

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL
DOUTORADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

GUILHERME NETO DOS SANTOS

**ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho
NO PLANALTO CATARINENSE**

**Lages, SC
2024**

GUILHERME NETO DOS SANTOS

**ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho
NO PLANALTO CATARINENSE**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal, área de concentração Melhoramento e Recursos Genéticos.

Orientador: Prof. Dr. Adelar Mantovani

**Lages, SC
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática
da Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

SANTOS, Guilherme Neto
Ecologia populacional de *Moquiniastrum polymorphum*
(Less.) G. Sancho no planalto catarinense / Guilherme
Neto SANTOS. --2024.
108 p.

Orientador: Adelar Mantovani
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal,
Lages, 2024.

1. Fenologia. 2. Biologia floral. 3. Dinâmica
populacional. 4. Visitantes Florais. I. Mantovani,
Adelar. II. Universidade do Estado de Santa Catarina,
Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-
Graduação em Produção Vegetal. III. Título.


GUILHERME NETO DOS SANTOS

ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho NO PLANALTO CATARINENSE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal, área de concentração Melhoramento e Recursos Genéticos.


BANCA EXAMINADORA

Orientador:


Documento assinado digitalmente
 **ADELAR MANTOVANI**
Data: 16/09/2024 09:13:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DR. ADELAR MANTOVANI
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC


Membros:

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA MAGDA DE OLIVEIRA**
Data: 12/09/2024 12:37:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Dr.^a Luciana Magda de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Documento assinado digitalmente
 **JULIANO PEREIRA GOMES**
Data: 06/09/2024 15:48:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Juliano Gomes
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Documento assinado digitalmente
 **JACANAN ELOISA DE FREITAS MILANI**
Data: 05/09/2024 15:01:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr.^a Jaçanan Eloisa de Freitas Milani
Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT

Documento assinado digitalmente
 **TASSIO DRESCH RECH**
Data: 09/09/2024 13:24:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Tássio Dresch Rech
EPAGRI/Lages-SC

Lages, 12 de julho de 2024.

“Faça o teu melhor, na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores,
para fazer melhor ainda!”

Mario Sergio Cortella

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, que sempre me amparou em todos os momentos da minha vida.

À minha esposa Milena Machado, que foi uma das pessoas mais importantes durante esse período, sendo exemplo de esforço e dedicação, não medindo esforços para que eu sempre estivesse bem. Foi muito mais que minha companheira, foi minha maior incentivadora, esteve presente em todos os momentos, nunca me deixando perder o foco. E foi durante o Doutorado que ela me proporcionou a maior felicidade da minha vida, o nascimento do nosso filho, Gael, nesse momento eu percebi o tamanho da força dessa mulher e a mãe excepcional que se tornou. Mesmo nos momentos difíceis ela nunca deixou de apoiar minhas decisões, pelo contrário, ela foi capaz de abdicar de muita coisa para que eu pudesse alcançar os meus sonhos, perdi as contas das inúmeras vezes que eu precisei do seu apoio, a minha sorte é ter uma vida toda ao seu lado ainda para poder retribuir tudo o que fez por mim. Se hoje nossa família só tem motivos para sorrir todos os dias, o mérito é todo seu. Estamos vivendo o melhor dia de nossas vidas, todos os dias. Obrigado meu amor.

Ao meu filho Gael Machado, obrigado por me mostrar o amor e a felicidade que só um pai pode sentir, você é a pessoa mais importante da minha vida, me da força, coragem e vontade de buscar sempre ser o melhor pai desse mundo. Amo você.

Agradeço à minha mãe Ivanilda Teresinha Lima Neto, e ao meu pai Gilberto Furtado dos Santos (*in memoriam*), que infelizmente não está mais entre nós, mas estará sempre comigo para onde eu for, me dando forças para seguir meus sonhos. Agradeço também aos meus irmãos, Yan Neto dos Santos e Marianna Heiderscheidt, e por todo o apoio e exemplo de amor e dedicação que essa família me proporciona, eu amo vocês.

Ao meu orientador Adelar Mantovani que acreditou na minha capacidade desde o começo e me concedeu essa oportunidade. Serei eternamente grato, por todo o apoio nas decisões tomadas, ensinamentos e na disposição para desenvolver a pesquisa, tenho certeza que fez tudo o que estava no alcance para que essa pesquisa fosse a mais completa possível. Saiba que é um exemplo de profissional, possui o dom de lecionar, sempre motivado e querendo fazer a diferença.

Aos meus amigos Alexandra Sá e Bruno Jan, não só colegas de Doutorado, e sim amigos que vou levar para vida, obrigado por todas experiências, apoio e toda a ajuda durante esses anos, foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Podem

contar comigo sempre que precisarem. Estendo meus agradecimentos também ao Douglas, amigo de Doutorado que sempre esteve disposto para auxiliar na pesquisa.

Aos bolsistas do Laboratório de Ecologia, Diego e Roberta, obrigado pela ajuda e disponibilidade, foram de grande importância.

E a todos colegas e professores da UDESC que sempre estiveram dispostos a ajudar e compartilhar seus conhecimentos e que de alguma forma foram fundamentais na minha caminhada.

A UDESC, pela oportunidade de realização do Doutorado em Produção Vegetal, e a CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, assim como, a FAPESC pelos recursos disponibilizados.

E a todos aqueles que de alguma maneira fizeram parte ou colaboraram para a realização desta pesquisa. Meu muito obrigado!

RESUMO

Informações sobre o comportamento e crescimento de espécies florestais nativas, são cada vez mais frequentes, especialmente de espécies com potenciais econômicos, mas devido a expressiva biodiversidade ainda é grande o número de espécies com pouco ou nenhuma informação, como é caso do *Moquinistatrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. O presente estudo teve como objetivo investigar e caracterizar os aspectos da dinâmica populacional, dinâmica de crescimento, fenologia e a biologia reprodutiva de uma população de ocorrência natural de *M. polymorphum* do Planalto Catarinense. O estudo está dividido em três capítulos, no primeiro capítulo foi realizado o levantamento populacional da espécie no ano de 2020 e depois foram realizadas as avaliações da dinâmica populacional no ano seguinte, sendo então mensurados diâmetro e altura de todos os indivíduos do componente adulto e regenerante e investigadas as suas taxas demográficas, também foi realizado o estudo de dendrocronologia na população. No segundo capítulo, avaliações foram realizadas dos eventos fenológicos, 50 indivíduos monitorados, onde foram realizadas observações quanto a intensidade, sincronia e periodicidade das fenofases vegetativas e reprodutivas, ao longo de 36 meses. Os padrões fenológicos foram correlacionados (r_s), com variáveis ambientais, temperatura do ar mínima, média e máxima, além de precipitação, umidade relativa e fotoperíodo e feita a avaliação da sazonalidade pela estatística circular. No terceiro capítulo, foi realizada a avaliação da biologia floral e reprodutiva, registros do horário de antese, o período de receptividade do estigma, teste olfativo, e observado e identificado o comportamento dos visitantes florais. Como resultados do estudo, a população apresentou um padrão de distribuição dos diâmetros em J-invertido, em ambos os componentes a dinâmica apresentou mudanças líquidas positivas, com destaque para o ganho em área basal do componente adulto e ganho em número de indivíduos para o componente regenerante. As fenofases vegetativas, demonstraram ocorrência simultânea e alta sincronia, o pico de brotação ocorreu entre outubro e março e a senescência foliar entre abril e setembro. Os eventos fenológicos reprodutivos ocorrem, principalmente, durante os meses mais quentes, entre outubro e junho, com pico de intensidade dos botões florais em novembro e pico de intensidade para a abertura floral em dezembro. A fenofase reprodutiva de frutos imaturos ocorreu entre novembro e maio e a presença de frutos maduros entre dezembro e junho, uma floração concentrada e maturação difusa. A floração e frutificação são eventos anuais, sazonais e altamente sincrônicos nos períodos de pico. Os padrões

fenológicos se mostraram fortemente correlacionados com a temperatura do ar e o fotoperíodo, sem associação com a precipitação. As inflorescências da espécie possuem antese diurna, principalmente no período da tarde, com estigma receptivo desde da pré-antese até a senescência, com odor forte adocicado, muito semelhante ao aroma de mel. Os principais visitantes florais são da ordem Hymenoptera, representadas quase que na totalidade pela espécie *Apis mellifera* L.

Palavras-chave: Dinâmica populacional; Fenologia; Biologia floral; Visitantes florais.

**POPULATION ECOLOGY OF *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho IN
THE SANTA CATARINA PLATEAU**

ABSTRACT

Information on the behavior and growth of native forest species is increasingly frequent, especially for species with economic potential. However, due to the expressive biodiversity, there is still a large number of species with little or no information, such as *Moquinistatrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. The present study aimed to investigate and characterize aspects of population dynamics, growth dynamics, phenology, and reproductive biology of a naturally occurring population of *M. polymorphum* from the Planalto Catarinense. The study is divided into three chapters. In the first chapter, a population survey of the species was carried out in 2020, followed by assessments of population dynamics in the following year. The diameter and height of all individuals of the adult and regenerating component were then measured, and their demographic rates were investigated. A dendrochronology study was also carried out in the population. In the second chapter, evaluations of phenological events were carried out, with 50 individuals monitored, where observations were made regarding the intensity, synchrony and periodicity of the vegetative and reproductive phenophases, over 36 months. The phenological patterns were correlated (r_s) with environmental variables, minimum, average and maximum air temperature, as well as precipitation, relative humidity and photoperiod, and the seasonality was assessed using circular statistics. In the third chapter, the evaluation of floral and reproductive biology was carried out, records of the anthesis time, the period of stigma receptivity, olfactory test, and the behavior of floral visitors were observed and identified. As a result of the study, the population presented an inverted J-shaped diameter distribution pattern, in both components the dynamics showed positive net changes, with emphasis on the gain in basal area of the adult component and gain in number of individuals for the regenerating component. The vegetative phenophases demonstrated simultaneous occurrence and high synchrony, with the peak of budding occurring between October and March and leaf senescence between April and September. Reproductive phenological events occur mainly during the warmer months, between October and June, with peak intensity of flower buds in November and peak intensity for flower opening in December. The reproductive phenophase of immature fruits occurred between November and May and the presence of mature fruits

between December and June, with concentrated flowering and diffuse maturation. Flowering and fruiting are annual, seasonal and highly synchronous events during peak periods. Phenological patterns were shown to be strongly correlated with air temperature and photoperiod, with no association with precipitation. The inflorescences of the species have diurnal anthesis, mainly in the afternoon, with a receptive stigma from pre-anthesis to senescence, with a strong sweet odor, very similar to the aroma of honey. The main floral visitors are from the order Hymenoptera, represented almost entirely by the species *Apis mellifera* L.

Keywords: Population dynamics; Phenology; Floral biology; Floral visitors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Localização da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, área de ocorrência natural de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho em Lages, Santa Catarina.....46
- Figura 2.** Amostras do lenho, coletadas a altura do peito (1,30 m), com um trado de incremento de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum*. Fazenda Experimental do CAV, Lages, SC.....50
- Figura 3.** Distribuição de frequência de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* nas classes, plantas até 1,0 m acima do solo (Classe I), plantas > 1,0 m acima do solo e ≤ 3,0 m acima do solo (Classe II), e plantas >3,0m acima do solo e <5,0cm de DAP (Classe III) e (Classe IV) contém os adultos, representado por plantas com DAP ≥ 5,0 cm. Fazenda Experimental do CAV, no município de Lages, SC.....51
- Figura 4.** Distribuição em classes de diâmetro altura do peito (DAP) para indivíduos adultos de *Moquiniastrum polymorphum* para as avaliações de 2020 a 2021.....52
- Figura 5.** Distribuição em classes de Diâmetro Altura do Colo (DAC) para indivíduos regenerantes de *Moquiniastrum polymorphum* para as avaliações de 2020 a 2021.....53
- Figura 6.** Distribuição dos indivíduos do componente adulto e regenerante de *Moquiniastrum polymorphum* nos anos de 2020 e 2021 na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages, Santa Catarina54
- Figura 7.** Mapa de localização dos indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* amostrados na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC.....65

Figura 8. Fenofases reprodutivas de de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho no campo: A) Botão floral; B) Flores abertas; C) Fruto imaturo; D) Fruto maduro.....	67
Figura 9. Variação anual da Precipitação pluviométrica (mm) e Umidade relativa do ar (%) para Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023 ..	69
Figura 10. Variação anual da temperatura média (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), para Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.....	70
Figura 11. Variação anual do comprimento do dia para Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023	71
Figura 12. Atividade e intensidade das fenofases vegetativas de indivíduos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> de ocorrência natural na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.	71
Figura 13. Fenologia vegetativa (mudança foliar) de indivíduos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em relação a temperatura do ar durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.....	73
Figura 14. Atividade e intensidade das fenofases reprodutivas (Floração e Frutificação) de indivíduos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> de ocorrência natural na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023	74
Figura 15. Fenologia reprodutiva (Floração e Frutificação) de indivíduos de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> em relação a temperatura do ar durante o período de outubro/2020 a setembro/2023	75
Figura 16. Recipientes utilizados para a realização do teste de odor. A) Frasco pronto para avaliação. B) Conjuntos de frascos utilizados na avaliação.	92

Figura 17. Morfologia de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho. A) Inflorescência feminina; B) Inflorescência bissexual; C) Florete completobissexual; D) Florete bissexual a esquerda e feminino a direita	93
Figura 18. Acompanhamento de antese floral de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho no campo: A) Botão floral, B) Início abertura floral, C) Abertura floral completa, D) Início da senescência floral, E) Senescência quase completa, F) Senescência completa.....	95
Figura 19. Resultado da receptividade do estigma com solução de 1% de vermelho-neutro em inflorescências de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho: A) Inflorescências em pré-antese; B) Inflorescências em antese; C) Inflorescências em processo de senescência; D) Florete bissexual em antese em destaque.....	96
Figura 20. Distribuição de ocorrência em ordem dos visitantes florais de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> na Fazenda Experimental do CAV.....	98
Figura 21. Visitantes florais de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> . A-B) Hymenoptera; C) Lepidoptera; D) Hymenoptera e Diptera; E) Diptera; F) Coleoptera na Fazenda Experimental do CAV.....	99
Figura 22. Horários de visitação às inflorescências de <i>Moquiniastrum polymorphum</i> na Fazenda Experimental do CAV. A) Frequência total de visitantes; B) Frequência de visitantes de cada ordem por hora.....	101
Figura 23. Abundância média de visitantes e frequência média de visitantes (todo o período de observação) no <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho de insetos da espécie <i>Apis melífera</i>	102

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Número de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* por classes de tamanho, junto da representação em porcentagem por classe em Lages, SC.....52
- Tabela 2.** Resultado da dinâmica populacional realizada em outubro de 2021 na Fazenda Experimental do CAV, em Lages/SC.....54
- Tabela 3.** Idade e diâmetro altura do peito (DAP) de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* avaliados no estudo de dendrocronologia em uma população de Floresta Ombrófila Mista em Lages, Santa Catarina.56
- Tabela 4.** Resultados da dendrocronologia para os indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum*, em uma população de Floresta Ombrófila Mista em Lages, Santa Catarina.....56
- Tabela 5.** Correlação de Spearman entre as variáveis climáticas (Precipitação pluviométrica, temperatura do ar média, máxima e mínima, umidade relativa do ar e fotoperíodo) e os índices de intensidade e atividade das fenofases vegetativas e reprodutivas de 50 indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.....76
- Tabela 6.** Estatística circular para da ocorrência de sazonalidade do início das fenofases reprodutivas de *Moquiniastrum polymorphum* na da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina.....77
- Tabela 7.** Estatística circular para da ocorrência de sazonalidade do pico das fenofases reprodutivas de *Moquiniastrum polymorphum* na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina.....78

Tabela 8. Horários de início de antese e abertura completa das flores de <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	94
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 O <i>MOQUINIASTRUM POLYMORPHUM</i> (LESS.) G SANCHO.....	22
2.2 DINÂMICA DE GPOPULAÇÕES FLORESTAIS	25
2.3 DENDROCRONOLOGIA.....	27
2.4 FENOLOGIA	29
2.5 BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA.....	31
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
CAPÍTULO I – AUTOECOLOGIA DE <i>MOQUINIASTRUM POLYMORPHUM</i> (LESS.) G. SANCHO: DINÂMICA POPULACIONAL NA SERRA CATARINENSE	44
4 INTRODUÇÃO	44
5 MATERIAL E MÉTODOS	45
5.1 ÁREA DE ESTUDO.....	45
5.2 DINÂMICA POPULACIONAL	47
5.3 ESTRUTURA ETÁRIA.....	49
6 RESULTADOS	51
6.1 DINÂMICA POPULACIONAL	51
6.2 ESTRUTURA ETÁRIA.....	55
7 DISCUSSÃO	57
8. CONCLUSÃO	59
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO II – FENOLOGIA VEGETATIVA E REPRODUTIVA DE <i>MOQUINIASTRUM POLYMORPHUM</i> (LESS.) G. SANCHO.	63
10 INTRODUÇÃO	63
11 MATERIAL E MÉTODOS	64
11.1 ÁREA DE ESTUDO.....	64

11.2 AMOSTRAGEM	65
11.3 ANÁLISE DOS DADOS	68
11.4 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	69
12 RESULTADOS.....	71
12.1 COMPORTAMENTO FENOLÓGICO	71
13 DISCUSSÃO	79
14 CONCLUSÃO	82
15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
CAPÍTULO III – BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DO MOQUINIASTRUM POLYMORPHUM (LESS.) G. SANCHO.....	88
16 INTRODUÇÃO	88
17 MATERIAL E MÉTODOS.....	89
17.1 ÁREA DE ESTUDO	89
17.2 MORFOLOGIA FLORAL.....	89
17.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ANTESE E SENESCÊNCIA FLORAL.....	90
17.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ESTIGMÁTICA.....	90
17.5 IDENTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORAIS, ESTRUTURAS ATRATIVAS AOS VISITANTES FLORAIS E TESTE OLFATIVO.....	91
17.6 CARACTERIZAÇÃO DOS POLINIZADORES E VISITANTES FLORAIS	92
18 RESULTADOS.....	93
18.1 MORFOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL	93
18.2 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ANTESE E SENESCÊNCIA FLORAL.....	94
18.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ESTIGMÁTICA.....	96
18.4 IDENTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORAIS, ESTRUTURAS ATRATIVAS AOS VISITANTES FLORAIS E TESTE OLFATIVO.....	97
18.5 CARACTERIZAÇÃO DOS POLINIZADORES E VISITANTES FLORAIS	98
19 DISCUSSÃO	104
20 CONCLUSÃO	105
21 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

1 INTRODUÇÃO GERAL

Muitos biomas brasileiros sofrem com o intenso processo de degradação da sua vegetação, principalmente a Floresta Atlântica, resultando em perdas na diversidade de espécies. Em diversos lugares do mundo os ecossistemas florestais vêm sendo bastante modificados, no caso do Brasil, a intensa exploração florestal, resulta em populações fragmentadas e na maioria das vezes isoladas, representando uma grave ameaça para a diversidade das populações de espécies vegetais (GUIDUGLI et al., 2016). Populações fragmentadas e isoladas ao longo de muitas gerações, estão sujeitas a sofrer modificações estruturais, devido aos processos ecológicos (HANSON et al., 2008). Dentro das inúmeras alterações na paisagem fragmentada, a mais grave é a perda da biodiversidade (DE AZEVEDO, 2017).

Todo esse processo de fragmentação, afeta diretamente a diversidade e o comportamento ecológico de espécies vegetais nativas da Floresta Atlântica. De todo modo, sabe-se que diversas espécies sofreram um considerável declínio de suas populações, devido aos altos valores econômicos atribuídos principalmente a sua madeira, como foi o caso do *M. polymorphum*, que teve sua extração exacerbada ao longo do tempo, principalmente, para construção de cercas, resultando na fragmentação de suas populações e conseqüentemente na redução do número de indivíduos (CARVALHO, 2003). E apesar de existirem diversos estudos que relatam o comportamento de espécies nativas e/ou endêmicas, ainda é grande o número de espécies que não possuem informações básicas sobre sua ecologia, que são fundamentais para fomentar estratégias de preservação. Para o gênero *Moquiniastrum* (Cabrera) G. Sancho, Funk et al. (2009) relatam que ainda existe uma carência de trabalhos e estudos, principalmente sobre os aspectos reprodutivos. Mesmo possuindo alguns trabalhos realizados para o gênero que relatam mesmo que brevemente dados botânicos e os aspectos ecológicos, como a fenologia (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2014, CORRÊA, 2018), esses variam de região para região e ainda são escassos para a região do Planalto Catarinense.

O *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, espécie conhecida também como candeia e cambará, é considerada pioneira a secundária inicial (LORENZI, 2002). O cambará foi e continua sendo valorizado para diversos usos, tanto de importância econômica, ambiental e social, fatores estes que resultam no aumento da fragmentação florestal, principalmente devido ao valor econômico atribuído à sua madeira (SCHLEMPER et al., 2011). A espécie, se destaca, principalmente, por oferecer madeira

de boa qualidade, tem propriedades medicinais e potencial melífero (MORS et al., 2000; GARLET & IRGANG, 2001; BUENO et al., 2005; STEFANELLO et al., 2006; ARAMBARRI et al., 2008). Além de possuir importantes características para compor reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência ao fogo e alta capacidade de regeneração e possui também importância ornamental, sendo bastante empregada no paisagismo em geral (CABRERA & KLEIN, 1973; LORENZI, 2002; FREITAS; SCHLEMPER, 2011).

Portanto, estudos detalhados a respeito do conhecimento dos aspectos relacionados ao comportamento de populações naturais de espécies arbóreas, como a caracterização demográfica, dinâmica de populações, dinâmica de crescimento. Entre outros como, a morfologia floral, sistema sexual, fenologia vegetativa e reprodutiva, e sua correlação com variáveis climáticas e a relação e o comportamento entre planta e polinizadores, são premissa básica para compreensão da ecologia de populações, elaboração e aprimoramento tecnologias adequadas para possibilitar o uso, manejo e a conservação de uma espécie (FANTINI et al., 1992; HALL; BAWA, 1993; REIS, 1996; PUCHALSKI; MANTOVANI; REIS, 2006; PALUDO et al. 2009). Especialmente para espécies em processo de domesticação, visando o manejo adequado, para a conservação e o melhoramento (KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; SOBIERAJSKI et al. 2007; ARAÚJO et al., 2012), além de permitirem a inserção de espécies em cadeias produtivas, sendo essa uma estratégia que garante a conservação e estabelece retornos econômicos (LAMARCA; OLIVEIRA JÚNIOR; BARBEDO, 2020).

Com base nessas informações, considerando a importância da espécie, os níveis alarmantes de perda de biodiversidade em ambientes tropicais e a escassez de informações sobre aspectos ecológicos do *M. polymorphum*, fica evidente a necessidade e importância de ampliar o conhecimento científico sobre as populações da espécie, para que seu potencial possa ser utilizado de maneira sustentável. Dessa forma, o objetivo da pesquisa é caracterizar o comportamento ecológico de uma população de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho da região do Planalto Catarinense: Capítulo I: buscou caracterizar a demografia e dinâmica populacional; Capítulo II: procurou descrever a fenologia vegetativa e reprodutiva; Capítulo III: avaliou os aspectos da biologia floral, o comportamento dos visitantes florais. Assim, fornece subsídio para projetos e pesquisas de melhoramento, conservação e manejo da espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O *Moquiniastrum polymorphum* (LESS.) G SANCHO

Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho, pertence à família Asteraceae, considerada a maior família dentro do grupo das Angiospermas, e possui aproximadamente 1729 gêneros e 43.965 espécies (WFOPlantList, 2024). Representa cerca de 10% do total da flora de angiospermas. No Brasil, a família tem registro de cerca de 341 gêneros e 2.261 espécies, que estão distribuídos por diversos biomas e composições vegetacionais (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2024). Muitas mudanças ocorreram ao longo dos anos na família, diversas classificações foram submetidas para as espécies, ocorrendo novas alterações na descrição dos gêneros, tribos e subfamílias, que agora é baseada em dados genéticos (PANERO & FUNK, 2008).

Assim, o gênero *Gochmatia*, antigo gênero da espécie, foi um dos que passaram por alterações. Na antiga classificação, o gênero agrupava cerca de 70 espécies em seis seções, sendo uma destas denominada de *Moquiniastrum*. Mas estudos de filogenia molecular mostraram que tais espécies da seção *Moquiniastrum* eram muito próximas entre si e, apresentavam diferenças das demais espécies do gênero, determinando a sua elevação ao nível de gênero (CABRERA & KLEIN, 1973; SANCHO et al., 2013).

Atualmente, o gênero *Moquiniastrum* possui 21 espécies, que envolvem arbustos, subarbustos e, árvores, com uma distribuição bastante ampla, com importantes centros de dispersão no Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela (SANCHO et al., 2013). No Brasil, é possível encontrar 19 das 21 espécies do gênero, as quais estão distribuídas nos principais domínios fitogeográficos que incluem Mata Atlântica (do Nordeste ao Sul do país), o Pampa (Rio Grande do Sul) e também as regiões do Cerrado (Minas Gerais, Bahia, Goiás, Paraná, São Paulo), (CABRERA & KLEIN, 1973, SANCHO et al., 2013, SANCHO; ROQUE, 2014). Só na região sul ocorrem 10 espécies: *M. argyreum*, *M. barrosoae*, *M. cinereum*, *M. cordatum*, *M. mollissimum*, *M. paniculatum*, *M. polymorphum*, *M. ramboi*, *M. ramboi* e *M. velutinum* (SANCHO; ROQUE, 2014).

O *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, conhecida também como cambará ou candeia, cambará-do-mato, cambará-guaçu ou cambará-de-folha-grande, é uma espécie considerada pioneira a secundária inicial, de médio porte, pode alcançar uma altura entre 5 a 10 m, possui uma ritidoma profundamente sulcado e estrias largas, com o

tronco suberoso, e folhagem com coloração verde-clara (LORENZI, 2002). O padrão de queda de folhas que caracteriza como uma espécie decídua à semidecídua, com picos de queda foliar entre os meses de maio e setembro e com brotação durante o ano todo (PILON et al., 2015). A espécie tem uma produção volumétrica máxima de até 9,2 m³/ha ano, mas possui um crescimento em altura expressivo até os quatro anos de idade (AOKI; LEITE FILHO, 2010). As folhas são alternas, simples, de oval a oval-lanceolada, sua base e ápice são agudos, subcoriáceas, branco-tomentosas na face inferior, e chegam a medir 14 a 18 cm de comprimento (LORENZI, 1998, LORENZI, 2002, LORENZI, 2014).

A distribuição da espécie pela América do Sul, ocorre no Brasil desde a Mata Atlântica até o Cerrado, Paraguai, Argentina e Uruguai. No Brasil, tem sua distribuição natural em regiões como sul e sudeste, e ocorre também em alguns estados das regiões nordeste e centro-oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia e Pernambuco), estando presente nos mais diversos ecossistemas florestais, Cerrado, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, mas seu domínio fitogeográfico é a Mata Atlântica (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2014). Já o status de conservação da espécie em âmbito nacional está como “Menos Preocupante” (CNCFlora, 2022), já, em âmbito regional, segundo a lista vermelha de plantas ameaçadas do estado do Rio Grande do Sul, ela está “Em Perigo” (Estado Decreto nº 51.109 de 19 de dezembro de 2014).

A espécie se desenvolve bem em condições adversas, ocorrendo em muitos ambientes distintos desde solos secos e pobres e também em locais bem drenados. Além disso, é encontrada em áreas sujeitas a inundações periódicas com lençol freático superficial. A planta, tolera geadas fracas e pode ser encontrada às margens de rios, mas sua ocorrência predominante é em terrenos com características pobres, muitas dessas propriedades, tornaram o cambará uma boa planta fixadora em barrancos de rios (SANCHO; ROQUE, 2013; CARVALHO, 2003; DURIGAN et al., 2002). A espécie tem um alto potencial de regeneração, principalmente em áreas anteriormente perturbadas, como a prática de queimada e desmatamento, dominando assim os estágios iniciais de regeneração, além de apresentar resistência a geadas (BRANDO; DURIGAN, 2005; SANSEVERO et al., 2017).

