

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIVELTON MARCOS GURSKI

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, FENOLOGIA E GERMINAÇÃO DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

CURITIBA

2023

ELIVELTON MARCOS GURSKI

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, FENOLOGIA E GERMINAÇÃO DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Conservação da Natureza, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Christopher Thomas Blum

Coorientador: Dr. Santiago José Elias Velazco
Coorientador: Ms. Pablo Melo Hoffmann

CURITIBA

2023

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

Gurski, Elivelton Marcos

Distribuição geográfica, fenologia e germinação de *Mimosa strobiliflora* Burkart, espécie criticamente ameaçada de extinção / Elivelton Marcos Gurski. – Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Prof. Dr. Christopher Thomas Blum

Coorientadores: Dr. Santiago José Elias Velazco

Me. Pablo Melo Hoffmann

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 30/03/2023.

1. Fenologia. 2. *Mimosa strobiliflora*. 3. Plantas em extinção.
4. Germinação. 5. Mata Atlântica. I. Blum, Christopher Thomas.
II. Velazco, Santiago José Elias. III. Hoffmann, Pablo Melo.
IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.181.8

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



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 ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ELIVELTON MARCOS GURSKI** intitulada: **Distribuição geográfica, fenologia e germinação de *Mimosa strobiliflora* Burkart, espécie criticamente ameaçada de extinção**, sob orientação do Prof. Dr. CHRISTOPHER THOMAS BLUM, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre 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, 30 de Março de 2023.

Assinatura Eletrônica

31/03/2023 09:29:38.0

CHRISTOPHER THOMAS BLUM

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

02/04/2023 11:27:07.0

NELSON LUIZ COSMO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

04/04/2023 08:18:37.0

JAÇANAN ELOISA DE FREITAS MILANI

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO)

Avenida Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4212 - E-mail: pgfloresta@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 270966

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 270966

AGRADECIMENTOS

Agradeço por todos os obstáculos que Deus coloca em meu caminho, pois quando chego ao topo da montanha, reconheço na paisagem o que ele queria me ensinar. À Universidade Federal do Paraná (UFPR), ao professor Dr. Christopher Thomas Blum e aos meus coorientadores Dr. Santiago José Elias Velazco e Ms. Pablo Melo Hoffmann, pela orientação, apoio, confiança, empenho dedicado à elaboração, revisão da redação, suporte no pouco tempo que dispunham e pelas suas correções e incentivos.

Agradeço a todos os professores por me proporcionarem o conhecimento, não apenas racional, mas aquele relacionado à manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender, dedico aos quais sem nominar, terão os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a minha mãe Tereza, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço e ao meu pai José, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu, e que sempre foi muito importante, agradeço também por todo o amor, incentivo e apoio incondicional. Agradeço por sempre estarem presentes e me apoiarem no desenvolvimento da minha dissertação, sem eles com certeza a tarefa teria sido muito mais árdua. Agradeço minha irmã Patricia, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fez entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Meus agradecimentos a todos os amigos que de alguma forma contribuíram, mas principalmente ao Pablo, que além de meu coorientador, é meu companheiro de trabalho e irmão na amizade, na vida e que faz parte de toda a minha formação acadêmica e que vai continuar presente em minha vida com certeza.

Agradeço também ao grande André Sampaio por toda a paciência e ajuda em minha dissertação quando eu não sabia o caminho. A todos os meus companheiros de trabalho e a Sociedade Chauá, meus sinceros agradecimentos pela ajuda nas coletas de dados em campo e pelo apoio, desempenhando um papel significativo no meu crescimento, devendo ser recompensados com minha eterna gratidão, por sua compreensão durante os tempos de ausência ao longo do período da dissertação.

Sou grato a minha noiva Roberta que nunca me recusou amor, apoio e incentivo. Obrigado por compartilhar os inúmeros momentos de dificuldade e irritação, ansiedade e estresse. Obrigado por seus cafés e por ouvir meus lamentos. Obrigado por sua gentileza e compreensão mesmo com minha ausência em diferentes momentos. Sem você ao meu lado o trabalho não seria concluído.

Todos os que citei e os que porventura esqueci, saibam que sempre estiveram presentes com palavras de encorajamento e força. Vocês também fazem parte da minha jornada durante este tempo de minha vida, quero agradecer pelo apoio, força, amor e assistência inabaláveis, pelos conselhos úteis, bem como palavras motivacionais e puxões de orelha. As risadas que compartilhei durante esse momento. Obrigado por tudo.

Esta dissertação também é de vocês! Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, para todos vocês, o meu muito obrigado.

"Eu gosto do impossível, tenho medo do provável, dou risada do ridículo e choro porque tenho vontade, mas nem sempre tenho motivo. Tenho um sorriso confiante que às vezes não demonstra o tanto de insegurança por trás dele. Sou inconstante e talvez imprevisível. Eu amo de verdade aqueles pra quem eu digo isso, e me irrita de forma inexplicável quando não botam fé nas minhas palavras."

(BOB MARLEY)

RESUMO

O Bioma Mata Atlântica é atualmente o mais ameaçado do país, e neste estão inseridos os ecossistemas Floresta com Araucária e Campos Nativos, cuja área de transição especificamente na região do município da Lapa - PR abriga a espécie endêmica *Mimosa strobiliflora*. A degradação do local devido à invasão de *Pinus*, a lacuna de informações sobre sua autoecologia e a falta de ações de conservação, potencializam seu risco de extinção. A única população de *M. strobiliflora* conhecida até o início desta pesquisa era de ~200 indivíduos, levando ao seu enquadramento como "Criticamente Ameaçada". Com o estudo buscou-se responder questões referentes à distribuição geográfica, comportamento fenológico e germinação da espécie, visando contribuir para sua conservação. Sobre a distribuição geográfica buscou-se verificar se a espécie possui outras populações, distribuição mais ampla do que a atualmente conhecida e preferência pela proximidade com o rio Iguaçu. A metodologia foi aplicada em um raio de 7 km no entorno da população conhecida, em um buffer de 200 m para cada margem do rio Iguaçu, onde foi realizada classificação de uso do solo, seguida da análise por inspeção visual dos polígonos de interesse, utilizando um sistema para a classificação e priorização dos pontos a serem verificados *in loco* e, por fim foi feita a análise dos dados e verificação de acurácia do método. Os resultados representam um exemplo prático e aplicável de metodologia que combina sensoriamento remoto com análise visual, para busca de espécies extremamente raras. Foram encontradas duas novas populações da espécie em condições ambientais distintas daquelas da população inicialmente conhecida. A metodologia também permitiu estabelecer indicações dos melhores fragmentos remanescentes para futuros plantios de reintrodução. O estudo de fenologia teve como objetivo descrever o comportamento fenológico da espécie, avaliar sua sincronia e averiguar se os eventos fenológicos se correlacionam com a sazonalidade climatológica. A pesquisa foi conduzida com verificações mensais na primeira população conhecida, município de Lapa, PR. Observou-se um aumento representativo das folhas senescentes logo após o mês de junho, assim como a redução do vigor de brotação, retomada somente em setembro. O surgimento dos botões florais ocorreu no outono e inverno, entre os meses de março e setembro e os frutos imaturos surgiram no mês de julho, se estendendo até novembro. A espécie apresentou sincronia entre indivíduos na apresentação das fenofases. Não foi constatada correlação entre as variáveis meteorológicas e a maior parte das fenofases avaliadas, destacando-se como exceção os frutos novos, que se correlacionaram positivamente com as temperaturas mínimas, média e máxima, e com o fotoperíodo. Na abordagem sobre germinação buscou-se verificar a influência da superação de dormência, de variações na temperatura e luminosidade, assim como de tempos de armazenamento na germinação de suas sementes. Foram realizadas análise física, bem como testes de germinação condicionados a diferentes tratamentos, com disposição das sementes sobre substrato papel *Germitest* acondicionados em caixas plásticas *gerbox* transparentes dispostas em câmaras de germinação do tipo BOD. *M. strobiliflora* tem uma taxa de germinação rápida e alta, desde que superada a dormência com imersão em água a 80°C. A melhor temperatura para germinação foi 25°C e não foi identificada influência do fotoperíodo na germinação. A viabilidade das sementes se manteve após 1,5 ano de armazenamento em geladeira.

Palavras-chave: Autoecologia. Planta endêmica. Transição Campo-Floresta.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is currently the most threatened Biome in Brazil, and this includes the Araucaria Forest and Native Grasslands ecosystems, whose transition area specifically in the region of the municipality of Lapa - PR is home to the endemic species *Mimosa strobiliflora*. The degradation of the site due to the invasion of *Pinus*, the gap in information about its auto ecology and the lack of conservation actions all increase its risk of extinction. The only known population of *M. strobiliflora* until the beginning of this research had ~200 individuals, leading to its classification as "Critically Endangered". The aim of this study was to answer questions regarding the geographic distribution, phenological behaviour and germination specificities of the species, targeting to contribute to its conservation. For the geographical distribution study, we aimed to verify whether the species has a wider distribution, preference for proximity to the Iguaçu River and find other populations additionally to the currently known. The method was applied using an area of 7 km around the known population, more specifically using as a limit a buffer of 200 m for each bank of the Iguaçu River, where a land cover classification was carried out, followed by an analysis by visual inspection of the polygons of interest, using a system for classifying and prioritizing the points to be checked *in loco*, and finally carried out analysis of the data and verification of the method's accuracy. The results represent a practical and applicable example of methodology, using remote sensing combined with visual analysis, to search for extremely rare plant species. Two new populations of the species were found, and variances in environmental conditions were observed among them and the previously known population. The method also provided suggestions of the best remaining fragments for future reintroduction plantings. The phenology study aimed to describe the species phenological behaviour, evaluate its synchrony and find out if those events are correlated with the climate seasonality. The survey was conducted at the first known population site in a monthly data collection basis. The observed results show representative increase in senescent leaves and reduction in budding shortly after June, restarted only in September. The appearance of flower buds occurred in autumn and winter, from March to September, and the immature fruits appeared from July to November. The species showed synchrony on the phenological activity, and no correlation was found between the meteorological variables and most of the phenophases evaluated, with an exception for young fruits, which correlated positively with the minimum, average and maximum temperatures, and with the photoperiod. In the approach concerning germination, we sought to verify the influence of dormancy breaking, variations in temperature and luminosity, as well as storage times on the germination of their seeds. Physical analysis was carried out, as well as germination tests conditioned to different treatments, with the seeds placed on *Germitest* paper in transparent plastic gerboxes stored in BOD germination chambers. *M. strobiliflora* has a fast and high germination rate, as long as dormancy was broken by immersion in water at 80°C. The best temperature for germination was 25°C and no influence of photoperiod on germination was identified. Seed viability was maintained after 1.5 years of storage in a domestic refrigerator.

Keywords: Autoecology. Endemic plant. Grassland-Forest Transition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ÁREA DE ESTUDO NO MUNICÍPIO DE PORTO AMAZONAS e LAPA, PR.	12
FIGURA 2: ÁREA DE BUSCA DE NOVAS POPULAÇÕES DE <i>M. strobiliflora</i>	15
FIGURA 3: POLÍGONOS PROPÍCIOS PARA <i>M. strobiliflora</i> GERADOS PELA CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM DE SATÉLITE.	22
FIGURA 4: POLÍGONOS VALIDADOS PARA VISITA IN LOCO NA ÁREA DE BUSCA por <i>M. strobiliflora</i> E NÍVEIS DE PRIORIDADE.....	23
FIGURA 5: LOCALIDADES JÁ CONHECIDAS COM A PRESENÇA DE <i>M. strobiliflora</i> ESPÉCIE, NOVAS POPULAÇÕES E INDICAÇÕES DE ÁREAS PARA FUTUROS PLANTIOS DE REINTRODUÇÃO.	26
FIGURA 6: LOCALIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE <i>M. strobiliflora</i> , LAPA-PR, NAS MARGENS DO RIO IGUAÇU EM ÁREA ANTROPIZADA.	41
FIGURA 7: FASES DA FENOLOGIA VEGETATIVA.....	43
FIGURA 8: FASES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA.	44
FIGURA 9: TEMPERATURAS MENSAS E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA REGISTRADAS AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO (JANEIRO 2020 – JANEIRO 2022) ESTAÇÃO LAPA.....	45
FIGURA 10: FOTOPERÍODO AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO EM LAPA-PR.....	45
FIGURA 11: INTENSIDADE DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE <i>M. strobiliflora</i> NA LAPA, PARANÁ	48
FIGURA 12: REPRESENTAÇÃO ESTATÍSTICA EM GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE <i>M. strobiliflora</i> , CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, NA LAPA, PARANÁ.....	49
FIGURA 13: GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE BOTÃO FLORAL E FLORAÇÃO INICIANDO, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO DE <i>M. strobiliflora</i> , NA LAPA, PARANÁ.	50
FIGURA 14: GRÁFICOS DE INTENSIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE BOTÃO FLORAL E FLORAÇÃO INICIANDO DE <i>M. strobiliflora</i> , NA LAPA, PARANÁ.....	51

FIGURA 15: GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE FLORAÇÃO TERMINANDO E FRUTOS NOVOS DE <i>M. strobiliflora</i> , CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, NA LAPA, PARANÁ.....	52
FIGURA 16: GRÁFICOS DE INTENSIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DA FLORAÇÃO TERMINANDO E FRUTOS NOVOS DE <i>M. strobiliflora</i> , NA LAPA, PARANÁ.	52
FIGURA 17: GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE FRUTOS MADUROS E FRUTOS SENESCENTES DE <i>M. strobiliflora</i> , CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, NA LAPA, PARANÁ.....	53
FIGURA 18: GRÁFICOS DE INTENSIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE FRUTOS MADUROS E FRUTOS SENESCENTES DE <i>M. strobiliflora</i> , NA LAPA, PARANÁ.	54
FIGURA 19: PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES DE <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA.	72
FIGURA 20: MÉDIA DA PORCENTAGEM ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de <i>M. strobiliflora</i> EM QUATRO TEMPERATURAS SEM QUEBRA DE DORMÊNCIA.	73
FIGURA 21: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO TEMPERATURAS COM QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.	74
FIGURA 22: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A DOIS TRATAMENTOS DE FOTOPERÍODO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.....	75
FIGURA 23: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CRITÉRIOS E CLASSES ANALISADOS NA INSPEÇÃO VISUAL DAS IMAGENS DE SATÉLITE DO GOOGLE EARTH E SUA PONTUAÇÃO CORRESPONDENTE.....	18
TABELA 2: RESULTADOS DA ANÁLISE DE PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS (LOCAIS SELECIONADOS).	23
TABELA 3: QUALIFICAÇÃO DA ANÁLISE DE PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS para busca de <i>M. strobiliflora</i>	24
TABELA 4: LOCALIDADES COM A PRESENÇA DA ESPÉCIE <i>M. strobiliflora</i> , QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS E QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA ANALISADA PELO MÉTODO.	24
TABELA 5: LOCALIDADES DA ÁREA DE BUSCA INDICADAS COMO AS MELHORES PARA FUTUROS PLANTIOS DE REINTRODUÇÃO DE <i>M. strobiliflora</i> , ORDENADAS HIERARQUICAMENTE.	25
TABELA 6: ACURÁCIA DA METODOLOGIA PARA ASPECTOS DE PERTURBAÇÃO ECOLÓGICA VERIFICADOS NAS LOCALIDADES DA ÁREA DE BUSCA DE <i>M. strobiliflora</i>	26
TABELA 7: RESULTADOS DOS TESTES DE WATSON-WILLIAMS ENTRE AS FASES FENOLÓGICAS DE <i>M. strobiliflora</i> , LAPA, PARANÁ.....	47
TABELA 8: RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE <i>M. strobiliflora</i> NA LAPA, PR, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO.	48
TABELA 9: RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE <i>M. strobiliflora</i> NA LAPA, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO.	50
TABELA 10: COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAIS, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, FOTOPERÍODO E A PRESENÇA E AUSÊNCIA DAS FASES FENOLÓGICAS REPRODUTIVAS DE <i>M. strobiliflora</i> , NA LAPA, PR.....	54
TABELA 11: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA.....	71

TABELA 12: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO TEMPERATURAS SEM QUEBRA DE DORMÊNCIA. ...	73
TABELA 13: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO TEMPERATURAS COM QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.....	74
TABELA 14: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A DOIS TRATAMENTOS DE FOTOPERÍODO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.	75
TABELA 15: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE <i>M. strobiliflora</i> SUBMETIDAS A QUATRO PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.	76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS.....	5
1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE <i>Mimosa strobiliflora</i> BURKART, ESPÉCIE ENDÊMICA E CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO.....	8
RESUMO.....	8
1.1 INTRODUÇÃO	9
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	12
1.2.1 Classificação de uso do solo	13
1.2.2 Análise para priorização logística.....	14
1.2.3 Análise <i>in loco</i>	19
1.2.4 Verificação da acurácia do método	20
1.3 RESULTADOS	22
1.4 DISCUSSÕES.....	28
1.5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS.....	31
2 COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE <i>Mimosa strobiliflora</i> BURKART, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO	38
RESUMO.....	38
2.1 INTRODUÇÃO	39
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	41
2.2.1 Coleta de dados fenológicos	42
2.2.2 Dados meteorológicos.....	45
2.2.3 Fotoperíodo	46
2.2.4 Análises estatísticas	46
2.3 RESULTADOS	47
2.3.1 Comparação entre padrões fenológicos nos dois anos de monitoramento	47
2.3.2 Fenologia vegetativa	47
2.3.3 Fenologia reprodutiva.....	50
2.4 DISCUSSÕES.....	55
2.4.1 Fenologia vegetativa	55
2.4.2 Fenologia reprodutiva.....	56
2.5 CONCLUSÕES	58

REFERÊNCIAS.....	59
3 GERMINAÇÃO DE <i>Mimosa strobiliflora</i> BURKART, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO	65
RESUMO.....	65
3.1 INTRODUÇÃO	66
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	68
3.2.1 Coleta e beneficiamento de infrutescências	68
3.2.2 Análises físicas das sementes	68
3.2.3 Testes de germinação	69
3.2.4 Análises estatísticas	70
3.3 RESULTADOS	71
3.3.1 Análises físicas das sementes	71
3.3.2 Efeito da quebra de dormência na germinação de sementes	71
3.3.3 Efeito da temperatura na germinação sem quebra de dormência	72
3.3.4 Efeito da temperatura na germinação com quebra de dormência	74
3.3.5 Efeito da luminosidade na germinação com quebra de dormência	75
3.3.6 Efeito do armazenamento na germinação de sementes	75
3.4 DISCUSSÕES.....	77
3.5 CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS.....	81
4 CONCLUSÃO GERAL.....	86
REFERÊNCIAS GERAIS	87

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado o país com a maior diversidade biológica do mundo, com pelo menos 46.097 espécies de plantas identificadas, das quais 43% são exclusivas do território nacional, sendo o bioma Mata Atlântica o que contém a maior riqueza (COSTA; PERALTA, 2015; MAIA *et al.*, 2015). No entanto, esta formidável biodiversidade está em risco, o que é evidenciado pelo fato de que 3.209 espécies já foram enquadradas como em risco de extinção conforme a lista nacional de espécies ameaçadas (MMA, 2022). Em geral, entende-se que a quantidade da perda ou degradação do habitat somada a critérios quantitativos sobre a população de uma espécie são a base para a classificação do seu status de ameaça (MARTINELLI; MORAES, 2013). O bioma Mata Atlântica contém as maiores áreas de Floresta Tropical das Américas, além de abranger outras fisionomias relevantes como os campos naturais dos planaltos do sul do Brasil, originalmente cobrindo cerca de 150 milhões de hectares, nas mais diversas e heterogêneas condições ambientais (MMA, 2020). As características geográficas, combinadas ao amplo gradiente de altitude, favoreceram a alta diversidade e endemismo, incluindo mais de 20.000 espécies de plantas (RIBEIRO *et al.* 2009).

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), é uma das tipologias florestais do bioma Mata Atlântica mais ameaçadas, possuindo apenas 0,8% de remanescentes primários, situação ainda mais alarmante para as áreas de campos naturais que perfazem hoje 0,3% dos remanescentes naturais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2017), o que torna ambas as tipologias as mais ameaçadas do país (CASTELLA; BRITZ, 2004), as quais vem sofrendo destruição progressiva por meio de incêndios, desmatamento e conversão de campo nativo e florestas em áreas voltada a agropecuária (KOCH; CORREA, 2002).

Para as plantas endêmicas brasileiras, a perda de habitat é o fator predominante no agravamento do risco de extinção (SOUZA-SILVA, 2014). Dentre as espécies ameaçadas de extinção no Brasil, destaca-se a família Fabaceae com 231 *taxa* enquadrados sob algum nível de risco de extinção, e notadamente o gênero *Mimosa* com 44 espécies ameaçadas (MMA, 2022). No Brasil foram descritos 212 gêneros nativos e 2.732 espécies de Fabaceae, sendo a terceira maior família de angiospermas e a mais rica na maioria nos ecossistemas brasileiros (CÓRDULA *et al.*, 2014). De forma análoga, o gênero *Mimosa* é o quinto maior dentro da família, com 480 espécies registradas (STEVENS, 2006). Espécies de *Mimosa* tem uma grande diversidade de usos, podendo ser empregadas como ornamentais, forrageiras,

produtoras de madeira, extração de alguns compostos químicos, cercas-vivas e medicinais (CARMONA *et al.*, 2001).

A espécie *Mimosa strobiliflora* Burkart, é um arbusto de até 3 metros de altura, com folhas untuosas ao tato e inflorescências de cor lilás-rosada (BIONDI; LEAL, 2008). A sua primeira coleta botânica foi realizada em 1914, reportada para Porto Amazonas-PR, mas na realidade dentro dos limites do município da Lapa-PR, sendo coletada novamente em 2001 no mesmo local (MISSOURI, 2007). O reduzido número de registros de coletas e sua pequena área de ocupação, de aproximadamente 4 km², indicam que a espécie pode ser micro endêmica da região (CNCFLORA, 2022). A espécie tem ocorrência limitada às proximidades das margens do rio Iguaçu, localizada em bordas de Floresta Ombrófila Mista em transição com campos naturais (Estepe Gramíneo-lenhosa) (CNCFLORA, 2022). A área de ocorrência natural da espécie está sujeita a três situações de ameaça, expansão da urbanização, onde atualmente está acontecendo a implementação de uma micro hidrelétrica (IPARDES, 2013; MMA, 2022), prática de extração de areia nas margens do rio Iguaçu (BUCH, 2007), e vulnerabilidade à invasão por *Pinus* sp., uma vez que nos arredores existem povoamentos comerciais de *Pinus* sp. (CARVALHO *et al.*, 2015; AMBIENTE BRASIL, 2019).

Pouco se conhece sobre a autoecologia de *M. strobiliflora* (BIONDI; LEAL, 2008; CNCFLORA; 2022), até onde se sabe, ocorre em uma área muito restrita, onde foram realizados até o momento apenas seis registros de coleta botânicas no ambiente natural (SPECIESLINK, 2023). A espécie foi avaliada como "Criticamente Ameaçada-CR" (MMA, 2022). Um possível fator para sua situação de reduzida população pode ser a baixa germinação das sementes em ambientes naturais, enquanto que a alteração antrópica pode ser apontada como fator principal que resulta na frágil condição de conservação da espécie (BIONDI; LEAL, 2008). Algumas espécies são muito vulneráveis à extinção, principalmente aquelas localizadas em sítios muito específicos, consideradas como endêmicas, e sua perda é iminente na ausência de ações para protegê-las (RICKETTS *et al.*, 2005).

A perda de habitat é o fator predominante no aumento do risco de extinção de espécies fanerógamas de distribuição restrita (SILVA *et al.* 2019). De acordo com o cenário de uso da terra, o número de espécies micro endêmicas ameaçadas por perda de habitats só irá aumentar (SILVA *et al.* 2019). De forma geral as causas do endemismo podem ser ambientais ou biológicas, como exemplos temos barreiras para dispersão, condições de solo únicas e clima, entre outros fatores. Já as condições biológicas podem incluir reduzida produção de frutos ou sementes, assim como

possibilidades de polinização limitadas (HOBOHM *et al.* 2013). Neste contexto é recomendado, para espécies endêmicas que ocorrem em áreas onde a perda de habitat é a principal ameaça, que os esforços se concentrem na conservação dos remanescentes da vegetação natural, tanto quanto possível, estabelecendo áreas protegidas e restaurando a vegetação em locais críticos (SILVA *et al.*, 2019).

Neste cenário, o esforço para encontrar e monitorar populações de plantas *in situ*, é necessário, especialmente para espécies raras e ameaçadas, que ocupam regiões em que a pressão antrópica acelera a perda de habitat. Estas plantas são prioridade de conservação, pois aumentam a riqueza de espécies e a diversidade funcional em diferentes escalas (KEARSLEY *et al.*, 2019; PATYKOWSKI *et al.*, 2018), além de colaborar no funcionamento dos ecossistemas (JOLLS *et al.*, 2019; XU *et al.*, 2020). Informações sobre novas populações são cruciais para ajustar a área de ocorrência das espécies, melhorar a análise dos status de ameaça, aumentar a acurácia aos modelos de nicho e, por fim, aperfeiçoar modelos de ocorrência e distribuição (JARVIS *et al.*, 2004).

Desta forma, para dar início a ações de conservação, se faz necessário o esclarecimento de aspectos da autoecologia das espécies ameaçadas, como morfologia e comportamento fenológico, entre outros, afim de subsidiar o planejamento de ações de conservação e reprodução da espécie (GILBERT, 2002). Estudos de fenologia podem ser entendidos como uma forma de associar o ciclo de vida e o sucesso reprodutivo à disponibilidade de recursos no tempo e espaço (OLIVEIRA, 2008), que pode auxiliar na explicação dos padrões de relação entre os ciclos vegetativo e reprodutivo, fatores ambientais e variações genéticas das espécies (WAY, 2003; VÍLCHEZ *et al.*, 2004). A análise da fenologia de uma espécie e sua relação com o ambiente pode fornecer informações importantes sobre a respostas das plantas às mudanças climáticas, contribuindo para o entendimento de sua autoecologia (MILANI, 2017).

O comportamento fenológico das espécies influencia em muitos processos ecológicos (MILLER-RUSHING *et al.*, 2010), como algumas interações entre polinizadores e dispersores (HEGLAND *et al.*, 2009). A fenologia das plantas pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo precipitação, estresse hídrico, irradiação e fotoperíodo, além de aspectos reprodutivos da planta como reprodução cruzada entre indivíduos e abundância de polinizadores e dispersores (PEDRONI *et al.*, 2002). Estudos de fenologia tem implicações práticas muito importantes, desde conhecimento sobre produtividade de culturas agroflorestais, controle de pragas e recuperação de áreas degradadas, até subsidiar a organização de estratégias para a

coleta de sementes, otimizando o esforço e recursos disponíveis (BIONDI; LEAL., 2008).

A escolha do melhor período para coleta de sementes em campo é embasada pela observação de algumas diferenças nos frutos, seja por variação na cor, consistência, deiscência, presença de predadores e dispersores, ou mesmo sua queda natural (TONIN; PEREZ, 2006). Informações referentes ao estágio de maturação, período de coleta de frutos e germinação de sementes de espécies nativas, em especial daquelas mais raras, ainda são escassas (HOFFMANN *et al.*, 2015). Os principais fatores que causam diferenças ou interferem de alguma forma na germinação são a água, a temperatura, a disponibilidade de oxigênio e a condição de luminosidade, bem como condições intrínsecas como hormônios (FOSSATI, 2007). Para conseguir compreender os processos que ocorrem durante a germinação, é possível trabalhar em laboratório, realizando testes em ambiente controlado, sendo possível verificar como as sementes podem responder às diferentes condições ambientais (PIÑA-RODRIGUES, 2004).

Dessa forma, tendo em vista a urgência em se obter informações sobre distribuição e autoecologia que subsidiem ações de conservação de *M. strobiliflora*, foram desenvolvidas as abordagens de pesquisa da presente dissertação, que foi estruturada em três capítulos, tendo como base a concepção de artigos de cada um deles, para sua posterior submissão.

O primeiro, intitulado “DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE ENDÊMICA E CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO”, busca aprimorar o conhecimento sobre o nicho ecológico e a distribuição geográfica da espécie e sugerir áreas prioritárias para a reintrodução da espécie, além de propor e aplicar metodologia de prospecção em multi escalas, integrando sensoriamento remoto e análise de elementos ecológicos e logísticos.

O segundo, “COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO”, investiga como a espécie manifesta suas fases vegetativas e reprodutivas, a sincronia de seus indivíduos e sua relação com fatores climáticos.

E o terceiro, “GERMINAÇÃO DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO”, apresenta análises sobre superação de dormência das sementes, assim como experimentos de germinação sob diferentes temperaturas e luminosidades e testes da viabilidade das sementes submetidas a diferentes períodos de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- AMBIENTE BRASIL. 2019. **Arbusto ameaçado de extinção é pesquisado no Paraná.** Disponível em <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2002/08/06/7597-arbusto-ameacado-de-extincao-e-pesquisado-no-parana.html>>. Acesso em 22 jul. 2019.
- BIONDI, D.; LEAL, L. 2008. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Mimosa strobiliflora* Burkart. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p.245-248.
- CARMONA, R.; NETO, B.S.C.A.; PEREIRA, R.C. 2001. **Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem.** Pesquisa Agropecuária Brasileira 36: 1301-1307.
- CARVALHO, M.F.C.B.; GONÇALVES, J.R.K.; KAZEKER, E.C.M. 2015. **Plano Municipal de Educação de Porto Amazonas.** Projeto de Lei N.º 8, 11 de junho de 2015.
- CASTELLA, P. R.; R. M. BRITZ. 2004. **A Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais.** Ministério do Meio Ambiente – PROBIO, Brasília. 233 p.
- CNCFLORA; SOCIEDADE CHAUÁ. Avaliações de Risco de Extinção *Mimosa strobiliflora* Burkart in Lista Vermelha da flora brasileira. **Centro Nacional de Conservação da Flora.** 2022.
- CÓRDULA, E.; MORIM, M P.; ALVES, M. 2014. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil **Rodriguésia** 65(2): 505-516.
- COSTA, D. P.; PERALTA, D. F. 2015. Bryophytes diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66: 1063-1071.
- FOSSATI, L.C. 2007. Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Prunus sellowii* Koehne e *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme. CURITIBA. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2019. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica - Período 2016-2017.** Relatório Parcial. São Paulo, 2017.
- GILBERT, G. S. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. **Annual Review Phytopathol**, Palo Alto, v. 40, p. 13-43, 2002.
- HEGLAND, S. J. *et al.* 2009. How does climate warming affect plant pollinator interactions? **Ecology Letters**, v. 12, n. 2, p. 184-195.
- HOBOHM C. *et al.* 2013. Endemism in Vascular Plants. **Springer Science & Business Media.** ISBN 978-94-007-6913-7. p 312-321.

HOFFMANN, P. M.; BLUM, C. T.; VELAZCO, S. J. E.; GILL, D. J. C.; BORGIO, M. 2015. Identifying Target Species and Seed Sources for the Restoration of Threatened Trees in Southern Brazil. **Oryx**, Cambridge, v. 49, n. 3, p. 1-6.

IPARDES. 2013. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado do Paraná. Curitiba.

JOLLS, C. L.; INKSTER, J. N.; SCHOLTENS, B. G.; VITT, P.; HAVENS, K. An endemic plant and the plant-insect visitor network of a dune ecosystem. **Global Ecology and Conservation**, v. 18, p. e00603, 2019.

KEARSLEY, E.; HUFKENS, K.; VERBEECK, H.; BAUTERS, M.; BEECKMAN, H.; BOECKX, P.; HUYGENS, D. Large-sized rare tree species contribute disproportionately to functional diversity in resource acquisition in African tropical forest. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 8, p. 4349-4361, 2019.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. S. 2002. **Araucária: A floresta do Brasil meridional**. Olhar Brasileiro Editora, Curitiba, Brasil, 148 p.

MAIA, L. C., *et al.* 2015. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia** 66: 1033-1045.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. Á. 2013. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100p.

MILANI, J. E. F. 2017. Autoecologia de espécies arbóreas de uma floresta aluvial: fenologia e crescimento. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba.

MILLER-RUSHING, A. J. *et al.* The effects of phenological mismatches on demography. **Philosophical transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1555, p. 3177-3186, 2010.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. *Mimosa strobiliflora* **Burkart**. 2007. Disponível em: <http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast?name=Mimosa+strobiliflora> Acesso em: 10 julho 2019.

MMA. 2022. **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014 (Atualizado em 2022). Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf>. Acessado em: 14 de fevereiro de 2023.

MMA. 2020. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atl%C3%A2ntica_emdesenvolvimento> Acessado em: 31 de agosto de 2020.

OLIVEIRA, P. E. A. M. **Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). Cerrado: ecologia e flora – volume 1. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. p. 273-290.

PATYKOWSKI, J.; DELL, M.; WEVILL, T.; GIBSON, M. Rarity and nutrient acquisition relationships before and after prescribed burning in an Australian box-ironbark forest. **AoB Plants**, v. 10, n. 3, p. 32, 2018.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25 (1): 177-182.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. 2004. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **germinação-do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 265-282.

RIBEIRO, R.D.; LIMA, H.C. 2009. Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da família Leguminosae e implicações para conservação no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 60(1): 111-127.

