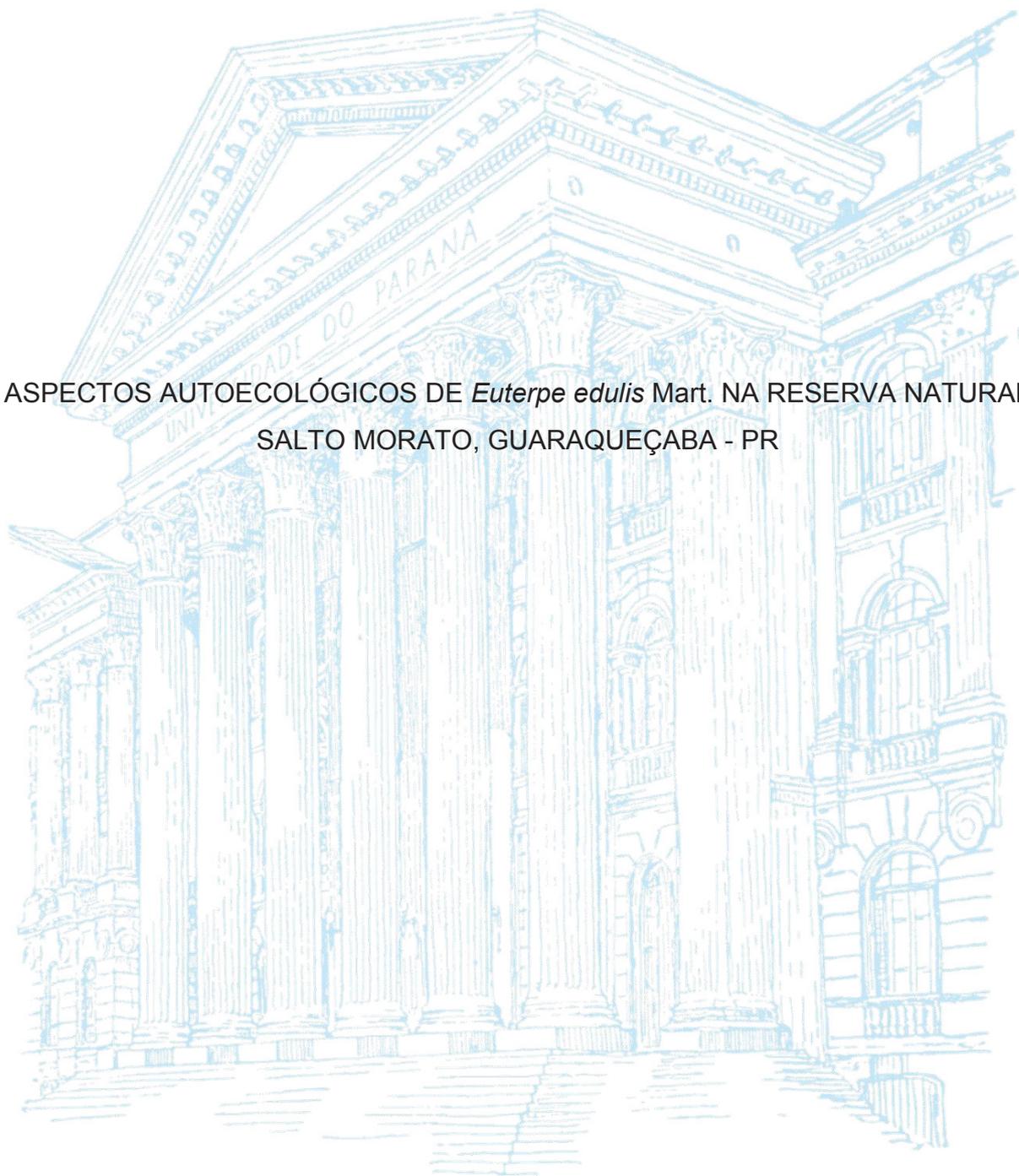


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANDRESSA TRES

ASPECTOS AUTOECOLÓGICOS DE *Euterpe edulis* Mart. NA RESERVA NATURAL
SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA - PR



CURITIBA

2020

ANDRESSA TRES

ASPECTOS AUTOECOLÓGICOS DE *Euterpe edulis* Mart. NA RESERVA NATURAL
SALTO MORATO, GUARAQUEÇABA - PR

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutora em Engenharia Florestal, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador:
Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientadores:
Dr. Celso Seger
Prof. Dra. Jaçanan Eloisa de Freitas Milani
Prof. Dr. William Thomaz Wendling

CURITIBA

2020

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Tres, Andressa

Aspectos autoecológicos de *Euterpe edulis* Mart. na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba - PR / Andressa Tres. – Curitiba, 2020.
132 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientadores: Dr. Celso Seger

Profa. Dra. Jaçanan Eloisa de Freitas Milani

Prof. Dr. William Thomaz Wendling

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 24/11/2020. Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Fenologia vegetal – Guaraqueçaba (PR). 2. Áreas de conservação de recursos naturais – Guaraqueçaba (PR). 3. Euterpe. 4. Mata Atlântica. 5. Mudanças climáticas. 6. Reserva Natural Salto Morato (PR). 7. Ecologia florestal. 8. Teses. I. Tetto, Alexandre França. II. Seger, Celso. III. Milani, Jaçanan Eloisa de Freitas. IV. Wendling, William Thomaz. V. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. VI. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.181.8(816.2)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ANDRESSA TRES** intitulada: **Aspectos autoecológicos de *Euterpe edulis* Mart. na Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba - PR**, sob orientação do Prof. Dr. ALEXANDRE FRANÇA TETTO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Novembro de 2020.

Assinatura Eletrônica
24/11/2020 16:36:54.0
ALEXANDRE FRANÇA TETTO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
24/11/2020 15:16:19.0
MARCIA CRISTINA MENDES MARQUES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
24/11/2020 19:05:30.0
FÁBIO DE ALMEIDA VIEIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE)

Assinatura Eletrônica
25/11/2020 10:29:38.0
GISLEY PAULA VIDOLIN
Avaliador Externo (null)

Assinatura Eletrônica
24/11/2020 19:30:58.0
ANGELINE MARTINI
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA)

Aos meus pais!

AGRADECIMENTOS

“Não há no mundo exagero mais belo que a gratidão”

Jean de la Bruyère

Ao longo de quatro anos, não são poucas as pessoas e instituições que se envolveram para o desenvolvimento do projeto. Gostaria de agradecer a todos de forma especial e espero de coração não esquecer de ninguém.

À Deus. Pedi muito pela Sua proteção durante as viagens para campo e durante as trilhas, para que protegesse toda a equipe e que pudéssemos voltar em segurança para casa. Deu certo!

Aos meus pais, Joacir e Solange. Às minhas irmãs, Vanessa e Gabriele. Ao meu companheiro, Sedimar. Vocês sabem o quanto me preocupei pelo bom andamento do projeto e o quanto foi difícil superar os desafios em alguns momentos. Obrigada por estarem ao meu lado sempre, inclusive em campo. Amo muito vocês!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre França Tetto. Agradeço pelo apoio e paciência ao longo de todos esses anos de pós-graduação. Obrigada pelo ombro amigo nos momentos em que bateu o desespero e por acreditar que tudo daria certo!

Aos meus coorientadores, Prof. Dra. Jaçanan Eloisa de Freitas Milani, Prof. Dr. William Thomas Wendling e Dr. Celso Seger. As correções e contribuições de vocês foram fundamentais para a qualidade do trabalho. Celso, agradeço também pelo auxílio na identificação dos animais.

À Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza pelo apoio financeiro e pela estrutura cedida.

À Ginessa, Samuel e Felipe. Obrigada pelo apoio na Reserva Natural Salto Morato, com o agendamento dos campos, reserva do alojamento e por estarem sempre disponíveis para qualquer necessidade que tivéssemos (das formas de pizza ao calibrador de pneu). Samuel, agradeço também pelos momentos em que tivemos que decifrar as prestações de contas juntos. Tarefa nada fácil... rs.

Ao Seu Pedro, Valdir, Gesiel, Lino, Valdeir, Edson e Nei. Não tenho palavras para dizer o quanto o apoio de vocês em campo foi importante para mim. Obrigada por todas as histórias, conversas, risadas e trocas de conhecimento que deixavam as subidas menos íngremes.

À Natasha e ao Cláudio, com quem foram realizadas as primeiras conversas sobre o projeto e que, juntamente com Bruno e Jefferson, acompanharam o início do mesmo.

À Franciane Feltz Pajewski, com quem tive o prazer de compartilhar a mesma área de estudo. Sou grata por toda a parceria e amizade que construímos.

Ao Rafael Rosenstock Voltz, pelo apoio no levantamento florístico e identificação das plantas. Foi muito bom partilhar momentos em campo com você.

A todos os estagiários do projeto. Bruno, Frederique, Diego e Gisele: vocês estiveram presentes desde o começo, quanto tudo era novidade e desconhecido. Aprendi muito com vocês e serei sempre grata. Gabrieli, Thaglis, Hillana e Manoela: vocês foram ótimas e muito dedicadas. Sinto saudades de ir para campo com todas.

A todos que foram para campo: Alexandre, Amanda, Ana Beatriz, Bárbara, Bruna, Bruno, Carla, Caroline, Celine, Claiton, Diego, Eduardo, Fernanda, Franciane, Francival, Frederique, Gabriel, Gabriele, Gabrieli, Gisele, Gonzalo, Guilherme, Hevelyn, Hillana, Igor, Inti, Jean, Jeferson, Jéssica, Joacir, Jorge, Karoline, Kyvia, Larissa, Lucas, Luciane, Manoela, Marcela, Marcelo, Marina, Matheus, Mauro, Milena, Paula, Rafael, Raphael, Rudolfo, Sandro, Sedimar, Stephanie, Tatiane, Thaglis, Thainá, Tiago, Vanessa, Vinicius, Winícius, Yasmin. Faltou pouco para completarmos o alfabeto... rs. Foram muitos quilômetros de estradas e trilhas, muitos buracos, mosquitos e chuva. Mas também tivemos muitas receitinhas, banhos no aquário e fotos no Salto Morato. Aliás, era esse argumento que usávamos para recrutar voluntários... obrigada pela parceria e garra de todos!

Ao Claiton Guilherme de Ramos, pela coragem de se pendurar a vários metros do chão para a instalação e manutenção das armadilhas fotográficas.

Ao Prof. Dr. Alexandre Behling e ao Prof. Dr. Luiz Ledo, pela ajuda com as comparações de séries temporais.

Ao Aurélio Lourenço Rodrigues e à Franciele Alba da Silva, pelas conversas sobre os resultados e pela ajuda com as análises de modelagem.

A todos do Laboratório de Unidades de Conservação, Laboratório de Incêndios Florestais e Laboratório de Paisagismo. Obrigada pelos cafés, almoços e jantas. O período de pós-graduação se tornou mais prazeroso com a companhia de vocês. Gostaria de agradecer em especial à Bruna, Tati e Igor que estão nessa caminhada comigo desde a graduação.

A todos os demais amigos e familiares que não estiveram presentes no dia a dia da pesquisa, mas que contribuíram com abraços, orações e torcida!

À Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná pela administração financeira do projeto.

Ao Projeto Jacutinga, Alecsandra e Aline, que me acolheram durante um mês de voluntariado. Pude aprender muito sobre as aves com vocês!

Ao David e Reinaldo, pelo apoio com as documentações e matrículas na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR.

Aos membros da banca, por disponibilizarem o seu tempo para contribuir com o presente trabalho.

À CENTRAN e a todos os seus motoristas que nos levaram em segurança para o campo durante os primeiros anos do projeto.

À Universidade Federal do Paraná.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de pesquisa.

*Um dia vamos acordar e ver todas as meninas,
no Brasil e no mundo, na escola.
Sem medo de estudar,
com educação de qualidade,
sem sofrer discriminação,
sem ser obrigada a casar ou enfrentar o trabalho infantil.
E podendo sonhar com o que quiser -
ser médica, policial ou qualquer outra coisa.*

Malala Yousafzai

RESUMO

Euterpe edulis Mart. é uma espécie do bioma Mata Atlântica, ameaçada de extinção, que apresenta importância ecológica visto que produz uma grande quantidade de frutos que alimentam uma gama diversa da fauna. Estudos sobre a autoecologia de espécies ameaçadas são importantes para entender a relação estabelecida entre a espécie e o seu habitat e, assim, produzir informações úteis para o seu manejo e conservação. Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar as relações existentes entre *E. edulis* com o ambiente e a avifauna e mastofauna na Reserva Natural Salto Morato, em Guaraqueçaba-PR. Para isso, foram distribuídas nove unidades amostrais em quatro classes de altitudes (< 50, 100, 200 e 400 m) e duas orientações de encosta (sul e leste) onde foram coletados dados sobre a composição florística, atributos químicos do solo, variáveis meteorológicas, monitoramento fenológico e de fauna. Mensalmente, no período de março/17 a fevereiro/20, a fenologia de 44 indivíduos de *E. edulis* foi monitorada utilizando o índice de intensidade e a contagem do número de cachos. Em cada matriz, foram coletados dados sobre a cobertura de copa, diâmetro à altura do peito (DAP) e amostras de solo para análise de macro e micronutrientes, pH e teor de matéria orgânica. Para o monitoramento de fauna, foram instaladas armadilhas fotográficas visando os cachos e a base dos indivíduos, totalizando um esforço amostral de 83.687 horas de funcionamento. Em cada unidade amostral, foi instalada uma miniestação meteorológica para a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa. O método de comparação de séries temporais foi utilizado para a comparação das séries dos dados meteorológicos. Foram identificadas 105 espécies nas unidades amostrais, sendo Myrtaceae a família com maior quantidade de indivíduos. Os solos são ácidos, com teor médio de matéria orgânica e não tiveram influência sobre a quantidade de cachos produzidos por matriz. A temperatura diminuiu com o aumento da altitude e foi menor na encosta sul em relação à encosta leste, enquanto a umidade relativa do ar foi maior na encosta sul. A floração do palmito-juçara ocorreu de setembro a fevereiro e a presença dos frutos maduros ocorreu durante quase todo o ano, com maior intensidade de março a agosto. A altitude apresentou influência na intensidade das fenofases reprodutivas. Altitude e cobertura de copa tiveram correlação negativa com a quantidade de inflorescências e infrutescências produzidas por matriz. Fotoperíodo e temperatura máxima absoluta apresentaram correlação com intensidade de floração e de frutos maduros. Porém, estas variáveis apresentaram correlação direta com a fenofase de floração e inversa com a fenofase de frutos maduros. *Penelope* e *Turdus* foram os gêneros com maior quantidade de interações nos cachos do palmito-juçara. Na base do caule do palmito-juçara, o período com frutos apresentou maior quantidade de registros, assim como um aumento da diversidade de espécies da avifauna e mastofauna. Conclui-se que o ambiente apresentou influência na fenologia de *E. edulis*. Por sua vez, a frutificação de *E. edulis* influenciou na quantidade e na diversidade de espécies. Esses resultados poderão subsidiar ações de conservação da espécie, além de auxiliar no manejo da Reserva Natural Salto Morato.

Palavras-chave: Palmito-juçara. Floresta Atlântica. Variáveis meteorológicas. Gradiente altitudinal. Orientação de encosta. Frugivoria.

ABSTRACT

Euterpe edulis Mart. is an endangered species of the Atlantic Forest biome. This species has ecological importance since it produces a large number of fruits that feed a diverse range of frugivorous fauna. Studies on the autoecology of endangered species are important to understand the relationship established between the species and the environment and, thus, produce useful information for its management and conservation. The objective of this study was to verify the relations between *E. edulis* with the environment, meteorological variables and fauna in plots allocated in the Salto Morato Nature Reserve, in Guaraqueçaba-PR. For this, we have allocated nine plots with an area of 1.000 m² in four altitudinal classes (<50, 100, 200 and 400 m) and two slope orientations (south and east). In these plots, we collect data on floristic composition, soil chemical attributes, meteorological variables, phenological monitoring and fauna monitoring. From March/17 to February/20, 44 individuals were monthly monitored using the intensity index and the number of bunches. In each mother tree, we collect data on canopy coverage, diameter at breast height (DBH) and soil samples for macro and micronutrient analysis, pH and organic matter content. For fauna monitoring, we installed camera traps at the height of the bunches and at the base of the individuals, totaling a sampling effort of 83,687 hours of operation. In each plot, we installed a meteorological station to collect the temperature and relative humidity data. The time series comparison method was used to compare the series of meteorological data. We identified 105 species in the plots, with Myrtaceae being the family with the largest number of individuals. The soils were acid and had a medium organic matter content, having no influence on the number of bunches produced per mother tree. Temperature decreased with an increasing altitude and was lower on the southern slope compared to the eastern slope. Relative humidity was higher on the southern slope. The flowering of *E. edulis* occurred from September to February and the presence of ripe fruits occurred during almost the whole year, with greater intensity from March to August. The altitude influenced the intensity of the reproductive phenophases. Altitude and canopy cover correlated with the amount of inflorescences and infrutescences produced per mother tree. Photoperiod and maximum absolute temperature correlated with flowering and ripe fruits intensity. However, these variables had a direct correlation with flowering and an inverse correlation with ripe fruits. *Penelope* and *Turdus* were the genera with the greatest number of interactions in the bunches of *E. edulis*. At the base of *E. edulis*, the period with fruits showed a greater number of records than the period without fruits, as well as an increase in species diversity. We concluded that the environment had an influence on the phenology of *E. edulis*. In turn, the fruiting of *E. edulis* had a positive impact on the quantity and diversity of fauna in the plots. These results may subsidize species conservation actions, in addition to assisting in the management of the Salto Morato Nature Reserve.

Keywords: Juçara palm. Atlantic Forest. Meteorological variables. Altitudinal gradient. Slope orientation. Frugivory.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- <i>Euterpe edulis</i> Mart. (A), FLORES (B) E SEMENTE GERMINANDO (C).....	31
FIGURA 2	- DISTRIBUIÇÃO DE <i>Euterpe edulis</i> Mart. NO BRASIL.....	33
FIGURA 3	- LOCALIZAÇÃO DA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	36
FIGURA 4	- TEMPERATURA (°C) E PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm) DA RESERVA NATURAL SALTO MORATO DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO.....	39
FIGURA 5	- LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS NA ÁREA DA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	42
FIGURA 6	- CROQUI UTILIZADO EM CAMPO PARA ANOTAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS ABRANGIDOS PELO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO.....	44
FIGURA 7	- LEVANTAMENTO FLORÍSTICO: INSTALAÇÃO (A), MEDIÇÃO DO CAP (B), IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA (C) E ÁRVORE MARCADA (D).....	45
FIGURA 8	- MINIESTAÇÃO METEOROLÓGICA HOBO U23-001 (A), ESTAÇÃO METEOROLÓGICA HOBO H21 COM SENSOR S-THB (B), IDENTIFICAÇÃO DA PESQUISA E AVISO (C) E ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DO SIMEPAR (D).....	47
FIGURA 9	- FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> : FLORAÇÃO (A), FRUTOS IMATUROS (B), FRUTOS VERDES E MADUROS (C), CACHO ABORTADO (D) E VELHO (E).....	52
FIGURA 10	- INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS	55
FIGURA 11	- NÚMERO DE INDIVÍDUOS DAS FAMÍLIAS BOTÂNICAS NAS UNIDADES AMOSTRAIS	62
FIGURA 12	- GRÁFICO DE PESOS DOS COMPONENTES 1 E 2.....	69
FIGURA 13	- ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO POR ALTITUDE.....	70
FIGURA 14	- COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM CADA ALTITUDE DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO.....	72

FIGURA 15	- COMPORTAMENTO DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM CADA ALTITUDE DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO.....	73
FIGURA 16	- COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DE ENCOSTA DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO.....	79
FIGURA 17	- COMPORTAMENTO DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DE ENCOSTA DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO.....	80
FIGURA 18	- FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> EM TRÊS ANOS DE MONITORAMENTO NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	82
FIGURA 19	- HISTOGRAMAS CIRCULARES DO ÍNDICE DE INTENSIDADE MENSAL DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	83
FIGURA 20	- QUANTIDADE ACUMULADA DE CACHOS DE FLORES E FRUTOS PARA AS FLORAÇÕES INICIADAS NOS ANOS 2 E 3 DE MONITORAMENTO (n = 31).....	86
FIGURA 21	- FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> NAS ALTITUDES < 50, 100, 200 E 400 m NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	89
FIGURA 22	- ÍNDICE DE INTENSIDADE DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> NAS ALTITUDES < 50, 100, 200 E 400 m NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	90
FIGURA 23	- EXEMPLOS DE ESPÉCIES DE AVIFAUNA E MASTOFAUNA REGISTRADAS COM O AUXÍLIO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS: <i>Amadonastur lacernulatus</i> (A), <i>Cyanocorax cearuleus</i> (B), <i>Myiodynastes maculatus</i> (C), <i>Penelope obscura</i> (D), <i>Penelope superciliaris</i> (E), <i>Pyroderus scutatus</i> (F), <i>Ramphastos dicolorus</i> (G), <i>Ramphastos vitellinus</i> (H), <i>Sapajus nigritus</i> (I), <i>Selenidera maculinostriis</i> (J), <i>Trogon viridis</i> (K), <i>Turdus albicollis</i> (L).....	97

FIGURA 24	- NÚMERO DE INTERAÇÕES DAS ESPÉCIES DE AVES IDENTIFICADAS SE ALIMENTANDO DOS FRUTOS DO PALMITO-JUÇARA NA ALTURA DOS CACHOS.....	98
FIGURA 25	- EXEMPLOS DE ESPÉCIES DA MASTOFAUNA REGISTRADAS COM O AUXÍLIO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS: <i>Cuniculus paca</i> (A), <i>Eira barbara</i> (B), <i>Guerlinguetus ingrami</i> (C), <i>Mazama</i> sp. (D), <i>Nasua nasua</i> (E), <i>Pecari tajacu</i> (F).....	103
FIGURA 26	- EXEMPLOS DE ESPÉCIES DA AVIFAUNA REGISTRADAS COM O AUXÍLIO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS: <i>Chamaeza campanisona</i> (A), <i>Crypturellus noctivagus</i> (B), <i>Crypturellus tataupa</i> (C), <i>Geotrygon montana</i> (D), <i>Leptotila rufaxilla</i> (E), <i>Leptotila verreauxi</i> (F), <i>Odontophorus capueira</i> (G), <i>Penelope obscura</i> (H), <i>Penelope superciliaris</i> (I), <i>Tinamus solitarius</i> (J), <i>Turdus albicollis</i> (K), <i>Turdus flavipes</i> (L), <i>Turdus leucomelas</i> (M), <i>Turdus rufiventris</i> (N).....	104

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS.....	42
TABELA 2	- FAMÍLIAS E ESPÉCIES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS NO COMPONENTE ARBÓREO DAS UNIDADES AMOSTRAIS INSTALADAS NA RNSM, GUARAQUEÇABA, PR.....	59
TABELA 3	- DIÂMETRO E ÁREA BASAL POR ALTITUDE NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	65
TABELA 4	- MACRONUTRIENTES, MATÉRIA ORGÂNICA E pH DAS UNIDADES AMOSTRAIS NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	66
TABELA 5	- TEOR DE MICRONUTRIENTES ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) DAS UNIDADES AMOSTRAIS NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	68
TABELA 6	- CONTRIBUIÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NOS COMPONENTES PRINCIPAIS EXTRAÍDOS COM A ANÁLISE DE PCA.....	69
TABELA 7	- COMPARAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA ENTRE ALTITUDES.....	76
TABELA 8	- COMPARAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DIÁRIA ENTRE AS ALTITUDES.....	77
TABELA 9	- COMPARAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA E UMIDADE RELATIVA MÉDIA DIÁRIA ENTRE ORIENTAÇÕES DE ENCOSTA SUL E LESTE.....	81
TABELA 10	- RESULTADO DA ANÁLISE CIRCULAR DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	85
TABELA 11	- PARÂMETROS E VALORES DE P ESTIMADOS USANDO MODELO LINEAR GENERALIZADO EXPLICANDO A QUANTIDADE DE INFLORESCÊNCIAS PRODUZIDAS POR MATRIZ NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	86
TABELA 12	- PARÂMETROS E VALORES DE P ESTIMADOS USANDO MODELO LINEAR GENERALIZADO EXPLICANDO A	

	QUANTIDADE DE INFRUTESCÊNCIAS PRODUZIDAS POR MATRIZ NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	87
TABELA 13	- ANÁLISE CIRCULAR DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>Euterpe edulis</i> POR ALTITUDE NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.....	92
TABELA 14	- COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (r_s) ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E AS FENOFASES REPRODUTIVAS DE <i>E. edulis</i> POR ALTITUDE.....	93
TABELA 15	- LISTA DAS CLASSES, ORDENS, FAMÍLIAS E ESPÉCIES REGISTRADAS PELAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS INSTALADAS NA ALTURA DOS CACHOS.....	96
TABELA 16	- LISTA DE ESPÉCIES DA CLASSE DE AVES REGISTRADAS PELAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS NA BASE DOS INDIVÍDUOS DO PALMITO-JUÇARA.....	100
TABELA 17	- LISTA DE ESPÉCIES DA CLASSE MAMMALIA REGISTRADAS PELAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS NA BASE DOS INDIVÍDUOS.....	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	ASPECTOS AUTOECOLÓGICOS	22
3.1.1	Relações planta-ambiente.....	22
3.1.2	Interações plantas-animais.....	25
3.2	CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NA ESCALA MICROCLIMÁTICA	26
3.2.1	Variáveis meteorológicas e altitude.....	28
3.2.2	Variáveis meteorológicas e orientação de encosta	29
3.3	INFORMAÇÕES DA ESPÉCIE: <i>Euterpe edulis</i> Martius (ARECACEAE) ...	30
3.3.1	Descrição	30
3.3.2	Distribuição.....	32
3.3.3	Polinizadores e dispersores	33
3.3.4	Usos e ameaças.....	34
4	METODOLOGIA	36
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	36
4.1.1	Localização	36
4.1.2	Histórico de criação.....	37
4.1.3	Geologia	37
4.1.4	Clima	38
4.1.5	Vegetação	39
4.1.6	Fauna	40
4.2	UNIDADES AMOSTRAIS.....	41
4.3	SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS DE <i>E. edulis</i>	43
4.4	CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE.....	44
4.4.1	Levantamento florístico	44
4.4.2	Atributos químicos do solo	45
4.4.3	Coleta e análise dos dados meteorológicos	46
4.5	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS FENOLÓGICOS.....	51
4.6	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DE FAUNA	54

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1	LEVANTAMENTO FLORÍSTICO	59
5.2	ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	65
5.3	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	71
5.3.1	Comportamento das variáveis meteorológicas por altitude	71
5.3.2	Comportamento das variáveis meteorológicas por orientação de encosta	77
5.4	FENOLOGIA DE <i>Euterpe edulis</i>	81
5.4.1	Influência da altitude na fenologia de <i>E. edulis</i>	88
5.5	INFLUÊNCIA DE <i>Euterpe edulis</i> NA AVIFAUNA E MASTOFAUNA	94
5.5.1	Interação entre avifauna e mastofauna com os cachos de <i>E. edulis</i>	95
5.5.2	Influência da frutificação de <i>E. edulis</i> na avifauna e mastofauna da base dos indivíduos.....	99
6	CONCLUSÕES	107
	REFERÊNCIAS	109
	APÊNDICE 1 – FUNÇÕES NO SOFTWARE R PARA COMPARAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS	127
	APÊNDICE 2 – LISTA DA FAUNA DISPERSORA OU CONSUMIDORA DOS FRUTOS DE <i>Euterpe edulis</i> COM BASE EM REFERÊNCIAS OBTIDAS DA LITERATURA	129

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é um dos 36 *hotspots* globais de biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2011). A classificação de uma região neste *status* deve considerar o fato de abrigar uma alta riqueza de espécies de plantas e animais, a presença de elevado grau de endemismo (ao menos 1.500 espécies de plantas) associado a uma elevada perda de habitats (deve apresentar no máximo 30% da sua cobertura de vegetação original) (MYERS et al., 2000).

De acordo com Mittermeier et al. (2011), uma das ameaças aos *hotspots* é o aumento da população humana em taxas maiores que no restante do mundo. Atualmente, em toda a área de distribuição original da Floresta Atlântica, 67% do uso do solo é de áreas antropizadas para diferentes finalidades econômicas (REZENDE et al., 2018), consequência da colonização na costa brasileira há mais de cinco séculos e da permanência da população nesta região. Segundo a SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2019), somente 12,4% do Bioma Mata Atlântica ainda é composto por vegetação nativa. Dos remanescentes de floresta primitiva, Rezende et al. (2018) afirmam que 30% está protegido por unidades de conservação (UCs), sendo aproximadamente 9% por UCs de proteção integral, essenciais para a preservação do bioma.

Nas últimas décadas do século 19 e início do século 20, a cobertura florestal primitiva do Paraná estava praticamente intacta, cobrindo cerca de 80% de seu território (GUBERT FILHO, 2010). Hoje, o estado conta com poucos remanescentes dessa cobertura florestal. Os mais representativos em tamanho e inseridos em unidades de conservação são: as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) de Guaratuba e Guaraqueçaba, na região litorânea e Serra do Mar; a APA da Serra da Esperança, na região centro-sul; e o Parque Nacional do Iguaçu, na região oeste do estado (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2019). Além de UCs de domínio público, reservas particulares também mantêm áreas conservadas de Floresta Atlântica, citando o exemplo da Reserva Natural Salto Morato inserida na APA de Guaraqueçaba, cuja criação marca o início do estabelecimento de áreas protegidas particulares em território paranaense com objetivo de conservação da Floresta Atlântica (STRAUBE; URBEN-FILHO, 2005).

Apesar de medidas tomadas para a conservação dos remanescentes de florestas, a redução contínua provoca alterações nesses ecossistemas com impactos

diretos sobre a fauna e flora, com espécies sendo dizimadas ao ponto de se encontrarem próximas ou no limiar da extinção. As extinções locais, atualmente causadas principalmente pela ação do homem, têm um efeito cascata na cadeia alimentar, onde o desaparecimento de uma espécie, seja vegetal ou animal, pode alterar todo o funcionamento de um ecossistema (ANDERSON et al., 2011; GALETTI et al., 2013). Barnosky et al. (2011) afirmam que as extinções de espécies causadas pela humanidade são 100 vezes maiores que as provocadas por causas naturais, sendo, de acordo com Mittermeier et al. (2011), a consequência mais grave da crise da biodiversidade, por se tratar de um processo irreversível.

Euterpe edulis Mart. é um exemplo clássico de espécie ameaçada de extinção. De acordo com Souza e Prevedello (2019), a espécie já sofreu uma redução de 76% na sua área de distribuição potencial. Tanto a supressão da vegetação nativa como a extração dessa espécie para a produção de palmito em conserva são fatores que contribuíram para a redução da sua área de distribuição (GALETTI; FERNANDEZ, 1998).

Popularmente conhecido como palmitero ou palmito-juçara, tem uma importância econômica na região da Floresta Atlântica por ser uma das principais palmeiras na produção do palmito, iguaria muito apreciada na culinária brasileira. No Brasil, a espécie apresenta *status* de ameaçada de extinção, enquadrada na categoria de vulnerável (MMA, 2014).

Além da importância econômica, *E. edulis* também é considerado uma espécie-chave do bioma Mata Atlântica sob o ponto de vista ecológico, pelo fato de produzir muitos frutos que alimentam uma gama diversa da fauna (GALETTI; ALEIXO, 1998). Estima-se que os frutos de *E. edulis* sejam consumidos e dispersos por aproximadamente 80 espécies de animais, sendo 60 de aves e 20 de mamíferos (GALETTI et al., 2013). Essa complexa relação entre a planta e animais, seja através da polinização ou pela ingestão dos frutos, é essencial para a dispersão da espécie, assim como para a evolução, sobrevivência e manutenção de populações nos ambientes que estão inseridas.

A fenologia e o desenvolvimento de espécies de plantas são influenciados por fatores abióticos, como a precipitação, temperatura e luminosidade (MARCHIORI et al., 2019; FITCHETT; GRAB; THOMPSON, 2015). Por sua vez, as diferenças nos padrões fenológicos das espécies podem influenciar no comportamento da fauna (CASTRO et al., 2012). A compreensão dessas relações é essencial para possibilitar

o manejo sustentável de *E. edulis* e, conseqüentemente, estabelecer estratégias de conservação da espécie, fornecendo subsídios à elaboração de planos de conservação e de ações voltadas à recuperação dos espaços alterados ou degradados.

Este trabalho procurou estabelecer alguns dos aspectos autoecológicos de *Euterpe edulis* em uma área de Floresta Atlântica situada no litoral do Paraná, no que diz respeito às ações do ambiente sobre a fenologia da espécie e as conseqüentes influências para com o comportamento da fauna.

Sabendo-se que a altitude e as condições do relevo têm influência direta sobre as variáveis meteorológicas, fundamenta-se a hipótese de que em áreas sob condições geográficas e topográficas distintas, a fenologia de *E. edulis* seja diferenciada. Por servir de fonte de alimento para várias espécies animais, é de se esperar que em períodos de frutificação, a diversidade faunística em nível qualitativo e quantitativo seja maior.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a relação existente entre a fenologia de *Euterpe edulis* Mart. com o ambiente e a avifauna e mastofauna da Reserva Natural Salto Morato, como subsídio para definição de estratégias de conservação da espécie nesta unidade de conservação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Caracterizar os ambientes das unidades amostrais com base em levantamento florístico, atributos químicos do solo e comportamento de variáveis meteorológicas;
- ii. Verificar se existe diferença entre as séries temporais de temperatura e umidade relativa, nas altitudes e orientações de encosta;
- iii. Apresentar a dinâmica fenológica de *E. edulis* para a Reserva Natural Salto Morato e em diferentes altitudes;
- iv. Verificar as correlações entre a dinâmica fenológica de *E. edulis* e os resultados da caracterização ambiental;
- v. Analisar a influência da frutificação de *E. edulis* na presença e diversidade da avifauna e mastofauna.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS AUTOECOLÓGICOS

A busca pelo entendimento da relação entre espécies ou comunidades com o meio em que estão inseridas, é chamado de autoecologia e sinecologia, respectivamente. A autoecologia denomina estudos que visam entender as relações dos indivíduos de um determinado táxon com os demais elementos do meio, como temperatura, umidade, solo e predadores (FIGUEIRÓ, 2015). Logo, a influência do ambiente na dinâmica fenológica de uma espécie e as interações desta com a fauna fazem parte de sua autoecologia. Estudos sobre a autoecologia das espécies são importantes pois permitem diversificar as espécies potenciais para uso em projetos de restauração e fornecer subsídios para elaboração de planos de manejo visando a conservação das espécies (BASSACO; NOGUEIRA, 2019; REIS et al., 2018).

3.1.1 Relações planta-ambiente

Cinco fatores principais determinam o estabelecimento, a distribuição e a abundância dos seres vivos no planeta Terra: as condições ambientais e os recursos disponíveis em cada localidade (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010; FIGUEIRÓ, 2015); a capacidade de disseminação das espécies; a capacidade evolutiva das espécies e a ação humana (FIGUEIRÓ, 2015; HUGGETT, 2005). As condições ambientais e os recursos disponíveis são os dois fatores relacionados ao meio em que as espécies estão inseridas.

Os recursos ambientais podem ser definidos como os elementos que os seres vivos podem consumir ou utilizar (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010). Se necessário, ao longo do seu crescimento e reprodução, os seres vivos podem competir por esses recursos, como por exemplo a radiação solar, o dióxido de carbono, a água, os nutrientes e o oxigênio (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006).

Diferentemente dos recursos ambientais, as condições ambientais podem sofrer alterações pela presença dos seres vivos, mas não podem ser consumidas ou utilizadas por eles (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010). Exemplos de condições ambientais são a temperatura, a umidade relativa do ar e a disponibilidade de luz (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006).

A luz solar é a fonte universal de energia que mantém a vida no planeta (MAJEROWICZ, 2004). Segundo Figueiró (2015), essa é uma das principais variáveis que atuam na estrutura e na composição da vegetação, já que a falta de energia luminosa é um fator limitante para a fotossíntese. Nesse sentido, em estudos de autoecologia, é importante conhecer a cobertura de copa e o fotoperíodo, uma vez que ambos irão interferir na quantidade de luz recebida pelas plantas.

Em relação à temperatura, Fritzsos, Mantovani e Wrege (2016) afirmam que este é o elemento climático que mais influencia nos processos fisiológicos de plantas e animais. Ayoade (2010) comenta que a temperatura afeta os processos de crescimento das plantas, visto que, temperaturas abaixo de 6 °C podem ser letais para a maioria das espécies. Para Figueiró (2015), a temperatura mínima ideal é de 10 °C, para plantas tropicais, e 5 °C para plantas temperadas. Holdridge (2000) utiliza o intervalo de 0 a 30 °C em seu cálculo da biotemperatura: intervalo de temperatura no qual, segundo o autor, ocorre o efetivo crescimento das plantas. Ometto (1981) explica que, em temperaturas muito elevadas, o produto da reação fotossintética é consumido pela respiração e a fotossíntese líquida se iguala a zero. Já em temperaturas muito baixas, o processo de autoprodução de alimentos e as transformações metabólicas são reduzidas a um valor mínimo vital.

Sobre a função da água nas plantas, para Pimenta (2004) a água desempenha um papel vital no crescimento dos vegetais devido à diversidade de funções fisiológicas e ecológicas que ela exerce, como o transporte de nutrientes na planta. Porém, tanto o seu excesso quanto a sua falta pode ser prejudicial. Segundo Ayoade (2010), o excesso de umidade preenche todos os poros das plantas e possibilita a formação de compostos tóxicos nas raízes, enquanto a falta de umidade pode causar o murchamento permanente das plantas e, posteriormente, ocasionar a sua morte.

Ramos e Santos (2006) afirmam que a vegetação e o clima estão relacionados em duas escalas espaciais: regional e local. Regionalmente, o clima pode afetar o crescimento, a reprodução e a distribuição de espécies. Localmente, a variação da estrutura da vegetação influencia na disponibilidade de luz, na temperatura e na umidade.