A espécie é valorizada por diversos segmentos, com importância econômica e ambiental e social, fatores estes que sugerem um aumento na fragmentação florestal, principalmente devido ao grande valor econômico atribuído à sua madeira (FREITAS; SCHLEMPER, 2011). A exploração dessa espécie para usos madeireiros foi amplamente

praticada, resultando em populações fragmentadas e na maioria das vezes isoladas (CARVALHO, 2003). Sua madeira é moderadamente pesada, apresentando densidade de $0,76 \text{ g cm}^{-3}$, com cerne compacto, rígido, de poros muito finos, de grande durabilidade ao ar livre e sob condições adversas, resistem dezenas de anos devido a sua grande resistência ao apodrecimento (CABRERA; KLEIN, 1973; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; FERNANDES, 2014), propriedades que levaram a espécie ter sua extração exacerbada ao longo do tempo.

Todas essas características da madeira do cambará justificam a sua boa qualidade e as suas principais aplicações, sendo utilizada desde moirões de cercas até utilização na infraestrutura interna de casas (obras imersas: como pontes, esquadrias, curvas para a construção naval, rodas d'água, construção civil e moirões de cerca). A espécie também possui importância medicinal, propriedades obtidas pelos seus extrativos em suas folhas, flores e cascas do tronco, sendo estes muito utilizados no preparo de chás e xaropes, e utilizados como expectorante para infecções respiratórias (MORS et al., 2000; GARLET; IRGANG, 2001; BUENO et al., 2005; ARAMBARRI et al., 2008; FREITAS; SCHLEMPER, 2011). As flores do cambará possuem um acentuado aroma de mel, proporcionando um potencial melífero à espécie e são muito visitadas por abelhas e borboletas durante sua floração (STEFANELLO et al., 2006).

Além disso, a espécie é comumente recomendada para a utilização no reflorestamento de áreas degradadas, devido suas características de dispersão, resistência ao fogo, capacidade de regeneração e ser adaptada a terrenos pobres e secos, a espécie também possui importância ornamental, sendo bastante empregada no paisagismo em geral (CABRERA; KLEIN, 1973; LORENZI, 2002; FREITAS; FREITAS; SCHLEMPER, 2011).

O *M. polymorphum* apresenta inflorescências do tipo capítulo, de cor branco amareladas, com aproximadamente 1 cm de comprimento, densa, presente nas axilas das folhas terminais, classificadas como polígamas, encontram-se floretes bissexuais e unissexuais, em relação a sua fenologia reprodutiva, alguns estudos citam que o período de floração ocorre entre os meses de outubro até fevereiro, com grande variação, e frutifica logo em seguida (LORENZI, 1998; LORENZI, 2002; DURIGAN et al., 2002; CARVALHO, 2003). A frutificação tende a ocorrer de dezembro a fevereiro, os frutos são do tipo aquênio, pequenos, densamente piloso e de coloração branca. A semente é presa internamente à parede do fruto por um só ponto (LORENZI, 1998; LORENZI, 2002). As sementes que são aderidas internamente a parede do fruto possuem uma taxa

de germinação baixa, alguns estudos obtiveram uma taxa de germinação (30 a 50%) (CARVALHO, 2003). Machado (2012) obteve taxas de germinação por volta de 18,75% em sistema de cultivo em papel germitest alocado em gerbox, e 24,5% em Ágar-água em placas de petry.

O pouco de informações que se possui sobre a polinização da espécie, levanta que é polinizada principalmente por abelhas e outros inúmeros insetos pequenos (SANCHO, 2000; YAMAMOTO; KINOSHITA; MARTINS, 2007; SANCHO; FREIRE, 2009, CORRÊA, 2016). Mesmo com tais informações, muitos autores admitem a escassez de trabalhos realizados para o gênero *Moquiniastrum* (Cabrera) G. Sancho, especialmente para o *M. polymorphum* (FUNK et al., 2009).

2.2 DINÂMICA DE POPULAÇÕES FLORESTAIS

Estudos de dinâmica são de fundamental importância para a compreensão dos padrões de riqueza de espécies e entendimento da sucessão florestal, e de todo o efeito da fragmentação florestal sobre as populações (OLIVEIRA-FILHO; MELLO; SCOLFORO, 1997; SHEIL et al., 2000). Do ponto de vista prático, esses estudos são importantes para fornecer informações que sirvam como subsídio para o manejo, uso e a conservação de florestas (SHEIL et al., 2000; AQUINO; WALTER; RIBEIRO, 2007).

Estudos de dinâmica florestal, funcionam pela avaliação de dados coletados em fragmentos florestais, que é realizada a mensuração dos indivíduos em um inventário e em anos posteriores a recontagem, remedição dos indivíduos sobreviventes e a contagem dos indivíduos mortos, originando as informações como taxas de recrutamento, mortalidade e o crescimento e rotatividade da população (SHEIL; MAY, 1996, SCHIAVINI et al., 2001). As metodologias utilizadas baseiam-se em modelos que assumem que os indivíduos de uma população apresentam probabilidades iguais e constantes de um indivíduo ser recrutado ou morto durante um certo período (SHEIL; MAY, 1996). As mudanças que ocorrem dentro da composição funcional e estrutural das florestas, são caracterizadas pela dinâmica florestal e provém do monitoramento ao longo de anos da floresta (MOSCOVICH, 2006). Cada mudança que ocorre é caracterizada como a mudança de um estágio sucessional para outro, podem ser observadas tanto na demografia, expresso pela densidade, como pela biomassa, expressada pela área basal dos indivíduos (MACHADO, 2005).

Assim, a dinâmica populacional é capaz de determinar como os distúrbios e os

processos ecológicos, as flutuações que ocorrem nos valores de mortalidade, recrutamento e o crescimento de indivíduos, podem influenciar os padrões espaciais e temporais das populações (LUNDBERG; INGVARSSON, 1998; LEWIS et al., 2004). Todas essas estimativas em relação as taxas de flutuações, são descritores fundamentais das populações arbóreas, a compreensão das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade, contribuem para definir quanto tempo uma espécie, ou uma comunidade, vai demorar para atingir um determinado tamanho (TEIXEIRA et al., 2007).

A dinâmica por si só é capaz de explicar muito do comportamento de populações, mas quando esse conhecimento é relacionado com variáveis ambientais, são capazes de descrever muitos dos padrões existentes em remanescentes florestais, entre diversas variáveis ambientais importantes avaliadas nesses estudos, destacam-se os microclimáticos (PEZZOPANE, 2001), edáficos e fisiográficos (OLIVEIRA FILHO; MELLO; SCOLFORO, 1994; OLIVEIRA-FILHO; CURI; VILELA, 2001); e interações bióticas (SENNA & VAN DENBERG, 2002).

A principal questão sobre as transformações nas populações arbóreas após toda a fragmentação é a variabilidade temporal e espacial das taxas de dinâmica florestal, e os diferentes resultados das populações arbóreas frente a variáveis ambientais locais (SALAMI, 2013). Assim, é possível que o padrão observado nas populações seja o resultado de um mosaico silvigenético gerado em função das diversas interações que ocorrem entre os fatores ambientais e as respostas das populações arbóreas (MACHADO, 2005; HIGUCHI et al., 2008). Levando em consideração o princípio, que tanto os fragmentos como a dinâmica florestal não ocorrem de forma espacialmente homogênea (HIGUCHI et al., 2008a; SILVA et al., 2011, SALAMI, 2013).

Tanto os estudos de dinâmica populacional quanto de estrutura e distribuição espacial procuram compreender as mudanças que ocorrem nas populações de plantas em resposta as ameaças antrópicas e naturais que tangem as populações de espécies arbóreas (HUTCHINGS, 1997; PAIVA; ARAÚJO; EDRON, 2007; GUILHERME; OLIVEIRA, 2010). Os estudos de análise estrutural permitem gerar informações sobre a distribuição geográfica, e abundância das espécies em diferentes locais, que são informações base de uma comunidade, principalmente para a conservação (CHAVES et al. 2013).

Todas as informações relacionadas a dinâmica e estrutura de populações explicam muitas das mudanças quantitativas e qualitativas que ocorrem na vegetação e conseguem criar uma importante ferramenta que pode auxiliar no aperfeiçoamento de técnicas de

manejo (HARPER, 1977, LIMA e LEÃO, 2013). Estudos que abordam a estrutura de populações naturais de plantas são essenciais de maneira geral para compreender como as populações se relacionam com o ambiente no presente, e também permitem inferências sobre a estrutura no futuro e passado dessas populações arbóreas (HUTCHINGS, 1997; HIGUCHI et al., 2008; MACHADO et al., 2010).

O resultado da dinâmica de populações é o balanço das taxas anuais entre o recrutamento e mortalidade que auxiliam na determinação do funcionamento e complexidade de um local, contribuindo para o entendimento das relações entre população e o meio. Além disso, essas informações permitem toda a previsão e controle dos processos de crescimento das populações vegetais, assim como o monitoramento (SHEIL et al., 2000; HIGUCHI et al., 2008; SALAMI, 2013). Também, auxiliar na compreensão das interações das espécies com os fatores abióticos e bióticos do ambiente (RICKLEFS, 2011; LOPES, 2007). Podem, ainda ser utilizadas para a compreensão da sucessão florestal (PAULA et al., 2004) e poderá subsidiar ações de uso, manejo e conservação (SHEIL et al., 2000; AQUINO; WALTER; RIBEIRO, 2007).

2.3 DENDROCRONOLOGIA

A Dendrocronologia, do grego (dendron: árvore; kronos: tempo; logos: conhecimento), é definida como o estudo dos anéis de crescimento no tempo e toda a relação destes com o meio ambiente (COOK; KAIRIUKSTIS, 1989; JIMENEZ, 2011). Foi no século XX que a dendrocronologia ficou realmente conhecida como uma ciência consolidada devido a Andrew Ellicott Douglas, astrônomo responsável pela fundamentação teórica e criação de metodologias para a avaliação das relações entre a formação dos anéis de crescimento e os fenômenos climáticos, relação conhecida também por datação cruzada (crossdating) (FRITTS, 1976; SCHWEINGRUBER, 1988).

A datação cruzada (crossdating) é o princípio do estudo da dendrocronologia, onde se assume que as condições do meio ambiente de um local afetam diretamente o crescimento das árvores desse local e, conseqüentemente, afetam os tamanhos dos anéis de crescimento de maneira semelhante (JIMENEZ, 2011). Segundo Brown (2003), indivíduos que se desenvolvem por um longo período em ambientes semelhantes, tanto com fatores climáticos como de solos, apresentaram um sincronismo na variação do crescimento da largura dos anéis de crescimento, propiciando a datação cruzada. Dessa forma, a dendrocronologia é responsável por datar a idade de indivíduos arbóreos, e pela

largura dos anéis de crescimento alinhar um histórico da relação árvore e fatores ambientais (WORBES, 1995).

O crescimento e formação dos anéis de crescimento está diretamente relacionada com a resposta de cada espécie aos fatores do meio ambiente, ou seja, variações de temperatura, radiação solar, precipitação, umidade e outros fatores como genéticos, sazonais e endógenos causam alterações diretas na anatomia do lenho das espécies (WORBES, 1989). É a partir da análise das amostras do lenho dos anéis de crescimento que é possível determinar a idade do indivíduo e toda a sua relação com o meio ambiente, por isso a dendrocronologia é um dos melhores métodos para conhecer sobre as alterações que correram em determinado ambiente tanto no passado, como no presente, servindo assim, para a obtenção de informações sobre as mudanças climáticas (FRITTS, 1965.; WORBES, 1999; TROUET et al. 2001).

As árvores podem responder de diferentes modos aos fatores do meio ambiente e alguns desses fatores podem induzir a formação de falsos anéis de crescimento (formação de mais de um anel de crescimento por ano) e/ou a formação de anéis descontínuos (anel de crescimento sem formação completa envolta da medula), fatores como desfolhação, incêndios, estresse hídrico e diversos outros que são responsáveis por esses fenômenos (HEINRICH, 2004).

Com base nessas informações, o estudo da dendrocronologia em florestas tropicais possui importância significativa, gerando informações sobre a dinâmica de crescimento arbóreo, ecologia, manejo e clima (STAHL, 1999). A ciência da dendrocronologia está dividida em diversos ramos, a exemplo da dendroclimatologia, dendroecologia e outros. A dendroecologia expressa toda a relação que ocorre entre o ciclo de crescimento da árvore e os fatores climáticos, condições locais do meio ambiente com o objetivo de avaliar ano após ano os fatores exógenos e endógenos que influenciam no crescimento da população (SCHWEINGRUBER, 1988).

Já a dendroclimatologia, uma das mais importantes aplicações da dendrocronologia, estuda principalmente os registros das variações climáticas marcadas nos anéis de crescimento, principalmente variações na densidade e largura dos anéis (TROVATI; FERRAZI, 1984). Os estudos dos anéis de crescimento nos últimos anos são frequentemente utilizados para analisar os fatores climáticos de um determinado local ou região que podem influenciar na dinâmica de crescimento de árvores (RASPOROV; DERGACHEV; KOLSTRÖM, 2004).

2.4 FENOLOGIA

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos periódicos, como o das fases do ciclo de vida de plantas ou animais e sua ocorrência temporal durante o ano, contribuindo para o entendimento dos padrões reprodutivos e vegetativos de plantas e animais (MORELLATO, 1995). O conhecimento sobre a fenologia permite a previsão, monitoramento e avaliação da época de reprodução das plantas (ciclos reprodutivos), dos ciclos de crescimento e da estruturação de comunidades arbóreas, assim como a conservação e manejo de espécies, estudos fenológicos servem de estratégia para obtenção de informações sobre a disponibilidade de recursos ao longo do ano de determinada espécie (FOURNIER, 1974, MORELLATO et al., 2000, 2010; OLIVEIRA, 2008; BELO et al., 2013).

Dentro dos inúmeros eventos biológicos avaliados pela fenologia, estão a ocorrência das fases de floração, frutificação na categoria reprodutiva e suas mudanças foliares na categoria vegetativa e toda relação dessas fases com fatores abióticos e bióticos locais, estudos fenológicos permitem avaliar também a relação entre as fases destes eventos, dentro de uma população ou comunidade de espécies (VAN SCHAIK et al., 1993; MORELLATO, 2003).

Estudos sobre a fenologia de populações de espécies florestais nativas têm importância fundamental para a compreensão da ecologia e dinâmica das populações, assim como de comunidades florestais, o entendimento dos mecanismos de reprodução das espécies servem também como potenciais indicadores das condições edáficas e climáticas de um ambiente (FOURNIER; CHARPANTIER, 1975; MANTOVANI et al., 2003; BAUER et al., 2012), conseqüentemente os resultados de estudos dos padrões fenológicos, contribuem para o entendimento de uma gama de processos ecológicos (TALORA; MORELLATO, 2000; MANTOVANI et al., 2003; PASCALE; DAMARIO, 2004; FORREST; MILLER-RUSHING, 2010), além de gerar importantes informações sobre a dinâmica das interações interespecíficas dos indivíduos, como por exemplo a herbivoria, competição, polinização e a dispersão (NEWSTROM; FRANKIE; BAKER, 1994).

Assim como qualquer outra variável, os padrões fenológicos podem variar entre os ecossistemas, dentro de uma espécie e até mesmo dentro de uma população (NEWSTROM; FRANKIE; BAKER, 1994; MARIOT et al., 2003). A fenologia dos indivíduos arbóreos está principalmente relacionada ao seu habitat (CONCEIÇÃO;

FUNCH,; PIRANI, 2007). Desta forma, a disposição da distribuição das espécies está fortemente atrelada com as variações sazonais e sua interação com a fenologia (CHUINE; BEAUBIEN, 2001, BELO et al., 2013). A fenologia está diretamente associada aos fatores ambientais, o entendimento dos padrões fenológicos de populações de espécies nativas e a resposta destas a estes fatores, são informações de suma importância para subsidiar ações de planejamento do manejo, uso e preservação de espécies em locais com condições adequadas ao seu desenvolvimento e reprodução (ARRIGONI-BLANK et al., 1996; MORELLATO, 2007; OTÁROLA; ROCCA, 2014; SOBRAL et al., 2017).

Diversos fatores influenciam nos ciclos fenológicos e nas alterações de seus padrões, como a temperatura, precipitação, radiação, fotoperíodo e a umidade relativa (ALENCAR; ALMEIDA, 1979; SUN et al., 1996). Essas alterações ocorrem dentro dos processos fenológicos, como floração, frutificação e queda de folhas, que são processos evidentemente relacionados ao clima (VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; WRIGHT; VAN SCHAIK, 1994). Todos esses fatores influenciam no comportamento fenológico de espécies nativas, tanto os fatores abióticos mencionados anteriormente, que são os principais responsáveis, como os fatores bióticos, que são as adaptações da morfologia e fisiologia, interação da espécie com dispersores, polinizadores, patógenos e predadores. Todas essas informações são essenciais para estudos fenológicos, e podem fornecer também uma ideia sobre as restrições ambientais de uma espécie a respeito da floração e frutificação (VAN SCHAIK; TERBORGH; WRIGHT, 1993; FENNER, 1998; MORELLATO, 2007).

A importância de informações sobre a fenologia de uma espécie, como o entendimento do período de floração e de frutificação, assim como, o entendimento dos fatores ambientais, está no fornecimento de dados de organização e disponibilidade de recursos, como as flores, frutos e sementes. Assim como, na definição de uso sustentável da espécie, como no processo de coleta de sementes (podendo assim, estimar a quantidade, qualidade e o período de oferta de sementes) ou até mesmo na coleta de folhas para a extração dos óleos essenciais (FOURNIER, 1974; 1976; MORELLATO, 1995; MARIOT; MANTOVANI; REIS, 2003; MANTOVANI; MORELLATO; REIS, 2004; CESARIO; GAGLIANONE, 2008). Desta forma, os estudos fenológicos se tornam premissa básica para o entendimento do comportamento populacional das espécies e principalmente para a conservação e exploração sustentável de seus recursos (REIS, 1996; MORELLATO et al. 2016), ou seja, a fenologia funciona como uma teia de informações básicas para monitorar, conduzir e conservar os ecossistemas (NEWSTRON, 1994; SCUDELLER;

RAMOS; CRUZ, 2009).

2.5 BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA

Estudos que envolvem a biologia floral permitem a análise comportamental do processo de reprodução. A biologia floral é muito ampla, compreende todo o conhecimento a respeito sobre a dinâmica da reprodução de plantas, abrangendo a biologia reprodutiva, que envolve diversos estudos, como a fenologia, processo de abertura floral, morfologia floral, sistema sexual, relação entre planta-visitante floral e outros diversos estudos relacionados à flor no processo de polinização, assim como estudos sobre dispersão e produção de frutos e sementes (RAMÍREZ, 2002; CORRÊA, 2016).

Todo o entendimento do processo de reprodução da planta está inteiramente ligado ao mecanismo de transferência de pólen das anteras até o estigma da planta, para então ocorrer a fecundação da flor (LOPES, 2007). Na fecundação cruzada, o principal responsável pela transferência de pólen das anteras até o estigma na maioria das espécies de plantas são os insetos, conhecidos também como polinizadores, é resultado de uma interação de mutualismo entre a planta e inseto, a planta oferece recursos o inseto auxilia no processo polinização (FAEGRI; PIJL, 2013; TOREZAN-SILINGARDI; SILBERBAUER-GOTTSBERGER; GOTTSBERGER. 2021).

Para as angiospermas os agentes polinizadores mais comuns são os insetos, os quais possuem características morfológicas e estruturas que favorecem o processo de transporte de pólen (GULLAN, 2007). Desta forma, estudos sobre as interações entre a planta e visitantes florais são essenciais, formam o conjunto de seres vivos fundamentais para a conservação da vida na terra. O fato da possibilidade de ocorrência de polinização cruzada nas plantas, assegura e amplia a variabilidade genética das mesmas (GULLAN, 2007).

A forma como uma população recombina seus genes a cada nova geração, é o que chamamos de estratégia reprodutiva, que vai dar origem a população descendente, ou seja, são esses os processos que definem como a variabilidade genética de uma população estará organizada no tempo e espaço. Já a fecundação pode ser classificada em alogamia, quando ocorre entre flores diferentes, classificada como geitonogamia, quando a ocorre entre diferentes flores, mas de uma mesma planta, e xenogamia quando envolve flores de diferentes plantas, conhecida também por “polinização cruzada”, e será classificada como

autogamia quando o óvulo é fecundado pelo pólen da própria flor (SEBBENN, 2006).

Porém, todo o processo de fragmentação florestal, na maioria das vezes causa a redução de habitats e acaba comprometendo o sucesso da polinização, provocando o declínio da fauna polinizadora, e alterações nas taxas das estratégias reprodutivas, representando muitas vezes a perda de biodiversidade e recursos ambientais e econômicos, principalmente, pelo desaparecimento de produtos florestais (NABHAN e BUCHMANN, 1997; KEARNS et al., 1998). Portanto, estudos que visam entender tanto a biologia reprodutiva, como a relação entre planta e polinizadores contribuem para a conservação de ecossistemas florestais, de certo modo, mesmo que indiretamente, garantem o fluxo de polinizadores. Assim, a compreensão das características ecológicas e o comportamento dos visitantes florais, auxiliam no processo de manejo, uso comercial e conservação de espécies (KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; SILVA; PINHEIRO, 2007), e até mesmo subsidiam outras pesquisas.

O conhecimento das estratégias reprodutivas, como o sistema sexual de espécies nativas, e também características florais, morfologia, receptividade do estigma, viabilidade e germinação do pólen, horário de antese, são informações fundamentais para práticas de melhoramento, e também para compreender a evolução da ecologia de espécies (DANNER et al., 2010, PERLEBERG, 2017). O processo de quantificar, identificar os visitantes florais, assim como caracterizar os potenciais polinizadores de plantas nativas, avaliando estes junto a variáveis climáticas ambientais, auxiliam na compreensão da ecologia de populações de espécies arbóreas nativas, fornecendo informações de potenciais restrições ambientais da espécie sobre a floração, frutificação e mudanças foliares (BAWA; PERRY; BEACH. 1985; MORELLATO, 1991; FELIPPI et al, 2015).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em Floresta Tropical Úmida de Terra Firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979.

ASTERACEAE IN FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB55>>. Acesso em: 28 jul. 2024

AOKI, H.; LEITE FILHO, J. Influência do espaçamento na conformação do fuste do cambará (*Moquiniastrum polymorphum* (Less.) Cabr. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, v.22, n.2, p.289-295, 2010.

AQUINO, F.G., WALTER, B.M.T., RIBEIRO, J.F. Dinâmica de populações de espécies lenhosas de Cerrado, Balsas, Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p. 793-803, 2007.

ARAMBARRI, A. M. et al. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from misiones Forest of the Paranaense Province (Argentina). Part 2. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 43, n. 1-2, p. 31-60, 2008.

ARRIGONI-BLANK, M. de F.; CARVALHO, D. A. de; BLANK, A. F.; ALVARENGA, A. A.; VILELA, E. de A. Comportamento fenológico da casaqueira (*Campomanesia rufa* (Berg.) Nied.) durante o período de 1991-1992. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 20, n. 3, p. 352-356, 1996.

BAUER, D.; GOEZ, M. N. B.; MULLER, A.; SCHMITT, J. L. Fenologia de três espécies de *Myrsine* L. em floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 859 - 868, 2012.

BAWA, K. S.; PERRY, D. R.; BEACH, J. H.; Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. 1. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany**, v. 72, n. 3, p. 331-345. 1985.

BELO, M. R.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W.; SILVEIRAS, F. A. O. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, p. 817 - 828, 2013.

BRANDO, P. M, DURIGAN, G. Changes in cerrado vegetation after disturbance by frost (São Paulo State, Brazil). **Plant Ecology** 175, p. 205-215, 2005.

BROWN, P.M. Introduction to dendrochronology lecture 1: Basic terminology and concepts. Tucson: **Rocky Mountain Tree-ring Research**. p. 21. 2003.

BUENO, N. R.; CASTILHO, R. O.; COSTA, R. B.; POTT, A.; POTT, V. J.; SHCEIDT, G. N.; BATISTA, M. S. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani 120 indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Bot. Bras.**, 19, 39-44, 2005.

CABRERA, L. A.; KLEIN, R.M. Compostas – tribo Mutisieae, in Reitz, R. **Flora Ilustrada Catarinense**, Ed. Por Raulino Reitz, v.1,1-124, 1973.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1,1039 p. 2003.

CESARIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em restinga do Norte Fluminense. **Acta Botanica Brasilica**, v22, n3, p. 828- 833, 2008.

CHAVES, A.D.C.G., SANTOS, R.M.S., SANTOS, J.O., FERNANDES, A.A., MARACAJÁ, P.B. A importância dos levantamentos florísticos e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido-ACSA**, v. 9, n. 2, p. 42-48. 2013.

CHUINE, I.; BEAUBIEN, E. G. Phenology is a major determinant of tree species range. **Ecology Letters**, v. 4, n. 5, p. 500-510, 2001.

CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH, L. S.; PIRANI, J. R. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the "Chapada Diamantina", northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 475 - 485, 2007.

COOK, E. R.; KAIRIUKSTIS, L. Methods of dendrochronology: application on the environmental sciences. Dordrecht: Kluwer Academic, p. 394. 1989.

CORRÊA, B. J. S. **Fenofases reprodutivas, biologia floral e qualidade de sementes de *moquiniastrum polymorphum* (cabrera) g. sancho. no sudoeste do paraná.** 2016, 52 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Ciências Biológicas). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná 2016.

CORRÊA, B. J. S., et al. Fenologia e aspectos da biologia floral de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) em plantio de restauração florestal. **Acta Biológica Catarinens**, p. 65-77, 2018.

DANNER, M. A., CITADIN, I., SASSO, S. A. Z., SACHET, M. R., AMBRÓSIO, R. Fenologia da floração e frutificação de mirtáceas nativas da floresta com araucária. Comunicação científica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p.291-295, 2010.

DE AZEVEDO, T. S. O uso da legislação ambiental na restauração da conectividade estrutural da paisagem: um estudo de caso para a bacia hidrográfica do córrego das posses, Extrema-MG. Estudos Geográficos: **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 15, n. 2, p. 78 - 112, 2017.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais.** 2ª ed., São Paulo: Instituto Florestal, 65, 2002.

FANTINI, A.C. et al. Sustained yield management in tropical forest: a proposal based on

the autoecology of species. **Sellowia**, v. 42, n. 44, p. 25 - 33, 1992.

FELIPPI, M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; LUCIO, A. D. Fenologia reprodutiva e qualidade das sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 12, p.2137-2142, 2015.

FENNER, M. The Phenology of Growth and Reproduction in Plants. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**. v.1, p. 78 - 91, 1998.

FERNANDES, P. **Plantas medicinais: conhecimento e uso nos espaços rurais do planalto sul catarinense**. 2014. 160. Tese (Doutorado) – Pós Graduação em Produção Vegetal pela Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

FORREST, J., MILLER-RUSHING, A. B. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and Evolution. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, 365, 3101- 3112, 2010.

FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas em arboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422 - 423. 1974.

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

FOURNIER, L.A. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Monte Oca, Costa Rica. **Turrialba**. v.26, pag 54-59, 1976.

FRITTS, H.C. **Tree-ring evidence for climatic changes in Western North America**. Laboratory of tree-ring research, University of Arizona, Tuscon, USA. 1965. FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. New York: Academic Press. p. 567, 1976.

FUNK, V. A.; SUSANNA, A.; STUESSY, T. F.; ROBINSON, H. **Systematics, evolution and biogeographics of Compositae**. Vienna: IAPT; 2009.

GARLET, T. M. B.; IRGANG, B. E. Medicinal plants used by rural women workers in Cruz Alta, Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Medicinal Plants**, v. 4, n. 1, p. 9 - 18, 2001.

GUIDUGLI, M. C. et al. Small but not isolated: a population genetic survey of the tropical tree *Cariniana estrellensis* (Lecythidaceae) in a highly fragmented habitat. **Heredity**, v. 116, p. 339–347, 2016.

GUILHERME, F. A. G.; OLIVEIRA, A. S. Estrutura populacional de *Butia purpurascens* Glassman (Arecaceae) em duas áreas de Cerrado sensu stricto no estado de Goiás. **Revista De Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology**, v. 7, n. 1, p. 37-45, 2010.

GULLAN, P. J. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Rocca, 496p, 2007.

HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. **Economic Botany**, v.47, p. 234 - 47, 1993.

HANSON, T. R. et al. Pollen dispersal and genetic structure of the tropical tree *Dipteryx panamensis* in a fragmented Costa Rican landscape. **Molecular Ecology**, v. 17, p. 2060 – 2073, 2008.

HARPER, J.L. **Population biology of plants**. Academic Press, London. 892 p. 1977.

HEINRICH, I. **Dendroclimatology of *Toona ciliata***. Thesis (PhD in Management Resources and Environmental Science). School of Resources, Environment and Society, Australian National University, Canberra, p 235. 2004.

HIGUCHI, P. et al. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 417- 426, 2008.

HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A.T. de.; BEBBER, D. P.; BROWN, N. D.; SILVA, A. C. da.; MACHADO, E. L. M. Spatio-temporal patterns of tree community dynamics in a tropical forest fragment in South-east Brazil. **Plant Ecology**. V. 199, p. 125-135, 2008a.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant populations. **Plant Ecology, Second Edition**, p. 325-358, 1997.

KEARNS, C. A., INOUE, D. W., WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. **Annual Review Ecology and Systematics**, v. 29, p. 83-112. 1998.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 40, p. 837-845, 2003.

JIMENEZ J.A.G. Dendrocronología en el trópico: aplicaciones actuales y potenciales. **Colombia Forestal**. v.14, p. 97 – 111. 2011.

LAMARCA, E.V.; OLIVEIRA JÚNIOR, C.J.F.; BARBEDO, C.J. Etnobotânica na conservação de espécies com sementes sensíveis à dessecação: o exemplo da *Eugenia brasiliensis* Lam. *Hoehnea*, São Paulo, v.47, p.1-9. 2020.

LEWIS, S.L., PHILLIPS, O.L., SHEIL, D., VINCETI, B., BAKER, T. R., BROWN, S., GRAHAM, A.W., HIGUCHI, N., HILBERT, D.W., LAURANCE, W.F., LEJOLY, J.,

MALHI, Y., MONTEAUDO, A., NÚÑEZ VARGAS, P., SONKÉ, B., SUPARDI, N., TERBORGH, J.W., VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R. Tropical Forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 6, p. 929-944. 2004.

LIMA, J.P.C., LEAO, J.R.A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia sul ocidental. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 70 – 79, 2013.

LOPES, M. A. Population structure of *Eschweilera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in eastern Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 509-519, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1.ed.** Nova Odessa: Plantarum, 1998.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 2ª ed.** Nova Odessa, SP: Plantarum Ltda. v. 2., 368 p., 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed.** Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2014.

LUNDBERG, S.; INGVARSSON, P. Population dynamics of resource limited plants and their pollinators. **Theoretical Population Biology**, v.54: p.44-49,1998.

MACHADO, E. L. M. **Heterogeneidade espacial e temporal em um fragmento de floresta estacional em Lavras, MG.** 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MACHADO, E. L. M., OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n.1, p. 250 - 261, 2010.

MACHADO, D. F. M. **Estudo da germinação e do efeito de *Trichoderma* spp. na promoção do crescimento de *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera.** 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia). Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria, 2012.

MANTOVANI, M. RUSCHEL, A. R. REIS, M. S. PUCHALSKI, A. NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451 - 458, 2003.

MANTOVANI, A. MORELLATO, P. C. REIS, M. S. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasil Bot.**, v.27, n.4, p.787-796, 2004.

MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2003.

MORELLATO, L. P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana. In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.) Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana. **Iheringia**. Campinas: Unicamp, p. 37-41, 1995.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. **Biotropica**, Hoboken, v.32, p.811-823, 2000.

MORELLATO, L. P. C. **Phenological data, networks, and research: South America**. In: **SCHWARTZ, M. D. (Ed.). Phenology: an integrative environmental science**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 75-92, 2003.

MORELLATO, L. P. C. **A pesquisa em fenologia na América do Sul, com ênfase no Brasil, e suas perspectivas atuais**. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Org.). Fenologia como ferramenta para conservação e manejo de recursos vegetais. Curitiba: EMBRAPA, v. 1, p. 37-48, 2007.

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

MORS, W. B. et al. **Medicinal plants of Brazil**. Algonac, Michigan: Reference Publications, 2000. (Medicinal plants of the world No. 6, pp.501).

MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. 2006. p. 130. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

NABHAN, G. P., BUCHMANN, S. L. **Services provided by pollinators**. In: DAILY, G. C., ed. Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems. p. 133-150. 1997.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Hoboken, v. 26, n. 2, p. 141-159, jun. 1994.

OLIVEIRA, P.E. **Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado**. In: SANO, S. M. ALMEIDA, S. P. RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. EMBRAPA, Planaltina, DF. 2008. p. 273-287.

OLIVEIRA FILHO, A. T., MELLO, J. M., SCOLFORO, J. R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five years period (1987-1992). **Plant Ecology**, v. 131, n. 1, p. 45 - 66, 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N.; VILELA, E.A. et al. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. Edinb. **Journal of Botany**, v. 58, n.1, p.139-158, 2001.

OTÁROLA, M. F.; ROCCA, M. A. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: A. R. Rech, K. Agostini, P. E. Oliveira & I. C. Machado (Eds.), **Biologia da polinização**. p. 113–126. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014.

PAIVA, L. V.; ARAÚJO, G. M.; PEDRON, F. Structure and dynamics of a woody plant community of a tropical semi-deciduous seasonal forest in the " Estação Ecológica do Panga", municipality of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 3, p. 365-373, 2007.

PALUDO, G. F. et al. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1109-1121, 2009.

PANERO, J. L.; FUNK, V. A. The value of sampling anomalous taxa in phylogenetic studies. Major clades of the Asteraceae revealed. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 47, p. 757-782, 2008.

PASCALE, A. J.; DAMARIO, E. A. **Climatologia agrícola y agroclimatologia**. Buenos Aires: EFA. p. 550, 2004.

PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização fitossociológica, microclimática, e ecofisiológica em uma floresta estacional semidecidual secundária**. Viçosa, MG: UFV, 225p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. 2001.

PERLEBERG, T. D. **Conservação *ex situ* e biologia reprodutiva da espinheira santa (*Maytenus ilicifolia*, Celastraceae)**. 89f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pelotas. 2017.

CNCFlora - CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA. *Gochnatia polymorpha subsp. polymorpha* in Lista Vermelha da florabrasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Gochnatia polymorpha subsp. polymorpha](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Gochnatia%20polymorpha%20subsp.%20polymorpha)>. Acesso em 15 outubro 2022.

PAULA, A. et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 407 - 423, 2004.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo. **Hoehnea**, São Paulo, v.42, n.3, p. 425 – 443, 2015.

PUCHALSKI, A., MANTOVANI, M., REIS, M.S. Variação em populações naturais de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze associada a condições edafoclimáticas. **Scientia Forestalis**, v. 70, p. 137 - 148, 2006.

RAMÍREZ, N. Reproductive phenology, life-forms, and habitats of the Venezuelan central plain. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v.89, n.5, p. 836–842, 2002.

RASPOPOV, O.M.; DERGACHEV, V.A. and KOLSTRÖM, T. Hale Cyclicity of Solar Activity and Its Relation to Climate Variability. **Journal Solar Physics**. v. 224, n.1 - 2, p. 455 - 463. 2004.

REIS, M. Dinâmica da movimentação dos alelos: subsídios para a conservação e manejo de populações naturais em plantas. **Revista Brasileira de Genética**, v. 19, n. 4, p. 37- 47, 1996. (Suplemento)

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 546 p.

ROQUE, N., BAUTISTA, H.P. **Asteraceae: caracterização e morfologia floral**. Edufba, 79p, Salvador, Bahia, Brasil, 2008.

SALAMI, B. **Dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de floresta ombrófila mista montana em Lages, SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.

SANCHO, G. Revision y filogenia de la seccion Moquiniastrium Cabrera del genero *Gochnatia* Kunth (Asteraceae, Mutisieae). **Fontqueria**, v. 54. N. 5, p. 61-122, jun. 2000.

SANCHO, G.; S. E. Freire. **Gochnatieae (Gochnatioideae) and Hyalideae (Wunderlichioideae p.p.). Systematics, evolution, and biogeography of Compositae**. Viena: IAPT; 2009. 965 p.

SANCHO, G.; FUNK, V. A.; ROQUE, N. *Moquiniastrum* (Gochnatieae, Asteraceae): disentangling the paraphyletic *Gochnatia*. **Phytotaxa**, v. 147, p. 26-34, 2013.

SANCHO, G.; ROQUE, N. *Gochnatia*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

SANCHO, G.; ROQUE, N. *Gochnatia*. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2014.

SANSEVERO, J. B. B, PRIETO, P. V, SANCHEZ-TAIPA, A, BRAGA, J. M. A, RODRIGUES, P. J. F. P. Past land-use and ecological resilience in a lowland Brazilian Atlantic Forest: implications for passive restoration. **New Forests** 48, p. 573-586, 2017.

SCHWEINGRUBER, F.H. **Tree rings**: basics and applications of dendrochronology. Dordrecht: Reidel, p. 276. 1988.

SCHIAVINI, I. et al. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. **Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria (JF Ribeiro, CEL Fonseca, JC Sousa-Silva, eds.)**. Embrapa-CPAC, Brasília, p. 267-299, 2001.

SCHLEMPER, V.; FREITAS, S. A.; SCHLEMPER, S. R. M. Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract from *Gochnatia polymorpha* ssp. *floccosa* in the guinea pig Ileum. **Research Journal of Medicinal Plants**, v.5, 288-294, 2011.

SCUDELLER, V. V.; RAMOS, R. R.; CRUZ, M. E. G. **Flora Fanerogâmica da Floresta de Terra Firme RDS Tupé**. Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Manaus: UEA edições, v.2, Cap.9, p. 110- 120, 2009.

SEBBENN, A. M. Pomar de sementes de espécies florestais. **Pomar de sementes de espécies florestais**. p.93–138, 2006.

SENNA, B. C.; VAN DEN BERG, E. Estudo da dinâmica de populações de *Xylopia brasiliensis* Sprengel em relação a parâmetros populacionais e da comunidade em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Revista Cerne**, v.8, n.1, p.1-12. 2002.

SILVA, A.C., BERG, E. V. D., HIGUCHI, P., NUNES, M.H. Dinâmica de uma comunidade arbórea após enchente em fragmentos florestais no sul de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, p. 883 - 893, 2011.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro Espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

SHEIL, D., MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91 - 100, 1996.

SHEIL, D., JENNINGS, S., SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Bundongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 675 - 800. 2000.

SOBIERAJSKI, G.D.R.; BARBOSA, W.; BETTIOL NETO, J.E.; CHAGAS, E.A.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A. Caracterização dos estágios fenológicos em sete cultivares e seleções de noqueira-macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v.29, n.3, p.690-694, 2007.

SOBRAL, A. et al. Conservation efforts based on local ecological knowledge: The role of social variables in identifying environmental indicators. **Ecological Indicators** v. 81, p. 171-181, 2017.

STAHLE, D.W. Useful strategies for the development of tropical tree-ring chronologies. **IAWA Journal**. v. 20, n. 3, p. 249 - 253. 1999.

STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochmatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.

SUN, C.; KAPLIN, B. A.; KRISTENSEN, K. A.; MUNYALIOGA, V.; MVUKIYUMWAMI, J.; KAJONDO, K. K.; MOERMOND, T. C. Tree phenology in a tropical montane forest in Rwanda. **Biotropica**, v. 28, n. 4, p. 668-681, 1996.

TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.** 23: 13-26, 2000.

TEIXEIRA, L.M., CHAMBERS, J.Q., SILVA, A.R., LIMA, A.J.N., CARNEIRO, V.M.C., SANTOS, J., HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 377 – 384. 2007.

TOREZAN-SILINGARDI, H.M., SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., GOTTSBERGER, G. Pollination Ecology: Natural History, Perspectives and Future Directions. In: Del-Claro, K., Torezan-Silingardi, H.M. (eds) **Plant-Animal Interactions**. Springer, Cham, 2021.

TROUET V.; HANECA, K.; COPPIN, P.; BEECKMAN, H. Tree ring analysis of *Brachystegia spiciformis* and *Isoberlina tomentosa*: evaluation of the ENSO-signal in the 36 miombo woodland of Eastern Africa. **International Association of Anatomists Journal**, v. 22, p. 385 – 99, 2001.

TROVATI, L.R.; FERRAZ, E.S.B. Influência da precipitação e da temperatura na densidade dos anéis de crescimento de *Pinus oocarpa*. **IPEF**. n. 26, p. 31 - 36. 1984.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 353-377, 1993.

WFO PLANT LIST. ASTERACEAE Giseke. Disponível em: <
<https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-7000000146-2024-06?page=1>>. Acesso em: 28 jul.
2024

WILSON, E. O. **Biodiversity**. National Academy Press, Washington, 1986.

WORBES, M. Growth Rings, Increment and Age of trees in Inundation Forests, Savannas and a Mountain Forest in the Neotropics. **IAWA Bulletin**, v. 1, n.10 (2), p.109 - 122, 1989.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – a review. **IAWA Bulletin New Series**. v.16, n.4, p.337-351. 1995.

WORBES, M. growth rings, rainfall-dependent growth and long- term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. **Journal of Ecology**. v. 87, p. 391- 403. 1999.

WRIGHT, S. J.; VAN SCHAIK, C. P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, v. 143, n. 1, p. 192-199, 1994.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da floresta estacional semidecídua montana. **Acta Botanica Brasílica**, Feira de Santana, v. 21, n. 3, p. 553 - 573. 2007.

Capítulo I – Autoecologia de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho: dinâmica populacional na Serra Catarinense

4 INTRODUÇÃO

Muitos biomas brasileiros sofrem com o intenso processo de degradação da sua vegetação, principalmente a Floresta Atlântica, resultando em perdas na diversidade de espécies. Em diversos lugares do mundo os ecossistemas florestais vêm sendo bastante modificados, no caso do Brasil, a intensa exploração florestal, resulta em populações fragmentadas e na maioria das vezes isoladas, representando uma grave ameaça para a diversidade das populações de espécies vegetais (GUIDUGLI et al., 2016). Populações fragmentas e isoladas ao longo de muitas gerações, estão sujeitas a sofrer modificações estruturais, devido aos processos ecológicos (HANSON et al., 2008). Dentro das inúmeras alterações na paisagem fragmentada, a mais grave é a perda da biodiversidade (DE AZEVEDO, 2017).

O *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho é uma dessas espécies que teve sua extração exacerbada ao longo do tempo, resultando em declínio de suas populações (CARVALHO, 2003). É uma espécie valorizada por diversos segmentos, tanto de importância econômica e ambiental, o que resultou no aumento da fragmentação florestal, principalmente, devido ao valor econômico atribuído à sua madeira, além de apresentar propriedades medicinais, farmacológicas e potencial melífero (MORS et al., 2000; GARLET; IRGANG, 2001; BUENO et al., 2005; STEFANELLO et al., 2006; ARAMBARRI et al., 2008, SCHLEMPER et al., 2011). Destaca-se também por possuir importantes características para compor reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência ao fogo e alta capacidade de regeneração (CABRERA;KLEIN, 1973; LORENZI, 2002). Assim, estudos como este auxiliam para que a espécie seja conservada e tenha o seu potencial explorado de maneira sustentável.

Estudos como a dinâmica florestal se tornam importantes por obterem informações relacionadas a estrutura de populações e explicam muitas das mudanças quantitativas e qualitativas que ocorrem na vegetação, informações que podem auxiliar no aperfeiçoamento de técnicas de manejo (HARPER, 1977, LIMA e LEÃO, 2013). Estudos de dinâmica florestal, são realizados a partir da avaliação de dados coletados em ecossistemas florestais. Nesse processo, realiza-se a mensuração dos indivíduos em um levantamento inicial e, em anos posteriores, procede-se à remedição dos indivíduos

sobreviventes e a contagem dos indivíduos mortos e ingressantes. Esse método gera informações como taxas de recrutamento, mortalidade e o crescimento e rotatividade da população (SHEIL; MAY, 1996, SCHIAVINI et al., 2001).

O resultado da dinâmica de populações é as flutuações das taxas anuais entre o recrutamento e mortalidade que auxiliam na determinação do funcionamento e complexidade de um local, contribuindo para o entendimento das relações entre população e o meio, além disso, essas informações permitem toda a previsão dos processos de crescimento das populações vegetais, assim como o monitoramento (HIGUCHI et al., 2008, SALAMI, 2013), podendo subsidiar decisões em estratégias de uso e manejo de espécies (SHEIL et al., 2000; AQUINO et al. 2007; PALUDO et al. 2009; ARANTES; SCHIAVINI, 2011).

Estas estimativas oriundas da dinâmica da vegetação, são descritores fundamentais das populações arbóreas, a compreensão delas, contribuem para definir quanto tempo uma espécie, ou uma comunidade, vai demorar para atingir um determinado tamanho (TEIXEIRA et al., 2007). Portanto, estudos detalhados a respeito do conhecimento de aspectos relacionados ao comportamento de populações naturais de espécies arbóreas, principalmente dos aspectos demográficos, como a dinâmica de populações, dendrocronologia, são essenciais para compreender a ecologia populacional de uma espécie. No entanto, ainda são escassas as informações, principalmente no caso do *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho.

Com base nessas informações, considerando a importância da espécie, sua exploração no decorrer dos anos e a escassez de informações sobre aspectos demográficos do *M. polymorphum*, destaca a necessidade e importância de ampliar o conhecimento científico acerca de suas populações, para que o potencial da espécie seja explorado de maneira adequada. Assim, objetivou-se avaliar a dinâmica populacional de uma população de *M. polymorphum* no Planalto Catarinense.

5 MATERIAL E MÉTODOS

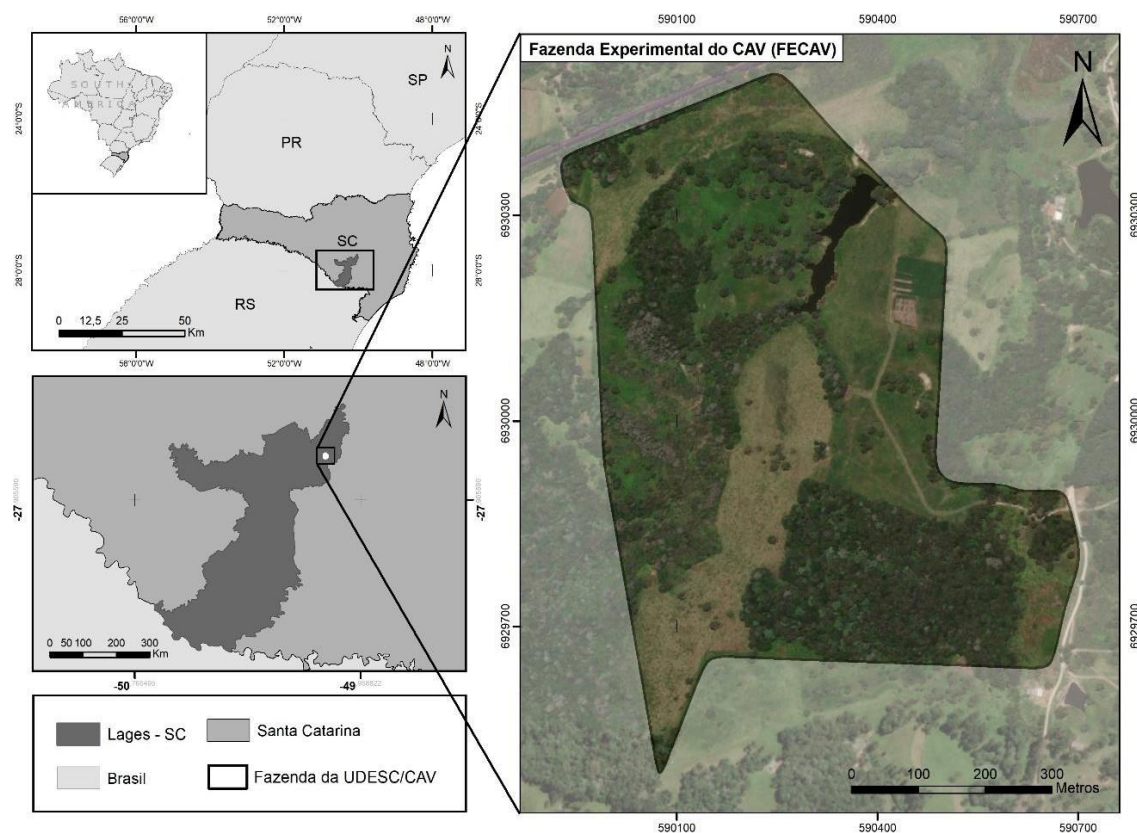
5.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo está foi conduzido em uma população de *Moquiniastrum polymorphum* localizada no Planalto Catarinense, em umas das áreas da Fazenda

Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages.

A área está localizada no município de Lages, na localidade de Macacos, no estado de Santa Catarina, a $27^{\circ}45'33''$ na Latitude Sul e $50^{\circ}05'09''$ Longitude Oeste. É inserida no bioma Mata Atlântica em que a vegetação florestal predominante é Floresta Ombrófila Mista (FOM) (IBGE, 2012). A área de estudo, onde foi realizado o censo possui aproximadamente 45 hectares, e possui uma parte da área como reserva legal averbada de cerca de 10,5 hectares e uma área de preservação permanente de cerca de 17,5 hectares (figura 1). O solo predominante é do tipo Cambissolo Húmico (EMBRAPA, 2018). A área possui histórico de uso do solo com a ocupação por campo e atividades de pecuária, as quais ainda continuam em parte da área da fazenda, porém, no presente momento boa parte da área se encontra isolada por cerca.

Figura 1. Localização da área de estudo dentro da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, área de ocorrência natural de *Moquiniastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho em Lages, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo mesotérmico

úmido com verão fresco (Cfb), ou seja, um clima temperado com verão ameno, com chuvas bem distribuídas, índice pluviométrico anual médio em cerca de 1300-1500 mm, sem estação seca e com temperatura média de 17 °C (ALVARES et al. 2017).

5.2 DINÂMICA POPULACIONAL

Em outubro de 2020, foi realizado o censo demográfico dos indivíduos de *M. polymorphum*, sendo feito assim, levantando todas as populações, da espécie, dentro dos limites da área de estudo. Todos os indivíduos arbóreos adultos, vivos, presentes na área de estudo, com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 5 cm, foram medidos, coletados e identificados com plaquetas de alumínio. Para cada um desses indivíduos, foi medido o CAP (circunferência à altura do peito, posteriormente convertida em DAP) com uma fita métrica e estimada a sua altura. Indivíduos com troncos múltiplos foram medidos quando a raiz da soma quadrática dos DAPs fosse maior que 5 cm. Posteriormente, foram coletadas as coordenadas geográficas de todos esses indivíduos adultos.

Todos os indivíduos arbóreos regenerantes, vivos, de *M. polymorphum* presentes na área de estudo e que apresentaram altura superior a 10 cm e/ou diâmetro na altura do peito medido a 1,30 m (DAP) inferior a 5 cm (ROLLET, 1978) foram contabilizados e mensurados. Em cada um destes indivíduos foi mensurado o DAC (diâmetro a altura do colo), com o auxílio de um paquímetro e mensurada a sua altura, posteriormente todos estes indivíduos regenerantes também tiveram suas coordenadas geográficas coletadas.

Para a apresentação dos dados demográficos e caracterização da estrutura populacional toda a população avaliada foi distribuída em quatro classes de acordo com a classificação dada por VOLPATO (1994): indivíduos até 1,0 m acima do solo, primeira classe (Classe I), plantas > 1,0 m acima do solo e $\leq 3,0$ m acima do solo, segunda classe (Classe II), e plantas > 3,0 m acima do solo e < 5,0 cm de DAP, terceira classe (Classe III) e a quarta classe (Classe IV) são os adultos, ou seja, todas as plantas com $DAP \geq 5,0$ cm, cabe salientar que as classes representam apenas divisões em relação ao tamanho e não estágios ontogenéticos dos indivíduos arbóreos. Complementarmente, para verificar alterações na estrutura populacional da espécie, foi realizada a distribuição de frequência com base no DAP, de acordo com classes divididas por *Sturges*. Foi realizada toda a estatística descritiva, sendo obtidos resultados de forma gráfica e descritiva da espécie, tanto para os indivíduos adultos, como os regenerantes.

A dinâmica de populações dos indivíduos arbóreos adultos e da regeneração natural foi realizada em outubro no ano de 2021, um ano após o primeiro levantamento do estudo em 2020. Na dinâmica todos os indivíduos arbóreos vivos regenerantes que atingiram o nível de inclusão (> 10 cm altura), foram identificados e mensurados, e tiveram suas coordenadas geográficas coletadas utilizando-se a mesma metodologia do inventário de 2020. Os indivíduos mortos foram contabilizados e os sobreviventes mensurados novamente.

Foram calculadas para os indivíduos arbóreos adultos e da regeneração natural da população amostrada, as taxas de mortalidade e recrutamento, as taxas de ganho e perda em área basal, com base no número de indivíduos e área basal, por meio dos seguintes modelos algébricos (LIEBERMAN et al., 1985; PRIMACK et al., 1985; SHEIL; MAY, 1996):

- **Taxa de mortalidade:**

$$M = \{1 - [(N_0 - m) / N_0]^{1/t}\} * 100$$

em que: M = taxa de mortalidade anual; t = intervalo de tempo entre inventários; N_0 = número inicial de árvores; m = número de árvores mortas;

- **Taxa de recrutamento:**

$$R = [1 - (1 - r/N_t)^{1/t}] * 100$$

em que: R = taxa de recrutamento anual; t = intervalo de tempo entre inventários; N_t = número final de árvores sobreviventes de depois de t ; r = número de árvores recrutadas;

- **Taxa de perda em área basal:**

$$ABP = \{1 - [(AB_0 - (AB_m + AB_d)) / AB_0]^{1/t}\} * 100$$

em que: ABP = taxa de perda em área basal anual; t = intervalo de tempo entre inventários; AB_0 = área basal inicial; AB_m = área basal das árvores mortas; AB_d = perda em área basal (redução diamétrica e perda parcial de troncos);

- **Taxa de ganho em área basal:**

$$ABG = \{1 - [1 - (AB_r + AB_g) / AB_t]^{1/t}\} * 100$$

em que: ABG = taxa de ganho em área basal anual; t = intervalo de tempo entre inventários; AB_t = área basal final depois de t ; AB_r = área basal de árvores recrutadas; AB_g = ganho em área basal (crescimento das árvores).

Foram calculadas as taxas de dinâmica de mudança líquida para o número de indivíduos (ML_N , em $\% \cdot \text{ano}^{-1}$) e taxas de mudança líquida para a área basal (ML_{AB} , em $\% \cdot \text{ano}^{-1}$) utilizando as seguintes equações de Korning, Balslev (1994):

- **Taxas de mudança líquida para o número de indivíduos:**

$$ML_N = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] * 100$$

em que: ML_N : Taxas de mudança líquida para o número de indivíduos; N_t = número final de árvores sobreviventes de depois de t ; N_0 = número inicial de árvores; t = intervalo de tempo entre inventários;

- **Taxas de mudança líquida para a área basal:**

$$ML_{AB} = [(AB_t/AB_0)^{1/t} - 1] * 100$$

em que: ML_{AB} : Taxas de mudança líquida para a área basal; AB_t = área basal final depois de t ; AB_0 = área basal inicial; ; t = intervalo de tempo entre inventários;

5.3 ESTRUTURA ETÁRIA

Dentro da mesma área de estudo, foi realizada a coleta das amostras para a avaliação da dendrocronologia, onde foram selecionados 23 indivíduos com base no levantamento já realizado. Como critérios de seleção dos indivíduos, os mesmos deviam possuir um DAP mínimo de 10 cm e estarem distribuídos proporcionalmente nas classes de DAP, baseadas na fórmula de *Sturges*, sendo realizada a seleção de forma aleatória, esses indivíduos foram georreferenciados e tiveram seus dados dendrométricos coletados (diâmetro e altura).

Foram coletadas duas amostras não destrutivas do lenho de cada um dos indivíduos selecionados, uma coleta na posição Norte – Sul e outra na posição Leste – Oeste, contendo séries temporais radiais sempre no sentido casca - medula (aproximadamente 5 mm de diâmetro). As amostras do lenho foram coletadas a altura do peito (1,30 m), com o auxílio de um trado de incremento (Sonda de Pressler), utilizando do método não-destrutivo, sendo as amostras posteriormente fixadas e amarradas em suportes de madeira confeccionados para evitar o empenamento. Essas amostras foram devidamente identificadas com o número correspondente a posição da coleta, junto a identificação da árvore a qual foi extraída e, posteriormente, foram levadas para a secagem a sombra e temperatura ambiente (Figura 2) (ARGOLLO et al., 2004).

Figura 2. Amostras do lenho, coletadas a altura do peito (1,30 m), com um trado de incremento de indivíduos de *Moquiniastrium polymorphum*. Fazenda Experimental do CAV, Lages, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Após a secagem das amostras, estas foram posteriormente lixadas em uma sequência de lixas com diferentes granulometrias de 60, 100, 300, 600 e 1200 grãos/cm², visando evidenciar os anéis de crescimento (MALIK et al., 2012), gerando assim um contraste dos anéis de crescimento (SPEER, 2012). Após o polimento, as amostras com anéis de crescimento foram previamente identificadas com o auxílio de estereomicroscópio e realizadas marcações para reconhecimento dos limites dos anéis de crescimento. Assim, com as amostras e seus anéis devidamente identificados e marcados,

estas foram digitalizadas com o auxílio de scanner a uma resolução de 1200dpi (pontos por polegada), no scanner Epson® Expression 10000XL, junto a uma escala milimétrica.