RICKETTS TH, DINERSTEIN E, BOUCHER T, BROOKS TM, *et al.* 2005. **Pinpointing and preventing imminent extinctions**. PNAS. Vol.102, 51: 18497–18501.

SILVA, J. M. C; RAPINI, A.; BARBOSAL. C. F.; TORRES, R. R. 2019. Extinction risk of narrowly distributed species of seed plants in Brazil due to habitat loss and climate change, **PeerJ**, 17p.

SOUSA-SILVA, R., ALVES, P., HONRADO, J., LOMBA, A. 2014. Improving the assessment and reporting on rare and endangered species through species distribution models. **Global Ecology and Conservation** 2, 226–237.

SPECIESLINK. 2023. *Mimosa strobiliflora*. **SpeciesLink network**. Disponível em <specieslink.net/Search>. acesso em 20 de janeiro de 2023.

STEVENS, P. F. 2006. **Angiosperm phylogeny website**. Disponível em <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb>. acesso em 20 de maio de 2020.

TONIN, G., A.; PEREZ, S., C.; J., G. de A. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e sementeira. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p.26-33.

VÍLCHEZ, B.; CHAZDON, R.; REDONDO, A. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. **Kurú: Revista Forestal**, Cartago, v. 1, n. 2, p. 1-10.

XU, G.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; MA, K. Biodiversity associations of soil fauna and plants depend on plant life form and are accounted for by rare taxa along an elevational gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 140, p. 107640, 2020.

WAY, M. J. Collecting seed from non-domesticated plants for long-term conservation. In: SMITH, R. D., *et al.* **Seed conservation: Turning Science Into Practice, The Royal Botanic Kew Gardens: London**, p.163-201, 2003.

1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE ENDÊMICA E CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

RESUMO

O Bioma Mata Atlântica é atualmente o mais ameaçado do Brasil. Neste bioma ocorre *Mimosa strobiliflora* Burkart, espécie endêmica e criticamente ameaçada de extinção inserida na transição entre Floresta Ombrófila Mista e Estepe Gramíneo lenhosa. Trata-se de um arbusto registrado pela primeira em 1914, na Lapa, no Paraná, e sua única população conhecida em tempos recentes possui poucos indivíduos e reduzida área de ocorrência. A degradação do local devido a uma progressiva invasão de *Pinus* sobre os campos naturais, além do desconhecimento sobre sua autoecologia, potencializa o seu risco de extinção. Com o presente estudo buscou-se verificar a existência de outras populações da espécie e se sua distribuição geográfica é mais ampla do que a atualmente conhecida, além de avaliar a eficácia do método utilizado. A metodologia proposta integrou diferentes escalas espaciais, sendo primeiramente realizada uma classificação de uso do solo com foco no habitat da espécie, por meio de sensoriamento remoto de imagens de satélite num raio de 7 km a partir da população conhecida. Em seguida foram analisados polígonos de interesse por meio de inspeção visual da imagem, em faixa de 200 m a partir das margens do rio Iguaçu, para uma priorização de polígonos a serem verificados *in loco*, os quais foram visitados em campanhas a campo para prospecção de novas populações e verificação das condições de habitat. Por fim, foi desenvolvida a análise dos dados e a verificação de acurácia do método. Foram encontradas duas novas localidades com a presença da espécie, a primeira com 58 indivíduos e a segunda com apenas um. Constatou-se diferenças nas condições ambientais entre as localidades da população inicialmente conhecida e aquelas em que foram verificados novos indivíduos, o que contribuiu para um melhor entendimento de suas preferências ambientais. Dessa forma, pode-se inferir que houve efetividade no sistema de priorização. A metodologia também permitiu estabelecer indicações das melhores localidades para futuros plantios de reintrodução da espécie. Os resultados demonstram um exemplo prático e aplicável da metodologia aplicando sensoriamento remoto combinado com análise visual, para busca de espécies extremamente raras e micro endêmicas. O método confirmou a expectativa de que outras populações da espécie poderiam estar situadas em habitats similares nas proximidades do rio Iguaçu em área de distribuição relativamente mais ampla e, além disso, gerou subsídios para o planejamento e qualificação de áreas para plantios de reintrodução.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Prospecção de populações. Estepe Gramíneo-lenhosa.

1.1 INTRODUÇÃO

Alterações do uso da terra evidenciam um aumento acelerado da fragmentação e perda de habitats, com consequente redução da biodiversidade. Estima-se que, durante a existência da humanidade, 2.870 milhões de hectares de áreas naturais no mundo foram convertidos para usos antrópicos (STRASSBURG *et al.*, 2020). Como consequência, calcula-se que 58% da superfície do planeta esteja sob intensa pressão humana, 25% ainda podendo ser considerada como selvagem e apenas cerca de 0,4% como áreas intactas (ALMOND *et al.*, 2020).

Especificamente sobre a diversidade de plantas, em média mais de 2.000 novas espécies de plantas são descritas a cada ano (IPNI, 2023), consolidando um total de 340.000 a 390.000 espécies de plantas vasculares conhecidas (LUGHADHA, 2016). No entanto, informações geográficas, genéticas, ecológicas e de usos dessas plantas são escassas (CORNWELL *et al.*, 2019). Verifica-se que cerca da metade das espécies vegetais ainda carecem de dados detalhados de distribuição (PELLETIER *et al.*, 2018) e que apenas 10% foram avaliadas para a Lista Vermelha global da IUCN (BACHMAN *et al.*, 2019). Pesa o fato de que cerca de 22% se enquadram como ameaçadas de extinção, sendo a maioria delas nos trópicos (BRUMMITT *et al.*, 2015), isso porque a maioria das perdas de habitat ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (ALMOND *et al.*, 2020).

Países como o Brasil, que possui expressiva diversidade biológica, a maior do mundo (BFG, 2015), e concentra grande parte de áreas naturais ainda conservadas (LAWRENCE; VANDECAR, 2015), são vistos como estratégicos para o desenvolvimento de metodologias e ferramentas de busca de novas populações e estudos de distribuição de espécies (MARTINELLI; MORAES, 2013; MONTANARELLA *et al.*, 2015; ALMOND *et al.*, 2020). Notadamente estes países são estratégicos, não somente pela quantidade de espécies raras, mas também devido a ameaças como destruição de habitats e fragmentação contínuas comum a todos os biomas (MENEZES *et al.*, 2015). Destaque para o bioma Mata Atlântica, onde restam apenas 16,6% de remanescentes (IBGE, 2020). Os riscos sobre a diversidade de plantas no Brasil ficam evidentes quando se verifica que 43% das 46.097 espécies catalogadas do território nacional são endêmicas (COSTA; PERALTA, 2015; MAIA *et al.*, 2015, MENEZES *et al.*, 2015) e que 3.209 espécies já constam como ameaçadas de extinção conforme a lista nacional de espécies ameaçadas (MMA, 2022).

É evidente a necessidade de um esforço crescente para encontrar e monitorar *in situ* novas populações de plantas raras e ameaçadas em regiões onde a elevada pressão antrópica acelera a perda de habitat (UMAÑA *et al.*, 2017). Espécies vegetais são reconhecidas como prioridade de conservação, por contribuírem com a riqueza de espécies e a diversidade funcional em diferentes escalas (PATYKOWSKI *et al.*, 2018; KEARSLEY *et al.*, 2019), e pela sua importância no funcionamento dos ecossistemas (DEE *et al.*, 2019; JOLLS *et al.*, 2019; XU *et al.*, 2020). Informações sobre novas populações são cruciais para ajustar a área de ocorrência das espécies, melhorar a análise dos status de ameaça (IUCN, 2012), aperfeiçoar modelos de distribuição (BOSSO *et al.*, 2013; GUIBAN *et al.*, 2013; FOIS *et al.* 2015) e por ampliar as possibilidades de estudos biológicos e genéticos, assim como de coleta de propágulos para a produção de mudas (HOFFMANN *et al.*, 2015).

Os métodos para busca de novas populações em geral integram modelos de distribuição de espécies (SDMs) unidos com métodos e dados de sensoriamento remoto (RS) em amplas escalas, consideradas as melhores ferramentas para alcançar este propósito (RANDIN *et al.*, 2020). O RS tem sido usado para caracterizar espacialmente diferentes condições biofísicas em múltiplas resoluções espectrais e temporais relacionadas à topografia, vegetação e uso do solo (CERREJON *et al.*, 2020). Modelos com dados exclusivos de presença têm sido utilizados para espécies com distribuições restritas (PEARSON *et al.*, 2007; SHCHEGLOVITOVA, 2013). No entanto, a falta de melhor entendimento dos habitats e de suas localidades específicas afeta o desempenho do modelo (PEARSON *et al.*, 2007; WISZ *et al.*, 2008; CHEN; LEI, 2012).

Neste contexto, o arbusto endêmico *M. strobiliflora* Burkart (Fabaceae), que pode chegar a até 3 metros de altura, encontra-se em situação complexa para a realização de buscas de novas populações, pois teve sua primeira coleta botânica realizada em 1914, nas margens do rio Iguaçu, município da Lapa, Paraná, e desde então os registros são únicos dessa localidade (CRIA, 2022). Foi avaliada como Criticamente Ameaçada (CR, critério B2a) devido aos poucos registros, à área de ocorrência conhecida muito restrita, de apenas 4 km², à alta fragmentação do habitat e ainda por possuir três situações de ameaça preocupantes na localidade (CNCFLORA, 2022): expansão da urbanização (IPARDES, 2013), prática de extração de areia nas margens do rio Iguaçu (BUCH, 2007) e vulnerabilidade à invasão por *Pinus* (CARVALHO *et al.*, 2015; AMBIENTE BRASIL, 2019). A característica de

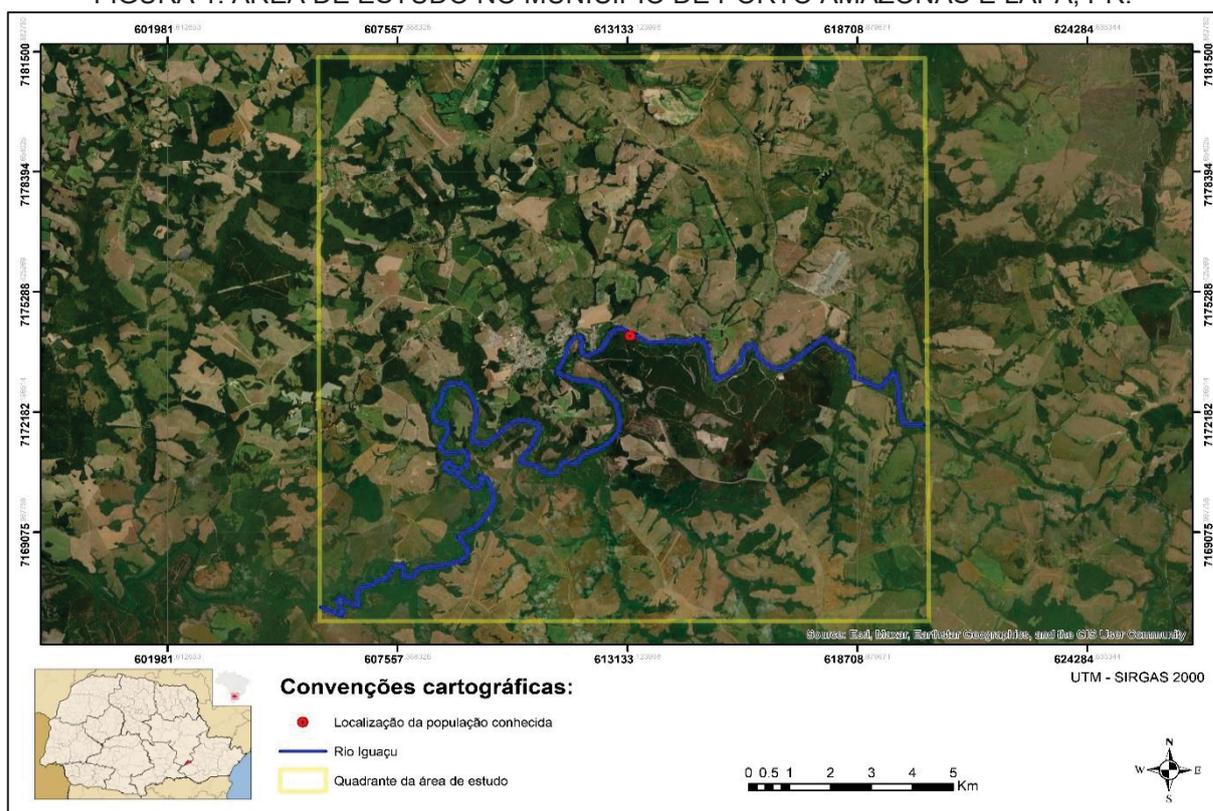
distribuição geográfica limitada também ocorre em muitas espécies do gênero no Brasil, com populações pequenas e restritas a determinados habitats (MENDONÇA; LINS, 2000; SIMON; PROENÇA, 2000).

Dessa forma, a fim de auxiliar a descoberta de novas populações de espécies com região de ocorrência restrita, otimizar recursos financeiros e o tempo dedicado às prospecções em campo, além de ampliar subsídios para ações de conservação, este estudo propõe uma metodologia em multi escalas, integrando sensoriamento remoto e análise de elementos ecológicos e logísticos. Além disso, busca trazer dados que aprimorem o conhecimento sobre o nicho ecológico e a distribuição geográfica de *M. strobiliflora*, para deste modo potencializar futuras modelagens de distribuição, facilitando a definição de áreas propícias para plantios de reintrodução. Neste contexto, o estudo busca responder as seguintes questões norteadoras: (1) A espécie possui outras populações em proximidade de sua área conhecida de ocorrência, em locais com habitat similar? (2) A metodologia aplicada é funcional para encontrar novas populações? (3) O método pode facilitar a logística para encontrar áreas prioritárias para a reintrodução da espécie?

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo se sobrepõe a porções territoriais dos municípios da Lapa e Porto Amazonas Paraná, e abrange um quadrante englobando um raio de cerca de 7 km no entorno do único ponto de registro de ocorrência da espécie à 25°32'44,08" S e 49°52'23,82" O (FIGURA 1).

FIGURA 1: ÁREA DE ESTUDO NO MUNICÍPIO DE PORTO AMAZONAS E LAPA, PR.



FONTE: O autor, 2022.

Situada na porção leste do segundo planalto paranaense, na borda da Escarpa Devoniana, o relevo da região é caracterizado como suave ondulado e de configuração uniforme, formado por conjuntos de colinas (MAACK, 2012). Em termos geológicos, localiza-se na Província/Bacia do Rio Paraná, inserida sobre a Placa Sul Americana, na Formação Furnas, representada principalmente por arenitos quartzosos brancos, de granulometria média a grossa e que exibem estratificações cruzadas de diversas naturezas e portes (IAT, 2020). Predominam na região Cambissolos com a presença em menor quantidade de Neossolos litólicos e

Neossolos regolíticos com afloramentos rochosos, caracterizados por possuírem baixo grau de desenvolvimento (IBGE, 2012).

A região caracteriza-se por um mosaico entre a Floresta Ombrófila Mista (FOM) e a Estepe Gramíneo-Lenhosa, com ocorrências pontuais de Formações Pioneiras de Influência Fluvial (IBGE, 2012). Segundo a classificação de *Köppen*, o clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfb.) (MAACK, 2012), com umidade relativa anual entre 80,1 a 85%, e precipitação média entre 1400,1 e 1600 mm/ano (IAPAR, 2019). A população historicamente conhecida da espécie ocorre em área aberta nas margens de uma ferrovia desativada em região originalmente caracterizada pela cobertura de campos naturais associados a afloramento rochosos, entremeados a porções de Floresta Ombrófila Mista, Montana e Aluvial (VELOSO *et al.* 1991; MAACK, 2012).

A metodologia proposta integra diferentes escalas espaciais e foi estruturada em 4 fases: (1) classificação de uso do solo com foco no habitat da espécie feita por sensoriamento remoto de imagens de satélite (englobando toda a área de estudo; FIGURA 1); (2) análise por meio da inspeção visual (imagens *Google Earth*) em polígonos (localidades) de interesse, em região restrita nas proximidades das margens do rio Iguaçu, para uma priorização de polígonos a serem verificados *in loco*; (3) excursões a campo para busca de novas populações e averiguações das condições dos habitats; (4) análise dos dados e verificação de acurácia do método.

1.2.1 Classificação de uso do solo

Utilizou-se de uma imagem do satélite Sentinel-2, abrangendo treze bandas não visíveis, infravermelho próximo e infravermelho médio; sendo indicada para uso agrícola, classificações de vegetação e de uso do solo (BREUNIG *et al.*, 2020). Selecionou-se no site oficial do programa da União Europeia *Copernicus* (<https://scihub.copernicus.eu/>) a imagem de satélite com menor cobertura de nuvens possível dentro dos primeiros meses do ano de 2021. A imagem selecionada foi a de 18 de fevereiro de 2021, referente à órbita 29636, produto Level-2A (*Bottom-of-atmosphere reflectance in cartographic geometry*), que conta com a imagem geometricamente corrigida (ortoretificada), e valores de reflectância no topo da atmosfera válidos para aplicação no método com resolução espacial de 10 metros.

Realizou-se uma classificação supervisionada da vegetação campestre na imagem (GOMES *et al.* 2020), pelo *software QGIS 3.18.1*, utilizando-se do

complemento *Semi-Automatic Classification*. Este complemento possibilita a classificação pixel a pixel, pré-processamento e o pós-processamento de imagens. O processamento *raster* foi realizado por meio de um fluxo de trabalho automático, mas para esta função existem vários outros algoritmos disponíveis para a classificação da cobertura terrestre (CONGALTON; GREEN, 2009). O algoritmo utilizado foi o *Maximum Likelihood*, que recebeu amostras de cada classe observada na imagem colorida e realizou a classificação da cena com base na semelhança de cada pixel com as classes fornecidas nas amostras (DOMICIANO *et al.*, 2019). Buscou-se o melhor contraste espectral, considerando as classes de transição (contato) de campo natural com floresta (habitat considerado propício para a espécie), vegetação arbórea, pastagem, solo exposto, cultura temporária e edificações. Utilizaram-se diversas composições de bandas do espectro visível e não visível, em especial de infravermelho.

A extração de feições de interesse (amostras das classes) foi realizada por meio da seleção de segmentos da imagem. Extraíram-se amostras de áreas da imagem reconhecidas em campo durante trabalhos prévios *in loco*. Utilizou-se da ferramenta de processamento “*Raster To Vector*” do “GRASS” obtendo-se uma configuração da classe de reflectância desejada para toda área de estudo. A classificação foi validada com as amostras utilizadas utilizando-se da métrica *Kappa*. A imagem classificada passou pelo processo de vetorização, considerando apenas a classe “campo natural”, visando adquirir a informação de área (m²) e utilização em campo (Arquivo *kmz.*).

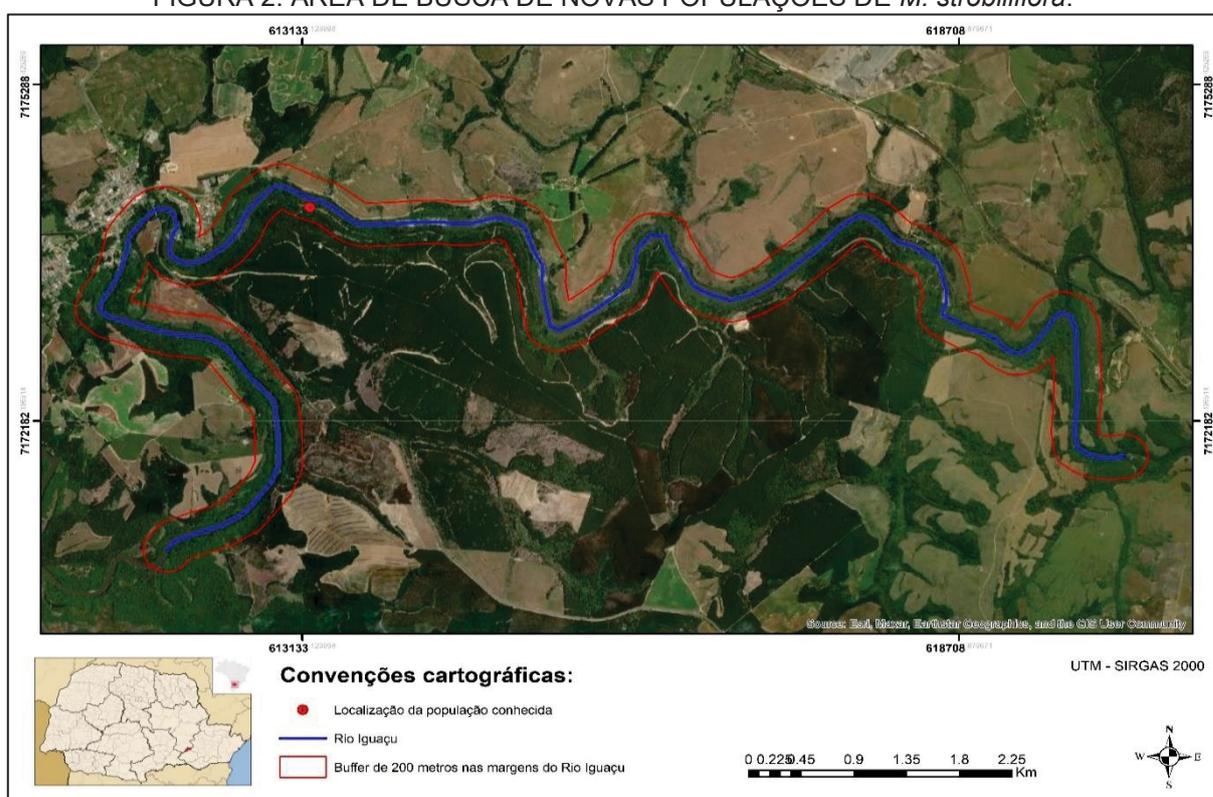
1.2.2 Análise para priorização logística

A classificação por sensoriamento remoto resultou em grande quantidade de polígonos potenciais para a presença da espécie. Por questões logísticas e financeiras, seria inviável a completa verificação *in loco* de todos estes polígonos. Para tal, foi criada uma análise priorização por inspeção visual de características biofísicas e logísticas de cada polígono para orientar e otimizar as excursões a campo e obter subsídios para testar a acurácia do método (Adaptado de CALAMBÁS-TROCHEZ *et al.*, 2021).

Primeiramente, foi realizada uma restrição de área. Determinou-se o setor da área de estudo com maior possibilidade de ocorrência da espécie como área de

busca. Considerou-se uma maior probabilidade de que a espécie seja encontrada nas proximidades das margens do rio Iguazu, assim como sua única população historicamente conhecida. Deste modo, a área foco englobou uma faixa marginal de 200 metros em ambas as margens (englobando as Áreas de Preservação Permanente - locais com tendência a serem mais conservados), considerando o leito do rio 7 km à montante e 6,5 km à jusante do ponto de ocorrência, trecho onde o rio atravessa uma região de relevo, tipo de solo e nível do lençol freático mais similares aos encontrados no local de ocorrência conhecido da espécie (FIGURA 2).

FIGURA 2: ÁREA DE BUSCA DE NOVAS POPULAÇÕES DE *M. strobiliflora*.



FONTE: O autor, 2022.

Para inspeção visual dos polígonos, utilizou-se o programa *Google Earth Pro* (versão 7.3), devido à disponibilidade de imagens mais recentes do que a imagem de satélite trabalhada para a classificação. Além disso, apesar de só possuírem três bandas (RGB), as imagens desse dispositivo apresentam melhor resolução. A inspeção visual considerou aspectos biofísicos e logísticos de cada polígono e, por meio dela, foi possível configurar uma priorização dos polígonos para verificações *in loco* e determinar a acurácia da classificação da imagem.

A averiguação de aspectos biofísicos foi realizada com base em premissas da ecologia de paisagem. A primeira e mais importante determina que a qualidade e a extensão do habitat são os aspectos mais importantes para a sobrevivência e distribuição de uma espécie (SAUNDERS *et al.*, 1991; FAHRIG, 2003; MARTINELLI; MORAES, 2013). A segunda indica que a extensão de um fragmento de ecossistema é geralmente o principal fator para explicar a riqueza de espécies (FORMAN *et al.*, 1976; METZGER, 1999; PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A terceira premissa estabelece que o grau de isolamento de um fragmento determina que tipos de dispersão de fauna e flora vão ocorrer, existindo uma tendência de o isolamento agir negativamente sobre a taxa (ou potencial) de imigração (ou de recolonização) e, por consequência, na riqueza de espécies de um fragmento (METZGER, 1999).

Observou-se também os princípios básicos, que determinam que: uma área grande é melhor do que vários fragmentos pequenos de área total; que quanto mais irregular o formato de um fragmento, menor será o número de espécies no seu interior; que fragmentos agrupados são melhores que aqueles distantes uns dos outros; e que áreas conectadas por corredores de habitat são melhores do que aquelas não ligadas por tais conexões (WILSON; WILLS, 1975). Dessa forma, determinou-se que os polígonos com as maiores quantidades de habitats propícios dentro e em seu entorno, e agrupados (mais próximos uns dos outros), tendem a ter maior qualidade ecológica, e, portanto, maior probabilidade de ocorrência da espécie.

Para determinação de aspectos quantitativos sobre o habitat propício em cada localidade (polígonos) trabalhou-se com um limiar de percolação e conectividade de paisagens de 30%, por ser o mais usual em pesquisas de paisagens perturbadas (ANDREN, 1994; FAHRIG, 2003). Acima desse limiar, as perdas de riqueza de espécies ficam associadas às perdas de habitats e abaixo da distribuição espacial dos habitats (FAHRIG, 2003). Dessa forma, o limiar de 30% pode ser considerado um limite mínimo de cobertura natural que uma paisagem perturbada deve ter (METZGER, 2010).

Aplicando esses conceitos e premissas, estabeleceram-se os seguintes aspectos (biofísicos e logísticos) a serem verificados nos polígonos: (1) tipo e extensão de habitats (uso do solo no polígono e entorno imediato), pois trata de fatores relacionados à conectividade, além de quantidade e qualidade do habitat sendo considerado como habitat propício às áreas de campo natural, não importando o grau de degradação; (2) a viabilidade de acesso ao polígono, pois a logística é fundamental

para determinar tempo e custos; e (3) a quantidade de outros polígonos potenciais em proximidade, pois associa fatores logísticos (quanto mais polígonos próximos mais fácil seu acesso) a aspectos ecológicos (grau de isolamento). Verificou-se que a visualização da espécie nas imagens não era possível, por isso esse aspecto não foi elencado. A análise dos aspectos (biofísicos e logísticos) de cada polígono consistiu nas seguintes etapas:

- 1) os polígonos foram inseridos no *Google Earth Pro* (formato “.kml”) (polígonos contíguos foram nominados como grupos e avaliados como uma unidade);
- 2) usando diferentes níveis de zoom, foi verificada a ocorrência de perturbações ecológicas dentro dos limites do polígono, como a presença de indícios de queimada, erosão, resíduos sólidos e espécies exóticas invasoras, ou eventualmente outra perturbação;
- 3) utilizando o mesmo procedimento do tópico anterior, foi averiguado o estado de conservação do polígono, observando a presença dos seguintes ambientes específicos: nascentes, córregos, várzeas, campos naturais (habitat propício), remanescentes florestais, plantios de silvicultura, pastagens e lavouras; foi também realizada uma estimativa visual da proporção de 0% até 100% que cada ambiente ocupava na área do polígono;
- 4) projetando-se o polígono de interesse, dentro da escala gráfica do *Google Earth Pro* de 500 m (possibilitando um raio de observação do entorno com cerca de 900 m, que foi funcional para o caso em questão), foi verificada a presença dos mesmos ambientes do item anterior e, seguindo as mesmas orientações, estimou-se a proporção desses no entorno do polígono;
- 5) considerando o observado nos itens anteriores, classificou-se o polígono quanto ao tipo e extensão do habitat, dentro das seguintes classes pré-determinadas: I) “propício dentro e no entorno do polígono” (contendo uma estimativa de no mínimo 30% de áreas de campo natural dentro e no entorno do polígono); II) “propício dentro do polígono” (contendo uma estimativa de no mínimo 30% de áreas de campo natural dentro do polígono); III) “propício no entorno do polígono” (contendo uma estimativa de no mínimo 30% de áreas de campo natural no entorno e menor que isso dentro do polígono); e IV) “não propício” (polígono ocupado em mais de 50% por área urbana, área úmida (comum na região), floresta nativa, plantio de silvicultura, área queimada e outros ambientes impróprios e sem a presença de habitat propício ou menor que 30% dentro e no entorno do polígono);

6) os aspectos logísticos para a visita ao polígono foram verificados observando estradas e acessos nas proximidades, classificando-se as observações dentro das seguintes classes: I) “acesso fácil” (contendo estrada no interior ou tangenciando o polígono), II) “acesso difícil” (que oferece obstáculos até o polígono, como uma caminhada longa, superior a 0,9 km); e III) “acesso inviável” (contendo obstáculos que oferecem risco alto e/ou elevada demanda de tempo, como um penhasco);

7) projetando-se o polígono de interesse dentro da escala gráfica do *Google Earth Pro* de 150 m (raio de observação do entorno em média de 250 m), contou-se a quantidade de polígonos em proximidade do polígono em análise (distinguiu-se as quantidades para as diferentes margens do rio). Considerou-se essa escala, pois as distâncias entre polígonos tendem a ser de pelo menos 100 metros, metragem considerada indicadora de melhores condições para a conservação da diversidade (LAURANCE; BIERREGAARD, 1997).

Seguindo os padrões de observação citados, determinou-se um sistema de pontuação para definir uma priorização dos polígonos a serem visitados para busca da espécie. No intuito de priorizar polígonos com o melhor de cada aspecto observado, se atribuiu o mesmo peso de importância para cada aspecto (considerou-se que são complementares) e para cada classe pontuações hierárquicas (TABELA 1). Para a obtenção da nota de cada polígono, foi multiplicada a pontuação final do tipo e extensão de habitat pela pontuação final da logística, e também pela pontuação final da quantidade de polígonos próximos. As pontuações geraram níveis de prioridade para excursões a campo. Polígonos considerados de acesso inviável foram anulados devido a multiplicação de fatores das fórmulas. A logística para verificações *in loco* foi planejada seguindo os melhores trajetos para se alcançar a maior quantidade de polígonos com as maiores pontuações (maiores níveis de prioridade).

TABELA 1: CRITÉRIOS E CLASSES ANALISADOS NA INSPEÇÃO VISUAL DAS IMAGENS DE SATÉLITE DO *GOOGLE EARTH* E SUA PONTUAÇÃO CORRESPONDENTE.

Aspectos	Peso	Classe	Pontuação
Tipo e extensão de habitat	3	Propício dentro e no entorno do polígono	3
		Propício dentro do polígono	2
		Propício no entorno do polígono	1
		Não propício	0
Logística	2	Acesso fácil	3
		Acesso difícil	2
		Acesso inviável	0
Quantidade de polígonos próximos	1	Acima de 5 polígonos	3
		De 1 a 5 polígonos	2
		0 polígonos	1

FONTE: O autor, 2022.

1.2.3 Análise *in loco*

Iniciou-se a verificação em campo por meio do carregamento de arquivos dos polígonos prioritários (formato “.kmf”) no *Google Maps* e no *Google Earth Mobile*, aplicativos que facilitam a determinação de rotas e melhoram o estabelecimento da logística de campo. Os polígonos foram visitados e verificados em toda a sua extensão, por meio de caminhadas em transectos (linhas) no sentido mais longo do polígono, distanciados 20 metros entre as linhas (campo de visão eficiente para verificação da espécie em questão). A avaliação foi semelhante à realizada para priorização logística pelas imagens do Google Earth (Adaptado de SAMPAIO, 2018). Durante o caminhamento foram registradas as informações de:

- 1) presença de perturbações ecológicas;
- 2) presença de ambientes específicos que poderiam influenciar na qualidade ambiental geral do polígono;
- 3) quando verificada a presença da espécie, seus indivíduos foram georreferenciados e quantificados;
- 4) obtenção de fotografias do polígono e dos aspectos de maior relevância encontrados.

Diferentemente da análise para priorização logística, a verificação de perturbações ecológicas e de ambientes específicos não visou a busca de novas populações, mas sim qualificar localidades potenciais para o desenvolvimento natural da espécie e para futuros plantios de reintrodução.

A qualificação das localidades foi realizada quantificando ativos e passivos ambientais. O objetivo foi definir as localidades com as melhores condições naturais e contendo habitat propício em adequada proporção. Para tal, os seguintes passos foram realizados:

- 1) as estimativas de áreas dos aspectos observados tiveram sua proporção de ocupação da localidade (polígono) verificada;
- 2) as porcentagens de ocupação dos passivos foram somadas para cada localidade tendo sido considerados como passivos as perturbações ecológicas (indícios de queimada, erosão, resíduos sólidos e espécies exóticas invasoras) e os ambientes antropizados (plantios de silvicultura, área urbana, pastagens e lavouras);
- 3) as porcentagens de ocupação dos ativos foram somadas para cada localidade tendo sido considerados como ativos os ambientes naturais (nascentes, córregos,

várzeas, habitat propício para espécie, remanescentes florestais e outros habitats naturais existentes);

4) realizou-se uma pontuação de qualidade para cada localidade, subtraindo as porcentagens de ocupação passivas das ativos;

5) foram excluídas as localidades com menos de 30% de habitat propício;

6) por fim, foram definidas como áreas potenciais para plantios de reintrodução aquelas restantes, ordenadas hierarquicamente pelas pontuações de qualidade.