Em uma escala local, Norris, Hobson e Ibisch (2011) observaram que ecossistemas mais maduros e complexos têm maior capacidade para degradar a energia solar, exercendo uma função reguladora da temperatura no ambiente. De acordo com Armani (2009) e Chapin, Matson e Vitousek (2011), a presença de

vegetação, em contraste com outros tipos de uso do solo, irá proporcionar um microclima diferenciado, visto que cada superfície absorve, reflete, transmite e emite a radiação de acordo com suas propriedades (albedo).

Regionalmente, Blum, Roderjan e Galvão (2011) encontraram uma distinção entre Floresta Ombrófila Densa (FOD) Montana e Submontana na Serra da Prata devido à diferenciação climática decorrente do aumento da altitude. Armani (2009), em seu estudo sobre análise microclimática em altitude, observou que as vertentes da face norte apresentaram um maior desenvolvimento da vegetação com um dossel mais fechado que a face sul. O autor sugeriu que esse fato esteja relacionado à maior quantidade de radiação solar que a face norte recebe. Figueiró (2015), comparando os continentes, comenta que a distribuição da biomassa é mais abundante onde há maior disponibilidade de umidade e temperaturas mais elevadas, visto que estes elementos são essenciais no processo da fotossíntese e, conseqüentemente, favorecem a fixação de carbono.

Sendo a fenologia o estudo da recorrência dos eventos vegetativos ou reprodutivos das plantas e sua relação com as mudanças bióticas e abióticas do meio (LIETH, 1974), estudos dessa natureza são importantes para determinar relações entre as plantas e o ambiente em que estão inseridas. O termo fenologia tem origem grega, derivado da palavra *phainesthai* (WELTZIN, 2010) ou da palavra *phainos* (SCHWARTZ, 2013). Ambas as possibilidades de origem são parecidas e significam aparecer, fazer aparecer, trazer à luz.

Schwartz (2013) afirma que as primeiras referências sobre o entendimento dos povos antigos, acerca da relação entre as fases das plantas e as estações do ano, podem ser encontradas na Bíblia e em registros antigos na China de até 3.000 anos atrás. De acordo com Weltzin (2010), a palavra fenologia começou a ser utilizada em 1850 para designar uma área de estudo que envolvia a compreensão do calendário de atividades de plantas e animais. Porém, segundo Hopp (1974), existem contradições a respeito de quando o termo realmente surgiu. Provavelmente antes, visto que Carl von Linné (ou Carolus Linnaeus) é considerado por muitos como o pai das observações fenológicas pois, já no ano de 1751, delineava métodos de compilação dos calendários de plantas em conjunto com observações meteorológicas.

Na América do Sul, apesar de um aumento na quantidade de artigos publicados nas últimas décadas sobre fenologia, ainda não foi possível compreender as mudanças sazonais de todas as espécies ou tipos de vegetação, devido à grande

diversidade biológica existente no continente e de raras bases de dados de monitoramento fenológico de longo prazo (MORELLATO; CAMARGO; GRESSLER, 2013). Cleland et al. (2007) afirmam que a maioria das redes de observação fenológicas está localizada em ecossistemas temperados e que faltam observações fenológicas de longo prazo nos trópicos.

Segundo Fisch, Nogueira Junior e Mantovani (2000), umidade, temperatura, polinizadores e dispersores são alguns fatores climáticos e elementos biológicos que podem influenciar nas variações de florações e frutificações de um ano para outro. Assim, as oscilações no clima que o planeta Terra vem sofrendo podem causar uma variação na fenologia das plantas (FITTER; FITTER, 2002; CLELAND et al., 2007). Isso pode trazer muitas consequências para o ambiente caso os polinizadores e dispersores não acompanhem essas variações (SPARKS; MENZEL, 2013).

Desta forma, os estudos fenológicos são importantes pois fornecem respostas precisas para medir os impactos causados pela variação do clima na flora, auxiliam na compreensão da dinâmica das comunidades florestais, preveem épocas de reprodução das espécies e de interações entre plantas e animais. Além disso, fornecem dados para planejamento de atividades turísticas e de coleta de sementes e podem, até mesmo, dar informações na área da saúde a respeito de pólenes causadores de alergias (FOURNIER, 1974; TALORA; MORELLATO, 2000; HAGGERTY; MAZER, 2008; CLELAND et al., 2012; FITCHETT; GRAB; THOMPSON, 2015).

Os estudos fenológicos podem ser realizados tanto em nível de comunidades (e.g. PEREIRA et al., 2008; PIRANI; SANCHEZ; PEDRONI, 2009) quanto de espécies (e.g. CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007; SILVA; REIS, 2018). Morellato, Camargo e Gressler (2013) afirmam que, nas Américas Central e do Sul, aproximadamente 30% dos estudos de fenologia são a nível de comunidade. O restante dos trabalhos seria focado em uma ou poucas espécies.

3.1.2 Interações plantas-animais

A história evolutiva da biodiversidade de um ecossistema é reflexo das interações entre as espécies de plantas e animais. As interações fizeram com que determinadas espécies desenvolvessem adaptações em resposta à presença de outras para que pudessem se manter no ambiente e formar um ecossistema

(LABANDEIRA, 2002; JOLY et al., 2011). Hunter Junior e Gibbs (2007) definem um ecossistema como um grupo de organismos que interagem entre si e com o ambiente que habitam.

A polinização e a dispersão de sementes por animais são interações importantes para a manutenção dos ecossistemas, já que a falta de mobilidade das plantas cria uma dificuldade na dispersão dos seus genes (PELLMYR, 2002; HERRERA, 2002). De acordo com Ramalho e Batista (2005), a fertilização cruzada mediada por polinizadores é responsável pela reprodução da maioria das plantas de florestas tropicais. As diversas síndromes de polinização realizadas por animais (zoofilia) permitem o cruzamento entre indivíduos distantes com maior eficiência que a anemofilia (PRICE, 2002), visto que a configuração da floresta tropical cria barreiras físicas que dificultam o deslocamento do ar (RAMALHO; BATISTA, 2005).

Diferentemente da anemocoria, que apresenta uma dispersão limitada das sementes e o recrutamento de indivíduos ocorrendo próximos à planta-mãe (SILVA; MAZON; WATZALAWICK, 2019), a zoocoria é um elemento chave para o fluxo genético pois possibilita a dispersão de sementes em longas distâncias e, até mesmo, entre fragmentos (REIS et al., 2000; ALVES et al., 2008; CAMPOS; STEINER; ZILIKENS, 2012). Porém, a extinção local de animais de pequeno, médio e grande porte pode afetar a qualidade da dispersão exercida por eles (CARVALHO et al., 2017) assim como causar mudanças genéticas nas populações (CARVALHO et al., 2016).

Além de afetar no desempenho de suas funções ecológicas, as extinções locais têm um efeito cascata na cadeia alimentar e no funcionamento de um ecossistema (ANDERSON et al., 2011; GALETTI et al., 2013), principalmente em ambientes como a Mata Atlântica onde, de acordo com o MMA (2010), as espécies apresentam uma rede complexa de interdependência.

3.2 CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS NA ESCALA MICROCLIMÁTICA

A atmosfera, com sua função de atenuar a reflexão e absorção da radiação solar (STEINKE, 2012), é imprescindível na manutenção da vida terrestre, sendo responsável por influenciar e permitir os diversos processos que acontecem no planeta Terra. Entre eles, os diferentes tipos climáticos existentes no globo, a distribuição da vegetação e os processos ecológicos.

As primeiras reflexões sobre os fenômenos atmosféricos estão registradas nos livros *Ares, Águas e Lugares*, escrito por Hipócrates por volta do ano 400 a.C., e *Meteorologica*, de Aristóteles (AYOADE, 2010). Porém, somente após a invenção de instrumentos adequados para a medição das variáveis meteorológicas, como termômetro e pluviômetro, é que foi possível iniciar registros de dados mais precisos sobre as condições da atmosfera (BARRY; CHORLEY, 2013). Segundo Jesus (2008), os fenômenos que afetam o comportamento da atmosfera podem ser estudados de acordo com a sua duração e extensão espacial.

No que concerne a sua duração, dois termos empregados no estudo dos eventos atmosféricos merecem a devida distinção: tempo e clima. O clima pode ser considerado como o estado médio da atmosfera e suas variações, em uma determinada região (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015) durante um longo período (JESUS, 2008; AYOADE, 2010; FARMER; COOK, 2013); enquanto o tempo é definido como o estado momentâneo da atmosfera em um determinado instante e lugar (STEINKE, 2012; FARMER; COOK, 2013).

A extensão espacial do estudo do clima pode ser definida conforme escalas horizontais e verticais, que determinam três ordens de grandeza: macroclima, mesoclima e microclima (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). De forma simplificada, Torres-Sánchez (2010) define macroclima como o clima dos continentes e do planeta e afirma que o mesoclima contém várias paisagens que compartilham de um mesmo componente fisiográfico.

O microclima, escala espacial utilizada neste estudo, pode ser definido como a interação (trocas gasosas e energéticas) entre objetos, plantas e animais na superfície da Terra e o ar que os envolve (RIBEIRO, 1993) em uma extensão horizontal e vertical menor que 100 m (AYOADE, 2010; TORRES-SANCHÉZ, 2010).

Cada ecossistema florestal possui um microclima específico abaixo do dossel (VON ARX et al., 2013), que pode ser determinado pela composição de espécies florestais, porte, cobertura, idade, estratificação e por características morfológicas como bifurcações do tronco, densidade e textura das folhas (BARRY; CHORLEY, 2013). Hofmann, Hasenack e Oliveira (2010) afirmam que compreender a relação entre o microclima e a vegetação é fundamental para a conservação dos ecossistemas. Dos diversos elementos do clima, os que mais afetam a vegetação e são considerados fundamentais para a vida na Terra são: temperatura (VANHONI; MENDONÇA, 2008), radiação solar e precipitação (KIMMINS, 1987).

A temperatura afeta as taxas de metabolismo, influencia na demanda da planta por água (VON ARX et al., 2013) e é um fator importante na definição de ambientes (VANHONI; MENDONÇA, 2008). A radiação solar, elemento necessário no processo da fotossíntese, está intimamente relacionada com o crescimento das plantas (OKE, 1987). A água, por meio da precipitação, funciona como meio de transporte interno dos elementos que são necessários para o desenvolvimento dos organismos (HOLDRIDGE, 2000). Entre diversos fatores, as condições atmosféricas são influenciadas pela altitude e orientação de encostas (FRENNE et al., 2013).

3.2.1 Variáveis meteorológicas e altitude

Sabe-se que a altitude influencia em, pelo menos, três variáveis meteorológicas: pressão atmosférica, temperatura e radiação solar (SOARES; BATISTA; TETTO, 2015). Em relação à pressão atmosférica, Körner (2007) descreve o decréscimo dessa variável com o aumento da altitude, assim como a redução da pressão de gases atmosféricos como O₂ e CO₂. Para Taiz e Zeiger (2009), estes gases são intimamente relacionados com a vegetação na realização dos processos de fotossíntese e respiração.

Assim como acontece com a pressão atmosférica, a temperatura do ar também reduz com o aumento da altitude (KÖRNER, 2007). Ayoade (2010) afirma que a temperatura diminui 0,6 °C com um aumento de 100 m na altitude, em condições úmidas. Em condições secas, este gradiente pode ser de 1 °C/100 m. Blum, Roderjan e Galvão (2011) encontraram um gradiente de 0,44 °C/100 m na Serra da Prata o que pode ser resultado da sua proximidade com o mar, já que, segundo Soares, Batista e Tetto (2015), o gradiente varia com a temperatura, pressão e quantidade de vapor d'água. Fritzsos, Mantovani e Wrege (2016) comentam que essa relação entre altitude e temperatura é especialmente relevante nas regiões tropicais e subtropicais, onde provocam mudanças no clima, no solo e na adaptação das espécies, tanto vegetais quanto animais.

De acordo com Jesus (2008), a altitude possui importância na distribuição da radiação líquida, na retenção do vapor d'água e no armazenamento de calor sensível. Körner (2007) complementa que, com a redução da turbidez atmosférica em decorrência da menor concentração de vapor d'água, ocorre um aumento da radiação com o aumento da altitude, em condições de céu sem nuvens. O aumento da radiação

solar incidente, de acordo com Barry e Chorley (2013), é de 5 a 15% para cada 1.000 metros de elevação. Oliveira e Ferreira (2013), em estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (MG e RJ), encontraram os maiores valores de radiação nas áreas mais elevadas da bacia e os menores valores nas áreas menos elevadas.

Hunter Junior e Gibbs (2007) afirmam que os ecossistemas variam de acordo com o gradiente de temperatura ao longo de uma encosta. Devido à variabilidade de condições meteorológicas em um gradiente altitudinal, Körner (2007) considera estes ambientes como um dos melhores experimentos naturais para testar o comportamento ecológico da fauna e da flora em diferentes microclimas.

3.2.2 Variáveis meteorológicas e orientação de encosta

As orientações de encostas, ou as faces de um relevo, influenciam na formação de microclimas, visto que cada face apresenta um balanço de energia e saldo de radiação diferenciados (ARMANI, 2009; BARRY; CHORLEY, 2013). A radiação é considerada uma das mais importantes fontes de energia primária para o planeta Terra (OLIVEIRA; FERREIRA, 2013), pois irá determinar a quantidade de energia disponível para processos como evapotranspiração, aquecimento e resfriamento do ar e do solo, além da fotossíntese (PEZZOPANE et al., 2000).

Segundo Armani (2009), no hemisfério sul, as encostas voltadas para o sul são as mais sombreadas, enquanto as encostas voltadas para o norte são as mais ensolaradas. Disso resulta que as encostas mais sombreadas irão, conseqüentemente, apresentar maiores valores de umidade e menores temperaturas em relação às encostas ensolaradas (SOARES; BATISTA, 2007). Oliveira et al. (1995) complementam que a encosta norte recebe luz por um período mais longo no dia, enquanto que a encosta sul, em decorrência de uma maior duração do período de sombreamento, apresenta uma deposição de orvalho por mais tempo. Fernandes Filho e Sá (2007), comparando todas as orientações de encosta, afirmam que os maiores valores de radiação global e radiação solar direta pertencem às orientações voltadas para o norte, seguidas pelas orientações leste, oeste e sul. No entanto, para Soares e Batista (2007) a orientação oeste recebe maiores índices de radiação solar que a encosta leste.

O fato da encosta norte receber maior quantidade de radiação solar direta que a encosta sul, ao sul do Trópico de Capricórnio, se deve pelo movimento aparente do

sol que descreve um arco no céu voltado para o norte, em quase todo o ano (OLIVEIRA; FERREIRA, 2013), o que faz com que estas encostas recebam maior irradiância solar quando comparadas às encostas voltadas para o sul.

Em relação à temperatura, Oliveira et al. (1995) observaram uma diferença de 3,6 °C ao comparar as médias das temperaturas máximas das encostas norte e sul do morro Boa Vista no Rio de Janeiro, sendo a encosta norte a mais quente. Ao compararem as médias das temperaturas mínimas das duas orientações de encosta, a diferença foi de 0,5 °C, sendo a encosta norte a que registrou as menores temperaturas. O fato da encosta norte ter registrado as menores temperaturas foi explicado pela maior umidade da encosta sul, que atua como efeito tampão e diminui a amplitude térmica do local. Armani (2009) afirma que as encostas voltadas para sudoeste são 0,3 °C mais frias que as encostas à noroeste.

Outro fenômeno que acontece na região da Serra do Mar e que diferencia as orientações de encosta são as chuvas orográficas. Essas ocorrem na face leste das encostas montanhosas, originadas pelo aquecimento irregular entre a terra e o oceano que geram diferentes zonas de pressão (CHAPIN; MATSON; VITOUSEK, 2011). Quando a acumulação de massas de ar quente e úmida encontra uma barreira geográfica (MAACK, 2012) produzem chuvas na Serra do Mar e na orla litorânea (ARMANI, 2009).

3.3 INFORMAÇÕES DA ESPÉCIE: *Euterpe edulis* Martius (ARECACEAE)

3.3.1 Descrição

Comumente chamado pelos nomes vernáculos de palmito-juçara, juçara, içara, palmito-doce, palmitero, ensarova, ripeira (LORENZI et al., 2004), açai-do-sul (RJ), iuçara, jaçara (RS), jiçara (PR), palmito-vermelho e ripa (RS) (CARVALHO, 2003), *Euterpe edulis* Mart. é uma angiosperma, monocotiledônea, pertencente à família Arecaceae (Figura 1).

E. edulis é uma palmeira esbelta, de estipe reto e cilíndrico, com altura de até 15 m (LAPS, 1996), diâmetro de até 15 cm e com um cone de raízes na base (LORENZI et al., 2004). Porém, de acordo com Carvalho (2003), a espécie pode atingir até 20 m de altura e 30 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) quando adultos. Perenifólia, ombrófila, mesófila ou levemente higrófila, muitas vezes a espécie é

dominante no segundo estrato arbóreo da floresta (LORENZI et al., 2004). Ao contrário de algumas palmeiras do mesmo gênero, *E. edulis*, que apresenta estipe único, é incapaz de produzir perfilhos, o que acarreta na morte da planta após o seu corte (GALETTI; ALEIXO, 1998).

FIGURA 1 – *Euterpe edulis* Mart. (A), FLORES (B) E SEMENTE GERMINANDO (C)



FONTE: A autora (2020).

As folhas desta espécie são alternas, pinadas, com até 3 m de comprimento e em quantidade de 15 a 20 folhas no ápice (CARVALHO, 2003) providas de bainhas verdes, desenvolvidas e imbricadas que protegem o palmito (meristema apical) (LAPS, 1996). Lorenzi et al. (2004) complementam que a bainha também pode ter cor alaranjada e medir de 1,0 a 1,5 m.

As inflorescências, constituídas por panículas, são protegidas por uma espata de 70 cm de comprimento e compostas de várias espigas dispostas em ráquias (LAPS, 1996). De acordo com Mantovani e Morellato (2000), as flores são unissexuais e inseridas em grupos de três: uma flor feminina no meio de duas flores masculinas. Reis (1995), assim como Fisch, Nogueira Junior e Mantovani (2000), encontrou um número máximo de cinco inflorescências por planta.

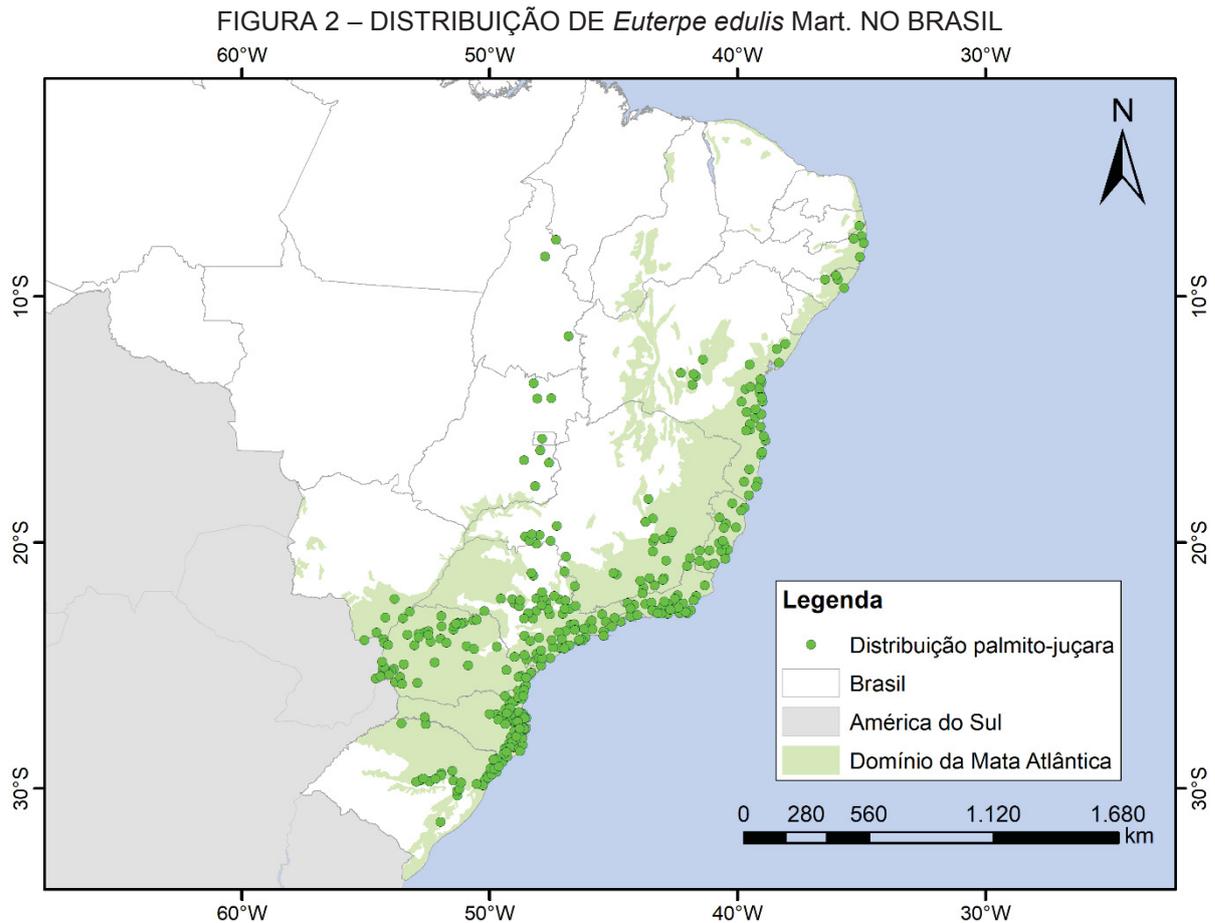
O fruto é uma drupa subglobosa, lisa, composta por epicarpo pouco espesso e liso (CARVALHO, 2003). Laps (1996) afirma que o desenvolvimento do fruto leva até seis meses, passando gradativamente da cor verde até a cor roxa quando maduro e possui diâmetro médio de 12,8 mm. Para Carvalho (2003), a semente é quase esférica, parda-grisácea, envolta por cobertura fibrosa com até 10 mm de diâmetro e apresenta alto teor de reservas (cerca de 88% de carboidratos). De acordo com Brancalion e Rodrigues (2013), a produção de frutos pode variar de 48 a 3.216 frutos/cacho e a massa seca das sementes varia de 0,35 a 1,81 g.

3.3.2 Distribuição

O gênero *Euterpe* é composto por 45 espécies e apresenta maior expressão na Colômbia e Venezuela (LAPS, 1996). No Brasil, cinco espécies se distribuem por, praticamente, todos os estados e nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica: *Euterpe catinga* Wallace, *Euterpe edulis* Mart., *Euterpe longibracteata* Barb.Rodr., *Euterpe oleracea* Mart., *Euterpe precatória* Mart. (LEITMAN et al., 2015).

E. edulis ocorre principalmente na Mata Atlântica, podendo ser encontrada também no bioma Cerrado, na Argentina e no Paraguai (CARVALHO, 2003; LORENZI et al., 2004). No Paraná, esta espécie é característica de diversas formações da Floresta Ombrófila Densa, onde aparece no estrato médio como espécie dominante. Pode também ocorrer em microhabitats úmidos da Floresta Estacional Semidecidual, como as formações ripárias ou regiões onde o lençol freático é pouco profundo (CARVALHO, 2003; CARVALHO et al., 2017).

Segundo Carvalho (2003), a variação altitudinal apresentada pelo palmito-juçara abrange as altitudes de 5 m no litoral até os 1.200 m, no Distrito Federal. Sua presença já foi confirmada nos seguintes estados: Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Tocantins e no Distrito Federal (Figura 2).



FONTE: CARVALHO (2020); SPECIESLINK (2020), elaborado pela autora (2020).

3.3.3 Polinizadores e dispersores

No que diz respeito à polinização, *E. edulis* é uma espécie alógama (MORAES et al., 2020). Reis et al. (2000) afirmam que as flores de *E. edulis* são polinizadas principalmente por *Trigona spinipes*, uma pequena abelha sem ferrão. Santos, Varassin e Muschner (2018) identificaram 11 diferentes espécies visitando flores femininas e 10 visitando flores masculinas. Destas, *Apis mellifera*, *Plebeia droryana* e *Euglossini sp.* foram consideradas espécies polinizadoras por visitar tanto as flores masculinas quanto as femininas e por terem tido contato com as estruturas reprodutivas de ambos os sexos.

Há evidências de que a espécie alimenta animais de diferentes tipos comportamentais durante todo o ano, seja com sementes, frutos verdes, frutos maduros ou, até mesmo, o banco de plântulas para animais herbívoros (REIS, 1995). Os tucanos e espécies da família Cotingidae (pavó, araponga, corocoxó) são os

principais dispersores em florestas menos alteradas, enquanto que os sabiás se destacam mais nas florestas mais alteradas (GALETTI et al., 2013).

Reis (1995) sugere que para aves como os sabiás, bem-te-vis e arapongas, o endocarpo e a semente não passam pelo trato digestivo, sendo regurgitados após a absorção do mesocarpo carnoso; enquanto as espécies da família Cracidae (jacus) e Ramphastidae (tucanos e arçarís) engoliriam o fruto que depois seriam expelidos pelas fezes.

Além da dispersão realizada pela fauna, parte dos frutos chegam ao solo pela gravidade e se desenvolvem próximos à planta-mãe. Essa dispersão dos genes em curtas distâncias faz com que algumas populações apresentem baixa diversidade genética (VIEIRA et al., 2009) principalmente em locais alterados onde houve diminuição dos dispersores de grande porte (CARVALHO et al., 2017). Silva et al. (2017) encontraram taxas de germinação das sementes do palmito-juçara acima de 75% após o consumo dos frutos por roedores e aves, enquanto a germinação de sementes retiradas diretamente dos cachos foi de 15 a 20%.

3.3.4 Usos e ameaças

No início, a exploração de *E. edulis* visava seu estipe para uso em construções urbanas e rurais – por isso é chamado de ripeira em algumas localidades – mas, após a segunda guerra mundial, começou a ser utilizado como alimento para substituir a conserva de aspargo (REIS, 1995).

Seu meristema apical e as folhas jovens indiferenciadas formam o palmito (REIS et al., 2000), que é comestível e utilizado como matéria-prima em indústrias alimentícias e, normalmente, obtido por meio de exploração ilegal (GALETTI; FERNANDEZ, 1998). Hoje, o palmito ainda é um dos produtos não madeiráveis mais explorados na Floresta Atlântica (SILVA, 2015).

Mesmo com alguns sistemas de manejo propostos, *E. edulis* tem sido alvo de intensa e predatória exploração, tanto em florestas públicas quanto privadas (REIS et al., 2000). Galetti e Fernandez (1998) estimam que, somente na região de Sete Barras – SP, 29 toneladas de palmito chegaram a ser exploradas ilegalmente em um ano – o equivalente a 57.912 indivíduos. A facilidade de extração e de comercialização estão entre os principais responsáveis pelo processo predatório (CALVI; PIÑA-RODRIGUES, 2005).

O fato do palmito-juçara ser uma planta que não rebrota, faz com que a espécie se torne ainda mais vulnerável, visto que, para colher o palmito, é necessário matar a planta (SILVA, 2015). Este sistema de exploração favorece a diminuição da variabilidade genética da população e não permite a manutenção da regeneração, pois os indivíduos são mortos antes da fase reprodutiva (REIS et al., 2000). Carvalho et al. (2017) sugerem que atualmente a diversidade genética de *E. edulis* é influenciada de forma mais intensa pelas ações antrópicas que pela variação do clima. Lauterjung et al. (2019) encontraram uma redução na variedade genética esperada de *E. edulis*, indicando um cenário preocupante para a espécie.

Para a exploração sustentável do palmito-juçara, sugere-se o plantio em sistemas agroflorestais e em plantios consorciados com outras espécies (TSUKAMOTO FILHO et al., 2001; CEMBRANELI; FISCH; CARVALHO, 2009) assim como a produção de polpa com os frutos de *E. edulis* (COSTA et al., 2008), que pode contribuir para reduzir a pressão sofrida pela espécie (CHAIMSOHN et al., 2009). Segundo estes autores, esta última atividade ainda tem a vantagem de, após o fruto despulpado, as sementes continuarem viáveis para serem utilizadas em projetos de repovoamento.

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização

A pesquisa foi desenvolvida na Reserva Natural Salto Morato (RNSM) localizada no município de Guaraqueçaba, litoral norte do Paraná (Figura 3), a aproximadamente 160 km de distância de Curitiba, capital do Estado, e a 19 km da sede do município.



FONTE: A autora (2020).

A RNSM, com área de aproximadamente 2.261 ha, está situada na região do Lagamar, que compreende o litoral norte do Paraná e o litoral sul de São Paulo, e foi reconhecida em 1999 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como Sítio do Patrimônio Natural da Humanidade. Em 2006, essa região foi decretada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como mosaico de unidades de conservação (BRASIL, 2006) contendo, de acordo com

Britez, Prestes e Machado (2015), 53 unidades de conservação de diferentes categorias.

4.1.2 Histórico de criação

Em 1993, com a participação da Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), estudos foram realizados para a seleção de áreas prioritárias para a conservação na região de Guaraqueçaba, considerando os seguintes critérios: extensão e integridade da área; diversidade de ambientes; potencial de uso para visitação e sustentabilidade financeira; situação fundiária e possibilidade de ampliação (FUNDAÇÃO GRUPO BOTIÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA – FGBPN, 2011a).

Parte da área que compõe atualmente a RNSM foi adquirida em 1994 pela Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza com o apoio da organização não-governamental norte-americana *The Nature Conservancy* (TNC). Desta área, a região de planície era ocupada por pastagens com criação de búfalos e áreas abandonadas. Posteriormente, no ano de 1998, uma nova área foi comprada totalizando assim os 2.261 ha que englobam quase a totalidade do trecho superior da Bacia Hidrográfica do Rio Morato, à montante do Salto Morato (FGBPN, 2011a).

De acordo com o plano de manejo da RNSM, toda a área da reserva é manejada como uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), apesar de somente 41% ser reconhecido como tal (FGBPN, 2011a). A área reconhecida como RPPN foi criada pela Portaria IBAMA n° 132, de 7 de dezembro de 1994, com a denominação de RPPN Fazenda Figueira (BRASIL, 1994).

4.1.3 Geologia

A RNSM está inserida no domínio geológico de rochas com embasamento cristalino e sua área abrange quatro ambientes geológicos: Complexo Pré-Setuva, na porção central onde se localiza o Rio Morato; Complexo Migmatítico, na porção leste da reserva; Suíte Granítica de Anatexia, no noroeste da reserva; e Sedimentos Recentes formando os depósitos coluviais e aluviais (POLIDORO; LIMA, 2002).

Três diferentes unidades geomorfológicas podem ser encontradas na RNSM: região de serra, área coluvial e planície (FGBPN, 2011a). A região de serra

compreende 2/3 da reserva e caracteriza-se por apresentar cristas arredondadas e declividades de 40% ou mais. A área coluvial corresponde aos sedimentos acumulados na base das vertentes de perfil convexo e declividades de 10 a 45%. A planície apresenta relevo suavemente ondulado, com altitudes inferiores a 40 m.

As altitudes médias variam de 150 a 400 m, mas com uma amplitude de 20 a mais de 900 m (FGBPN, 2011a). De acordo com Straube, Deconto e Vallejos (2013), isso faz com que a reserva apresente características de planície e também de ambientes montanos. Dal Pai et al. (2018), em um estudo preditivo de solos na RNSM, identificaram áreas de solos Hidromórficos/Flúvicos, Cambissolos e Neossolos/afloramentos, sendo os Cambissolos a compartimentação pedológica predominante na reserva.

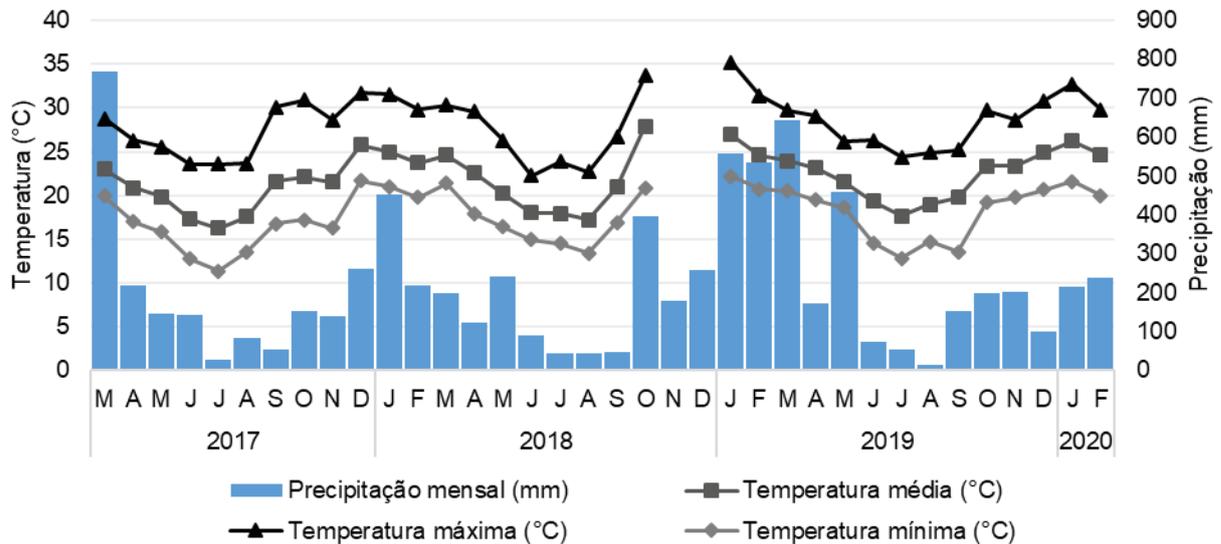
4.1.4 Clima

De acordo com Nitsche et al. (2019) e Alvares et al. (2013), o clima predominante na Reserva Natural Salto Morato é o *Cfa*. Este tipo climático é definido como um clima úmido com verões quentes, onde a temperatura média do mês mais quente é maior ou igual a 22 °C e a precipitação do mês mais seco é maior que 40 mm (ALVARES et al., 2013). Caracteriza-se também por apresentar geadas pouco frequentes, ausência de estação seca definida e tendência de concentração de chuvas mais volumosas no verão (dezembro a março). Considerando a classificação de Holdridge, a zona de vida do município de Guaraqueçaba é floresta úmida/muito úmida subtropical (TRES et al., 2020).

Segundo o plano de manejo da RNSM (FGBPN, 2011a), o clima da região é caracterizado por dois períodos distintos, sendo um menos chuvoso e de temperaturas mais amenas (de maio a setembro) e outro chuvoso e quente (nos meses restantes). De acordo com Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná – SIMEPAR (2020), a média de temperatura do período frio é de aproximadamente 19 °C, enquanto os meses quentes apresentam uma média em torno de 25 °C. Maack (2012) afirma que as temperaturas na região litorânea são influenciadas pela corrente marítima quente do Brasil e pela umidade relativa do ar permanentemente alta. Na RNSM, a umidade relativa média anual é de 85% (FGBPN, 2011a). Na figura 4 são apresentadas as condições referentes à temperatura e precipitação mensal verificadas para a área de estudo durante o período da pesquisa

(março de 2017 a fevereiro de 2020) com base em dados provenientes da estação meteorológica do SIMEPAR instalada na RNSM.

FIGURA 4 – TEMPERATURA (°C) E PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm) DA RESERVA NATURAL SALTO MORATO DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO



NOTA: Dados de temperatura não coletados nos meses de novembro e dezembro de 2018 por falha na estação meteorológica.

Em relação à movimentação das massas de ar, durante o dia ocorrem brisas marítimas de leste, sudeste (MAACK, 2012) e sul (FGBPN, 2011a) e ao anoitecer as brisas continentais. Isso se deve ao fato de que, durante o dia, o ar junto à superfície do continente se aquece de forma mais rápida que o ar junto à superfície do oceano, criando assim uma zona de baixa pressão sobre o continente e fazendo com que o ar se desloque do mar para a terra (STEINKE, 2012; SOARES; BATISTA; TETTO, 2015).

4.1.5 Vegetação

O litoral do Paraná conta com 62,5% da sua área coberta por vegetação considerada bem conservada (BRITTEZ; PRESTES; MACHADO, 2015). Esse número destoa do panorama geral do bioma Mata Atlântica para o restante do país (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2019). O bioma Mata Atlântica, mais precisamente os domínios da Floresta Ombrófila Densa (FOD), são influenciados diretamente pelo relevo, proximidade com o mar, pelas massas de ar quente e úmido do oceano Atlântico e pelas chuvas relativamente intensas e bem distribuídas ao longo do ano (RODERJAN et al., 2002; GUEDES et al., 2005).

Schmidlin et al. (2005) afirmam que a Floresta Ombrófila Densa é caracterizada pelo estabelecimento de uma vegetação de maior complexidade, estratificada, de maior altura, diversidade de espécies e fechamento de dossel. Coutinho (2016) complementa dizendo que o porte desta vegetação pode chegar a 30 m, com biomassa em torno de 200 t/ha e com uma riqueza da flora estimada em 20.000 espécies, incluindo espécies arbóreas, lianas, epífitas e outras espécies não lenhosas. A amplitude altitudinal abrangida pela área da RNSM resulta na presença de subformações distintas de FOD, sendo essas a FOD Aluvial, FOD Submontana e FOD Montana (GATTI, 2000).

A FOD Aluvial é aquela que se distribui nas planícies de acumulação dos sedimentos dos rios e que está sujeita a um determinado grau de hidromorfia nos solos – normalmente Neossolos Flúvicos ou Gleissolos (RODERJAN et al., 2002). Em relação às formações submontana e montana, o limite altitudinal geralmente não é muito definido, pois normalmente existem áreas de transição entre elas. Alguns autores consideram que essa transição se inicie a partir dos 600 m de altitude (RODERJAN et al., 2002; BLUM; RODERJAN; GALVÃO, 2011). Já o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2012) considera como FOD Montana, no sul do país, a vegetação situada entre as altitudes de 400 a 1.000 m, classificação que será adotada neste trabalho e que também foi adotada na elaboração do mapa de vegetação da RNSM pela Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza.

Embora algumas porções de FOD na área da RNSM tenham sofrido alterações em consequência da extração seletiva de madeira e do palmito-juçara, no geral, a floresta mantém feições estruturais, fisionômicas e florísticas da floresta original (FGBPN, 2011a). A vegetação da RNSM também conta com algumas áreas de criciumais que, segundo FGBPN (2011a), constituem-se de comunidades monoespecíficas de *Chusquea oxylepis* (Hack.) Ekman. (Poaceae). Mesmo fazendo parte do complexo florístico da RSNM, essas áreas não foram abrangidas pelas unidades amostrais do presente estudo.