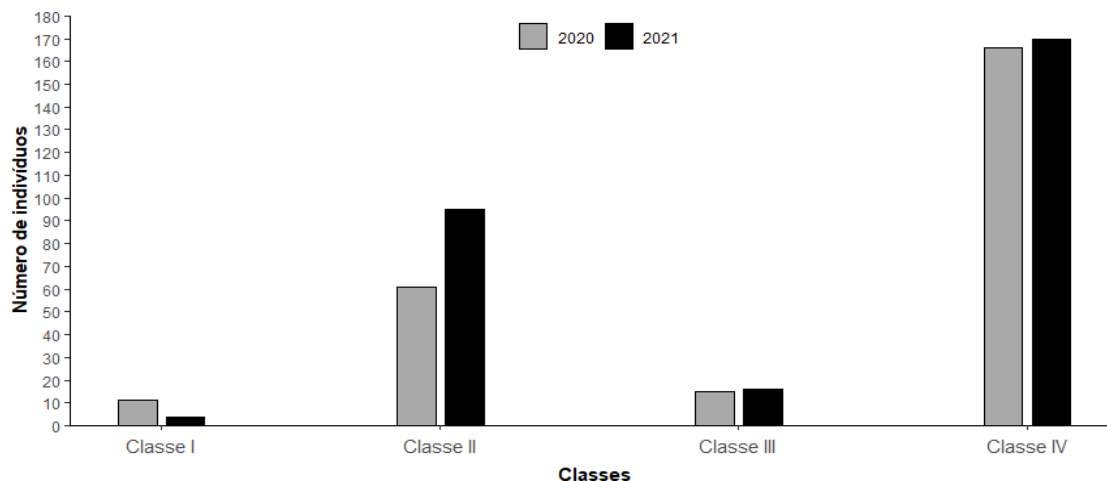
Das imagens obtidas, foi determinada a largura dos anéis de crescimento no sentido casca-medula com auxílio do software de análise de imagem, Image Pro Plus®. Este software foi calibrado pela escala digitalizada com uma precisão de 0,01 mm. E como critério para atribuição da idade, foi considerado a média da leitura das duas amostras obtidas em um único indivíduo. Assim como, resultados complementares, foram obtidos valores de incremento corrente anual (ICA) e o incremento médio anual em diâmetro dos indivíduos.

6 RESULTADOS

6.1 DINÂMICA POPULACIONAL

Foram mensurados 302 indivíduos, distribuídos entre o componente arbóreo adulto e regenerante, no último ano (2021) de avaliação, O componente adulto totalizou 170 indivíduos (59,6%), e para o componente regenerante 115 indivíduos (40,4%). Em relação à distribuição em classes, observa-se que a maioria dos indivíduos se encontrava na classe IV, indivíduos adultos, em relação aos regenerantes a maior concentração destes está na classe II, entre 1,0 e 3,0 metros de altura, devido principalmente aos indivíduos recrutados, exibindo um crescimento exponencial, no ano de 2020 foi observado 24,1 % (61) dos indivíduos nessa classe, e em 2021, 33,3% (95) (Figura 3, Tabela 1).

Figura 3. Distribuição de frequência de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* nas classes, plantas até 1,0 m acima do solo (Classe I), plantas > 1,0 m acima do solo e ≤ 3,0 m acima do solo (Classe II), e plantas > 3,0 m acima do solo e < 5,0 cm de DAP (Classe III) e (Classe IV) contém os adultos, representado por plantas com DAP ≥ 5,0 cm. Fazenda Experimental do CAV, no município de Lages, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em ambos os períodos de avaliação, a população apresentou comportamento semelhante na distribuição de frequência nas classes de tamanho. A média de altura da população em 2020 era de 3,76 metros [\pm desvio padrão de 1,83 m], já em 2021 a média caiu para 3,60 metros [\pm desvio padrão de 1,79 m].

Tabela 1. Número de indivíduos de *Moquiniastrium polymorphum* por classes de tamanho, junto da representação em porcentagem por classe em Lages, SC.

Classes		2020	2021
CLASS I	Até 1,0m	11 (4,4%)	4 (1,4%)
CLASS II	> 1,0 até 3,0m	61 (24,1%)	95 (33,3%)
CLASS III	> 3,0m e DAP < 5,0cm	15 (5,9%)	16 (5,6%)
CLASS IV	DAP \geq 5,0cm	166 (65,6%)	170 (59,6%)

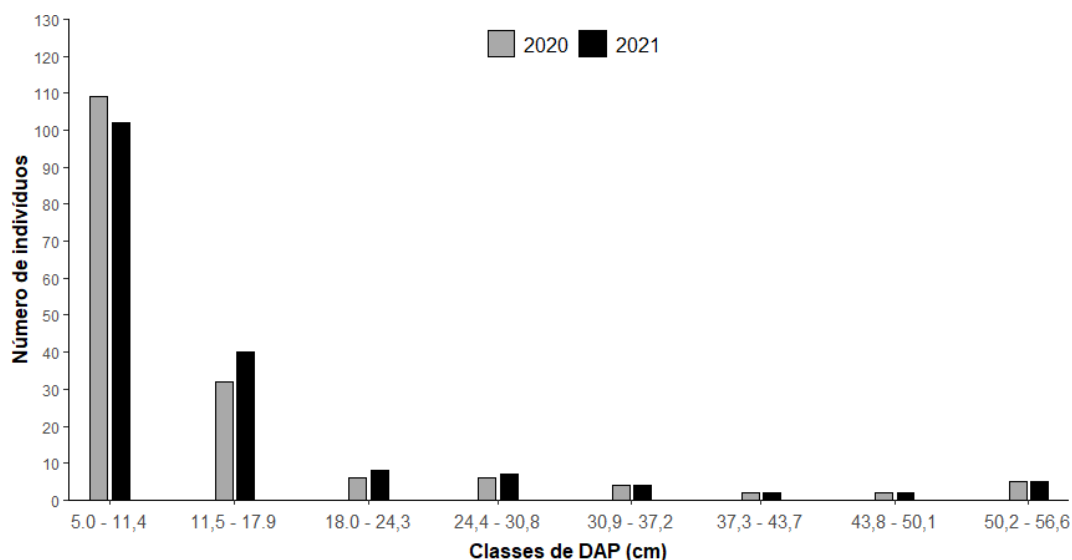
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A distribuição dos indivíduos adultos em classes de diâmetro por *Sturges*, apresentou uma curva exponencial negativa perceptível para a espécie, conhecida também como “J-invertido”. Observa-se uma grande concentração de indivíduos nas primeiras classes de tamanho (Figura 4), principalmente se considerarmos os indivíduos regenerantes com diâmetro inferior a 5 cm.

A média de diâmetro dos indivíduos adultos em 2020 foi de 12,79 cm [\pm desvio padrão de 10,51 cm], em 2021 foi de 13,51 cm [\pm desvio padrão de 10,42 cm].

Figura 4. Distribuição em classes de diâmetro altura do peito (DAP) para indivíduos

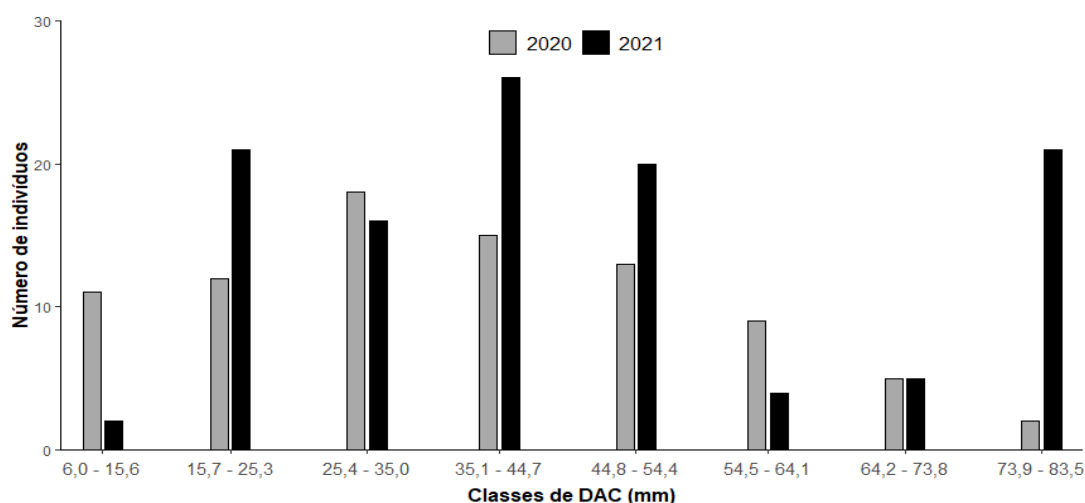
adultos de *Moquiniastrium polymorphum* para as avaliações de 2020 a 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Observando a distribuição de classes de frequência de diâmetro para os indivíduos regenerantes, verifica-se o aumento considerável da frequência de algumas das classes, em função do crescimento e também dos indivíduos ingressantes (Figura 5).

Figura 5. Distribuição em classes de Diâmetro Altura do Colo (DAC) para indivíduos regenerantes de *Moquiniastrium polymorphum* para as avaliações de 2020 a 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A dinâmica populacional para a população de *M. polymorphum* foi caracterizada por apresentar maiores taxas de recrutamento do que mortalidade para ambos os componentes e, de maior ganho em área basal do que perda para o componente adulto, o

que resultou em mudanças líquidas positivas para o número de indivíduos (MLN adultos = 2,41 % .ano-1 e MLN regenerantes = 32,18 % .ano-1), quanto para a área basal (MLAB adultos = 8,90 % .ano-1) (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da dinâmica populacional realizada em outubro de 2021 na Fazenda Experimental do CAV, em Lages/SC.

Dados	Total
Número de indivíduos regenerantes em 2020	87
Número de indivíduos adultos em 2020	166
Número de indivíduos regenerantes em 2021	115
Número de indivíduos adultos em 2021	170
Taxa de mortalidade dos regenerantes	18,39%
Taxa de mortalidade dos adultos	0,60%
Taxa de recrutamento dos regenerantes	38,26%
Taxa de recrutamento dos adultos	2,94%
Taxa de mudança líquida em número de indivíduos regenerantes	32,18%
Taxa de mudança líquida em número de indivíduos adultos	2,41%
Área basal em 2020	3,56 m ² .ha-1
Área basal em 2021	3,88 m ² .ha-1
Taxa de mudança líquida em área basal	8,90%

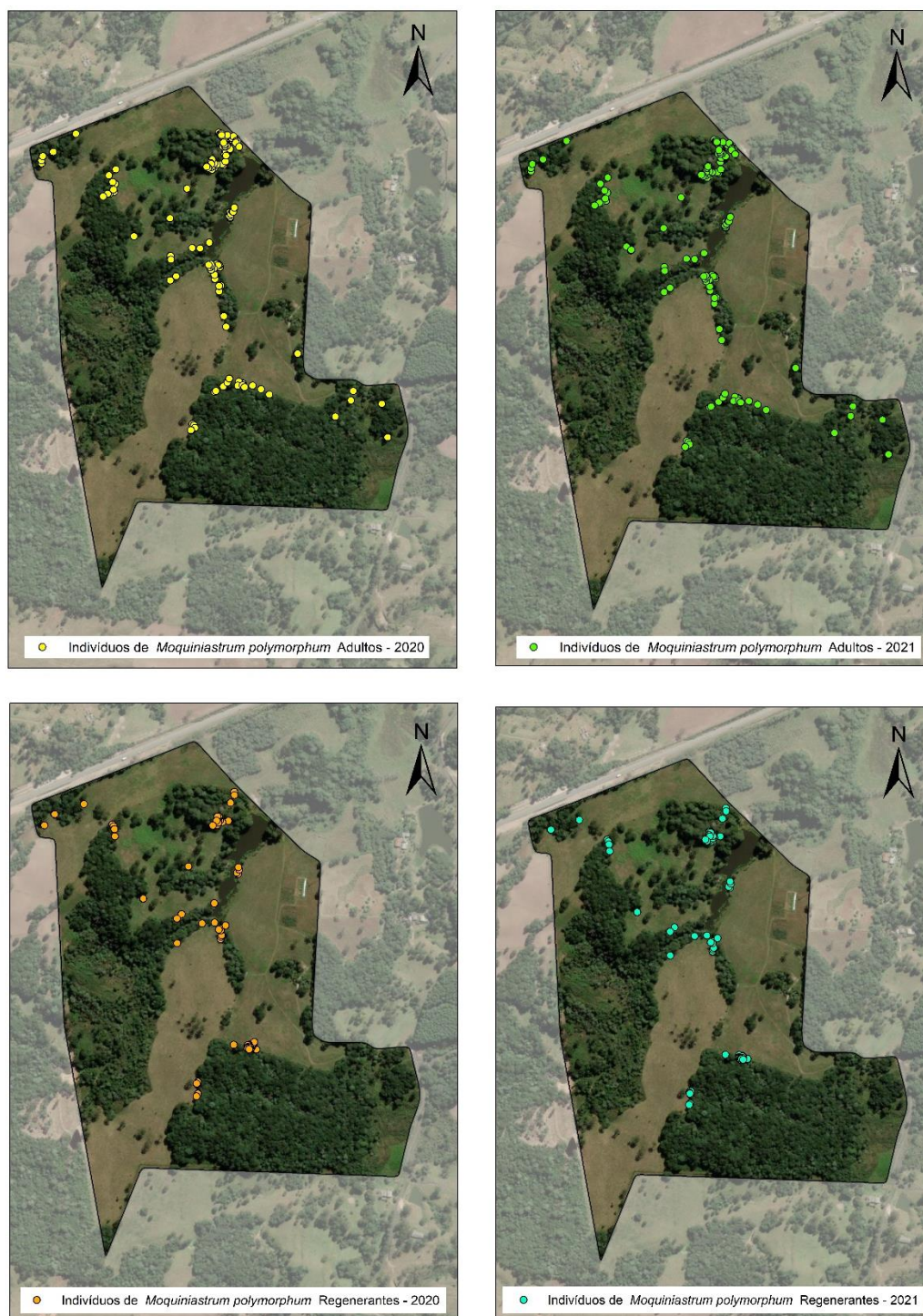
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Os indivíduos adultos tiveram um pequeno aumento para o número de indivíduos, de 166 para 170, proveniente do recrutamento de cinco indivíduos e da mortalidade de um, no entanto, houve um aumento considerável de área basal, de 3,563 m².ha⁻¹ para 3,880 m².ha⁻¹. Já o componente regenerante apresentou um ganho um pouco mais elevado no número de indivíduos, de 87 para 115, proveniente do recrutamento de 44 indivíduos e da mortalidade de 16 (Figura 6, Tabela 2). As taxas de recrutamento para os indivíduos adultos foram menores (2,94% .ano-1) do que a taxa de recrutamento para o componente regenerante (38,26% .ano-1), mas este também apresentou as maiores taxas de mortalidade (18,39% .ano-1), em relação ao componente adulto (0,60% .ano-1).

De forma geral, a população total de indivíduos, apresentou um aumento de 253 para 285 indivíduos, resultando em mudança líquida positiva para o número de indivíduos total dentro da população (MLN total = 12,65 % .ano-1).

Figura 6. Distribuição dos indivíduos do componente adulto e regenerante de

Moquiniastrium polymorphum nos anos de 2020 e 2021 na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, área de em Lages, Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

6.2 ESTRUTURA ETÁRIA

A avaliação da dendrocronologia para os 23 indivíduos de *M. polymorphum*, demonstrou que estes possuem idade entre 6 e 50 anos, com uma média de idade de 27 anos, o DAP médio desses indivíduos avaliados foi de 31,5 cm, variando ente 10 e 56,48 cm (Tabela 3, 4).

Tabela 3. Idade e diâmetro altura do peito (DAP) de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* avaliados no estudo de dendrocronologia em uma população de Floresta Ombrófila Mista em Lages, Santa Catarina.

Indivíduo	Diâmetro	Altura do Peito	Idade
1	10,0		16
2	13,0		11
3	13,3		6
4	15,0		15
5	16,8		11
6	18,5		17
7	18,6		27
8	20,6		19
9	25,2		28
10	26,4		29
11	27,1		25
12	31,1		24
13	31,2		32
14	31,6		22
15	32,8		39
16	37,2		25
17	45,2		26
18	48,9		45
19	50,9		29
20	50,9		43
21	50,9		50
22	53,0		33
23	56,5		41

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O incremento médio anual (IMA) em DAP foi de 0,29 (0,044) cm.ano⁻¹ e, o incremento corrente anual médio (ICA) em DAP de 0,38 cm (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados da dendrocronologia para os indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum*, em uma população de Floresta Ombrófila Mista em Lages, Santa Catarina.

Variáveis	Total
Número de árvores	23
Incremento médio anual em DAP (cm.ano ⁻¹) (Desvio padrão)	0,29 (0,044)
Incremento corrente anual mínimo em DAP (cm)	0,24
Incremento corrente anual máximo em DAP (cm)	0,64
Idade média em anos (observada) (mínima e máxima)	27 (6 - 50)
Média de DAP em cm (mínimo e máximo)	31,5 (10 - 56,48)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

7 DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que, no período de estudo, ambos os componentes adulto e regenerante foram caracterizados por mudanças positivas, pelo incremento na abundância de indivíduos regenerantes, assim como, o ganho em área basal do componente adulto. Para os indivíduos adultos foi observado uma taxa de mudança líquida positiva em área basal, maior que a taxa de mudança líquida para o número de indivíduos, sugerindo que a estruturação da população adulta de indivíduos da espécie, ocorre principalmente, pelo incremento diamétrico da população estável (VAN BREUGEL; BONGERS; MARTÍNEZ-RAMOS, 2007). Esse comportamento representa o padrão de processo de reestruturação populacional, com poucas mudanças em número de indivíduos, no entanto, com crescimento significativo dos indivíduos sobreviventes.

Já o aumento exponencial no número de indivíduos regenerantes, evidência o caráter pioneiro da espécie, e sugere que é uma população que se encontra em fase inicial de sucessão, representando o processo de reestruturação (SWAINE; HALL, 1983; VAN BREUGEL; BONGERS; MARTÍNEZ-RAMOS, 2007). As mortalidades registradas nos indivíduos regenerantes também é reflexo da natureza pioneira da espécie, considerando que ela possui uma necessidade maior de luminosidade e acaba tendo que competir por espaço (ALDER E SILVA, 2000).

A população apresentou uma grande concentração de indivíduos na classe II, e uma altura média da população em 2020 de 3,76 metros, já em 2021 a média caiu para 3,60 metros. Essa média e a concentração de indivíduos nas classes II, pode estar ocorrendo em função do estabelecimento de indivíduos recrutadas, ilustrando um processo de reestruturação da espécie na área, por consequência da possível pressão antrópica frequente que era exercida no ambiente, principalmente pela presença de animais. E

também, reflete o crescimento expressivo em altura que a espécie apresenta nos primeiros anos de idade (AOKI; LEITE FILHO, 2010).

A distribuição dos indivíduos adultos em classes de diâmetro por Sturges, apresentou uma curva em “J-invertido”, que reflete diretamente o comportamento da população adulta. Esse padrão encontrado, expressa um comportamento de populações estáveis e autorregenerativas, refletindo o processo de crescimento e regeneração populacional da espécie no ambiente, caracterizando o constante recrutamento do componente regenerante (MACHADO et al., 2010; CECCON-VALENTE; NEGRELLE, 2013). Esse padrão de distribuição da espécie é característico em florestas nativas, onde as populações tem um maior potencial de estruturação ao longo de gerações (MONTAGNA, 2018).

Segundo Chami et al., (2011) presença de muitos indivíduos com classes de diâmetro menores é essencial para garantir a manutenção de populações, são eles os responsáveis pela sucessão daqueles indivíduos em estágio final de vida, apesar destes normalmente apresentarem uma maior taxa de mortalidade devido a competição. Dessa forma, os indivíduos nas classes maiores de DAP, são frequentemente os indivíduos reprodutivos e com potencial para a produção de sementes, criando dessa forma o ciclo da regeneração e sucessão, e assim, a perpetuação da espécie (REIS et al., 1996; DORNELES; NEGRELLE, 2000). Essa concentração de indivíduos nas classes diâmetros menores, ilustrando um processo de reestruturação da espécie na área, possivelmente em consequência da pressão antrópica frequente que era exercida no ambiente, principalmente pela presença de animais.

Já o estudo da dendrocronologia ajudou a evidenciar e elucidar que o *M. polymorphum* apresenta potencial para estudos dendrocronológicos, ou seja, produz anéis de crescimento anuais visíveis, que permitem estudos do gênero. Em estudos anteriores Tomazello-Filho et al. (2004) citaram que tiveram dificuldade em verificar os anéis de crescimento da espécie, as amostras apresentavam anéis de crescimento pouco distintos. Já Brandes et al. (2018) em estudo recente buscando verificar o potencial da espécie para reconstrução de histórico de incêndios, observou que a espécie produz anéis de crescimento distintos, os quais facilitam a determinação da idade da árvore com exatidão.

8. CONCLUSÃO

A população adulta apresentou um padrão de distribuição dos diâmetros em J-invertido, ou seja, grande concentração de indivíduos nas primeiras classes de tamanho,

refletindo o processo de crescimento e regeneração populacional da espécie. Esses resultados são confirmados com a dinâmica, onde ambos os componentes (adulto e regenerante) indicaram uma população em processo de estruturação, com ganho em área basal do componente adulto e ganho em número de indivíduos para o componente regenerante, com mudanças líquidas positivas.

A dendrocronologia mostrou que a espécie tem potencial para estudos dendrocronológicos, além, de evidenciar que se trata de uma população jovem, com incremento médio anual dentro do padrão para uma espécie de crescimento moderado a lento.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, F.G., WALTER, B.M.T., RIBEIRO, J.F. Dinâmica de populações de espécies lenhosas de Cerrado, Balsas, Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p. 793-803, 2007.
- ARANTES, C. S., SCHIAVINI, I. Estrutura e dinâmica da população de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae) em fragmento urbano de floresta estacional semidecidual - Uberlândia, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 312-321, 2011.
- ARAMBARRI, A. M. et al. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from misiones Forest of the Paranaense Province (Argentina). Part 2. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 43, n. 1-2, p. 31-60, 2008.
- ALVARES et al. Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, 113: 177 – 191, 2017.
- ARGOLLO, M.; SOLIZ, C.; VILLALBA, R. Potencialidad dendrocronológica de *Polylepis tarapacana* en los Andes Centrales de Bolivia. **Ecología en Bolivia**, 39: 5-24, 2004.
- BUENO, N. R. et al. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani indigenous populations in the Caarapó reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 39-44, 2005.
- BRANDES, A. F. N et al. Fire records in tree rings of *Moquiniastrum polymorphum*: potential for reconstructing fire history in the Brazilian Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasilica**, 33; n.1, pag. 61-66, 2019.
- CABRERA, L. A., KLEIN, R.M. Compostas – tribo Mutisieae, in Reitz, R. **Flora Ilustrada Catarinense**, Ed. Por Raulino Reitz, 1-124, 1973.

- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. **1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, v.1, p.1039, 2003.
- CECCON-VALENTE, M. F.; NEGRELLE, R. R. B. Demografia de *Geonoma gamiova* em área de extrativismo foliar. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1218-1222, 2013.
- CHAMI, L. B. et al. Mechanisms of natural regeneration in different environments in the remaining Mixed Rain Forest, São Francisco de Paula, RS; **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 251 – 259, 2011.
- DORNELES, L.P.; NEGRELLE, R.R.B. Aspectos da regeneração natural de espécies arbóreas da Floresta Atlântica. **Iheringia**, Série Botânica, v. 53, p. 85-100, 2000.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2018.
- FUNK, V. A.; SUSANNA, A.; STUESSY, T. F.; ROBINSON, H. **Systematics evolution and biogeographics of Compositae**. Vienna: IAPT; 2009. 965 p.
- HARPER, J.L. **Population biology of plants**. Academic Press, London. 892 p. 1977.
- HIGUCHI, P. et al. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 417- 426, 2008.
- HIGUCHI, P.; OLIVEIRA FILHO, A.T. de.; BEBBER, D. P.; BROWN, N. D.; SILVA, A. C. da.; MACHADO, E. L. M. Spatio-temporal patterns of tree community dynamics in a tropical forest fragment in South-east Brazil. **Plant Ecology**. V. 199, p. 125-135, 2008a.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro; 2012.
- KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, Knivsta, v. 4, n. 1, p. 77 - 86, 1994.
- LIEBERMAN, D., LIEBERMAN, M., PERALTA, R., HARTSHORN, G. S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 73, n. 3, p. 915 - 924, 1985.
- LIMA, J.P.C., LEO, J.R.A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia sul ocidental. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 70 – 79, 2013.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Plantarum Ltda. v. 2., 368 p., 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2014.

MALIK, I. Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Growth suppression and adverse effects on human health due to air pollution in the Upper Silesian Industrial District (USID), southern Poland. **Water Air Soil Pollut**, v.223, p. 3345–3364, 2012.

MACHADO, E. L. M., OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n.1, p. 250 - 261, 2010.

MONTAGNA, T. et al. Spatial genetic structure, population dynamics, and spatial patterns in the distribution of *Ocotea catharinensis* from southern Brazil: implications for conservation. **Can. J. For. Res.** v. 48, p. 1–11, 2018.

MORS, W. B. et al. **Medicinal plants of Brazil**. Algonac, MI: Reference Publications, 2000. (Medicinal plants of the world No. 6, pp.501).

PALUDO, G. F. et al. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1109-1121, 2009.

PRIMACK, R. B., ASHTON, P. S., CHAI; LEE, H. S. Growth rates and population structure of Moraceae trees in Sarawak, East Malaysia. **Ecology**, v. 66, n. 2, p. 577 - 588, 1985.

REIS, M.S. Manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas tropicais. In: DI STASI, L.C. (Ed.). **Plantas medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: UNESP, 1996. p.199-215.

ROLLET, B. **Arquitetura e crescimento das florestas tropicais**. Belém: Sudan, 1978. 22 p.

SANCHO, G.; ROQUE, N. *Gochnatia*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

SALAMI, B. **Dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de floresta ombrófila mista montana em Lages, SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.

SCHIAVINI, I. et al. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. **Cerrado: Caracterização e Recuperação de Matas de Galeria (JF Ribeiro, CEL Fonseca JC Sousa-Silva, eds.)**. Embrapa-CPAC, Brasília, p. 267-299, 2001.

SCHLEMPER, V.; FREITAS, S. A.; SCHLEMPER, S. R. M. Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract from *Gochnatia polymorpha* ssp. floccosa in the guinea pig Ileum. **Research Journal of Medicinal Plants**, v.5, p. 288 - 294, 2011.

SHEIL, D., MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91 - 100, 1996.

SHEIL, D., JENNINGS, S., SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Bundongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, n. 6, p. 675 - 800, 2000.

SPEER, J. H. **Fundamentals of Tree Ring Research**. Tucson: The University of Arizona Press, 2012. 368 p.

STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp floccosa Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.

VOLPATO, M.M.L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica**: uma análise fitossociológica. 1994. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TEIXEIRA, L.M., CHAMBERS, J.Q., SILVA, A.R., LIMA, A.J.N., CARNEIRO, V.M.C., SANTOS, J., HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 377 – 384. 2007.

TOMAZELLO-FILHO M, LISI CS, HANSEN N, CURY G. 2004. Anatomical features of increment zones in different tree species in the State of São Paulo, Brazil. **Scientia Forestalis** 66: 46-55.

Capítulo II – Fenologia vegetativa e reprodutiva de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho.

10 INTRODUÇÃO

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos periódicos, como o das fases do ciclo de vida de plantas e sua ocorrência temporal durante o ano, contribuindo para o entendimento dos padrões reprodutivos e vegetativos da planta (MORELLATO, 1995, MELO et al., 2015). A fenologia possui influência em diversos fatores e características das espécies, dentro dos inúmeros eventos biológicos avaliados estão a ocorrência das fases de floração, frutificação e suas mudanças foliares, além de toda a relação dessas fases com fatores abióticos e bióticos locais (VAN SCHAIK et al., 1993; MORELLATO, 2003). A fenologia permite a previsão, monitoramento e avaliação dos ciclos reprodutivos e de crescimento de uma espécie, servem de estratégia para obtenção de informações sobre a organização e disponibilidade de recursos da espécie ao longo do ano como as flores, frutos e sementes e na definição de uso sustentável da espécie (OLIVEIRA, 2008; MORELLATO et al., 2010; BELO et al., 2013).