1.2.4 Verificação da acurácia do método

Verificou-se a acurácia do método considerando as localidades da área de busca, pois essas puderam ser verificadas *in loco*, trazendo subsídios completos para a análise, contendo dados verificados de ausência e presença de aspectos (classes) e da presença da espécie, evitando valores tendenciosos (FOIS *et al.* 2015). Utilizaram-se os dados coletados por meio das análises visuais nas imagens do *Google Earth* e os dados coletados em campo, dados finais do processo aplicado. Utilizou-se da formulação de matrizes de confusão para subsidiar os cálculos de índices voltados à acurácia, procedimento considerado o mais usual para avaliar tanto classificações de imagens, como modelos de distribuição de espécies (GIANNINI *et al.*, 2012; PASSO, 2017).

Para cada item de perturbação ecológica e ambientes específicos analisados (nas imagens e em campo), gerou-se uma “Matriz de Confusão”. As matrizes reuniram os acertos e erros em relação às previsões das análises das imagens de satélite e às verificações *in loco*. Foram utilizados ainda, como forma de avaliação das classificações, os valores de taxa de verdadeiros positivos e taxa de verdadeiros negativos, medida também conhecida como sensibilidade, que se refere à probabilidade de um determinado aspecto (uso do solo) ter sido classificado como tal no mapa. E a acurácia de usuário (AU), medida também conhecida como especificidade ou confiabilidade (*reliability*), que se refere à frequência com que um aspecto (uso do solo) analisado na imagem realmente se mostrou presente em campo (CONGALTON, 1999; MASTELLA; VIEIRA, 2018).

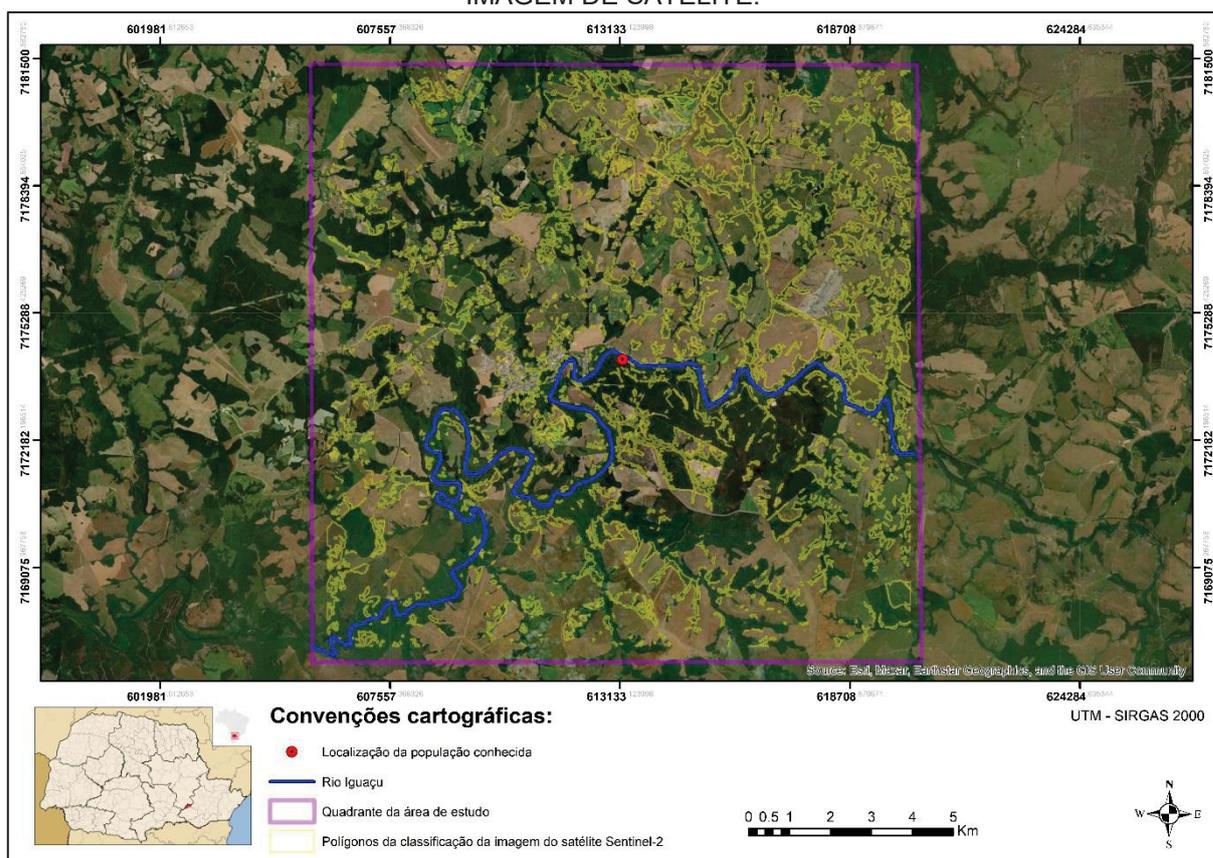
Para averiguar a significância estatística do índice *Kappa* e da avaliação da acurácia, utilizou-se a estatística Z, que traz subsídios para analisar se o resultado é melhor do que o esperado pelo acaso (BRITES *et al.*, 1996). Para cada matriz o valor

Z foi calculado considerando uma distribuição normal. Utilizou-se o software *Biostat* 5.3 para o cálculo de Z e do p-valor associado (CONGALTON; GREEN, 1999). Considerou-se uma classificação melhor que a feita pelo acaso quando $Z \geq Z_{\alpha/2}$ ($\alpha/2$ é o nível de confiança do teste Z), pelo qual se assume que os graus de liberdade são infinitos (RUDORFF *et al.*, 2007).

1.3 RESULTADOS

A melhor classificação supervisionada resultou em 6.117 polígonos potencialmente propícios, abrangendo 10,3% da área de estudo (FIGURA 3). A composição “Falsa Cor”, composta pelas bandas 8, 4 e 3 (infravermelho próximo, vermelho e verde), foi a que apresentou os melhores resultados, gerando os polígonos de melhor visualização para o habitat propício da espécie. Na área de busca verificou-se 353 polígonos de interesse, os quais foram classificados como prioridade 1 e 2. Com o agrupamento de polígonos adjacentes obteve-se 68 grupos de polígonos contíguos e 65 polígonos isolados destinados à análise visual. Por meio das notas de priorização, foram formados seis grupos de diferentes níveis de prioridade, além do grupo dos polígonos excluídos (TABELA 2).

FIGURA 3: POLÍGONOS PROPÍCIOS PARA *M. strobiliflora* GERADOS PELA CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM DE SATÉLITE.



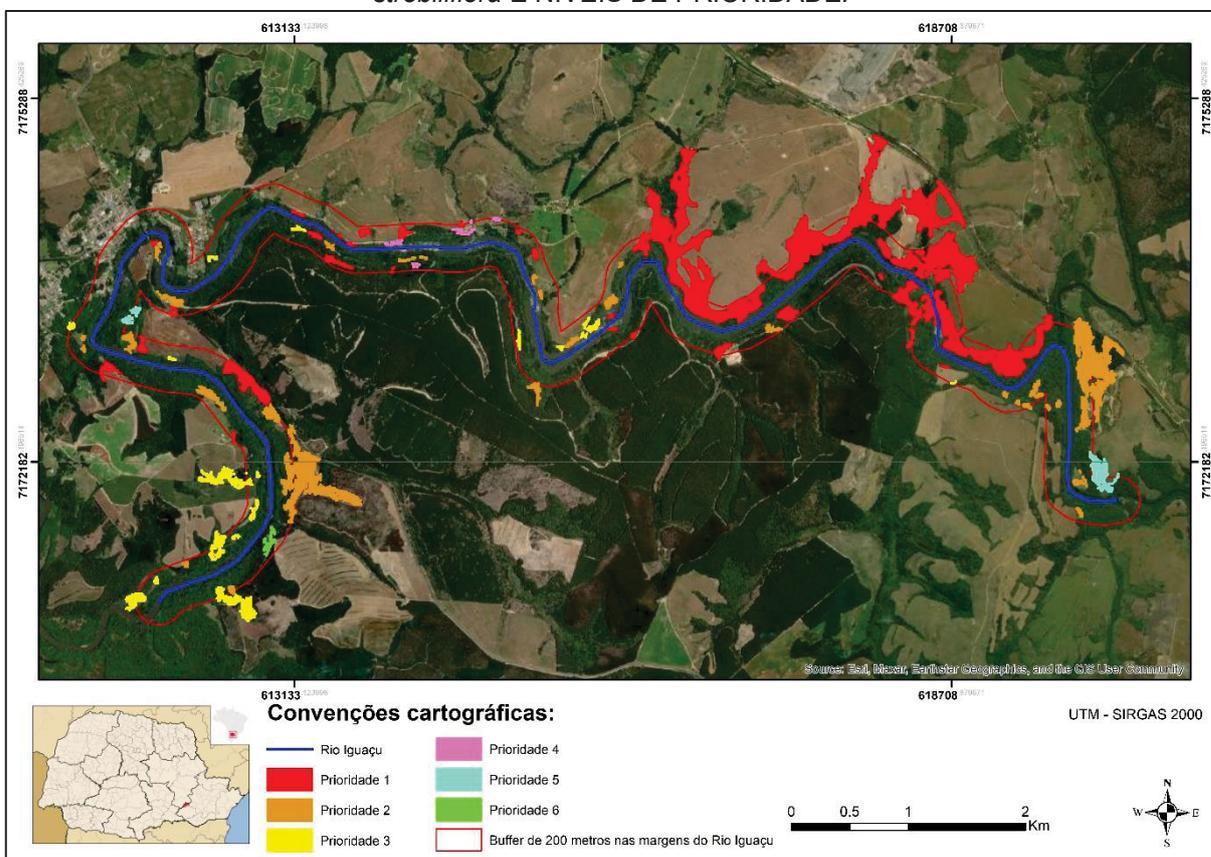
FONTE: O autor, 2022.

TABELA 2: RESULTADOS DA ANÁLISE DE PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS (LOCAIS SELECIONADOS).

Nível de Prioridade	Pontuação	Quant. de polígonos	%
Prioridade 1	27	24	18,0
Prioridade 2	18	36	27,1
Prioridade 3	12	19	14,3
Prioridade 4	9	5	3,8
Prioridade 5	8	3	2,3
Prioridade 6	6	1	0,8
Excluídos	0	45	33,8
Total		133	100,0

FONTE: O autor, 2022.

No total, foram validados 88 polígonos em diferentes níveis de prioridade para visitas *in loco*, o que corresponde a 66,2% dos polígonos inicialmente apontados para a área de busca (FIGURA 4). Porcentagem análoga foi observada considerando apenas o aspecto Tipo e Extensão de Habitat (67,9%), que analisa apenas características biofísicas. Sendo assim, verifica-se uma porcentagem de acerto eficiente do que se buscava com a classificação da imagem.

FIGURA 4: POLÍGONOS VALIDADOS PARA VISITA *IN LOCO* NA ÁREA DE BUSCA POR *M. strobiliflora* E NÍVEIS DE PRIORIDADE.

FONTE: O autor, 2022.

Em termos de qualificação dos resultados da análise visual pelo *Google Earth*, nota-se que tanto em termos de qualidade do habitat, quanto em termos logísticos, houve maior porcentagem de localidades enquadradas nas melhores condições possíveis (biofísicas e logísticas) (TABELA 3).

TABELA 3: QUALIFICAÇÃO DA ANÁLISE DE PRIORIZAÇÃO DE POLÍGONOS PARA BUSCA DE *M. strobiliflora*.

Pontuação	Tipo e extensão de habitat (%)	Logística (%)	Quant. Polígonos Próximos (%)
3	36,1	70,7	72,9
2	27,1	27,8	27,1
1	4,5	0,0	0,0
0	32,3	1,5	0,0

FONTE: O autor, 2022.

O aspecto de facilidade logística se destaca na área de busca, havendo em mais de 70% dos casos acesso por estradas. As informações possibilitaram a organização de excursões a campo focadas, dentro do possível, aos maiores níveis de prioridade das localidades. Como resultado, conseguiu-se visitar 87 localidades validadas. Duas localidades novas com a espécie foram descobertas, ambas em ambientes similares, em fragmentos de transição de campo úmido com floresta (TABELA 4). As novas populações foram encontradas nos polígonos 3342 e 3699, respectivamente a 6,38 km (margem direita do rio Iguaçu) e 6,26 km (margem esquerda) à montante da população que já era conhecida.

TABELA 4: LOCALIDADES COM A PRESENÇA DA ESPÉCIE *M. strobiliflora*, QUANTIDADE DE INDIVÍDUOS E QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL NA ÁREA ANALISADA PELO MÉTODO.

ID Localidade	Quant. Indivíduos	Habitat propício (%)	Ocupação Passivos (%)	Ocupação Ativos (%)	Pontuação Qualidade
3342*	58	96,4	0,6	99,4	98,8
3699*	1	30,0	5,0	95,0	90,0
Grupo 12	79	35,0	40,0	60,0	20,0
2888	62	22,0	51,0	49,0	27,0
2771	39	24,0	60,0	40,0	20,0

FONTE: O Autor, 2022. LEGENDA: *Localidades novas.

Notam-se diferenças nas condições ambientais entre as localidades da população inicialmente conhecida (Grupo 12, 2888 e 2771 que foram consideradas polígonos diferentes pelo método, mas sabe-se que são praticamente uma população contínua), e as em que foram verificados novos indivíduos da espécie. As novas localidades possuem presença mais expressiva de ativos ambientais (várzeas, remanescentes florestais e amplo habitat propício), enquanto a localidade da população conhecida possui ocupação ampla de passivos, com destaque para a

presença de ferrovia abandonada em meio à população da espécie, atualmente utilizada esporadicamente como estrada rural, presença de espécies exóticas invasoras (*Pinus* sp. e *Urochloa* sp.) e a expansão urbana com a construção de uma Pequena Central Hidrelétrica - PCH. Portanto, verificou-se o maior nível de ameaças na localidade com a população historicamente conhecida, justamente onde se concentra a maior quantidade de indivíduos.

As áreas onde que foram encontrados novos indivíduos foram caracterizadas como de prioridades 1 e 2, sendo que a localidade com maior quantidade de novos indivíduos (polígono 3342) havia sido enquadrada previamente como prioridade 1. Dessa forma, pode-se dizer que houve efetividade no sistema de priorização criado, possibilitando melhores probabilidades de detecção de novas populações de forma mais rápida do que seria a visitação sem hierarquização de polígonos.

A metodologia também permitiu estabelecer indicações das melhores localidades da área de busca para futuros plantios de reintrodução da espécie, por meio da quantificação de passivos e ativos relacionados ao habitat da espécie e à qualidade do ambiente (TABELA 5). As 28 localidades que foram consideradas propícias para o plantio concentram-se na região centro-leste da área de busca. As localidades com novas populações encontram-se no setor leste a mais de 6 km da população conhecida, ambas em propriedades particulares (FIGURA 5).

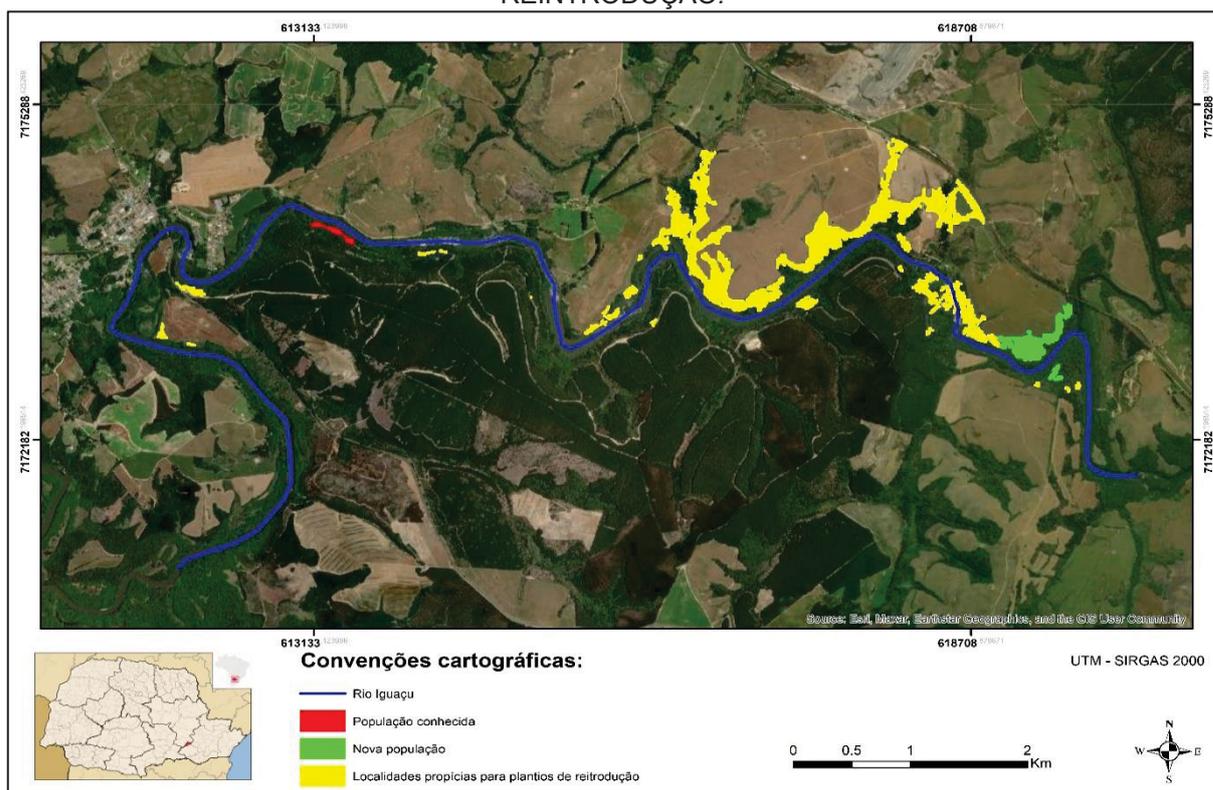
TABELA 5: LOCALIDADES DA ÁREA DE BUSCA INDICADAS COMO AS MELHORES PARA FUTUROS PLANTIOS DE REINTRODUÇÃO DE *M. strobiliflora*, ORDENADAS HIERARQUICAMENTE.

ID Localidade	Ocupação Passivos (%)	Ocupação Ativos (%)	Pontuação Qualidade
3848	0,0	100,0	100,0
3613	0,2	99,8	99,6
3342	0,6	99,4	98,8
Grupo 26	1,2	98,8	97,6
Grupo 41	2,0	98,0	96,0
3258	2,0	98,0	96,0
3501	2,0	98,0	96,0
Grupo 45	5,0	95,0	90,0
3191	5,0	95,0	90,0
3559	5,0	95,0	90,0
3699	5,0	95,0	90,0
3865	5,0	95,0	90,0
Grupo 40	5,1	94,9	89,8
3835	10,0	90,0	80,0
3323	12,0	88,0	76,0
2915	15,0	85,0	70,0
Grupo 36	19,0	81,0	62,0
3017	20,0	80,0	60,0
Grupo 24	27,0	73,0	46,0
2454	27,1	72,9	45,8
Grupo 53	31,0	69,0	38,0

ID Localidade	Ocupação Passivos (%)	Ocupação Ativos (%)	Pontuação Qualidade
2949	37,0	63,0	26,0
Grupo 12	40,0	60,0	20,0
3541	40,4	59,6	19,2
Grupo 28	42,0	58,0	16,0
Grupo 39	44,6	55,4	10,8
Grupo 48	45,0	55,0	10,0
3492	45,0	55,0	10,0

FONTE: O autor, 2022.

FIGURA 5: LOCALIDADES JÁ CONHECIDAS COM A PRESENÇA DE *M. strobiliflora* ESPÉCIE, NOVAS POPULAÇÕES E INDICAÇÕES DE ÁREAS PARA FUTUROS PLANTIOS DE REINTRODUÇÃO.



FONTE: O autor, 2022.

Considerando um nível de significância de 0,05, a maioria das classificações pôde ser considerada melhor do que uma classificação aleatória. Os itens com os piores desempenhos na acurácia do índice *Kappa* também foram os que podem ter sua classificação confundida com uma aleatória, ou seja, de baixa significância estatística (erosão, habitat não propício, várzeas e espécies invasoras) (TABELA 6).

TABELA 6: ACURÁCIA DA METODOLOGIA PARA ASPECTOS DE PERTURBAÇÃO ECOLÓGICA VERIFICADOS NAS LOCALIDADES DA ÁREA DE BUSCA DE *M. strobiliflora*.

Classes	Exatidão Global	Acurácia Produtor	Acurácia Usuário	<i>Kappa</i>	Z <i>Kappa</i>	P Val.	Des. <i>Kappa</i>
Queimada	94.05	16.67	100.00	0.42	2.86	0.0022	Bom
Estradas	76.74	42.86	52.94	0.33	3.06	0.0011	Razoável
Nascente	95.35	100.00	20.00	0.32	4.05	< 0.0001	Razoável
Arbóreo	93.02	50.00	16.67	0.22	0.00	0.0078	Razoável

Classes	Exatidão Global	Acurácia Produtor	Acurácia Usuário	Kappa	Z Kappa	P Val.	Des. Kappa
Lavoura	87.21	22.22	33.33	0.20	1.90	0.0289	Razoável
Córrego	87.21	25.00	28.57	0.20	1.83	0.0335	Razoável
Floresta nativa	61.63	72.00	65.45	0.20	1.83	0.0335	Razoável
Pastagem	91.95	12.50	100.00	0.11	3.16	0.0008	Ruim
Resíduos	88.51	9.09	100.00	0.08	0.00	0.0041	Péssimo
Erosão	86.05	11.11	20.00	0.07	0.72	0.2365*	Péssimo
Habitat propicio	56.98	100.00	56.47	0.03	1.13	0.1291*	Péssimo
Várzea	54.65	15.79	46.15	0.01	0.16	0.4384*	Péssimo
Espécies invasoras	25.58	10.61	58.33	-0.07	1.50	0.0669*	Péssimo

FONTE: O autor, 2022. LEGENDA: * Análises onde o comportamento é similar ao acaso.

Em termos de Exatidão Global (coeficiente que leva em consideração apenas os acertos) percebe-se um ótimo resultado para praticamente todos os itens, o que demonstra que dificilmente os itens não foram percebidos nas imagens, e que os erros são, em sua maioria, falso-negativos. O item de maior interesse da análise foi o habitat propício, o que significa que toda vez que existia o item em campo, ele foi demarcado na análise da imagem (alta sensibilidade do produtor). Os erros existentes foram excluídos. Em termos de presença da espécie, podemos considerar que havia a possibilidade de novos indivíduos em 88 localidades na área de busca (uma já constava com populações da espécie), mas apenas verificou-se em 2 localidades, gerando uma acurácia geral de 2,4% do método. Os resultados mostraram que, das localidades da área de estudo, 48 realmente tinham o habitat propício (55,8%) Ao considerar isso pode-se aferir que, de forma geral, a espécie ocorreu em 4,2% dos casos, probabilidade de ocorrência que pode ser melhor averiguada em estudos subsequentes.

1.4 DISCUSSÕES

Sabendo que a detecção direta de plantas raras e suas características por meio do Sensoriamento Remoto (RS) requer conhecimento prévio da ecologia e distribuição de uma espécie, bem como o uso de imagens de alta resolução espacial (CERREJON *et al.*, 2021), optou-se pelo uso do RS em uma abordagem indireta, buscando uma resposta espectral do habitat propício em imagens disponíveis da área de estudo em média resolução. A escolha mostrou-se adequada, pois os resultados subsidiaram um teste positivo da metodologia. São poucos os trabalhos com RS na abordagem indireta para detecção de condições ambientais de plantas raras no hemisfério sul (CERREJON *et al.*, 2021), dessa forma, os resultados alcançados podem subsidiar aprimoramentos e influenciar novos estudos. De fato, verificou-se que os resultados da classificação da imagem não alcançaram alta precisão no apontamento do habitat, nem mesmo com o complemento das análises para prioridades.

Com as novas populações encontradas, percebe-se que a espécie ocupa pequenas manchas de habitat, existindo maior especificidade do nicho do que era previsto, pois nos dois outros pontos de ocorrência além do historicamente conhecido, o ambiente se apresentava de maneira similar, em um fragmento de transição de campo úmido com floresta. O melhor entendimento do habitat ideal desta espécie confirma as indicações de necessidade de um esforço crescente para encontrar e monitorar novas populações de plantas raras e ameaçadas em regiões em que a alta pressão antrópica acelera a perda de habitat (UMAÑA *et al.*, 2017). Estas informações sobre novas populações são cruciais para ajustar a área de ocorrência das espécies, melhorar a análise dos status de ameaça (IUCN, 2012) e aperfeiçoar modelos de distribuição (FOIS *et al.* 2015), especialmente em regiões de maior ação antrópica, pois o risco sobre a diversidade de plantas no Brasil fica evidente em zonas de pressão (MENEZES *et al.*, 2015).

Avaliando outros trabalhos com plantas raras que utilizaram RS na abordagem indireta, confirma-se que a resolução espacial do sensor deve ser adaptada ao tamanho do habitat, especialmente para plantas raras associadas a pequenas manchas (DE QUEIROZ *et al.*, 2012; LUOTO *et al.*, 2002). Também foi concordante que a especificidade do habitat tem alta influência na precisão de detecção da espécie (BUECHLING; TOBALSKE, 2011; PARVIAINEN *et al.*, 2013). Plantas raras com especificidade de habitat, com poucas ocorrências e falta de conhecimento sobre o habitat é uma combinação de fatores limitantes para discriminar com sucesso habitats

adequados e inadequados, aspectos mais limitantes do que a capacidade do RS (CERREJON *et al.*, 2021). Vários autores também demonstraram a utilidade prática de modelos preditivos construídos completamente por meio de RS (HERNÁNDEZ-LAMBRAÑO *et al.*, 2020; LAUVER; WHISTLER, 1993; DE QUEIROZ *et al.*, 2012), com sucesso semelhante, descobrindo também populações previamente desconhecidas de plantas raras.

Existe grande variedade de preditores RS que podem ser integrados com sucesso em modelos para busca de plantas raras utilizando imagens de resolução média (ZIMMERMANN *et al.*, 2007). Porém, de forma geral, modelos que combinam preditores RS com não-RS tendem a fornecer melhor desempenho. Trabalhos utilizando essa combinação e imagens de resolução média (3 a 29 m), mostraram-se úteis para a previsão de ocorrências de plantas raras (CERREJON *et al.*, 2021). Com esta abordagem, habitats adequados para a árvore endêmica *Adinandra griffithii* Dyer foram previstos com alta precisão utilizando a série cronológica EVI (ADHIKARI *et al.*, 2018). Resultado similar foi alcançado para o habitat da espécie endêmica *Antirrhinum lopesianum* Rothm. na Península Ibérica, usando topografia, vegetação, temperatura superficial e índices de umidade (HERNÁNDEZ-LAMBRAÑO *et al.*, 2020).

A abordagem indireta por RS vem sendo uma alternativa poderosa na busca de novas populações de espécies raras e, como exemplificado acima, é muito potencializada em combinação com modelos de distribuição de espécies (SDMs), pois permitem inferir as preferências de habitat das espécies ou prever a distribuição das espécies (BUECHLING; TOBALSKE, 2011; GUILLERA-ARROITA *et al.*, 2015). No caso em questão, a associação com SDMs não foi possível pelo fato de a espécie não possuir pontos de distribuição suficientes tanto de presença como de ausência para trazer resultados adequados. A insuficiência de dados de alta resolução, como os edáficos, topográficos e microclimáticos, impede a criação de modelos para regiões pequenas com alta resolução (CARPENTER *et al.*, 1993; SKOV, 2000).

No caso de *M. strobiliflora*, mesmo com os dados de distribuição das novas populações encontradas e dados de ausência verificados, ainda não seria possível gerar SDMs robustos (JEGANATHAN *et al.*, 2004; PEARSON *et al.*, 2007). No entanto, observa-se que os resultados dessa pesquisa serão úteis para complementar novos métodos e modelos, ajudando na busca por maior quantidade de dados como *Bioclim Gower* ou *Mahalanobis*, futuramente podendo combinar RS com SDMs, dentre outras tecnologias para aprimorar e trazer maior acurácia.

1.5 CONCLUSÕES

Constatou-se a existência de duas novas populações de *M. strobiliflora* a cerca de 6,38 e 6,26 km à montante do ponto conhecido de ocorrência.

A espécie foi encontrada em ambientes relativamente similares ao inicialmente conhecido, ainda que com algumas diferenças, em especial relacionadas à qualidade ambiental, que foi superior à inicialmente conhecida.

O método proposto demonstrou ser prático e aplicável, tendo sido funcional na facilitação da busca e localização de novas populações de *M. strobiliflora*.

Com o método desenvolvido houve facilitação a logística de qualificação do estado de conservação e de detecção de área prioritárias para plantios de reintrodução da espécie.

Com o refinamento do conhecimento sobre as características ambientais das novas localidades com presença da espécie o método pode ser aprimorado para o estabelecimento de novas buscas.

REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, D.; MIR, A. H.; UPADHAYA, K.; IRALU, V.; ROY, D. K. Abundance and habitat-suitability relationship deteriorate in fragmented forest landscapes: A case of *Adinandra griffithii* Dyer, a threatened endemic tree from Meghalaya in northeast India. **Ecological Processes**, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2018.
- ALMOND, R. E. A.; GROOTEN, M.; PETERSON, T. **Living Planet Report 2020-Bending the curve of biodiversity loss**. World Wildlife Fund, 2020.
- AMBIENTE BRASIL. 2019. **Arbusto ameaçado de extinção é pesquisado no Paraná**. Disponível em <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2002/08/06/7597-arbusto-ameacado-de-extincao-e-pesquisado-no-parana.html>>. Acesso em 22 jul. 2019.
- ANDREN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, p. 355-366, 1994.
- BACHMAN, S. P.; FIELD, R.; READER, T.; RAIMONDO, D.; DONALDSON, J.; *et al.* Progress, challenges and opportunities for Red Listing. **Biological Conservation**, v. 234, p. 45-55, 2019.
- BFG - The Brazil Flora Group. 2015. For the complete list of authors, institutions and taxonomic groups see supplementary material. **Rodriguésia** 66(4): 1085-1113. 2015
- BOSSO, L.; REBELO, H; GARONNA, A. P.; RUSSO, D. Modelling geographic distribution and detecting conservation gaps in Italy for the threatened beetle *Rosalia alpina*. **Journal for Nature Conservation**, v. 21, n. 2, p. 72-80, 2013.
- BREUNIG, F. M., GALVÃO, L. S., DALAGNOL, R., SANTI, A. L., DELLA FLORA, D. P.; CHEN, S. Assessing the effect of spatial resolution on the delineation of management zones for smallholder farming in southern Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 19, p. 100325, 2020.
- BRITES, R. S.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S. Verificação da exatidão em classificações de uma imagem orbital mediante a utilização de três índices. **Revista Árvore**, v. 20, p. 415-424, 1996.
- BRUMMITT, N. A.; BACHMAN, S. P.; GRIFFITHS-LEE, J.; LUTZ, M.; MOAT, J. F.; *et al.* Green plants in the red: A baseline global assessment for the IUCN Sampled Red List Index for plants. **Plos One**, v. 10, n. 8, p. e0135152, 2015.
- BUCH, H. E. R. 2007. Matas ciliares e degradação da paisagem da área lindeira do Médio Iguaçu subsídios para educação ambiental. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 123 p.
- BUECHLING, A.; TOBALSKE, C. Predictive habitat modeling of rare plant species in Pacific Northwest forests. **Western Journal of Applied Forestry**, v. 26, n. 2, p. 71-81, 2011.

CALAMBÁS-TROCHEZ, L. F *et al.* 2021. Climate and land-use changes coupled with low coverage of protected areas threaten palm species in south brazilian grasslands. **Perspectives in ecology and conservation**. Volume 19, issue 3, july–september 2021, pages 345-353.

CARPENTER, G.; GILLISON, A. N.; WINTER, J. D. A flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. **Biodiversity & Conservation**, v. 2, n. 6, p. 667-680, 1993.

CERREJÓN, C.; VALERIA, O.; MARCHAND, P.; CANERS, R. T.; FENTON, N. J. No place to hide: Rare plant detection through remote sensing. **Diversity and Distributions**. v. 27, n. 6, p. 948-961, 2021.

CARVALHO, M. F. C. B., GONÇALVES, J. R. K, KAZEKER, E. C. M. **Plano Municipal de Educação de Porto Amazonas**. Projeto de Lei N.º 8 de 11 de junho de 2015.

CRIA - CENTRO DE REFERÊNCIA E INFORMAÇÃO AMBIENTAL. 2020. **Specieslink-simple search**. Disponível em: <<http://www.splink.org.br/index>>. Acesso em: 20 janeiro 2020.