4.1.6 Fauna

No bioma Mata Atlântica ocorrem 2.420 espécies de vertebrados, sendo 936 aves, 516 anfíbios, 350 peixes de água doce, 312 mamíferos e 306 répteis. Do total

de espécies, 30% são endêmicas deste bioma (MITTERMEIER et al., 2011). Na Reserva Natural Salto Morato, 638 espécies de animais vertebrados já foram identificadas sendo 389 espécies de aves, 93 de mamíferos, 36 répteis, 61 anfíbios e 59 peixes (FGBPN, 2011b).

Alguns representantes da mastofauna são *Alouatta guariba* (bugio), *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Puma concolor* (onça-parda), *Dasyprocta azarae* (cutia), *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha), *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim), *Sapajus nigritus* (macaco-prego), *Puma yaguarondi* (gato-mourisco), *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno), *Leopardus wiedii* (gato-maracajá), *Lontra longicaudis* (lontra), *Eira barbara* (irara), *Galictis cuja* (furão), *Procyon cancrivorus* (mão-pelada), *Nasua nasua* (quati), *Speothos venaticus* (cachorro-vinagre), *Tapirus terrestris* (anta), *Tayassu pecari* (queixada), *Pecari tajacu* (cateto), *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara), *Cuniculus paca* (paca) e diferentes espécies do gênero *Mazama* (veado) (FGBPN, 2011b).

Straube e Urben-Filho (2005), em levantamento da avifauna da RNSM, apontaram a presença de 329 espécies, sendo 106 espécies endêmicas da Floresta Atlântica. Os autores afirmaram que o elevado número de espécies levantadas na área é decorrente da diversificação de habitats devido à abrangência de diferentes fitofisionomias pela reserva. Exemplos de espécies registradas e que são dispersoras do palmito-juçara, de acordo com Galetti et al. (2013), são: *Aburria jacutinga* (jacutinga), *Ramphastos dicolorus* (tucano-de-bico-verde), *Ramphastos vitellinus* (tucano-de-bico-preto), *Selenidera maculirostris* (araçari-poca), *Turdus albicollis* (sabiá-coleira), *Turdus flavipes* (sabiá-úna) e *Trogon viridis* (surucuá-grande-de-barriga-amarela).

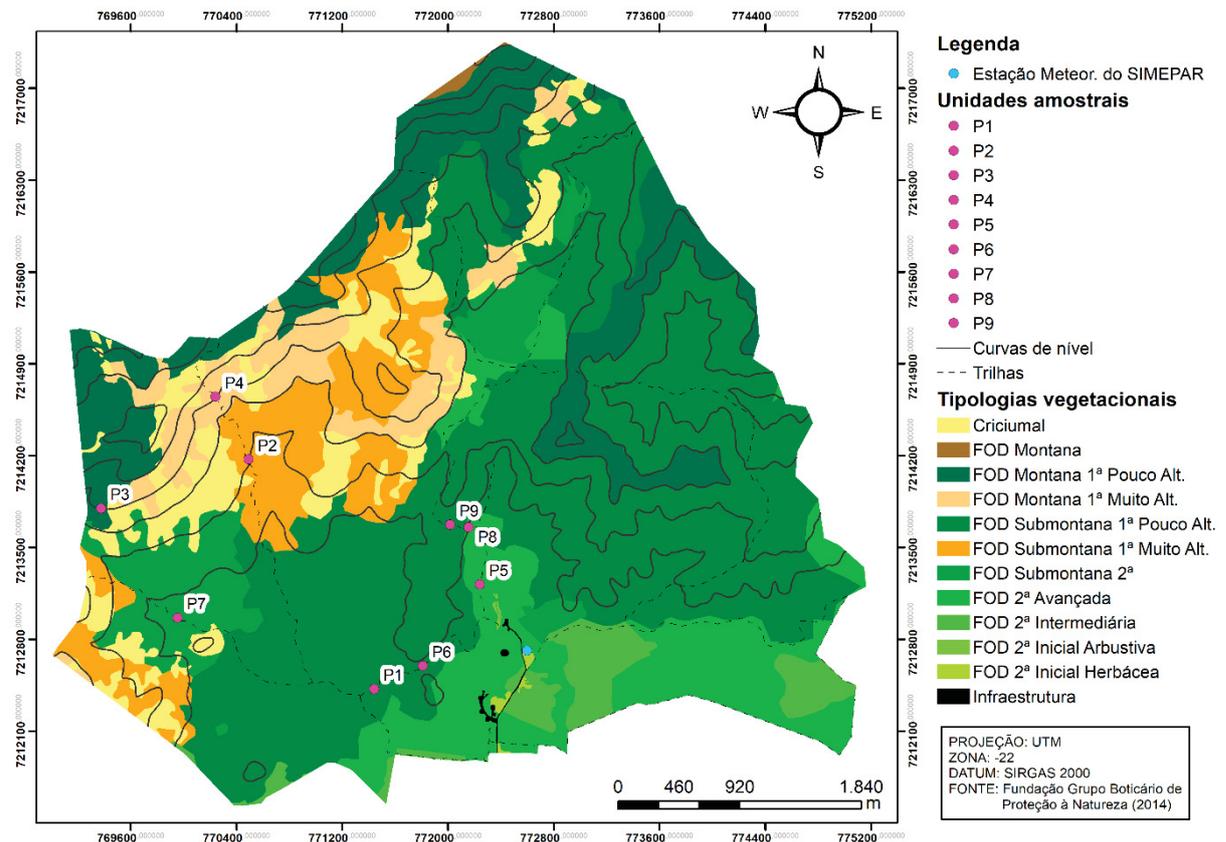
Para os répteis, o maior grupo foi o das serpentes, com 20 espécies, sendo *Micrurus* (gênero da cobra-coral) e *Bothrops* (gênero da jararaca) os gêneros mais representativos (FGBPN, 2011a).

4.2 UNIDADES AMOSTRAIS

Foram instaladas nove unidades amostrais em quatro classes de altitudes (abaixo de 50 m, 100 m, 200 m e 400 m) e em duas orientações de encosta (leste e sul). Essa quantidade de unidades foi adotada para realizar a coleta de dados em, pelo menos, dois pontos em cada altitude. A localização das unidades amostrais na

área de estudo é apresentada na figura 5, enquanto as informações sobre altitude, classes de altitude, declividade, azimute e orientação dessas são apresentadas na tabela 1.

FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS NA ÁREA DA RESERVA NATURAL SALTO MORATO



FONTE: FGBPN (2014), elaborado pela autora (2020).
LEGENDA: FOD – Floresta Ombrófila Densa; Alt. – alterada.

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS

Unidade amostral	Altitude (m)	Classe de altitude	Declividade (°)	Azimute (°)	Orientação
P1	22,5	< 50	14,5	244,8	Planície
P2	203,9	200	7,0	143,0	Sul
P3	401,8	400	31,2	170,6	Sul
P4	405,8	400	18,8	141,2	Sul
P5	40,0	< 50	1,5	112,6	Planície
P6	85,0	100	17,5	112,6	Leste
P7	88,3	100	5,8	114,5	Leste
P8	97,7	100	24,3	110,5	Leste
P9	167,5	200	25,5	111,5	Leste

FONTE: A autora (2020).

NOTA: Dados de declividade (INPE, 2011); dados de altitude (FGBPN, 2014).

A orientação das encostas foi definida com base em quatro classes de azimute propostas por Silveira e Silva (2010): norte (316° - 45°), leste (46° - 135°), sul (136° -

225°) e oeste (226° - 315°). Para isso, o azimute foi determinado a partir dos dados de orientação da folha 25S495, disponibilizado pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 2011), com resolução espacial de 30 m. As unidades amostrais P1, P3, P5, P6, P7, P8 e P9 foram monitoradas desde março de 2017, enquanto as unidades P2 e P4 foram instaladas em março de 2018 para aumentar a amostragem nas altitudes de 200 e 400 m.

Em cada unidade amostral, foi instalada uma parcela retangular de 20 m de largura e 50 m de comprimento (1.000 m²), sendo o comprimento alocado de forma a seguir a cota de altitude, para a realização do levantamento florístico e instalação da estação meteorológica. De acordo com Augustynczyk et al. (2013), parcelas com área de 1.000 m² apresentam melhores estimativas de área basal e número de árvores.

4.3 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS DE *E. edulis*

Foram selecionados 44 indivíduos adultos de *Euterpe edulis* para a realização do acompanhamento fenológico mensal. A seleção dos indivíduos em idade reprodutiva foi baseada na presença de inflorescências, infrutescências ou de cicatrizes indicando eventos reprodutivos anteriores (CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007).

Devido à falta de indivíduos adultos no ambiente, P2 contou com quatro indivíduos. Nas demais unidades amostrais, foram selecionados cinco indivíduos para cada localidade. Desta forma, foram monitorados 10 indivíduos na altitude < 50 m, 15 nos 100 m, 9 nos 200 m e 10 nos 400 m. Em relação à orientação de encosta, 19 estavam na orientação sul e 25 na orientação leste.

Para atender a quantidade de cinco indivíduos em idade reprodutiva por unidade amostral, foi necessário selecionar indivíduos fora dos limites da parcela de 1.000 m² utilizada para o levantamento florístico.

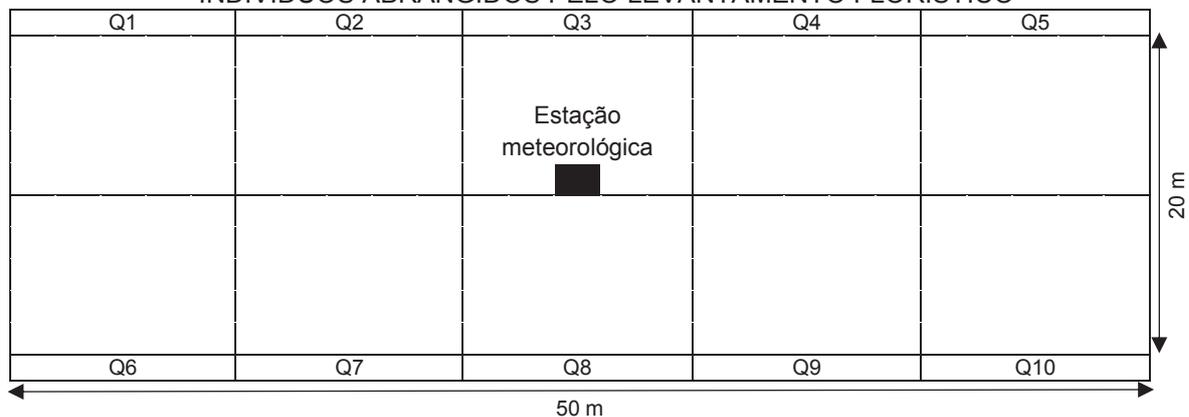
Para cada indivíduo monitorado pela fenologia, foi realizada a medição da circunferência à altura do peito (CAP) e do percentual da copa coberto pelo dossel da floresta, com a finalidade de verificar a relação destas variáveis com a produção de inflorescências e infrutescências. A coleta de cobertura da copa consistiu em uma estimativa visual da porcentagem da área da copa dos indivíduos de *E. edulis* coberta pela vegetação acima (dossel da floresta).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

4.4.1 Levantamento florístico

O levantamento florístico foi realizado de agosto de 2016 a julho de 2018 em toda a superfície das parcelas de 1.000 m², onde os indivíduos arbóreos com CAP igual ou superior a 31 cm foram amostrados. A coleta dos dados consistiu em medição de CAP, identificação dos indivíduos e de sua localização. Para facilitar o registro da localização dos indivíduos, as parcelas foram subdivididas em 10 quadrantes (Figura 6).

FIGURA 6 – CROQUI UTILIZADO EM CAMPO PARA ANOTAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS ABRANGIDOS PELO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO



FONTE: A autora (2020).

NOTA: Q – quadrante.

A medição do CAP foi feita com auxílio de fita métrica de 1,50 m. A identificação foi realizada por um engenheiro florestal especialista em botânica e os indivíduos foram marcados em campo com placas numéricas (Figura 7). A confirmação dos nomes científicos atualizados foi realizada de acordo com a Flora do Brasil 2020 (SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA, 2019). O *status* das espécies florísticas amostradas em relação ao grau de ameaça foi determinado de acordo com a lista de espécies ameaçadas apresentadas no Livro Vermelho da Flora do Brasil (MARTINELLI; MORAES, 2013). De acordo com a referida lista, as espécies são classificadas de forma distinta com base no *status* de conservação, sendo essas: Vulneráveis (VU), Em Perigo (EN) e Criticamente Ameaçadas (CR), sendo VU a categoria de menor risco e CR a categoria de maior risco de extinção.

FIGURA 7 - LEVANTAMENTO FLORÍSTICO: INSTALAÇÃO (A), MEDIÇÃO DO CAP (B), IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA (C) E ÁRVORE MARCADA (D)



FONTE: A autora (2020).

Todas as espécies identificadas também foram classificadas em relação à síndrome de dispersão, a saber: zoocoria, anemocoria e autocoria, de acordo com informações obtidas na literatura.

4.4.2 Atributos químicos do solo

Com o objetivo de verificar se os atributos químicos do solo influenciam na quantidade de inflorescências e infrutescências produzidas por planta, foi coletada uma amostra de solo para cada indivíduo de *E. edulis* acompanhado pelo monitoramento fenológico. Cada amostra consistiu da mistura de três sub-amostras coletadas a uma distância máxima de 1 m de cada indivíduo, na profundidade de 0 - 20 cm. Foi aplicado esse padrão de amostragem pois nesta faixa se concentram pelo

menos 50% das raízes da espécie, assim como, é onde ocorrem as mudanças mais significativas em concentração de nutrientes no solo (FAVRETO, 2010).

As amostras de solo foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos transparentes e posteriormente encaminhadas à empresa especializada para a realização das análises. As análises químicas de solo tiveram por objetivo averiguar a concentração dos seguintes macro e micronutrientes: fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), enxofre (S), boro (B), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). Também houve medição do pH (CaCl) e do teor de matéria orgânica. A interpretação dos resultados foi feita de acordo com Prezotti e Guarçoni (2013) e Sobral et al. (2015).

Como as variáveis de solo apresentam forte correlação entre si, foi realizada a extração dos componentes principais no *software* SPSS para eliminar a multicolinearidade existente entre os dados. Os componentes principais, extraídos a partir dos dados de cada indivíduo, foram utilizados posteriormente na regressão binomial negativa com os dados de quantidade de inflorescências e infrutescências produzidas por matriz.

4.4.3 Coleta e análise dos dados meteorológicos

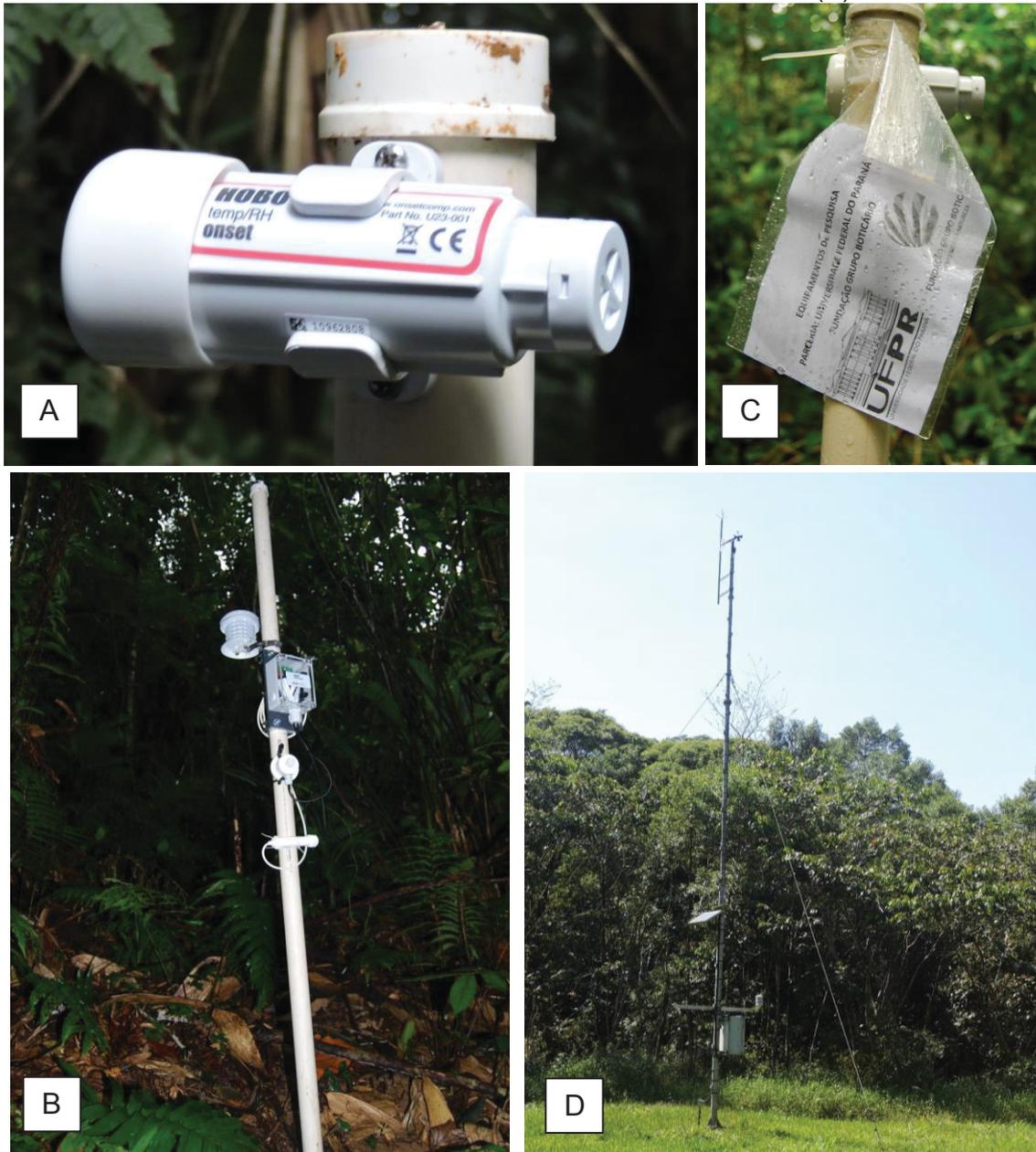
Cada unidade amostral contou com uma estação ou miniestação meteorológica instalada no sub-bosque, próxima aos indivíduos de *Euterpe edulis* monitorados para acompanhamento da fenologia, que registraram dados de março de 2017 a fevereiro de 2020.

Em seis unidades foram instaladas miniestações meteorológicas HOBO U23-001 para ambientes externos, que coletaram dados de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 8a). Nas outras três unidades os dados foram coletados por estação meteorológica composta pelo registrador HOBO H21, com sensor S-THB-M002, para as mesmas variáveis meteorológicas (Figura 8b). Tanto a miniestação U23-001 quanto o sensor S-THB-M002 apresentam uma margem de erro de $\pm 0,21$ °C para temperatura e $\pm 2,5\%$ para umidade relativa do ar (ONSET COMPUTER CORPORATION, 2017a; 2017b).

Os dois modelos de estações meteorológicas foram fixados em tubos de PVC, de modo que os sensores estivessem a uma altura de 1,20 m do solo, conforme recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2018). Em todas as

estações foram fixados avisos sobre a natureza do experimento, para assim evitar interferências externas ou o roubo de equipamentos (Figura 8c). Os dados de precipitação foram obtidos de uma estação meteorológica automática do SIMEPAR localizada dentro dos limites da reserva, em uma área aberta (Figura 8d).

FIGURA 8 – MINIESTAÇÃO METEOROLÓGICA HOBO U23-001 (A), ESTAÇÃO METEOROLÓGICA HOBO H21 COM SENSOR S-THB (B), IDENTIFICAÇÃO DA PESQUISA E AVISO (C) E ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DO SIMEPAR (D)



FONTE: A autora (2020).

As estações foram programadas para o registro de dados de hora em hora e posteriormente foram calculadas as médias diárias e mensais para utilização na

correlação com os dados fenológicos. Para comparação da temperatura e umidade relativa entre os diferentes ambientes, os dados obtidos em cada unidade amostral foram processados e organizados de acordo com a altitude da unidade amostral e orientação da encosta. Para as análises relacionadas à altitude, foi realizada a média aritmética entre as unidades amostrais presentes na mesma classe de altitude. Para as análises em função da orientação de encosta, esta média considerou somente duas unidades amostrais para cada orientação: P1 e P2 para a orientação sul; P5 e P9 para a orientação leste.

Outras variáveis meteorológicas também foram calculadas. O fotoperíodo e a declinação diária do sol foram calculados para cada dia de acordo com as equações 1 e 2 respectivamente, conforme apresentadas por Soares, Batista e Tetto (2015).

$$\text{Equação 1} \quad D = \frac{2\{\text{arc.cos}[-\text{tg}(\varphi)*\text{tg}(\delta)]+0,83^\circ\}}{15}$$

Onde:

D = fotoperíodo, em horas e décimos de hora

φ = latitude do lugar, em graus

δ = declinação diária do sol, em graus (Fórmula 2)

$$\text{Equação 2} \quad \delta = 23,45^\circ * \text{sen} \left\{ \frac{360^\circ(284+n)}{365} \right\}$$

Onde:

δ = declinação diária do sol, em graus

n = número de ordem do dia ($n = 1, 2, 3, \dots, 365$)

4.3.3.1 Comparação das séries temporais e testes utilizados

Uma série temporal pode ser definida como o conjunto de observações de uma variável registradas sequencialmente ao longo do tempo (BROCKWELL; DAVIS, 2016). Séries temporais são realizações de um processo estocástico, ou seja, são controladas por leis probabilísticas (COSTA, 2010).

As séries temporais são compostas por tendência, sazonalidade e ruídos brancos (erro), sendo o ruído branco uma sequência de dados aleatórios com média zero e variância constante (COWPERTWAIT; METCALFE, 2009). A componente tendência de uma série temporal pode apresentar um comportamento crescente ou decrescente (e.g. aumento da temperatura global) (BROCKWELL; DAVIS, 2016), enquanto a sazonalidade é caracterizada por variações periódicas na série (e.g. temperatura no inverno e verão) (SHUMWAY; STOFFER, 2017).

A fim de fazer inferências acerca da diferença entre as séries temporais de temperatura e umidade relativa do ar em relação às diferentes altitudes e orientações de encosta, foi aplicada a metodologia apresentada por Silva, Ferreira e Sáfadi (2000) para comparação de séries temporais que consiste em:

- i. Gerar uma nova série a partir da diferença das duas séries originais a serem comparadas;
- ii. Na nova série, aplicar o teste de Cox-Stuart para constatar a existência de tendência e o teste de Fisher para verificar a existência de sazonalidade;
- iii. Utilizar o teste de Box-Pierce para verificar se os resíduos são um ruído branco (independentes e identicamente distribuídos);
- iv. Se os testes apresentarem tendência, sazonalidade e os ruídos não forem um ruído branco, infere-se que as duas séries originais são diferentes no período analisado.

As séries foram formadas pelas médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar e estão apresentadas no capítulo de resultados. As comparações foram realizadas no *software* R e a rotina utilizada está no Apêndice 1.

O primeiro teste realizado, o teste de Cox-Stuart, também é conhecido como teste do sinal e foi utilizado para verificar a existência de tendência nas séries temporais. A ideia desse teste é assumir que os sinais positivos ou negativos, obtidos após o agrupamento das observações em pares, são meramente ao acaso. Para realização do teste é utilizada a distribuição binomial $X \sim Binomial(n, p)$.

Nesta distribuição, X é o número de sinais positivos ou negativos, n é o número de pares e p é a probabilidade de sucesso de encontrar um sinal positivo ou negativo. Desta forma, as hipóteses podem ser definidas da seguinte maneira:

$$H_0 : p = \frac{1}{2}, \text{ não existe tendência}$$

$$H_1 : p \neq \frac{1}{2}, \text{ existe tendência}$$

O procedimento para tal é apresentado a seguir, conforme Morettin e Tolo (2006).

- i. Sendo N o número de observações da série, deletar a observação na posição $(N + 1)/2$ caso N seja ímpar;
- ii. Agrupar as observações em pares $(Z_1, Z_{1+c}) \dots (Z_{N-c}, Z_N)$, sendo $c = N/2$;
- iii. Para cada par (Z_i, Z_{i+c}) , associar um sinal de positivo ou negativo. Se $Z_i < Z_{i+c}$, associar um sinal positivo. Se $Z_i > Z_{i+c}$, associar um sinal negativo. Desconsiderar os pares em que os valores são iguais;
- iv. Seja q o número de pares positivos ou negativos;
- v. Seja n o número de pares total;
- vi. Seja $prob$ a probabilidade de sucesso ($prob = 0,5$);
- vii. No *software* R, calcular o p – *value* conforme a expressão $pbinom(q, n, prob)$.
- viii. Se p – *value* $< alpha$, rejeita-se H_0 . Ou seja, existe tendência.

O segundo teste utilizado, o teste de Fisher, verifica a existência de sazonalidade, testando as seguintes hipóteses:

$$H_0 : \text{não existe sazonalidade}$$

$$H_1 : \text{existe sazonalidade}$$

De acordo com Morettin e Tolo (2006), o teste é dado pela seguinte expressão:

$$g = \frac{\max I_p}{\sum_{p=1}^{N/2} I_p}$$

Em que:

g = teste de Fisher;

I_p = valor do periodograma no período p ;

N = número de observações da série.

A estatística do teste é dada por:

$$z_{\alpha} = 1 - \left(\frac{\alpha}{n}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Em que:

z_{α} = estatística do teste;

α = nível de significância do teste;

$n = N/2$

Se $g > z_{\alpha}$, rejeita-se H_0 . Logo, a série apresenta sazonalidade.

O último teste aplicado é o teste de Box-Pierce, utilizado para verificar se os resíduos são um ruído branco. De acordo com Costa (2010), isto acontece quando os resíduos são independentes e identicamente distribuídos (*i. i. d.*), com média zero e variância constante.

H_0 : os resíduos são *i. i. d.*

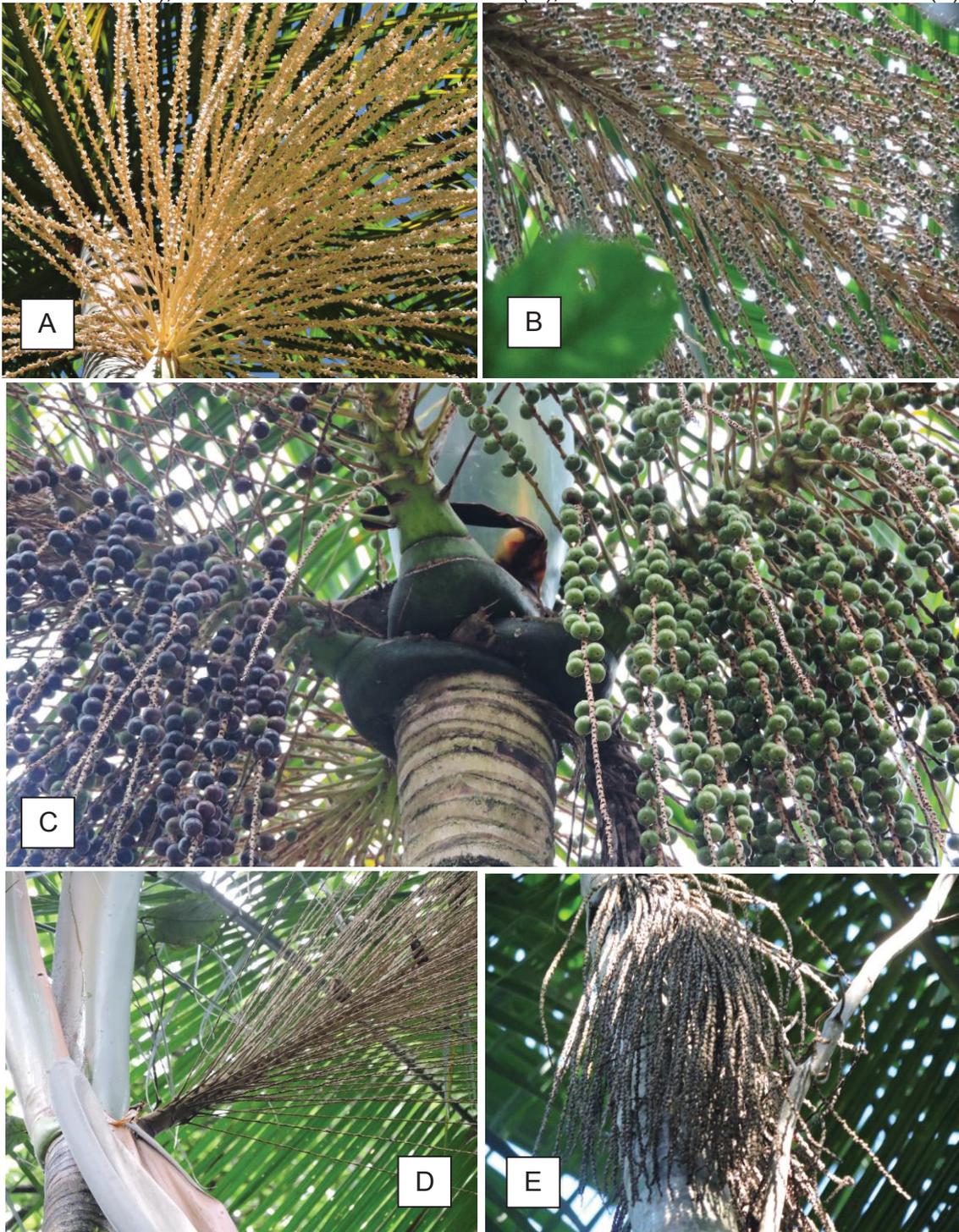
H_1 : os resíduos não são *i. i. d.*

O teste de Box-Pierce foi realizado no *software* R e, se $p - value < alpha$, rejeita-se H_0 e comprova-se que os resíduos não são um ruído branco.

4.5 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS FENOLÓGICOS

A coleta dos dados fenológicos de *E. edulis* foi realizada de março de 2017 a fevereiro de 2020, através do monitoramento mensal de 44 indivíduos, com auxílio de câmera fotográfica com *zoom* de 42 vezes. Destes indivíduos, 35 foram acompanhados desde o início do período e outros 9 foram adicionados em fevereiro de 2018, para aumentar a quantidade de indivíduos nas altitudes de 200 e 400 m. De acordo com Fournier e Charpantier (1975), esta quantidade de indivíduos é suficiente para estudos de fenologia, visto que os autores sugerem o uso de pelo menos cinco indivíduos. As fenofases reprodutivas avaliadas foram: floração, fruto imaturo, fruto verde, fruto maduro, cachos abortados e cachos velhos (Figura 9).

FIGURA 9 – FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis*: FLORAÇÃO (A), FRUTOS IMATUROS (B), FRUTOS VERDES E MADUROS (C), CACHO ABORTADO (D) E VELHO (E)



FONTE: A autora (2020).

A floração foi considerada como a presença de botões florais ou flores abertas; fruto imaturo é um fruto verde, mas de pequeno diâmetro; fruto verde possui o tamanho de um fruto maduro, mas ainda com coloração verde; fruto maduro possui a cor arroxeada, quase preta; cacho abortado é um cacho que não apresentou a

formação de frutos; e o cacho velho é um cacho que gerou frutos, mas os mesmos já caíram ou foram consumidos (CASTRO; GALETTI; MORELLATO, 2007).

As observações foram realizadas de acordo com o índice de intensidade de Fournier (1974) adaptado por Milani (2013) e com a contagem da quantidade de cachos em cada fenofase. Este índice (I) propõe uma escala intervalar semi-quantitativa de quatro valores (0 a 3), sendo: 0 - ausência da fenofase; 1 - fenofase presente de 1 a 25%; 2 - fenofase presente de 26% a 50%; e 3 - fenofase presente acima de 50%. O índice de intensidade total foi calculado pela equação 3. Todas as fenofases presentes nos indivíduos foram contempladas com algum dos índices da escala que indicam presença (1, 2 ou 3).

Equação 3
$$I = \frac{\sum \text{valores de intensidade}}{n^\circ \text{ de indivíduos} \times 3} \times 100$$

O *software* Oriana 4 foi utilizado para elaboração de histogramas circulares, na análise fenológica que considerou todos os indivíduos amostrados, pois possibilitam observar o período de ocorrência, pico e duração de cada fenofase. Para a análise dessas variáveis por altitude, optou-se por elaborar gráficos lineares para facilitar a comparação visual.

O mesmo *software* citado anteriormente foi utilizado para a realização da estatística circular, tanto para a análise geral, quanto para a análise por altitude. A estatística circular transforma os dias do ano (1 a 365) em graus (0° a 360°), o que faz com que um mês do ano corresponda a aproximadamente 30° e um dia a aproximadamente 1° . Com essa transformação, é possível obter as datas médias de ocorrência de cada fenofase, convertendo os ângulos médios (μ) em datas médias correspondentes. Morellato, Alberti e Hudson (2010) observam que o ângulo médio e sua data média correspondente não indicam o pico de intensidade. De acordo com Talora e Morellato (2000), a data média corresponde ao dia do ano em torno do qual uma determinada fenofase ocorreu para a maioria dos indivíduos.

O teste de Rayleigh (p) para distribuições circulares é utilizado para verificar a significância do ângulo médio, testando as seguintes hipóteses:

H_0 : a fenofase está uniformemente distribuída ao redor do círculo

H_1 : a fenofase não está uniformemente distribuída ao redor do círculo

Se $p - value < alpha$, rejeita-se H_0 e comprova-se que a fenofase não está uniformemente distribuída ao redor do círculo, indicando que o valor do ângulo médio é significativo. Logo, se o ângulo médio for significativo, há alguma sazonalidade na ocorrência da fenofase. Caso detectada a sazonalidade pelo teste de Rayleigh, seu grau é determinado pelo comprimento do vetor (r). O comprimento do vetor varia de 0 (uniformidade da fenofase ao longo do ano) a 1 (fenofase concentrada em torno de uma única data ou época do ano).

Os dados de intensidade das fenofases foram correlacionados com os valores mensais das variáveis meteorológicas de temperatura (média, máxima, máxima absoluta, mínima e mínima absoluta), umidade relativa (média, máxima, mínima e mínima absoluta), precipitação acumulada e média do fotoperíodo por meio da correlação de Spearman (r_s) no *software* PAST. Para classificar os valores de correlação que obtiveram $p - value < 0,05$, foi adotada a proposta de Bisquerra, Sarriera e Martínez (2004), onde: correlação baixa = 0,20 a 0,39; correlação moderada = 0,40 a 0,59; correlação alta = 0,60 a 0,79; correlação muito alta = 0,80 a 1,0.

Além das observações realizadas acerca da intensidade das fenofases em cada indivíduo, também foram coletados dados sobre a quantidade de cachos de flores (inflorescências) que cada indivíduo produziu e a quantidade de inflorescências que atingiram a fenofase de frutificação (não abortaram).

Para relacionar a quantidade de cachos de flores e a quantidade de cachos que chegaram à frutificação com as variáveis do ambiente, foi utilizada a Modelagem Linear Generalizada com a distribuição de Quase-Poisson, visto que a variável resposta é uma variável de contagem.

A quantidade de cachos, tanto de frutos quanto de flores, foi selecionada como variável dependente e relacionada com variáveis numéricas (componentes principais extraídos das análises de solo, altitude, CAP, cobertura de copa e área basal das unidades amostrais) e categóricas (orientação de encosta e tipologia da vegetação). Essa análise foi realizada para os dois últimos anos de coleta de dados, após a inclusão das novas unidades nas altitudes 400 e 200 m.

4.6 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DE FAUNA

Para o levantamento de dados da fauna, foram utilizadas armadilhas fotográficas, modelo Apeman H45, instaladas visando a base dos indivíduos de *E.*

edulis e os seus cachos (Figura 10) e mantidas em funcionamento 24 horas por dia. As armadilhas foram programadas para, durante o período diurno, registrar duas fotos seguidas de um vídeo de 10 segundos a qualquer movimento detectado. Para o período noturno, as armadilhas somente registraram animais em imagens fixas (fotos). Todas as armadilhas foram acondicionadas em caixas de plástico para diminuir o efeito da umidade e demais ações do tempo sobre os componentes eletrônicos dessas. Mensalmente, as pilhas foram verificadas quanto às suas condições de carga energética, assim como, a troca do cartão de memória foi realizada.

Para a coleta de dados de animais de hábitos terrícolas, as armadilhas foram instaladas em troncos de árvores próximas ao indivíduo de *E. edulis* monitorado, a uma altura de 5 cm. Para a obtenção de imagens de animais que buscam os frutos nos cachos, as armadilhas foram colocadas em troncos de árvores bifurcadas próximas ao indivíduo de *E. edulis* monitorado, na mesma altura dos cachos. No segundo caso, as armadilhas foram instaladas por escalador experiente portando equipamento apropriado de escalada em árvores. Além da instalação das armadilhas, o escalador ficou como responsável pela posterior manutenção dessas (troca de pilhas e de cartões de memória).

FIGURA 10 – INSTALAÇÃO DAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS



FONTE: A autora (2020).

O difícil acesso a algumas unidades amostrais e a falta de árvores de porte apropriado para escalada em outras, se apresentaram como fatores limitantes para a instalação das armadilhas fotográficas à altura dos cachos em determinadas unidades amostrais. Portanto, somente em quatro unidades foi possível a instalação das armadilhas na altura dos cachos, sendo essas: P1, P5, P8 e P9. Para as armadilhas

visando a base dos indivíduos, foram instaladas duas em cada altitude: P1 e P5, na altitude < 50 m; P7 e P8, nos 100 m; P2 e P9, nos 200 m e P3 e P4, nos 400 m. Desta forma, foram quatro armadilhas instaladas na altura dos cachos e oito visando a base dos indivíduos.

Na maioria dos estudos realizados para verificar a frugivoria e a dispersão de sementes caídas ao solo (na base da planta) com a utilização de armadilhas fotográficas, os frutos geralmente são depositados propositalmente na frente das armadilhas pelos pesquisadores (e.g. CAMPOS; STEINER; ZILLIKENS, 2012; SILVA et al., 2017). Para este estudo, a deposição de frutos do palmito-juçara ocorreu de forma natural através da queda desses dos cachos, sem acúmulo intencional para atrair animais.