É um estudo fundamental para a compreensão da ecologia e dinâmica das populações, assim como de comunidades florestais, o entendimento desses processos serve também como potenciais indicadores das condições edáficas e climáticas de um ambiente (FOURNIER; CHARPANTIER, 1975; MANTOVANI et al., 2003; BAUER et al., 2012), os padrões fenológicos são essenciais para a o entendimento do comportamento populacional de uma espécie, informações indispensáveis para o planejamento do manejo, conservação e uso racional de seus recursos (REIS, 1996; MORELLATO et al.; 2016).

Assim como qualquer outra variável, os padrões fenológicos podem variar entre os ecossistemas, dentro de uma espécie e até mesmo dentro de uma população (NEWSTROM et al., 1994; MARIOT et al., 2003). A fenologia dos indivíduos arbóreos está principalmente relacionada ao seu habitat (CONCEIÇÃO et al., 2007). Desta forma, a disposição da distribuição das espécies está fortemente atrelada com as variações sazonais e sua interação com a fenologia (CHUINE; BEAUBIEN, 2001; BELO, 2013). Pode-se dizer que a fenologia está diretamente associada as condições ambientais, e o entendimento dos padrões fenológicos de populações nativas e a resposta destas a estes fatores (MORELLATO, 2007; OTÁROLA; ROCCA, 2014; SOBRAL et al., 2017).

E apesar de existirem diversos estudos que relatam o comportamento de espécies

florestais, ainda é grande o número de espécies nativas com pouca ou nenhuma informação. Para o gênero *Moquiniastrum* (Cabrera) G. Sancho, Funk *et al.* (2009) relatam que ainda existe uma carência de trabalhos, e que mesmo possuindo alguns estudos realizados para o gênero, os padrões fenológicos variam de região para região e ainda são muito escassos para a região do Planalto Catarinense.

O *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, é uma espécie que possui um grande potencial de utilização, valorizada por diversos segmentos, tanto de importância econômica, ambiental, fatores estes que levaram um aumento na sua fragmentação florestal, principalmente, devido ao valor econômico atribuído à sua madeira (ARAMBARRI *et al.*, 2008, FREITAS; SCHLEMPER *et al.*, 2011). A espécie destaca-se também por possuir importância medicinal, propriedade que vem sendo bastante explorada pela indústria farmacêutica, devido as capacidades bioativas dos extrativos das folhas e flores, os quais são muito utilizados no preparo de chás e xaropes, que é utilizado como expectorante para infecções respiratórias (MORS *et al.*, 2000; GARLET; IRGANG, 2001; BUENO *et al.*, 2005; STEFANELLO *et al.*, 2006). Apresenta também características para compor reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência ao fogo e alta capacidade de regeneração (CABRERA; KLEIN, 1973; LORENZI, 2002).

Dessa forma, o conhecimento da fenologia se torna uma ferramenta importante no processo de exploração do potencial econômico da espécie, a fenologia compõe uma teia de informações básicas para monitorar, conduzir e conservar os ecossistemas e suas populações (NEWSTRON, 1994; SCUDELLER *et al.*, 2009). Com base nessas informações, considerando a importância da espécie e a escassez de informações sobre a fenologia da espécie, objetivou-se avaliar o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo do *M. polymorphum* no Planalto Catarinense e sua relação com fatores climáticos. As hipóteses são que os eventos fenológicos são sazonais e que a frequência, intensidade e a duração das fenofases reprodutivas e vegetativas estão relacionadas as condições ambientais da região do Planalto Catarinense, assim como, exibem correlação com a temperatura e o fotoperíodo.

11 MATERIAL E MÉTODOS

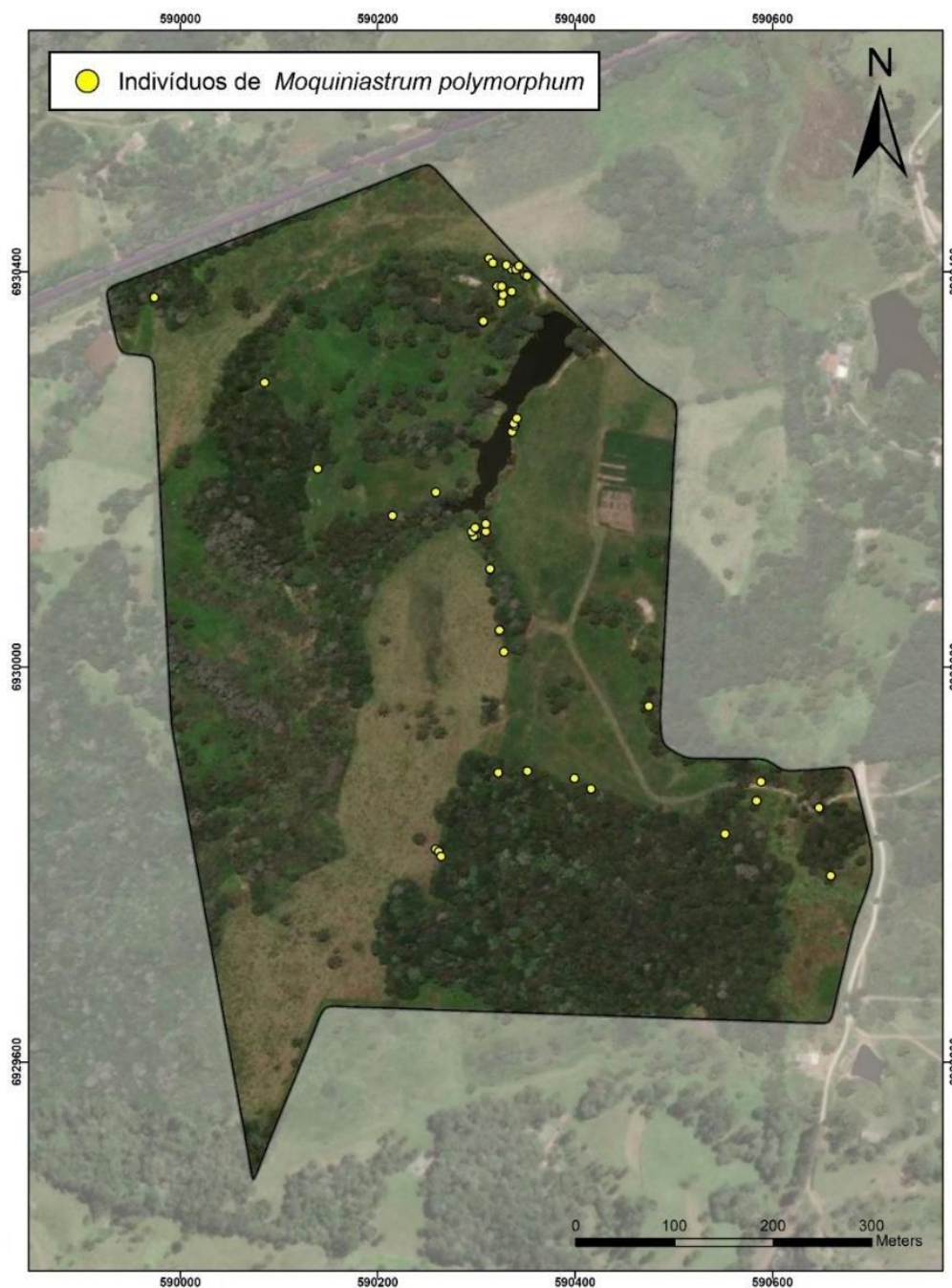
11.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na mesma população de *Moquiniastrum polymorphum* do capítulo anterior, localizada no Planalto Catarinense em umas das áreas da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages.

11.2 AMOSTRAGEM

Para o registro das fenofases, foram selecionados 50 indivíduos de *M. polymorphum*, com boas condições fitossanitárias, em idade reprodutiva, com boa formação de copa, selecionados de maneira a abranger toda a área de estudo. O número de indivíduos está de acordo com o número sugerido por Fournier e Charpantier (1975). As árvores matrizes selecionadas foram identificadas com placas de alumínio e marcadas com fita zebra, facilitando a identificação a campo, e tiveram suas coordenadas geográficas coletadas (Figura 7).

Figura 7. Mapa de localização dos indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* amostrados na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A avaliação fenológica iniciou em 30 de outubro de 2020, e foi finalizada em setembro de 2023. O monitoramento da fenologia reprodutiva dos indivíduos de *M. polymorphum* foi realizado durante 36 meses. As observações foram feitas quinzenalmente (junho a setembro), porém, a partir do começo da floração da espécie, o monitoramento passou a ser semanal (outubro a maio), para o melhor acompanhamento do comportamento dos eventos fenológicos, principalmente entre as fenofases

reprodutivas, foram contabilizadas mais de 100 avaliações durante os 36 meses, as observações foram realizadas sempre com o auxílio de binóculos, devido ao tamanho pequeno das flores e frutos.

Os 50 indivíduos monitorados foram avaliados pelas seguintes divisões, fenofases vegetativas e reprodutivas. Para fenofases vegetativas foram avaliados: o brotamento: quando há a presença de pequenas folhas com até metade do tamanho de folhas maduras e de coloração verde clara; senescência foliar: quando as folhas estiveram com coloração amarelada e caindo facilmente com o vento. Já as fenofases reprodutivas foram avaliados: os botões florais (início da emissão da estrutura reprodutiva até o início da antese, no caso de Asteraceae será considerado o capítulo fechado), flores abertas (flores em antese até a oxidação dos elementos florais), frutos imaturos (desde a oxidação dos elementos florais até a maturação do fruto) e; fruto maduro (fase de dispersão) (Figura 8).

Figura 8. Fenofases reprodutivas de de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho no campo: A) Botão floral; B) Flores abertas; C) Fruto imaturo; D) Fruto maduro.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Toda a avaliação dos eventos fenológicos foi realizada pelo Índice de Intensidade de Fournier (FOURNIER, 1974), o qual, determina a intensidade de cada evento fenológico por meio de uma escala semiquantitativa composta por cinco categorias (0 a 4): 0: ausência da fenofase; 1: presença da fenofase com amplitude entre $>0\%$ e $\leq 25\%$; 2: presença da fenofase com amplitude entre $>26\%$ e $\leq 50\%$; 3: presença da fenofase com amplitude entre $>51\%$ e $\leq 75\%$; 4: presença da fenofase com amplitude entre $>76\%$ e 100% , com intervalo entre elas de 25% , permitindo estimar a qual a porcentagem da intensidade da fenofase.

Dessa forma, o percentual de intensidade foi calculado pelo Índice de Fournier (IF) avaliando a proporção de indivíduos que manifestam determinada fenofase em cada

mês, na qual foi feita a soma dos valores de intensidade das categorias de Fournier para todos os indivíduos e divide-se pelo máximo valor possível (número de indivíduos multiplicado por quatro), obtendo a intensidade mensal. O resultado, correspondente a uma proporção, foi então multiplicado por 100, para obter um valor percentual. Método é proposto por Fournier (1974), e calculado pela expressão:

$$IF = \frac{(\Sigma F \cdot 100)}{4 \cdot N}$$

Onde: ΣF : soma dos índices de intensidade de cada árvore amostrada; e N: número de árvores amostradas.

Por este método também foi possível estimar a atividade e sincronia entre os indivíduos, representando a porcentagem de indivíduos amostrados na população que manifestaram determinado evento fenológico, apontando a atividade de presença ou ausência da fenofase. Classificam-se assim os eventos fenológicos em assíncrono (menos de 20% dos indivíduos da população estão na fenofase), pouco síncrono (20-60% estão na fenofase) e muito síncrono (mais de 60% estão na fenofase) (BENCKE; MORELLATO, 2002).

Considerou-se também análise da periodicidade de ocorrência dos eventos reprodutivos, utilizando da metodologia descrita por Newstrom et al. (1994), para a classificação das fenofases como anual (um evento por ano), subanual (mais de um evento anual) ou supra-anual (eventos intercalados entre dois anos ou mais). A amplitude das fenofases pode então ser classificada em anual breve ou curta, com duração máxima de quatro semanas; anual intermediário, anual sazonal, com duração de dois a cinco meses; e anual estendido, com duração acima de seis meses (NEWSTROM et al., 1994).

11.3 ANÁLISE DOS DADOS

Foram feitas análises para verificar correlação entre padrões fenológicos e as variações climáticas ambientais, avaliando a influência dos fatores climáticos na mudança foliar, floração e frutificação. A correlação foi avaliada pela estimativa dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre as fenofases e as médias das variáveis climáticas (precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C), umidade relativa do ar (%) e fotoperíodo (comprimento do dia, h) de cada mês. As variáveis foram comparadas com a porcentagem de indivíduos da população que

manifestarem determinada fenofase, bem como sua intensidade durante o ano.

Os dados climáticos para todo o período de estudo foram obtidos mensalmente de outubro/2020 a setembro/2023 junto a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2020). Foram obtidos dados de temperatura, umidade relativa e precipitação. O comprimento do dia em hora foi calculado pela fórmula $N=2hn/15$, onde N é o comprimento do dia, e hn o ângulo do horário ao nascer do sol, determinado pela fórmula $hn = \text{acos}[-\tan(\phi)\tan(\delta)]$, onde ϕ é a latitude do local e δ é a declinação solar. Assim, a declinação solar é calculada por $\delta=23,45\text{sen} [360/365(284 + \text{NDA})]$ em que NDA é o número de dias do ano.

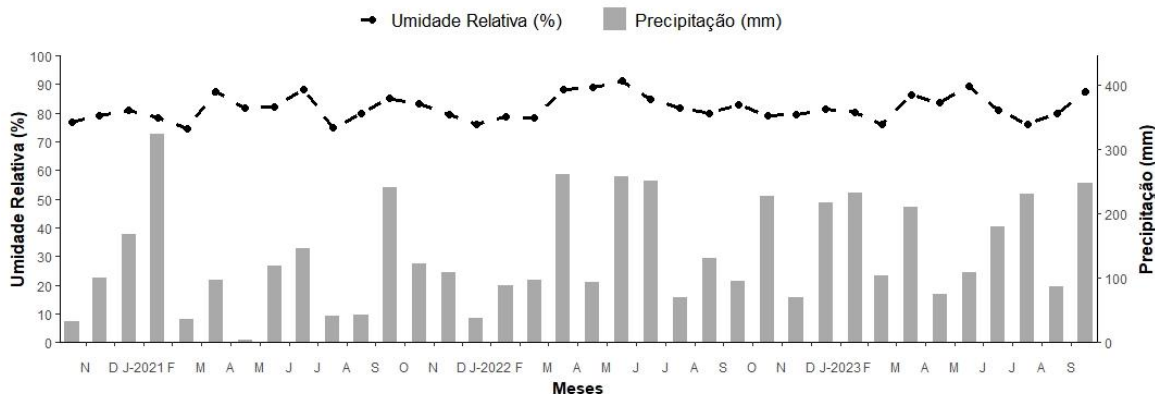
A descrição do processo de floração e frutificação da espécie foi realizado pela estatística circular, em que, os registros das datas de coleta são convertidos em ângulos (MORELLATO et al. 2010), e dessa forma, a sazonalidade da espécie foi avaliada utilizando o teste de *Rayleigh* (ZAR, 1999). Inicialmente, foram obtidos o ângulo do vetor médio (μ), o comprimento do vetor médio (r) que varia entre 0 e 1 representando se os eventos fenológicos são distribuídos homogeneamente ou uniformemente durante o período do estudo (r próximo de 1) ou se os dados são continuamente distribuídos (r próximo de 0) não há sazonalidade (MORELLATO et al. 2010). A sazonalidade foi considerada significativa quando $p \leq 0,01$. Todos os dados foram analisados pela linguagem de programação estatística R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022).

11.4 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

A precipitação anual média para o período de estudo foi de 1534,2 mm, bem distribuídos ao longo do ano e entre as suas estações, com uma média de 471,9 mm no verão, 292,2 mm no outono, 440,4 mm no inverno e 329,7 mm na primavera. As menores precipitações ocorreram nos meses de outubro (32,6 mm) de 2020 e abril (3,4 mm), julho (41,4 mm) e agosto (42,4 mm) de 2021. Os meses de maiores precipitações foram janeiro (323,6 mm) de 2021, março (260,4 mm) e maio (258,2 mm) de 2022 (figura 9).

A umidade relativa média foi de 81,7% e sua variação acompanhou as mudanças em precipitação ao longo do estudo (Figura 9).

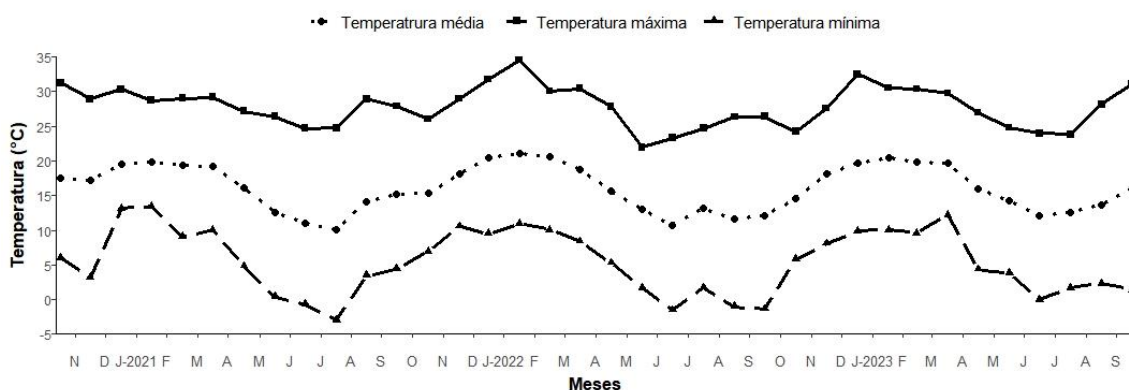
Figura 9. Variação anual da Precipitação pluviométrica (mm) e Umidade relativa do ar (%) para Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A temperatura média durante todo o período de estudo foi de 16,1 °C, com médias das mínimas de 5,4 °C e das máximas de 27,9 °C. Os meses com maiores temperaturas ocorreram no verão, uma média de 19,9 °C entre os meses dezembro a março, sendo que a maior temperatura foi registrada no mês de janeiro de 2022 com 34,6 °C. As menores temperaturas ocorreram no inverno, principalmente nos meses de junho e julho, uma média de 12,7 °C entre os meses de junho até setembro, a menor temperatura foi registrada em julho de 2021 com -2,9 °C (Figura 10).

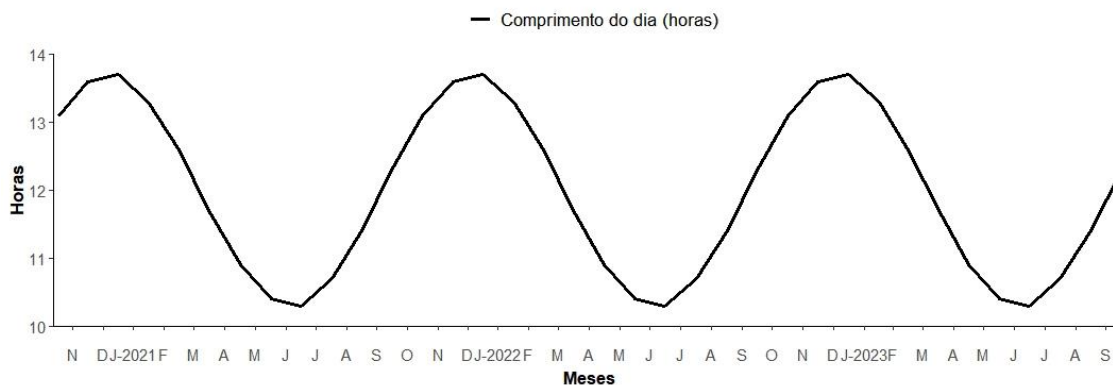
Figura 10. Variação anual da temperatura média (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), para Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A média do fotoperíodo foi de 12 horas, variando entre 10 horas e 16 minutos no mês de junho com a menor média e 13 horas e 43 minutos no mês de dezembro com a maior média, o período de maior radiação ocorre no verão, acompanhado do aumento das temperaturas (Figura 11).

Figura 11. Variação anual do comprimento do dia para Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

12 RESULTADOS

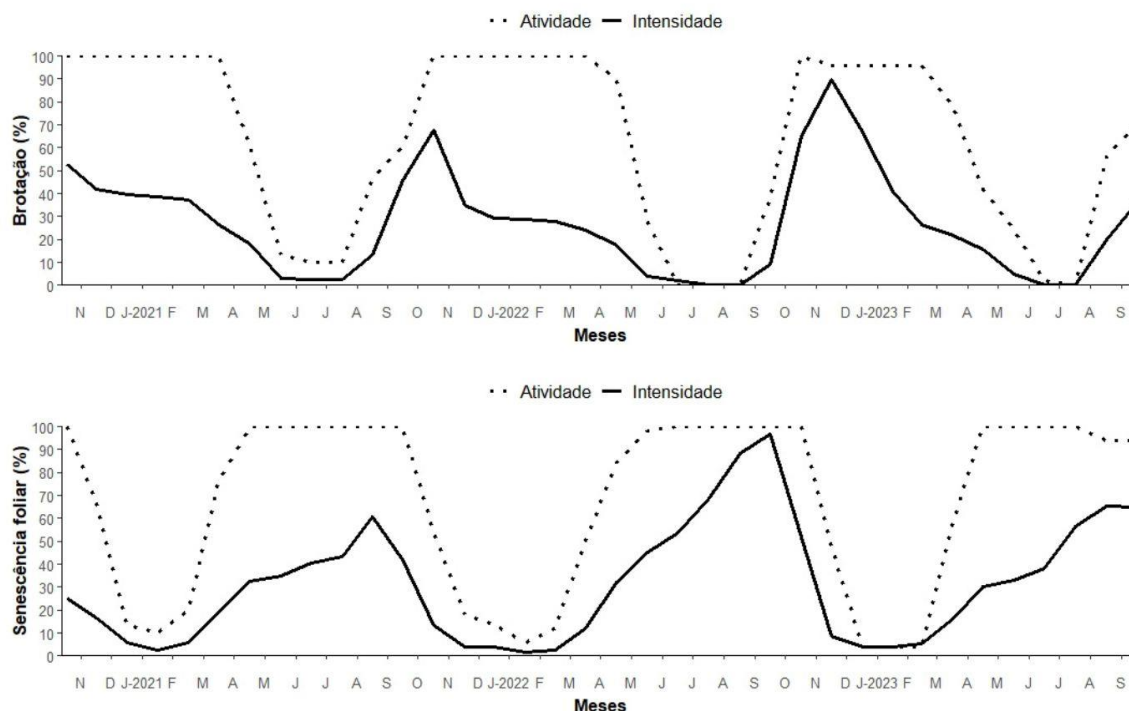
12.1 COMPORTAMENTO FENOLÓGICO

A fenologia vegetativa de *M. polymorphum* com base nos 36 meses de avaliação, revelou uma brotação e senescência foliar altamente sincrônicos, a atividade vegetativa chegou a valores de atividade em 100% dos indivíduos durante todo o período de avaliação, entre outubro e março para a fenofase de brotação e abril e setembro para a senescência foliar. As duas fenofases vegetativas também foram de ocorrência simultânea durante o período de estudo (Figura 12).

A senescência foliar foi observada durante todo o período de avaliação, com maior intensidade entre os meses de abril e setembro, sendo o último mês o pico de intensidade (96,8%) de 2022, a menor intensidade e atividade da senescência foliar consequentemente foi observada durante os meses novembro e fevereiro. A brotação, assim como a senescência ocorreu durante todo o período de avaliação, com uma maior intensidade entre os meses de outubro e março, com pico no mês de outubro de 2020 (52,5%) e 2021 (67,7%) e novembro de 2022 (89,8%), a menor intensidade de brotamento é observada durante os meses maio a agosto, com a intensidade não ultrapassando valores de 20% (Figura 12).

Figura 12. Atividade e intensidade das fenofases vegetativas de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* de ocorrência natural na Fazenda Experimental do Centro

de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.

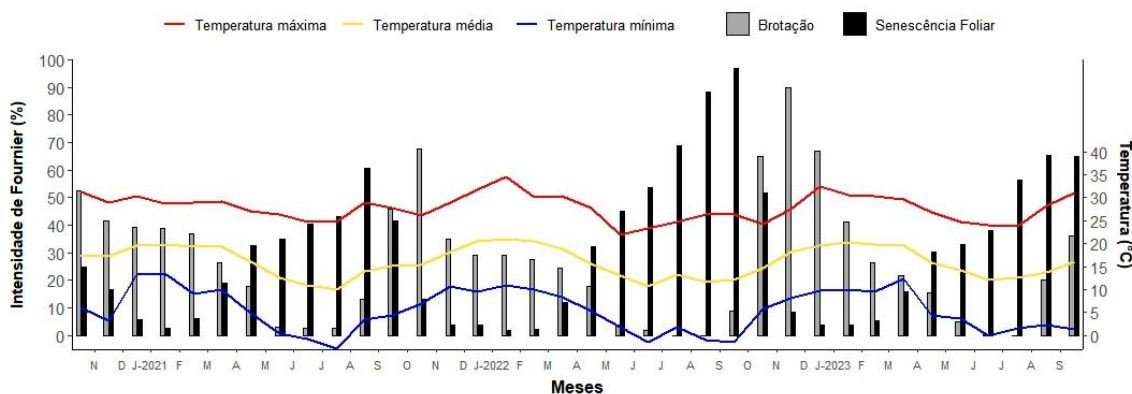


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Observando a correlação de *Spearman* para a fenofases vegetativas, foi possível identificar uma tendência do comportamento vegetativo durante os três anos de avaliação, verifica-se uma correlação positiva e significativa do brotamento, principalmente com a temperatura média (0,67*), mínima(0,66*), e máxima (-0,59*) e com o fotoperíodo (0,86*). Os maiores índices de brotação ocorreram em meses com temperaturas mais elevadas e fotoperíodos mais longo, entre os meses de outubro e março nos dois períodos avaliados, evidenciando a ocorrência da fenofase em um período específico do ano. Já a senescência foliar apresentou uma relação inversa, correlação negativa e significativa com as variáveis de temperatura média (-0,87*), mínima (- 0,85*) e máxima (-0,65*) e também com o fotoperíodo (-0,66*), quanto menores os valores de temperatura e fotoperíodo, maior foram os valores de senescência, ocorrendo principalmente nos meses mais frios, entre abril e setembro (Figura 13, Tabela 4).

Não foi observada correlação significativa para as fenofases vegetativas e a precipitação, sobretudo, possivelmente devido a precipitação não ter um padrão distributivo ao longo dos meses de avaliação. Apenas a atividade fenológica de senescência foliar apresentou uma correlação negativa fraca com a precipitação (-0,11).