CHEN, X.; LEI, Y. Effects of sample size on accuracy and stability of species distribution models: A comparison of GARP and Maxent. In: **Recent Advances in Computer Science and Information Engineering**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 601-609, 2012.

CNCFLORA; SOCIEDADE CHAUÁ. **Avaliações de Risco de Extinção *Mimosa strobiliflora* Burkart in Lista Vermelha da flora brasileira**. Centro Nacional de Conservação da Flora. 2022.

CONGALTON, R. A. Review of Assessing the Accuracy of Classification Remotely Sensed Data. **Remote Sensing of Environment**, v. 37, n. 1, p. 35-46, 1999.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices / Russell G. Congalton and Kass Green**. -- 2nd ed., Boca Raton, FL, 2009.

CORNWELL, W. K.; PEARSE, W. D.; DALRYMPLE, R. L.; ZANNE, A. E. What we (don't) know about global plant diversity. **Ecography**, v. 42, n. 11, p. 1819-1831, 2019.

COSTA, D. P.; PERALTA, D. F. Bryophytes diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66: 1063-1071, 2015.

DEE, L. E.; COWLES, J.; ISBELL, F.; PAU, S.; GAINES, S. D.; REICH, P. B. When do ecosystem services depend on rare species? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 34, n. 8, p. 746-758, 2019.

DE QUEIROZ, T. F.; BAUGHMAN, C., BAUGHMAN, O., GARA, M.; WILLIAMS, N. Species distribution modelling for conservation of rare, edaphic endemic plants in White River Valley, Nevada. **Natural Areas Journal**, v. 32, n. 2, p. 149-158, 2012.

DOMICIANO, C. A. R.; MEDEIROS, R. A.; LESEUX, V. Testes de Acurácia com diferentes densidades amostrais nos algoritmos de Classificação Máxima Verossimilhança e Iso Cluster. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2019.

FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual review of ecology, **Evolution and Systematic** 34: 487-515.

FOIS, M.; FENU, G.; CUENA LOMBRAÑA, A.; COGONI, D.; BACCHETTA, G. A practical method to speed up the discovery of unknown populations using Species Distribution Models. **Journal for Nature Conservation**, v. 24, p. 42-48, 2015.

FORMAN, R. T. T.; GALLI, A. E.; LECK, C. F. 1976. Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications. **Oecologia**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 1976.

GIANNINI, T. C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C. C.; SARAIVA, A. M.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, p. 733-749, 2012.

GOMES, D. F.; BREUNIG, F. M.; FONSECA, E. L. Identificação de unidades homogêneas do bioma pampa com uso de imagens Sentinel-2: infestação do capim-annoni-2. **RA'EGA**, Curitiba, PR, V.8, n.2, p. 136 – 161. 2020.

GUILLERA-ARROITA, G.; LAHOZ-MONFORT, J. J.; ELITH, J.; GORDON, A., KUJALA, H.; LENTINI, P. E.; MCCARTHY, M. A.; TINGLEY, R.; WINTLE, B. A. Is my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications. **Global Ecology and Biogeography**, v. 24, n. 3, p. 276-292, 2015.

GUISAN, A.; TINGLEY, R.; BAUMGARTNER, J. B.; NAUJOKAITIS-LEWIS, I.; SUTCLIFFE, P. R.; TULLOCH, A. I.; *et al.* Predicting species distributions for conservation decisions. **Ecology Letters**, v. 16, n. 12, p. 1424-1435, 2013.

HERNÁNDEZ-LAMBRAÑO, R. E.; CARBONELL, R.; SÁNCHEZ-AGUDO, J. Á. Making the most of scarce data: Mapping distribution range and variation in population abundance of a threatened narrow-range endemic plant. **Journal for Nature Conservation**, v. 57, p. 125889, 2020.

HOFFMANN, P. M.; BLUM, C. T.; VELAZCO, S. J. E.; GILL, D. J. C.; BORGIO, M. Identifying target species and seed sources for the restoration of threatened trees in southern Brazil. **Oryx**, v. 49, n. 3, p. 425-430, 2015.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em 09 de outubro de 2019.

IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Mapeamento geológico**. Disponível em <<http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapeamento-Geologico>> Acesso em 09 de outubro de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed.; Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 91 p. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020 **Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros: 2000-2018**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2022.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado do Paraná**. Curitiba. 2013.

IPNI - INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. 2023.. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, **The Royal Botanic Gardens**, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium.

IUCN. 2012. **Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categoriesand-criteria>> Acesso em: 20 janeiro 2022.

JEGANATHAN, P.; GREEN, R. E.; NORRIS, K.; VOGIATZAKIS, I. N.; BARTSCH, A.; WOTTON, S. R.; BOWDEN, C. G. R.; GRIFFITHS, G. H.; PAIN, D.; RAHMANI, A. R. Modelling habitat selection and distribution of the critically endangered Jerdon's courser *Rhinoptilus bitorquatus* in scrub jungle: an application of a new tracking method. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 2, p. 224-237, 2004.

JOLLS, C. L.; INKSTER, J. N.; SCHOLTENS, B. G.; VITT, P.; HAVENS, K. An endemic plant and the plant-insect visitor network of a dune ecosystem. **Global Ecology and Conservation**, v. 18, p. e00603, 2019.

KEARSLEY, E.; HUFKENS, K.; VERBEECK, H.; BAUTERS, M.; BEECKMAN, H.; BOECKX, P.; HUYGENS, D. Large-sized rare tree species contribute disproportionately to functional diversity in resource acquisition in African tropical forest. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 8, p. 4349-4361, 2019.

LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. **Tropical Forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago: University Of Chicago Press, 1997.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature climate change**, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2015.

LAUVER, C. L.; WHISTLER, J. L. A hierarchical classification of Landsat TM imagery to identify natural grassland areas and rare species habitat. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 59, n. 5, p. 627-634, 1993.

LUGHADHA, E. N.; GOVAERTS, R.; BELYAEVA, I.; BLACK, N.; LINDON, H.; *et al.* Counting counts: Revised estimates of numbers of accepted species of flowering plants, seed plants, vascular plants and land plants with a review of other recent estimates. **Phytotaxa**, v. 272, n. 1, p. 82–88-82–88, 2016.

LUOTO, M., TOIVONEN, T.; HEIKKINEN, R. K. Prediction of total and rare plant species richness in agricultural landscapes from satellite images and topographic data. **Landscape Ecology**, v. 17, n. 3, p. 195-217, 2002.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 526 p. 2012.

MAIA, L. C.; DE CARVALHO JÚNIOR, A. A.; CAVALCANTI, L. de H.; GUGLIOTTA, A. de M.; DRECHSLER-SANTOS, E. R.; *et al.* Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v. 66: 1033-1045, 2015.

MARTINELLI G.; MORAES M. Á. 2013. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100p.

MASTELLA, A. F. M.; VIEIRA, C. A. O. Acurácia temática para classificação de imagens utilizando abordagens por pixel e por objetos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 5, p. 1618-1643, 2018.

MENDONÇA, M. P.; LINS, V. L. **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. p. 113-157. 2000.

MENEZES, M.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N.; ALVES, A. M.; SANTOS, A. A.; PEDRINI, A. de G.; *et al.* Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. **Rodriguésia**, v. 66: 1047-1062, 2015.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.3-I, p.445-463, 1999.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica. **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. 2022. **Portaria no. 443, de 17 de dezembro de 2014**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>>. Acesso em: 22 de fevereiro 2023.

MONTANARELLA, L. *et al.* **Status of the world's soil resources: main report**. Embrapa Solos-Livro científico (ALICE), 2015.

PARVIAINEN, M.; ZIMMERMANN, N. E.; HEIKKINEN, R. K.; LUOTO, M. Using unclassified continuous remote sensing data to improve distribution models of red-listed plant species. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 8, p. 1731-1754, 2013.

PASSO, D. P. Desenvolvimento de aplicação para análise geográfica de imagens, baseada em objeto, com a finalidade de identificar automaticamente focos erosivos lineares. **Tese de Doutorado**. Universidade de Brasília, Brasília. 2017.

PATYKOWSKI, J.; DELL, M.; WEVILL, T.; GIBSON, M. Rarity and nutrient acquisition relationships before and after prescribed burning in an Australian box-ironbark forest. **AoB Plants**, v. 10, n. 3, p. ply032, 2018.

PEARSON, R. G.; RAXWORTHY, C. J.; NAKAMURA, M.; PETERSON, A.T. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 1, p. 102-117, 2007.

PELLETIER, T. A.; CARSTENS, B. C.; TANK, D. C.; SULLIVAN, J.; ESPÍNDOLA, A. Predicting plant conservation priorities on a global scale. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 51, p. 13027-13032, 2018.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues. 328 p. 2001.

RANDIN, C. F.; ASHCROFT, M. B.; BOLLIGER, J.; CAVENDER-BARES, J.; COOPS, N. C.; DULLINGER, S.; *et al.* Monitoring biodiversity in the Anthropocene using remote sensing in species distribution models. **Remote Sens. Environ.** v. 239, p. 111626, 2020.

RUDORFF, C. DE M.; RIZZI, R.; RUDORFFII, B. F. T.; SUGAWARAI, L. M.; VIEIRA, C. A. O. Superfícies de resposta espectro-temporal de imagens do sensor MODIS para classificação de área de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 37, p. 118-125, 2007.

SAMPAIO, A. C. F.; GERMANO, P. J. M. M. T.; DE ANGELIS, B. L. D.; NOCCHI, M. J. Classificação ambiental dos fragmentos florestais da área rural do município de Maringá-PR, Brasil: primeiras etapas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 253-276, 2018.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS; R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation biology**, v. 5, n. 1, p. 18-32, 1991.

SIMON, M. F.; PROENÇA, C. Phytogeographic patterns of Mimosa (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism?. **Biological conservation**, v. 96, n. 3, p. 279-296, 2000.

SKOV, Flemming. Potential plant distribution mapping based on climatic similarity. **Taxon**, p. 503-515, 2000.

SHCHEGLOVITOVA, M.; ANDERSON, R. P. Estimating optimal complexity for ecological niche models: A jackknife approach for species with small sample sizes. **Ecological Modelling**, v. 269, p. 9-17, 2013.

STRASSBURG, B. B. N.; IRIBARREM, A.; BEYER, H. L. *et al.* Global priority areas for ecosystem restoration. **Nature**, n. 586, p. 724–729, 2020.

UMAÑA, M. N.; *et al.* The role of functional uniqueness and spatial aggregation in explaining rarity in trees. **Global Ecology and Biogeography**, v. 26, n. 7, p. 777-786, 2017.

VELOSO HP, RANGEL FILHO ALR e LIMA JCA. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123 p. 1991.

XU, G.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; MA, K. Biodiversity associations of soil fauna and plants depend on plant life form and are accounted for by rare taxa along an elevational gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 140, p. 107640, 2020.

WILSON, E. O.; WILLIS, E. O. Applied biogeography. In: CODY, M. L.; DIAMOND, J. M (Ed.). **Ecology and Evolution of Communities**. Cambridge: HARVARD UNIVERSITY PRESS, p. 552-534. 1975.

WISZ, M. S.; HIJMANS, R. J.; LI, J.; PETERSON, A. T.; GRAHAM, C. H.; GUIBAN, A. Effects of sample size on the performance of species distribution models. **Diversity and Distributions**, v. 14, n. 5, p. 763-773, 2008.

ZIMMERMANN, N. E.; EDWARDS, T. C.; MOISEN, G. G.; FRESCINO, T. S.; BLACKARD, J. A. Remote sensing-based predictors improve distribution models of rare, early successional and broadleaf tree species in Utah. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, n. 5, p. 1057-1067, 2007.

2 COMPORTAMENTO FENOLÓGICO DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

RESUMO

Alterações do uso da terra evidenciam uma perda gradativa dos habitats naturais e consequente redução da biodiversidade. O bioma Mata Atlântica possui a maior quantidade de áreas naturais convertidas para agricultura ou pecuária dentro do território nacional, restando poucos remanescentes intactos. Assim, os estudos acerca de espécies ameaçadas deste bioma são imprescindíveis para subsidiar esforços de manutenção da sua diversidade. O objetivo desta pesquisa foi descrever o comportamento fenológico da espécie endêmica *Mimosa strobiliflora*, avaliar a sincronia das fenofases entre indivíduos e averiguar se os eventos fenológicos se correlacionam com a sazonalidade climatológica. O estudo foi conduzido no município da Lapa, Paraná, na única localidade de ocorrência natural conhecida da espécie. Foram selecionados vinte indivíduos com porte similar, distribuídos uniformemente na população, os quais foram monitorados mensalmente durante 24 meses pelo método semiquantitativo, tendo como base de dados climatológicos a estação da Lapa, a 35 km da área de estudo. Observou-se um aumento considerável da intensidade de folhas senescentes logo após junho, bem como o registro de baixas temperaturas reduziu consideravelmente o seu vigor de brotação no período de inverno, voltando a se expressar somente em setembro. No âmbito da fenologia reprodutiva verificou-se o surgimento dos botões florais entre os meses de junho e julho, com intensidade máxima no mês de agosto. A floração teve seu pico entre julho e agosto, com maior intensidade da fase fenológica no primeiro ano. Os frutos maduros ocorreram no último trimestre do ano, sendo que a frutificação iniciou em meados de agosto, se intensificando na metade de setembro e finalizando o ciclo no final de dezembro. A espécie apresentou sincronia entre indivíduos para todos os eventos fenológicos nos dois anos, mas com redução da intensidade das fenofases no segundo ano de avaliação. Não foram verificadas limitações de quantidade e viabilidade na produção de flores, frutos e sementes. A elevação da temperatura foi favorável para a produção de frutos e, de maneira geral, as temperaturas mínimas, média e máxima, a precipitação e o fotoperíodo não tiveram correlação significativa com os padrões vegetativos e reprodutivos, destacando-se como exceção a correlação positiva de flores senescentes e frutos jovens com temperatura, assim como a de botões e frutos imaturos com fotoperíodo.

Palavras-chave: Estepe Gramíneo-lenhosa. Sazonalidade. Fenologia vegetativa. Fenologia reprodutiva.

2.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o bioma Mata Atlântica possui a maior quantidade de áreas naturais convertidas, restando apenas 16,6% de remanescentes (IBGE, 2020). Os riscos sobre a diversidade de plantas no Brasil ficam evidentes quando se verifica que 43% das 46.097 espécies catalogadas do território nacional são endêmicas (COSTA; PERALTA, 2015; MENEZES *et al.*, 2015), e que 3.209 espécies já constam como ameaçadas de extinção, conforme a lista nacional de espécies ameaçadas (MMA, 2022). Diante da dimensão do bioma Mata Atlântica, ainda não há informações geográficas, genéticas, ecológicas e de usos de várias espécies de plantas (CORNWELL *et al.*, 2019). Verifica-se que cerca da metade das espécies vegetais ainda carecem de dados detalhados de distribuição (PELLETIER *et al.*, 2018), e que apenas 10% foram avaliadas para a Lista Vermelha Global da IUCN (BACHMAN *et al.*, 2019).

Países como o Brasil, que possui expressiva diversidade biológica, considerada a maior do mundo, e concentra grande parte das áreas naturais ainda conservadas (LAWRENCE; VANDECAR, 2015), sendo peça-chave para pesquisas com espécies raras. Por outro lado, devido a ameaças como o desmatamento e a fragmentação de habitats, muitas vezes não é possível realizar estudos mais aprofundados destes táxons ameaçados (MONTANARELLA *et al.*, 2015; ALMOND *et al.*, 2020; MARTINELLI; MORAES, 2013).

Dentro deste contexto, o conhecimento do comportamento fenológico de plantas raras é muito importante para subsidiar ações de conservação destas espécies (HOYO; TSUYUZAKI, 2015; MORELLATO *et al.*, 2016). Para isso, existe este campo específico da ciência que estuda as atividades biológicas temporais e suas respostas às variações de fatores do ambiente, decorrentes de eventos internos e externos (MORELLATO *et al.*, 1992; MORELLATO *et al.*, 2016). São considerados eventos fenológicos nas plantas a brotação, expansão foliar, senescência foliar, floração, dispersão de pólen, amadurecimento dos frutos e dispersão de sementes (LIEBSCH; MIKICH, 2009). Os padrões de fenologia e produtividade das plantas são muito variáveis (MORELLATO *et al.*, 2016) e podem ter relação direta com os eventos climáticos (MENZEL *et al.*, 2006; ROSSI *et al.*, 2013). Alguns fatores ambientais que podem afetar o comportamento fenológico são o fotoperíodo, a precipitação e a temperatura (RIVERA *et al.*, 2002; BORCHERT *et al.*, 2005).

Apesar dos fatores bióticos e abióticos controlarem a fenologia das plantas, nem sempre estes são levados em consideração (CALAMBÁS-TROCHEZ *et al.*, 2021). Atualmente ainda existe um número ínfimo de estudos, principalmente com foco nas espécies raras ou ameaçadas de extinção (CALAMBÁS-TROCHEZ *et al.*, 2021). Portanto, faz-se necessária a realização de novos estudos, com maior aprofundamento sobre os padrões fenológicos, revelando informações dos ciclos vegetativos e reprodutivos, correlacionados com fatores ambientais (VÍLCHEZ; CHAZDON; REDONDO, 2004), principalmente de espécies ameaçadas de extinção (BAUER *et al.* 2012; LIUTH *et al.* 2013).

Mimosa é um dos mais diversos gêneros da flora brasileira e normalmente apresenta eventos vegetativos e reprodutivos sazonais muito relacionados às mudanças ambientais, como a queda foliar e a maturação dos frutos, que normalmente ocorrem no período seco (NAVARRO *et al.* 2009; SOUZA *et al.* 2012). No entanto, levando em consideração o tamanho da família Fabaceae e do próprio gênero *Mimosa* nos ecossistemas brasileiros (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2022), os estudos fenológicos realizados até o momento são pouco representativos para o entendimento das fases fenológicas vegetativas e reprodutivas do gênero.

O presente estudo teve como objetivo descrever o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo de *M. strobiliflora*, avaliar a sincronia das fenofases entre indivíduos e averiguar se os eventos fenológicos se correlacionam com a sazonalidade climatológica, sendo orientado pelas seguintes perguntas: (1) As fases fenológicas ocorrem de maneira síncrona na espécie? (2) A espécie tem limitações na produção de flores, frutos ou sementes? (3) As fases fenológicas se correlacionam com variáveis meteorológicas e ocorrem de forma cíclica nos mesmos períodos do ano?

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município da Lapa, Paraná, 25°32'44,08" S e 49°52'23,82" O, a 793 m s.n.m., próximo ao rio Iguaçu (FIGURA 6), em local considerado como único ponto de ocorrência natural da espécie (CNCFLORA, 2022). A população estudada encontra-se na porção leste do segundo planalto paranaense, na borda da Escarpa Devoniana, região com topografia suave ondulada de configuração uniforme, formada por conjuntos de colinas (MAACK, 2012). Embasadas principalmente por arenitos quartzosos brancos, de granulometria média a grossa (IAT, 2020). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, subtropical úmido mesotérmico, com verões frescos e ocorrência de geadas severas, sem estação seca (MAACK, 2012). A umidade relativa anual encontra-se na faixa de 80,1 a 85%, enquanto a precipitação média varia entre 1.400 e 1.600 mm/ano (IAPAR, 2019).

FIGURA 6: LOCALIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE *M. strobiliflora*, LAPA-PR, NAS MARGENS DO RIO IGUAÇU EM ÁREA ANTROPIZADA.



FONTE: O Autor, 2022.

A população da espécie ocorre em um trecho de vegetação antropizada, nas margens de uma ferrovia desativada. A propriedade onde se localiza a área de estudo

tem em seu histórico a produção agrícola intensiva até 16 anos atrás, quando grande parte da sua área foi convertida em plantios de *Pinus* sp., que vêm sendo manejados e explorados até os dias de hoje. Os fragmentos remanescentes de vegetação nativa, situados essencialmente em área de preservação permanente (APP) das margens do rio Iguaçu, estão sendo invadidos pela espécie florestal cultivada.

2.2.1 Coleta de dados fenológicos

Foram selecionados vinte indivíduos, distribuídos uniformemente por toda a área de ocorrência da população, que em 2020 continha ~600 exemplares. Como critério de escolha, considerou-se indivíduos saudáveis, com porte similar (entre 1,4 m e 2,0 m) e em ambiente topográfico semelhante (MORELLATO *et al.*, 2000). Cada indivíduo foi marcado com plaqueta numerada, fotografado e georreferenciado na projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM) no *Datum* WGS84. Também foram mensurados o diâmetro na altura do solo (DAS), altura total (HT), ponto de inversão morfológica (PIM), diâmetro de copa (DC) e forma/inclinação do fuste principal.

Os indivíduos foram monitorados mensalmente, sempre que possível entre o 20° e o 30° dia de cada mês (MORELLATO *et al.*, 2010). A primeira avaliação ocorreu em 27 de fevereiro de 2020 e a última foi realizada em 24 de janeiro de 2022. A avaliação fenológica considerou o acompanhamento de caracteres vegetativos e reprodutivos (BAUER *et al.*, 2014). Foi avaliada a intensidade de cada fase vegetativa pelo método semiquantitativo (FOURNIER, 1974). As fases avaliadas foram brotamento (início da brotação com coloração verde clara), folhas maduras (folhas com coloração verde escura) e folhas senescentes (folíolos amarelados e se despreendendo facilmente ao toque) (FIGURA 7).

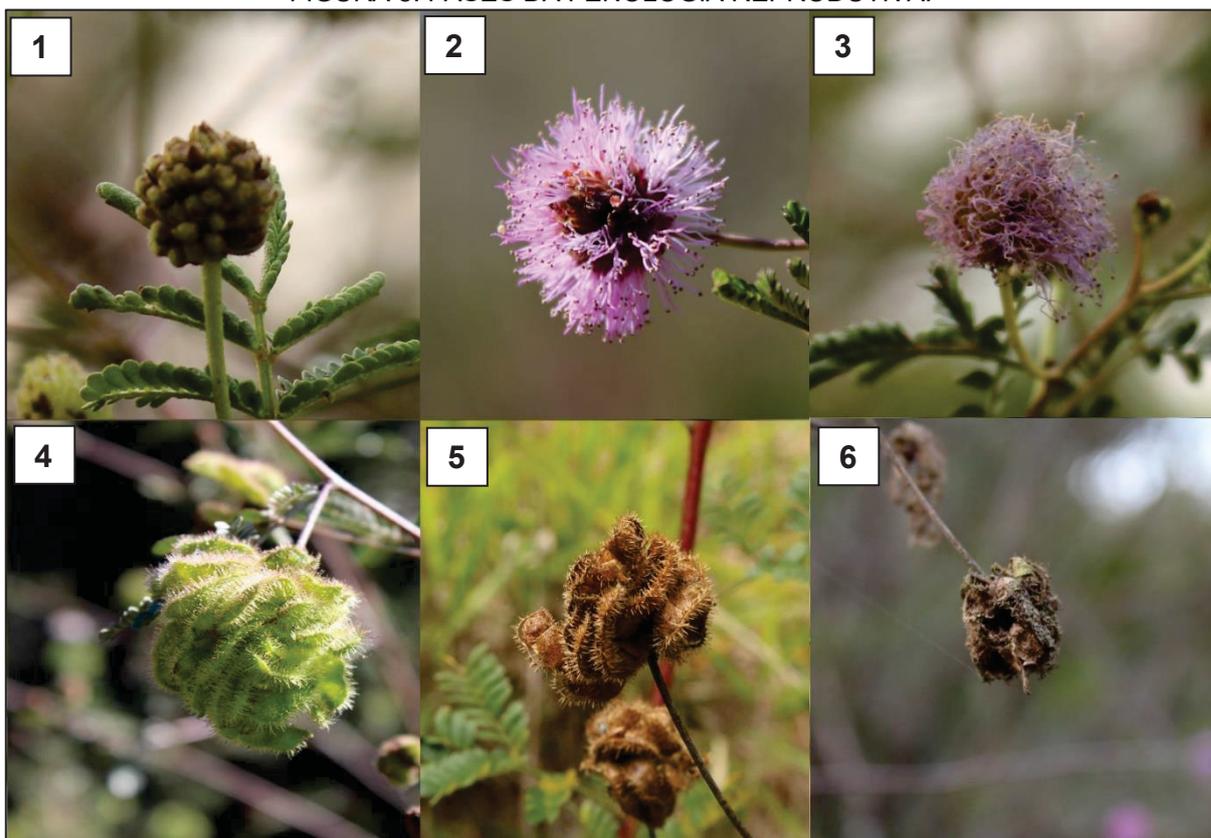
FIGURA 7: FASES DA FENOLOGIA VEGETATIVA.



FONTE: O autor, 2020. LEGENDA: 1 – Brotação; 2 – Folha madura; 3 – Folha senescente; 4 – Sem folhas.

Para as fases reprodutivas foram avaliados botão floral (quando ainda apresentava coloração esverdeada), floração iniciando (flor com coloração rosa vivo, em perfeitas condições e sem partes secas), floração terminando (flor rosa parcialmente marrom até a flor totalmente marrom), frutos novos (início da formação das vagens até os frutos totalmente formados, mas ainda com coloração verde), frutos maduros (totalmente marrons sem início de degradação) e frutos velhos (infrutescência iniciando a degradação até totalmente degradados ainda na planta; FIGURA 8).

FIGURA 8: FASES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA.



FONTE: O autor, 2020. LEGENDA: 1 – Botão floral; 2 – Floração iniciando; 3 – Floração terminando; 4 – Fruto novo; 5 – Fruto maduro; 6 – Fruto senescente.

Foi avaliada a intensidade de cada fase fenológica pelo método semiquantitativo (FOURNIER, 1974), que consiste em fornecer uma nota de 0 a 4, sendo: 0 - ausência de fase fenológica, 1 - presença da fase fenológica com magnitude entre 1% e 25%, 2 - presença da fase fenológica com magnitude entre 26% e 50%, 3 - presença da fase fenológica com magnitude entre 51% e 75% e 4 - presença da fase fenológica com magnitude entre 76% e 100%. A avaliação sempre foi realizada pelo mesmo observador para evitar erros de estimativa.

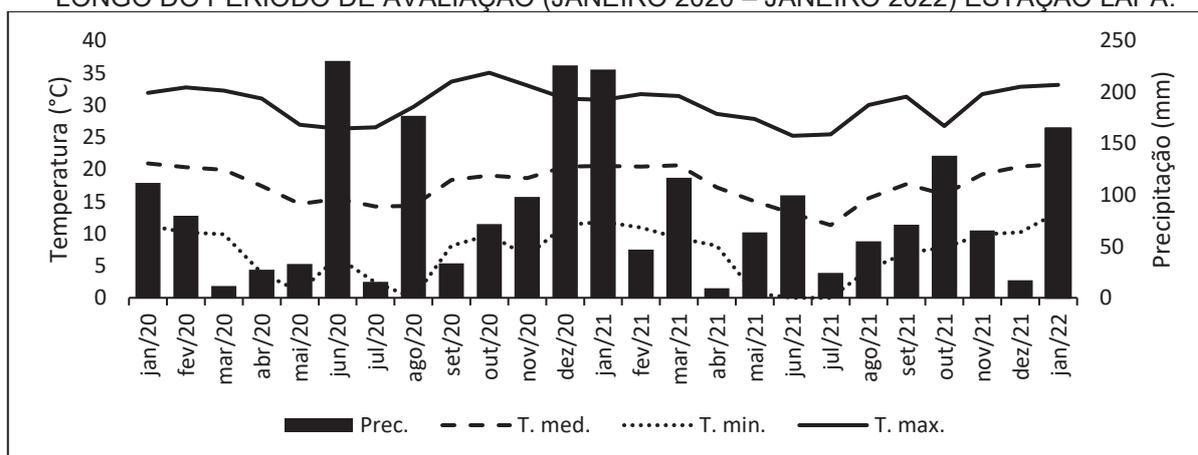
Após 12 meses do início do estudo uma ação imprevista ocasionada por erro operacional da empresa que estava realizando a colheita de plantios de *Pinus* sp. em áreas próximas resultou na destruição da maior parte da população, restando apenas 180 plantas no total em fevereiro de 2021 e delas somente cinco indivíduos dos que estavam sendo avaliados, os quais inicialmente eram vinte. Com a ocorrência deste evento, antes de dar continuidade ao monitoramento, foi realizada uma análise estatística prévia, para verificar como as cinco plantas remanescentes se comportavam, comparando-as com as vinte iniciais. Com isso, foi constatado que os cinco indivíduos remanescentes representam a população tão bem quanto os 20

iniciais. Desta forma, a partir do 13° mês foram avaliados somente os cinco indivíduos remanescentes até o 24° mês.

2.2.2 Dados meteorológicos

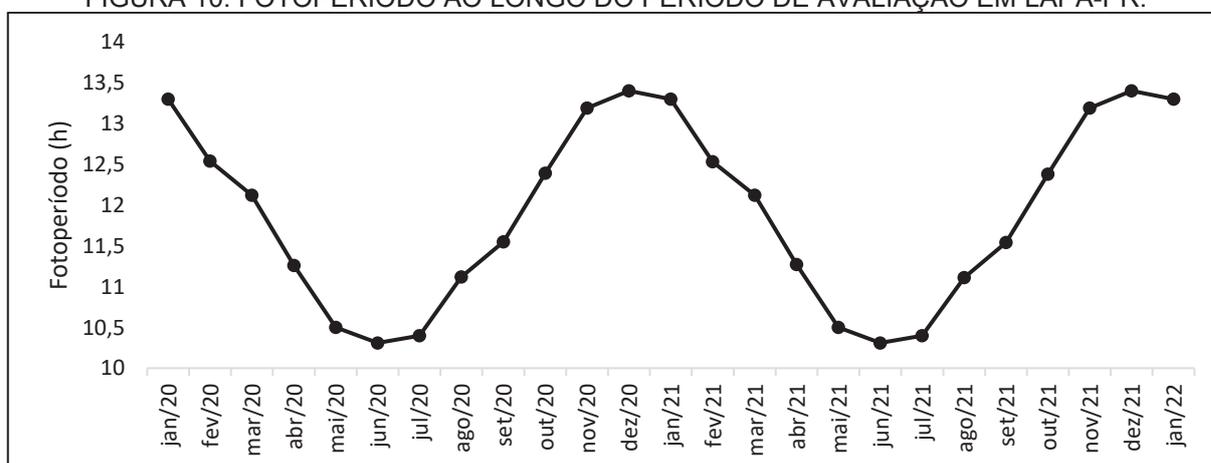
As variáveis meteorológicas utilizadas para a análise de correlação com as fases fenológicas foram: temperatura média mensal, médias das temperaturas mínimas e máximas mensais (°C), precipitação acumulada mensal (mm) e fotoperíodo (h) (FIGURAS 9 e 10). Os dados meteorológicos, com exceção do fotoperíodo, são oriundos da Estação Lapa (pela proximidade com a área de estudo), gerenciados pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Para o estudo foram utilizadas as médias mensais do período de janeiro 2020 a janeiro 2022.

FIGURA 9: TEMPERATURAS MENSAIS E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA REGISTRADAS AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO (JANEIRO 2020 – JANEIRO 2022) ESTAÇÃO LAPA.



FONTE: O Autor, 2022.

FIGURA 10: FOTOPERÍODO AO LONGO DO PERÍODO DE AVALIAÇÃO EM LAPA-PR.



FONTE: O autor, 2022.

2.2.3 Fotoperíodo

Para o cálculo do fotoperíodo, foi utilizada a fórmula de Soares e Batista (2004):

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

Onde: D = fotoperíodo em horas e décimos de hora; φ = latitude do lugar; δ = declinação do sol (dado fixo).

2.2.4 Análises estatísticas

Foi utilizada estatística circular para analisar as fases fenológicas, sua concentração, sazonalidade e duração; com auxílio do programa *Oriana V.4.02*. Foi utilizado o índice de atividade, que considera a presença ou ausência das fases fenológicas (BENCKE; MORELLATO, 2002). Para realizar a análise, os meses foram convertidos para ângulos de 0° a 360° (BENCKE; MORELLATO, 2002). O valor resultante foi arredondado para número inteiro. Após este procedimento foi realizado o processamento dos dados, obtendo gráficos circulares de frequência das fases vegetativas e reprodutivas, onde cada mês é representado por um intervalo de 30°, sendo atribuído o valor de 15° para o primeiro dia do mês de janeiro (MORELLATO *et al.*, 2000).

Foram calculados também os ângulos médios, desvio padrão angular e comprimento do vetor médio (r). As significâncias dos ângulos médios foram avaliadas pelo teste de *Rayleigh* (ZAR, 1999). Nos casos em que o ângulo médio foi significativo ($p < 0,05$), o que denota sazonalidade, este foi convertido para data média de ocorrência da fase fenológica (MORELLATO *et al.*, 2000).