É salientado que neste estudo, a coleta de dados não se restringiu apenas a espécies dispersoras, mas sim, à comunidade faunística como um todo (especialmente de aves e mamíferos) para assim verificar a influência de *E. edulis* para com diferentes espécies animais. O esforço amostral foi de 27.963 horas de funcionamento das armadilhas fotográficas instaladas na altura dos cachos e de 55.751 horas na base do palmito-juçara (solo), sendo 27.665 horas com frutos e 28.086 horas sem frutos. A presença ou ausência de frutos foi definida com base no acompanhamento fenológico.

Uma base de dados foi montada para arquivar as informações obtidas em campo, constituindo-se essas da identificação das espécies, estado de conservação (grau de ameaça), data e horário de cada registro. A identificação, de todos os animais captados pelas armadilhas fotográficas, foi realizada até o menor nível taxonômico possível, com base em guias de identificação e com a confirmação dos registros por um biólogo experiente em manejo de fauna.

O *status* de conservação das espécies foi definido com base na lista estadual (PARANÁ, 2010; PARANÁ, 2018), nacional (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO, 2018) e internacional (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN, 2019).

O Índice de Shannon (equação 4) foi um dos índices escolhidos para verificar a diversidade de espécies presente no período com e sem frutos. De acordo com Magurran (2013) este índice é de interpretação difícil pois, segundo Melo (2008), o valor do índice em si é algo abstrato se não houver outro valor para ser utilizado como base comparativa. Os valores do índice variam, normalmente, de 1,5 a 3,5 e

raramente ultrapassam o valor 4,0. Quanto maior for o índice, maior a diversidade da amostra.

Equação 4
$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Em que:

H' = índice de diversidade de Shannon;

n_i = número de indivíduos da i -ésima espécie na amostra;

N = número total de indivíduos na amostra;

\ln = logaritmo natural.

De forma complementar, para estimar a diversidade de espécies dos períodos analisados, foi calculado também o Índice recíproco de Simpson (equação 5) por ser, de acordo com Magurran (2013), uma das medidas de diversidade mais significativas e robustas. Este índice indica a probabilidade de dois indivíduos retirados ao acaso da comunidade pertencerem a espécies diferentes (MELO, 2008).

Equação 5
$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum \left(\frac{n_i [n_i - 1]}{N [N - 1]} \right)}$$

Em que:

$1/D$ = representação do Índice de Diversidade recíproco de Simpson;

n_i = número de indivíduos na i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos.

Para a análise de similaridade entre os períodos, foi utilizado o índice de Sorensen (equação 6). De acordo com Magurran (2013), esse índice é uma das medidas mais efetivas de similaridade considerando a presença e ausência das espécies. O intervalo de similaridade varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 mais similares são as amostras.

Equação 6
$$C_s = \frac{2a}{2a+b+c}$$

Em que:

C_s = Índice de Sorensen;

a = número de espécies encontradas nos dois períodos;

b = número total de indivíduos no período A (sem frutos);

c = número total de indivíduos no período B (com frutos).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

Foram identificadas 105 espécies no componente arbóreo das unidades amostrais instaladas na RNSM, distribuídas em 78 gêneros e 41 famílias (Tabela 2).

TABELA 2 – FAMÍLIAS E ESPÉCIES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS NO COMPONENTE ARBÓREO DAS UNIDADES AMOSTRAIS INSTALADAS NA RNSM, GUARAQUEÇABA, PR
(continua)

Família	Espécie	n° ind.	% total	Altitude (m)				SD	NC
				< 50	100	200	400		
Anacardiaceae	<i>Cyrtocarpa caatingae</i> J.D.Mitch. & Daly	2	0,46		X			zoo	X
Annonaceae	<i>Annona neosericea</i> H.Rainer	1	0,23	X				zoo	X
	NI	5	1,16	X	X			-	-
Apocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	2	0,46				X	ane	X
	<i>Malouetia cestroides</i> (Nees ex Mart.) Müll.Arg.	3	0,69		X			ane	X
	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	1	0,23	X				zoo	
Araliaceae	<i>Schefflera angustissima</i> (Marchal) Frodin	1	0,23				X	zoo	X
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	1	0,23		X			zoo	
	<i>Attalea</i> sp.	1	0,23				X	zoo	-
	<i>Euterpe edulis</i> Mart. *	26	6,02	X	X	X	X	zoo	
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	1	0,23		X			zoo	X
Asteraceae	NI	2	0,46		X			-	-
Avicenniaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	1	0,23				X	zoo	
Burseraceae	<i>Protium kleinii</i> Cuatrec.	4	0,93			X	X	zoo	X
Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	3	0,69		X		X	zoo	X
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart. ex Miq.	1	0,23	X				zoo	
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	4	0,93		X	X	X	zoo	
	NI	1	0,23		X			-	-
Clusiaceae	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	6	1,39		X	X	X	zoo	
Cyatheaceae	<i>Alsophylla</i> sp.	2	0,46		X			ane	X
	<i>Cyathea</i> sp.	10	2,31	X	X			ane	-
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	5	1,16				X	auto	
	<i>Sloanea</i> sp.	3	0,69		X			auto	-
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	4	0,93	X				zoo	
	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	1	0,23				X	zoo	
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	2	0,46	X				zoo	
Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	1	0,23		X			auto	-
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1	0,23			X		zoo	
	<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Dalbergia</i> sp.	1	0,23		X			ane	-
	<i>Inga marginata</i> Willd.	5	1,16	X				zoo	

TABELA 2 – FAMÍLIAS E ESPÉCIES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS NO COMPONENTE ARBÓREO DAS UNIDADES AMOSTRAIS INSTALADAS NA RNSM, GUARAQUEÇABA, PR

(continuação)

Família	Espécie	n° ind.	% total	Altitude (m)				SD	NC
				< 50	100	200	400		
	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	15	3,47	X	X			zoo	
	<i>Inga</i> sp.	2	0,46			X		zoo	-
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	2	0,46	X				ane	X
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	2	0,46	X				ane	X
	NI	7	1,62	X	X	X		-	-
	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	1	0,23	X				ane	
	<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	0,46		X			ane	
	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1	0,23				X	ane	
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	1	0,23	X				auto	
Lauraceae	<i>Cryptocarya mandioccana</i> Meisn.	4	0,93		X	X		zoo	X
	<i>Cryptocarya</i> sp.	2	0,46		X			zoo	-
	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	1	0,23		X			zoo	
	Nectandra 1	7	1,62	X				zoo	-
	Nectandra 2	3	0,69	X				zoo	-
	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Nectandra</i> sp.	3	0,69	X	X			zoo	-
	NI	2	0,46			X	X	-	-
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	3	0,69			X		zoo	
	<i>Ocotea catharinensis</i> Mez*	1	0,23			X		zoo	X
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	8	1,85	X				zoo	
	<i>Ocotea venulosa</i> (Nees) Baitello	1	0,23			X		zoo	X
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	1	0,23		X			ane	
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	1	0,23				X	zoo	
Malpigiaceae	<i>Byrsonima ligustrifolia</i> A.Juss.	1	0,23			X		zoo	X
Melastomataceae	<i>Henriettea glabra</i> (Vell.) Penneys, F.A. Michelangeli, Judd et Almeda	1	0,23				X	zoo	X
	<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	4	0,93	X				zoo	
	<i>Miconia dodecandra</i> Cogn.	1	0,23	X				zoo	
	NI	2	0,46		X			-	-
	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	11	2,55		X			ane	
	<i>Tibouchina sellowiana</i> (Cham.) Cogn.	12	2,78	X				ane	X
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	2	0,46		X	X		zoo	
Monimiaceae	<i>Mollinedia uleana</i> Perkins	2	0,46				X	zoo	
	NI	3	0,69			X	X	-	-
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	5	1,16	X	X		X	zoo	-
Myristicaceae	<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.*	6	1,39		X	X	X	zoo	X
Myrtaceae	<i>Calyptanthes lucida</i> Mart. ex DC.	4	0,93		X	X		zoo	X
	<i>Calyptanthes</i> sp.	2	0,46		X			zoo	-
	<i>Calyptanthes strigipes</i> O.Berg	7	1,62		X	X		zoo	X
	<i>Campomanesia</i> sp.	1	0,23	X				zoo	-

TABELA 2 – FAMÍLIAS E ESPÉCIES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS NO COMPONENTE ARBÓREO DAS UNIDADES AMOSTRAIS INSTALADAS NA RNSM, GUARAQUEÇABA, PR

(continuação)

Família	Espécie	n° ind.	% total	Altitude (m)				SD	NC
				< 50	100	200	400		
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	1	0,23	X				zoo	X
	<i>Eugenia melanogyna</i> (D.Legrand) Sobral	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Eugenia multicostata</i> D.Legrand	1	0,23		X			zoo	
	<i>Eugenia</i> sp.	2	0,46		X			zoo	-
	<i>Marlierea eugeniopsoides</i> (D.Legrand & Kausel) D.Legrand	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Marlierea obscura</i> O.Berg	1	0,23		X			zoo	
	<i>Myrcia anacardiifolia</i> Gardner	1	0,23	X				zoo	X
	<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	3	0,69		X			zoo	X
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0,23				X	zoo	X
	<i>Myrcia tenuivenosa</i> Kiaersk.	3	0,69		X			zoo	X
	NI	19	4,40		X	X	X	-	-
	<i>Psidium guajava</i> L.	1	0,23	X				zoo	
Olacaceae	NI	4	0,93		X	X		-	-
Peraceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	4	0,93	X		X		zoo	
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	18	4,17	X	X	X		zoo	
Polygonaceae	NI	1	0,23		X			-	-
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	2	0,46	X				zoo	
	<i>Myrsine</i> sp.	2	0,46	X				zoo	-
	NI	1	0,23	X				-	-
Quiinaceae	<i>Quiina glaziovii</i> Engl.	4	0,93		X	X	X	zoo	
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	2	0,46		X	X		zoo	X
	<i>Bathysa australis</i> (A.St.-Hil.) K.Schum.	17	3,94	X	X		X	auto	X
	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll.Arg.	4	0,93			X	X	zoo	X
	NI	7	1,62		X		X	-	-
	<i>Psychotria mapourioides</i> DC.	1	0,23	X				zoo	X
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltl.) Wawra	4	0,93	X	X			zoo	
	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	1	0,23		X			zoo	X
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	1	0,23		X			zoo	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	0,23	X				zoo	
Sabiaceae	<i>Meliosma sellowii</i> Urb.	1	0,23		X			zoo	
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	1	0,23		X			zoo	
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,23	X				zoo	X
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	4	0,93	X	X	X	X	zoo	X
	<i>Matayba</i> sp.	1	0,23				X	zoo	-
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum viride</i> Mart. & Eichler	1	0,23		X			zoo	
	<i>Diploon cuspidatum</i> (Hoehne) Cronquist	3	0,69		X	X		zoo	X
	<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	3	0,69			X	X	zoo	X
	<i>Manilkara subsericea</i> (Mart.) Dubard	1	0,23		X			zoo	
	<i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehni	6	1,39		X		X	zoo	X

TABELA 2 – FAMÍLIAS E ESPÉCIES FLORÍSTICAS ENCONTRADAS NO COMPONENTE ARBÓREO DAS UNIDADES AMOSTRAIS INSTALADAS NA RNSM, GUARAQUEÇABA, PR

(conclusão)

Família	Espécie	n° ind.	% total	Altitude (m)				SD	NC
				< 50	100	200	400		
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	2	0,46		X			zoo	
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	0,23	X				zoo	
	<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	1	0,23	X				zoo	
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	7	1,62		X	X		zoo	X
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	7	1,62	X				zoo	
Vochysiaceae	<i>Vochysia bifalcata</i> Warm.	6	1,39	X				ane	
Outras famílias		38	8,80	X	X	X	X	-	-

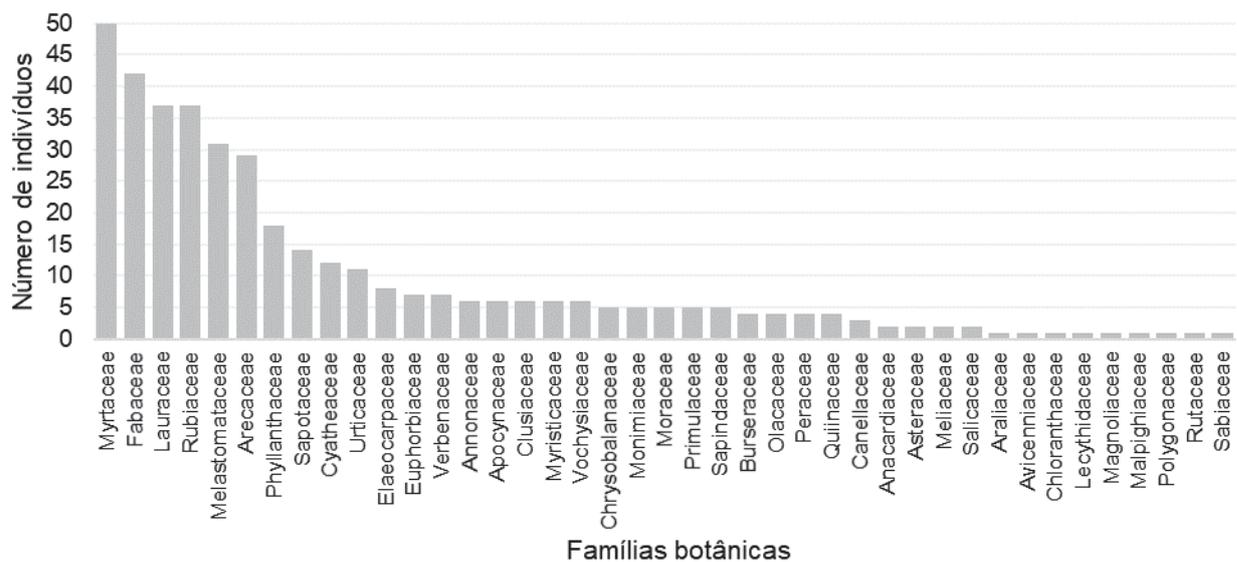
FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: NI – não identificadas; NC – não consta no plano de manejo da RNSM; SD – síndrome de dispersão; zoo – zoocórica; ane – anemocórica; auto – autocórica; *espécie com *status* de ameaçada de extinção.

NOTA: SD determinado com base em: Lorenzi (1992); Luz et al. (2008); Silva e Perelló (2010); Borgo et al. (2011); Zama et al. (2012); Bosa et al. (2015); Peres (2016).

As famílias com maior número de indivíduos (Figura 11) foram Myrtaceae e Fabaceae, com 50 e 42 indivíduos, respectivamente. Lauraceae e Rubiaceae apresentaram 37 indivíduos cada. Estas quatro famílias, juntamente com Melastomataceae e Arecaceae, representaram 51,5% do total de indivíduos identificados. Em relação às famílias com maior número de espécies, Myrtaceae (16), Fabaceae (13), Lauraceae (12) e Rubiaceae (7) representaram 45,7% das espécies identificadas nas unidades amostrais.

FIGURA 11 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS DAS FAMÍLIAS BOTÂNICAS NAS UNIDADES AMOSTRAIS



FONTE: A autora (2020).

A família Myrtaceae tem se destacado em diversas regiões da Floresta Ombrófila Densa como a família com o maior número de espécies e indivíduos em estudos de levantamento florístico no sul do Brasil (e.g. BLUM, 2006; COLONETTI et al., 2009; BORGIO et al., 2011; SANTOS et al., 2012; BOSA et al., 2015).

As três famílias com maior quantidade de espécies encontradas neste estudo (Myrtaceae, Fabaceae e Lauraceae) foram as mesmas encontradas por outros estudos realizados em Floresta Ombrófila Densa como o de Borgo et al. (2011), em Antonina-PR, e o estudo de Bosa et al. (2015) no sul do estado de Santa Catarina. No entanto, para o presente estudo e para o estudo realizado em Antonina-PR, essas famílias representaram aproximadamente 40% do total de espécies enquanto que para o estudo de Santa Catarina essa porcentagem foi de 23%. Além disso, no estudo de Bosa et al. (2015) foi observada a presença da família Annonaceae como a quarta em número de espécies e essa família não foi tão diversa nem no presente estudo e nem no estudo de Borgo et al. (2011). Essas diferenças podem ter ocorrido pelo fato da área de estudo de Bosa et al. (2015) ter sofrido intervenções antrópicas mais recentes enquanto as demais estão localizadas em áreas de unidades de conservação.

Eugenia multicostata, *Inga marginata* e *Quiina glaziovii*, espécies indicadoras de formação submontana (BLUM; RODERJAN, 2007) foram encontradas ao longo do gradiente amostrado. Na altitude de 400 m, foi encontrado um indivíduo de *Schefflera angustissima*, considerado pelos referidos autores como uma espécie indicadora de transição entre a floresta submontana e montana.

O presente estudo propiciou uma atualização na lista de espécies botânicas da área, com o acréscimo de 42 espécies que foram identificadas e que não constavam na lista elaborada e apresentada no plano de manejo da RNSM (FGBPN, 2011b). Uma destas espécies é *Henriettea glabra*, da família Melastomataceae, e foi o primeiro registro da espécie no Paraná (REFLORA, 2020). De acordo com Brito (2020), essa espécie é endêmica do Brasil e já havia ocorrência confirmada na Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina. Como já havia registro nos estados vizinhos, a possibilidade de a espécie também ocorrer no Paraná era grande e, agora, ficou confirmada.

Outra espécie que ainda não constava no plano de manejo da RNSM, mas que já apresentava registros no Paraná, foi *Virola bicuhyba*, uma espécie ameaçada de extinção na categoria Em Perigo (MARTINELLI; MORAES, 2013). Além de V.

bicuhyba, *Ocotea catharinensis* e *Euterpe edulis* também se encontram na lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção e estão classificadas como vulneráveis.

Do total de espécies identificadas, 81,9% foram classificadas como zoocóricas, 13,3% como anemocóricas e 4,8% como autocóricas. Dentre as espécies identificadas como zoocóricas, as mais representativas em número de indivíduos foram *Euterpe edulis*, *Hyeronima alchorneoides* e *Inga sessilis*.

Tanto na Floresta Ombrófila Densa quanto na Floresta Estacional Semidecidual, a zoocoria é a forma de dispersão dominante das espécies (COLONETTI et al., 2009; BORGIO et al., 2011; ZAMA et al., 2012; BOSA et al., 2015). As proporções de espécies com dispersão zoocórica observadas em diferentes ambientes foram de: 84,3%, no presente estudo; 81,7%, no estudo de Borgo et al. (2011); 81,6%, no estudo de Colonetti et al. (2009); e 64% no estudo de Zama et al. (2012) em área de Floresta Estacional Semidecidual.

A diminuição da porcentagem de dispersão representada pela zoocoria em Floresta Estacional Semidecidual se deve ao fato de que, nesta tipologia vegetacional, há um aumento da dispersão anemocórica (KRAY, 2010). É relativamente comum o aumento da dispersão pelo vento em ambientes menos úmidos (HOWE; SMALLWOOD, 1982), visto que os frutos carnosos são mais dependentes da água para sua produção e germinação (LUZ et al., 2008). Para Traveset, Heleno e Nogales (2014), florestas densas limitam a dispersão anemocórica em longas distâncias e, por isso, essa síndrome de dispersão seria mais adaptada a outras tipologias.

É destacado que houve alta porcentagem de indivíduos não identificados (21%), sendo que parte disso se deve ao fato da dificuldade de coleta em árvores mais altas. Além disso, ressalta-se que a quantidade de indivíduos de *E. edulis* abrangida pelo levantamento florístico foi menor que o total de indivíduos acompanhados pela fenologia.

A tabela 3 apresenta os dados médios de diâmetro à altura do peito e área basal para as quatro altitudes abrangidas pelo estudo. Tanto a área basal quanto o DAP médio foram maiores na altitude de 400 m.

TABELA 3 – DIÂMETRO E ÁREA BASAL POR ALTITUDE NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO

Variável		Altitude (m)				Média
		< 50	100	200	400	
DAP (cm)	Máximo	66,53	99,95	103,77	71,94	85,55
	Médio	18,81	22,04	21,37	22,59	21,20
	Mínimo	10,03	10,03	10,01	10,02	10,02
Área basal (m ² /ha)		23,39	31,75	35,20	39,57	32,48
N/ha		670	560	630	700	640

FONTE: A autora (2020).

O aumento da área basal no gradiente altitudinal foi observado por diversos autores como Urbanetz et al. (2012), em estudo sobre a composição florística em um gradiente de altitude de 600 m no Pantanal, Lingner et al. (2015) comparando ambientes de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Submontana e Montana, e Giraldo-Pamplona et al. (2012) em floresta tropical na Colombia. Isso ocorre porque os patamares mais elevados apresentam maior número de indivíduos com DAP pequeno, enquanto que árvores grandes estão presentes nos patamares inferiores.

5.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

As tabelas 4 e 5 apresentam o resultado das médias obtidas pelas análises de macro e micronutrientes além do teor de matéria orgânica e potencial hidrogeniônico (pH). O pH variou de 3,7 a 4,1 nas unidades amostrais, indicando que o solo nos locais com a presença de *Euterpe edulis* apresentou acidez elevada. Esses valores corroboram com Marques (2006) que afirma que solos sob florestas normalmente têm valores de pH entre 3,5 e 4,0.

A presença de acidez no solo pode ser decorrente da precipitação pluviométrica e liberação de H⁺ pelas raízes das plantas após a absorção de nutrientes de carga positiva (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Sobral et al. (2015) afirmam que valores de pH próximos a 4,0, como ocorreu em todas as unidades amostrais, indicam a presença de alumínio trocável. O alumínio trocável é aquele que, na forma iônica, se apresenta tóxico para a maioria das plantas, causando danos às raízes e prejudicando a absorção de água e nutrientes. As unidades amostrais apresentaram alto teor de alumínio trocável (Al³⁺ > 1,0 cmol.dm⁻³).

Para os mesmos autores, com pH acima de 5,0, o alumínio trocável estaria insolubilizado e já não causaria danos às raízes, o que não é o caso do ambiente onde os indivíduos de palmito-juçara estão inseridos. De acordo com Lima, Franco e Schumacher (2008), as espécies nativas não respondem da mesma forma em relação à acidez do solo. Para *E. edulis*, por exemplo, é possível se desenvolver em solos com alta acidez, o que o caracteriza como uma espécie pouco exigente (CARVALHO, 2003).

TABELA 4 – MACRONUTRIENTES, MATÉRIA ORGÂNICA E pH DAS UNIDADES AMOSTRAIS NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO

UA	pH CaCl	MO (g.dm ⁻³)	P (mg.dm ⁻³)	S	Complexo sortivo (cmol.dm ⁻³)						Saturações (%)					
					K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H + Al	SB	CTC	V%	Al M%	Ca	Mg	K
P1	3,8	25,5	2,3	3,8	0,1	0,4	0,4	2,6	10,4	0,8	11,2	7,4	75,3	3,4	2,5	0,8
P2	3,9	27,6	6,5	3,2	0,1	0,7	0,6	1,7	9,7	1,5	11,2	13,3	54,2	6,6	5,6	1,1
P3	3,8	28,0	2,4	4,7	0,1	0,6	0,4	2,1	9,5	1,1	10,6	10,7	65,5	5,4	5,1	1,4
P4	4,0	25,5	2,7	4,6	0,2	0,8	0,7	1,6	8,6	1,6	10,3	16,1	49,5	7,9	6,7	1,6
P5	4,1	26,6	3,5	5,4	0,2	1,2	1,0	1,1	7,0	2,3	9,2	24,7	33,4	12,5	10,5	1,7
P6	3,7	22,0	2,1	4,3	0,1	0,8	0,6	3,1	11,1	1,5	12,6	12,1	67,4	6,3	4,9	0,9
P7	3,9	29,2	4,4	4,1	0,2	1,2	1,0	1,6	10,0	2,3	12,4	19,5	42,6	9,8	8,3	1,4
P8	3,8	27,2	3,0	5,0	0,1	0,7	0,5	,7	9,3	1,3	10,6	12,4	66,8	6,4	4,6	1,4
P9	3,7	25,4	4,0	4,1	0,1	0,6	0,5	3,4	11,6	1,2	12,8	9,1	74,2	3,8	3,6	0,9
\bar{X}	3,9	26,3	3,4	4,3	0,1	0,8	0,6	2,2	9,7	1,5	11,2	13,9	58,7	6,9	5,8	1,2

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: UA – unidades amostrais; MO – matéria orgânica; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions total; V% – saturação de bases; Al M% - saturação de alumínio.

A capacidade de troca de cátions total do solo (CTC) é resultado da soma da acidez potencial (H+Al) e da soma de bases (SB). As unidades amostrais apresentaram CTC alta (> 10 cmol.dm⁻³), exceto por P5 que apresentou CTC média (> 4,5 e < 10 cmol.dm⁻³). Em relação ao teor de matéria orgânica, as unidades amostrais apresentaram teores variando de 22,0 a 29,2 g.dm⁻³, sendo considerados teores médios (entre 15 e 30 g.dm⁻³) de acordo com os intervalos de interpretação das análises químicas propostos por Prezotti e Guarçoni (2013).

O teor de matéria orgânica no solo (MO) é um indicativo do potencial produtivo do solo. Quanto maior o teor de MO, maior a capacidade de fornecer nutrientes às plantas (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Favreto (2010), comparando o crescimento de *E. edulis* em ambiente florestal e em bananais no litoral norte do Rio Grande do Sul, encontrou teores de MO superiores que o presente estudo (de 40 a 90 g.dm⁻³ no ambiente florestal e de 30 a 60 g.dm⁻³ nos bananais). Apesar do teor de MO mais

elevado no ambiente florestal, o autor verificou maior crescimento do palmito-juçara nos bananais e atribuiu esse resultado ao fato da maior radiação solar e disponibilidade de nutrientes nos bananais em relação ao ambiente florestal. Mesmo com a preferência de *E. edulis* por solos com elevado teor de matéria orgânica (MACEDO; RITTERSHOFER; DESSEWFFY, 1978) esse não parece ser o critério mais importante para o desenvolvimento da espécie.

O teor de fósforo no solo foi considerado baixo ($< 5 \text{ mg.dm}^{-3}$) para quase todas as unidades amostrais, exceto para P2 que apresentou teor médio (> 5 e $< 10 \text{ mg.dm}^{-3}$). Illenseer e Paulilo (2002) e Lima, Franco e Schumacher (2008) testaram o crescimento de plântulas de *E. edulis* em diferentes níveis de fósforo. Ambos os trabalhos concluíram que o teor de fósforo no substrato promove o crescimento de plântulas e que a falta deste elemento pode inibir o crescimento. Assim como no presente estudo, Favreto (2010) encontrou teores de fósforo abaixo de 10 mg.dm^{-3} no ambiente florestal. De acordo com Castilho et al. (2020), o teor de fósforo também está associado à diversidade de bactérias na rizosfera do palmito-juçara, que promovem o crescimento das plantas fixando nitrogênio.

Solos ácidos apresentam baixos teores de cálcio e magnésio, enquanto os solos de boa fertilidade apresentam teores mais elevados. Em relação ao teor de cálcio, todas as unidades apresentaram valores baixos ($< 1,5 \text{ cmol.dm}^{-3}$). Para o teor de magnésio, P1, P3, P8 e P9 apresentaram valores baixos ($< 0,5 \text{ cmol.dm}^{-3}$), enquanto as demais unidades apresentaram valores médios ($> 0,5$ e $< 1,0 \text{ cmol.dm}^{-3}$).

A unidade amostral P5, além de apresentar valor médio no teor de magnésio, foi a única a apresentar valor médio para presença de enxofre ($> 5,0$ e $< 10 \text{ mg.dm}^{-3}$). As demais unidades apresentaram valores baixos ($< 5,0 \text{ mg.dm}^{-3}$).

Em relação aos micronutrientes, o teor de boro foi baixo ($< 0,35 \text{ mg.dm}^{-3}$) e o teor de manganês foi alto ($> 12 \text{ mg.dm}^{-3}$) para todas as unidades amostrais. As unidades amostrais P1, P5 e P6 apresentaram elevados teores de ferro ($> 45 \text{ mg.dm}^{-3}$), enquanto as demais apresentaram valores médios (> 20 e $< 45 \text{ mg.dm}^{-3}$).

TABELA 5 – TEOR DE MICRONUTRIENTES (mg.dm⁻³) DAS UNIDADES AMOSTRAIS NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO

UA	Boro	Ferro	Cobre (mg.dm ⁻³)	Manganês	Zinco
P1	0,22	47,42	2,16	15,56	1,62
P2	0,18	36,23	1,57	12,40	2,98
P3	0,20	41,81	2,05	14,86	2,69
P4	0,18	43,47	1,49	15,32	3,57
P5	0,19	47,06	2,68	14,16	2,53
P6	0,19	46,38	1,44	16,76	2,31
P7	0,21	40,40	2,18	13,65	3,44
P8	0,21	38,06	2,44	15,78	1,95
P9	0,18	42,61	1,71	13,58	1,95
Média	0,19	42,60	1,97	14,67	2,56

FONTE: A autora (2020).

A unidade P9 apresentou valores médios tanto no teor de cobre ($> 0,8$ e $< 1,8$ mg.dm⁻³) quanto de zinco ($> 1,0$ e $< 2,2$ mg.dm⁻³), enquanto as unidades P3, P5 e P7 apresentaram valores altos para os mesmos nutrientes. P1 e P8 apresentaram valores altos para cobre ($> 1,8$ mg.dm⁻³) e P2, P4 e P6 apresentaram valores altos para zinco ($> 2,2$ mg.dm⁻³).

A análise dos componentes principais (PCA) foi importante para eliminar a colinearidade existente entre as variáveis originais, possibilitando o seu uso posterior na regressão com os dados de quantidade de infrutescências e inflorescências. A PCA extraiu sete componentes com autovalores maiores que 1,0 (Tabela 6), sendo que o conjunto destes componentes explicou 87,31% da variabilidade dos dados originais.

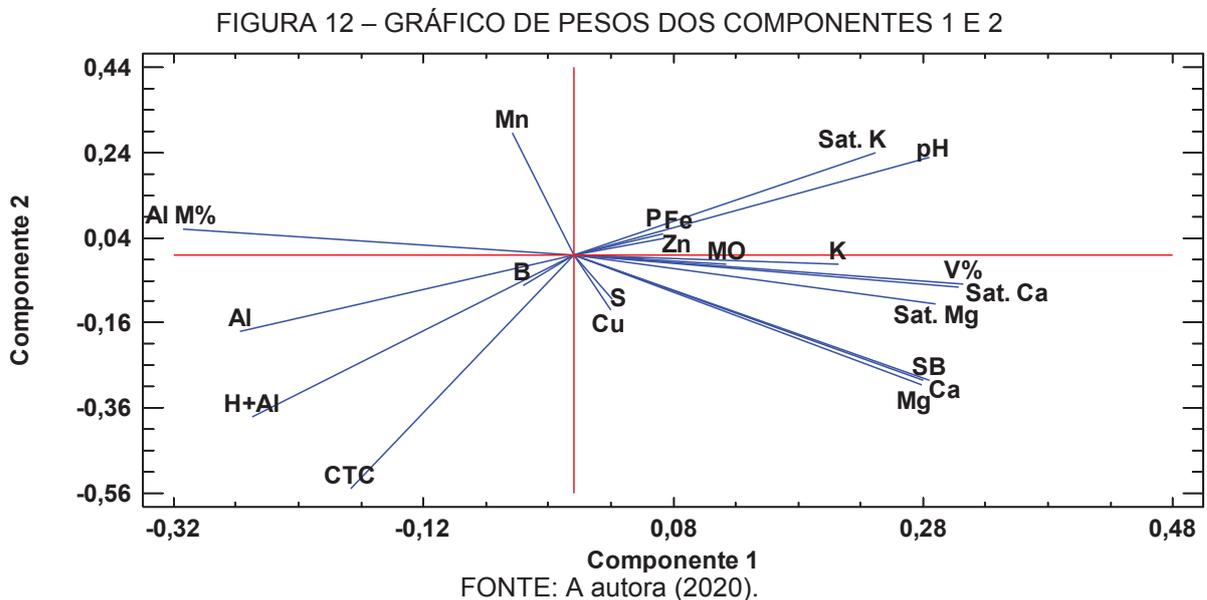
O componente principal 1 tem maior influência da saturação de bases, saturação de cálcio, saturação de magnésio e pH; enquanto o componente 2 tem grandes associações negativas com a capacidade de troca catiônica e acidez potencial (H + Al) (Tabela 6 e Figura 12). Quanto maior a quantidade de alumínio trocável no solo, menor o seu pH (mais ácido) (SOBRAL et al., 2015). Após a absorção de cálcio e magnésio pelas plantas, há a liberação de H⁺ no solo o que causa a redução do pH (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013), por isso a relação destes elementos foi apontada pelo CP1. A influência da capacidade de troca catiônica e da acidez potencial na composição do componente 2 se deu pela elevada relação entre elas, visto que a acidez potencial é utilizada no cálculo da capacidade de troca catiônica (RONQUIM, 2010).

TABELA 6 – CONTRIBUIÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NOS COMPONENTES PRINCIPAIS EXTRAÍDOS COM A ANÁLISE DE PCA

Variável	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
MO	0,1224	-0,0210	-0,1958	-0,0733	0,3030	-0,3421	0,5967
P	0,0730	0,0397	-0,5312	0,2606	-0,1711	0,0267	0,2665
pH	0,2854	0,2293	-0,1006	0,0218	0,1009	-0,0261	-0,0801
K	0,2127	-0,0228	-0,0458	-0,3784	-0,1819	0,2696	0,2303
Ca	0,2806	-0,2940	0,0777	0,0726	-0,0427	-0,0824	-0,0569
Mg	0,2786	-0,3037	0,0961	0,0859	-0,0331	-0,0132	-0,0564
Al	-0,2665	-0,1801	0,1854	-0,0095	-0,0954	-0,1011	0,0911
H + Al	-0,2570	-0,3817	-0,0747	-0,0104	-0,0779	0,0694	0,0351
SB	0,2848	-0,2932	0,0819	0,0570	-0,0470	-0,0349	-0,0433
CTC	-0,1781	-0,5501	-0,0522	0,0110	-0,1072	0,0649	0,0226
V%	0,3120	-0,0686	0,0982	0,0677	-0,0421	-0,0575	-0,0665
Al M%	-0,3128	0,0600	0,0579	-0,0341	0,0361	-0,0307	0,0638
Sat. Ca	0,3080	-0,0755	0,0879	0,0817	-0,0132	-0,0691	-0,0978
Sat. Mg	0,2901	-0,1147	0,1021	0,0743	0,0097	-0,0119	-0,0649
Sat. K	0,2416	0,2374	0,0078	-0,3189	-0,1430	0,1902	0,1606
S	0,0310	-0,1056	0,2220	-0,4902	-0,2613	0,1979	0,2505
B	-0,0402	-0,0722	0,0815	-0,2017	0,6081	0,4600	-0,1726
Fe	0,0715	0,0486	0,3356	0,3678	0,3354	0,3009	0,2649
Cu	0,0297	-0,1290	-0,0404	-0,4574	0,3883	-0,5409	-0,1379
Mn	-0,0490	0,2837	0,4052	-0,0292	-0,2727	-0,2583	-0,2131
Zn	0,0564	-0,0079	-0,4869	-0,1441	-0,0276	0,1881	-0,4689

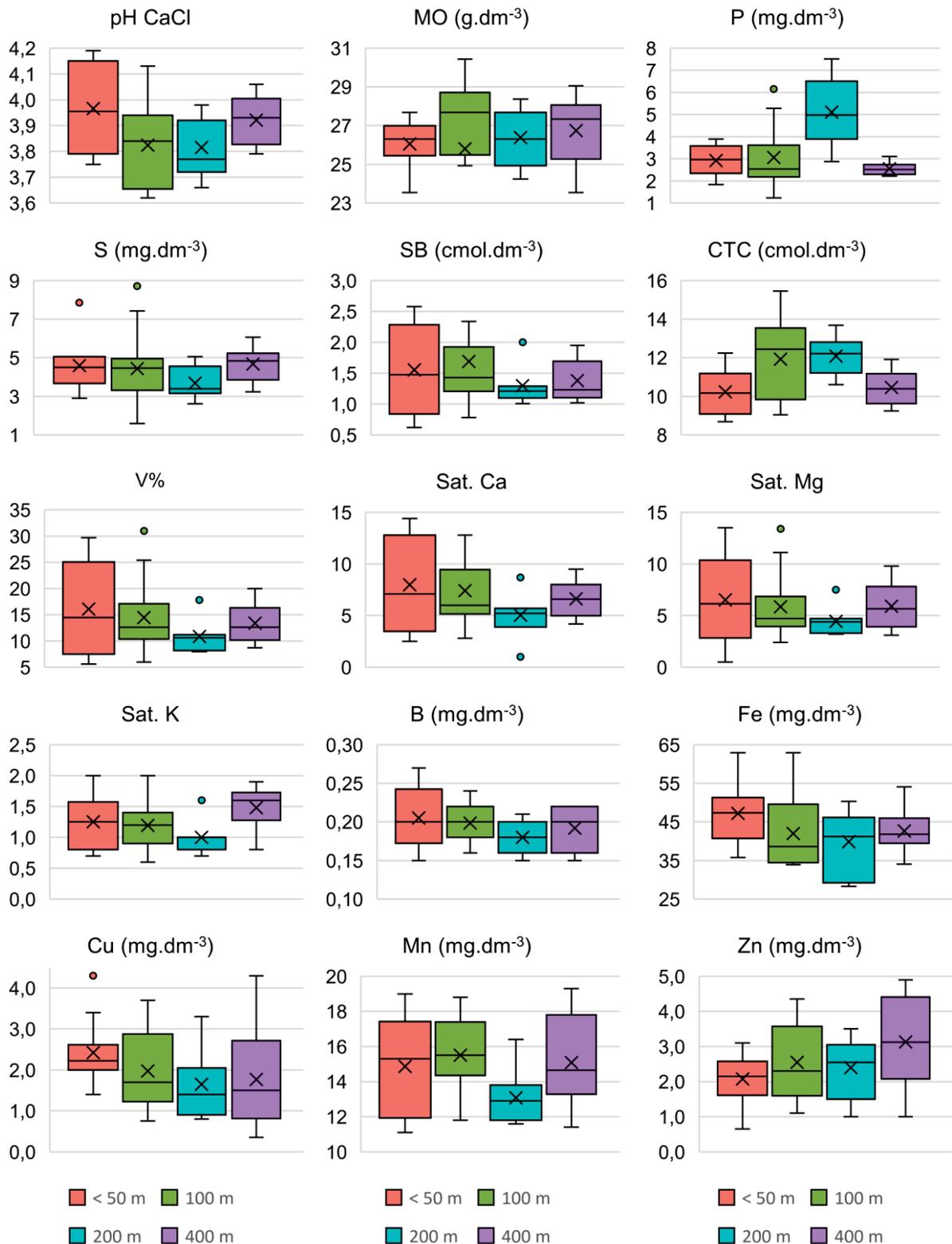
FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: CP – componentes principais; CTC – capacidade de troca catiônica; MO – matéria orgânica; Sat. – saturação; SB – soma de bases; V% – saturação de bases.