Figura 13. Fenologia vegetativa (mudança foliar) de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* em relação a temperatura do ar durante o período de outubro/2020 a maio/2022.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

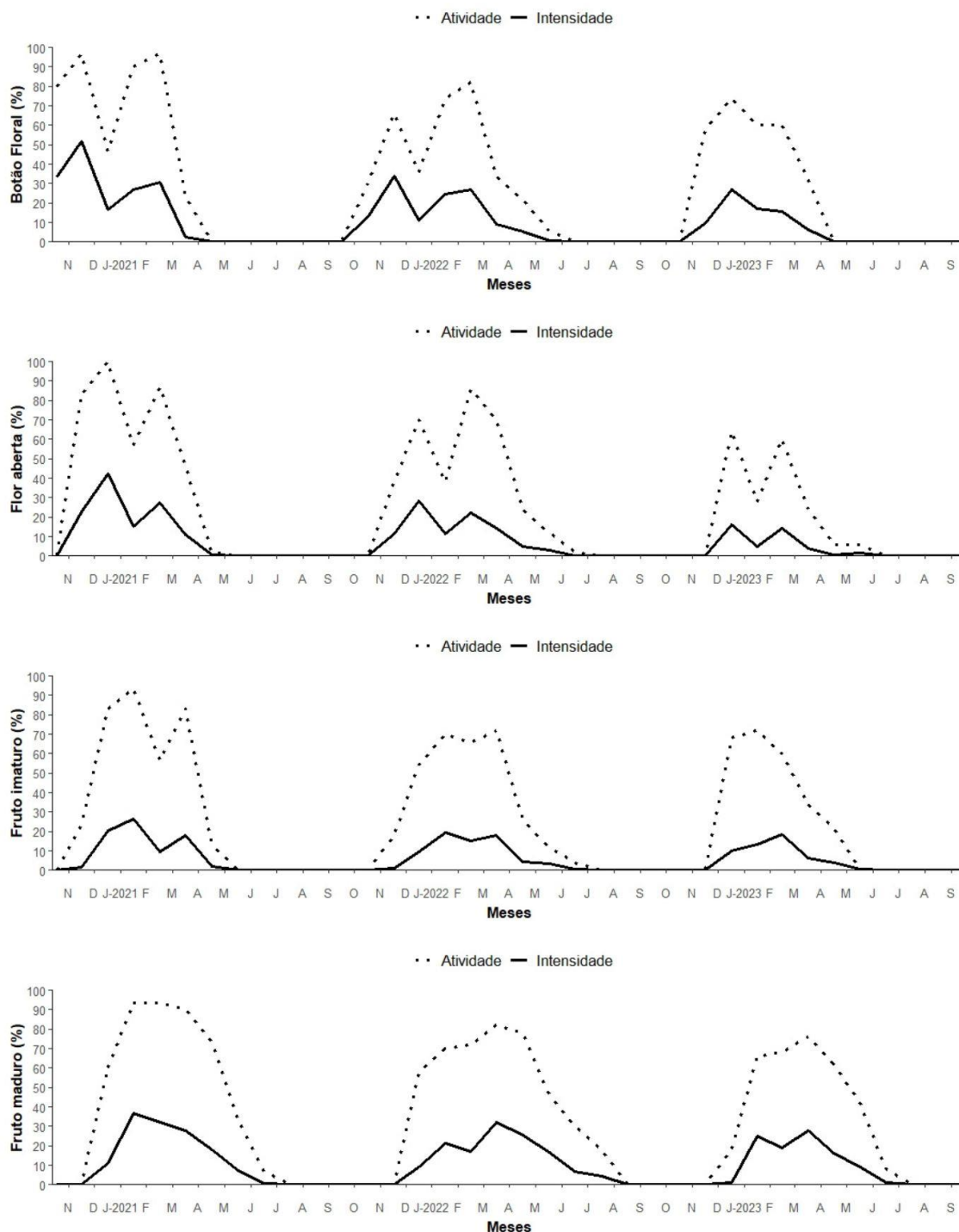
O comportamento das fenofases reprodutivas de floração foram classificados em altamente sincrônicos, dado que a atividade atingiu valores superiores a 60% durante o período de pico da floração. Na formação dos botões florais os valores de atividade chegaram a atingir 96,7% dos indivíduos de em 2020/2021 e não ultrapassaram 82% no segundo período de 2021/2022 e no último ano foi de no máximo 60%, a produção de botões florais teve início no mês de outubro e se estendeu até o mês de abril para o primeiro período em 2020/2021, para o segundo período teve início em outubro e findou em maio, já para o período de 2022/2023 teve início em novembro e finalizou em março (Figura 14).

A produção de botões florais apresentou pico do índice de intensidade em novembro, no primeiro período 2020/2021 (51,9%) e no segundo 2021/2022 (34,1%), no último período 2022/2023 ocorreu em dezembro (27%). Apresentaram uma duração de sete meses no primeiro período, oito meses no segundo período e cinco meses no último período (Figura 14).

O processo de antese no primeiro período teve início no mês de novembro se estendendo até o mês de abril, no segundo período foi registrada de novembro a maio e no último período de novembro até maio. O evento de antese apresentou pico do índice de intensidade em dezembro para todos os períodos avaliados, em 2020/2021 (42,5%), e em 2021/2022 (28,3%) e 2022/2023 (16,1%), apresentaram uma duração de seis e sete meses, respectivamente (Figura 14). A intensidade e a atividade das fenofases de botão floral e antese reduziram consideravelmente nos meses de março, abril e maio, com

a intensidade não ultrapassando os 5% nos meses de abril e maio.

Figura 14. Atividade e intensidade das fenofases reprodutivas (Floração e Frutificação) de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* de ocorrência natural na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.

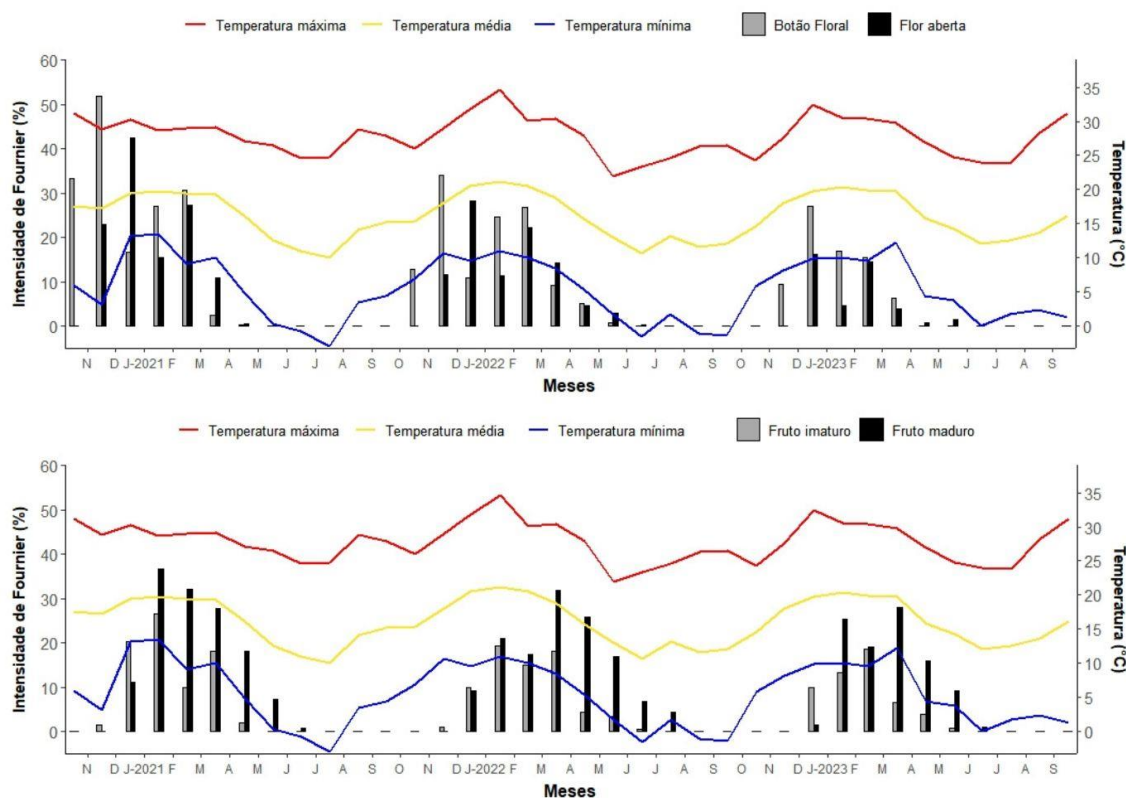


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Assim como, para as fenofases vegetativas, com os três anos de avaliação resultados demonstraram uma tendência do comportamento reprodutivo, visto que, a temperatura média (0,79*), máxima (0,65*), mínima (0,76*) e o fotoperíodo (0,75*) foram as variáveis que apresentaram correlação positiva e significativa com a manifestação da fenofase de botões florais, tanto para a intensidade como atividade da mesma (Figura 15, Tabela 4). A fenofase de botão floral apresentou uma relação negativa e significativa com a umidade relativa (-0,39*), quanto menor foram os valores registrados de umidade relativa, maior foi a manifestação dos botões florais.

Não foram observadas correlações significativas entre a atividade e intensidade das fenofases de botões florais e flores abertas com a precipitação. A intensidade e atividade da abertura floral também apresentou correlação positiva e significativa com a variáveis de temperatura média (0,75*), máxima (0,57*), mínima (0,69*) e como fotoperíodo (0,52*). Também apontou uma relação negativa, mas não significativa com a umidade relativa (-0,18) (Tabela 4).

Figura 15. Fenologia reprodutiva (Floração e Frutificação) de indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* em relação a temperatura do ar durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A frutificação, o surgimento dos primeiros frutos imaturos ocorreu no mês de novembro com uma baixa intensidade (1,5%) e se estendeu até o mês de abril no primeiro período, já no segundo período, a fenofase iniciou também em novembro com baixa intensidade (1%) e se estendeu até o mês de maio, no último período iniciou em dezembro e finalizou em maio. O pico de intensidade dessa fenofase foi registrado no mês de janeiro para os períodos 2020/2021 e 2021/2022, com 26,5% e 19,4% respectivamente e em fevereiro para o período de 2022/2023 (18,5%).

A presença dos frutos foi classificada como altamente sincrônica em todos os períodos avaliados durante os períodos de pico, com atividade superior a 60%, ocorreu com uma maior sincronia durante o período de janeiro a abril. A presença de frutos maduros teve início no mês de dezembro e se estendeu até junho, com uma duração de sete meses, mas cabe ressaltar que a intensidade e atividade da fenofase nos meses de maio e junho foram consideravelmente reduzidas, em maio de 2021 a intensidade foi de 7,2% (33% dos indivíduos), já em maio de 2022 foi de 16,8% (46% dos indivíduos) e em maio de 2023 foi de 9,3% (42% dos indivíduos), para o mês de junho de 2021 reduziu a apenas 0,8% (6,7% dos indivíduos). O pico do índice de intensidade dessa fenofase foi observado em janeiro (36,7%) para o período de 2020/2021 e em março (31,9%) para o período de 2021/2022 e em março (27,9%) para o último período (Figura 14).

A formação de frutos imaturos apresentou correlação positiva e significativa com as variáveis de temperatura média (0,78*), máxima (0,58*) e mínima (0,76*) e também o fotoperíodo (0,42*). Demonstrou também correlação positiva fraca, mas não significativa com a precipitação (0,11) (Figura 15, Tabela 4). Já os frutos maduros tiveram correlação positiva e significativa com a temperatura média (0,55*) e mínima (0,54*).

Considerando a periodicidade com base na ocorrência dos eventos reprodutivos durante esses 36 meses, esses foram classificados como anual estendido, tanto a floração, como frutificação, ambos os eventos foram sazonais e se estenderam por mais de seis meses.

Tabela 5. Correlação de Spearman entre as variáveis climáticas (Precipitação pluviométrica, temperatura do ar média, máxima e mínima, umidade relativa do ar e fotoperíodo) e os índices de intensidade e atividade das fenofases vegetativas e reprodutivas de 50 indivíduos de *Moquiniastrum polymorphum* da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina, durante o período de outubro/2020 a setembro/2023.

Correlação da intensidade fenológica						
Fenofase	Precip. (mm)	T. máxima (°C)	T. média (°C)	T. mínima (°C)	UR (%)	Fotoperíodo (h)
Botão	-0,10 ns	0,65*	0,79*	0,76*	-0,39*	0,75*
Antese	0,03 ns	0,57*	0,75*	0,69*	-0,18 ns	0,52*
Fruto imaturo	0,11 ns	0,58*	0,78*	0,76*	-0,07 ns	0,42*
Fruto maduro	0,09 ns	0,31 ns	0,55*	0,54*	0,15 ns	-0,01 ns
Brotação	0,01 ns	0,59*	0,67*	0,66*	-0,24 ns	0,86*
Senescência foliar	0,04 ns	-0,65*	-0,87*	-0,85*	0,32 ns	-0,66*

Correlação da atividade fenológica						
Fenofase	Precip. (mm)	T. máxima (°C)	T. média (°C)	T. mínima (°C)	UR (%)	Fotoperíodo (h)
Botão	-0,07 ns	0,66*	0,81*	0,76*	-0,43*	0,74*
Antese	0,09 ns	0,57*	0,74*	0,68*	-0,16 ns	0,50*
Fruto imaturo	0,14 ns	0,61 ns	0,79*	0,77*	0,10 ns	0,48*
Fruto maduro	0,03 ns	0,32 ns	0,53*	0,54 ns	0,13 ns	0,00 ns
Brotação	-0,09 ns	0,69*	0,81*	0,80*	-0,30 ns	0,82*
Senescência foliar	-0,11 ns	-0,71*	-0,86*	-0,80*	0,28 ns	-0,73*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em que: Prec.= precipitação; T.= temperatura; UR= umidade relativa; mm = milímetros; °C = graus celsius.

* = significativo a 5%.

O resultado da análise estatística circular indicou que todas as fenofases reprodutivas de *M. polyorphum* são sazonais tanto no início, quanto nos picos de atividade das mesmas, isso se dá, devido ao comprimento médio do vetor atingirem valores próximos de 1, exibindo tendência para agregação significativa dos dados (Tabela 5 e 6).

Tabela 6. Resultado da estatística circular para da ocorrência de sazonalidade do início das fenofases reprodutivas de *Moquiniastrium polymorphum* na da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina.

Fenofase 2020/2021	Ângulo médio do vetor	Data média	Comprimento médio do vetor (r)	Teste de Rayleigh (p)	Desvio Padrão Circular
Botão floral					
Flor aberta	316,38°	17/nov	0,991	<0,001	7,61°
Fruto imaturo	342,71°	13/dez	0,974	<0,001	13,14°
Fruto maduro	355,31°	26/dez	0,980	<0,001	11,62°
Fenofase 2021/2022	Ângulo médio do vetor	Data média	Comprimento médio do vetor (r)	Teste de Rayleigh (p)	Desvio Padrão Circular
Botão floral	294,48°	26/out	0,979	<0,001	11,75°
Flor aberta	317,51°	18/nov	0,989	<0,001	8,49°
Fruto imaturo	345,75°	17/dez	0,969	<0,001	14,41°
Fruto maduro	359,06°	31/dez	0,920	<0,001	23,41°
Fenofase 2022/2023	Ângulo médio do vetor	Data média	Comprimento médio do vetor (r)	Teste de Rayleigh (p)	Desvio Padrão Circular
Botão floral	329,29°	30/nov	0,991	<0,001	7,67°
Flor aberta	350,40°	21/dez	0,997	<0,001	4,42°
Fruto imaturo	356,39°	27/dez	0,997	<0,001	4,60°
Fruto maduro	11,79°	12/jan	0,984	<0,001	10,13°

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os valores do teste de Rayleigh (p), significância (< 0.01), evidenciaram que a população da espécie apresenta uma distribuição homogênea e que os dados foram paramétricos para ambas as avaliações, início e pico das fenofases reprodutivas.

Tabela 7. Estatística circular para da ocorrência de sazonalidade do pico das fenofases reprodutivas de *Moquiniastrum polymorphum* na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias em Lages, Santa Catarina.

Fenofase 2020/2021	Ângulo médio do vetor	Data média	Comprimento médio do vetor (r)	Teste de Rayleigh (p)	Desvio Padrão Circular
Botão floral	314,56°	15/nov	0,996	<0,001	4,83°
Flor aberta	334,66°	05/dez	0,993	<0,001	6,82°
Fruto imaturo	2,70°	03/jan	0,996	<0,001	5,07°
Fruto maduro	11,36°	12/jan	0,984	<0,001	10,21°
Fenfase 2021/2022	Ângulo médio do vetor	Data média	Comprimento médio do vetor (r)	Teste de Rayleigh (p)	Desvio Padrão Circular
Botão floral	312,31°	13/nov	0,997	<0,001	4,55°
Flor aberta	335,44°	06/dez	0,926	<0,001	22,47°
Fruto imaturo	4,54°	05/jan	0,944	<0,001	19,48°
Fruto maduro	78,38°	20/mar	0,983	<0,001	10,67°
Fenofase 2022/2023	Ângulo médio do vetor	Data média	Comprimento médio do vetor (r)	Teste de Rayleigh (p)	Desvio Padrão Circular
Botão floral	342,26°	13/dez	0,995	<0,001	5,86°
Flor aberta	4,21°	04/jan	0,955	<0,001	17,39°
Fruto imaturo	37,86°	07/fev	0,496	<0,001	67,81°
Fruto maduro	59,27°	01/mar	0,939	<0,001	20,29°

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

13 DISCUSSÃO

De modo geral, foi observado que as fenofases apresentaram correlações significativas com quase todos os fatores abióticos em todos os períodos de avaliação, com exceção da precipitação, apontando o comportamento sazonal e a influência direta das variáveis climáticas no padrão fenológico da espécie, confirmando as hipóteses do estudo. O evento de brotação apresentou picos de atividade durante os meses de outubro e março, apresentando alta sincronia durante o período de estudo. A brotação esteve correlacionada principalmente com o aumento de temperatura média, mínima e comprimento do dia, em todos os períodos o evento manteve uma atividade em 100% dos indivíduos nos meses de novembro a março. O evento não apresentou correlações significativas com a precipitação. Marques et al. (2007) citam que regiões afastadas da linha do equador, tal como, o sul do Brasil, tem os padrões fenológicos fortemente induzidos pelo fotoperíodo e temperatura, devido a precipitação nessas regiões serem bem distribuídas durante todo o ano, o que também justifica a falta de correlação com a variável climática.

Cabe ressaltar, a influência do fotoperíodo na emissão de novas folhas, a variável apresentou a maior correlação com a brotação, visto que, normalmente quanto maior o

comprimento do dia, maiores serão as taxas fotossintéticas (DaMATTA et al., 2007). Polgar e Primack (2011) relataram que a emissão de folhas novas, é um indício da mudança de estação, passagem do inverno para a primavera, fato que é observado no estudo. Muitos estudos observaram a influência direta de maiores temperaturas e fotoperíodos no processo de emissão de folhas novas (ZOCCHÉ e ALEXANDRE, 2005; MARCHIORETTO et al., 2007). No presente estudo fica evidente que a temperatura e o fotoperíodo são fatores-chaves para a ocorrência do evento de brotação, o aumento de temperatura precede e acompanha a emissão de novas folhas.

A senescência foliar apresentou uma correlação inversa fortemente significativa com a temperatura média, mínima e o fotoperíodo, esses resultados sugerem o estímulo direto desses fatores no processo de senescência foliar, funcionando como um gatilho para a ocorrência do evento. Assim como, a falta de correlação com a variável de precipitação, rejeitando a possibilidade de o evento estar associado a mesma. O padrão de senescência foliar da espécie pode ser caracterizado como semidecídua a decídua, durante o período de estudo, onde a intensidade de queda foliar superou valores de 50% no mês de inverno entre junho e setembro, período onde foram observados os maiores índices de atividade e intensidade desta fenofase, todavia, no final do outono e no começo da primavera o evento ocorre de maneira moderada. Segundo Lubke (2021), o aumento do processo de senescência foliar, em razão da queda de temperatura do ar, durante o inverno e início da primavera, confirma o comportamento semidecídua.

A correlação significativa encontrada entre as fenofases vegetativas da espécie e as mudanças de temperatura e fotoperíodo, assemelham-se com valores encontrados por Corrêa et al. (2018), avaliando uma amostra de 12 indivíduos durante 24 meses em um plantio de restauração florestal com *M. polymorphum*, em região de Floresta Ombrófila Densa no município de Dois Vizinhos, Paraná, onde a temperatura e o fotoperíodo demonstraram-se fatores fundamentais, que influenciam principalmente a ocorrência dos eventos fenológicos vegetativos.

Em relação aos eventos reprodutivos, a emissão dos botões e a abertura floral estiveram diretamente associadas também de maneira positiva e significativa com as variáveis de temperatura e comprimento do dia, induzindo a maior manifestação dos eventos reprodutivos, principalmente, nos períodos de pico dos eventos. Não ocorreu correlação dos eventos com a variação de precipitação, mas apresentaram uma relação inversa fraca com a umidade relativa. Marques et al. (2004) e Ziparro e Morellato (2007), citam que as maiores temperaturas e comprimento do dia, são fatores decisivos para

induzir a floração. Nota-se que os picos de ocorrência da floração acompanharam os maiores valores de temperatura e fotoperíodo, deixando explícito a importância de tais fatores na indução da emergência de novas flores, apresentando uma resposta direta as condições ambientais.

Fatores como estes podem também estar relacionados à presença de polinizadores, predadores e dispersores, que podem exercer influência direta no comportamento fenológico (MORELLATO et al., 1989). Tal fato deve ser levado em consideração, visto que a espécie apresentou grande presença de polinizadores nas avaliações a campo durante o período de floração. Considerando esse pressuposto, e o período de disponibilidade dos recursos florais, a espécie parece demonstrar uma estratégia importante desenvolvida junto aos seus polinizadores, visto que, os indivíduos permanecem com flores abertas disponíveis por um período longo de até seis meses. Esse período maior de disponibilidade dos recursos florais, podem ajudar a compreender os padrões fenológicos e a relação planta-polinizador que são informações fundamentais para entender o comportamento da espécie. Sendo assim, o comportamento fenológico reprodutivo de uma espécie não é somente influenciado por fatores abióticos, como fotoperíodo e temperatura, podem ser também ser influenciados por fatores bióticos, como a atividade de polinizadores (NAZARENO; REIS, 2012; SILVA, 2018).

O período de floração da espécie ocorreu principalmente entre outubro e maio. Resultados semelhantes para a floração foram encontrados por Pilon; Udulutsch; Durigan (2015), em São Paulo e Corrêa et al. (2018) no Paraná, em área plantada e de restauração da espécie. Porém, quando comparado com estudos de demais regiões, com ocorrência natural, esse período difere um pouco. Segundo Wolff (2009) a floração ocorre no mês de abril, já no estudo de Lorenzi (2002), a floração ocorre nos meses de outubro a dezembro, no Rio Grande do Sul. O longo período de disponibilidade de inflorescências da espécie encontrados no estudo, assim como, as informações referentes as fenofases vegetativas, no que diz respeito ao período de disponibilidade de folhas, são de grande importância no processo de exploração dos potenciais da espécie, sobretudo, para estudos que vem investigando os princípios bioativos dos extrativos das folhas e flores (BASTOS et al., 2023; PINTO et al., 2023).

No que diz respeito a frutificação, assim como, a floração, o evento demonstrou um comportamento sazonal no período de avaliação e apresentou uma correlação significativa com o aumento de temperatura média e mínima e dias mais longos, e também não foi identificada correlação significativa com a precipitação. Indicando a

predisposição de que o desenvolvimento do fruto depende principalmente do aumento de temperatura média e mínima e maiores valores de fotoperíodo. Deve-se destacar as mudanças relevantes nas temperaturas mínimas antecedentes aos picos de ocorrência da formação dos frutos, sugerindo que esses fatores influenciam diretamente nas fenofases reprodutivas da espécie. Da mesma forma que, ocorre uma diminuição da intensidade de frutos logo após o ápice de intensidade da fenofase, acompanhado da queda de temperatura. São informações importantes e que devem ser levadas em consideração para a determinação da época ideal para coleta de sementes.

No presente estudo a fenofase de frutos imaturos ocorreu entre novembro e maio, e a fenofase de frutos maduros entre dezembro e junho. Agora quando se observa outros estudos da espécie para diferentes regiões, segundo Corrêa et al. (2018) no Paraná, a frutificação ocorreu entre os meses de janeiro e junho, Pilon; Udulutsch; Durigan (2015), no Cerrado, encontrou frutos de janeiro até setembro, e Lorenzi (2002) relata frutificação de dezembro a fevereiro no Rio Grande do Sul. Resultados que reforçam a importância do acompanhamento fenológico para definição de estratégias de conservação e manejo.

Os resultados da floração e frutificação, comparados a outros estudos da espécie, mesmo que sendo em áreas plantadas, confirmam a hipótese de que os eventos fenológicos de uma espécie, variam conforme a região (BACKES; IRGANG, 2002), ou seja, alterações quanto a atividade, intensidade, início, duração e término dos eventos fenológicos, estão na maioria das vezes relacionadas as condições ambientais de cada região. Destaca-se que espécies arbóreas nativas, podem expressar alterações na sua morfologia, taxa fotossintética, anatomia, em função de fatores ambientais e genéticos (FELIPPI et al., 2015). Assim, fica evidente que diferentes condições ambientais podem atuar diretamente na fenologia da espécie e podem gerar diferentes correlações (LUNA NIEVES et al. 2017, ALMEIDA et al. 2021).

14 CONCLUSÃO

O *Moquiniastrum polymorphum* possui eventos fenológicos vegetativos “marcantes”, onde a brotação e a senescência foliar foram contínuas, com picos entre outubro e março e abril a setembro respectivamente, os eventos apresentaram ocorrência simultânea e foram altamente sincrônicos durante o período de estudo.

Os eventos fenológicos reprodutivos, ocorrem principalmente durante os meses com as maiores temperaturas, entre outubro e junho, com pico de intensidade para os

botões florais em novembro e pico de intensidade para a abertura floral em dezembro. A fenofase reprodutiva de frutos imaturos ocorreu entre novembro e maio e a presença de frutos maduros entre dezembro e junho. A floração e frutificação foram sazonais e altamente sincrônicas nos períodos de pico, o evento reprodutivo foi classificado como anual.

A fenologia da espécie, para a área de estudo, com base nos resultados apresentados, se demonstrou fortemente correlacionada com a temperatura do ar, principalmente com a temperatura mínima e média, assim como, com o fotoperíodo, sem associação significativa com a precipitação.

15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. E. S. et al. Aspectos fenológicos reprodutivos de *Qualea grandiflora* Mart. em Cerrado. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 920-934, abr./jun. 2021. Doi: <https://doi.org/10.5902/1980509839037>

ARAMBARRI, A. M. et al. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from misiones Forest of the Paranaense Province (Argentina). Part 2. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 43, n. 1-2, p. 31-60, 2008.

BACKES, P.; B. IRGANG. Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico. Rio de Janeiro: Pallotti; 2002. 326 p.

BASTOS, M. C. et al. *Moquiniastrum polymorphum* subsp. *polymorphum* extract inhibits the proliferation of an activated hepatic stellate cell line (GRX) by regulating the p27 pathway to generate cell cycle arrest. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 303, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.116056>

BAUER, D.; GOEZ, M. N. B.; MULLER, A.; SCHMITT, J. L. Fenologia de três espécies de *Myrsine* L. em floresta secundária semidecídua no Sul do Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 859 - 868, 2012.

BENCKE, C. S. C., MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n.3, p. 269 - 75, 2002.

BELO, M. R.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, G. W.; SILVEIRAS, F. A. O. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, p. 817 - 828, 2013.

BUENO, N. R.; CASTILHO, R. O.; COSTA, R. B.; POTT, A.; POTT, V. J.; SHCEIDT, G. N.; BATISTA, M. S. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani 120 indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Bot. Bras.**, 19, 39-44, 2005.

CABRERA, L. A.; KLEIN, R.M. Compostas – tribo Mutisieae, in Reitz, R. **Flora Ilustrada Catarinense**, Ed. Por Raulino Reitz, v.1,1-124, 1973.

CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH, L. S.; PIRANI, J. R. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the "Chapada Diamantina", northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 3, p. 475 - 485, 2007.

CORRÊA, B. J. S., et al. Fenologia e aspectos da biologia floral de *Moquiastrium polymorphum* (Less.) G. Sancho (Asteraceae) em plantio de restauração florestal. **Acta Biológica Catarinens**, p. 65-77, 2018.

CHUINE, I.; BEAUBIEN, E. G. Phenology is a major determinant of tree species range. **Ecology Letters**, v. 4, n. 5, p. 500-510, 2001.

DaMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.4, p.485-510, 2007.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310) - ISSN 2674-9521 (On-line).

FELIPPI, M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; LUCIO, A. D. Fenologia reprodutiva e qualidade das sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.12, p.2137-2142, dez, 2015.

FOURNIER, L. A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas em arboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p.422-423. 1974.

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

FUNK, V. A.; SUSANNA, A.; STUESSY, T. F.; ROBINSON, **Systematics, evolution and biogeographics of Compositae**. Vienna: IAPT; 2009. 965 p.

GARLET, T. M. B.; IRGANG, B. E. Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por mulheres trabalhadoras rurais de Cruz Alta, Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Pl. Med.**, 4, 9-18, 2001.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Plantarum Ltda. v. 2., 368 p., 2002.

LUBKE, L. CORRÊA, B. J. S. FILIPPI, M. Fenofases vegetativas e reprodutivas de *Trema micrantha* (L.) Blume no sudoeste do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v.31, n.2, p. 863-879, 2021.

LUNA NIEVES, A.L., MEAVE, J.A., MORELLATO, L.P.C.; IBARRAMANRÍQUEZ. Reproductive phenology of useful Seasonally Dry Tropical Forest trees: Guiding patterns for seed collection and plant propagation in nurseries. **Forest Ecology and Management** 393, 52-62, 2017.

MANTOVANI, M. RUSCHEL, A. R. REIS, M. S. PUCHALSKI, A. NODARI, R. O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 451 - 458, 2003.

MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2003.

MARQUES, M. C. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia de espécies do dossel e do subbosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.4, p.713-723, 2004.