Utilizando os dados de intensidade, com o intuito de analisar a força da associação entre variáveis fenológicas e meteorológicas, foram realizadas correlações de *Spearman* para os cinco indivíduos. O resultado desta análise varia de -1 a 1, e quando o valor de P é inferior a 0,05 confirma-se correlação estatisticamente significativa ao nível de confiança de 95% (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). As análises estatísticas foram realizadas por meio do *software BioStat 2008* na versão gratuita iniciando pelo teste de *Watson-Williams* que é utilizado para a comparação de duas ou mais amostras.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Comparação entre padrões fenológicos nos dois anos de monitoramento

Com o teste de *Watson-Williams*, foi possível verificar que entre os dois anos de avaliação, para maioria das fenofases correlacionadas com dados meteorológicos, não houve diferenças significativas, considerando o comportamento das fases vegetativas e reprodutivas (TABELA 7). Com estes resultados iniciais, pôde-se concluir que não seria necessário realizar testes independentes de cada ano de avaliação. As fases reprodutivas que denotaram diferença significativa fazem parte do grupo sensível às alterações do microclima, portanto foram desconsideradas estas diferenças e foi seguido com as avaliações considerando o período total de dois anos.

TABELA 7: RESULTADOS DOS TESTES DE WATSON-WILLIAMS ENTRE AS FASES FENOLÓGICAS DE *M. strobiliflora*, LAPA, PARANÁ.

Fenofase	Média Ano 1	Média Ano 2	Watson-Williams
Queda foliar	269,144°	43,672°	0,043
Brotamento	20,643°	319,811°	0,006
Folhas maduras	274,243°	293,217°	0,058
Folhas senescentes	293,061°	342,975°	0,068
Botão floral	190,815°	188,162°	0,159
Floração iniciando	215,705°	219,208°	0,175
Floração termin.	225,513°	254,329°	0,115
Frutos novos	260,198°	271,889°	0,188
Frutos maduros	303,079°	321,252°	0,114
Frutos velhos	38,010°	21,240°	0,090

FONTE: O Autor, 2022. LEGENDA: * Valores significativos ao nível de 95% de confiança ($p=0,6986$).

2.3.2 Fenologia vegetativa

O padrão da fenologia vegetativa teve como principais aspectos a manutenção constante de pelo menos 50% de folhas maduras. Considerando os meses de março a setembro, esta fase fenológica tornou-se mais expressiva, atingindo no primeiro ano 100% de intensidade em fevereiro e, no segundo ano, 90% no mês com maior expressividade (FIGURA 8). Para as folhas senescentes houve um aumento considerável desta fase fenológica de junho de 2020 até outubro de 2020, sendo que sua maior intensidade ocorreu em 21 de outubro (TABELA 8).

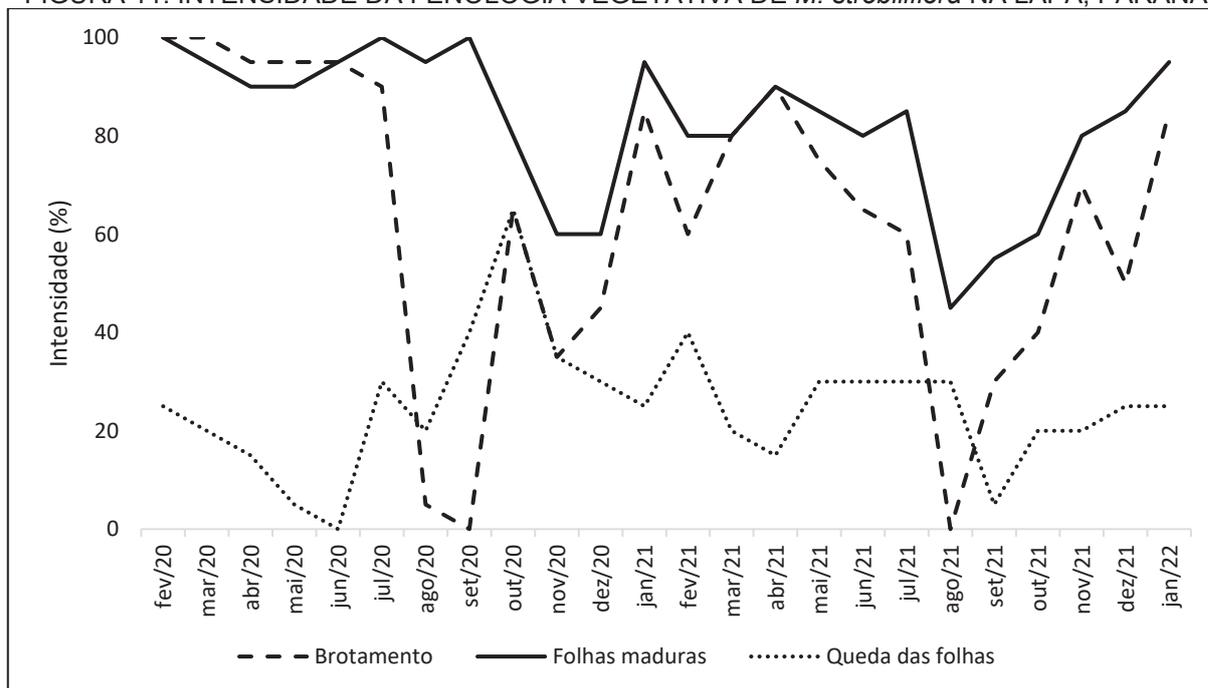
TABELA 8: RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE *M. strobiliflora* NA LAPA, PR, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO.

Fenofases	Nº obs.	Âng. médio	Vetor r	Data Média	Desv. Pad.	Rayleigh (Z)
Queda das folhas	79	269,144°	0,127	18/set	116,464°	1,268*
Brotamento	82	20,643°	0,069	22/fev	132,531°	0,389
Folhas maduras	102	274,243°	0,149	18/set	111,776°	2,268*
Folhas velhas	85	293,061°	0,187	21/out	104,948°	2,967*

FONTE: O autor, 2022. LEGENDA: * valores significativos ao nível de 95% de confiança.

Outra informação importante foi para as folhas senescentes é que não se obteve um aumento considerável nos períodos de inverno, ocorrendo o pico da atividade em 18 de setembro. Por outro lado, foi possível observar que entre junho e setembro a intensidade de brotação foi quase nula nos dois anos de avaliação (FIGURA 8). A retomada da brotação aconteceu no final de setembro, ocorrendo até o início da primavera, com pico em 22 de fevereiro, (TABELA 8; FIGURA 11), de forma semelhante nos dois anos, no auge do verão. O brotamento é inversamente proporcional à queda das folhas.

FIGURA 11: INTENSIDADE DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE *M. strobiliflora* NA LAPA, PARANÁ



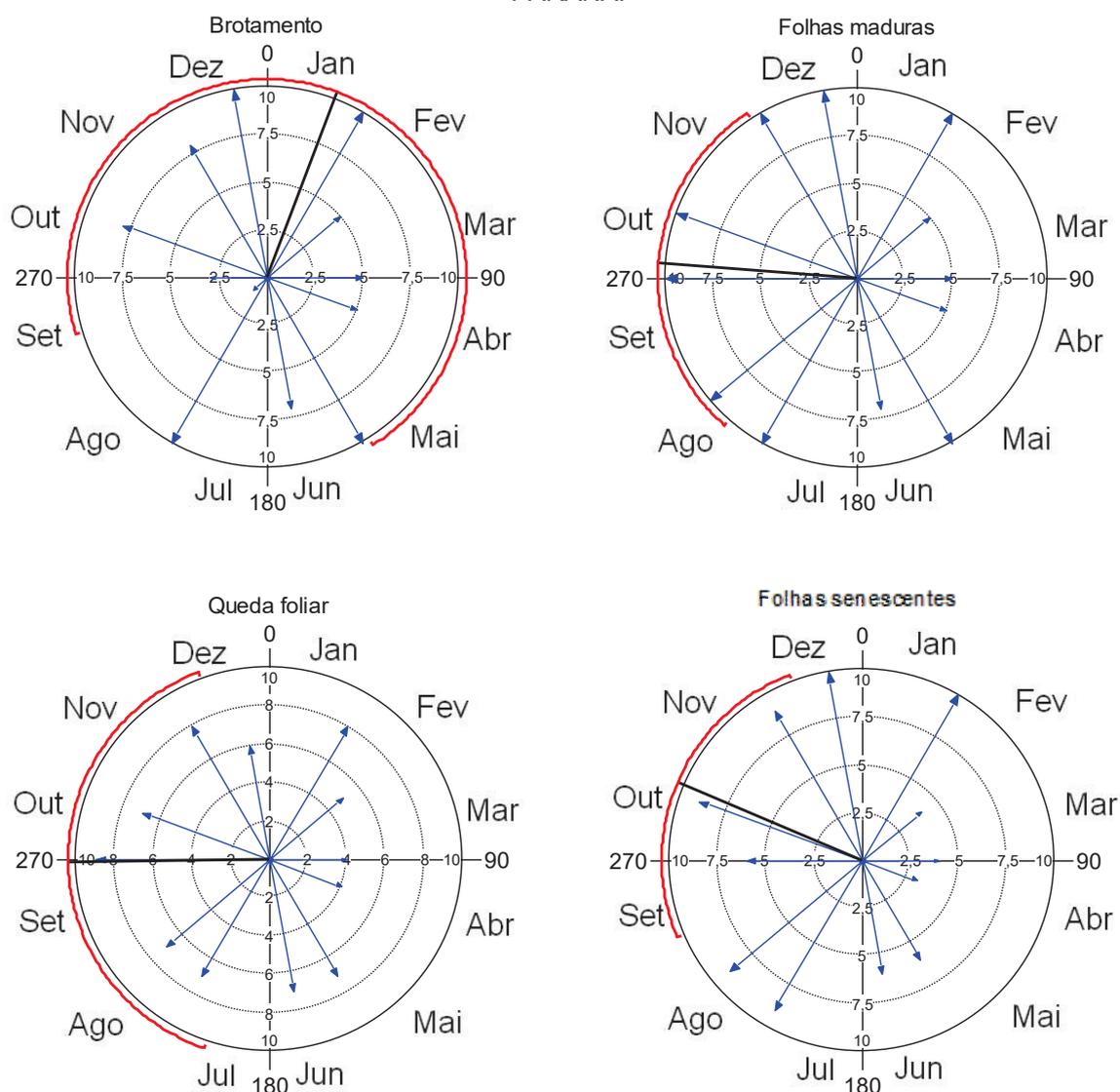
FONTE: O autor, 2022.

Com relação aos resultados da estatística circular para a fenologia vegetativa, pode-se indicar como pontos importantes a sazonalidade de todas as fases fenológicas, exceto o brotamento. Algumas foram mais evidentes, como folhas

senescentes. Esta fenofase teve os picos bem definidos e relativamente próximos nos dois anos de avaliação (FIGURAS 11 e 12).

Por outro lado, para as folhas maduras foi verificada a manutenção de níveis consideráveis de intensidade durante todo o ano, com pico entre os meses de janeiro e fevereiro, significando que a espécie tem um padrão perenifólio. Comportamento similar ocorreu para as folhas senescentes, que foram registradas durante praticamente todo o ano, mas com intensidade menor de abril a junho, com pico em 21 de outubro. Portanto, a espécie apresentou maior atividade vegetativa entre 18 de setembro e 22 de fevereiro.

FIGURA 12: REPRESENTAÇÃO ESTATÍSTICA EM GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA VEGETATIVA DE *M. strobiliflora*, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, NA LAPA, PARANÁ.



FONTE: O autor, 2022.

2.3.3 Fenologia reprodutiva

As fases fenológicas reprodutivas foram registradas sempre em um período bem definido, sendo consideradas sazonais. O surgimento dos botões florais ocorreu entre os meses de março e agosto, com pico de atividade no dia 23 de julho (TABELA 9, FIGURAS 13 e 14), totalizando seis meses de ocorrência desta fase fenológica e com maior expressão de intensidade no primeiro ano de avaliação.

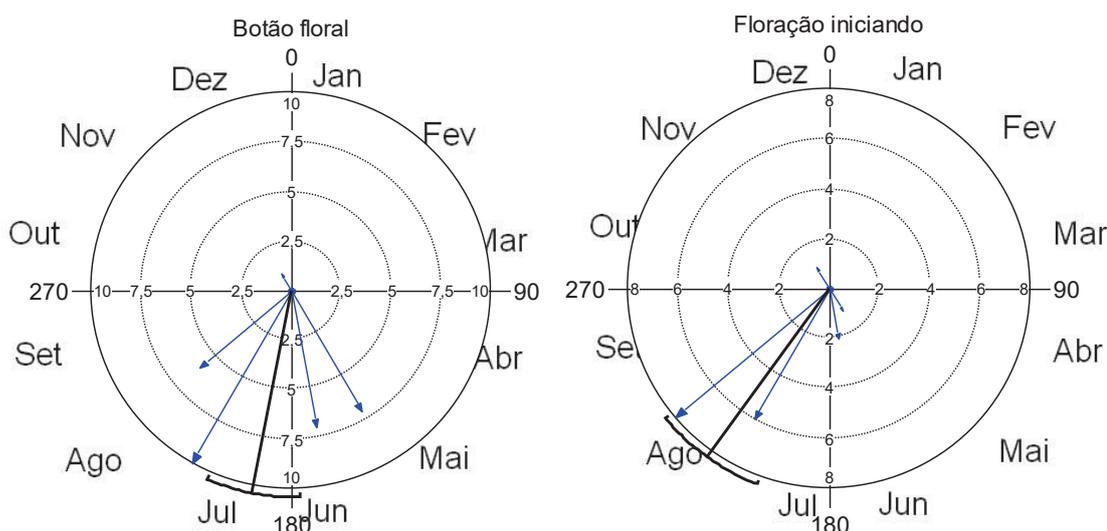
As fenofases botão floral, floração iniciando e floração terminando tiveram os ângulos médios muito próximos, indicando que as datas médias ocorrem próximas entre estas fases fenológicas (TABELA 9).

TABELA 9: RESULTADOS DA ESTATÍSTICA CIRCULAR DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE *M. strobiliflora* NA LAPA, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO.

Fenofases	N. obs.	Âng. médio	Vetor r	Data Média	Desv. pad.	Rayleigh (Z)
Botão floral	31	190,815°	0,807	23/jul	37,572°	20,166*
Floração iniciando.	18	215,705°	0,837	3/ago	34,192°	12,607*
Floração terminando.	19	225,513°	0,830	13/ago	34,945°	13,098*
Frutos novos	31	260,198°	0,813	19/set	36,903°	20,474*
Frutos maduros	25	303,079°	0,747	21/out	43,713°	13,969*
Frutos velhos	80	38,010°	0,053	23/jan	138,802°	0,226

FONTE: O autor, 2022. LEGENDA: * Valores significativos ao nível de 95% de confiança.

FIGURA 13: GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE BOTÃO FLORAL E FLORAÇÃO INICIANDO, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO DE *M. strobiliflora*, NA LAPA, PARANÁ.

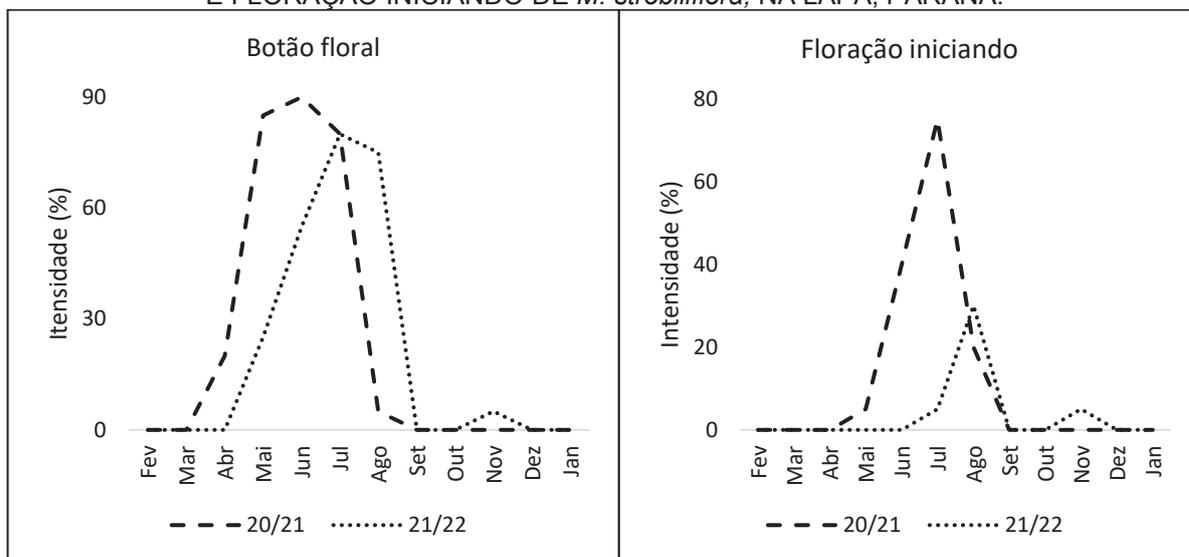


FONTE: O autor, 2022.

A floração iniciando ocorreu nos meses de abril a agosto, sendo menos evidente em julho no primeiro ano e em agosto no segundo ano (FIGURA 14). O

ângulo médio na combinação dos dois foi de 215,71° equivalente ao dia 3 de agosto. Para o surgimento de botões florais foram verificados picos de intensidade ocorrendo entre junho e julho. A maior intensidade desta fase fenológica ocorreu no primeiro ano de avaliação. Para a floração iniciando verificou-se um comportamento semelhante ao citado anteriormente, mas com os picos em julho e agosto, com a maior intensidade da fase fenológica ocorrendo no primeiro ano (FIGURA 14).

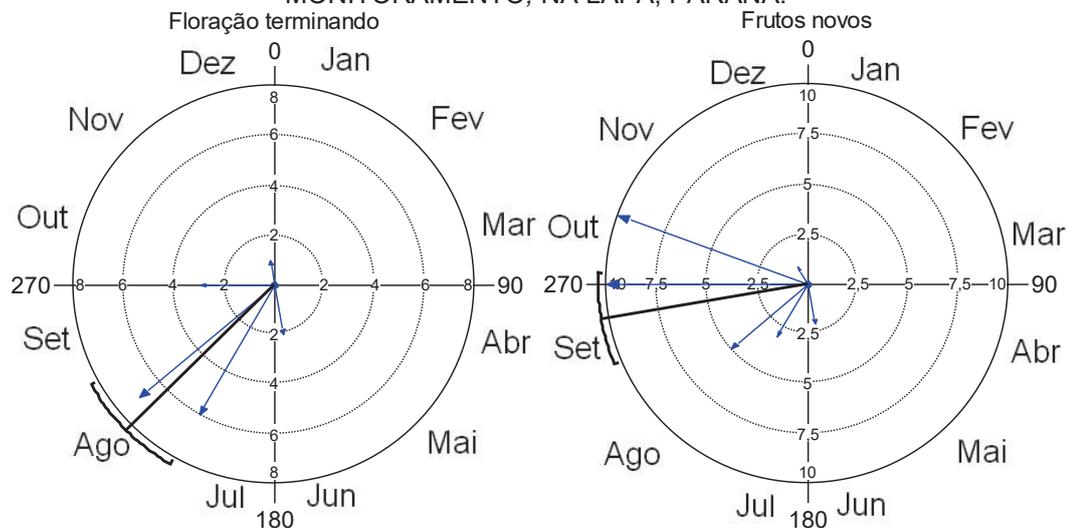
FIGURA 14: GRÁFICOS DE INTENSIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE BOTÃO FLORAL E FLORAÇÃO INICIANDO DE *M. strobiliflora*, NA LAPA, PARANÁ.



FONTE: O autor, 2022.

De forma geral, a floração terminando não é analisada em estudos de fenologia, mas neste caso optou-se por avaliar, pois é uma fase fenológica que delimita mais proximamente a quantidade de frutos a serem produzidos, sendo muito evidente para esta espécie. De forma geral, a floração terminando foi sazonal e ocorreu em um período muito curto de tempo, entre meados de julho e agosto, com seu pico de atividade no dia 13 de agosto (FIGURAS 15 E 16).

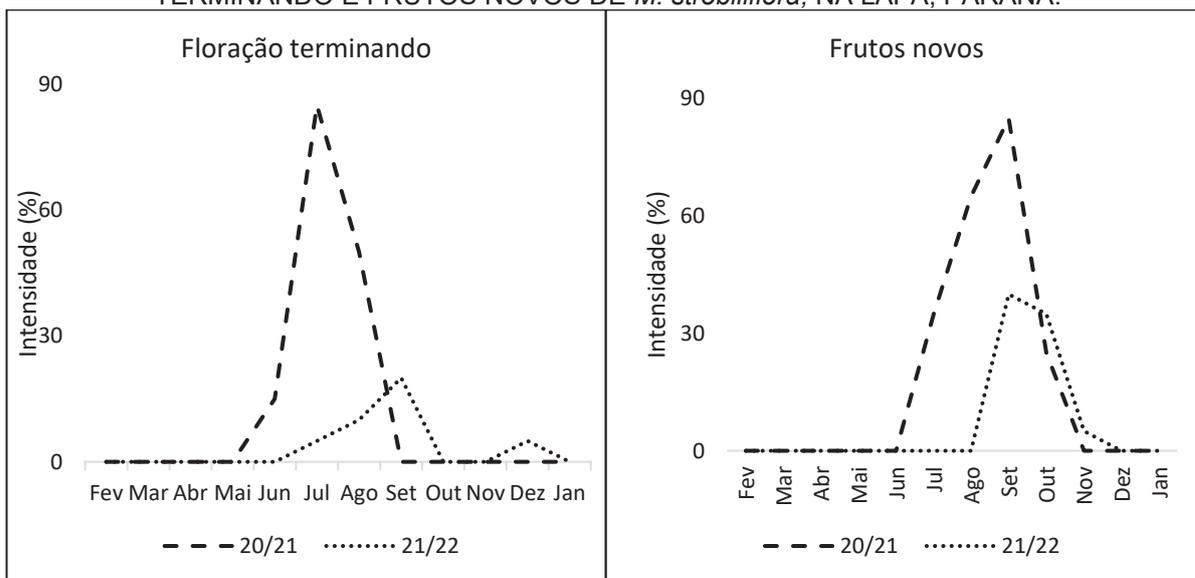
FIGURA 15: GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE FLORAÇÃO TERMINANDO E FRUTOS NOVOS DE *M. strobiliflora*, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, NA LAPA, PARANÁ.



FONTE: O autor, 2022.

Os frutos imaturos surgiram no mês de julho, se estendendo até novembro (FIGURA 16) e não foram detectadas diferenças significativas na estatística circular dos 24 meses quando correlacionados com os dados meteorológicos. Para os frutos imaturos ainda pôde ser verificado que a intensidade da produção da fase fenológica foi muito maior no primeiro ano, quando comparado com o segundo ano de avaliação.

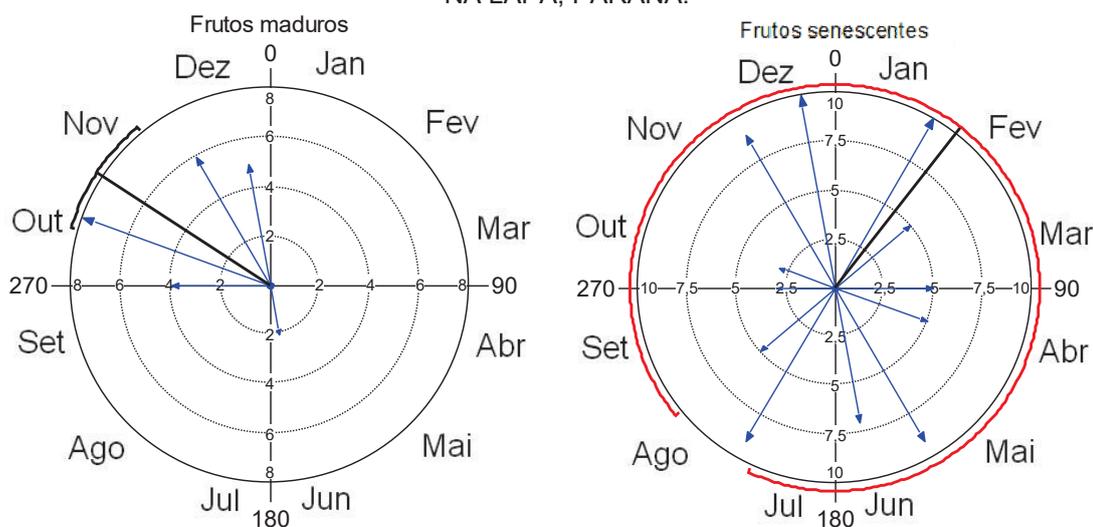
FIGURA 16: GRÁFICOS DE INTENSIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DA FLORAÇÃO TERMINANDO E FRUTOS NOVOS DE *M. strobiliflora*, NA LAPA, PARANÁ.



FONTE: O autor, 2022.

Para a fase reprodutiva dos frutos maduros verificou-se manifestação no último trimestre do ano, tendo início em meados de setembro, se intensificando na metade de outubro e finalizando no final de dezembro. O ângulo médio foi 303,079, denotando a maior intensidade da fase fenológica em 21 de outubro, com 100% de ocorrência nas plantas avaliadas (FIGURAS 17 e 18).

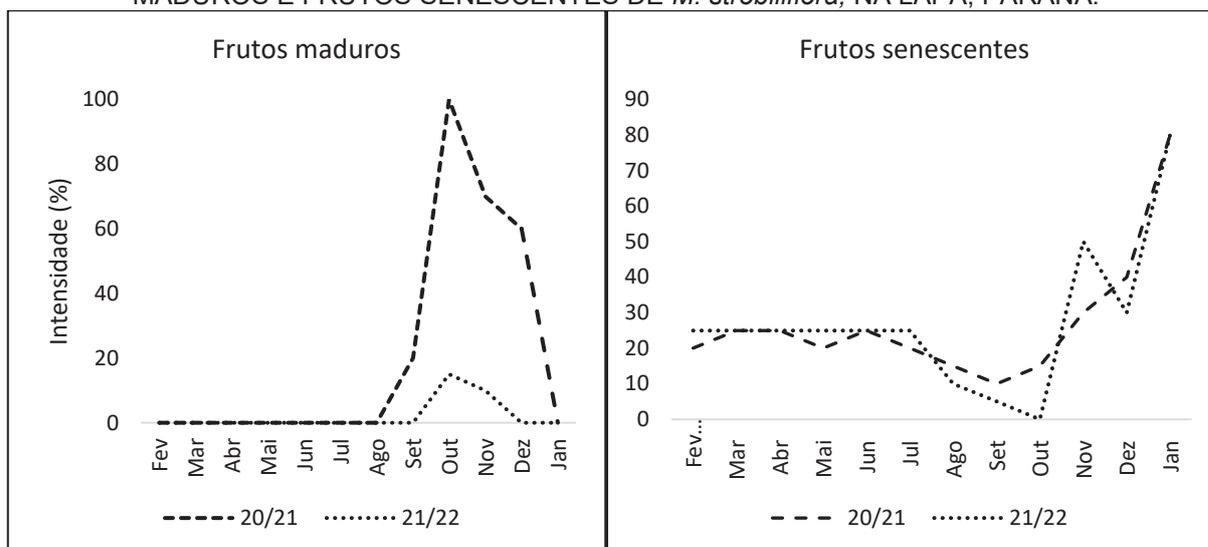
FIGURA 17: GRÁFICOS CIRCULARES DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE FRUTOS MADUROS E FRUTOS SENESCENTES DE *M. strobiliflora*, CONSIDERANDO 24 MESES DE MONITORAMENTO, NA LAPA, PARANÁ.



FONTE: O autor, 2022.

Para a fase de frutos senescentes também houve sazonalidade, com maior incidência no final de cada ano, logo após o amadurecimento dos frutos. Isto demonstra a longevidade reduzida da maioria dos frutos, mas a fenofase ocorreu durante o ano todo com menos intensidade o que pode ser considerada uma estratégia de dispersão. Esta fase fenológica teve aumento da intensidade entre setembro e outubro em ambos os anos avaliados (FIGURA 18), e foi reduzindo gradativamente pelo período de um ano, se sobrepondo à produção de frutos do próximo ciclo. Esta fase fenológica foi a que obteve o maior número de observações (80). O alto desvio padrão do ângulo médio desta fenofase se deve ao fato de que os frutos velhos são persistentes na planta, chegando até o próximo ciclo fenológico. O ângulo médio resultou no pico de atividade em 23 de janeiro (TABELA 10, FIGURAS 17 e 18).

FIGURA 18: GRÁFICOS DE INTENSIDADE DA FENOLOGIA REPRODUTIVA DE FRUTOS MADUROS E FRUTOS SENESCENTES DE *M. strobiliflora*, NA LAPA, PARANÁ.



FONTE: O autor, 2022.

Não foi observada nenhuma correlação entre as fases fenológicas reprodutivas e a precipitação no período avaliado (TABELA 10). Além disso, a floração iniciando, frutos maduros e frutos senescentes não se correlacionaram com nenhuma das variáveis meteorológicas abrangidas no estudo. Já os botões florais tiveram correlação positiva com o fotoperíodo e a floração terminando teve correlação positiva com a temperatura média. A presença de frutos novos se correlacionou positivamente com as variáveis temperatura mínima, média e máxima, bem como o fotoperíodo, demonstrando que, com a chegada do verão, esta fase fenológica fica mais abundante. Pode-se afirmar também que, com o verão mais quente e menos chuvoso, a espécie tem uma intensidade maior da produção de frutos novos (TABELA 10).

TABELA 10: COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE *SPEARMAN* ENTRE TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA MENSAL, PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL, FOTOPERÍODO E A PRESENÇA E AUSÊNCIA DAS FASES FENOLOGICAS REPRODUTIVAS DE *M. strobiliflora*, NA LAPA, PR.

Fenofases	T. min (°C)	T. méd (°C)	T. máx (°C)	Precipitação (mm)	Fotoperíodo (h)
Botão floral	0,29	0,17	0,22	0,25	0,68*
Floração inic.	0,11	0,12	0,08	0,20	0,05
Floração term.	0,14	0,68*	0,21	0,08	0,13
Frutos novos	0,82*	0,84*	0,76*	0,27	-0,54*
Frutos maduros	0,08	0,12	0,11	0,29	0,16
Frutos senescentes	0,01	0,06	0,09	0,14	0,22

FONTE: O autor, 2022. LEGENDA: * Valores significativos ao nível de 95% de confiança.

2.4 DISCUSSÕES

2.4.1 Fenologia vegetativa

O aumento considerável da fenofase folhas senescentes, evidenciado até meados de outubro, pode ter ocorrido como consequência da forte estiagem que atingiu a região neste período, pois o estresse hídrico nas plantas faz com que estas direcionem energia para as funções reprodutivas (ANTONELI; THOMAZ, 2012). O fenômeno de senescência foliar começa a ocorrer em algumas espécies no início do outono, se estendendo até o inverno (SCHEER *et al.*, 2009). Este comportamento é esperado em uma grande porção de espécies existentes nas florestas subtropicais (PINTO; MARQUES, 2003). Essa estratégia é um mecanismo de defesa às baixas temperaturas, que são muito frequentes em algumas regiões do sul do Brasil, garantindo a sobrevivência adaptada ao frio intenso (LARCHER, 2006). Este período de frio intenso vem acompanhado por fortes geadas, ocorrendo muito comumente no inverno na região sul do Brasil (INOUE, 2000).

O comportamento vegetativo decíduo normalmente é caracterizado pela perda total ou parcial das folhas, com uma regeneração intensa após um período de dormência (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Os indivíduos de *M. strobiliflora* não chegaram a ficar totalmente sem folhas em nenhum período do ano, mas em alguns momentos a queda foliar foi mais acentuada. Portanto, quando as espécies sincronizam a senescência e a posterior brotação das folhas, indicam que há uma substituição gradual das folhas adultas, acarretando em um aumento da fotossíntese, e potencializando a taxa de crescimento na estação da primavera (BACKES; PRATES; VIOLA, 2005).

Em contrapartida a isso pode-se perceber que, com o frio, a espécie tem sua intensidade de brotação reduzida a próximo de zero logo após agosto, retomando em setembro, denotando que o brotamento é inversamente proporcional à queda das folhas. Isso ocorre pois é um momento de transição do período vegetativo para o reprodutivo, sendo indispensável para a produção de sementes (CLELAND *et al.*, 2007). Este fato também foi descrito nos trabalhos que demonstraram uma relação direta do comportamento vegetativo com as condições climáticas locais (LIMA; COELHO, 2018).

2.4.2 Fenologia reprodutiva

O surgimento dos botões florais ocorreu entre os meses de março e setembro, que foi um período com baixa precipitação. A emissão dos botões florais iniciando ainda no período seco é considerado um comportamento comum para espécies de estepe e campos naturais (TSUDA; ALMEIDA, 2012; FARIAS *et al.*, 2015), sendo que padrões fenológicos semelhantes aos obtidos neste estudo já foram verificados em outras espécies de Fabaceae (CAMARGO *et al.*, 2011; GUILHERME *et al.*, 2011; MELO *et al.*, 2015). Este fato pode ocorrer devido a uma evolução de estratégia para que polinizadores cheguem até a planta em um período sem chuvas (OPLER *et al.*, 1976).