O componente principal 3 tem forte relação com teor de fósforo e saturação de magnésio e zinco e o componente principal 4 tem maior influência da saturação de enxofre, de cobre, de ferro, de potássio e do teor de potássio. Os componentes principais CP5, CP6 e CP7 apresentaram grandes associações com saturação de boro, saturação de cobre e teor de matéria orgânica, respectivamente. A figura 13 apresenta os atributos químicos do solo no gradiente altitudinal.

FIGURA 13 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO POR ALTITUDE



FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: CTC – capacidade de troca catiônica total; MO – matéria orgânica; SB – soma de bases; V% – saturação de bases.

Ao se analisar os atributos químicos no gradiente altitudinal, percebe-se que os valores médios da capacidade de troca catiônica e do teor de fósforo apresentaram aumento até os 200 m, diminuindo, no entanto, nos 400 m de altitude. Contrariamente, tanto o teor de enxofre quanto a saturação de cálcio, magnésio e potássio sofreram decréscimo dos respectivos valores médios até os 200 m, voltando a aumentar na altitude de 400 m.

O pH da classe < 50 m foi o que se apresentou um pouco menos ácido. O teor de matéria orgânica médio, apesar de também ter pouca variação, apresentou tendência de aumento com a altitude. A soma de bases média foi maior nas duas altitudes mais baixas e menor nas altitudes superiores. Bianchin (2017), realizando análises de solo na Floresta Ombrófila Densa no Paraná em altitudes de 30 a 470 m, encontrou valores de pH entre 3,5 e 4,0 na camada de solo de 0-20 cm, e soma de bases abaixo de 2,0 cmol.dm⁻³. Os valores coincidem com o observado no presente trabalho, porém, o autor observou uma diminuição do pH e maior soma de bases na altitude superior, o que não ocorreu na Reserva Natural Salto Morato. Essas diferenças podem ser resultado de influência de parâmetros microbiológicos do solo ou da composição florística presente em cada ambiente.

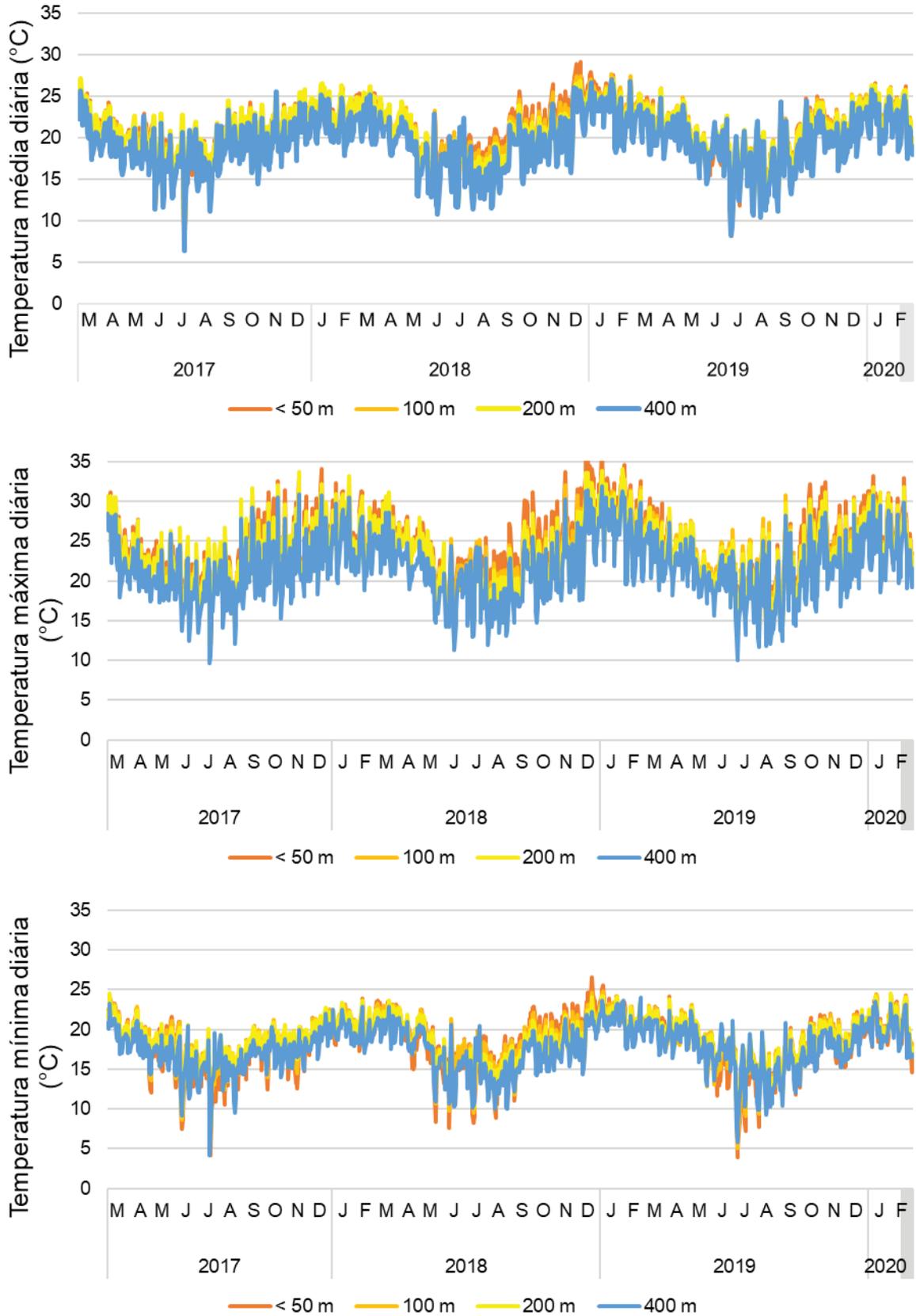
5.3 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

5.3.1 Comportamento das variáveis meteorológicas por altitude

As figuras 14 e 15 apresentam o comportamento das séries diárias de temperatura e umidade relativa do ar (média, mínima e máxima) em cada altitude (abaixo de 50 m, 100 m, 200 m e 400 m) durante o período da pesquisa.

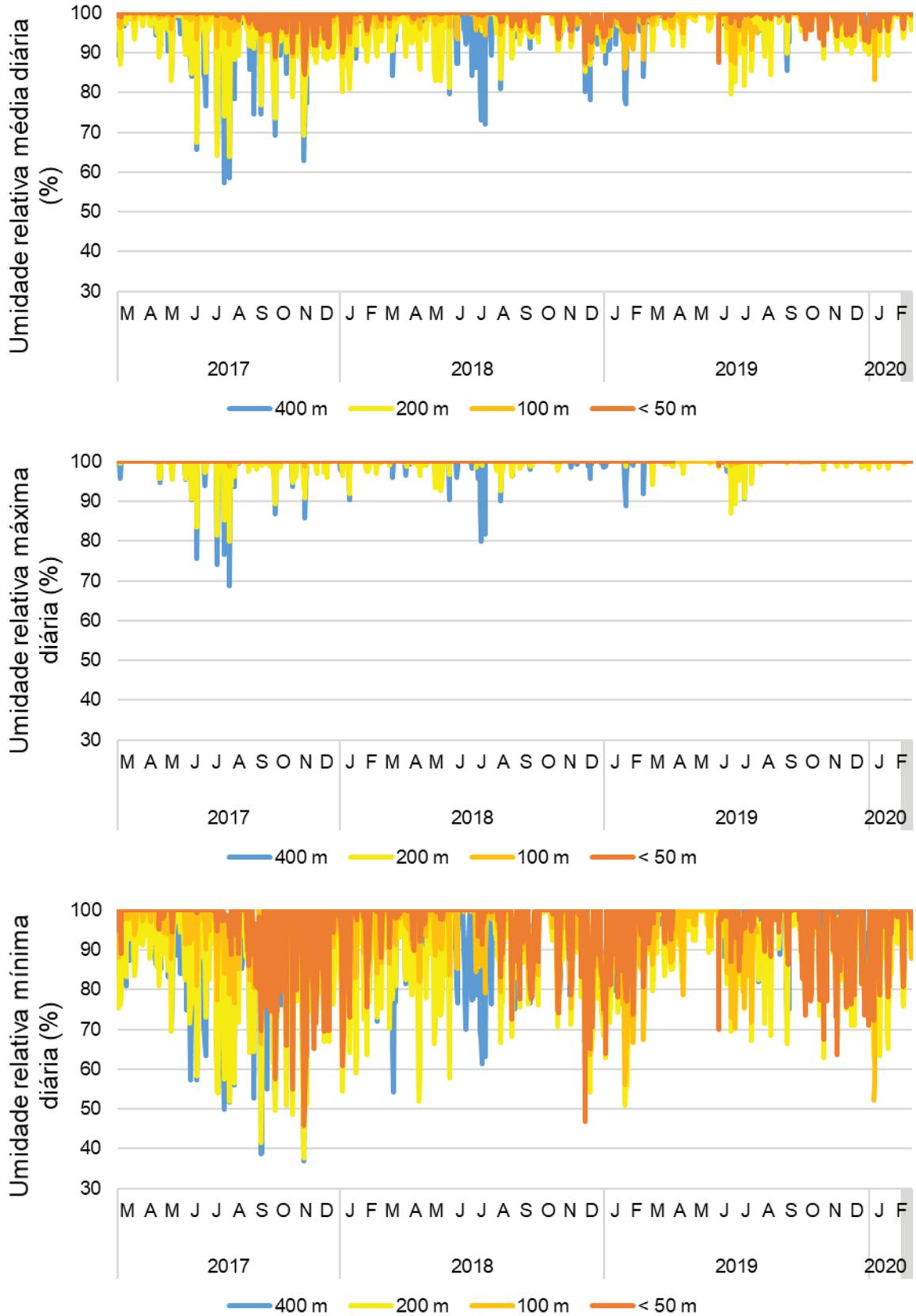
O período com as temperaturas mais elevadas na Reserva Natural Salto Morato foi registrado nos meses de dezembro a fevereiro (com temperaturas médias mensais variando de 20,9 a 25,4°C) e o período das temperaturas mais amenas foi de julho a agosto (com temperaturas médias mensais de 15,0 a 19,1 °C). Os valores médios de temperatura encontrados nas diferentes altitudes corroboram com os apresentados por Nitsche et al. (2019) que, elaborando o atlas climático para o Paraná, classificaram a região da RNSM com temperaturas médias anuais entre 19,1 e 21,0 °C.

FIGURA 14 – COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM CADA ALTITUDE DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 15 – COMPORTAMENTO DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM CADA ALTITUDE DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO



FONTE: A autora (2020).

As temperaturas máximas absolutas para as diferentes altitudes foram: 36,5 °C, abaixo de 50 m; 33,8 °C, nos 100 m; 34,0 °C, nos 200 m; e 32,0 °C, nos 400 m. Exceto para a altitude de 200 m, estas temperaturas foram registradas no dia 03/01/2019. Nos 200 m, a temperatura mais elevada foi registrada no dia 31/01/2019 sendo a temperatura do dia 03/01/2019 a segunda mais elevada nesta altitude (33,8 °C).

Por sua vez, as temperaturas mínimas absolutas foram de: 3,9 °C, abaixo de 50 metros; 5,0 °C, nos 100 m; 6,7 °C, nos 200 m; e 4,1 °C, nos 400 m. Exceto pela temperatura mínima dos 400 m, as demais temperaturas ocorreram no dia 06/07/2019. Na altitude de 400 m, a temperatura mínima absoluta foi registrada no dia 18/07/2019, sendo a temperatura do dia 06/07/2019 a segunda menor nesta altitude (5,8 °C).

O mês mais quente e o mais frio do ano de 2017 em todas as altitudes foram março e julho, respectivamente. Em 2018, o mês mais quente foi o de janeiro para os 200 m, enquanto que para as demais altitudes foi o mês de dezembro. O mês mais frio foi agosto para todas as altitudes neste ano. Em 2019, o mês mais quente foi janeiro para todas as altitudes. Já o mês de agosto foi o mais frio para as altitudes de 100, 200 e 400 m, enquanto que na altitude < 50 m o mês de julho apresentou as menores temperaturas.

Na figura 14, ficou visível que a altitude de 400 m apresentou valores inferiores às demais altitudes, tanto em relação à temperatura média quanto à máxima. Porém, em relação à temperatura mínima, as altitudes < 50 e 100 m apresentaram valores inferiores em 2017 e nos invernos de 2018 e 2019. A média das temperaturas registradas para todo o período do estudo foram 21,00 °C, 20,85 °C, 20,63 °C e 19,38 °C para as altitudes < 50 m, 100 m, 200 m e 400 m, respectivamente. Esses valores mostram que a temperatura média diminuiu com o aumento da altitude.

As camadas da atmosfera possuem gradientes de temperatura que variam com a altitude. Na troposfera, camada baixa e que fica em contato com a Terra, a temperatura diminui com o aumento da altitude (FARMER; COOK, 2013). Na área de estudo, mesmo em um gradiente de 400 m, já foi possível perceber esta variação inversa da temperatura com a altitude, principalmente em relação aos valores de temperatura máxima e média.

Diferentemente do observado para as temperaturas máxima e média, as altitudes mais baixas apresentaram valores menores de temperatura mínima em

relação às altitudes mais altas em alguns períodos durante o estudo. Este fenômeno aconteceu de abril a novembro de 2017 e novamente nos meses de outono e inverno em 2018 e 2019. Segundo Pajewski et al. (2018), ocorrem inversões térmicas nas estações do outono e inverno que proporcionam períodos mais frios nos vales. Armani (2009), Fritzsons, Mantovani e Aguiar (2008) e Fritzsons, Mantovani e Wrege (2016) afirmam também que os vales podem apresentar maiores amplitudes térmicas que as altitudes superiores, o que pode explicar o comportamento da temperatura mínima para a área.

Considerando os valores da maior e menor altitude, o gradiente térmico médio para a Reserva Natural Salto Morato foi de $-0,40\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (decréscimo de $0,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m de elevação). Esta variação está abaixo de outras apresentadas na literatura para o estado do Paraná, como: $0,50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (MAACK, 2012); $0,56\text{ }^{\circ}\text{C}$ (RODERJAN; GRODZKI, 1999); e $0,79\text{ }^{\circ}\text{C}$ (FRITZSONS; MANTOVANI; AGUIAR, 2008). No entanto, valores obtidos por Pajewski et al. (2018) e por Blum, Roderjan e Galvão (2011), em estudos realizados também na região litorânea paranaense, são próximo aos encontrados no presente estudo. Pajewski et al. (2018) encontraram um gradiente de $-0,34\text{ }^{\circ}\text{C}$ para cada 100 m de elevação, na Reserva Natural Salto Morato, e Blum, Roderjan e Galvão (2011) obtiveram uma média de $-0,44\text{ }^{\circ}\text{C}$ para cada 100 m de elevação em Morretes – PR. Assim, o valor encontrado no cálculo do gradiente de temperatura pode ser diferente de acordo com a região considerada, visto que, de acordo com Fritzsons, Wrege e Mantovani (2015), a latitude, a longitude e a distância entre as estações meteorológicas podem influenciar neste resultado.

Calculando-se o gradiente térmico médio entre as altitudes ao longo da encosta, na sequência da mais baixa para a mais alta, tem-se: $-0,15\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (entre < 50 e 100 m); $-0,22\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (entre 100 e 200 m); e $-0,62\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (entre 200 e 400 m). Estes resultados indicam que há um aumento exponencial no valor do gradiente de temperatura ao longo da encosta na área de estudo.

Em relação à umidade relativa do ar, verificou-se que as altitudes inferiores (< 50 e 100 m) apresentaram valores mais elevados que as demais altitudes. A média da umidade relativa do ar para o período do estudo foi de $99,2\%$, $98,7\%$, $96,7\%$ e $97,3\%$ para as altitudes $< 50\text{ m}$, 100 m , 200 m e 400 m , respectivamente. Nas altitudes $< 50\text{ m}$ e 100 m , foram registrados níveis de umidade relativa máxima diária de 100% durante todo o período da coleta, enquanto que para as demais altitudes, esse registro ocorreu somente em alguns dias. Soares, Batista e Tetto (2015) afirmam que o valor

do gradiente de temperatura médio é maior em ambientes secos. Desta forma, o fato do menor gradiente de temperatura ter sido calculado entre as altitudes < 50 m e 100 m pode ser decorrente da maior umidade presente nesses locais.

As tabelas 7 e 8 mostram os resultados dos testes de Cox-Stuart (tendência), Fisher (sazonalidade) e Box-test (ruído branco) utilizados para verificar a diferença entre as séries temporais de temperatura e umidade relativa de cada altitude. Para as séries serem consideradas diferentes, uma nova série criada com a diferença entre elas deve apresentar tendência, sazonalidade e os valores não devem ser considerados como ruídos brancos.

TABELA 7 – COMPARAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA ENTRE AS ALTITUDES

		< 50 m	100 m	200 m
	Cox-Stuart	p-value = 3,7911e-15 Apresenta tendência**		
100 m	Fisher	g = 0,2290 > z = 0,0232 Apresenta sazonalidade**		
	Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**		
	Cox-Stuart	p-value = 0,40944 Não apresenta tendência	p-value = 0,47721 Não apresenta tendência	
200 m	Fisher	g = 0,0795 > z = 0,0331 Apresenta sazonalidade**	g = 0,0643 > z = 0,0331 Apresenta sazonalidade**	
	Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	
	Cox-Stuart	p-value = 1,405e-11 Apresenta tendência**	p-value = 0,08023 Não apresenta tendência	p-value = 2,8259e-09 Apresenta tendência**
400 m	Fisher	g = 0,1890 > z = 0,0232 Apresenta sazonalidade**	g = 0,1580 > z = 0,0176 Apresenta sazonalidade**	g = 0,1488 > z = 0,0331 Apresenta sazonalidade**
	Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**

FONTE: A autora (2020).

NOTA: *valores significativos ao nível de 5% de probabilidade: $p < 0,05$; **valores significativos ao nível de 1% de probabilidade: $p < 0,01$.

Para a variável temperatura, as comparações entre as altitudes < 50 x 100 m, < 50 x 400 m e 200 x 400 m apresentaram tendência, sazonalidade e os resíduos não são considerados ruídos brancos. Nas outras três comparações, o teste de Cox-Stuart não apresentou tendência.

TABELA 8 – COMPARAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DIÁRIA ENTRE AS ALTITUDES

		< 50 m	100 m	200 m
	Cox-Stuart	p-value = 4,3046e-05 Apresenta tendência**		
100 m	Fisher	g = 0,0453 > z = 0,0232 Apresenta sazonalidade**		
	Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**		
	Cox-Stuart	p-value = 0,32072 Não apresenta tendência	p-value = 0,12210 Não apresenta tendência	
200 m	Fisher	g = 0,0358 > z = 0,0331 Apresenta sazonalidade**	g = 0,0322 > z = 0,0280 Apresenta sazonalidade*	
	Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	
	Cox-Stuart	p-value = 0,31136 Não apresenta tendência	p-value = 5,7576e-07 Apresenta tendência**	p-value = 5,0584e-07 Apresenta tendência**
400 m	Fisher	g = 0,0462 > z = 0,0232 Apresenta sazonalidade**	g = 0,0551 > z = 0,0208 Apresenta sazonalidade**	g = 0,0440 > z = 0,0331 Apresenta sazonalidade**
	Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**

FONTE: A autora (2020).

NOTA: *valores significativos ao nível de 5% de probabilidade: $p < 0,05$; **valores significativos ao nível de 1% de probabilidade: $p < 0,01$.

Para as séries de umidade relativa do ar, novamente três comparações não apresentaram tendência (< 50 x 200 m; < 50 x 400 m; e 100 x 200 m) enquanto as outras três apresentaram tendência, sazonalidade e os resíduos não foram considerados ruídos brancos.

Apesar do teste de Cox-Stuart não ter acusado tendência em algumas comparações, o fato das novas séries terem apresentado sazonalidade e dos resíduos não serem ruídos brancos já é um indício de que as séries originais são diferentes e não foram geradas pelo mesmo processo estocástico. Desta forma, as séries temporais de temperatura e umidade relativa do ar foram diferentes em todos os patamares altitudinais comparados, no período analisado.

5.3.2 Comportamento das variáveis meteorológicas por orientação de encosta

As figuras 16 e 17 apresentam os comportamentos das séries diárias de temperatura e umidade relativa (média, mínima e máxima) nas duas orientações de encosta (sul e leste) durante o período da pesquisa.

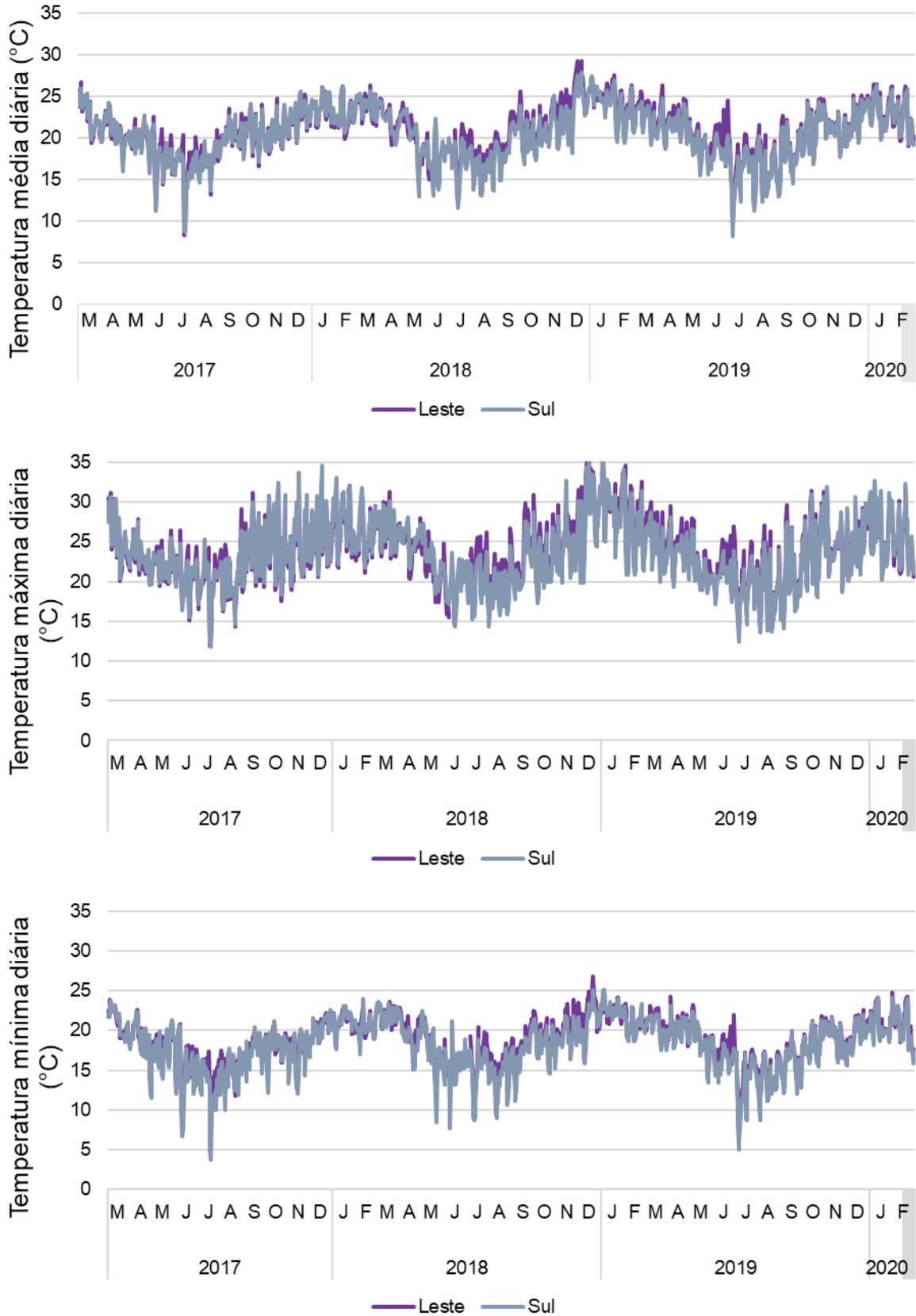
Em 2017, as duas orientações de encosta apresentaram março como o mês mais quente e julho como o mais frio. Em 2018, enquanto o mês mais quente foi dezembro para as duas orientações, o mês mais frio foi registrado em junho para a encosta leste e agosto para a encosta sul. Em 2019, o mês mais quente foi janeiro para as duas orientações. Em relação ao mês mais frio neste ano, foi junho para a encosta sul e agosto para a encosta leste.

A média das temperaturas diárias registradas para todo o período do estudo foi de 21,1 °C e 20,6 °C para as orientações leste e sul, respectivamente. Com a média dos valores de temperatura máxima diária, a diferença entre as orientações fica menor, 24,0 °C para a altitude leste e 23,7 °C para a altitude sul, enquanto que, com a média dos valores de temperatura mínima diária, a diferença fica maior: 18,9 °C para a altitude leste e 18,3 °C para a altitude sul.

Este resultado está dentro do que geralmente é verificado para o hemisfério sul, onde encostas com orientação sul são em grande parte menos expostas à radiação solar (FERNANDES FILHO; SÁ, 2007; ARMANI, 2009). Em relação à temperatura média, Armani (2009) encontrou uma diferença de 0,3 °C entre as encostas com orientação sudoeste e noroeste no Parque Estadual da Serra do Mar – SP, enquanto a diferença encontrada entre as encostas leste e sul no presente estudo foi de 0,5 °C. A maior amplitude térmica encontrada no presente estudo, pode ser decorrente das orientações de encosta monitoradas, visto que a orientação sul é a menos exposta à radiação.

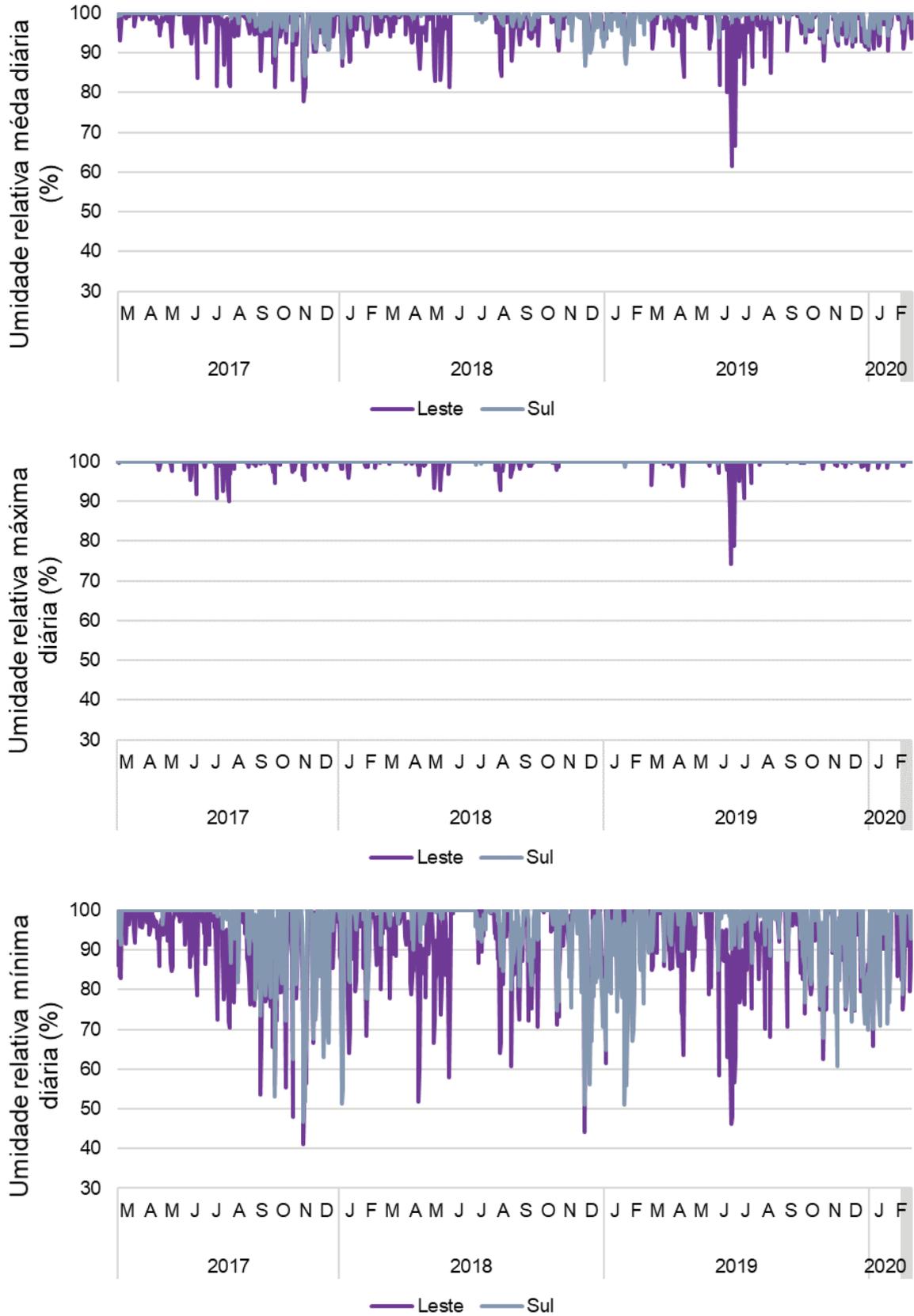
Além de mais fria, a encosta sul se apresentou mais úmida que a orientação de encosta leste (Figura 17). A umidade relativa média registrada para a orientação sul foi de 99,1%, enquanto a orientação leste apresentou um valor de 97,5%. Em relação à umidade relativa máxima diária, a orientação sul apresentou valores de 100% durante todo o período de coleta e a orientação leste apresentou um período onde a umidade relativa máxima diária esteve abaixo de 70%. Esse resultado pode ser outra consequência da menor exposição à radiação solar comentada anteriormente, além da redução de temperatura. Segundo Oliveira et al. (1995), em razão da maior duração do período de sombreamento, a encosta sul apresenta deposição de orvalho por mais tempo e isso a mantém mais úmida que as demais orientações.

FIGURA 16 – COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DE ENCOSTA DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 17 – COMPORTAMENTO DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA DIÁRIA (°C) EM FUNÇÃO DA ORIENTAÇÃO DE ENCOSTA DURANTE O PERÍODO DO ESTUDO



FONTE: A autora (2020).

Tanto os valores médios de umidade relativa observados por orientação de encosta, quando os verificados por altitude, foram superiores aos encontrados por Mello e Oliveira (2019) na Serra do Mar no estado de Santa Catarina, e aos registrados por Blum, Roderjan e Galvão (2011) em Morretes no Paraná. Estas diferenças podem ter ocorrido pelo fato das estações no presente estudo terem sido instaladas no sub-bosque da floresta, onde os ambientes demoram mais para perder umidade por não receber insolação direta, além da presença da vegetação atuar como uma barreira com efeito minimizador do deslocamento do ar.

A tabela 9 apresenta os resultados dos testes aplicados para comparação das séries temporais de temperatura e umidade relativa do ar, entre as orientações de encosta.

TABELA 9 – COMPARAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA E UMIDADE RELATIVA MÉDIA DIÁRIA ENTRE ORIENTAÇÕES DE ENCOSTA SUL E LESTE

Teste	Temperatura	Umidade Relativa
Cox-Stuart	p-value = 0,11571 Não apresenta tendência	p-value = 0,20753 Não apresenta tendência
Fisher	g = 0,0808 > z = 0,0331 Apresenta sazonalidade**	g = 0,0320 > z = 0,0280 Apresenta sazonalidade*
Box-test	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**	p-value < 2,2e-16 Não é ruído branco**

FONTE: A autora (2020).

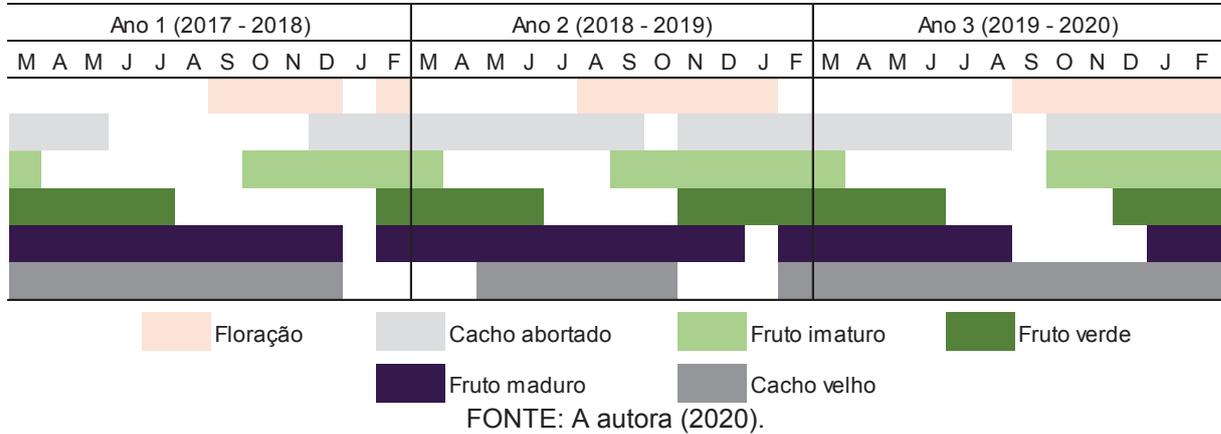
Assim como o observado em algumas comparações por altitude, entre as orientações de encosta o teste de Cox-Stuart também não acusou tendência. Porém, novamente, as novas séries apresentaram sazonalidade e não são ruídos brancos. Desta forma, considera-se que as séries originais não foram geradas pelo mesmo processo estocástico e evidencia a diferença entre as orientações de encosta em relação às variáveis de temperatura e umidade relativa.

5.4 FENOLOGIA DE *Euterpe edulis*

A floração e frutificação de *E. edulis* na Reserva Natural Salto Morato tiveram início no final do inverno e início da primavera (entre agosto e outubro) nos três anos monitorados (Figura 18). Enquanto a floração teve início nos meses de agosto a

setembro, a presença de frutos imaturos foi observada a partir dos meses de setembro e outubro (um mês após a floração).

FIGURA 18 – PRESENÇA DE FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis* EM TRÊS ANOS DE MONITORAMENTO NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO

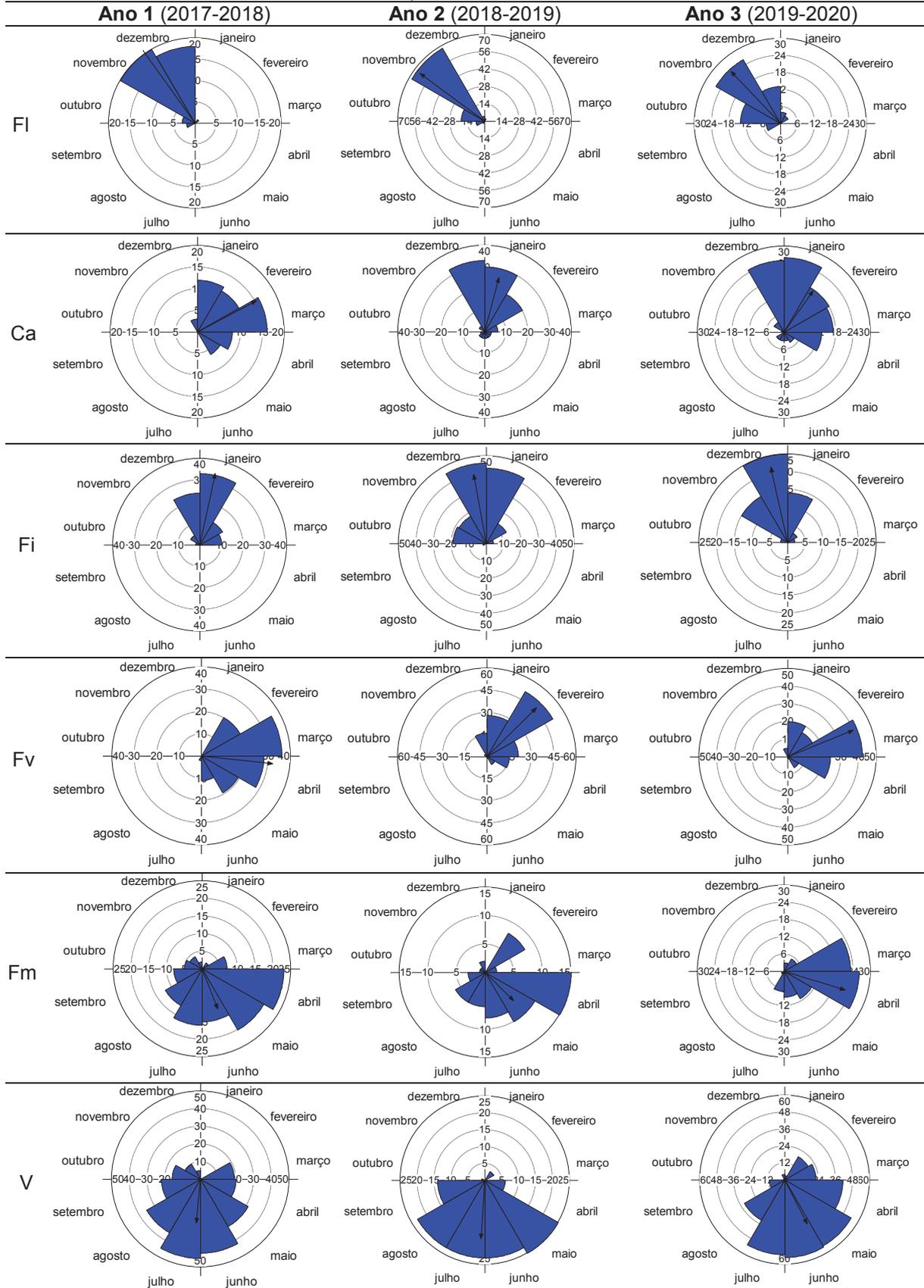


Tanto a fenofase de floração quanto a de frutos imaturos tiveram uma duração de seis meses em cada ano, exceto pelos frutos imaturos iniciados do ano 2, que estiveram presentes por sete meses. Carvalho (2003) afirma que o período de floração do palmito-juçara no Paraná é de setembro a dezembro. Porém, na RNSM, esta fenofase foi observada até fevereiro tanto no ano 1 quanto no ano 3 de monitoramento.