MARCHIORETTO, M. A.; J. MAUHS; J. C. BUDKE. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. 2007; 21: 193-201. doi: 10.1590/S0102-33062007000100018.

MELO, A. P. C. et al. Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 495-500, 2015.

MORELLATO, L. P. C.; R. R. RODRIGUES; H. F. LEITÃO-FILHO; C. A. JOLY. Estudo comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*; 12: 85-98, 1989.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana*. In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.) *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana*. **Iheringia**. Campinas: Unicamp, p. 37-41, 1995.

MORELLATO, L. P. C. **Phenological data, networks, and research: South America**. In: **SCHWARTZ, M. D. (Ed.). Phenology: an integrative environmental science**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 75-92, 2003.

MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M. G. G.; D'EÇA NEVES, F. F.; LUIZE, B. G.; MANTOVANI, A.; HUDSON, I. L. 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. (Ed.). **Phenological research: methods for environmental and climate change analysis**. Dordrecht, Springer, p. 99-121, 2010.

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

MORS, W. B. et al. **Medicinal plants of Brazil**. Algonac, MI: Reference Publications, 2000. (Medicinal plants of the world No. 6, pp.501).

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: <https://doi.org/10.1093/jhered/ess070>.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A New classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, Hoboken, v. 26, n. 2, p. 141-159, jun. 1994.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S. M. ALMEIDA, S. P. RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. EMBRAPA, Planaltina, DF. 2008. p. 273-287.

OTÁROLA, M. F.; ROCCA, M. A. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: A. R. Rech, K. Agostini, P. E. Oliveira & I. C. Machado (Eds.), **Biologia da polinização**. p. 113–126. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo. **Hoehnea**, São Paulo, v.42, n.3, p. 425 – 443, 2015.

PINTO, G. F. S; ROMA, L. P; KOLB, R. M. Phytotoxicity of organic extracts of five medicinal plants of the Neotropical savanna. **Brazilian Journal of Biology**. v. 83. 2023. Doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.270122>

POLGAR, C. A.; PRIMACK, R. B. Leaf-out phenology of temperate woody plants: from trees to ecosystems. *New Phytologist*, v.191, p.926–941, 2011.

SANCHO, G.; ROQUE, N. Gochnatia. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

SCHLEMPER, V.; FREITAS, S. A.; SCHLEMPER, S. R. M. Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract from *Gochnatia polymorpha* ssp. *floccosa* in the guinea pig Ileum. **Research Journal of Medicinal Plants**, v.5, 288-294, 2011.

SCUDELLER, V. V.; RAMOS, R. R.; CRUZ, M. E. G. **Flora Fanerogâmica da Floresta de Terra Firme RDS Tupé**. Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Manaus: UEA edições, v.2, Cap.9, p. 110- 120, 2009.

SILVA, P. O. Fenologia reprodutiva de *Hymenaea stigonocarpa* Mart ex Hayne (Fabaceae) em cerrado sensu stricto. **Acta Biológica Catarinense**. Maio-Ago; 5(2):89-97, 2018.

SOBRAL, A. et al. Conservation efforts based on local ecological knowledge: The role of social variables in identifying environmental indicators. **Ecological Indicators** v. 81, p. 171-181, 2017.

STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp floccosa Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.Rproject.org/>. 2022.

REIS, M.S. Manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas tropicais. In: DI STASI, L.C. (Ed.). **Plantas medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: UNESP, 1996. p.199-215.

TALORA, D.C.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em florestade planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.** 23: 13-26, 2000.
PASCALE, A. J.; DAMARIO, E. A. **Climatologia agrícola y agroclimatologia**. Buenos Aires: EFA. p. 550, 2004.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, n. 1, p. 353-377, 1993.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall: Upper Saddle River. 1999.

ZIPARRO, V. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia reprodutiva da comunidade arbórea em floresta atlântica no sudeste do Brasil: um estudo de seis anos. In: REGO G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas, p. 113124. 2007.

ZOCHE, J. J.; ALEXANDRE, M. R. Fenologia de espécies arbustivo-arbóreas das nascentes e margens do Rio Três Cachoeiras, Laguna/SC. **Revista de tecnologia e ambiente**, v.11, p.69-100, 2005

WOLFF, L. F. Fenologia da vegetação arbórea nativa visando à apicultura sustentável para a agricultura familiar da metade sul do Rio Grande do Sul.

Capítulo III – Biologia Floral e Reprodutiva do *Moquiniastrum polymorphum* (Less.)

G. Sancho

16 INTRODUÇÃO

A biologia floral e reprodutiva compreende todo o conhecimento a respeito sobre a dinâmica da reprodução de plantas, envolvendo diversos estudos, como o sistema reprodutivos, processo de abertura floral, morfologia floral, relação entre planta-visitante florais e outros diversos estudos relacionados aos padrões reprodutivos (RAMÍREZ, 2002). Todo o entendimento do processo de reprodução da planta está inteiramente ligado ao mecanismo de transferência de pólen das anteras até o estigma da planta, para então ocorrer a fecundação da flor (LOPES, 2003). O principal responsável pela transferência de pólen, na maioria das espécies de plantas, são os insetos, conhecidos também como polinizadores, é resultado de uma interação de mutualismo entre a planta e inseto, a planta oferece recursos o inseto auxilia no processo de polinização (FAEGRI; PIJL, 2013; TOREZAN-SILINGARDI; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I., GOTTSBERGER, 2021).

Para as angiospermas os agentes polinizadores mais comuns são os insetos, que possuem características morfológicas e estruturas que favorecem o processo de transporte de pólen, como por exemplo um aparelho bucal adaptado a flores específicas a sua alimentação, outro exemplo são características como a capacidade reprodutiva (GULLAN, 2007). E apesar de existirem diversos estudos que relatam o comportamento de espécies florestais, ainda é grande o número de espécies nativas com pouca ou nenhuma informação. Para o gênero *Moquiniastrum* (Cabrera) G. Sancho, Funk *et al.* (2009) relatam que ainda existe uma carência de trabalhos. *O M. polymorphum* é uma espécie que possui informações escassas, sobretudo sobre o seu comportamento reprodutivo.

O *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, apresenta ampla distribuição pela América do Sul, está presente nos mais diversos ecossistemas florestais, Cerrado, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, mas seu domínio fitogeográfico é a Mata Atlântica (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2013). É uma espécie valorizada por diversos segmentos, tanto de importância econômica, ambiental e social, principalmente devido ao valor econômico atribuído à sua madeira, além de apresentar propriedades medicinais e potencial melífero (MORS *et al.*, 2000; GARLET;

IRGANG, 2001; BUENO et al., 2005; STEFANELLO et al., 2006; ARAMBARRI et al., 2008, SCHLEMPER et al., 2011). Destaca-se também por possuir importantes características para compor reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência ao fogo e alta capacidade de regeneração (CABRERA; KLEIN, 1973; LORENZI, 2002).

Portanto, estudos que visam entender a relação e o comportamento entre planta e polinizadores são essenciais para compreensão da ecologia de populações de espécies arbóreas nativas, auxiliando no fornecimento de informações de potenciais restrições ambientais sobre a floração e frutificação de espécies arbóreas (MORELLATO, 1991; FELIPPI et al, 2015). Dessa forma, todo o conhecimento acerca da biologia floral e o sistema reprodutivo, assim como o estudo dos polinizadores, são fundamentais, especialmente para espécies em processo de domesticação, visando o manejo adequado, conservação e o melhoramento (KLEIN; STEFFAN-DEWENTER; TSCHARNTKE, 2003; SOBIERAJSKI et al. 2007; ARAÚJO et al., 2012), além de permitirem a inserção de espécies em cadeias produtivas, sendo essa uma estratégia que garante a conservação e estabelece retornos econômicos (LAMARCA et al., 2020).

Considerando essas informações, estudos sobre biologia floral e reprodutiva se tornam imprescindíveis, junto a importância da espécie e a escassez de informações sobre suas características reprodutivas, servem de subsídio para a conservação, manejo e melhoramento de espécies nativas. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi investigar os processos relacionados a biologia floral e reprodutiva do *M. polymorphum*. A hipótese é que a espécie é polinizada por abelhas e tem como recurso e principais atrativos o pólen e o néctar.

17 MATERIAL E MÉTODOS

17.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na mesma população de *Moquiniastrum polymorphum* do capítulo anterior, localizada no Planalto Catarinense em umas das áreas da Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), no município de Lages.

17.2 MORFOLOGIA FLORAL

Durante as avaliações foram coletadas inflorescências em antese de diferentes matrizes de *M. polymorphum* de forma aleatória em diferentes estratos da copa, as quais foram avaliadas no laboratório de Ecologia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina. Foram avaliados o tipo de inflorescência e a determinação das principais estruturas, classificando a cor e textura. Foi realizada a determinação do sistema sexual, classificando os indivíduos em hermafrodita, monóica, dióica ou ginodióica. Foi também contabilizado a quantidade de floretes por inflorescência pela avaliação de 540 inflorescências coletadas de seis indivíduos.

17.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ANTESE E SENESCÊNCIA FLORAL

A caracterização dos horários de antese e as alterações nas inflorescências durante o processo de abertura e a senescência floral foram acompanhadas a partir da observação contínua dos botões florais. Foi realizada a marcação de 200 botões florais em fase de pré-antese (balão) escolhidos aleatoriamente de quatro árvores matrizes, foram 50 botões selecionados para cada matriz. A observação foi realizada desde o processo de pré-antese até o momento de senescência total, durante uma semana totalizando aproximadamente 60 h de observações. Dessa forma, pelas observações diárias foi avaliado o horário de ocorrência das fenofases, início da abertura floral, abertura floral completa, início da senescência (início da queda, perda de brilho, amolecimento ou escurecimento das estruturas) e a senescência total, durante as observações foram avaliados também alterações relativas à cor e odor das inflorescências.

17.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ESTIGMÁTICA

A fim de verificar a receptividade do estigma, foram coletadas 15 inflorescências de cada diferente estágio de desenvolvimento (pré-antese, inflorescências abertas e inflorescências em senescência de *M. polymorphum*). Para o processo de identificação da viabilidade do estigma foi utilizando o peróxido de hidrogênio à 3% e verificado a presença ou não de uma reação borbulhante no estigma, indicando a atividade da peroxidase, confirmando a receptividade. A observação foi realizada com auxílio de um estereomicroscópio e lupa de mão (VERSIEUX et al., 2014; MATIAS; CONSOLARO, 2014, GOULLO, 2019). Foram realizadas duas repetições do processo em dias não consecutivos.

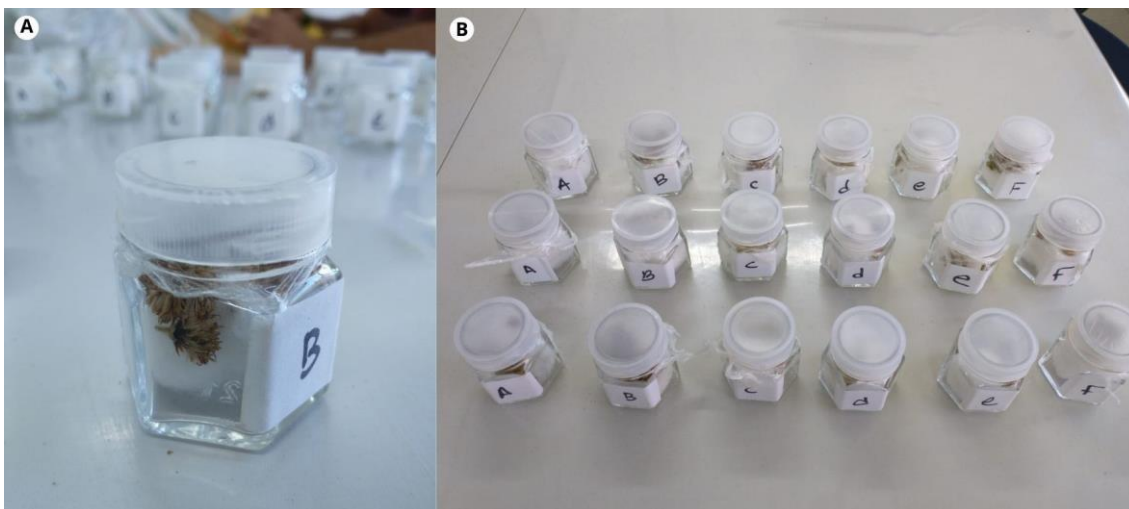
Como teste complementar foram também coletadas 15 inflorescências em diferentes estágios de desenvolvimento, submetidas a solução de vermelho neutro 1%, no qual as inflorescências foram mantidas imersas durante um período de 60 minutos, com posterior lavagem em água destilada e assim observadas em estereomicroscópio com câmera. A viabilidade do estigma é confirmada pela presença de tecidos corados de vermelho, o qual representa a presença de atividade metabólica (KEARNS; INOUE, 1993; DAFNI, 2005; GOULO, 2019).

17.5 IDENTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORAIS, ESTRUTURAS ATRATIVAS AOS VISITANTES FLORAIS E TESTE OLFATIVO

Foi realizado processo de coleta do néctar pelo posicionamento de microcapilares de vidro sob a base do cálice e pistilo das inflorescências de *M. polymorphum*. Já com a finalidade de identificar osmóforos (glândula secretora substâncias voláteis, que geram odor) e/ou áreas com uma maior atividade metabólica, 15 inflorescências foram submetidas a um recipiente contendo a solução de vermelho neutro 1% por 60 minutos. Após este período, as inflorescências foram lavadas em água destilada, possibilitando a identificação da presença de atividade metabólica por meio da coloração dos tecidos com auxílio de estereomicroscópio (KEARNS; INOUE, 1993; DAFNI et al., 2005; WILLMER, 2011).

Complementarmente, com o objetivo de identificar o horário de maior liberação de odor das inflorescências, foi realizado um teste de odor, onde inflorescências foram coletadas em antese e armazenadas dentro de frascos esterilizados e lacrados com plástico filme e algodão, por um período de 24h em temperatura ambiente (Figura 16). Foram 15 inflorescências coletadas de diferentes indivíduos para cada frasco, em intervalos de duas horas, durante um período de 10 horas (7h as 17h). Dessa forma, os frascos foram avaliados por 6 voluntários, com o objetivo de identificar os períodos de maior liberação de odor, em uma escala de 0 a 3, onde 0 representa nenhum odor e 3 um odor intenso. O teste foi realizado às cegas, ou seja, o voluntário não teve a identificação dos horários de coleta, e classificou em escala de odor cada um dos frascos (BENEZAR; PESSONI, 2006; VERSIEUX et al., 2014; GOULO, 2019). Durante todo o período de estudo alterações relativas a odor das inflorescências foram relatadas durante as observações a campo.

Figura 16. Recipientes utilizados para a realização do teste de odor. A) Frasco pronto para avaliação. B) Conjuntos de frascos utilizados na avaliação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

17.6 CARACTERIZAÇÃO DOS POLINIZADORES E VISITANTES FLORAIS

Para a avaliação dos visitantes florais, foi realizado o monitoramento dos insetos visitantes do *M. polymorphum*, pela observação, coleta e registros fotográficos dos insetos, durante o período fenológico da floração. Foram 3 matrizes observadas durante um período de seis dias não consecutivos, com pelo menos 12 horas diárias de observação, compreendendo os horários entre 6 horas e 18 horas e como avaliação complementar, foi realizada observações noturnas no período das 18 horas às 22 horas. Totalizando mais de 64 horas de observação.

Dessa forma, durante o estudo foi realizada anotações quanto ao horário, duração, incidência da visitação e comportamento de todos os insetos que pousaram sobre as inflorescências, ao mesmo tempo que com o auxílio de uma rede entomológica e tecido tule e organza, foi realizada a coleta dos indivíduos, sendo esses conservados em álcool 70%, (KILL; SIMÃO-BIANCHINI, 2011; VERSIEUX et al., 2014; FUJIHARA et al., 2016; GOULO, 2019).

O comportamento dos indivíduos observados foi classificado em visitantes legítimos (visitas frequentes e legítimas, que tem contato com todas as estruturas reprodutivas), visitantes ocasionais (visitas menos frequentes, mesmo sendo um visitante legítimo) e pilhadores (não teve contato com as estruturas reprodutivas), mas todo inseto foi considerado visitante, independente do seu comportamento junto a flor (MATIAS; CONSOLARO, 2014; GOULLO, 2019).

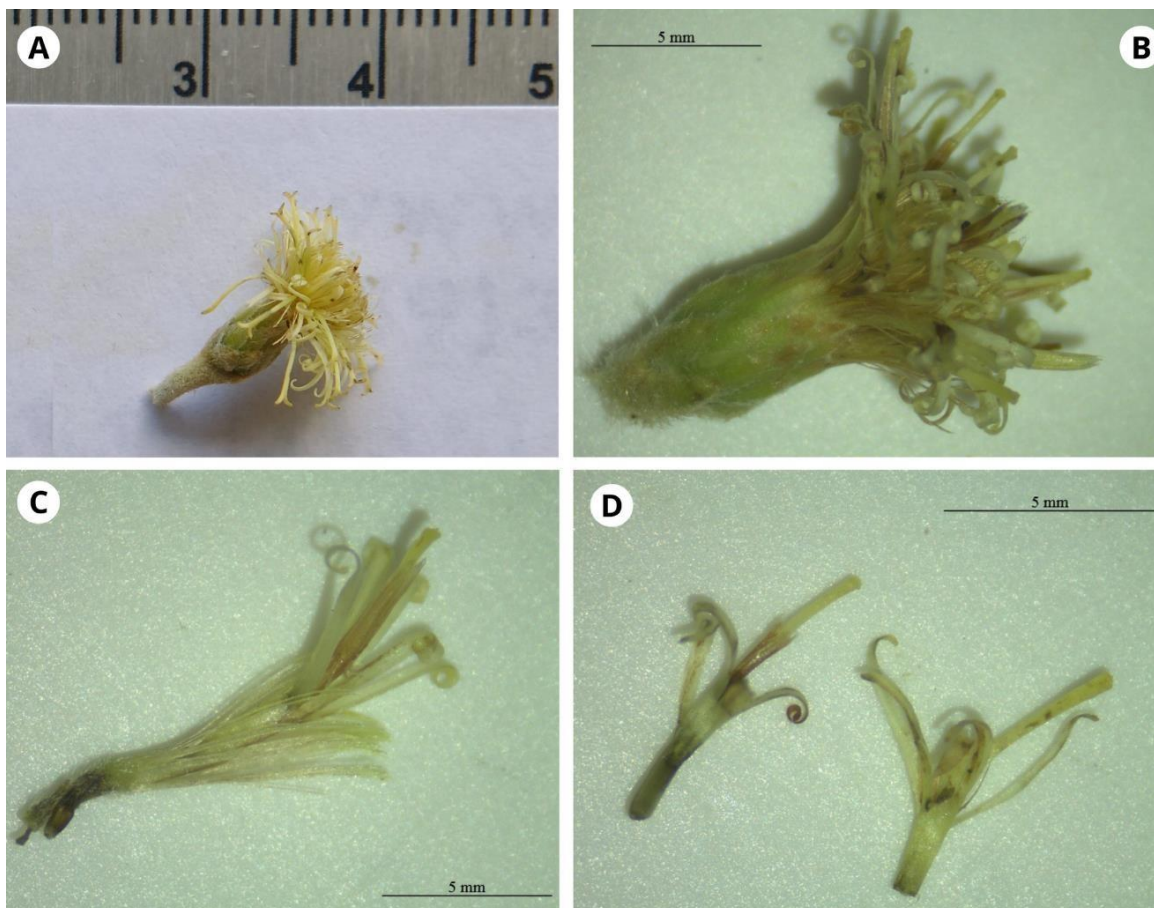
18 RESULTADOS

18.1 MORFOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL

O *M. polymorphum* apresenta botões florais de cor verde claras, com capitulescência paniculiforme, com capítulos terminais solitários. Os capítulos são homógamos, com inflorescências ginodióicas, funcionalmente femininas ou bissexuais com coloração amarela.

Os capítulos apresentam, em média, 15 floretes por inflorescência (9 a 23 floretes), tanto femininas, como bissexuais. Os floretes bissexuais possuem lacínias revolutas, anteras sinânteras, as anteras são unidas entre si pelos seus bordos laterais, formando um tubo que envolve o estilete e o estigma, com o apêndice do conectivo apiculado, com uma coloração amarelo escuro (figura 17, B, C e D), estruturas foram descritas com auxílio do manual ilustrado (ROQUE; BAUTISTA, 2008). Os floretes femininos, apresentam lacíneas levemente revolutas, (Figura 17, A). Já o fruto da espécie é do tipo cipsela com pápus de cor palha.

Figura 17. Morfologia de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. A) Inflorescência feminina; B) Inflorescência bissexual; C) Florete completo bissexual; D) Florete bissexual a esquerda e feminino a direita.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

18.2 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ANTESE E SENESCÊNCIA FLORAL

O início da abertura das inflorescências de *M. polymorphum* ocorreu no período da manhã, iniciando as 6:00 horas, apresentando um pico de abertura por volta das 9:00 horas da manhã (40%). Já a expansão completa da inflorescência, ou seja, a abertura floral completa ocorreu predominantemente no início da tarde, no mesmo dia, se estendendo de até o final da tarde (Tabela 7). O processo de abertura floral, desde o início da abertura até a expansão completa da flor, demorou em média 6 horas para ocorrer, no entanto, algumas inflorescências demoraram mais de 24 horas após a marcação do botão floral para expandir totalmente.

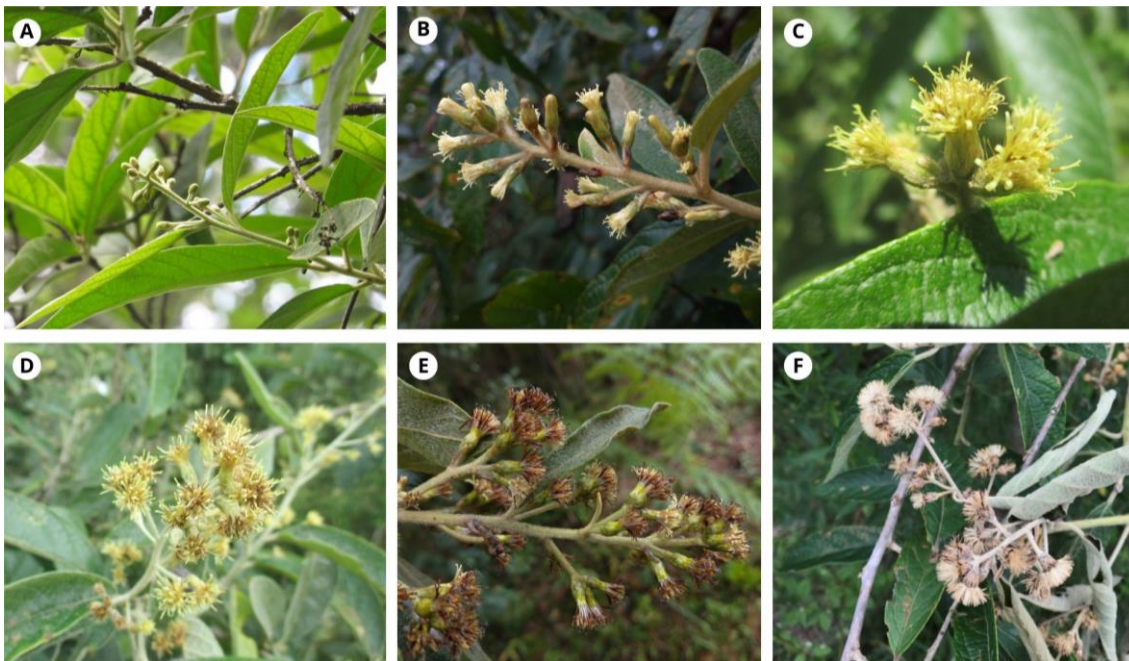
Tabela 8. Horários de início de antese e abertura completa das flores de *Moquiniastrium polymorphum*.

	MATRIZ	Horário de início de antese	Abertura completa
1	Média	07:44	13:44
	Moda	08:00	14:00
	Mediana	08:00	14:00
	Desv. Padrão	1,046	1,084
2	Média	08:28	14:25
	Moda	09:00	15:00
	Mediana	09:00	15:00
	Desv. Padrão	1,182	0,883
3	Média	07:55	14:15
	Moda	09:00	13:00
	Mediana	08:00	14:00
	Desv. Padrão	1,589	1,242
4	Média	08:40	14:45
	Moda	09:00	15:00
	Mediana	09:00	15:00
	Desv. Padrão	1,856	1,135
	Média total	08:28	14:20

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O início de senescência ocorre cerca de 48 horas após a abertura completa da flor, porém, antes mesmo desse período é possível visualizar que algumas flores começaram a apresentar o estigma oxidado, principalmente, após os períodos de maior frequência dos visitantes florais. As inflorescências apresentam mudanças na coloração, do verde para o marrom, junto ao ressecamento dos verticilos florais, caracterizando o processo de senescência floral. A senescência completa ocorre entre seis e nove dias após a abertura completa, momento em que ocorre a formação das cipselas (Figura 18). Todos os indivíduos avaliados apresentavam um odor melífero forte durante o processo de abertura floral, principalmente no período da manhã. O odor, junto com a cor da inflorescência, podem ser os principais atrativos para os visitantes florais.

Figura 18. Acompanhamento de antese floral de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho no campo: A) Botão floral, B) Início abertura floral, C) Abertura floral completa, D) Início da senescência floral, E) Senescência quase completa, F) Senescência completa.



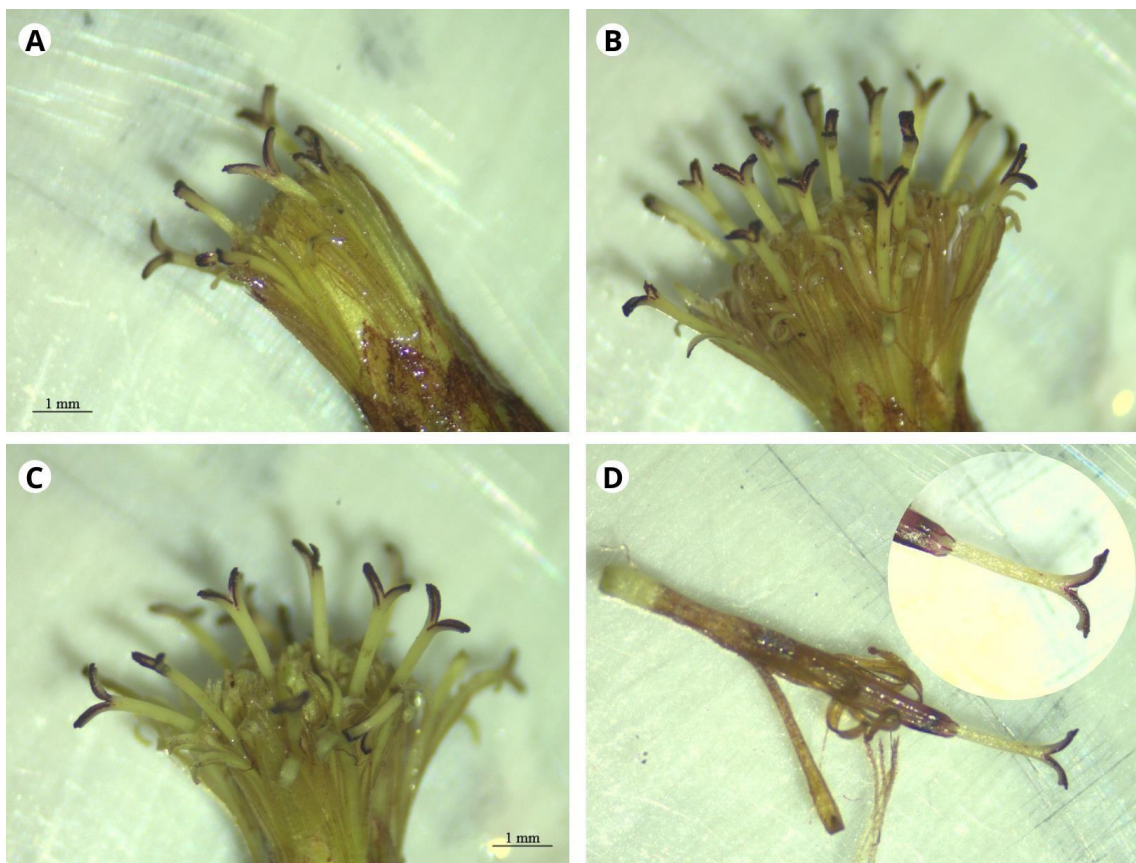
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

18.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ESTIGMÁTICA

A receptividade do estigma do *M. polymorphum* utilizando o peróxido de hidrogênio à 3% foi de 100% em todas as inflorescências, desde o momento da pré-antese até as inflorescências em processo de senescência. Durante o teste foi verificado de maneira evidente a atividade da enzima peroxidase e conseqüentemente o borbulhamento sobre o estigma, a proporção de bolhas na superfície do estigma foi avaliada, e cabe ressaltar que o borbulhamento foi consideravelmente maior nas inflorescências em antese.