Na maioria das espécies, o início do aparecimento das estruturas reprodutivas ocorre após o aumento da concentração de água nas células das gemas maduras, ou seja, quando se tem um longo período de estiagem seguido por chuvas abundantes (BORCHERT *et al.*, 2004). Assim, as primeiras chuvas após o grande período de seca podem desencadear a floração em várias espécies arbóreas tropicais (BORCHERT *et al.*, 2004). Por outro lado, no mesmo período em que se inicia o processo de produção das gemas florais, os picos de intensidade de floração coincidem com a elevação da intensidade de queda foliar, podendo também ocorrer a translocação dos nutrientes no estágio de senescência foliar, os quais são direcionados para a formação dos órgãos reprodutivos da planta, como botões, flores e frutos (FELSEMBURGH *et al.*, 2016), como ocorreu para a espécie estudada.

Um padrão semelhante ao ocorrido neste trabalho foi relatado para outras espécies da mesma família ou de habitat similar, como as Fabaceae *Canavalia parviflora* (FELSEMBURGH *et al.*, 2016) e *Chamaecrista debilis* (GUIMARÃES *et al.*, 2016), e a Vochysiaceae *Qualea parviflora* (FERREIRA *et al.*, 2017). Assim, pode-se complementar que o surgimento de botões apresentou comportamento semelhante no período de avaliação, com maior intensidade no primeiro ano. Isto pode ser devido à escassez de chuvas no período em que ocorreu a formação das gemas florais, assim diminuindo consideravelmente a produção no segundo ano (FERREIRA *et al.*, 2017). O padrão ocorrido no segundo ano de estudo é considerado mais vantajoso para a espécie, pois o fato de a planta possuir um número pequeno de flores obriga os polinizadores a não se saciarem em apenas uma planta, fazendo com que visitem outras em busca de mais alimento, potencializando assim a troca de material genético

(FERRAZ; MANTOVANI, 1999). Resultados que atestam esta situação foram relatados para a espécie *Xylopia aromatica*, no bioma Cerrado em Goiânia (SILVA, 2016). Considerando o que foi observado sobre a floração de *M. strobiliflora*, pode-se afirmar que o comportamento da fenologia reprodutiva da espécie não é influenciado somente por fatores como temperatura, precipitação e disponibilidade de nutrientes, mas pode também ser afetado por polinizadores (NAZARENO; REIS, 2012).

A frutificação da espécie teve início no mês de julho, com pico de frutos maduros em outubro. Um motivo provável para a maior intensidade de frutos maduros ter sido registrada neste período é a necessidade da espécie de diminuir o grau de umidade da semente, o que irá garantir a sua maturidade fisiológica (FELSEMBURGH *et al.*, 2016). Além disso, o amadurecimento e a dispersão dos frutos e sementes no verão aumentam as probabilidades de germinação e, em seguida, de estabelecimento das plântulas, que são beneficiadas pela abundância de nutrientes disponibilizados com a decomposição da serapilheira que foi liberada pela comunidade vegetal no período anterior (FELFILI *et al.*, 1999).

O comportamento da fenologia reprodutiva da espécie estudada é similar à de outras espécies que vivem em habitats atingidos por uma sazonalidade e que tiveram que se adaptar para poderem produzir, maturar os frutos e dispersar as sementes no momento mais favorável para a germinação e desenvolvimento das plântulas (PIRANI *et al.*, 2009). Como comportamentos semelhantes na mesma família pode ser citado o de *Dipteryx alata* (SILVA, 2016), e em espécies de outras famílias com habitat similar, é válida a menção de *Byrsonima basiloba* (SILVA *et al.*, 2016) e *Xylopia aromatica* (SILVA, 2016).

As correlações positivas e significativas da floração terminando com a temperatura média e dos frutos novos com as temperaturas mínima, média e máxima são reflexo do aumento da intensidade nos meses em que houve maior elevação de temperatura (FARIAS *et al.*, 2015). A redução da intensidade de frutos novos coincide com o acréscimo da intensidade dos frutos maduros. Isso significa que a elevação das temperaturas potencializa o amadurecimento dos frutos. Pode-se citar alguns resultados próximos aos constatados neste trabalho para espécies de cerrado como *Cybistax antisyphilitica* (GUILHERME *et al.*, 2011), *Byrsonima basiloba* (SILVA *et al.*, 2016) e *Canavalia parviflora* (FELSEMBURGH *et al.*, 2016).

2.5 CONCLUSÕES

A espécie *M. strobiliflora* apresenta sincronia entre os indivíduos na expressão dos eventos fenológicos.

Não foram verificadas limitações na produção de flores, frutos e sementes no período avaliado, somente uma redução da intensidade no segundo ano, provavelmente relacionada à forte estiagem.

Mesmo com a diferença na quantidade de precipitação entre os dois anos de avaliação, a espécie manteve o padrão fenológico de forma cíclica e acontecendo no mesmo período do ano.

A temperatura demonstrou influência sobre as fenofases flores terminando e frutos jovens, enquanto o fotoperíodo apresentou correlação com botões e frutos jovens. Nenhuma fenofase se correlacionou com a precipitação.

REFERÊNCIAS

- AIDE, T.M. 1992. Dry season leaf production: an escape from herbivory. **Biotropica** **24**: 532-537.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado: espécies vegetais uteis**. Planaltina: CPAC-Embrapa; 1998. 464 p.
- ALMOND, R. E. A.; GROOTEN, M.; PETERSON, T. **Living Planet Report 2020-Bending the curve of biodiversity loss**. World Wildlife Fund, 2020.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. Production of litter in a fragment of the florets ombrofila mista with faxinal sistem. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 24, n. 3, 2012.
- BACHMAN, S. P.; FIELD, R.; READER, T.; RAIMONDO, D.; DONALDSON, J.; *et al.* Progress, challenges and opportunities for Red Listing. **Biological Conservation**, v. 234, p. 45-55, 2019.
- BACKES, A.; F. L. PRATES; F. L.; VIOLA, M. G. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta botânica brasileira**. 19(1): 155-160. 2005
- BAUER, D.; GOETZ, M.N.B.; MÜLLER, A.; SCHMITT, J.L. 2012. Fenologia de três espécies de *Myrsine L.* em floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil. **Revista Árvore** 36(5): 859–868.
- BATALHA, M. A. P. L.; W. MANTOVANI. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pe-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**. 2000; 60(1): 129-145. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71082000000100016>.
- BAUER, D.; MÜLLER, A.; GOETZ, M. N. B.; SCHMITT, J. L. 2014. Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleyanum*, em Floresta Semidecídua do Sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 657 - 668.
- BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 269 – 275.
- BORCHERT, T. R.; RENNER, S. S.; CALLE, Z. *et al.* Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equator. **Nature**, v. 433, n. 7026, p. 627-629, 2005.
- BORCHERT, R.; S. MEYER; R. FELGER; L. PORTER-BOLLAND. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. **Global Ecology and Biogeography**. 2004; 13(5): 409-425. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-822X.2004>.

BROOKE, M. L.; JONES, P. J.; VICKERY, J. A.; WALDREN, S. 1996. Seasonal patterns of leaf growth and loss, flowering and fruiting on a subtropical central Pacific Island. **Biotropica** 28: 164-79.

CALAMBÁS-TROCHEZ, L. F et al. 2021. Climate and land-use changes coupled with low coverage of protected areas threaten palm species in south Brazilian grasslands. **Perspectives in Ecology and Conservation**. Volume 19, Issue 3, July–September 2021, Pages 345-353.

CAMARGO, M. G.; R. SOUZA; P. REYS; L. P. C. MORELLATO. Effects of environmental conditions associated to the cardinal orientation of the reproductive phenology of the cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 2011; 83(3): 1007-1019. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652011005000014>.

CLELAND, E. E., CHUINE I., MENZEL, A., MOONEY, H. A., SCHWARTZ, M. D., (2007) Shifting plant phenology in response to global change. **Trends Ecol Evol** 22:357–365. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007>.

CNCFLORA; SOCIEDADE CHAUÁ. **Avaliações de Risco de Extinção *Mimosa strobiliflora* Burkart in Lista Vermelha da flora brasileira**. Centro Nacional de Conservação da Flora. 2022.

CORNWELL, W. K.; PEARSE, W. D.; DALRYMPLE, R. L.; ZANNE, A. E. What we (don't) know about global plant diversity. **Ecography**, v. 42, n. 11, p. 1819-1831, 2019.

COSTA, D. P.; PERALTA, D. F. Bryophytes diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66: 1063-1071, 2015.

FARIAS, J.; M. SANCHEZ; M. F. ABREU; F. PEDRONI. Seed dispersal and predation of *Buchenavia tomentosa* Eichler (Combretaceae) in a Cerrado sensu stricto, midwest. **Brazilian Journal of Biology**. 2015a; 75(4 Suppl 1): 88-96. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.06214>.

FELFILI, J. M.; M. C. DA SILVA JUNIOR; B. J. DIAS; A. V. REZENDE. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 1999; 22(1): 83-90. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-4041999000100011>.

FELSEMBURGH, C. A.; V. L. PELEJA; J. B. DO CARMO. Fenologia de *Aniba parviflora* (Meins.) Mez. em uma região do estado do Para, Brasil. **Biota Amazonica**. 2016; 6(3): 31-39. doi: <http://dx.doi.org/10.18561/21795746/biotaamazonia.v6n3p31-39>.

FERRAZ, I. D. K.; W. MANTOVANI. 1999. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. 1999; 59(2): 305-317. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000200013>.

FERREIRA, K. R.; B. G. FINA; N. H. REGO; R. F. RUI; D. M. KUSANO. Fenologia de *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) em um remanescente de cerrado sensu stricto. **Revista de Agricultura Neotropical**. 2017.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 08 set. 2022.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

GUILHERME, F. A. G.; A. DE A. SALGADO; E. A. COSTA; M. ZORTEA. Fenologia de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. **Bioscience Journal**. 2011; 27(1): 138-147.

GUIMARAES, C. G.; MENDONÇA-FILHO, C. V.; CUNHA, V. C. DA; ANTONINI, Y. Fenologia de *Chamaecrista debilis* no Espinhaço Meridional, em Diamantina, MG. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. 2016; 10(1): 6-12.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9pp, 2001.

HOYO, Y.; S. TSUYUZAKI. 2015. Sexual and vegetative reproduction of the sympatric congeners *Drosera anglica* and *Drosera rotundifolia*. **Flora**. 2015; 210: 60-65. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2014.10.003>.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em 09 de outubro de 2019.

IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Mapeamento geológico**. Disponível em < <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapeamento-Geologico> > Acesso em 09 de outubro de 2020.

INOUE, D. W., BARR, B., ARMITAGE, K. B., INOUE, B. D. Climate change is affecting altitudinal migrants and hibernating species **PNAS**. February 15, 97 (4) 1630-1633. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed.; Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 91 p. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2020 **Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros**: 2000-2018. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2022.

LARCHER, W. (2006) **Ecofisiologia Vegetal**. RiMa, São Carlos, 525-550.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature climate change**, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2015.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.32, n.2, p.375-391, abr.-jun. 2009.

LIMA, B. G., COELHO, M. F. B. Phytosociology and structure of a forest fragment caatinga, Ceará state, Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 809-819, 2018.

LIUTH, H.S.; TALORA, D.C.; AMORIM, A.M. 2013. Phenological synchrony and seasonality of understory Rubiaceae in the Atlantic Forest, Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 27: 195– 204.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa, Editora UEPG, 2012. p-526.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. Á. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100p. 2013.

MELO, A. P. C.; A. SELEGUINI; A. F. LEITE; E. R. B. SOUZA; R. V. NAVES. Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo. **Comunicata Scientiae**. 2015; 6(4): 495-500.

MENEZES, M.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N.; ALVES, A. M.; SANTOS, A. A.; PEDRINI, A. de G.; *et al.* Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. **Rodriguésia**, v. 66: 1047-1062, 2015.

MENZEL, A. *et al.* European phenological response to climate change matches the warming pattern. **Global Change Biology**, v. 12, n. 10, p. 1969-1976, 2006.

MMA. 2014. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA nº 443**, de 17 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf>. Acessado em: 14 de maio de 2020. 25p

MONTANARELLA, L. *et al.* **Status of the world's soil resources: main report**. Embrapa Solos-Livro científico (ALICE), 2015.

MORELLATO, L. P. C. 1992. **Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi**, p. 98-110. In LPC Morellato, org. História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Editora da Unicamp, Campinas. 321p.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* 2010. The Influence of sampling method, sample size and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in Tropical Forest Trees. In: HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. **Phenological Research: methods for environmental and climate change analysis**. Springer Netherlands: Berlin. p. 99-121.

MORELLATO, L. P.C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, Essex, n. 195, p. 60-72, 2016.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Gainesville, v. 32, n. 4b, p. 811–823.

NAVARRO, T.; OUALIDI, J.; TALEB, M.S.; PASCUAL, V.; CABEZUDO, B. 2009. **Dispersal traits and dispersal patterns in an oro- Mediterranean thorn cushion plant formation of the eastern High Atlas, Morocco**. *Flora* 204: 658–672.

NAZARENO, A. G.; M. S. REIS. Linking phenology to mating system: exploring the reproductive biology of the threatened palm species *Butia eriospatha*. **Journal of Heredity**. 2012; 103(1): 842-852. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/jhered/ess070>.

OLIVEIRA, A. R. de, BRAGA, M. B., WALKER, A. M. Comportamento vegetativo e qualidade tecnológica de cultivares de cana-de-açúcar submetidas ao estresse hídrico em condições Semiáridas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, p. 525-541, 2015.

OPLER, P.; G. FRANKIE; H. BAKER. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**. 1976; 3(3): 231-236. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3038013>.

PELLETIER, T. A.; CARSTENS, B. C.; TANK, D. C.; SULLIVAN, J.; ESPÍNDOLA, A. Predicting plant conservation priorities on a global scale. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 51, p. 13027-13032, 2018.

PINTO C.B., MARQUES R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Floresta e Ambiente** 33(3): 257-264. 2003.

PIRANI, F. R.; M. SANCHEZ; F. PEDRONI. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 2009; 23(4): 1096-1109. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000400019>.

RIVERA, G.; ELLIOTT, S.; CALDAS, L.S.; NICOLOSSI, G.; CORADIN, V.T.R.; BORCHERT, R. 2002. **Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain**. *Trees* 16: 445-446.

ROSSI, S. *et al.* A meta-analysis of cambium phenology and growth: linear and non-linear patterns in conifers of the northern hemisphere. **Annals of Botany**, v. 112, n. 9, p.1911-1920, 2013.

SANO, S. M. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2004. 52 p.

SCHEER, M.B.; MOCOCHINSKI, A.Y. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Alto Montana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotrop.**, 9(2): 2009.

SILVA, P. O. DA. 2016. Estratégias fenológicas reprodutivas de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) em área de cerrado. **Cerne**. 2016; 22(1): 129-136. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622012059>.

SILVA, P. O. DA; C. L. BALESTRA; M. P. SOARES; G. C. DE O. MENINO. 2016. Estratégias fenológicas de *Byrsonima basiloba* em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**. 2016; 36(87): 289-295. doi: <http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.989>.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: Editor, 2004. 195p.

SOUZA, I.M.; COUTINHO, K.; FUNCH, L.S. 2012. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: "Caesalpinioideae") como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasilica** 26(2): 435–443.

TSUDA, E. T.; V. P. ALMEIDA. Estudo do potencial reprodutivo de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) em um fragmento de cerrado no município de Sorocaba, SP. **Revista Eletrônica de Biologia**. 2012; 5(1): 64-80.

VÍLCHEZ, B.; CHAZDON, R.; REDONDO, A. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. **Kurú: Revista Florestal**, Cartago, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2004.

ZAR, H.J. **Biostatistical analysis**, New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.

3 GERMINAÇÃO DE *Mimosa strobiliflora* Burkart, ESPÉCIE CRITICAMENTE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

RESUMO

Atualmente existe interesse social e do meio científico voltado à conservação e restauração dos ecossistemas vegetais, acompanhado do fortalecimento das políticas ambientais e de um aumento na demanda de sementes e mudas de espécies nativas. Mas ainda há um déficit de informações científicas que subsidiem tais programas. A falta de sementes de espécies nativas com qualidade genética é um fator limitante para a produção de mudas e projetos de restauração. Neste contexto, a família Fabaceae é uma das maiores na composição florística de ecossistemas em todo o Brasil, destacando-se o gênero *Mimosa*, um dos maiores da flora brasileira. Com isso, a pesquisa e produção de informações de germinação e análises básicas das sementes de *Mimosa strobiliflora* é de suma importância para subsidiar ações de conservação desta espécie endêmica e ameaçada. O estudo buscou testar a superação de dormência (imersão em água 25 e 80°C por 1 e 24 h) e verificar a influência da temperatura (15, 20, 25 e 30°C), do fotoperíodo (escuro e 12h claro/12horas escuro) e do armazenamento (0, 180, 360 e 540 dias) na germinação das sementes de *M. strobiliflora*. Para análise dos tratamentos foram usados os parâmetros porcentagem de germinação (G), índice de vigor de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). A superação de dormência com imersão em água à 80°C, seguida de resfriamento por 1 hora, foi o método mais eficiente. A melhor temperatura para a germinação foi 25°C. As sementes da espécie têm comportamento fotoblástico neutro e o armazenamento das sementes por um período de até 540 dias é considerado adequado, sem diferença significativa na taxa de germinação. As sementes da espécie apresentam dormência tegumentar, o que indica limitações na germinação em ambiente natural.

Palavras-chave: Risco de extinção. Superação de dormência. Armazenamento. Temperatura.

3.1 INTRODUÇÃO

Atualmente existe um apelo social e do meio científico voltado à conservação e restauração das florestas e outros ecossistemas vegetais, acompanhado do fortalecimento das políticas ambientais e de um aumento na demanda de sementes e mudas de espécies nativas, mas ainda há déficit de informações científicas que subsidiem tais programas (SARMENTO; VILLELA, 2010).

O bioma Mata Atlântica ocupava originalmente ~150 milhões de hectares, abrangendo diversas situações de clima, topografia e solos, entre outras (MMA, 2020). A grande variação de características ambientais favoreceu altos níveis de diversidade e endemismo, incluindo >20.000 espécies de plantas (RIBEIRO; LIMA, 2009). No Brasil, 43% das 46.097 espécies vegetais catalogadas são endêmicas (COSTA; PERALTA, 2015; MENEZES *et al.*, 2015). Para as plantas endêmicas brasileiras a perda de habitat é o fator predominante no agravamento do risco de extinção (SOUZA-SILVA, 2014), situação consideravelmente drástica na Mata Atlântica, que possui a maior quantidade de áreas naturais convertidas, restando apenas 16,6% de remanescentes (IBGE, 2020).

A espécie endêmica *M. strobiliflora* Burkart foi avaliada como "Criticamente Ameaçada-CR" (MMA, 2022) e ocorre às margens do rio Iguaçu, em bordas de Floresta Ombrófila Mista em contato com campos naturais, com poucos registros de coletas e reduzida área de ocupação (~4 km²) (CNCFLORA, 2022). Existem lacunas relevantes sobre ecologia, ocorrência e usos da maioria das plantas conhecidas (CORNWELL *et al.*, 2019), da mesma forma, pouco se conhece sobre a *M. strobiliflora* (BIONDI; LEAL, 2008; CNCFLORA; 2022). Uma questão importante para a compreensão de seu status de ameaça pode estar relacionada à baixa germinação das sementes em ambientes naturais (BIONDI; LEAL, 2008).

Para realizar ações de conservação, é necessário um arcabouço de ferramentas científicas e tecnológicas, que permita subsidiar o planejamento da conservação e reprodução de uma espécie (GILBERT, 2002). Isto implica em sanar dificuldades práticas, incluindo técnicas de coleta, beneficiamento, armazenamento de sementes, germinação e produção em viveiro (SANTIN *et al.*, 2009), conforme as particularidades de cada táxon (BINOTTO, 2004). Dentre estes, a dormência das sementes é um dos principais fatores limitantes para a produção de mudas (CARPI *et al.*, 2012). Por ser difícil de superar naturalmente, pode atrasar a germinação em mais de um ano caso não sejam feitos tratamentos específicos antes da semeadura (PEREZ, 2004). Para diminuir os problemas referentes à dormência tegumentar

podem ser usados tratamentos de escarificação mecânica, escarificação química (MARCOS FILHO, 2005) e imersão em água quente (ZAIDAN; BARBEDO, 2004).

Conhecer as condições ambientais ideais para a germinação e o crescimento das plântulas é essencial no processo de propagação de plantas (VINHA; LOBÃO, 1982), uma vez que esta pode ser afetada por fatores internos, como longevidade e viabilidade, ou por condições ambientais externas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A temperatura assume relevante importância, uma vez que para a germinação ser bem sucedida depende de um ambiente com determinados limites de temperatura, havendo uma temperatura ideal em que o processo ocorre com maior eficiência (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). As variações de temperatura durante o processo de germinação afetam principalmente a velocidade, a percentagem e sua uniformidade (MARCOS FILHO, 2005). A luminosidade também é um fator que pode ser determinante na germinação de sementes (BORGES; RENA, 1993). Neste âmbito, as sementes são classificadas como fotoblásticas positivas, negativas ou neutras, de acordo com sua resposta à luz (MARCOS FILHO, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2004). As espécies que crescem embaixo do dossel geralmente não necessitam de muita luz, enquanto que espécies que se desenvolvem em locais abertos exigem maior quantidade de luz para que ocorra a germinação (BORGHETTI, 2004).

Por fim, ainda pouco se sabe sobre o potencial de armazenamento de sementes de grande parte das espécies (MATOS *et al.*, 2008). O armazenamento é um método pelo qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor por um período prolongado (AZEVEDO *et al.*, 2003). O tipo de semente, temperatura, umidade relativa do ar, grau de umidade das sementes e tipo de embalagem a ser utilizada são os principais fatores a serem considerados neste tipo de abordagem (BENEDITO *et al.*, 2011).

Neste contexto a pesquisa científica sobre a germinação de *M. strobiliflora*, por se tratar de espécie criticamente ameaçada de extinção, é de suma importância para desenvolvimento de estratégias de conservação, em especial cultivo e reintrodução da espécie. O objetivo deste estudo foi verificar a influência da quebra de dormência, de variações na temperatura e luminosidade, assim como de tempos de armazenamento, na germinação de suas sementes. Para tal, foram formuladas as seguintes perguntas norteadoras: (1) A superação de dormência é eficaz na germinação da espécie e qual o melhor tratamento? (2) A espécie necessita de temperatura ou condições de luminosidade específicas para a germinação? (3) As sementes da espécie podem ser armazenadas e manter vigor de germinação?

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Coleta e beneficiamento de infrutescências

A coleta foi realizada em 6 de janeiro de 2020, proveniente de vinte indivíduos mapeados na área de ocorrência natural da espécie, no município de Lapa, PR, (25°32'45" S; 49°52'19" O). Seus frutos são do tipo craspédio, secos e deiscentes, e se reúnem em cerca de 12 por infrutescência, sendo que cada um contém ~5 sementes. As infrutescências foram coletadas quando maduras, com coloração marrom e sem evidências de degradação.

Durante a coleta as infrutescências foram devidamente identificadas por matriz. Após três dias armazenadas em local seco e arejado, foi realizado o beneficiamento por meio de maceração e separação das sementes dos resíduos dos frutos com o auxílio de peneiras. Para a condução dos experimentos foi feita uma mistura de sementes de todos os indivíduos coletados, utilizando a mesma quantidade de sementes de cada matriz. Todas as análises e experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa com Espécies Nativas (LAPEN) da Sociedade Chauá em Campo Largo, PR.

3.2.2 Análises físicas das sementes

Para a obtenção do peso de mil sementes e do número de sementes por quilograma foram utilizadas oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009). Estas foram pesadas em balança eletrônica (0,001 g de precisão). O grau de umidade foi obtido com três repetições de 5 g de sementes pelo método de estufa (mufla) a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 h (Adaptado de RAS, 2009; BRASIL, 2009). As sementes utilizadas para estas caracterizações físicas foram provenientes da mistura de sementes das 20 matrizes mapeadas. O procedimento foi realizado logo após o beneficiamento e repetido a cada seis meses concomitantemente com a implantação dos experimentos de armazenamento.

3.2.3 Testes de germinação

Os experimentos de germinação seguiram um delineamento com 5 repetições contendo 30 sementes por repetição em cada tratamento. Todos os experimentos foram mantidos em câmaras de germinação do tipo BOD e alocados em caixas plásticas *gerbox* transparentes (11x11x3,5 cm) com substrato papel *Germitest*.

As avaliações foram realizadas diariamente com contagem das sementes germinadas, constatadas pela formação de radícula com no mínimo 1 mm. Os testes foram acompanhados desde a primeira germinação até quando não fossem observadas mais sementes germinadas no período de cinco dias, ou antes deste prazo, quando todas as sementes remanescentes apresentassem estado de deterioração completa, por constatação visual e física.

Para verificar a influência da quebra de dormência na germinação, as sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: I) imersão em água a 25°C por 1 hora, II) imersão em água a 80°C por 1 hora, III) imersão em água a 25°C por 24 horas, e IV) imersão em água a 80°C por 24 horas em câmara BOD a 25°C. Para verificar a influência da temperatura na germinação, as sementes foram submetidas a temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C. O experimento que testou as temperaturas foi realizado de forma duplicada, para sementes com e sem quebra de dormência, com o melhor tratamento verificado no experimento de quebra de dormência, que foi imersão em água a 80°C por 1h.

Para os experimentos de luminosidade e armazenamento foram feitos os testes após realizar o tratamento de quebra de dormência de imersão em água a 80°C por 1h, afim de evidenciar resultados congruentes com a realidade da germinação da espécie. As sementes foram submetidas a fotoperíodo de I) 12 h claro/12 h escuro e II) totalmente escuro, sendo que neste último tratamento os *Gerbox* foram pintados na sua face externa de preto sendo contabilizadas e retiradas do *Gerbox* a sementes cuja radícula alcançasse tamanho mínimo de 1 mm. Para verificar o potencial de armazenamento as sementes foram armazenadas por 0, 180, 360 e 540 dias em refrigerador doméstico à 5°C com uma variação de +/-2°C, dentro de recipientes plásticos transparentes.

Com base nos dados obtidos foi calculada a porcentagem de germinação (G), obtida pela divisão do número de sementes germinadas pelo número total de sementes em um *Gerbox*, multiplicando por cem (LABORIAU, 1983). Também foi

calculado o índice de vigor de germinação (IVG), resultante da somatória do número de sementes germinadas no i-ésimo dia pelo número de dias entre o início do teste até o i-ésimo dia (MAGUIRE, 1962). Por fim foi obtido o tempo médio de germinação (TMG), pela somatória do produto do número de sementes germinadas no i-ésimo dia com tempo (dias) dividido pelo tempo (dias) (LABORIAU, 1983; SANTANA *et al.*, 2006).

3.2.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas dos experimentos de germinação foram realizadas no programa *BioEstat 5.0*. Foram calculadas estatísticas descritivas quantitativas: média, desvio padrão, coeficiente de variação e variância. Em seguida foi analisada a normalidade e homoscedasticidade entre as variâncias pelo teste de *Cochran*. Como não foi observada a homogeneidade para nenhum dos resíduos de IVG, G% e TMG, os dados foram transformados para realizar ANOVA. Os dados foram transformados pelo arco seno $(X/100)^{0.5}$ e logaritmo (log 10) (Adaptado de CANTOS, 2013). Por fim foi realizada ANOVA (um critério), seguida do teste de *Tukey* para comparações entre as médias ($\alpha = 0,05$).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Análises físicas das sementes

Foram contabilizadas 181.000 sementes/kg, sendo que mil sementes representaram 5,52 g +/-0,0163 (CV = 0,0029%) logo após o beneficiamento das sementes. Os valores de umidade das sementes oscilaram entre 8,4% e 6,5%. As sementes submetidas a armazenamento em refrigerador apresentaram umidades similares: entre 7,5% e 6,4% (180 dias), entre 7,4% e 6,5% (360 dias) e entre 7,5% e 6,3% (540 dias).

3.3.2 Efeito da quebra de dormência na germinação de sementes

A germinação teve início a partir do 2° dia e a avaliação foi encerrada no 31° dia. Os tratamentos de superação de dormência utilizando água a 80°C resultaram em melhor germinação, com destaque para o tratamento no qual as sementes ficaram imersas por uma hora em água a 80°C (TABELA 11), confirmando a dormência tegumentar das sementes. Este fato é confirmado quando se verifica que a porcentagem de germinação das sementes da testemunha se comportou igual às dos tratamentos de imersão em água a 25°C/1h e imersão em água a 25°C/24h.

TABELA 11: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA.

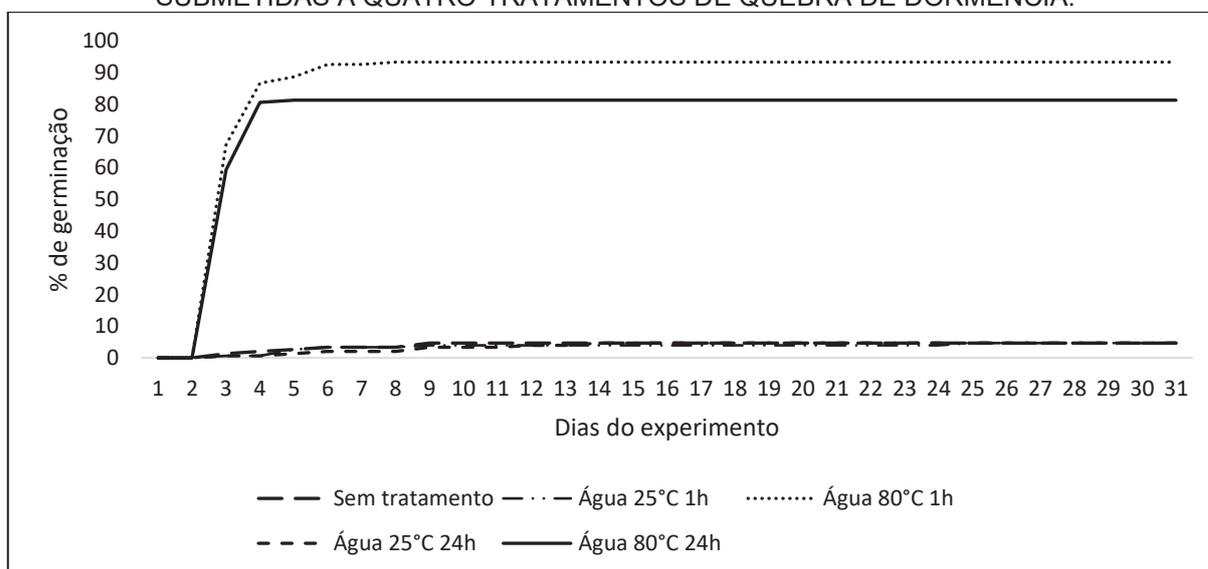
Variável	Tratamento	Média	Desvio padrão	CV%
% Germinação	Testemunha	4,67 a	3,80	0,81
	Água 25°C 1h	4,67 a	1,83	0,39
	Água 80°C 1h	93,33 b	4,71	0,05
	Água 25°C 24h	4,67 a	2,98	0,64
	Água 80°C 24h	81,33 b	6,06	0,07
IVG	Testemunha	0,30 a	0,22	0,75
	Água 25°C 1h	0,22 a	0,21	0,96
	Água 80°C 1h	8,53 b	0,39	0,05
	Água 25°C 24h	0,22 a	0,16	0,74
	Água 80°C 24h	7,57 b	0,49	0,06
TMG	Testemunha	4,10 b	2,66	0,65
	Água 25°C 1h	13,80 c	11,21	0,81
	Água 80°C 1h	3,41 a	0,30	0,09
	Água 25°C 24h	6,70 b	3,78	0,56
	Água 80°C 24h	3,28 a	0,06	0,02

FONTE: O autor, 2023. LEGENDA: Letras minúsculas distintas na coluna de média indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança.

Na análise do índice de vigor da germinação (IVG) (TABELA 11) verificou-se que ambos os tratamentos com imersão em água a 80°C, 1h e 24h obtiveram um resultado próximo entre si e muito superior quando comparado aos tratamentos com imersão em água a 25°C por 1h e 24h, os quais não apresentaram diferença estatística com a testemunha.

Para o tempo médio de germinação (TMG), a imersão em água 80°C por 1h, resultou em 3,41 dias, sendo na imersão por 24h resultou em 3,28 dias, demonstrando que o tratamento foi eficaz. Diferentemente dos tratamentos com imersão em água a 25°C por 1h e por 24h, cujos valores onde foram similares ou piores ao da testemunha (FIGURA 19).

FIGURA 19: PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES DE *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO TRATAMENTOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA.



FONTE: O autor, 2023.

3.3.3 Efeito da temperatura na germinação sem quebra de dormência

Para o teste realizado sob temperaturas de 15, 20, 25 e 30°C, sem nenhum tipo de quebra de dormência, a contagem teve início a partir do 2º dia após a instalação do teste, e encerrada no 33º dia (FIGURA 20). No geral as médias das porcentagens de germinação sem a quebra de dormência foram muito baixas comparadas com os mesmos tratamentos realizados com sementes que sofreram quebra de dormência (TABELA 12). A maior porcentagem de germinação ocorreu no tratamento com temperatura de 25°C, se diferenciando estatisticamente das demais temperaturas, as quais não diferiram estatisticamente entre si. No que se refere ao índice de vigor da

germinação (IVG), destaca-se o pior desempenho na temperatura de 15°C, significativamente mais baixo do que o das demais temperaturas, as quais apresentaram IVGs estatisticamente iguais (TABELA 12).