O início da fenofase de frutos verdes ocorreu em fevereiro (ano 1) e em novembro (anos 2 e 3). No ano 1, seu início se deu quatro meses após a formação dos frutos imaturos, enquanto nos anos posteriores o tempo de formação dos frutos verdes foi de dois meses. Nos dois momentos em que foi possível observar o início e o fim da fenofase de frutos verdes, a duração desta fenofase foi de cinco meses (no final do ano 1 e início do ano 2) e de oito meses (no final do ano 2 e início do ano 3). Em 2017 esta fenofase durou até julho, enquanto nos demais anos a presença foi registrada até junho. O início do aparecimento dos frutos maduros nos cachos ocorreu em fevereiro (anos 1 e 2) ou janeiro (ano 3).

A figura 19 apresenta os histogramas circulares com a intensidade das fenofases nos três anos de coleta.

FIGURA 19 – HISTOGRAMAS CIRCULARES DO ÍNDICE DE INTENSIDADE MENSAL DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis* NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO



NOTA: A direção da seta aponta a data média; o comprimento da seta indica o grau de sazonalidade.
 LEGENDA: FI – floração; Ca – cacho abortado; Fi – fruto imaturo; Fv – fruto verde; Fm – fruto maduro; V – cacho velho.

Os primeiros frutos maduros foram observados de três (ano 3) a cinco meses (ano 2) após o desenvolvimento dos frutos imaturos. Reis (1995), Laps (1996) e Silva e Reis (2018) encontraram um tempo médio de maturação de 5,5 meses. Castro (2007), que observou frutos imaturos em dezembro e o início dos frutos maduros em maio, também encontrou um tempo médio de maturação de cinco meses. De acordo com Fornazzari (2011), as condições meteorológicas são responsáveis por influenciar as transformações bioquímicas necessárias para a maturação dos frutos, fazendo com que o tempo de maturação varie entre ambientes ou entre anos de observação.

A presença de frutos maduros no ambiente variou de sete meses (de fevereiro/2019 a agosto/2019) a 11 meses (fevereiro/2018 a dezembro/2018), sendo que a fenofase de cachos velhos esteve presente durante quase todo o tempo da coleta de dados, seu início coincidindo inclusive com o início da fenofase de frutos maduros, em fevereiro de 2019. O período de oferta dos frutos maduros na RNSM corrobora com o apresentado por Silva e Reis (2018), que observaram um período de oferta que pode chegar a 10 meses.

O início da fenofase de cachos velhos em meses próximos (ou até iguais) ao início dos frutos maduros mostra que os cachos não permaneceram repletos de frutos maduros por muito tempo. Isso aconteceu provavelmente devido à alta taxa de consumo dos frutos pelos animais, que fez com que a quantidade de frutos no cacho diminuísse rapidamente, ou pela queda dos frutos ao solo. Após o amadurecimento, Laps (1996) encontrou taxas de permanência dos frutos maduros nos cachos de um mês para alguns indivíduos e de quatro meses para outros.

O pico de intensidade das fenofases de floração, fruto imaturo e fruto verde foram maiores no segundo ano de coleta em relação aos demais. A floração chegou a atingir 70% de intensidade do ano 2, enquanto nos anos 1 e 3 os picos foram de 20% a 25%. Da mesma forma, os frutos imaturos e verdes apresentaram picos de intensidade entre 45 e 50% no ano 2, enquanto no ano 1 os picos atingiram aproximadamente 35% e, no ano 3, 25% (frutos imaturos) e 40% (frutos verdes). Porém, contrariamente às fenofases citadas anteriormente, o ano 2 foi o de menor intensidade para a fenofase de frutos maduros, com pico de 15%. Alterações na intensidade de fenofases de ano para ano foram observadas em diferentes trabalhos (e.g. REIS, 1995; LAPS, 1996; GARCIA; BARBEDO, 2016; SILVA; REIS, 2018). O aumento da precipitação e da temperatura na RNSM em 2018, em relação aos anos de 2017 e 2019, pode ter levado à maior intensidade das fenofases neste ano.

A tabela 10 apresenta os resultados da análise circular das fenofases reprodutivas de *E. edulis* na área de estudo. O comprimento do vetor (r) indica o grau de sazonalidade da fenofase: quanto mais próximo de 1,0, mais concentrada é aquela fenofase em torno da data média.

TABELA 10 – RESULTADO DA ANÁLISE CIRCULAR DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis* NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO

Variável	Ano 1 (2017 - 2018)				Ano 2 (2018 - 2019)				Ano 3 (2019 - 2020)			
	Fl	Fi	Fv	Fm	Fl	Fi	Fv	Fm	Fl	Fi	Fv	Fm
Observações (N)	44	86	116	114	102	145	140	62	65	61	115	85
Ângulo médio (μ)	324,8°	12,1°	96,1°	158,8°	306,5°	349,6°	45,3°	135,1°	316,7°	347,6°	68,0°	107,1°
Data média	21/nov.	12/jan.	6/abr.	8/jun.	3/nov.	16/dez.	14/fev.	15/mai.	13/nov.	14/dez.	9/mar.	17/abr.
Comp. do vetor (r)	0,91	0,84	0,80	0,49	0,93	0,80	0,78	0,47	0,84	0,87	0,80	0,74
Desvio circular	24,3°	33,4°	37,8°	68,6°	22,4°	37,9°	40,0°	70,4°	34,0°	29,8°	38,4°	44,7°
Teste de Rayleigh (p)	<1E-12	<1E-12	<1E-12	2E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	1E-06	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12

FONTE: A autora (2020).

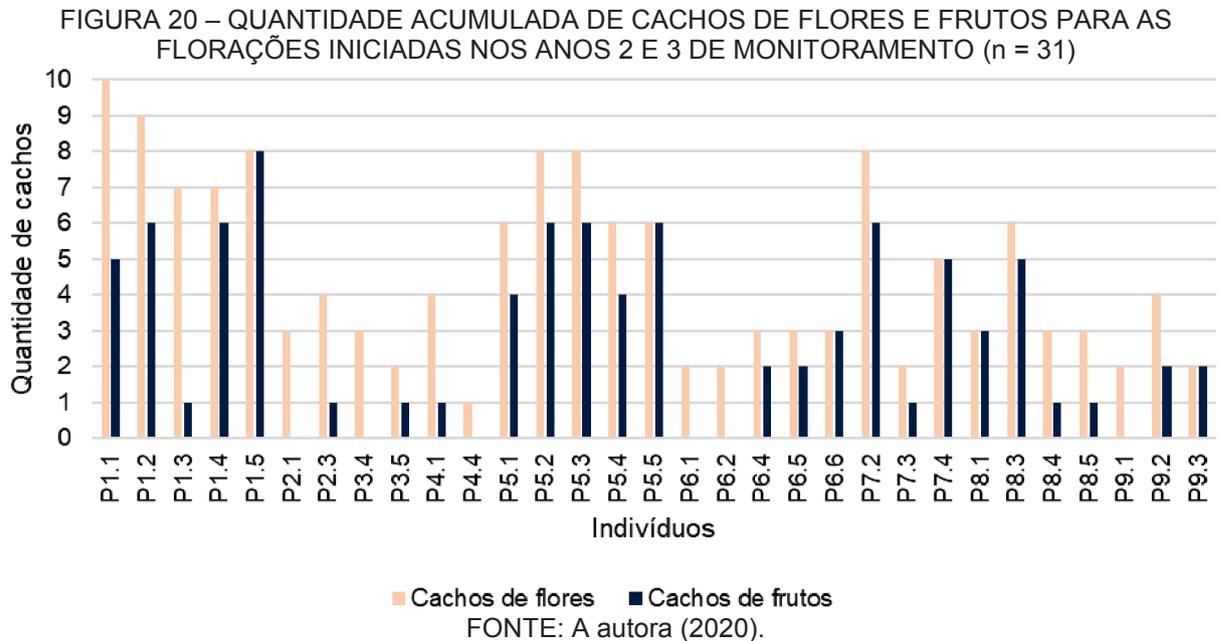
LEGENDA: Fl – floração; Fi – frutos imaturos; Fv – frutos verdes; Fm – frutos maduros.

Em relação às quatro fenofases principais para a produção de frutos, a que apresentou menor grau de sazonalidade foi a fenofase de frutos maduros, mostrando que esteve presente por longos períodos no ambiente, apresentando um comprimento de vetor de 0,49 e 0,47 nos anos 1 e 2, respectivamente. Apesar de no ano 3 ter apresentado um maior grau de sazonalidade ($r = 0,74$), ainda assim, foi menos sazonal que as demais fenofases do mesmo ano.

Dos indivíduos de *E. edulis* monitorados, 10 não produziram cachos durante todo o período do estudo (P2.4, P3.1, P3.2, P3.3, P4.2, P4.3, P4.5, P7.1, P7.5 e P9.5) e seis produziram apenas cachos abortados (P2.1, P3.4, P4.4, P6.1, P6.2, e P9.1). Dos indivíduos que não produziram cachos, sete são de unidades instaladas na orientação de encosta sul (P2, P3 e P4), que recebe menor insolação direta que a orientação de encosta leste (ARMANI, 2009). De acordo com Mantovani e Morellato (2000), mesmo já estando em idade reprodutiva, os indivíduos de *E. edulis* não emitirão inflorescências sem uma capacidade mínima energética para a formação dos frutos.

Somente seis indivíduos tiveram todos os cachos de flores atingindo a fenofase de frutificação. Todos os demais indivíduos tiveram um ou mais cachos de flores que abortaram (Figura 20). A ocorrência desta fenofase de cachos abortados é comum para a espécie (SILVA; REIS, 2018) e pode ser justificada pelo fato de algumas plantas emitirem somente flores masculinas; pela ocorrência de chuvas que podem

impedir a liberação do pólen ou mesmo derrubar as flores antes da polinização; ou também pela falta de agentes polinizadores no ambiente (MANTOVANI; MORELATTO, 2000).



Os resultados obtidos após a modelagem da quantidade de inflorescências mostraram que as variáveis significativas ao modelo (equação 7) foram altitude e cobertura de copa de forma inversamente proporcional (Tabela 11). As variáveis categóricas não foram significativas nos modelos, ou seja, não influenciam as variáveis respostas (quantidade de inflorescências e infrutescências produzidas por matriz).

$$\log(\text{cachos}_{fl}) = 9,363 - 0,02194 * \text{altitude} - 0,09029 * \text{cobertura} \quad (\text{eq. 7})$$

TABELA 11 – PARÂMETROS E VALORES DE P ESTIMADOS USANDO MODELO LINEAR GENERALIZADO EXPLICANDO A QUANTIDADE DE INFLORESCÊNCIAS PRODUZIDAS POR MATRIZ NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.

Variáveis	Estimativa	P valor	R ²	AIC	BIC
Intercepto	9,363	<0,01***			
Altitude	-0,02194	<0,01***	0,70	168,16	169,61
Cobertura	-0,09029	<0,01***			
Interação da altitude com a cobertura	-0,002311	<0,01***			

FONTE: A autora (2020).

A mesma análise mostrou que, para os cachos que atingiram a frutificação, as variáveis significativas ao modelo (equação 8) foram novamente a altitude e a cobertura de copa de forma inversamente proporcional (Tabela 12).

$$\log(\text{cachos}_{fr}) = 7,539 - 0,00203 * \text{altitude} - 0,008915 * \text{cobertura} \quad (\text{eq. 8})$$

TABELA 12 – PARÂMETROS E VALORES DE P ESTIMADOS USANDO MODELO LINEAR GENERALIZADO EXPLICANDO A QUANTIDADE DE INFRUTESCÊNCIAS PRODUZIDAS POR MATRIZ NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO.

Variáveis	Estimativa	P valor	R ²	AIC	BIC
Intercepto	7,539	<0,01***			
Altitude	-0,00203	<0,01***	0,78	133,33	141,77
Cobertura	-0,008915	<0,01***			
Interação da altitude com a cobertura	-0,000245	<0,01***			

FONTE: A autora (2020).

Desta forma, quanto menor a cobertura da copa dos indivíduos e quanto menor a altitude da unidade amostral, maior a quantidade de cachos de flores e frutos por indivíduo. Silva e Reis (2018) identificaram que, quanto maior o DAP dos indivíduos de *E. edulis*, maior a quantidade de inflorescências emitidas por eles. No entanto, no presente estudo, o DAP não foi escolhido pela análise, ou seja, não explicou a produção de inflorescências ou infrutescências na RNSM. O resultado encontrado corrobora com o apresentado por Reis (1995), que observou uma concentração de indivíduos de *E. edulis* com maior número de inflorescências e infrutescências em clareiras naturais e no seu entorno. A menor cobertura de copa do indivíduo pode facilitar a entrada de radiação solar no ambiente, fazendo com que a produção de cachos seja maior que a dos indivíduos sob maiores níveis de sombreamento.

Além da entrada de luminosidade proporcionada pela menor cobertura de copa, é possível que as variáveis meteorológicas que sofrem influência da altitude, como a temperatura média e máxima, sejam um fator determinante para o sucesso da floração e frutificação. Além disso, de acordo com Perillo et al. (2017), variáveis ambientais foram responsáveis por influenciar a composição e diversidade de comunidades de vespas e abelhas ao longo de um gradiente altitudinal na RPPN Santuário do Caraça, em Minas Gerais. Sendo algumas espécies de vespas e abelhas polinizadores de *E. edulis* (SANTOS; VARASSIN; MUSCHNER, 2018), a ocorrência ou a falta destas nos

diferentes patamares altitudinais na RNSM pode ter influenciado no sucesso da frutificação da espécie.

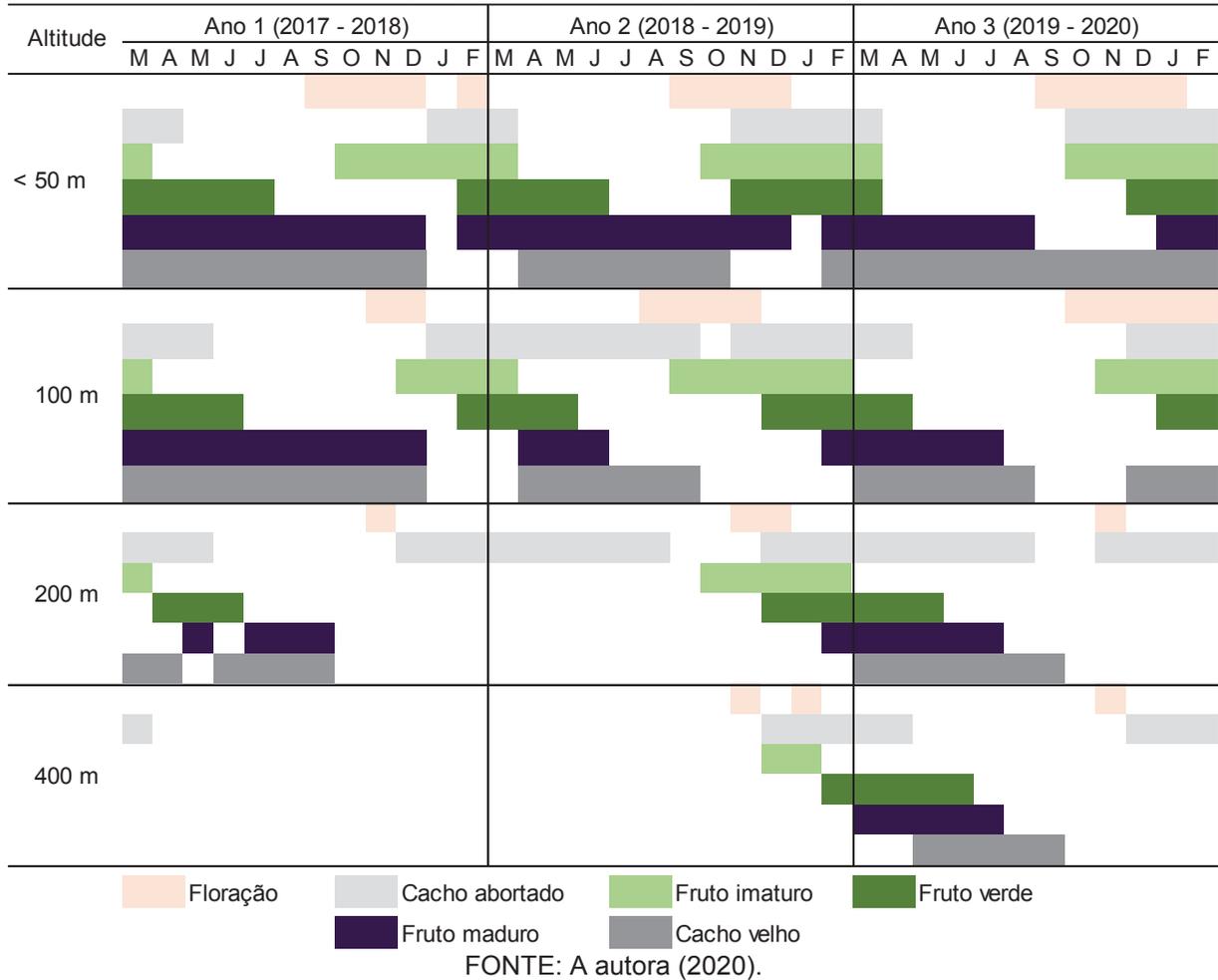
5.4.1 Influência da altitude na fenologia de *E. edulis*

Em relação à fenologia de *E. edulis* no gradiente altitudinal definido para este estudo, observa-se que a fenofase de floração de *E. edulis* na RNSM, geralmente, se iniciou nas altitudes mais baixas e, um a dois meses depois, nas altitudes superiores (Figura 21). Uma exceção foi verificada no ano de 2018, quando essa fenofase teve início com um mês de antecedência na altitude de 100 m (no mês de agosto) em relação à altitude < 50 m (que em todos os anos teve início da floração em setembro). Para o mesmo ano, registrou-se que o início da floração nas altitudes de 200 e 400 m foi somente em novembro. Em 2017, não foi constatada a fenofase de floração na altitude de 400 m.

Garcia e Barbedo (2016), em estudo na região do Vale do Ribeira – SP, e Castro (2007), na Ilha do Cardoso, observaram o início da floração do palmito-juçara no mês de agosto, em altitudes menores que 100 m. Silva e Reis (2018) observaram o início da floração em outubro, em altitudes entre 300 e 350 m na cidade de Ibirama - SC, enquanto Calvi e Pinã-Rodrigues (2005) constataram o início da floração em novembro, em uma altitude de 920 m em Floresta Ombrófila Densa no estado do Rio de Janeiro. Desta forma, apesar de, em geral, a floração de *E. edulis* se iniciar no final do inverno e início da primavera na Mata Atlântica, podem ocorrer variações em relação ao mês do início da fenofase, de acordo com a latitude e altitude dos locais de estudo.

Como consequência do comportamento da floração, a fenofase de frutos imaturos, verdes e maduros seguiu o mesmo padrão, iniciando primeiramente nas altitudes mais baixas e posteriormente nas altitudes superiores, corroborando com os resultados encontrados por Portela et al. (2020) e por Castro, Galetti e Morellato (2007), que também identificaram o início da frutificação nas altitudes mais baixas anteriormente à frutificação nas altitudes superiores.

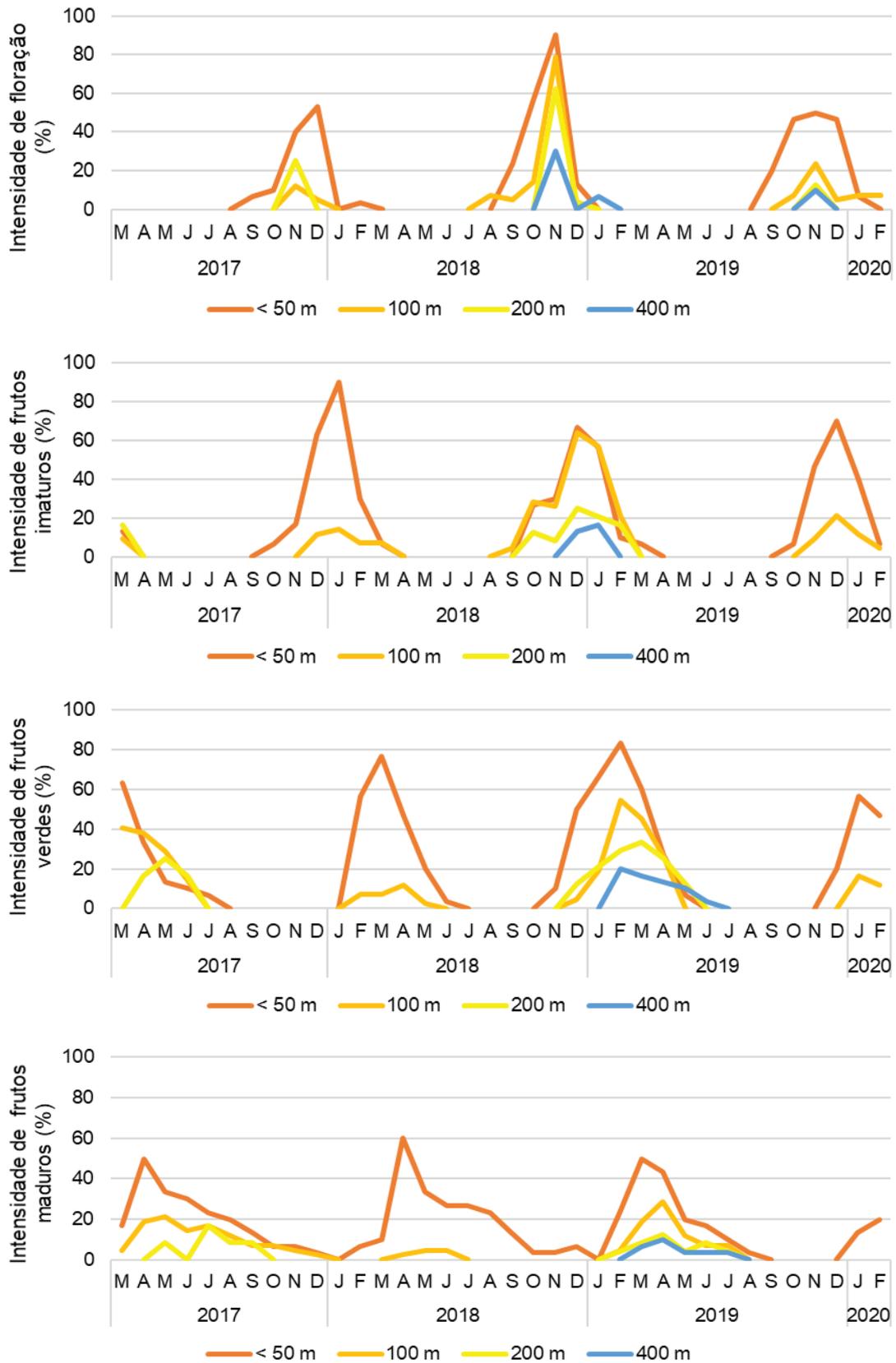
FIGURA 21 – FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis* NAS ALTITUDES < 50, 100, 200 E 400 m NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO



Nos anos 2017 e 2019, todas as inflorescências produzidas nas altitudes de 200 e 400 m se transformaram em cachos abortados e, conseqüentemente, não chegaram a produzir frutos. Os frutos verdes e maduros permaneceram nos cachos por períodos mais longos na altitude mais baixa em comparação às altitudes superiores.

As intensidades das fenofases reprodutivas para cada altitude são apresentadas na figura 22. Apesar da altitude influenciar no mês de início da fenofase de floração, o pico de intensidade desta fenofase, no entanto, ocorreu no mesmo mês (novembro) para todas as altitudes em 2018 e 2019. Em 2017, as altitudes 100 e 200 m tiveram o pico também em novembro, enquanto que para a altitude < 50 m o pico foi em dezembro.

FIGURA 22 – ÍNDICE DE INTENSIDADE DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis* NAS ALTITUDES < 50, 100, 200 E 400 m NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO



FONTE: A autora (2020).

Garcia e Barbedo (2016) e Castro (2007) também observaram o pico de floração no mês de novembro em altitudes abaixo de 100 m. Para Silva e Reis (2018), em uma altitude de 300 a 350 m, a floração apresentou pico em dezembro. O fato do pico de floração do trabalho de Silva e Reis (2018) ter ocorrido um mês após o encontrado por este trabalho pode ter ocorrido em função da temperatura média anual mais fria em Ibirama - SC. As temperaturas superiores na RNSM podem ter feito com que o pico da floração acontecesse mais cedo nesta localidade e somente em dezembro em Ibirama, com a chegada das temperaturas mais elevadas no verão.

Em 2018, o pico de intensidade dos frutos imaturos aconteceu no mês de janeiro na altitude de 400 m, representando um mês de atraso em relação às demais altitudes, que atingiram pico em dezembro. Em 2017, os frutos verdes e maduros também atingiram o seu pico primeiramente nas altitudes mais baixas e posteriormente nas altitudes superiores. Essa influência da altitude no mês em que as fenofases atingem seu pico, também foi observada por Favreto (2010) e por Castro, Galetti e Morellato (2007), sendo uma importante estratégia da espécie para manutenção da disponibilidade de frutos por um período maior favorecendo, assim, a sua dispersão.

A intensidade de floração decaiu gradativamente com o aumento da altitude, exceto pela floração das altitudes de 100 m e 200 m no ano de 2017, quando a intensidade nos 200 m foi maior que nos 100 m. Principalmente no ano de 2018, quando houve a formação de frutos em todas as altitudes, foi possível observar comportamento semelhante entre as fenofases de frutos imaturos, verdes e maduros, no que diz respeito à diminuição da intensidade com o aumento da altitude.

O resultado da análise circular das fenofases reprodutivas de *E. edulis*, em relação à altitude, estão apresentados na tabela 13. A fenofase de floração apresentou elevado grau de sazonalidade em todos os anos e em todas as altitudes ($r > 0,80$). O mesmo aconteceu para as fenofases de fruto imaturo ($r > 0,78$) e fruto verde ($r > 0,72$).

TABELA 13 – ANÁLISE CIRCULAR DAS FENOFASES REPRODUTIVAS DE *Euterpe edulis* POR ALTITUDE NA RESERVA NATURAL SALTO MORATO

Variável	Ano 1 (2017 - 2018)				Ano 2 (2018 - 2019)				Ano 3 (2019 - 2020)			
	FI	Fi	Fv	Fm	FI	Fi	Fv	Fm	FI	Fi	Fv	Fm
< 50 m												
Observações (N)	113	220	183	210	183	198	357	229	171	178	218	176
Ângulo médio (μ)	325,7°	6,7°	81,1°	147,1°	300,5°	347,1°	48,4°	138,9°	310,6°	346,3°	49,8°	96,5°
Data média	22/nov	07/jan	22/mar	27/mai	02/out	13/dez	17/fev	19/mai	07/nov	12/dez	19/fev	06/abr
Comp. do vetor (r)	0,89	0,86	0,80	0,49	0,93	0,82	0,72	0,48	0,86	0,87	0,80	0,70
Desvio circular	27,2°	31,2°	38,3°	68,1°	22,5°	35,9°	46,2°	69,3°	31,5°	30,7°	38,3°	48,3°
Teste de Rayleigh (p)	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12
100 m												
Observações (N)	17	43	128	109	105	209	100	17	50	48	100	74
Ângulo médio (μ)	323,7°	24,9°	105,3°	167,7°	303,9°	348,8°	46,4°	117,4°	332,7°	352,1°	69,9°	114,1°
Data média	20/nov	25/jan	15/abr	17/jun	31/out	15/dez	15/fev	27/abr	28/nov	18/dez	11/mar	24/abr
Comp. do vetor (r)	0,98	0,85	0,85	0,49	0,92	0,78	0,87	0,69	0,80	0,90	0,88	0,82
Desvio circular	10,6°	33,1°	32,0°	68,6°	23,5°	40,4°	30,2°	49,3°	37,8°	25,8°	29,3°	35,9°
Teste de Rayleigh (p)	1E-07	<1E-12	<1E-12	5E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12	1E-04	<1E-12	<1E-12	<1E-12	<1E-12
200 m												
Observações (N)	25	17	59	41	67	84	63	4	13	0	71	37
Ângulo médio (μ)	315,0°	75,0°	135,0°	202,1°	316,7°	353,7°	22,9°	45,0°	315,0°	*****	96,2°	123,0°
Data média	11/nov	16/mar	15/mai	21/jul	13/nov	20/dez	23/jan	14/fev	11/nov	*****	06/abr	03/mai
Comp. do vetor (r)	1,00	1,00	0,93	0,79	1,00	0,79	0,93	1,00	1,00	*****	0,94	0,79
Desvio circular	*****	*****	21,3°	38,9°	*****	39,0°	21,8°	*****	*****	*****	21,1°	39,6°
Teste de Rayleigh (p)	1E-10	9E-08	<1E-12	2E-11	<1E-12	<1E-12	<1E-12	7E-03	1E-06	*****	<1E-12	2E-10
400 m												
Observações (N)	0	0	0	0	37	30	20	0	10	0	43	26
Ângulo médio (μ)	*****	*****	*****	*****	325,3°	2,0°	45,0°	*****	315,0°	*****	103,6°	115,1°
Data média	*****	*****	*****	*****	21/nov	02/jan	14/fev	*****	11/nov	*****	14/abr	25/abr
Comp. do vetor (r)	*****	*****	*****	*****	0,93	0,98	1,00	*****	1,00	*****	0,89	0,80
Desvio circular	*****	*****	*****	*****	21,7°	12,2°	*****	*****	*****	*****	27,5°	38,6°
Teste de Rayleigh (p)	*****	*****	*****	*****	<1E-12	4E-12	9E-09	*****	<1E-12	*****	<1E-12	4E-08

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: FI – floração; Fi – frutos imaturos; Fv – frutos verdes; Fm – frutos maduros.

NOTA: ***** – não houve registro da fenofase.

A fenofase de fruto maduro foi a que apresentou maiores diferenças na sazonalidade em relação à altitude. Esta fenofase apresentou graus de sazonalidade de 0,48 a 0,70 na altitude < 50 m; de 0,49 a 0,82 na altitude de 100 m; de 0,79 a 1,00 na altitude de 200 m; e 0,80 na altitude de 400 m. Salienta-se que quanto menor o grau de sazonalidade, maior o período em que a fenofase foi observada no ambiente.

Todas as correlações significativas entre as variáveis meteorológicas e as fenofases, por altitude, estão apresentadas na tabela 14. A fenofase de floração não apresentou correlações significativas na altitude de 100 m. Com o fotoperíodo, esta fenofase apresentou correlação baixa na altitude de 400 m ($r_s = 0,33$), moderada na altitude de 200 m ($r_s = 0,40$) e alta na altitude < 50 m ($r_s = 0,61$). Além do fotoperíodo,

na altitude < 50 m a floração também teve correlações significativas com temperatura máxima absoluta, umidade relativa média, mínima e mínima absoluta.

TABELA 14 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (r_s) ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E AS FENOFASES REPRODUTIVAS DE *E. edulis* POR ALTITUDE

Variável	< 50 m				100 m				200 m				400 m			
	FI	Fi	Fv	Fm	FI	Fi	Fv	Fm	FI	Fi	Fv	Fm	FI	Fi	Fv	Fm
Temp. média	-	0,73**	0,64**	-	-	0,66**	0,54**	-	-	0,35*	-	-	-	0,40*	-	-
Temp. máxima	-	0,75**	0,58**	-	-	0,67**	0,47**	-	-	0,37*	-	-	-	0,40*	-	-
Temp. máx. absoluta	0,54**	0,85**	-	-0,50**	-	0,70**	-	-0,38*	-	0,36*	-	-	-	0,40*	-	-
Temp. mínima	-	0,74**	0,65**	-	-	0,68**	0,55**	-	-	0,34*	-	-	-	0,34*	-	-
Temp. mín. absoluta	-	0,73**	0,54**	-	-	0,63**	0,49**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UR média	-0,63**	-0,63**	-	0,68**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40*
UR máxima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55**	-	-	-	-	-	-
UR mínima	-0,63**	-0,57**	-	0,63**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34*	0,46**
UR mín. absoluta	-0,58**	-0,66**	-	0,72**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41**	0,56**
Fotoperíodo	0,61**	0,92**	-	-0,63**	-	0,77**	-	-0,50**	0,40**	0,40*	-	-0,42**	0,33*	0,35*	-	-
Precipitação	-	0,59**	0,55**	-	-	0,58**	0,54**	-	-	0,50**	0,42**	-	-	-	-	-

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: FI – floração; Fi – frutos imaturos; Fv – frutos verdes; Fm – frutos maduros.

NOTA: *valores significativos ao nível de 5% de probabilidade: $p < 0,05$; **valores significativos ao nível de 1% de probabilidade: $p < 0,01$.

Em todas as altitudes a fenofase de frutos imaturos apresentou correlação direta com as variáveis de temperatura e fotoperíodo, sendo que nas duas altitudes mais baixas essa correlação foi altamente significativa ($p < 0,01$), enquanto que nas duas altitudes superiores a correlação foi significativa ($p < 0,05$). Esta fenofase também apresentou correlação direta com a precipitação nas altitudes < 50, 100 e 200 m. Em relação à umidade relativa do ar, os frutos imaturos apresentaram uma correlação negativa abaixo dos 50 m de altitude e uma correlação diretamente proporcional nos 200 m de altitude.

A intensidade de frutos verdes apresentou correlação positiva com a precipitação nas três altitudes inferiores. Nos 400 m, esta fenofase teve correlação baixa com a umidade relativa mínima e a umidade relativa mínima absoluta. Na altitude < 50 m e 100 m, os frutos verdes também tiveram correlação positiva com a temperatura, além da precipitação.

Os frutos maduros apresentaram correlação inversa com o fotoperíodo, nas três altitudes inferiores, indicando que se desenvolveram mais no período do inverno onde os dias são mais curtos. Nas duas altitudes extremas (< 50 e 400 m) esta fenofase teve correlação direta com a umidade relativa do ar, enquanto nas altitudes

inferiores (< 50 e 100 m) apresentou correlação inversa com a temperatura máxima absoluta.

Para Cleland et al. (2007), a fenologia em ambientes tropicais seria mais sensível às mudanças na precipitação que na temperatura e no fotoperíodo, visto que essas duas variáveis sofrem poucas alterações ao longo do ano nesta latitude. A fenologia de *E. edulis*, observada no presente estudo em floresta subtropical, apresentou algumas correlações com precipitação (frutos imaturos e verdes), mas a variável com a maior quantidade de correlações foi o fotoperíodo, que apresentou correlações positivas com a floração e frutos imaturos e correlação negativa com os frutos maduros. Outros trabalhos em ambiente subtropical, como o de Portela et al. (2020), também encontraram mais correlações com temperatura e fotoperíodo do que com a variável de precipitação.

5.5 INFLUÊNCIA DE *Euterpe edulis* NA AVIFAUNA E MASTOFAUNA

De acordo com levantamento realizado com base em revisão de literatura, os frutos de *E. edulis* são consumidos por 87 espécies da fauna na Mata Atlântica, sendo 61 de aves, 25 de mamíferos e uma espécie de réptil (REIS, 1995; LAPS, 1996; GALETTI; ALEIXO, 1998; LUDWIG; AGUIAR; ROCHA, 2005; CARRANO, 2006; GALETTI et al., 2013; SILVA et al., 2017; SANTOS; VARASSIN; MUSCHNER, 2018). Deste total, pelo menos 65 espécies ocorrem na Reserva Natural Salto Morato (FGBPN, 2011b) e 30 foram registradas pelas armadilhas fotográficas, seja nos cachos ou na base dos indivíduos de *E. edulis*. Além destas espécies, outros indivíduos identificados somente em nível de gênero estão na lista de consumidores e dispersores do palmito-juçara: *Cacicus* sp.; *Mazama* spp.; e *Didelphis* spp.

Por produzir uma grande quantidade de frutos que são consumidos por uma gama diversa de animais frugívoros, o palmito-juçara é considerado uma espécie-chave na Floresta Atlântica (GALETTI, ALEIXO; 1998) e, nos subtópicos a seguir, serão apresentadas as relações entre a espécie e avifauna e mastofauna na Reserva Natural Salto Morato registradas durante o estudo.

5.5.1 Interação entre avifauna e mastofauna com os cachos de *E. edulis*

Nas quatro armadilhas fotográficas instaladas na altura dos cachos, foram captadas imagens e posteriormente identificadas 14 famílias e 18 espécies (Tabela 15). Destas 18 espécies, 14 utilizaram os frutos de *E. edulis* para sua alimentação: *Penelope obscura* (jacuguaçu), *Penelope superciliaris* (jacupemba), *Cyanocorax caeruleus* (gralha-azul), *Pyroderus scutatus* (pavó), *Pachyramphus* sp., *Turdus albicollis* (sabiá-coleira), *Turdus leucomelas* (sabiá-barranco), *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira), *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado), *Ramphastos dicolorus* (tucano-de-bico-verde), *Ramphastos vitellinus* (tucano-de-bico-preto), *Selenidera maculirostris* (araçari-poca), *Trogon rufus* (surucuá-de-barriga-amarela) e *Trogon viridis* (surucuá-grande-de-barriga-amarela).