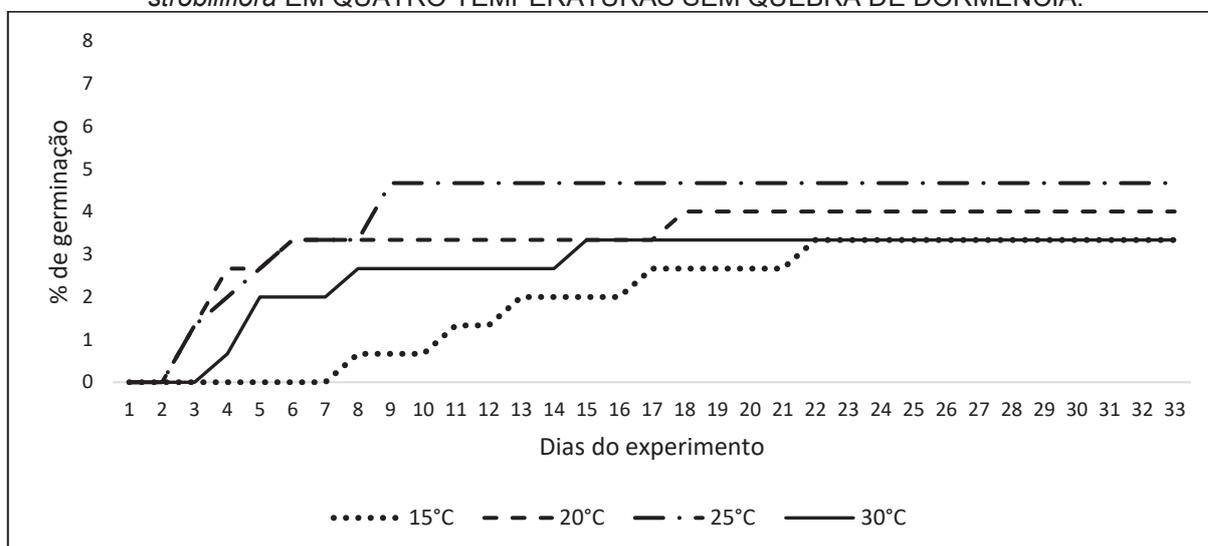
TABELA 12: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO TEMPERATURAS SEM QUEBRA DE DORMÊNCIA.

Variável	Tratamento	Média	Desvio padrão	CV%
%G	15 °C	3,33 a	3,33	1,00
	20 °C	4,00 a	3,65	0,91
	25 °C	4,67 b	3,80	0,81
	30 °C	3,34 a	2,36	0,71
IVG	15 °C	0,09 a	0,09	0,96
	20 °C	0,28 b	0,30	1,07
	25 °C	0,30 b	0,22	0,75
	30 °C	0,28 b	0,20	0,71
TMG	15 °C	6,70 a	7,38	1,10
	20 °C	5,87 b	6,99	1,19
	25 °C	4,10 c	2,66	0,65
	30 °C	3,80 c	3,19	0,84

FONTE: O autor, 2023. LEGENDA: Letras minúsculas distintas na coluna de média indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança.

Para o tempo médio de germinação (TMG) foi verificada similaridade estatística entre 25°C e 30°C, temperaturas que acarretaram o melhor desempenho neste índice (TABELA 12). A germinação a 20°C e 25°C iniciou-se em tempos similares (2° dia), enquanto para a temperatura de 30°C a primeira germinação pôde ser constatada no 3° dia e quando submetida à temperatura de 15°C a primeira semente germinada foi observada apenas no 7° dia de avaliação (FIGURA 20).

FIGURA 20: MÉDIA DA PORCENTAGEM ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de *M. strobiliflora* EM QUATRO TEMPERATURAS SEM QUEBRA DE DORMÊNCIA.



FONTE: O autor, 2023.

3.3.4 Efeito da temperatura na germinação com quebra de dormência

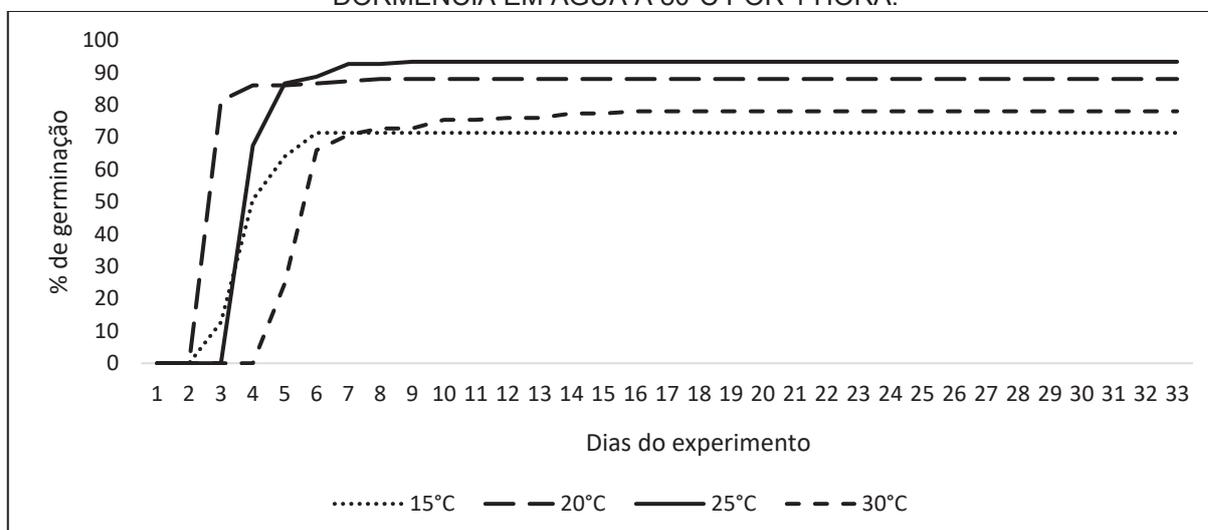
A contagem teve início no 2º dia após a instalação do experimento e foi encerrada no 33º dia (FIGURA 21). A porcentagem de germinação foi superior nos tratamentos a 25°C e 20°C. O IVG teve melhor desempenho nas temperaturas 20°C, 25°C e 30°C, os quais diferiram significativamente do IVG a 15°C. O TMG não apresentou diferença entre os tratamentos (TABELA 13). A germinação a 15°C e 20°C inicia-se no 2º dia, enquanto para a temperatura de 25°C a primeira germinação pôde ser constatada no 3º dia e quando submetida à temperatura de 30°C a primeira semente germinada foi observada apenas no 4º dia de avaliação (FIGURA 21).

TABELA 13: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO TEMPERATURAS COM QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.

Variável	Tratamento	Média	Desvio padrão	CV%
%G	15 °C	71,33 a	7,67 a	10,76%
	20 °C	88,00 b	5,06 b	5,74%
	25 °C	93,33 b	4,71 b	5,05%
	30 °C	78,00 a	15,56 c	19,95%
IVG	15 °C	5,28 a	0,78 a	14,83%
	20 °C	8,57 b	0,60 a	7,43%
	25 °C	8,53 b	0,39 a	4,60%
	30 °C	8,51 b	1,98 b	23,30%
TMG	15 °C	4,22 a	0,42 a	10,04%
	20 °C	3,15 b	0,13 b	4,20%
	25 °C	3,41 b	0,30 a	8,66%
	30 °C	3,17 b	0,32 a	10,12%

FONTE: O autor, 2023. LEGENDA: Letras minúsculas distintas na coluna de média indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança.

FIGURA 21: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO TEMPERATURAS COM QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.



FONTE: O autor, 2023.

3.3.5 Efeito da luminosidade na germinação com quebra de dormência

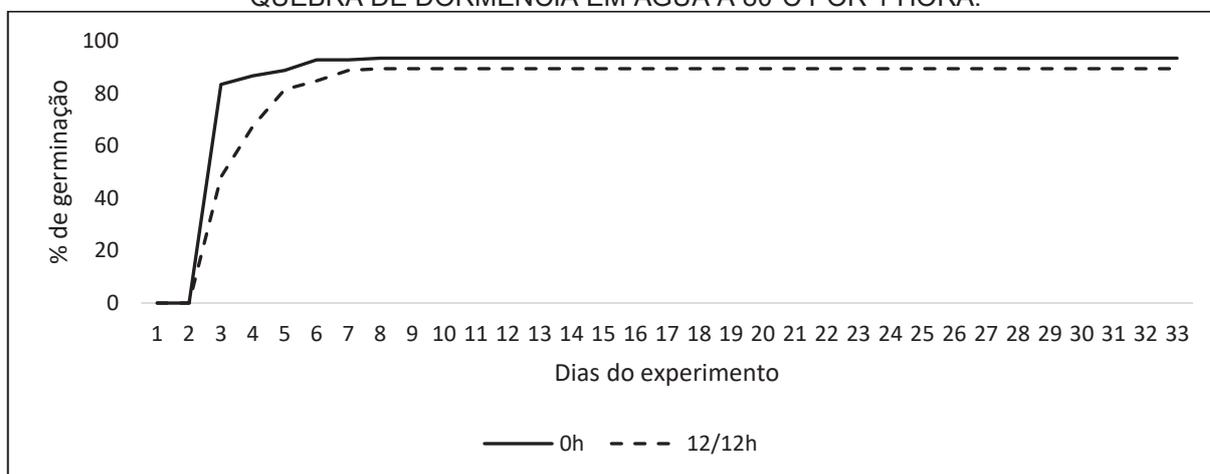
Com o método utilizado para a análise do efeito do fotoperíodo na germinação foi possível verificar que tratamento de ausência total de luz não apresentou diferenças significativas com o tratamento de fotoperíodo de 12h (12h claro e 12h escuro) (TABELA 14). Também não foram constatadas diferenças nas médias da germinação acumulada (FIGURA 22).

TABELA 14: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A DOIS TRATAMENTOS DE FOTOPERÍODO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.

Variável	Tratamento	Média	Desvio padrão	CV%
% Germinação	0 h (escuro)	93,33 a	4,71	0,05
	12 h claro, 12 h escuro	89,33 a	12,11	0,14
IVG	0 h (escuro)	8,52 a	0,39	0,05
	12 h claro, 12 h escuro	7,45 a	1,21	0,16
TMG	0 h (escuro)	3,40 a	0,29	0,09
	12 h claro, 12 h escuro	3,86 a	0,23	0,06

FONTE: O autor, 2023. LEGENDA: Letras minúsculas distintas na coluna de média indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança.

FIGURA 22: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A DOIS TRATAMENTOS DE FOTOPERÍODO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.



FONTE: O autor, 2023.

3.3.6 Efeito do armazenamento na germinação de sementes

Para os testes de armazenamento realizados nos períodos de 0, 180, 360 e 540 dias a avaliação teve início a partir do 2º dia após a instalação do teste, se estendendo até o 33º dia. Verificou-se que as sementes permaneceram igualmente viáveis com o aumento do período de armazenamento, não denotando diferença

estatística entre elas para a porcentagem de sementes germinadas e para o índice de vigor da germinação. Contudo, foi constatada uma tendência de redução gradual na porcentagem de germinação de acordo com o aumento do tempo (TABELA 15).

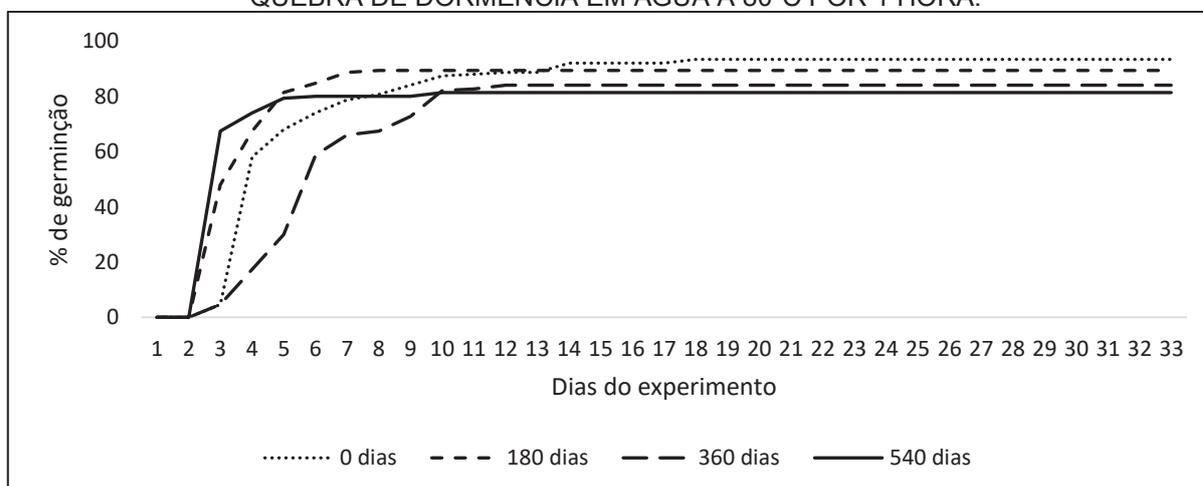
TABELA 15: MÉDIAS DE PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO, ÍNDICE DE VIGOR E TEMPO MÉDIO PARA SEMENTES DE *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.

Variável	Armazenamento	Média	Desvio padrão	CV%
% Germinação	0 dias	93,33 a	6,67	0,07
	180 dias	89,33 a	12,11	0,14
	360 dias	84,00 a	14,22	0,17
	540 dias	81,33 a	9,89	0,12
IVG	0 dias	7,63 a	0,70	0,12
	180 dias	7,45 a	1,21	0,16
	360 dias	5,98 a	1,24	0,28
	540 dias	4,48 a	0,88	0,12
TMG	0 dias	3,35 a	0,84	0,15
	180 dias	3,87 a	0,23	0,06
	360 dias	5,50 a	1,31	0,21
	540 dias	6,28 b	0,17	0,05

FONTE: O autor, 2023. LEGENDA: Letras minúsculas distintas na coluna de média indicam diferenças significativas ao nível de 95% de confiança.

Com o aumento no tempo de armazenamento o lote de sementes avaliado revela tendências de acréscimo no TMG e de decréscimo no IVG, denotando uma discreta redução no vigor das sementes, ainda que somente para o tratamento de 540 dias tenha sido detectada diferença estatística significativa no TMG (TABELA 15). Independente do período de armazenamento a germinação iniciou-se sempre no 2º dia após a sementeira, e a partir do 10º dia as porcentagens de germinação se estabilizaram (FIGURA 23).

FIGURA 23: MÉDIA DA PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO ACUMULADA DE SEMENTES GERMINADAS de *M. strobiliflora* SUBMETIDAS A QUATRO PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO E QUEBRA DE DORMÊNCIA EM ÁGUA A 80°C POR 1 HORA.



FONTE: O autor, 2023.

3.4 DISCUSSÕES

Nos experimentos avaliados verificou-se que *M. strobiliflora* tem uma taxa de germinação rápida e alta, desde que aplicada superação de dormência com imersão em água a 80°C, e que a viabilidade das sementes se manteve após 1,5 ano de armazenamento em geladeira. A temperatura influenciou na velocidade de germinação e no tempo médio de germinação, com melhores resultados aos 25°C (com quebra de dormência de imersão em água a 80°C por 1 h). Não foi identificada influência do fotoperíodo na germinação. Em determinadas espécies da família Fabaceae a dormência das sementes pode ocorrer devido à impermeabilidade do tegumento à água, embriões imaturos, presença de inibidores de crescimento, embrião dormente, necessidades de luz ou de temperatura ideal, entre outras (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para experimento de superação de dormência com imersão em água a 80°C, em sementes de *Mimosa dolens* Vell., a primeira germinação aconteceu no 3° dia após a sementeira (LEAL; BIONDI, 2007), similar ao ocorrido nos testes realizados com *M. strobiliflora*. De fato, os resultados obtidos no presente estudo se assemelham aos obtidos em estudos realizados com *M. dolens* (LEAL; BIONDI, 2007), *M. strobiliflora* (BIONDI; LEAL, 2008), *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby (DUARTE *et al.*, 2015), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (MIRANDA *et al.* 2021) e *Delonix regia* (Hook.) Raf. (GUGÉ *et al.* 2021).

Em um estudo realizado com 260 espécies de leguminosas constatou-se que cerca de 85% delas apresentavam sementes com tegumento total ou parcialmente impermeável a água (ALVES *et al.*, 2004). A presença de tegumento impermeável também é a causa da dormência nas sementes das espécies *Mimosa scabrella* Benth., *Mimosa regnellii* Benth. Juquiri e *Mimosa bimucronata* (Dc.) Kuntze (FOWLER; MARTINS, 2000), similar ao que ocorreu na espécie estudada. De fato, este tipo de dormência ocorre por um impedimento físico nos tecidos que envolvem a semente (FOWLER; MARTINS, 2001).

A dormência tegumentar é umas das mais comuns da natureza e pode estar relacionada com a presença de inibidores no tegumento, a impermeabilidade ou ainda com a resistência mecânica do tegumento, os quais podem ser naturalmente superados por fungos e bactérias presentes no solo que ocasionam a degradação do tegumento das sementes (FOWLER; MARTINS, 2001, MIRANDA *et al.*, 2021). Em

muitos casos a dormência apresentada pelas sementes geralmente tem alguma função ecológica para preservação da espécie em seu ecossistema, como por exemplo quando o fogo é um dos agentes naturais que atua para a quebra de dormência de algumas sementes, conforme observado no Parque Estadual de Vila Velha (GOVERNO DO PARANÁ, 2004). De fato, para *M. strobiliflora* a submissão a alta temperatura nos tratamentos de quebra de dormência foi eficaz, demonstrando a imersão em água em temperatura de 80°C como ideal. Portanto os tratamentos nas sementes, a fim de facilitar a entrada de água pelo tegumento são considerados imprescindíveis para algumas espécies, em especial muitas da família Fabaceae (SHIBATA *et al.*, 2014).

O melhor desempenho de germinação de *M. strobiliflora* aos 25°C é congruente com resultado constatado em experimento com *Mimosa scabrella*, para a qual temperaturas entre 22 e 26°C foram ideais (RAMOS; BIANCHETTI, 1992). Outro estudo, também realizado com *Mimosa scabrella*, apontou temperaturas entre 20°C e 30°C para um melhor desempenho germinativo (GONÇALVES *et al.*, 2000). São recomendadas temperaturas de 20-27°C como adequadas para geminação de sementes do gênero *Mimosa* (TORRES *et al.*, 1994, BIANCHETTI *et al.*, 1995, GONÇALVES *et al.*, 2000).

Nos testes realizados para verificar o efeito da temperatura na germinação de sementes com dormência superada o elevado IVG não teve diferença estatística entre as temperaturas. Quanto maior o IVG registrado, maior é a velocidade em que as sementes germinam (NAKAGAWA, 1999), sugerindo que espécies que possuem sementes com dormência tegumentar, na maioria dos casos ortodoxas, em geral têm comportamento pioneiro (CARDOSO, 2004). Este tipo de semente é definido como tolerante à dessecação, o que resulta em germinação eficaz mesmo após um longo período de armazenamento (CHAVES; USBERTI, 2003).

Alguns efeitos da temperatura na germinação acabam influenciando as sementes de maneira positiva, promovendo uma condição fisiológica favorável da semente (POPINIGIS, 1985). Para espécies de estepe um dos fatores que pode influenciar no sucesso da germinação é a temperatura da superfície do solo, que pode variar bastante, e com esta variação é possível que maiores amplitudes térmicas facilitem a quebra da dormência deste tipo de semente (MELO *et al.*, 2004; MENDONÇA, 2013).

No que se refere à influência da luminosidade, em experimento realizado com sementes da Fabaceae *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan foi constatada germinação rápida, com ou sem a presença de luminosidade, indicando que suas sementes se comportam como fotoblásticas neutras (BARBOSA, 2003). Resultado semelhante ao obtido com a espécie *M. strobiliflora*, que apresentou a mesma porcentagem de germinação em ambas as condições de fotoperíodo.

Grande parte das sementes de espécies pertencentes à família Fabaceae são classificadas como ortodoxas e podem manter a viabilidade por vários anos (REITZ *et al.*, 1978). De forma similar ao que foi verificado para *M. strobiliflora*, em estudo que testou tempo de armazenamento de sementes de *Mimosa flocculosa* Burkart., obteve-se como resultado um decréscimo sutil na porcentagem de germinação, com tendência linear iniciando com elevado percentual de germinação, de ~90%, passando para ~80% ao final de 360 dias (POHL, 2014). O processo de degradação das sementes ocorre por diversas alterações bioquímicas e fisiológicas que iniciam logo após a maturidade fisiológica, resultando na redução de vigor e na perda da capacidade de germinação (POHL, 2014). Quando as sementes são armazenadas em condições ideais pode-se reduzir a velocidade e os efeitos da deterioração (VILLELA; MENEZES, 2009; MACHADO *et al.*, 2012). Durante o período de armazenamento, mesmo em condições ambientais adequadas, as sementes continuam expostas ao processo de deterioração, por ser um processo ininterrupto, inexorável e irreversível (CANTOS *et al.*, 2011). Mas uma grande parte das sementes de espécies de Fabaceae apresentam comportamento ortodoxo, perdendo apenas 11% de poder germinativo quando armazenadas por períodos até maiores do que o testado com *M. strobiliflora* (CARVALHO, 2002).

3.5 CONCLUSÕES

As sementes de *M. strobiliflora*, apresentam dormência tegumentar, o que causa limitações na germinação e conseqüentemente para a produção de mudas quando não submetidas a tratamentos de quebra de dormência.

O método mais eficiente para superação da dormência para a espécie foi imersão em água à 80°C, seguido do resfriamento por uma hora.

A melhor temperatura para a germinação foi 25°C.

A variação de luminosidade não influenciou na germinação das sementes, sendo que a espécie se caracteriza por um comportamento fotoblástico neutro.

O armazenamento das sementes por um período de até 540 dias foi considerado adequado, pois as sementes da espécie não perderam viabilidade germinativa de forma significativa.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. U.; SADER, R.; ALCANTARA, R. L.; ALVES, A. U. Dormência e desenvolvimento de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 5, p. 655-662, 2004.
- AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p. 519-524, 2003.
- BARBOSA, D. C. A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p.625-656. 2003.
- BENEDITO, P. C.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S. B.; CAMACHO, R. G. V.; SOARES, A. N. R. S.; GUIMARÃES, L. M. S. Armazenamento de sementes de Catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1 p. 028 – 037, 2011.
- BIANCHETTI, A.; RAMOS, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P.; ALVES, V.F. 1995. **Substrato e temperaturas para a germinação de sementes de Bracatinga (*Mimosa scabrella*)**. Embrapa, n. 10, p. 1.
- BINOTTO, A. F. Beneficiamento de sementes florestais. In: HOPPE, J. M. Produção de sementes e mudas florestais. **Caderno didático**. n. 1, 2, p. 402, 2004.
- BIONDI, D.; LEAL, L. 2008. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Mimosa strobiliflora* Burkart. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p.245-248.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83- 136.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. 2004. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 323p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 365p, 2009.
- CANTOS, A. A. 2013. Metodologia para condução do teste de germinação e produção de mudas em diferentes substratos de *Quillaja brasiliensis*. **Phd Thesis**, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 52p.
- CANTOS, A. A.; TUNES, L. M.; BARBIERI, A. P. P.; TAVARES, L. C. Avaliação de testes de vigor em sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 2, p. 1-11, 2011.

CARPI, V. A. F.; POHL, S.; ZANATTA, Z. C. N.; VILLELA, F. A. Teste de Germinação em sementes de espécies florestais. In: **Compilação de Monografias em Ciência e Tecnologia de Sementes: Turmas edital CNPq/MAPA/DAS 064-2008**, Pelotas, p.419- 437, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2012. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 588 p.

CARVALHO, P. E. R. 2002. Bracatinga de Campo Mourão. **Circular Técnica**, n.61, 5p. Colombo: Embrapa - CNPF.

CARDOSO, V. J. M. 2004. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, P 386-408.

CHAVES, M.M.F.; USBERTI, R. 2003. Previsão da longevidade de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Botânica** 26: 557-564.

CNCFLORA; SOCIEDADE CHAUÁ. **Avaliações de Risco de Extinção *Mimosa strobiliflora* Burkart in Lista Vermelha da flora brasileira**. Centro Nacional de Conservação da Flora. 2022.

COSTA D. P.; PERALTA D.F. 2015. Bryophytes diversity in Brazil. **Rodriguésia**. 66: 1063-1071.

CORNWELL, W. K.; PEARSE, W. D.; DALRYMPLE, R. L.; ZANNE, A. E. What we (don't) know about global plant diversity. **Ecography**, v. 42, n. 11, p. 1819-1831, 2019.

DUARTE, M. M.; MILANI, J. E. DE F.; BLUM, C. T.; NOGUEIRA, A. C. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 166 –173, jul. –set., 2015.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001.

GILBERT, G. S. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. **Annual Review Phytopathol**, Palo Alto, v. 40, p. 13-43, 2002.

GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; SILVA, M. A. D.; VANZOLINI, S. Efeito da temperatura sobre o potencial fisiológico de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) submetidas a debulha mecânica e ao desponte. In: INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION ON FORESTRY, 6, Porto Seguro, 23/26 out. 2000. **Anais**. Porto Seguro: Instituto Ambiental BIOSFERA, 2000. p.108-109.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. 2004. **Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha**. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/iap/pdf/vilavelha_inf_gerais.pdf> Acesso em 20 junho 2005.

GUGÉ, L. M. A, NASCIMENTO, C. B., MOUREIRA, L., FILHO, M. N. C., NASCIMENTO, F. M. 2021. *Delonix regia* seeds response to different methods of dormancy overcoming. **Scientia Vitae**. Volume 12, número 35, ano 8.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Vegetação do Brasil**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao.html>> Acesso em 09 de outubro de 2020.

LABOURIAU, L. G. 1983. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, 173 p.

LEAL, L., BIONDI, D. Germination of *Mimosa dolens* Vell. seeds Publ. UEPG **Ciências Exatas Terra**, Ciências Agr. Eng., Ponta Grossa, 13 (3): 37-43, dez. 2007.

MACHADO, R.C.; POHL, S.; PERES, W.B.; VILLELA, F.A. Manejo pós-colheita de sementes de espécies florestais. In: **Compilação de Monografias em Ciência e Tecnologia de Sementes: Turmas edital CNPq/MAPA/DAS 064-2008**, Pelotas, p. 541- 560, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of Germination - Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. 2005. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p.

MATOS, V. P.; FERREIRA, E. G. B. de S.; FERREIRA, R. L. C.; SENA, L. H. de M.; SALES, A. G. de F. A. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.617-625, 2008.

MELO, F.P.L.; NETO, A.V.A.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. Porto Alegre: **Artmed**, p.125-134, 2004.

MENDONÇA, A. V. R. Morfologia e caracterização da germinação em função da posição das sementes no fruto de sabiá. **Scientia Plena**, v. 9, n. 3, p. 1-9, 2013.

MENEZES, M., *et al.* 2015. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. **Rodriguésia** 66: 1047-1062.

MIRANDA, E. F.; DE SÁ, L. F.; DA SILVA, L. S.; MARTINS, A. R.; DOS SANTOS, L. M. Effects of different substrates on the germination of *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Diversitas journal**. Santana do Ipanema/AL. vol. 6, n. 3, p.2955-2968, jul./set. 2021.

MMA. 2020. **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Disponível em: <cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf>. Acessado em: 14 de maio de 2020. 25p.

MMA. 2022 **Ministério do Meio Ambiente**. Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014 (Atualizado em 2022). Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf>. Acessado em: 14 de fevereiro de 2023.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-24.

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.125-134, 2004.

POHL, S. Superação de dormência e armazenamento de sementes de *Mimosa flocculosa* Burkart.. 65f. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A. 1992. Viabilidade de lotes de sementes de bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* Benth.) e de bracatinga-argentina (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*) após o teste de envelhecimento precoce. **Boletim de Pesquisa Florestal**, vol. 24-25, p. 79-82.

RAS. 2009. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 399 p. ISBN 978-85-99851-70-8.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. 1978. Bracatinga. **Sellowia**, vol. 28-30, p. 114-118.

RIBEIRO, R. D.; LIMA, H. C. 2009. Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da família Leguminosae e implicações para conservação no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 60(1): 111-127.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Linear correlation in experimental design models applied to seed germination. **Seed Science and Technology**, v.34, p.233-239, 2006.

SANTIN B., GANDOLFI, P. H., RODRIGUES, R. R. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. ERF/ESALQ: Instituto Bio Atlântica. – São Paulo 256p. 2009.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. 2010. **Sementes de Espécies Florestais Nativas do Sul do Brasil**. Informativo ABRATES v.20, n. 1,2, p. 039-044.

SHIBATA, M.; PAVELSKI, L. G.; OLIVEIRA, L. M. 2014. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Mimosa flocculosa* de diferentes colorações submetidas a tratamentos pré-germinativos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 12 (1), 40-46.

SOUSA-SILVA, R., ALVES, P., HONRADO, J., LOMBA, A., 2014. Improving the assessment and reporting on rare and endangered species through species distribution models. **Global Ecology and Conservation** 2, 226–237.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TORRES, S. B.; FIRMINO, J. L.; MELLO, V. D. C. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.629-630, 1994.

VINHA, S. G. da; LOBAO, D. E. V. P. Frutificação e germinação das espécies arbóreas nativas do Sudeste da Bahia. **Boletim técnico**, Ilhéus, n. 94, 1982.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **SEEDNEWS**, v.8, n.4, 2009.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.135-146, 2004.

4 CONCLUSÃO GERAL

Os resultados dos estudos desenvolvidos para a distribuição geográfica da espécie *Mimosa strobiliflora* evidenciaram a existência de mais populações próximas ao ponto de ocorrência conhecido inicialmente. Esta ocorrência foi em ambientes similares ao inicialmente conhecido, ainda que com algumas diferenças como a qualidade ambiental, que foi considerada superior à da população inicialmente conhecida. Portanto o método desenvolvido neste estudo para a busca de populações de espécies micro endêmicas foi eficiente e representou um exemplo prático e aplicável, trazendo benefícios no planejamento logístico e ainda permitiu a análise e hierarquização de remanescentes em melhor estado de conservação e com as características ideais para plantios de reintrodução. O método ainda pode ser aprimorado para o estabelecimento de novas buscas, principalmente utilizando-se das características das novas localidades com a presença da espécie. A partir dos estudos de distribuição realizados neste estudo, indica-se realizar estudos mais aprofundados com os resultados e dados gerados, o que poderá resultar na descoberta de outras populações em uma região mais ampla da estudada.

A respeito dos estudos fenológicos foi verificado que a espécie *M. strobiliflora* apresenta sincronia entre os indivíduos na expressão dos eventos fenológicos, não sendo verificadas limitações na produção de flores, frutos e sementes no período avaliado, somente uma redução da intensidade no segundo ano, provavelmente relacionada à forte estiagem. Mesmo com a diferença na quantidade de precipitação entre os dois anos de avaliação, a espécie manteve o padrão fenológico de forma cíclica e acontecendo no mesmo período do ano. As temperaturas mínima, média e máxima demonstraram influência sobre as fenofases flores terminando e frutos jovens, enquanto o fotoperíodo apresentou correlação com botões e frutos jovens.

Em relação à germinação, foi comprovada a dormência tegumentar de *M. strobiliflora*, o que causa limitações na germinação, e conseqüentemente na produção de mudas, quando não submetidas a tratamentos de quebra de dormência. O método considerado mais eficiente para superação de dormência da espécie foi imersão em água à 80°C, seguido do resfriamento por uma hora. A temperatura mais adequada para germinação foi de 25°C, não sendo verificada influência do fotoperíodo. As sementes podem ser armazenadas por um período de até 540 dias sem redução significativa no vigor germinativo.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ADHIKARI, D.; MIR, A. H.; UPADHAYA, K.; IRALU, V.; ROY, D. K. Abundance and habitat-suitability relationship deteriorate in fragmented forest landscapes: A case of *Adinandra griffithii* Dyer, a threatened endemic tree from Meghalaya in northeast India. **Ecological Processes**, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2018.
- AIDE, T.M. 1992. Dry season leaf production: an escape from herbivory. **Biotropica** **24**: 532-537.
- ALMOND, R. E. A.; GROOTEN, M.; PETERSON, T. **Living Planet Report 2020-Bending the curve of biodiversity loss**. World Wildlife Fund, 2020.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: CPAC-Embrapa; 1998. 464 p.
- ALVES, E. U.; SADER, R.; ALCANTARA, R. L.; ALVES, A. U. Dormência e desenvolvimento de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 5, p. 655-662, 2004.
- AMBIENTE BRASIL. 2019. **Arbusto ameaçado de extinção é pesquisado no Paraná**. Disponível em <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2002/08/06/7597-arbusto-ameacado-de-extincao-e-pesquisado-no-parana.html>>. Acesso em 22 jul. 2019.
- ANDREN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, p. 355-366, 1994.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. Production of litter in a fragment of the floresta ombrofila mista with faxinal sistem. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 24, n. 3, 2012.
- AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p. 519-524, 2003.
- BACHMAN, S. P.; FIELD, R.; READER, T.; RAIMONDO, D.; DONALDSON, J.; *et al.* Progress, challenges and opportunities for Red Listing. **Biological Conservation**, v. 234, p. 45-55, 2019.
- BACKES, A.; F. L. PRATES; F. L.; VIOLA, M. G. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta botânica brasileira**. 19(1): 155-160. 2005.
- BARBOSA, D. C. A. Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p.625-656. 2003.

BATALHA, M. A. P. L.; W. MANTOVANI. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pe-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. **Revista Brasileira de Biologia**. 2000; 60(1): 129-145. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71082000000100016>.

BAUER, D.; GOETZ, M.N.B.; MÜLLER, A.; SCHMITT, J.L. 2012. Fenologia de três espécies de *Myrsine L.* em floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil. **Revista Árvore** 36(5): 859–868.

BAUER, D.; MÜLLER, A.; GOETZ, M. N. B.; SCHMITT, J. L. 2014. Fenologia de *Ocotea pulchella*, *Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleyanum*, em Floresta Semidecídua do Sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 657 - 668.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, p. 269 – 275.

BENEDITO, P. C.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S. B.; CAMACHO, R. G. V.; SOARES, A. N. R. S.; GUIMARÃES, L. M. S. Armazenamento de sementes de Catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 1 p. 028 – 037, 2011.

BFG - The Brazil Flora Group. 2015. For the complete list of authors, institutions and taxonomic groups see supplementary material. **Rodriguésia** 66(4): 1085-1113. 2015. BIANCHETTI, A.; RAMOS, A.; MARTINS, E.G.; FOWLER, J.A.P.; ALVES, V.F. 1995. **Substrato e temperaturas para a germinação de sementes de Bracatinga (*Mimosa scabrella*)**. Embrapa, n. 10, p. 1.

BIONDI, D.; LEAL, L. 2008. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Mimosa strobiliflora* Burkart. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p.245-248.

BINOTTO, A. F. Beneficiamento de sementes florestais. In: HOPPE, J. M. Produção de sementes e mudas florestais. **Caderno didático**. n. 1, 2, p. 402, 2004.

BORCHERT, T. R.; RENNER, S. S.; CALLE, Z. *et al.* Photoperiodic induction of synchronous flowering near the Equator. **Nature**, v. 433, n. 7026, p. 627-629, 2005.

BORCHERT, R.; S. MEYER; R. FELGER; L. PORTER-BOLLAND. Environmental control of flowering periodicity in Costa Rican and Mexican tropical dry forests. **Global Ecology and Biogeography**. 2004; 13(5): 409-425. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-822X.2004>.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83- 136.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. 2004. **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 323p.

BOSSO, L.; REBELO, H; GARONNA, A. P.; RUSSO, D. Modelling geographic distribution and detecting conservation gaps in Italy for the threatened beetle *Rosalia alpina*. **Journal for Nature Conservation**, v. 21, n. 2, p. 72-80, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 365p, 2009.

BREUNIG, F. M., GALVÃO, L. S., DALAGNOL, R., SANTI, A. L., DELLA FLORA, D. P.; CHEN, S. Assessing the effect of spatial resolution on the delineation of management zones for smallholder farming in southern Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 19, p. 100325, 2020.

BRITES, R. S.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S. Verificação da exatidão em classificações de uma imagem orbital mediante a utilização de três índices. **Revista Árvore**, v. 20, p. 415-424, 1996.

BROOKE, M. L.; JONES, P. J.; VICKERY, J. A.; WALDREN, S. 1996. Seasonal patterns of leaf growth and loss, flowering and fruiting on a subtropical central Pacific Island. **Biotropica** 28: 164-79.

BRUMMITT, N. A.; BACHMAN, S. P.; GRIFFITHS-LEE, J.; LUTZ, M.; MOAT, J. F.; *et al.* Green plants in the red: A baseline global assessment for the IUCN Sampled Red List Index for plants. **Plos One**, v. 10, n. 8, p. e0135152, 2015.

BUCH, H. E. R. 2007. Matas ciliares e degradação da paisagem da área lindeira do Médio Iguaçu subsídios para educação ambiental. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 123 p.

BUECHLING, A.; TOBALSKE, C. Predictive habitat modeling of rare plant species in Pacific Northwest forests. **Western Journal of Applied Forestry**, v. 26, n. 2, p. 71-81, 2011.

CALAMBÁS-TROCHEZ, L. F *et al.* 2021. Climate and land-use changes coupled with low coverage of protected areas threaten palm species in south brazilian grasslands. **Perspectives in ecology and conservation**. Volume 19, issue 3, july–september 2021, pages 345-353.

CAMARGO, M. G.; R. SOUZA; P. REYS; L. P. C. MORELLATO. Effects of environmental conditions associated to the cardinal orientation of the reproductive phenology of the cerrado savanna tree *Xylopia aromatica* (Annonaceae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 2011; 83(3): 1007-1019. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652011005000014>.

CANTOS, A. A. 2013. Metodologia para condução do teste de germinação e produção de mudas em diferentes substratos de *Quillaja brasiliensis*. **Phd Thesis**, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 52p.

CANTOS, A. A.; TUNES, L. M.; BARBIERI, A. P. P.; TAVARES, L. C. Avaliação de testes de vigor em sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 18, n. 2, p. 1-11, 2011.

CARDOSO, V. J. M. 2004. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, P 386-408.

CARMONA, R.; NETO, B.S.C.A.; PEREIRA, R.C. 2001. **Controle de *Acacia farnesiana* e de *Mimosa pteridofita* em pastagem**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36: 1301-1307.

CARPENTER, G.; GILLISON, A. N.; WINTER, J. D. A flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. **Biodiversity & Conservation**, v. 2, n. 6, p. 667-680, 1993.

CARPI, V. A. F; POHL, S.; ZANATTA, Z. C. N; VILLELA, F. A. Teste de Germinação em sementes de espécies florestais. In: **Compilação de Monografias em Ciência e Tecnologia de Sementes: Turmas edital CNPq/MAPA/DAS 064-2008**, Pelotas, p.419- 437, 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2012. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 588 p.

CARVALHO, P. E. R. 2002. Bracatinga de Campo Mourão. **Circular Técnica**, n.61, 5p. Colombo: Embrapa - CNPF.

CARVALHO, M.F.C.B.; GONÇALVES, J.R.K.; KAZEKER, E.C.M. 2015. **Plano Municipal de Educação de Porto Amazonas**. Projeto de Lei N.º 8, 11 de junho de 2015.

CASTELLA, P. R.; R. M. BRITZ. 2004. **A Floresta com Araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Ministério do Meio Ambiente – PROBIO, Brasília. 233 p.

CERREJÓN, C.; VALERIA, O.; MARCHAND, P.; CANERS, R. T.; FENTON, N. J. No place to hide: Rare plant detection through remote sensing. **Diversity and Distributions**. v. 27, n. 6, p. 948-961, 2021.

CHAVES, M.M.F.; USBERTI, R. 2003. Previsão da longevidade de sementes de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Revista Brasileira de Botânica** 26: 557-564.

CHEN, X.; LEI, Y. Effects of sample size on accuracy and stability of species distribution models: A comparison of GARP and Maxent. In: **Recent Advances in Computer Science and Information Engineering**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 601-609, 2012.

CLELAND, E. E., CHUINE I., MENZEL, A., MOONEY, H. A., SCHWARTZ, M. D., (2007) Shifting plant phenology in response to global change. **Trends Ecol Evol** 22:357–365. [https:// doi. org/ 10. 1016/j. tree. 2007.](https://doi.org/10.1016/j.tree.2007)

CNCFLORA; SOCIEDADE CHAUÁ. Avaliações de Risco de Extinção *Mimosa strobiliflora* Burkart in Lista Vermelha da flora brasileira. **Centro Nacional de Conservação da Flora**. 2022.

CONGALTON, R. A. Review of Assessing the Accuracy of Classification Remotely Sensed Data. **Remote Sensing of Environment**, v. 37, n. 1, p. 35-46, 1999.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices / Russell G. Congalton and Kass Green**. -- 2nd ed., Boca Raton, FL, 2009.

CORNWELL, W. K.; PEARSE, W. D.; DALRYMPLE, R. L.; ZANNE, A. E. What we (don't) know about global plant diversity. **Ecography**, v. 42, n. 11, p. 1819-1831, 2019.

CÓRDULA, E.; MORIM, M P.; ALVES, M. 2014. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil **Rodriguésia** 65(2): 505-516.

COSTA, D. P.; PERALTA, D. F. 2015. Bryophytes diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66: 1063-1071.

CRIA - CENTRO DE REFERÊNCIA E INFORMAÇÃO AMBIENTAL. 2020. **Specieslink-simple search**. Disponível em: <<http://www.splink.org.br/index>>. Acesso em: 20 janeiro 2020.

DEE, L. E.; COWLES, J.; ISBELL, F.; PAU, S.; GAINES, S. D.; REICH, P. B. When do ecosystem services depend on rare species? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 34, n. 8, p. 746-758, 2019.

DE QUEIROZ, T. F.; BAUGHMAN, C., BAUGHMAN, O., GARA, M.; WILLIAMS, N Species distribution modeling for conservation of rare, edaphic endemic plants in White River Valley, Nevada. **Natural Areas Journal**, v. 32, n. 2, p. 149-158, 2012.

DOMICIANO, C. A. R.; MEDEIROS, R. A.; LESEUX, V. Testes de Acurácia com diferentes densidades amostrais nos algoritmos de Classificação Máxima Verossimilhança e Iso Cluster. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2019.

DUARTE, M. M.; MILANI, J. E. DE F.; BLUM, C. T.; NOGUEIRA, A. C. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 166 –173, jul. –set., 2015.

FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual review of ecology, **Evolution and Systematic** 34: 487-515.

FARIAS, J.; M. SANCHEZ; M. F. ABREU; F. PEDRONI. Seed dispersal and predation of *Buchenavia tomentosa* Eichler (Combretaceae) in a Cerrado sensu stricto, midwest. **Brazilian Journal of Biology**. 2015a; 75(4 Suppl 1): 88-96. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.06214>.

FELFILI, J. M.; M. C. DA SILVA JUNIOR; B. J. DIAS; A. V. REZENDE. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da

Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 1999; 22(1): 83-90. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-4041999000100011>.

FELSEMBURGH, C. A.; V. L. PELEJA; J. B. DO CARMO. Fenologia de *Aniba parviflora* (Meins.) Mez. em uma região do estado do Para, Brasil. **Biota Amazonica**. 2016; 6(3): 31-39. doi: <http://dx.doi.org/10.18561/21795746/biotaamazonia.v6n3p31-39>.

FERRAZ, I. D. K.; W. MANTOVANI. 1999. Fenologia de arvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. 1999; 59(2): 305-317. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081999000200013>.

FERREIRA, K. R.; B. G. FINA; N. H. REGO; R. F. RUI; D. M. KUSANO. Fenologia de *Qualea parviflora* Mart. (Vochysiaceae) em um remanescente de cerrado sensu stricto. **Revista de Agricultura Neotropical**. 2017.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 08 set. 2022.

FOIS, M.; FENU, G.; CUENA LOMBRAÑA, A.; COGONI, D.; BACCHETTA, G. A practical method to speed up the discovery of unknown populations using Species Distribution Models. **Journal for Nature Conservation**, v. 24, p. 42-48, 2015.

FOSSATI, L.C. 2007. Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Prunus sellowii* Koehne e *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme. CURITIBA. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná.

FORMAN, R. T. T.; GALLI, A. E.; LECK, C. F. 1976. Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications. **Oecologia**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 1976.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2019. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica - Período 2016-2017**. Relatório Parcial. São Paulo, 2017.

GIANNINI, T. C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C. C.; SARAIVA, A. M.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, p. 733-749, 2012.

GILBERT, G. S. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. **Annual Review Phytopathol**, Palo Alto, v. 40, p. 13-43, 2002.

GOMES, D. F.; BREUNIG, F. M.; FONSECA, E. L. Identificação de unidades homogêneas do bioma pampa com uso de imagens Sentinel-2: infestação do capim-annoni-2. **RA'EGA**, Curitiba, PR, V.8, n.2, p. 136 – 161. 2020.

GONÇALVES, E. P.; ALVES, E. U.; SILVA, M. A. D.; VANZOLINI, S. Efeito da temperatura sobre o potencial fisiológico de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) submetidas a debulha mecânica e ao desponte. In: INTERNATIONAL CONGRESS AND EXHIBITION ON FORESTRY, 6, Porto Seguro, 23/26 out. 2000. **Anais**. Porto Seguro: Instituto Ambiental BIOSFERA, 2000. p.108-109.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. 2004. **Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha**. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/vilavelha_enc03c_inf_gerais.pdf> Acesso em 20 junho 2005.

GUGÉ, L. M. A., NASCIMENTO, C. B., MOUREIRA, L., FILHO, M. N. C., NASCIMENTO, F. M. 2021. *Delonix regia* seeds response to different methods of dormancy overcoming. **Scientia Vitae**. Volume 12, número 35, ano 8.

GUILHERME, F. A. G.; A. DE A. SALGADO; E. A. COSTA; M. ZORTEA. Fenologia de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. **Bioscience Journal**. 2011; 27(1): 138-147.

GUILLERA-ARROITA, G.; LAHOZ-MONFORT, J. J.; ELITH, J.; GORDON, A., KUJALA, H.; LENTINI, P. E.; MCCARTHY, M. A.; TINGLEY, R.; WINTLE, B. A. Is my species distribution model fit for purpose? Matching data and models to applications. **Global Ecology and Biogeography**, v. 24, n. 3, p. 276-292, 2015.

GUIMARAES, C. G.; MENDONÇA-FILHO, C. V.; CUNHA, V. C. DA; ANTONINI, Y. Fenologia de *Chamaecrista debilis* no Espinhaço Meridional, em Diamantina, MG. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. 2016; 10(1): 6-12.

GUISAN, A.; TINGLEY, R.; BAUMGARTNER, J. B.; NAUJOKAITIS-LEWIS, I.; SUTCLIFFE, P. R.; TULLOCH, A. I.; *et al.* Predicting species distributions for conservation decisions. **Ecology Letters**, v. 16, n. 12, p. 1424-1435, 2013.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9pp, 2001.

HEGLAND, S. J. *et al.* 2009. How does climate warming affect plant pollinator interactions? **Ecology Letters**, v. 12, n. 2, p. 184-195.

HERNÁNDEZ-LAMBRAÑO, R. E.; CARBONELL, R.; SÁNCHEZ-AGUDO, J. Á. Making the most of scarce data: Mapping distribution range and variation in population abundance of a threatened narrow-range endemic plant. **Journal for Nature Conservation**, v. 57, p. 125889, 2020.

HOBOHM C. *et al.* 2013. Endemism in Vascular Plants. **Springer Science & Business Media**. ISBN 978-94-007-6913-7. p 312-321.

HOFFMANN, P. M.; BLUM, C. T.; VELAZCO, S. J. E.; GILL, D. J. C.; BORGIO, M. 2015. Identifying Target Species and Seed Sources for the Restoration of Threatened Trees in Southern Brazil. **Oryx**, Cambridge, v. 49, n. 3, p. 1-6.

HOYO, Y.; S. TSUYUZAKI. 2015. Sexual and vegetative reproduction of the sympatric congeners *Drosera anglica* and *Drosera rotundifolia*. **Flora**. 2015; 210: 60-65. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2014.10.003>.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em 09 de outubro de 2019.

IAT - INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Mapeamento geológico**. Disponível em <<http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapeamento-Geologico>> Acesso em 09 de outubro de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed.; Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 91 p. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020 **Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros: 2000-2018**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2022.

INOUE, D. W., BARR, B., ARMITAGE, K. B., INOUE, B. D. Climate change is affecting altitudinal migrants and hibernating species **PNAS**. February 15, 97 (4) 1630-1633. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed.; Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 91 p. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2020 **Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros: 2000-2018**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2022.

IPARDES. 2013. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado do Paraná. Curitiba.

IPNI - INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. 2023.. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, **The Royal Botanic Gardens**, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium.

IUCN. 2012. **Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categoriesand-criteria>> Acesso em: 20 janeiro 2022.

JEGANATHAN, P.; GREEN, R. E.; NORRIS, K.; VOGIATZAKIS, I. N.; BARTSCH, A.; WOTTON, S. R.; BOWDEN, C. G. R.; GRIFFITHS, G. H.; PAIN, D.; RAHMANI, A. R. Modelling habitat selection and distribution of the critically endangered Jerdon's courser *Rhinoptilus bitorquatus* in scrub jungle: an application of a new tracking method. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 2, p. 224-237, 2004.

JOLLS, C. L.; INKSTER, J. N.; SCHOLTENS, B. G.; VITT, P.; HAVENS, K. An endemic plant and the plant-insect visitor network of a dune ecosystem. **Global Ecology and Conservation**, v. 18, p. e00603, 2019.

KEARSLEY, E.; HUFKENS, K.; VERBEECK, H.; BAUTERS, M.; BEECKMAN, H.; BOECKX, P.; HUYGENS, D. Large-sized rare tree species contribute disproportionately to functional diversity in resource acquisition in African tropical forest. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 8, p. 4349-4361, 2019.

KOCH, Z.; CORRÊA, M. S. 2002. **Araucária: A floresta do Brasil meridional**. Olhar Brasileiro Editora, Curitiba, Brasil, 148 p.

LABOURIAU, L. G. 1983. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, 173 p.

LARCHER, W. (2006) **Ecofisiologia Vegetal**. RiMa, São Carlos, 525-550.

LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. **Tropical Forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago: University Of Chicago Press, 1997.

LAUVER, C. L.; WHISTLER, J. L. A hierarchical classification of Landsat TM imagery to identify natural grassland areas and rare species habitat. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v. 59, n. 5, p. 627-634, 1993.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature climate change**, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2015.

LEAL, L., BIONDI, D. Germination of *Mimosa dolens* Vell. seeds Publ. UEPG **Ciências Exatas Terra**, Ciências Agr. Eng., Ponta Grossa, 13 (3): 37-43, dez. 2007.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.32, n.2, p.375-391, abr.-jun. 2009.

LIMA, B. G., COELHO, M. F. B. Phytosociology and structure of a forest fragment caatinga, Ceará state, Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 809-819, 2018.

LIUTH, H.S.; TALORA, D.C.; AMORIM, A.M. 2013. Phenological synchrony and seasonality of understory Rubiaceae in the Atlantic Forest, Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 27: 195– 204.

LUGHADHA, E. N.; GOVAERTS, R.; BELYAEVA, I.; BLACK, N.; LINDON, H.; *et al.* Counting counts: Revised estimates of numbers of accepted species of flowering plants, seed plants, vascular plants and land plants with a review of other recent estimates. **Phytotaxa**, v. 272, n. 1, p. 82–88-82–88, 2016.

LUOTO, M., TOIVONEN, T.; HEIKKINEN, R. K. Prediction of total and rare plant species richness in agricultural landscapes from satellite images and topographic data. **Landscape Ecology**, v. 17, n. 3, p. 195-217, 2002.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 526 p. 2012.

MACHADO, R.C.; POHL, S.; PERES, W.B.; VILLELA, F.A. Manejo pós-colheita de sementes de espécies florestais. In: **Compilação de Monografias em Ciência e Tecnologia de Sementes: Turmas edital CNPq/MAPA/DAS 064-2008**, Pelotas, p. 541- 560, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of Germination - Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MAIA, L. C.; DE CARVALHO JÚNIOR, A. A.; CAVALCANTI, L. de H.; GUGLIOTTA, A. de M.; DRECHSLER-SANTOS, E. R.; *et al.* Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v. 66: 1033-1045, 2015.

MARCOS FILHO, J. 2005. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. Á. 2013. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100p.

MASTELLA, A. F. M.; VIEIRA, C. A. O. Acurácia temática para classificação de imagens utilizando abordagens por pixel e por objetos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 5, p. 1618-1643, 2018.

MATOS, V. P.; FERREIRA, E. G. B. de S.; FERREIRA, R. L. C.; SENA, L. H. de M.; SALES, A. G. de F. A. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.617-625, 2008.

MELO, A. P. C.; A. SELEGUINI; A. F. LEITE; E. R. B. SOUZA; R. V. NAVES. Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo. **Comunicata Scientiae**. 2015; 6(4): 495-500.

MELO, F.P.L.; NETO, A.V.A.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. Porto Alegre: **Artmed**, p.125-134, 2004.

MENEZES, M.; BICUDO, C. E. M.; MOURA, C. W. N.; ALVES, A. M.; SANTOS, A. A.; PEDRINI, A. de G.; *et al.* Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. **Rodriguésia**, v. 66: 1047-1062, 2015.

MENEZES, M., *et al.* 2015. Update of the Brazilian floristic list of Algae and Cyanobacteria. **Rodriguésia** 66: 1047-1062.

MENDONÇA, A. V. R. Morfologia e caracterização da germinação em função da posição das sementes no fruto de sabiá. **Scientia Plena**, v. 9, n. 3, p. 1-9, 2013.

MENDONÇA, M. P.; LINS, V. L. **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. p. 113-157. 2000.

MENZEL, A. *et al.* European phenological response to climate change matches the warming pattern. **Global Change Biology**, v. 12, n. 10, p. 1969-1976, 2006.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.71, n.3-I, p.445-463, 1999.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica. **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO BRASIL. 2022. **Portaria no. 443, de 17 de dezembro de 2014**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>>. Acesso em: 22 de fevereiro 2023.

MILANI, J. E. F. 2017. Autoecologia de espécies arbóreas de uma floresta aluvial: fenologia e crescimento. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba.

MILLER-RUSHING, A. J. *et al.* The effects of phenological mismatches on demography. **Philosophical transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1555, p. 3177-3186, 2010.

MIRANDA, E. F.; DE SÁ, L. F.; DA SILVA, L. S.; MARTINS, A. R.; DOS SANTOS, L. M. Effects of different substrates on the germination of *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Diversitas journal**. Santana do Ipanema/AL. vol. 6, n. 3, p.2955-2968, jul./set. 2021.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. ***Mimosa strobiliflora* Burkart**. 2007. Disponível em: <http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast?name=Mimosa+strobiliflora> Acesso em: 10 julho 2019.

MONTANARELLA, L. *et al.* **Status of the world's soil resources: main report**. Embrapa Solos-Livro científico (ALICE), 2015.

MORELLATO, L. P. C. 1992. **Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi**, p. 98-110. In LPC Morellato, org. História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Editora da Unicamp, Campinas. 321p.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* 2010. The Influence of sampling method, sample size and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in Tropical Forest Trees. In: HUDSON, I. L.; KEATLEY, M. R. **Phenological Research: methods for environmental and climate change analysis**. Springer Netherlands: Berlin. p. 99-121.

MORELLATO, L. P.C. *et al.* Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, Essex, n. 195, p. 60-72, 2016.

MORELLATO, L.P.C.; TALORA D.C.; TAKAHASI, A.; BENCKE C.C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Gainesville, v. 32, n. 4b, p. 811–823.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-24.

NAVARRO, T.; OUALIDI, J.; TALEB, M.S.; PASCUAL, V.; CABEZUDO, B. 2009. **Dispersal traits and dispersal patterns in an oro- Mediterranean thorn cushion plant formation of the eastern High Atlas, Morocco**. *Flora* 204: 658–672.

NAZARENO, A. G.; M. S. REIS. Linking phenology to mating system: exploring the reproductive biology of the threatened palm species *Butia eriospatha*. **Journal of Heredity**. 2012; 103(1): 842-852. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/jhered/ess070>.

OLIVEIRA, A. R. de, BRAGA, M. B., WALKER, A. M. Comportamento vegetativo e qualidade tecnológica de cultivares de cana-de-açúcar submetidas ao estresse hídrico em condições Semiáridas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, p. 525-541, 2015.

OLIVEIRA, P. E. A. M. **Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). *Cerrado: ecologia e flora – volume 1*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008. p. 273-290.

OPLER, P.; G. FRANKIE; H. BAKER. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**. 1976; 3(3): 231-236. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3038013>.

PARVIAINEN, M.; ZIMMERMANN, N. E.; HEIKKINEN, R. K.; LUOTO, M. Using unclassified continuous remote sensing data to improve distribution models of red-listed plant species. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 8, p. 1731-1754, 2013.

PASSO, D. P. Desenvolvimento de aplicação para análise geográfica de imagens, baseada em objeto, com a finalidade de identificar automaticamente focos erosivos lineares. **Tese de Doutorado**. Universidade de Brasília, Brasília. 2017.

PATYKOWSKI, J.; DELL, M.; WEVILL, T.; GIBSON, M. Rarity and nutrient acquisition relationships before and after prescribed burning in an Australian box-ironbark forest. **AoB Plants**, v. 10, n. 3, p. 32, 2018.

- PEARSON, R. G.; RAXWORTHY, C. J.; NAKAMURA, M.; PETERSON, A.T. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 1, p. 102-117, 2007.
- PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25 (1): 177-182.
- PELLETIER, T. A.; CARSTENS, B. C.; TANK, D. C.; SULLIVAN, J.; ESPÍNDOLA, A. Predicting plant conservation priorities on a global scale. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 51, p. 13027-13032, 2018.
- PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.125-134, 2004.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. 2004. Tecnologia de sementes: Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **germinação-do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 265-282.
- PINTO C.B., MARQUES R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Floresta e Ambiente** 33(3): 257-264. 2003.
- PIRANI, F. R.; M. SANCHEZ; F. PEDRONI. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 2009; 23(4): 1096-1109. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000400019>.
- POHL, S. Superação de dormência e armazenamento de sementes de *Mimosa flocculosa* Burkart.. 65f. **Tese**. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: E. Rodrigues. 328 p. 2001.
- RAMOS, A.; BIANCHETTI, A. 1992. Viabilidade de lotes de sementes de bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* Benth.) e de bracatinga-argentina (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*) após o teste de envelhecimento precoce. **Boletim de Pesquisa Florestal**, vol. 24-25, p. 79-82.
- RANDIN, C. F.; ASHCROFT, M. B.; BOLLIGER, J.; CAVENDER-BARES, J.; COOPS, N. C.; DULLINGER, S.; *et al.* Monitoring biodiversity in the Anthropocene using remote sensing in species distribution models. **Remote Sens. Environ.** v. 239, p. 111626, 2020.

RAS. 2009. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 399 p. ISBN 978-85-99851-70-8.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. 1978. Bracatinga. **Sellowia**, vol. 28-30, p. 114-118.

RIBEIRO, R.D.; LIMA, H.C. 2009. Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da família Leguminosae e implicações para conservação no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 60(1): 111-127.

RICKETTS TH, DINERSTEIN E, BOUCHER T, BROOKS TM, *et al.* 2005. **Pinpointing and preventing imminent extinctions**. PNAS. Vol.102, 51: 18497–18501.

RIVERA, G.; ELLIOTT, S.; CALDAS, L.S.; NICOLOSSI, G.; CORADIN, V.T.R.; BORCHERT, R. 2002. **Increasing day-length induces spring flushing of tropical dry forest trees in the absence of rain**. *Trees* 16: 445-446.

ROSSI, S. *et al.* A meta-analysis of cambium phenology and growth: linear and non-linear patterns in conifers of the northern hemisphere. **Annals of Botany**, v. 112, n. 9, p.1911-1920, 2013.

RUDORFF, C. DE M.; RIZZI, R.; RUDORFFII, B. F. T.; SUGAWARAI, L. M.; VIEIRA, C. A. O. Superfícies de resposta espectro-temporal de imagens do sensor MODIS para classificação de área de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 37, p. 118-125, 2007.

SAMPAIO, A. C. F.; GERMANO, P. J. M. M. T.; DE ANGELIS, B. L. D.; NOCCHI, M. J. Classificação ambiental dos fragmentos florestais da área rural do município de Maringá-PR, Brasil: primeiras etapas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 253-276, 2018.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Linear correlation in experimental design models applied to seed germination. **Seed Science and Technology**, v.34, p.233-239, 2006.

SANTIN B., GANDOLFI, P. H., RODRIGUES, R. R. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. ERF/ESALQ: Instituto Bio Atlântica. – São Paulo 256p. 2009.

SANO, S. M. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2004. 52 p.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. 2010. **Sementes de Espécies Florestais Nativas do Sul do Brasil**. Informativo ABRATES v.20, n. 1,2, p. 039-044.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS; R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation biology**, v. 5, n. 1, p. 18-32, 1991.

SCHEER, M.B.; MOCOCHINSKI, A.Y. Florística vascular da Floresta Ombrófila Densa Alto Montana de quatro serras no Paraná. **Biota Neotrop.**, 9(2): 2009.

SHIBATA, M.; PAVELSKI, L. G.; OLIVEIRA, L. M. 2014. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Mimosa flocculosa* de diferentes colorações submetidas a tratamentos pré-germinativos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 12 (1), 40-46.

SILVA, J. M. C; RAPINI, A.; BARBOSAL. C. F.; TORRES, R. R. 2019. Extinction risk of narrowly distributed species of seed plants in Brazil due to habitat loss and climate change, *PeerJ*, 17p.

SILVA, P. O. DA. 2016. Estratégias fenológicas reprodutivas de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) em área de cerrado. *Cerne*. 2016; 22(1): 129-136. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622012059>.

SILVA, P. O. DA; C. L. BALESTRA; M. P. SOARES; G. C. DE O. MENINO. 2016. Estratégias fenológicas de *Byrsonima basiloba* em Rio Verde, Goiás, Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*. 2016; 36(87): 289-295. doi: <http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.989>.

SIMON, M. F.; PROENÇA, C. Phytogeographic patterns of *Mimosa* (Mimosoideae, Leguminosae) in the Cerrado biome of Brazil: an indicator genus of high-altitude centers of endemism?. *Biological conservation*, v. 96, n. 3, p. 279-296, 2000.

SKOV, Flemming. Potential plant distribution mapping based on climatic similarity. *Taxon*, p. 503-515, 2000.

SHCHEGLOVITOVA, M.; ANDERSON, R. P. Estimating optimal complexity for ecological niche models: A jackknife approach for species with small sample sizes. *Ecological Modelling*, v. 269, p. 9-17, 2013.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: Editor, 2004. 195p.

SOUZA, I.M.; COUTINHO, K.; FUNCH, L.S. 2012. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: "Caesalpinioideae") como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. *Acta Botanica Brasilica* 26(2): 435–443.

SOUSA-SILVA, R., ALVES, P., HONRADO, J., LOMBA, A., 2014. Improving the assessment and reporting on rare and endangered species through species distribution models. *Global Ecology and Conservation* 2, 226–237.

SPECIESLINK. 2023. *Mimosa strobiliflora*. **SpeciesLink network**. Disponível em <specieslink.net/Search>. acesso em 20 de janeiro de 2023.

STEVENS, P. F. 2006. **Angiosperm phylogeny website**. Disponível em <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb>. acesso em 20 de maio de 2020.

STRASSBURG, B. B. N.; IRIBARREM, A.; BEYER, H. L. *et al.* Global priority areas for ecosystem restoration. *Nature*, n. 586, p. 724–729, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TONIN, G., A.; PEREZ, S., C.; J., G. de A. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p.26-33.

TORRES, S. B.; FIRMINO, J. L.; MELLO, V. D. C. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.629-630, 1994.

TSUDA, E. T.; V. P. ALMEIDA. Estudo do potencial reprodutivo de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) em um fragmento de cerrado no município de Sorocaba, SP. **Revista Eletrônica de Biologia**. 2012; 5(1): 64-80.

UMAÑA, M. N.; *et al.* The role of functional uniqueness and spatial aggregation in explaining rarity in trees. **Global Ecology and Biogeography**, v. 26, n. 7, p. 777-786, 2017.

VELOSO HP, RANGEL FILHO ALR e LIMA JCA. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123 p. 1991.

VINHA, S. G. da; LOBAO, D. E. V. P. Frutificação e germinação das espécies arbóreas nativas do Sudeste da Bahia. **Boletim técnico**, Ilhéus, n. 94, 1982.

VÍLCHEZ, B.; CHAZDON, R.; REDONDO, A. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. **Kurú: Revista Forestal**, Cartago, v. 1, n. 2, p. 1-10.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **SEEDNEWS**, v.8, n.4, 2009.

XU, G.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; MA, K. Biodiversity associations of soil fauna and plants depend on plant life form and are accounted for by rare taxa along an elevational gradient. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 140, p. 107640, 2020.

WAY, M. J. Collecting seed from non-domesticated plants for long-term conservation. In: SMITH, R. D.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed conservation: Turning Science Into Practice, The Royal Botanic Kew Gardens: London**, p.163-201, 2003.

WILSON, E. O.; WILLIS, E. O. Applied biogeography. In: CODY, M. L.; DIAMOND, J. M (Ed.). **Ecology and Evolution of Communities**. Cambridge: HARVARD UNIVERSITY PRESS, p. 552-534. 1975.

WISZ, M. S.; HIJMANS, R. J.; LI, J.; PETERSON, A. T.; GRAHAM, C. H.; GUISAN, A. Effects of sample size on the performance of species distribution models. **Diversity and Distributions**, v. 14, n. 5, p. 763-773, 2008.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.135-146, 2004.

ZAR, H.J. **Biostatistical analysis**, New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.

ZIMMERMANN, N. E.; EDWARDS, T. C.; MOISEN, G. G.; FRESCINO, T. S.; BLACKARD, J. A. Remote sensing-based predictors improve distribution models of rare, early successional and broadleaf tree species in Utah. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, n. 5, p. 1057-1067, 2007.