Sapajus nigritus (macaco-prego) apresentou interação com os cachos do palmito-juçara durante a fenofase de floração. Devido à posição em que o animal ficou em relação à armadilha fotográfica, não foi possível identificar o seu comportamento. No entanto, de acordo com Ludwig, Aguiar e Rocha (2005) essa espécie se alimenta também das flores de *E. edulis*. As demais espécies registradas estavam em galhos de outras árvores ou se deslocando e não realizaram interações com o palmito-juçara.

Uma das espécies que foi registrada pousada próxima ao indivíduo de *E. edulis* monitorado foi *Amadonastur lacernulatus* (gavião-pombo-pequeno). A interação entre *A. lacernulatus* com o palmito-juçara não acontece de forma direta. Por se tratar de uma ave de rapina, caracterizada pela alimentação carnívora e por características adaptadas para a caça (MONTEIRO et al., 2018), essa espécie não utiliza dos frutos do palmito-juçara para sua alimentação. No entanto, devido ao seu hábito carnívoro, pode haver uma interação indireta a partir do momento que a atração de diferentes espécies de animais aos cachos do palmito-juçara (especialmente aves) tende a facilitar a localização e captura de presas potenciais à sua alimentação (GARSKE; ANDRADE, 2004).

TABELA 15 – LISTA DAS CLASSES, ORDENS, FAMÍLIAS E ESPÉCIES REGISTRADAS PELAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS INSTALADAS NA ALTURA DOS CACHOS

Classe	Ordem	Família	Espécie	Status de ameaça			Reg.	Inter.
				PR	BR	IUCN		
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope superciliaris</i> *	-	LC	LC	7	7
			<i>Penelope obscura</i> *	-	LC	LC	1	1
			<i>Penelope spp.**</i>	-	-	-	7	6
	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Amadonastur lacernulatus</i>	VU	VU	VU	1	0
	Strigiformes	Strigidae	NI	-	-	-	4	0
	Apodiformes	Trochilidae	NI	-	-	-	3	0
	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i> *	-	LC	LC	9	4
			<i>Trogon rufus</i> *	-	LC	LC	1	1
			<i>Trogon spp.**</i>	-	-	-	2	0
	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i> *	VU	LC	VU	5	2
			<i>Ramphastos dicolorus</i> *	-	LC	LC	6	5
			<i>Ramphastos spp.**</i>	-	-	-	1	0
			<i>Selenidera maculirostris</i> *	-	LC	LC	2	2
	Passeriformes	Tityridae	<i>Pachyramphus sp.</i>	-	-	-	1	1
		Cotingidae	<i>Pyroderus scutatus</i> *	NT	LC	LC	4	3
		Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i> *	-	LC	LC	1	1
		Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i> *	-	LC	NT	4	4
		Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> *	-	LC	LC	1	1
			<i>Turdus rufiventris</i> *	-	LC	LC	1	1
			<i>Turdus albicollis</i> *	-	LC	LC	5	5
<i>Turdus spp.**</i>			-	-	-	2	2	
Icteridae		<i>Cacicus sp.</i>	-	-	-	1	0	
Thraupidae		<i>Euphonia pectoralis</i> *	-	LC	LC	1	0	
NI	NI	NI	-	-	-	7	6	
NI	NI	NI	-	-	-	4	1	
Mammalia	Primata	Cebidae	<i>Sapajus nigritus</i> *	DD	NT	NT	1	1
	NI	NI	NI	-	-	-	1	0
NI	NI	NI	NI	-	-	-	5	0
Total							88	55

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: *Consumidores dos frutos de acordo com a tabela do APÊNDICE 2; **considerados consumidores com base no gênero; NI – não identificado; *status* de ameaça: VU – vulnerável; NT – quase ameaçada; LC – pouco preocupante; DD – insuficientemente conhecida; Reg. – quantidade de registros; Inter. – Interações no cacho.

Dentre as espécies de aves identificadas interagindo ou não com *E. edulis*, duas apresentam *status* de ameaçadas de extinção. *A. lacernulatus* apresenta *status* Vulnerável (VU) em nível estadual (PARANÁ, 2018), federal (ICMBIO, 2018) e internacional (IUCN, 2019). A segunda espécie ameaçada de extinção, *R. vitellinus*, apresenta *status* Vulnerável em nível estadual e internacional e foi registrada enquanto se alimentava dos frutos maduros, na altitude < 50 m.

Exemplos de imagens de espécies de aves e de mamíferos captadas pelas armadilhas fotográficas são mostradas na figura 23.

FIGURA 23 – EXEMPLOS DE ESPÉCIES DE AVIFAUNA E MASTOFAUNA REGISTRADAS COM O AUXÍLIO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS: *Amadonastur lacernulatus* (A), *Cyanocorax cearuleus* (B), *Myiodynastes maculatus* (C), *Penelope obscura* (D), *Penelope superciliaris* (E), *Pyroderus scutatus* (F), *Ramphastos dicolorus* (G), *Ramphastos vitellinus* (H), *Sapajus nigritus* (I), *Selenidera maculinostris* (J), *Trogon viridis* (K), *Turdus albicollis* (L)



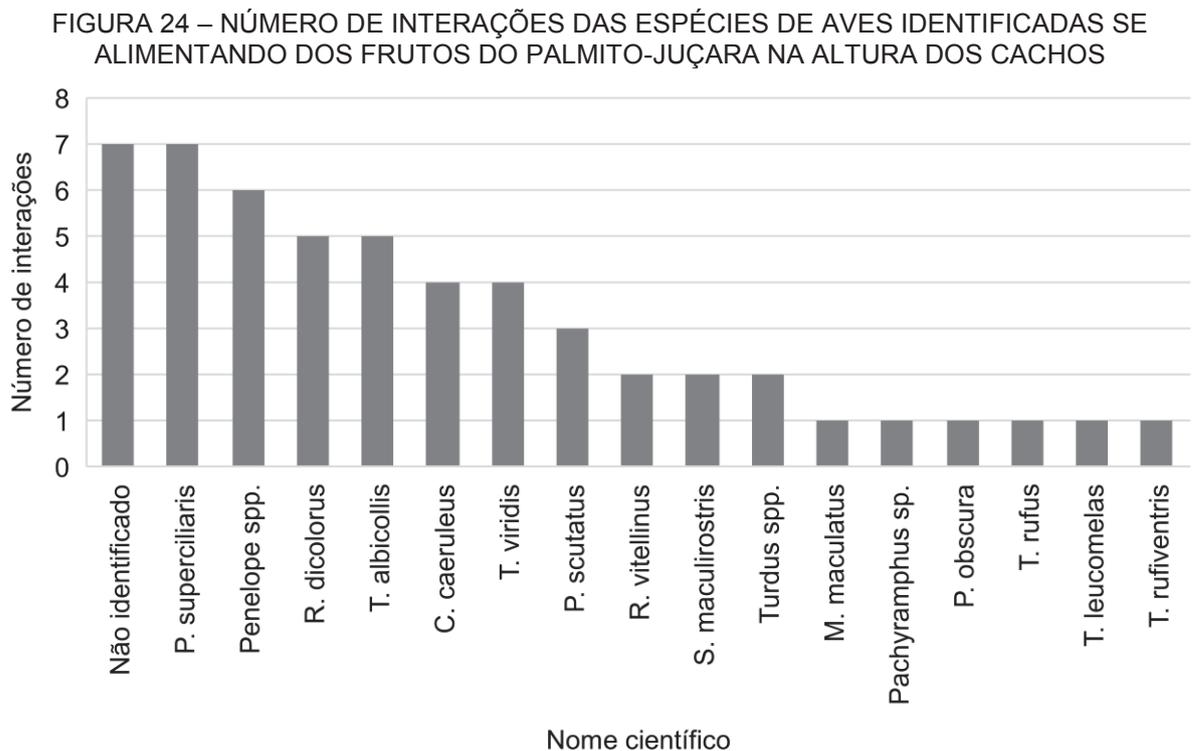
FONTE: A autora (2020).

Cyanocorax caeruleus (gralha-azul) e *Pyroderus scutatus* (pavó), ambas espécies dispersoras do palmito-juçara, estão classificadas como quase ameaçadas (NT), assim como *Sapajus nigritus* (macaco-prego). Enquanto o macaco-prego está quase ameaçado tanto no Brasil (ICMBio, 2018) quanto na lista internacional (IUCN,

2019), a gralha-azul está presente somente na lista internacional e o pavó na lista estadual (PARANÁ, 2018).

Foi registrado uma espécie do gênero *Pachyramphus* (gênero dos caneleiros), forrageando no cacho de frutos do palmito-juçara. Apesar deste gênero não ter sido listado como consumidor no Apêndice 2, outras espécies da mesma família estão presentes, como *Oxyruncus cristatus* (araponga-do-horto) e *Tityra cayana* (anambé-branco-de-rabo-preto). Telino-Júnior et al. (2005) classificaram o gênero *Pachyramphus* como insetívoro, porém Gomes (2013) observou que *P. viridis*, *P. castaneus*, *P. polychopterus* e *P. validus* se alimentaram de frutos de diversas espécies florestais sendo, dessa forma, mais apropriado considerar que algumas espécies do gênero sejam frugívoras, como foi observado no presente estudo.

Dos gêneros que apresentaram interações com os cachos do palmito-juçara, *Penelope* e *Turdus* foram os mais representativos com 14 e 9 interações, respectivamente (Figura 24). *Myiodynastes*, *Pachyramphus* e *Sapajus* apresentaram somente uma interação cada. Sete interações de aves com o palmito-juçara não puderam ser identificadas em nível de gênero e espécie, sendo que dessas, seis foram da ordem Passeriformes. Em nível de espécie, *Penelope superciliaris* foi a que teve mais interações com o palmito-juçara.



Fonte: A autora (2020).

Duas espécies foram registradas forrageando em mais de uma altitude no ano de 2019: *Turdus albicollis* (sabiá-coléria) e *Ramphastus dicolorus* (tucano-de-bico-verde). *T. albicollis* foi registrado na altitude < 50 m em março e abril de 2019. Em maio do mesmo ano, foi registrado pelas armadilhas fotográficas se alimentando na altitude de 200 m. *R. dicolorus* foi registrado em fevereiro de 2019 na altitude de 100 m e posteriormente em maio, na altitude de 200 m.

Essa constatação pode ser um indicativo de que essas espécies acompanhem a frutificação do palmito-juçara ao longo do gradiente altitudinal na RNSM, assim como observado por Lopes (2014), Castro et al. (2012) e Castro (2007) nas suas respectivas áreas de estudo. Apesar de, neste mesmo ano, a fenofase de frutos maduros ter iniciado no mesmo mês para as três altitudes citadas (em fevereiro), a fenofase de frutos verdes finalizou em março na altitude < 50 m e se estendeu até maio na altitude de 200 m. Isso pode ter feito com que as espécies se deslocassem à procura de frutos maduros mais recentes nas altitudes superiores.

5.5.2 Influência da frutificação de *E. edulis* na avifauna e mastofauna da base dos indivíduos

Nas armadilhas fotográficas instaladas visando a base dos indivíduos de palmito-juçara, foram identificadas para a classe das aves 34 espécies pertencentes a 17 famílias e outras duas famílias onde não houve diferenciação a nível de espécie: Trochilidae e Thraupidae (Tabela 16). Além das aves, foram registradas 15 espécies de mamíferos pertencentes a 11 famílias (Tabela 17).

Das 34 espécies de aves identificadas na base dos indivíduos, 14 são consideradas consumidoras ou dispersoras dos frutos de *Euterpe edulis*, sendo essas pertencentes a seis famílias: Columbidae, Cracidae, Odontophoridae, Formicariidae, Turdidae e Tinamidae. Destas, a família mais registrada foi Tinamidae, com 134 registros, sendo 67,9% deles representados por *Tinamus solitarius* (macuco). Quatro espécies foram registradas se alimentando no chão: *Geotrygon montana* (pariri), *Guerlinguetus ingrami* (caxinguelê), *T. solitarius* e *Turdus albicollis* (sabiá-coleira). *T. albicollis* foi a única espécie que se forrageou tanto no cacho quando na base do palmito-juçara, o que também foi observado por Corrêa (2010) em estudo sobre o comportamento do gênero *Turdus*.

TABELA 16 – LISTA DE ESPÉCIES DA CLASSE DE AVES REGISTRADAS PELAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS NA BASE DOS INDIVÍDUOS DO PALMITO-JUÇARA

Ordem	Família	Nome científico	Status de ameaça			Fenofase		Total
			PR	BR	IUCN	Sem fruto	Com fruto	
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus solitarius*</i>	EN	NT	NT	74	18	92
		<i>Crypturellus noctivagus**</i>	EN	NT	NT	15	15	30
		<i>Crypturellus tataupa*</i>	-	LC	LC	0	1	1
		<i>Crypturellus spp.**</i>	-	-	-	5	2	7
		NI	-	-	-	4	0	4
Galliformes	Cracidae	<i>Penelope superciliaris*</i>	-	LC	LC	0	1	1
		<i>Penelope obscura*</i>	-	LC	LC	3	1	4
	Odontophoridae	<i>Odontophorus capueira*</i>	-	LC	LC	16	7	23
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides saracura</i>	-	LC	LC	0	1	1
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi*</i>	-	LC	LC	0	3	3
		<i>Leptotila rufaxilla*</i>	-	LC	LC	2	1	3
		<i>Leptotila spp.**</i>	-	-	-	2	3	5
		<i>Geotrygon montana*</i>	-	LC	LC	10	39	49
		NI	-	-	-	2	1	3
Apodiformes	Trochilidae	NI	-	-	-	1	1	2
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Rhopias gularis</i>	-	LC	LC	1	0	1
		<i>Thamnophilus caerulescens</i>	-	LC	LC	0	1	1
		<i>Batara cinerea</i>	-	LC	LC	0	1	1
		<i>Myrmoderus squamosus</i>	NT	LC	LC	1	19	20
		<i>Pyriglena leucoptera</i>	-	LC	LC	1	4	5
	Conopophagidae	<i>Conopophaga lineata</i>	-	LC	LC	0	1	1
		<i>Conopophaga melanops</i>	-	LC	LC	2	7	9
	Grallariidae	<i>Grallaria varia</i>	-	LC	LC	4	0	4
	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus speluncae</i>	-	LC	LC	0	1	1
	Formicariidae	<i>Formicarius colma</i>	-	LC	LC	0	2	2
		<i>Chamaeza campanisona*</i>	DD	LC	LC	50	28	78
	Scleruridae	<i>Sclerurus scansor</i>	-	LC	LC	0	2	2
	Dendrocolaptidae	<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	-	LC	LC	0	2	2
		<i>Lepidocolaptes falcinellus</i>	-	LC	LC	1	0	1
		<i>Xiphocolaptes albicollis</i>	-	LC	LC	0	1	1
	Furnariidae	<i>Automolus leucophthalmus</i>	-	LC	LC	0	2	2
		<i>Anabazenops fuscus</i>	NT	LC	LC	1	0	1
		NI	-	-	-	2	0	2
	Pipridae	<i>Chiroxiphia caudata</i>	-	LC	LC	1	0	1
	Turdidae	<i>Turdus flavipes*</i>	-	LC	LC	1	0	1
		<i>Turdus leucomelas*</i>	-	LC	LC	0	5	5
		<i>Turdus rufiventris*</i>	-	LC	LC	0	1	1
		<i>Turdus albicollis*</i>	-	LC	LC	34	53	87
		<i>Turdus spp.**</i>	-	-	-	9	15	24
	Parulidae	<i>Myiothlypis spp.</i>	-	-	-	0	20	20
	Thraupidae	NI	-	LC	LC	1	0	1
	Cardinalidae	<i>Habia rubica</i>	-	LC	LC	1	0	1
NI	NI	-	-	-	16	28	44	
NI	NI	NI	-	-	-	7	13	20
Total						267	300	567

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: *Consumidores dos frutos de acordo com a lista do APÊNDICE 2; **considerados consumidores com base no gênero; status de ameaça: VU – vulnerável; NT – quase ameaçada; LC – pouco preocupante; DD – insuficientemente conhecida

Apesar de não terem sido registradas se alimentando dos frutos de *E. edulis* na base dos indivíduos, as espécies *Penelope superciliaris* e *Penelope obscura* também foram registradas em ambos os estratos. Estas espécies são conhecidas como engolidoras de digestão completa (REIS, 1995) e, desta forma, são importantes para a conservação do palmito-juçara pois conseguem levar as sementes a longas distâncias de forma mais efetiva (CAMPOS; STEINER; ZILLIKENS, 2012). Porém, de acordo com o ICMBIO (2008), as espécies dessa ordem são muito procuradas por caçadores, pela grande quantidade de proteína fornecida por um único indivíduo. Estudos têm mostrado que a extinção funcional dos grandes dispersores na Floresta Atlântica está influenciando no tamanho das sementes de *E. edulis*, que já apresenta dimensões menores em locais alterados (GALETTI et al., 2013).

O gênero *Turdus*, além de ser um dos mais abundantes a se alimentar nos cachos do palmito-juçara, foi o gênero mais abundante registrado na base dos indivíduos. Para Silva et al. (2017), o gênero *Turdus* foi o mais registrado se alimentando dos frutos do palmito-juçara depositados na frente das armadilhas fotográficas, sendo *T. albicollis* a espécie que interagiu mais vezes com os frutos. No presente trabalho, das espécies de sabiá, *T. albicollis* foi a mais registrada pelas câmeras do solo e apresentou 19 registros a mais no período com frutos em relação ao período sem frutos (aumento de 55%).

Turdus flavipes (sabiá-úna), espécie conhecida por acompanhar a frutificação do palmito-juçara (CASTRO et al., 2012), foi registrada somente uma vez durante o período do estudo. Seu registro foi capturado por uma armadilha fotográfica instalada no solo, na altitude de 200 m em agosto de 2018, um mês antes da frutificação iniciar na unidade amostral.

Das espécies de mamíferos identificadas, nove são consideradas consumidoras e pertencem a oito famílias, a saber: Cervidae, Tayassuidae, Canidae, Mustelidae, Procyonidae, Didelphidae, Cuniculidae e Sciuridae. A família de mamíferos mais registrada foi Cricetidae, composta de pequenos roedores, com 19% do total de registros. A identificação dos indivíduos desta família não foi possível pela técnica de registros empregada, pois, além das espécies serem morfologicamente semelhantes (SILVEIRA; SBALQUEIRO; MONTEIRO-FILHO, 2013), todas foram registradas durante o período noturno, quando as imagens tendem a perder qualidade, apresentando tonalidades de cor cinza e muitas vezes borradas. Apesar da não possibilidade de identificação específica, a literatura cita registros de indivíduos

de diferentes espécies desta família que consomem os frutos do palmito-juçara (GALETTI et al., 2013; SILVA et al., 2017).

Além da dificuldade de identificação dos indivíduos da família Cricetidae, do total de 888 registros, não foi possível identificar a classe de 78 (8,7%), isso porque nestes casos só foram registradas silhuetas de indivíduos em deslocamento ou manchas durante a noite. Para 319 registros (35,9%) não foi possível chegar ao nível de gênero. A quantidade de registros noturnos, abrangendo aqueles dos pequenos roedores, a qualidade das imagens e a distância da câmera foram alguns dos fatores limitantes para a não identificação, fazendo com que estes indivíduos fossem denominados como não identificados, evitando-se assim erros que pudessem interferir nos resultados.

TABELA 17 – LISTA DE ESPÉCIES DA CLASSE MAMMALIA REGISTRADAS PELAS ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS NA BASE DOS INDIVÍDUOS

Classe	Ordem	Família	Nome científico	Status de ameaça			Fenofase		Total
				PR	BR	IUCN	Sem fruto	Com fruto	
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i> spp.**	-	-	-	1	3	4
			<i>Monodelphis iheringi</i>	-	NT	DD	0	4	4
			<i>Philander opossum</i>	-	LC	LC	0	3	3
			NI	-	-	-	11	5	16
			NI	-	-	-	1	0	1
	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	LC	LC	LC	1	2	3
	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama</i> spp.**	-	-	-	6	7	13
			<i>Pecari tajacu</i> *	VU	LC	LC	8	4	12
		Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i> *	CR	VU	VU	1	0	1
			NI	-	-	-	1	0	1
	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> *	LC	LC	LC	0	1	1
			Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	VU	LC	LC	7	2
		<i>Puma concolor</i>		VU	VU	LC	0	2	2
		<i>Puma yagouaroundi</i>		DD	VU	LC	0	1	1
		Mustelidae		<i>Eira barbara</i> *	LC	LC	LC	0	2
Procyonidae		<i>Nasua nasua</i> *	LC	LC	LC	4	0	4	
Rodentia		Cricetidae	NI	-	-	-	28	33	61
	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> *	EN	LC	LC	0	4	4	
	Sciuridae	<i>Guerlinguetus ingrami</i> *	LC	LC	LC	6	8	14	
	NI	NI	-	-	-	11	32	43	
NI	NI	NI	-	-	-	31	13	44	
NI	NI	NI	-	-	-	29	49	78	
Total						146	175	321	

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: *Consumidores dos frutos de acordo com a lista do APÊNDICE 2; **considerados consumidores com base no gênero; status de ameaça: VU – vulnerável; NT – quase ameaçada; LC – pouco preocupante, DD – insuficientemente conhecida

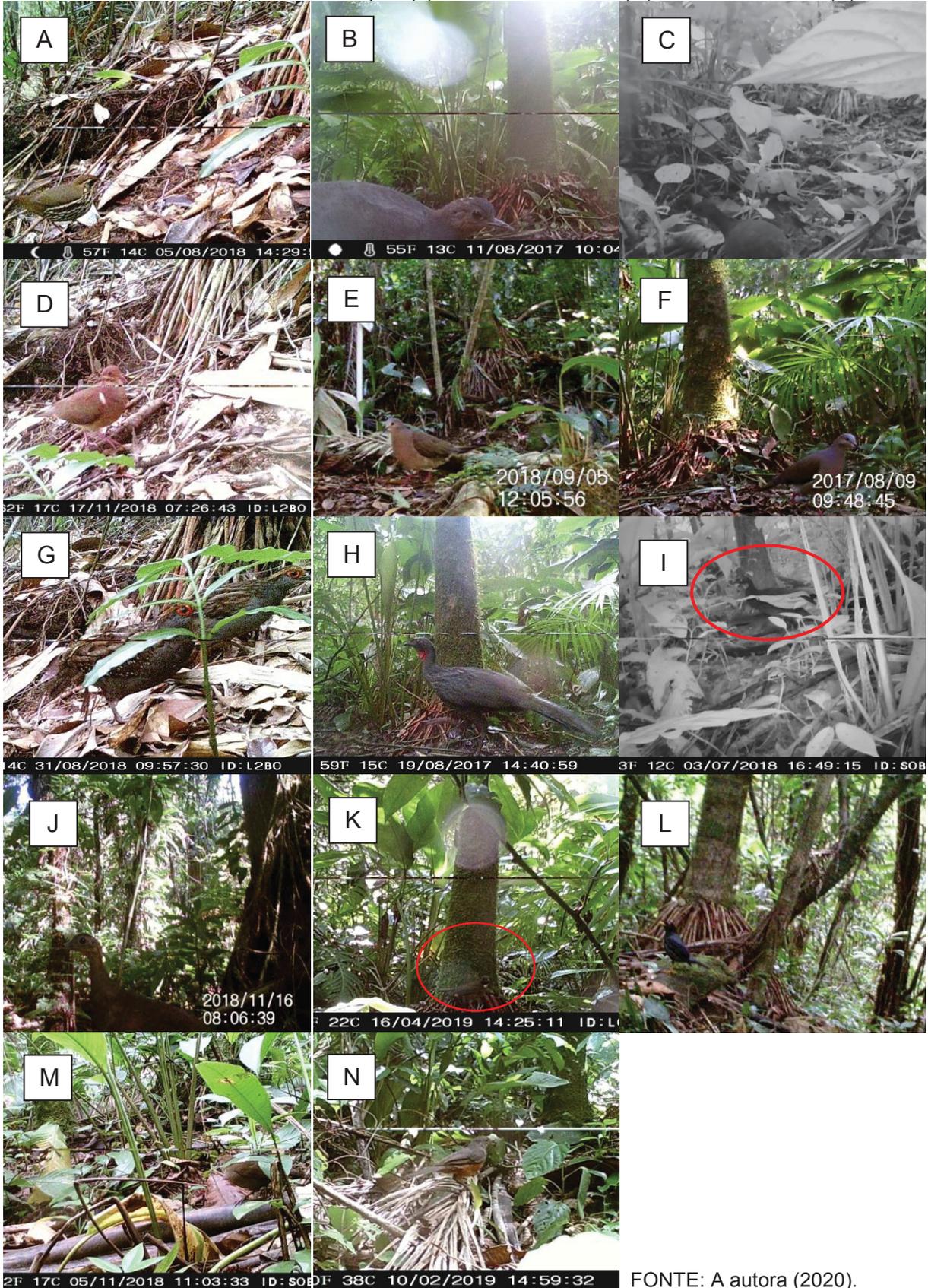
Exemplos de mamíferos e aves consumidores dos frutos de *E. edulis* estão apresentados nas figuras 25 e 26, respectivamente.

FIGURA 25 – EXEMPLOS DE ESPÉCIES DA MASTOFAUNA REGISTRADAS COM O AUXÍLIO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS: *Cuniculus paca* (A), *Eira barbara* (B), *Guerlinguetus ingrami* (C), *Mazama sp.* (D), *Nasua nasua* (E), *Pecari tajacu* (F)



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 26 – EXEMPLOS DE ESPÉCIES DA AVIFAUNA REGISTRADAS COM O AUXÍLIO DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS: *Chamaeza campanisona* (A), *Crypturellus noctivagus* (B), *Crypturellus tataupa* (C), *Geotrygon montana* (D), *Leptotila rufaxilla* (E), *Leptotila verreauxi* (F), *Odontophorus capueira* (G), *Penelope obscura* (H), *Penelope superciliaris* (I), *Tinamus solitarius* (J), *Turdus albicollis* (K), *Turdus flavipes* (L), *Turdus leucomelas* (M), *Turdus rufiventris* (N)



FONTE: A autora (2020).

Em relação às espécies ameaçadas de extinção, das espécies de aves identificadas, duas são consideradas quase ameaçadas (*Anabazenops fuscus* e *Myrmoderus squamosus*) e outras duas são consideradas em perigo (EN) no Paraná. São elas: *Crypturellus noctivagus* (jaó-do-sul) e *Tinamus solitarius* (macuco). Além de estarem ameaçadas no estado do Paraná, *C. noctivagus* e *T. solitarius* são quase ameaçadas em nível nacional e internacional. Das espécies de mamíferos, seis são ameaçadas em pelo menos uma das listas, sendo que *Tayassu pecari* (queixada) tem status de vulnerável na lista nacional e internacional e é uma espécie criticamente ameaçada no estado do Paraná. *Cuniculus paca* (paca) apesar de ter um status pouco preocupante (LC) em nível nacional e internacional, no estado do Paraná a espécie está em perigo (EN).

Considerando as duas classes de vertebrados, foram identificadas 26 espécies no período sem frutos e 40 no período com frutos. Isso resultou em um índice de diversidade de Shannon de 2,9 e 2,3 para os períodos com e sem frutos, respectivamente. O índice recíproco de diversidade de Simpson corroborou com o anterior, resultando em valores de 12,1 (com frutos) e 6,5 (sem frutos). Desta forma, o período com frutos apresentou uma maior diversidade de espécies, sendo algumas consumidoras dos frutos e outras não. Isso pode ser um indicativo que a frutificação de *E. edulis* influencia toda a cadeia alimentar florestal. O índice de similaridade de Sorensen foi de 0,34, indicando que a comunidade faunística presente no período com frutos e no período sem frutos não são similares.

Além de maior diversidade, a quantidade de registros também foi maior no período com frutos, principalmente de espécies como *Geotrygon montana* e *Turdus albicollis* e da família Cricetidae. No total, 567 registros de aves foram capturados, sendo 267 registros durante o período sem frutos e 300 durante o período com frutos. O mesmo resultado foi observado para a classe de mamíferos onde, do total de 321 registros, 146 foram no período sem frutos e 175 no período com frutos. É ressaltado que, como demonstrado na seção de metodologia, o tempo de utilização das armadilhas fotográficas foi menor no período com frutos. Desta forma, encontrou-se uma frequência de 0,41 registros/dia no período com frutos e 0,35 registros/dia no período sem frutos. Traduzindo a frequência em números absolutos, pode-se dizer que no período com frutos foi registrado um animal a cada 2 dias, enquanto no período sem frutos foi registrado um animal a cada 3 dias aproximadamente.

Dos 26 táxons identificados em nível de espécie ou até o nível de gênero, como consumidores ou dispersores dos frutos de *E. edulis*, 15 apresentaram um aumento de registros durante o período com frutos, sendo esses: *Geotrygon montana*, *Leptotila* spp., *Leptotila verreauxi*, *Penelope superciliaris*, *Turdus albicollis*, *Turdus leucomelas*, *Turdus rufiventris*, *Turdus* spp., *Crypturellus tataupa*, *Mazama* spp., *Cerdocyon thous*, *Eira barbara*, *Didelphis* spp., *Cuniculus paca* e *Guerlinguetus ingrami*. Jaó-do-sul (*Crypturellus noctivagus*) apresentou a mesma quantidade de registros nos períodos de fenofase com e sem frutos. Lopes (2014) observou que a abundância de aves frugívoras apresentou relação diretamente proporcional com a frutificação do palmito-juçara, o que certamente também ocorreu neste estudo no período com frutos. Sendo o palmito-juçara uma importante fonte alimentar, esta espécie pode auxiliar na sucessão de florestas e na recuperação de áreas alteradas e degradadas, atraindo consumidores de suas sementes que chegam de outros fragmentos com novas sementes (REIS et al., 2000).

6 CONCLUSÕES

A etapa de caracterização do ambiente permitiu a análise das relações entre a fenologia de *E. edulis* e o meio biótico e abiótico na Reserva Natural Salto Morato. Além disso, no levantamento florístico foram identificados 42 novos registros de espécies arbóreas para a área de estudo, que poderão ser utilizados quando da atualização do plano de manejo da reserva.

Os atributos químicos do solo foram similares para as quatro altitudes avaliadas, apresentando acidez elevada e teor de matéria orgânica médio no entorno dos indivíduos de *E. edulis*, e não tiveram influência na quantidade de inflorescências e infrutescências produzidos pelas matrizes.

Os testes aplicados para a comparação das séries temporais das variáveis meteorológicas, entre as altitudes e entre as orientações de encosta, mostraram que as séries diferem quanto à sua estrutura e, assim, não seriam geradas por um mesmo processo estocástico. No entanto, a utilização de outros testes de tendência, assim como uma análise de séries multivariada, pode ser interessante em trabalhos futuros.

Houve uma diminuição na temperatura média com o aumento da altitude, com um gradiente de $-0,40$ °C/100 m. A orientação de encosta leste apresentou uma temperatura média mais elevada e valores de umidade relativa do ar menores que na encosta sul.

A intensidade de floração e frutificação diminuiu com o aumento da altitude, o que demonstra que essa variável tem influência direta no comportamento dessas fenofases. Em relação à quantidade de cachos produzidos por matriz, quanto menor a cobertura de copa sobre o indivíduo e quanto menor a altitude das unidades amostrais, maior foi a quantidade de inflorescências e infrutescências emitidas, indicando a importância da luminosidade e temperatura tanto para a emissão dos cachos quanto para o desenvolvimento dos frutos.

As variáveis meteorológicas que apresentaram maiores correlações com a intensidade das fenofases de floração e frutos maduros foram fotoperíodo, temperatura máxima absoluta e umidade relativa do ar. No entanto, enquanto a intensidade de floração foi maior no período de fotoperíodo mais longo e temperatura máxima absoluta mais elevada (primavera e verão), a intensidade de frutos maduros foi maior no outono e inverno.

Penelope e *Turdus* foram os gêneros com maior quantidade de registros nos cachos do palmito-juçara e *Turdus albicollis* foi a única espécie observada se alimentando nos dois estratos. Isso demonstrou que para esse estudo, os referidos gêneros se apresentam como os principais consumidores e dispersores de frutos da espécie.

Nas armadilhas instaladas na base do palmito-juçara, o período com frutos apresentou registro de mais espécies, o que resultou em índices de diversidade maiores. No mesmo estrato, o período com frutos apresentou maior quantidade de registros, tanto de aves quanto de mamíferos. A similaridade entre os períodos com e sem frutos foi baixa, indicando que a frutificação do *E. edulis* tem influência na comunidade faunística de ambiente florestal.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711 – 728, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>.
- ALVES, M. A. S.; RITTER, P. D.; ANTONINI, R. D.; ALMEIDA, E. M. Two thrush species as dispersers of *Miconia prasina* (Sw.) DC. (Melastomataceae): an experimental approach. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 2, p. 397 – 401, 2008. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000200023>>.
- AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. **Revista Brasil. Bot.**, v. 29, n. 3, p. 353 – 362, 2006. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000300003>>.
- ANDERSON, S. H.; KELLY, D.; LADLEY, J. J.; MOLLOY, S.; TERRY, J. Cascading effects of bird functional extinction reduce pollination and plant density. **Science**, v. 331, p. 1068 – 1071, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1126/science.1199092>>.
- ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. 134 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETO, S. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361 – 368, 2013.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 14 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 350 p.
- BARNOSKY, A. D.; MATZKE, N.; TOMIYA, S.; WOGAN, G. O. U.; SWARTZ, B.; QUENTAL, T. B.; MARSHALL, C.; MCGUIRE, J. L.; LINDSEY, E. L.; MAGUIRE, K. C.; MERSEY, B.; FERRER, E. A. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? **Nature**, v. 471, p. 51 – 57, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1038/nature09678>>.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 512 p.
- BASSACO, M. V. M.; NOGUEIRA, A. C. Comportamento fenológico de *Sebastiania brasiliensis* em Floresta Ombrófila Mista Aluvial. **Biotemas**, v. 32, n. 2, p. 45 – 53, jun. 2019. DOI: <<https://doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n2p45>>.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4 ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 759 p.

BIANCHIN, J. E. **Dinâmica da serapilheira e atributos microbiológicos do solo em um gradiente altitudinal de floresta atlântica**. 168 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 256 p.

BLUM, C. T. **A Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, PR** - caracterização florística, fitossociológica e ambiental de um gradiente altitudinal. 195 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V. Espécies indicadoras em um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 873 – 875, 2007.

BLUM, C. T.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. Composição florística e distribuição altitudinal de epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Morretes, Paraná, Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 11, p. 141 – 159, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000400015>>.

BORGO, M.; TIEPOLO, G.; REGINATO, M.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CAPRETZ, R. L.; ZWIENER, V. P. Espécies arbóreas de um trecho de floresta atlântica no município de Antonina, Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 4, p. 819 – 832, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.5380/rf.v41i4.25346>>.

BOSA, D. M.; PACHECO, D; PASETTO, M. R.; SANTOS, R. Florística e estrutura do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Densa Montana em Santa Catarina, Brasil. **Árvore**, v. 39, n. 1, p. 49 – 58, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1590/0100-67622015000100005>>.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Seed size-number trade-off in *Euterpe edulis* in plant communities of the Atlantic Forest. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 3, p. 226 – 231, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0103-90162014000300007>>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Portaria n° 132, de 7 de dezembro de 1994. Reconhece oficialmente como Reserva Particular do Patrimônio Natural o imóvel denominado Fazenda Figueira. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 232, 8 dez. 1994.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n° 150, de 8 de maio de 2006. Cria o mosaico de unidades de conservação no litoral sul do Estado de São Paulo e no litoral do Paraná. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/mosaicos/portaria-lagamar.pdf>>.

BRITEZ, R. M.; PRESTES, M.; MACHADO, M. A. Mapeamento da vegetação do litoral do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 8., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba. 2015.

BRITO, E. S. *Henriettea* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB126276>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

BROCKWEEL, P. J.; DAVIS, R. A. **Introduction to time series and forecasting**. 3 ed. Springer, 2016. 428 p. DOI: <<https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2>>.

CALVI, G. P.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* Mart. em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira – RJ. **Rev. Univ. Rural**, v. 25, n. 1, p. 33 – 40, 2005.

CAMPOS, R. C.; STEINER, J.; ZILLIKENS, A. Bird and mammal frugivores of *Euterpe edulis* at Santa Catarina island monitored by camera traps. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 47, n. 2, p. 105 – 110, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1080/01650521.2012.678102>>.

CARRANO, E. **Composição e conservação da avifauna na Floresta Estadual do Palmito, município de Paranaguá, Paraná**. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1035 p.

_____. **Comunicado técnico 229: *Hyeronima alchorneoides***. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 10 p.

_____. **Lista de municípios com ocorrência natural de *Euterpe edulis* Mart.** Curitiba, 2020. Informação pessoal.

CARVALHO, C. S.; BALLESTEROS-MEJIA, L.; RIBEIRO, M. C.; CÔRTEZ, M. C.; SANTOS, A. S.; COLLEVATTI, R. G. Climatic stability and contemporary human impacts affect the genetic diversity and conservation status of a tropical palm in the Atlantic Forest of Brazil. **Conserv. Genet.**, v. 18, p. 467 – 478, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s10592-016-0921-7>>.

CARVALHO, C. S.; GALETTI, M.; COLEVATTI, R. G.; JORDANO, P. Defaunation leads to microevolutionary changes in a tropical palm. **Scientific Reports**, v. 6, n. 31957, p. 1 – 12, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1038/srep31957>>.

CASTILHO, C. L.; LONGONI, L.; SAMPAIO, J.; LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; BENEDUZI, A. The rhizosphere microbiome and growth-promoting rhizobacteria of the Brazilian juçara palm. **Rhizosphere**, v. 15, p. 1 – 7, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100233>>.

CASTRO, E. R. **Fenologia reprodutiva do palmito *Euterpe edulis* (Arecaceae) e sua influência na abundância de aves frugíveras na Floresta Atlântica**. 195 p.

Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

CASTRO, E. R.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil.

Australian Journal of Botany, v. 55, p. 725 – 735, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1071/BT07029>>.

CASTRO, E. R.; CÔRTEZ, M. C.; NAVARRO, L.; GALETTI, M.; MORELLATO, L. P. C. Temporal variation in the abundance of two species of thrushes in relation to fruiting phenology in the Atlantic rainforest. **Emu**, v. 112, p. 137 – 148, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1071/MU11023>>.

CEMBRANELI, F.; FISCH, S. T. V.; CARVALHO, C. M. Exploração sustentável da palmeira *Euterpe edulis* Mart. no bioma Mata Atlântica, Vale do Paraíba – SP. **Ceres**, v. 56, n. 3, p. 233 – 240, 2009.

CHAIMSOHN, F. P.; CHIQUETTO, N. C.; FLIZIKOWSKI, G. DURIGAN, M. E.; GOMES, E. P.; MACHADO, N. C.; MILLÉO, R. D. S.; TREITNY, M. R.; CUNHA, K. M.; JORGE, R. D. Produção de polpa de frutos de juçara (*Euterpe edulis* Mart.) no litoral do PR: projeto de pesquisa e desenvolvimento. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 974 – 976, 2009.

CHAPIN, F. S.; MATSON, P. A.; VITOUSEK, P. M. **Principals of terrestrial ecosystem ecology**. 2 ed. New York: Springer, 2011. 536 p.

CLELAND, E. E.; ALLEN, J. M.; CRIMMINS, T. M.; DUNNE, J. A.; PAU, S.; TRAVERS, S. E.; ZAVALA, E. S.; WOLKOVICH, E. M. Phenological tracking enables positive species responses to climate change. **Ecology**, v. 93, n. 8, p. 1765 – 1771, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1890/11-1912.1>>.

CLELAND, E. E.; CHUINE, I.; MENZEL, A.; MOONEY, H. A.; SCHWARTZ, M. D. Shifting plant phenology in response to global change. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 22, n. 7, p. 357 – 365, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.04.003>>.

COLONETTI, S.; CITADINI-ZANETTE, V.; MARTINS, R.; SANTOS, R.; ROCHA, E.; JARENKOW, J. A. Florística e estrutura fitossociológica em floresta ombrófila densa submontana na barragem do rio São Bento, Siderópolis, estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 4, p. 397 – 405, 2009. DOI: <<https://doi.org/10.4025/actascibiols.v31i4.3345>>.

CORRÊA, C. **Ecologia de sabiás (*Turdus* spp.) e sanhaços (*Thraupis* spp.) em área urbana com fragmentos florestais no campus da UNESP de Rio Claro**. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2010.

COSTA, F. M. **Comparação estatística de duas séries de material particulado (MP₁₀) na cidade de São Paulo**. 71 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

COSTA, E. A. D.; GONÇALVES, C.; MOREIRA, S. R.; CORBELLINI, L. M. Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a Mata Atlântica. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 60 – 66, 2008.

COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 128 p.

COWPERTWAIT, P. S. P.; METCALFE, A. V. **Introductory time series with R**. New York: Springer, 2009. 262 p. DOI: <<https://doi.org/10.1007/978-0-387-88698-5>>.

CRYER, J. D.; CHAN, K. S. **Time series analysis: with applications in R**. 2 ed. New York, London: Springer, 2008. 501 p.

DAL PAI, M. O. D.; NOWATZKI, A.; PAULA, E. V.; VALLADARES, G. Mapeamento digital de solos a partir de atributos topográficos para a Reserva Natural Salto Morato, Guaraqueçaba - PR. In: SINAGEO - SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 12., 2018, Crato - CE. **Anais...** Crato: UGB, 2018. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/9/9-341-1888.html>>. Acesso em: 16 maio 2019.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; BELCHIOR, C.; ALVES-SILVA, E. Ecologia comportamental: uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecol. Bras.**, v. 13, n. 1, p. 16 – 26, 2009.

FARMER, G. T.; COOK, J. **Climate change science: a modern synthesis**. Volume 1 – The physical climate. New York, London: Springer, 2013. 566 p. DOI: <<https://doi.org/10.1007/978-94-007-5757-8>>.

FAVRETO, R. **Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae)**. 143 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FERNANDES FILHO, E. I.; SÁ, M. M. F. Influência das variáveis do terreno na radiação solar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis – SC. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5751 – 5753.

FIGUEIRÓ, A. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 384 p.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba – SP). **Rev. Biociênc.**, v. 6, n. 2, p. 31 - 37, 2000.

FITCHETT, J. M.; GRAB, S. W.; THOMPSON, D. I. Plant phenology and climate change: progress in methodological approaches and application. **Progress in Physical Geography**, v. 39, n. 4, p. 460 – 482, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1177/0309133315578940>>.

FITTER, A. H.; FITTER, R. S. R. Rapid changes in flowering time in British plants. **Science**, v. 296, p. 1689 – 1691, 2002. DOI: <<https://doi.org/10.1126/science.1071617>>.

FORNAZZARI, I. M. **Avaliação dos estádios de maturação dos frutos da palmeira *Euterpe edulis* Martius**. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

FOURNIER, L. A. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, 1974.

FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45 – 48, 1975.

FRENNE, P.; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F.; COOMES, D. A.; BAETEN, L.; VERSTRAETEN, G.; VELLEND, M.; BERNHARDT-RÖMERMANN, M.; BROWN, C. D.; BRUNET, J.; CORNELIS, J.; DECOCQ, G. N.; DIERSCHKE, H.; ERIKSSON, O.; GILLIAM, F. S.; HÉDL, R.; HEINKEN, T.; HERMY, M.; HOMMEL, P.; JENKINS, M. A.; KELLY, D. L.; KIRBY, K. J.; MITCHELL, F. J. G.; NAAF, T.; NEWMAN, M.; PETERKEN, G.; PETRÍK, P.; SCHULTZ, J.; SONNIER, G.; VAN CALSTER, H.; WALLER, D. M.; WALTHER, G. R.; WHITE, P. S.; WOODS, K. D.; WULF, M.; GRAAE, B. J.; VERHEYEN, K. Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. **PNAS**, v. 110, n. 46, p. 18561 – 18565, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1311190110>>.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático do estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49 – 64, 2008.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, p. 80 – 92, 2016. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.39471>>.

FRITZSONS, E.; WREGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Altitude e temperatura: estudo do gradiente térmico no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, p. 108 – 119, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.5380/abclima.v16i0.39665>>.

FROTA, R. P. **Aplicação da metodologia Box e Jenkins para previsão da precipitação pluviométrica no estado de Rondônia**. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Estatística) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2018.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA (FGBPN). **Plano de manejo da Reserva Natural Salto Morato – Guaraqueçaba, PR – Vol. 1**. Curitiba, 2011a. 237 p.

_____. **Plano de manejo da Reserva Natural Salto Morato – Guaraqueçaba, PR – Vol. 2 – Anexos.** Curitiba, 2011b. 105 p.

_____. **Shapes de vegetação, trilhas e altitude.** Curitiba, 2014.

GALETTI, M.; ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 286 – 293, 1998. DOI: <<https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00294.x>>.

GALETTI, M.; FERNANDEZ, J. C. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: changes in industry structure and the illegal trade. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 294 – 301, 1998.

GALETTI, M.; GUEVARA, R.; CÔRTEZ, M. C.; FADINI, R.; VON MATTER, S.; LEITE, A. B.; LABECCA, F.; RIBEIRO, T.; CARVALHO, C. S.; COLLEVATTI, R. G.; PIRES, M. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, P. R.; BRANCALION, P. H.; RIBEIRO, M. C.; JORDANO, P. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, p. 1086 – 1090, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1126/science.1233774>>.

GARCIA, V. A.; BARBEDO, C. J. Estudo fenológico de *Bactris gasipaes* Kunth, *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman no Vale do Ribeira, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 1, p. 135 – 149, 2016. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-40/2015>>.

GARSKE, C. E. S.; ANDRADE, V. A. Observações e captura de *Leucopternis lacernulata* (Accipitridae) na Ilha da Marambaia, litoral sul do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ararajuba**, v. 12, n. 1, p. 1 – 2, 2004.

GATTI, G. A. **Composição florística, fenologia e estrutura da vegetação de uma área em restauração ambiental – Guaraqueçaba, PR.** 114 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

GOMES, C. M. **Interações entre aves e plantas:** frugivoria, amplitude de nicho e relações morfológicas em três diferentes ambientes. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais) – Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

GUBERT FILHO, F. A. O desflorestamento do Paraná em um século. In: SONDA, C.; TRAUZYNSKI, S. C. **Reforma agrária e meio ambiente:** teoria e prática no estado do Paraná. Curitiba: ITCG, 2010. 344 p.

GUEDES, M. L. S.; BATISTA, M. A.; RAMALHO, M.; FREITAS, H. M. B.; SILVA, E. M. Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In: FRANKE, C. R.; ROCHA, P. L. B.; KLEIN, W.; GOMES, S. L. (Org.) **Mata Atlântica e biodiversidade.** Salvador: Edfba, 2005. 461 p.

HAGGERTY, B. P.; MAZER, S. J. **The phenology handbook:** a guide to phenological monitoring for students, teachers, families and nature enthusiasts. Santa Barbara: University of California, 2008. 44 p.

HERRERA, C. M. Seed dispersal by vertebrates. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Blackwell Science, Oxford, 2002. p. 185 – 210.

HOFMANN, G. S.; HASENACK, H.; OLIVEIRA, L. F. B. Microclima e a estrutura de formações vegetais. In: HOFMANN, G. S.; HASENACK, H.; OLIVEIRA, L. F. B.; CORDEIRO, J. L. P. **Conhecendo o Pantanal 5: o clima na Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal**. Rio de Janeiro: SESC, Departamento Nacional, 2010. p. 11 – 59.

HOLDRIDGE, L. R. **Ecologia basada em zonas de vida**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2000. 216 p.

HOPP, R. J. Plant phenology observation networks. In: LIETH, H. **Phenology and seasonality modeling**. New York: Springer, 1974. p. 25 – 44.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201 – 228, 1982.

HUGGETT, R. J. **Fundamentals of biogeography**. 2 ed. London: Routledge, 2005. 456 p.

HUNTER JUNIOR, M. L.; GIBBS, J. P. **Fundamentals of conservation biology**. 3 ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 515 p.

ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Bot. Bras.**, v. 16, n. 4, p. 385 – 394, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: ICMBio, 2018. 492 p.

_____. **Plano de ação nacional para a conservação de Galliformes ameaçados de extinção: aracuãs, jacus, jacutingas, mutuns e urus**. Brasília: ICMBio, 2008. 88 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Topodata**: banco de dados geomorfométricos do Brasil. São José dos Campos: INPE, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN red list of threatened species**. Versão 2019-1. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

JESUS, E. F. R. Algumas reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. **GeoTextos**, v. 4, n. 1 e 2, p. 165 – 187, 2008.

JOLY, C. A.; HADDAD, C. F. B.; VERDADE, L. M.; OLIVEIRA, M. C.; BOLZANI, V. S.; BERLINCK, R. G. S. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, v. 89, p. 114 – 133, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i89p114-133>>.

KIMMINS, J. P. **Forest ecology**. New York: Macmillan Publishing, 1987. 531 p.

KÖRNER, C. The use of 'altitude' in ecological research. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 22, n. 11, p. 569 – 574, 2007.

KRAY, J. G. **Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo em uma floresta estacional de encosta no Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil**. 64 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LABANDEIRA, C. C. The history of associations between plants and animals. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Blackwell Science, Oxford, 2002. p. 26 - 76.

LAPS, R. R. **Frugivoria e dispersão de sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Martius, Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996. 84 p.

LAUTERJUNG, M. B.; MONTAGNA, T.; BERNARDI, A. P.; SILVA, J. Z.; COSTA, N. C. F.; STEINER, F.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Temporal changes in population genetics of six threatened Brazilian plant species in a fragmented landscape. **Forest Ecology and Management**, v. 435, p. 144 – 150, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.058>>.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C. **Arecaceae in Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15711>>. Acesso em: 25 mai. 2019.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: LIETH, H. **Phenology and seasonality modeling**. New York: Springer, 1974. p. 3 – 19.

LINGNER, D. V.; SCHORN, L. A.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; MEYER, L.; VIBRANS, A. V. Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina – Brasil: agrupamento e ordenação baseados em amostragem sistemática. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 933 – 946, 2015. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509820595>>.

LIMA, L. S. H.; FRANCO, E. T. H.; SCHUMACHER, M. V. Crescimento de mudas de *Euterpe edulis* Martius em resposta a diferentes doses de fósforo. **Ciência Florestal**,

Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 461 – 470, 2008. DOI:
<<http://dx.doi.org/10.5902/19805098430>>.

LOPES, B. J. **Influência do palmito *Euterpe edulis* na abundância de aves frugívoras em um gradiente altitudinal na Mata Atlântica.** 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2014.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP. Plantarum, 1992.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. de M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas.** Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2004.

LUDWIG, G.; AGUIAR, L. M.; ROCHA, V. J. Uma avaliação da dieta, da área de vida e das estimativas populacionais de *Cebus nigritus* (Goldfuss, 1809) em um fragmento florestal no norte do estado do Paraná. **Neotropical Primates**, v. 13, n. 3, p. 12 – 18, 2005. DOI: <<https://doi.org/10.1896/1413-4705.13.3.12>>.

LUZ, G. R.; MENINO, G. C. O.; MOTA, G. S.; NUNES, Y. R. F. Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em diferentes fitofisionomias no norte de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa, 2008.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 4 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 513 p.

MACEDO, J. H. P.; RITTERSHOFER, F. O.; DESSEWFFY, A. **A silvicultura e a indústria do palmito.** Porto Alegre: Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, 1978. 61 p.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica.** Curitiba: Editora UFPR, 2013. 261 p.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. p. 114 - 178.

MARCHIORI, N. M.; SILVA, J. G.; SANTOS, F. C.; DOMINGUES, L. M.; FREITAS, H. C.; ROCHA, H. R.; CAMARGO, P. B.; AIDAR, M. P. M. Effects of seasonal air temperatures and light on leaf traits at Atlantic Montane Forest, Brazilian Southeast. **Cerne**, v. 25, n. 3, p. 263 – 272, 2019. DOI:
<<http://dx.doi.org/10.1590/01047760201925032625>>.

MARQUES, R. Caracterização química da fertilidade do solo. In: LIMA, M. R.; SIRTOLI, A. E. **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo:** aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: UFPR, 2006.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas florestas de restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista**

Bras, Bot., v. 27, n. 4, p. 713 – 723, 2004. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000400011>>.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Org.) **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

MARTINO, T. **Trend analysis with the Cox-Stuart test in R**. Disponível em: <<http://statistic-on-air.blogspot.com/2009/08/trend-analysis-with-cox-stuart-test-in.html>>. 2009. Acesso em: 17 fev 2020.

MELLO, Y. R.; OLIVEIRA, F. A. Características climáticas da região da Serra do Mar do estado de Santa Catarina, Brasil. **R. Ra'e Ga**, v. 46, n. 2, p. 116 – 134, 2019. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5380/raegaelSSN:2177-2738>>.

MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21 – 27, 2008. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000300001>>.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MILANI, J. E. F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária/PR**. 102 p. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros**. Biodiversidade 34. Brasília: MMA, 2010. 408 p.

_____. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 dez. 2014.

_____. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação: Paraná**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

MITTERMEIER, R. A.; TURNER, W. R.; LARSEN, F. W.; BROOKS, T. M.; GASCON, C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Ed.) **Biodiversity Hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 3 – 22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1>.

MONTEIRO, C. P.; SOARES, R.; SILVA, M. A.; CALAIS JÚNIOR, A.; NUNES, L. C. Accipitriformes, Falconiformes e Strigiformes: aspectos importantes sobre os rapinantes brasileiros e a morfologia do seu trato digestório. In: TRIVILIN, L. O.; CARDOSO, L. D.; SILVA, M. A.; MENDONÇA, P. P. (Org.) **Tópicos especiais em ciência animal VII**. CAUFES, Alegre, 2018. p. 263 – 283.

- MONTEIRO, F. J. C. **Impactos ambientais causados pelos búfalos asselvajados nos campos inundáveis da Estação Ecológica de Maracá-Jipioca (costa atlântica do Amapá)**. 93 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2009.
- MORAES, M. C.; MENGARDA, L. H. G.; CANAL, G. B.; PEREIRA, P. M.; FERREIRA, A.; FERREIRA, M. F. S. Diversidade genética de matrizes e progênes de *Euterpe edulis* Mart. em área manejada e em populações naturais por marcadores microsatélites. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 2, p. 583 – 594, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.5902/1980509837647>>.
- MORELLATO, L. P. C.; ALBERTI, L. F.; HUDSON, I. L. Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. (Ed.) **Phenological research**. Springer Science, 2010. p. 339 – 359. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-3335-2_16>.
- MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M. G. G.; GRESSLER, E. A review of plant phenology in South and Central America. In: SCHWARTZ, M. D. (Ed.) **Phenology: an integrative environmental science**. 2 ed. Springer, New York, 2013. p. 91 – 113.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de series temporais**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2006. 564 p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853 – 858, 2000.
- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. G. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2019. 216 p.
- NORRIS, C.; HOBSON, P.; IBISCH, P. L. Microclimate and vegetation function as indicators of forest thermodynamic efficiency. **Journal of Applied Ecology**, p. 1 – 9, 2011. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02084>>.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2 ed. London: Methuen, 1987. 435 p.
- OLIVEIRA, D. E.; FERREIRA, C. C. M. Estimativa da distribuição do balanço de radiação global na bacia hidrográfica do Rio Paraibuna, MG/RJ, e suas correlações com atributos do meio físico. In: SEMANA DA GEOGRAFIA, SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 15., 2., 2013, Juiz de Fora – MG. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2013.
- OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A. S.; LIMA, D. F.; SILVA, M. B. R.; VIANNA, M. C.; SODRÉ, D. O.; SAMPAIO, P. D. Significado ecológico da orientação de encostas no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 523 – 541, 1995.
- ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). **Guide to meteorological instruments and methods of observation**. 2018 edition. Geneva: Chairperson, 2018. 716 p.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425 p.

ONSET COMPUTER CORPORATION. **HOBO® Pro v2 (U23-00x) Manual**. Disponível em: <www.onsetcomp.com>. Acesso em: 25 janeiro 2017. 2017a.

_____. **Temperature/RH Smart Sensor (S-THB-M00x) Manual**. Disponível em: <www.onsetcomp.com>. Acesso em: 25 janeiro 2017. 2017b.

PAJEWSKI, F. F.; TETTO, A. F.; BEHLING, A.; MILANI, J. H. F. M.; TRES, A. Efeito da altitude sobre as variáveis meteorológicas em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Submontana. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 2, p. 302 – 310, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5380/biofix.v3i2.61130>.

PAJEWSKI, F. F. **Fenologia de espécies lenhosas da Floresta Ombrófila Densa Submontana, Guaraqueçaba – PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. 105 p.

PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná. Decreto n° 11.797, de 22 de novembro de 2018. Reconhece e atualiza a lista de espécies de aves pertencentes à fauna silvestre ameaçada de extinção no Estado do Paraná. **Diário Oficial**, Curitiba, PR, n. 10.319, 22 nov. 2018.

_____. Decreto n° 7.264, de 01 de junho de 2010. Reconhece e atualiza lista de espécies de mamíferos pertencentes à fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Paraná. **Diário Oficial**, Curitiba, PR, n. 8.233, 01 jun. 2020.

PELLMYR, O. Pollination by animals. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Blackwell Science, Oxford, 2002. p. 157 - 184.

PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N.; MORAES, L. F. D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica Poços das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia Sér. Bot.**, v. 63, n. 2, p. 329 – 339, 2008.

PERILLO, L. N.; NEVES, F. S.; ANTONINI, Y.; MARTINS, R. P. Compositional changes in bee and wasp communities along Neotropical mountain altitudinal gradient. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1 – 14, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182054>.

PIMENTA, J. A. Relações hídricas. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2004. p. 1 – 39.

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 23, n. 4, p. 1096 – 1109, 2009.

PERES, M. K. **Estratégias de dispersão de sementes no bioma Cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas**. 353 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

PEZZOPANE, J. E. M.; RIBEIRO, A.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Balanço de radiação em uma floresta em função da declividade e orientação de encostas. In: CBMET - CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro - RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2000.

POLIDORO, G. F. B; LIMA, M. C. **Diagnóstico e análise ambiental do meio físico – Reserva Natural Salto Morato (2ª Etapa)**, 2002.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, V. M. F.; MENDES, E. T. B.; LIMA, T. M.; BRAZ, M. I. G.; PINTOR, A. M.; OLIVEIRA, P. G.; MATTOS, E. A. Differential phenological shifts in *Euterpe edulis* Mart. during an extremely dry year along an altitudinal gradient. **Oecologia Australis**, v. 24, n. 2, p. 389 – 405, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2402.11>>.

POSSETTE, R. F. S.; RODRIGUES, W. A. O gênero *Inga* Mill. (Leguminosae – Momosoideae) no estado do Paraná, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 24, n. 2, p. 354 – 368, 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000200006>>.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória: Incaper, 2013. 104 p.

PRICE, P. W. Species interactions and the evolution of biodiversity. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Blackwell Science, Oxford, 2002. p. 3 – 25.

RAMALHO, M.; BATISTA, M. A. Polinização na Mata Atlântica: perspectiva ecológica da fragmentação. In: FRANKE, C. T.; ROCHA, P. L. B.; KLEIN, W.; GOMES, S. L. (Org.) **Mata Atlântica e biodiversidade**. Editora da UFBA, Salvador, 2005. p. 93 – 141.

RAMOS, F. N.; SANTOS, F. A. M. Microclimate of atlantic forest fragments: regional and local scale heterogeneity. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 6, p. 935 – 944, 2006.

RAMOS, M. R.; UHLMANN, A.; CURCIO, G. R.; RESENDE, A. S.; CAGLIONI, E.; GONÇALVES, F. L. A. Atributos químicos de solos em diferentes pisos altitudinais na serra do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais...** Natal: 2015. p. 1 – 5.

REFLORA. **Registro RB01364547**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=4799419>>. Acesso em 14 jul. 2020.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 164 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

REIS, A. R. N.; BLUM, C. T.; MILANI, J. E. F. M; OLIVEIRA, J. D. Comportamento fenológico de *Drosera brevifolia* Pursh em ambiente de campo natural, Curitiba,

Paraná, Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 5, n. 3, p. 25 – 32, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.21726/abc.v5i3.517>>.

REIS, M. S.; FANTINI, A. C.; NODARI, R. O.; REIS, A.; GUERRA, M. P.; MANTOVANI, A. Management and conservation of natural populations in Atlantic rain forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 894 – 902, 2000.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. Form hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 16, p. 208 – 214, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>>.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**, v. 23, p. 288 – 294, 1993.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, n. 24, p. 75 - 92, 2002.

RODERJAN, C. V.; GRODZKI, L. Acompanhamento meteorológico em um ambiente de Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro Anhangava, município de Quatro Barras – PR. **Ciência & Ambiente**, v. 24, n. 1, p. 37 – 34, 1999.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: EMBRAPA, 2010. 30 p.

SANTOS, J.; VARASSIN, I. G.; MUSCHNER, V. C. Effects of neighborhood on pollination and seed dispersal of a threatened palm. **Acta Oecologica**, v. 92, p. 95 – 101, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.08.010>>.

SANTOS, R.; SILVA, R. C.; PACHECO, D.; MARTINS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de mata de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapeva, Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 36, n. 6, p. 1047 – 1059, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600006>>.

SCHMIDLIN, L. A. J.; ACCIOLY, A.; ACCIOLY, P.; KIRCHNER, F. F. Mapeamento e caracterização da vegetação da ilha de Superagui utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta**, Curitiba – PR, v. 35, n. 2, p. 303 – 315, 2005.

SCHWARTZ, M. D. Introduction. In: SCHWARTZ, M. D. (Ed.) **Phenology**: an integrative environmental science. 2 ed. Springer, New York, 2013. p. 1 – 5.

SILVA, A. R.; SILVEIRA, R. R.; AUMOND, A.; SILVEIRA, A. B.; CADEMARTORI, C. V. Frugivoria e dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae) por mamíferos e aves silvestres na Mata Atlântica do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zôociências**, v. 18, n. 3, p. 138 – 158, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.34019/2596-3325.2017.v18.24681>>.

SILVA, J. G.; PERELLÓ, L. F. C. Conservação de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul através de seu uso no paisagismo. **Revsbau**, v. 5, n. 4, p. 1 – 21, 2010. DOI: <<http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v5i4.66314>>.

SILVA, J. Z.; REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de frutos em *Euterpe edulis* (Martius). **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 298 – 309, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.5902/1980509831655>>.

SILVA, R. A. R.; MAZON, J. A.; WATZLAWICK, L. F. Distribuição espacial de táxons anemocóricos e zoocóricos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, p. 1 – 10, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.4336/2019.pfb.39e201801700>>.

SILVA, R. B. V.; FERREIRA, D. F.; SÁFADI, T. Modelos de séries temporais aplicados à série dos índices de preços ao consumidor na região de Lavras, MG, no período de 1992 a 1999. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 2, n. 2, p. 44 – 55, 2000.

SILVA, T. A. S. **Exploração de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae):** efeitos sobre a estrutura de comunidades vegetais. 120 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

SILVEIRA, C. S.; SILVA, V. V. Dinâmicas de regeneração, degeneração e desmatamento da vegetação provocadas por fatores climáticos e geomorfológicos: uma análise geocológica através de SIG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1025 – 1034, 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000600008>>.

SILVEIRA, F.; SBALQUEIRO, I. J.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Identificação das espécies brasileiras de Akodon (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) através da microestrutura dos pelos. **Biota Netrop.**, v. 13, n. 1, p. 339 – 345, 2013. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032013000100033>>.

SIMEPAR. **Base de dados meteorológicos da estação automática na Reserva Natural Salto Morato:** março 2017 - fevereiro 2020. Disponibilizado por: Fundação Boticário de Proteção à Natureza, 2020.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. **Flora do Brasil 2020.** Disponível em: <<https://collectory.sibbr.gov.br/collectory/public/show/dr66>>. Acesso em: 05 abril 2020.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais:** controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. 250 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. 215 p.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2017 – 2018. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2019. 35 p. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Atlas-mata-atlantica_17-18.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.

SOUZA, A. C.; PREVEDELLO, J. A. Geographic distribution of the threatened palm *Euterpe edulis* Mart. in the Atlantic forest: implications for conservation. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 3, p. 636 – 643, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2303.19>>.

SPARKS, T.; MENZEL, A. Plant phenology changes and climate change. In: LEVIN, S. A. (Ed.) **Encyclopedia of biodiversity**. 2 ed. Academic Press, Waltham, 2013. p. 103 – 108.

SPECIESLINK. **Registros de *Euterpe edulis* Mart. nos seguintes herbários**: ALCB, BHCB, BOTU, CEN, CEPEC, CGMS, CRI, ECT, ESA, ESAL, Fiocruz-CBPM, FUEL, FURB, HCF, HERBAM, HUCP, HUEFS, HUEM, HUFU, HUMC, HURB, HUSC, IAC, IAN, IPA, IRAI, JPB, MBM, MBML, MPUC, NY, SAMES, SPF, UEC, UESC, UFP, VIES. Disponível em: <<http://www.splink.org.br>>. Acesso em: 15 set. 2020.

STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 144 p.

STRAUBE, F. C.; DECONTO, L. R.; VALLEJOS, M. A. V. **Guia do observador de aves**: Reserva Natural Salto Morato. Curitiba: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza/ Hori Consultoria Ambiental, 2013. 155 p.

STRAUBE, F. C.; URBEN-FILHO, A. Avifauna da Reserva Natural Salto Morato (Guaraqueçaba, Paraná). **Atualidades Ornitológicas**, v. 124, p. 12 – 33, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Rev. Brasil. Bot.**, v. 23, n. 1, p. 13 – 26, 2000. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002>>.

TELINO-JÚNIOR, W. R.; DIAS, M. M.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M.; LYRA-NEVES, R. M.; LARRAZÁBAL, M. E. L. Estrutura trófica da avifauna na Reserva Estadual de Gurjaú, Zona da Mata Sul, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 962 – 973, 2005.

TORRES-SÁNCHEZ, H. ¿Qué rayos sabemos? **Rev. Acad. Colomb. Cienc.**, v. 34, n. 131, p. 193 – 208, 2010.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

TRAVESET, A.; HELENO, R.; NOGALES, M. The ecology of seed dispersal. In: GALLAGHER, R. S. (Ed.) **Seeds**: the ecology of regeneration in plant communities.

3 ed. CABI, Oxon, 2014. p. 62 – 93. DOI:
<<https://doi.org/10.1079/978117880641836.0062>>.

TRES, A.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; WENDLING, W. T.; SANTOS, G. H. Ecological life zones of Brazil. **Floresta**, v. 50, n. 3, p. 1575 – 1584, 2020. DOI:
<<https://doi.org/10.5380/rf.v50 i3. 64833>>.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; MORAIS, A. R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no Município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 7, n. 1, p. 41 – 53, 2001.

UNITED NATIONS. **The sustainable development goals report**. New York: UN, 2018. 40 p.

URBANETZ, C.; LEHN, C. R.; SALIS, S. M.; BUENO, M. L.; ALVES, F. M. Composição e distribuição de espécies arbóreas em gradiente altitudinal, Morraria do Urucum, Brasil. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 4, p. 859 – 877, 2012. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.10>>.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3/4, p. 49 – 63, 2008. DOI:
<<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v4i1i3.24052>>.

VIEIRA, F. A.; CARVALHO, D.; HIGUCHI, P.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M. Spatial pattern and fine-scale genetic structure indicating recent colonization of the palm *Euterpe edulis* in a Brazilian Atlantic Forest fragment. **Biochem Genet.**, v. 48, p. 96 – 103, 2010. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10528-009-9298-3>>.

VON ARX, G.; PANNATIER, E. G.; THIMONIER, A.; REBETEZ, M. Microclimate in forests with varying leaf area index and soil moisture: potential implications for seedling establishment in a changing climate. **Journal of Ecology**, v. 101, p. 1201 – 1213, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1111/1365-2745.12121>>.

WELTZIN, J. F. Phenology and ecosystem processes. **Ecology**, v. 91, n. 6, p. 1874 – 1875, 2010.

ZAMA, M. Y.; BOVOLENTA, Y. R.; CARVALHO, E. S.; RODRIGUES, D. R.; ARAUJO, C. G.; SORACE, M. A. F.; LUZ, D. G. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual Mata São Francisco, PR, Brasil. **Hoehnea**, v. 39, n. 3, p. 369 – 378, 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S2236-89062012000300002>>.

APÊNDICE 1 – FUNÇÕES NO SOFTWARE R PARA COMPARAÇÃO DE SÉRIES TEMPORAIS

```

# Iserindo os dados
dados=read.table("y1.txt",header=T)
names(dados)
[1] "A0" "A100"
attach(dados)

# Fazendo a diferença entre as séries
y1=A0-A100

# Teste de Cox-Stuart (MARTINO, 2009)
cox.stuart.test =
function (x)
{
method = "Cox-Stuart test for trend analysis"
leng = length(x)
apross = round(leng) %% 2
if (apross == 1) {
delete = (length(x)+1)/2
x = x[ -delete ]
}
half = length(x)/2
x1 = x[1:half]
x2 = x[(half+1):(length(x))]
difference = x1-x2
signs = sign(difference)
signcorr = signs[signs != 0]
pos = signs[signs>0]
neg = signs[signs<0]
if (length(pos) < length(neg)) {
prop = pbinom(length(pos), length(signcorr), 0.5)
names(prop) = "Increasing trend, p-value"
}
}

```

```

rval <- list(method = method, statistic = prop)
class(rval) = "htest"
return(rval)
}
else {
prop = pbinom(length(neg), length(signcorr), 0.5)
names(prop) = "Decreasing trend, p-value"
rval <- list(method = method, statistic = prop)
class(rval) = "htest"
return(rval)
}
}

```

```

cox.stuart.test(y1)
Cox-Stuart test for trend analysis
data:
Increasing trend, p-value = 3.7911e-15

```

```

# Teste de Fisher (COSTA, 2010; FROTA, 2018)
pgram=spectrum(y1, fast=FALSE, detrend=FALSE, log="no", plot=T,
Main="Periodograma da série")$spec
g.obs=max(pgram)/sum(pgram)
g.obs
[1] 0.229
n=length(pgram)
z=1-(0.01/n)^(1/(n-1))
z
[1] 0.02321008

```

```

# Box-test
Box.test (y1, lag = 1, type = "Ljung")
Box-Ljung test
data: y1
X-squared = 625.42, df = 1, p-value < 2.2e-16

```

APÊNDICE 2 – LISTA DA FAUNA DISPERSORA OU CONSUMIDORA DOS FRUTOS DE *Euterpe edulis* COM BASE EM REFERÊNCIAS OBTIDAS DA LITERATURA

Classe	Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Fonte	Ocorrem na RNSM
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus solitarius</i>	macuco	5; 6	*
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chitã	5; 8	*
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope supercilialis</i>	jacupemba	5; 6	
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	jacuaçu	1; 2d; 3; 5	*
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Aburria jacutinga</i>	jacutinga	1; 2d; 3; 5	*
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Crax blumenbachii</i>	mutum-de-bico-vermelho	5	
Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus capueira</i>	uru	6	*
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	saracura-três-potes	5	
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	pariri	5	*
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	surucua-grande-de-barriga-amarela	1; 3; 5; 6	*
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon surrucura</i>	sucurucá-variado	5	*
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon rufus</i>	surucua-de-barriga-amarela	5	*
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	juruva-verde	1; 5	*
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	tucanuçu	Observação pessoal	
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	tucano-de-bico-preto	1; 2b; 3; 4; 5; 6	*
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos dicolorus</i>	tucano-de-bico-verde	1; 2b; 3; 5	*
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Selenidera maculirostris</i>	araçari-poca	1; 3; 5; 6	*
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus bailloni</i>	araçari-banana	2b; 3; 5	*
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus aracari</i>	araçari-de-bico-branco	5	
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Celeus flavescens</i>	pica-pau-de-cabeça-amarela	1; 5; 6	*
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrrhura frontalis</i>	tiriba-de-testa-vermelha	1; 2a; 3; 5	*
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotoeris tirica</i>	periquito-rico	1; 2a; 3; 5	*
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus maximiliani</i>	maitaca-verde	5	*

Classe	Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Fonte	Ocorrem na RNSM
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona brasiliensis</i>	papagaio-de-cara-roxa	5	*
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Triclaria malachitacea</i>	sabiá-cica; loro-cica	3; 5	*
Aves	Passeriformes	Formicariidae	<i>Chamaeza campanisona</i>	tovaca-campainha	8	*
Aves	Passeriformes	Oxyruncidae	<i>Oxyruncus cristatus</i>	araponga-do-horto	5	*
Aves	Passeriformes	Tityridae	<i>Tityra cayana</i>	anambé-branco-de-rabo-preto	1; 5	*
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Carpornis cucullata</i>	corocoxó	1; 3; 5; 6	*
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Carpornis melanocephala</i>	sabiá-pimenta	3; 5	*
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Pyroderus scutatus</i>	pavó	1; 3; 5; 6	*
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus ater</i>	saudade	5	
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus lanioides</i>	tropeiro-da-serra	1; 3; 5	*
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	crícrió	5	
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Procnias nudicollis</i>	araponga	1; 3; 5; 6	*
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	5	*
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	1; 5	*
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	5	*
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax caeruleus</i>	gralha-azul	2a; 5; 6	*
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus flavipes</i>	sabiaúna	1; 2b; 4; 5; 6	*
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	5; 8	*
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	1; 2b; 5	*
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	5	*
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus subalaris</i>	sabiá-ferreiro	5; 8	
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	1; 2b; 4; 5; 6; 8	*
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	5	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus haemorrhous</i>	guaxe	5	*
Aves	Passeriformes	Mitrospingidae	<i>Orthogonyx chloricterus</i>	catirumbava	1; 5	*
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara seledon</i>	saira-sete-cores	5	*

Classe	Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Fonte	Ocorrem na RNSM
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara cyanocephala</i>	saíra-militar	5	*
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara sayaca</i>	sanhaço-cinzento	5; 6	
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara cyanoptera</i>	sanhaço-de-encontro-azul	5	
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	5; 6	
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara ornata</i>	sanhaço-de-encontro-amarelo	5	
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara cayana</i>	saíra-amarela	5	
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Trichothraupis melanops</i>	tiê-de-topete	5	*
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tachyphonus coronatus</i>	tiê-preto	5; 6	*
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	saí-azul	5	*
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro	5	*
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia violacea</i>	gaturamo-verdadeiro	5	*
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia pectoralis</i>	ferro-velho	5	*
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	5	*
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis aurita</i>	gambá-de-orelha-preta	5	*
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	tatu-galinha	8	*
Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	anta	5	*
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	veado-mateiro	5	*
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama bororo</i>	veado-mateiro-pequeno	5	
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama nana</i>	veado-mão-curta	5	
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	cateto	5	*
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	queixada	5	*
Mammalia	Primata	Cebidae	<i>Sapajus nigritus</i>	macaco-prego	7	*
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Cercocyon thous</i>	cachorro-do-mato	5	*
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	irara	5	*
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	quati	5	*
Mammalia	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	morcego	2c	*

Classe	Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Fonte	Ocorrem na RNSM
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon montensis</i>	rato-do-chão	5	
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Euryoryzomys russatus</i>	rato-do-arroz	5	
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Nectomys squamipes</i>	rato-d'água	5	*
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	rato-do-arroz	8	*
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Sooretamys angouya</i>	rato-do-mato	5; 8	
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Thaptomys nigrita</i>	rato-do-chão	5	
Mammalia	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	paca	2g; 5	*
Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia	5	*
Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta leporina</i>	cutia	5	
Mammalia	Rodentia	Echymidae	<i>Trinomys iheringi</i>	rato-de-espinho	5	
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Guerlinguetus ingrami</i>	serelepe	1; 2c; 5	*
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Salvator spp.</i>	lagartos	2f	*

FONTE: 1 - LAPS (1996); 2 - REIS (1995); 3 - GALETTI; ALEIXO (1998); 4 - SANTOS; VARASSIN; MUSCHNER (2018); 5 - GALETTI et al. (2013); 6 - CARRANO (2006); 7 - LUDWIG; AGUIAR; ROCHA (2005); 8 - SILVA et al. (2017).

LEGENDA: a) Derrubadores-despolpadores arborícolas, b) Regurgitadores-arborícolas, c) Mastigadores-arborícolas, d) Engolidores com digestão completa-arborícolas, e) Regurgitadores terrestres, f) Engolidores com digestão completa terrestre, g) Estocadores terrestres de semen