O teste com aplicação da solução de 1% de vermelho neutro, obteve assim como, no teste anterior 100% dos estigmas corados de vermelho nos diferentes estágios de desenvolvimento das inflorescências avaliados, confirmando a presença de atividade metabólica e assim a presença de atividade estigmática (Figura 19).

Figura 19. Resultado da receptividade do estigma com solução de 1% de vermelho neutro em inflorescências de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho: A) Inflorescências em pré-antese; B) Inflorescências em antese; C) Inflorescências em processo de senescência; D) Florete bissexual em antese no destaque.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

18.4 IDENTIFICAÇÃO DE RECURSOS FLORAIS, ESTRUTURAS ATRATIVAS AOS VISITANTES FLORAIS E TESTE OLFATIVO

O teste realizado com microcapilares, não indicou a presença de néctar/nectários nas inflorescências de *M. polymorphum*, mas a presença deste pode ser identificada subjetivamente de forma indireta em função do comportamento dos visitantes florais, visto que foram observados diversos insetos da Ordem Lepidoptera, que comumente visitam flores com oferta de néctar.

O teste com 1% de vermelho neutro coloriu intensamente as anteras, com tons de vermelho à vinho, principalmente no seu terço superior, possivelmente indicando a presença de osmóforos ou glândulas secretoras de aroma nas inflorescências de *M. polymorphum* (Figura 19, D).

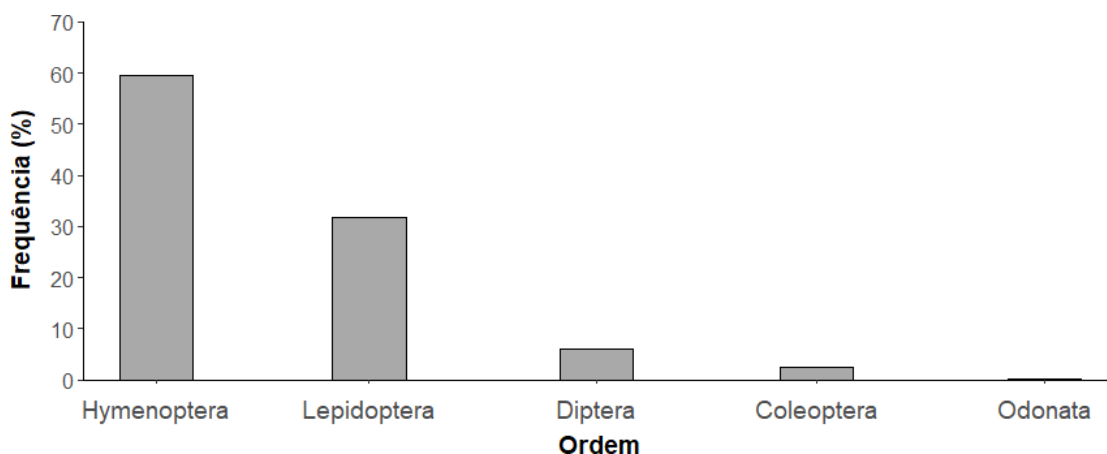
Complementarmente, o teste de odor, segundo os relatos dos voluntários apontou que as inflorescências possuem um odor forte e adocicado, muito semelhante ao cheiro de mel. Essa característica também foi observada à campo durante todo o período de avaliação e ao longo de todo o dia, com ênfase no período da manhã (9:00 – 12:00 horas)

no qual o odor era mais intenso, coincidindo com o período de expansão das inflorescências. Segundo os voluntários as inflorescências apresentam um odor moderado a intenso no período da manhã, mantendo a intensidade no período da tarde e reduzindo de maneira decrescente até final da tarde, cabe destacar o horário das 9:00 às 11:00 horas, onde a maioria dos avaliadores, colocou a avaliação máxima de intensidade de odor na escala disponibilizada.

18.5 CARACTERIZAÇÃO DOS POLINIZADORES E VISITANTES FLORAIS

Foram observados 1101 visitantes, classificados em diferentes ordens, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera e Odonata. Os insetos que apresentaram uma maior ocorrência foram os da ordem Hymenoptera (59,5%), seguidos pela ordem Lepidoptera (31,9%) e Diptera (5,9%), sendo Coleoptera (2,5%) e Odonata (0,2%) as ordens menos frequentes (Figura 20).

Figura 20. Distribuição de ocorrência em ordem dos visitantes florais de *Moquiniastrum polymorphum* na Fazenda Experimental do CAV.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Cada uma das ordens apresentou um comportamento diferente perante a inflorescência (figura 21), como os indivíduos da classe Hymenoptera, representada quase em sua totalidade pela família Apidae junto a espécie *Apis melífera* (98%), sendo caracterizado como o principal visitante floral do *M. polymorphum*.

Os visitantes da ordem Hymenoptera durante as visitas faziam contato com todas as estruturas reprodutivas das inflorescências de maneira rápida e ágil, repetiam o

movimento em diversas inflorescências de uma mesma árvore (média de 5 inflorescências visitadas) em um curto período de tempo (média 8,5 segundos por inflorescências). Foram classificados neste primeiro momento como visitantes legítimos, com visitas frequentes e legítimas, ou seja, podem estar contribuindo para a polinização do *M. polymorphum*. Foram observados visitantes desta ordem, desde às 6 horas até as 18 horas, com picos de frequência em períodos do dia com uma temperatura mais elevada, entre as 9 horas e as 16 horas da tarde.

Os indivíduos, da ordem Lepidoptera, apresentaram um comportamento bem característico, permaneciam por períodos mais longos em uma única inflorescência (média de 35 segundos) em contato com as estruturas reprodutivas e passavam em poucas inflorescências durante a visita (média de 1,5 inflorescências). Foram classificados também visitantes legítimos do *M. polymorphum*, pois mantiveram visitas frequentes ao longo de todo o dia, durante todo o período de avaliação, e potencialmente estão contribuindo para a polinização. Assim como, os insetos da ordem Hymenoptera, tiveram picos de frequência em períodos do dia com uma temperatura mais elevada, entre as 9 horas e as 15 horas.

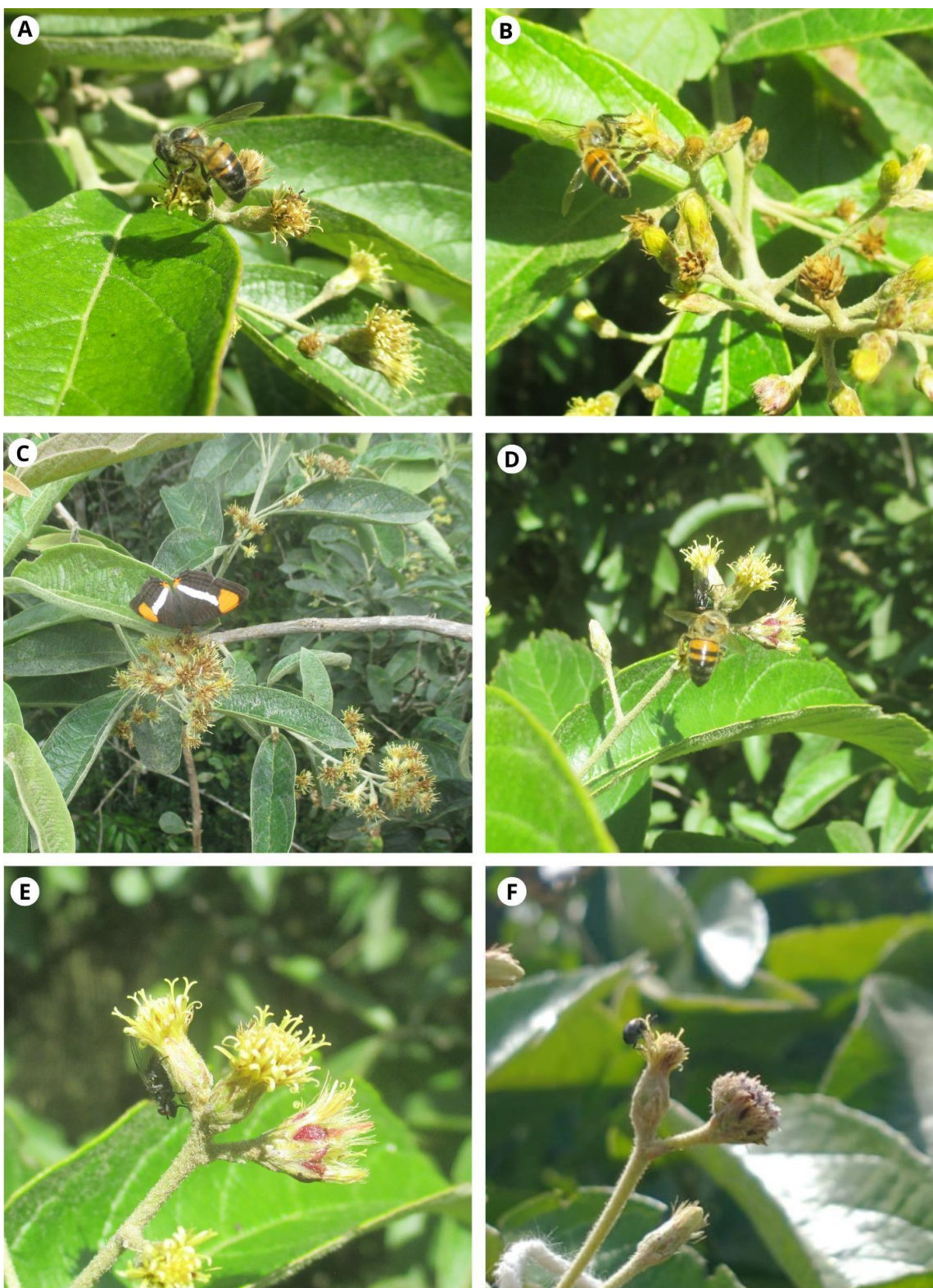
Já os insetos da ordem Diptera, tem um comportamento de movimentação pelas estruturas florais e entre flores, nem sempre entravam em contato com todas as estruturas reprodutivas, estiveram presentes ao longo de todo o dia e permaneciam por períodos mais longos em uma mesma inflorescência (média de 18 segundos), mas visitavam poucas inflorescências (média de 1,5 inflorescências), realizaram visitas menos frequentes, permitindo classificá-los como visitantes ocasionais, e também podem estar contribuindo com a polinização, não deixando de ser importante para a espécie.

Os insetos da ordem Coleoptera, realizaram visitas durante todo o período do dia, mas com uma menor frequência, assim como, os insetos da ordem Diptera, mas raramente entravam em contato com as estruturas reprodutivas, eles permaneciam por períodos maiores numa mesma inflorescência (média de 33 segundos), e visitavam poucas inflorescências (média de 1 inflorescência). Sendo assim, foram classificados como visitantes ocasionais.

Os visitantes da ordem Odonata, tiveram apenas dois indivíduos registrados e não foram identificados, apresentaram um comportamento semelhante aos insetos da ordem Lepidoptera.

Figura 21. Visitantes florais de *M. polymorphum*. A-B) Hymenoptera; C) Lepidoptera;

D) Hymenoptera e Diptera; E) Diptera; F) Coleoptera na Fazenda Experimental do CAV.

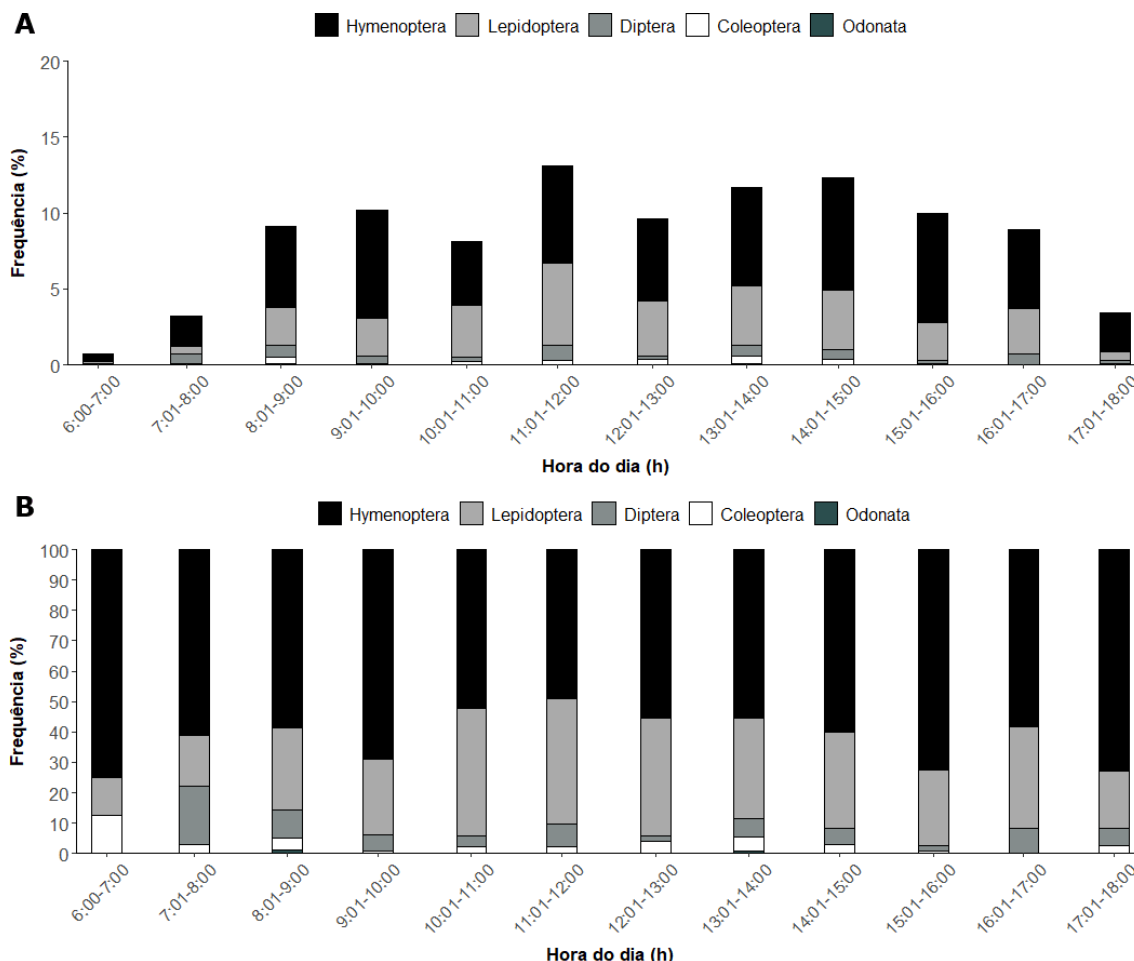


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As visitas dos insetos iniciaram juntamente com o processo de antese das inflorescências, concentrando-se principalmente no período 8 horas às 16 horas. O

período com maior ocorrência de insetos foi no final da manhã e no início da tarde, se aproximando do momento de ocorrência da abertura completa da maioria das inflorescências, o pico de atividade dos insetos foi das 11 horas às 12 horas da manhã. Durante todo o período de observação os insetos da ordem Hymenoptera estiveram presentes e dominantes em todos os horários, representando o maior número de visitas. Duas das três matrizes avaliadas, durante o período das 10:00 horas às 14:00 horas tiveram grande presença de insetos da ordem Lepidoptera, horários de maior temperatura (Figura 22).

Figura 22. Horários de visitação às inflorescências de *Moquiniastrum polymorphum* na Fazenda Experimental do CAV. A) Frequência total de visitantes; B) Frequência de visitantes de cada ordem por hora.

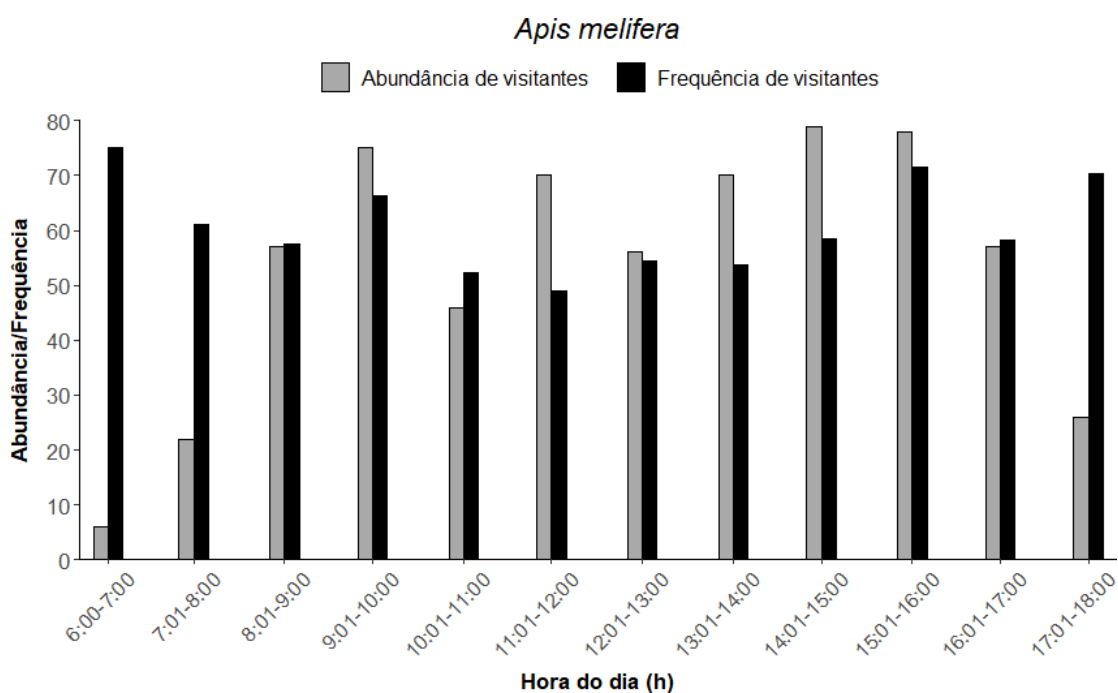


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O principal visitante floral da ordem Hymenoptera e também da espécie *M. polymorphum* é a *Apis mellifera*, com 642 (58,3%) indivíduos observados, indicando uma

grande preferência desta espécie pela planta. As abelhas da espécie foram observadas desde às 6 horas até as 18 horas, com uma maior atividade em períodos do dia com uma temperatura mais elevada, entre as 9 horas e as 16 horas da tarde. Desde o momento do início da abertura floral 6:00 horas, já era possível observar a atividade da *A. melifera*, que foi se intensificando durante a manhã e início da tarde juntamente com o processo de abertura das inflorescências. Coincidentemente o período de maior abundância das abelhas ocorreu entre as 14 horas e 16 horas, momentos do pico de abertura completa das inflorescências, as abelhas mantiveram sua a atividade intensa até o final da tarde, próximo as 17 horas, quando o número de visitas começou a reduzir significativamente (Figura 23).

Figura 23. Abundância média de visitantes e frequência média de visitantes (todo o período de observação) no *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho de insetos da espécie *Apis melifera*;



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A ordem Lepidoptera apresentou espécies representativas no estudo, indicando a grande procura dessas pelas inflorescências de *M. polymorphum*. Sabemos que as borboletas são grandes consumidoras de néctar. Dessa forma, as borboletas junto ao seu

aparelho bucal possuem facilidade em obter o néctar das flores, elas permaneciam em média 35 segundos na inflorescência e sempre buscavam uma nova inflorescência da mesma planta, visitando cerca de 1,5 inflorescências por planta, potencialmente as principais contribuintes nativas para a polinização.

As borboletas foram observadas desde às 6 horas até as 18 horas, com uma maior atividade em períodos do dia com uma temperatura mais elevada, assim como as abelhas, tiveram maior atividade entre as 10 horas e as 15 horas da tarde, mantiveram sua atividade até final da tarde, quando o número de visitas começou a reduzir significativamente. Vale ressaltar também as espécies de mariposas observadas nos períodos noturnos, foram 27 indivíduos observados entre as 19 horas e às 22 horas, os quais se movimentaram entre as flores, tocando toda a estrutura reprodutiva e permanecendo em média de sete segundos por flor, visitando de uma a três flores, realizavam a mesma atividade das borboletas, sendo assim caracterizadas também como visitantes efetivos.

19 DISCUSSÃO

O processo de abertura floral teve início no período da manhã, junto com incidência de luz solar, ocorrendo à abertura floral completa no início da tarde, com os maiores valores de temperatura do dia. Todo esse processo pode estar correlacionado com a presença dos polinizadores, já que coincide com os horários de maior atividade deles. Dessa forma, todo esse dinamismo promove e aumenta a eficiência da polinização da espécie. A antese floral no início da manhã já foi observada para o gênero (SOUSA, MORS E BONFIM, 2007; CASTRO et al, 2015, CORRÊA, 2018).

A disponibilidade de recursos para os polinizadores, deve ocorrer principalmente após o início da antese que, dessa forma, começa a atrair um maior número de polinizadores, sendo o pico da disponibilidade desses recursos no momento da antese completa, resultando em uma maior atividade de visitantes florais durante esse período, se estendendo até o final da tarde, quando a presença dos polinizadores reduz significativamente. Segundo Sancho (2000) e Sancho; Freire (2009) as principais recompensas da espécie para os polinizadores é pólen e o néctar, sendo o néctar produzido no nectário na base do estilete, conhecido também como estilopódio, o qual não possui vascularização, e acaba sendo exsudado pelos estômatos.

Segundo Morgado et al, (2011), para as abelhas, o pólen é um dos principais recursos, sendo utilizado como fonte de nitrogênio. Dessa forma, o pólen e o néctar, formam os dois principais recursos oferecidos pela família das Asteraceae (RADAESKI et al., 2016; STANSKI et al., 2016), fazendo com que a Asteraceae seja uma das principais famílias botânicas visitadas por insetos (D'APOLITO et al., 2010). Fato que é confirmado para espécie com os resultados.

Outro fator que fortalece as hipóteses é a presença de odor intenso durante a primeiras horas do dia, junto com o processo de antese floral, essa condição associada com a coloração das inflorescências são potenciais atrativos aos visitantes florais, principalmente para as abelhas. Todos os indivíduos de *M. polymorphum* avaliados junto ao período de antese floral apresentavam um odor melífero intenso pela manhã junto ao período de antese floral, mantendo a intensidade no período da tarde e reduzindo de maneira decrescente até final da tarde, característica marcante na espécie (STEFANELLO et al. 2006). Deste modo, podemos supor que o aumento do número de inflorescências abertas, promove uma maior liberação de odor e disponibilidade de recursos, atuando diretamente como atrativos aos polinizadores, resultando no aumento da atividade destes.

Quando comparamos com outros estudos, pouco difere na ocorrência das ordens de visitantes florais encontrados. Em estudos anteriores com o *M. polymorphum*, como o de Corrêa (2018), em área de restauração, os resultados apresentaram a predominância de visitantes da ordem Diptera (40,9%), seguida por visitantes da ordem Coleoptera (30,3%) e Hymenoptera (15,2%). Outros estudos citaram que a polinização da espécie não está atrelada a uma ordem específica de insetos (YAMAMOTO, 2007). Já Sancho (2000) e Sancho e Freire (2009), encontraram com maior frequência de visitantes florais do gênero *Apis*, sugerindo estes como os principais visitantes e polinizadores do *M. polymorphum*.

O principal visitante e polinizador no estudo foi da ordem Hymenoptera, a *Apis mellifera*, com 642 (58,3%) indivíduos observados, seu comportamento junto a espécie indica uma grande preferência desta pelos seus recursos. Apresentou intensa atividade durante todo o dia, com picos de frequência em períodos do dia com uma temperatura mais elevada, sendo o período de maior frequência entre as 14 horas e 16 horas, coincidindo com o momento de pico de antese completa das inflorescências, sugerindo a preferência por inflorescências em antese completa. No entanto, a *A. mellifera*, é uma espécie generalista e agressiva, e pode estar ocupando um espaço importante de polinizadores nativos. Embora, também possa estar contribuindo de forma efetiva com a

polinização, criando uma relação mutualística, obtendo recursos, como pólen e néctar, e como retribuição promove a reprodução da planta (KLEINERT *et al.*, 2012).

A ordem Lepidoptera também apresentou um número expressivo de visitantes, indicando a preferência dessas pelas inflorescências de *M. polymorphum*. Sabemos que as borboletas são consumidoras de néctar e possuem estruturas especializadas para tal (RECH *et al.* 2014). Dessa forma, as borboletas junto ao seu aparelho bucal possuem facilidade em obter o néctar das inflorescências, e podem estar atuando como potenciais contribuintes nativos para a polinização da espécie. Outro fator é que foi observando um aumento significativo na atividade das borboletas, juntamente com o momento em que a maioria das inflorescências estavam abertas, demonstrando também uma preferência por inflorescências em antese completa.

Já os visitantes da ordem Diptera, estiveram presentes ao longo de todo o dia foram menos frequentes e tiveram um comportamento de movimentação pelas estruturas florais e entre flores, mas nem sempre entravam em contato com todas as estruturas reprodutivas. Estes insetos são comuns em espécies nativas, porém, não são efetivos em promover a polinização, por não possuírem estruturas adaptadas (WILLMER, 2011).

Com base nos resultados, podemos concluir que o *M. polymorphum* trata-se de uma espécie de grande importância ecológica, servindo como fonte de recursos para diversos grupos de insetos, com flores polinizadas especialmente por abelhas, proporcionando o desenvolvimento e crescimento de todo o ecossistema ao qual está integrado.

20 CONCLUSÃO

As inflorescências de *M. polymorphum*, apresentaram abertura diurna, com duração de média de seis horas para abertura floral completa. O estigma foi receptivo em todos os testes realizados e para os diferentes estágios de desenvolvimento. A odor da inflorescência é classificado como moderado à forte, adocicado, muito semelhante ao cheiro de mel, ou seja, um odor melífero, presente durante todo o dia, porém com uma maior intensidade durante a manhã, junto com o processo de antese.

Os visitantes florais estiveram presentes ao longo do dia, com maior intensidade durante os horários de maior temperatura (9 horas - 16 horas), os picos de ocorrência dos insetos coincidem com os horários do processo de antese dos botões florais, possivelmente está associado a maior quantidade de odor e recursos florais liberados

nesses horários, atuando como atrativos aos visitantes.

Os principais visitantes florais são da ordem Lepidoptera e Hymenoptera, esta última, representada quase que na totalidade pela espécie *A. melifera*, sendo as potências recompensas florais, o pólen e o néctar.

21 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAMBARRI, A. M. et al. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from misiones Forest of the Paranaense Province (Argentina). Part 2. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 43, n. 1-2, p. 31-60, 2008.

ARAÚJO, L. D. A.; LEAL, A.; QUIRINO, Z. G. M. Fenologia e biologia floral da urtiga cansaço (*Cnidoscolus urens* L., Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 140-146. 2012.

BENEZAR, R. M. C.; PESSONI, L. A. Biologia floral e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobifolia* (Kunth) em uma savana amazônica. **Acta Amazonica**, v 36, p. 159-168, 2006.

BUENO, N. R.; CASTILHO, R. O.; COSTA, R. B.; POTT, A.; POTT, V. J.; SHCEIDT, G. N.; BATISTA, M. S. Medicinal plants used by the Kaiowá and Guarani 120 indigenous populations in the Caarapó Reserve, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Acta Bot. Bras.**, 19, 39-44, 2005.

CABRERA, A. L.; KLEIN, R. M. Compostas, Tribo Mutiseae. **Flora Ilustrada Catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbario Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1:38, p. 1-124, 1973.

DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. **Practical pollination biology**. Cambridge University Press, Cambridge, 2005. 590 p.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **Principles of pollination ecology**. 3.ed. Oxford: Pergamon Press, 2013. 243 p.

FELIPPI, M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; LUCIO, A. D. Fenologia reprodutiva e qualidade das sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.12, p.2137-2142, dez, 2015.

FREITAS, K, A. et al. Moquiniastrium (Asteraceae, Gochnatioideae, Gochnatieae) na Região Sul do Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.71, 2020.

FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; BALDIN, E. L. L.; ALMEIDA, M. C. de. **Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias**. 21. ed. Botucatu: FEPAF, 2016. 391 p.

FUNK, V. A.; SUSANNA, A.; STUESSY, T. F.; ROBINSON, H. **Systematics, evolution and biogeographics of Compositae**. Vienna: IAPT; 2009. 965 p.

GARLET, T. M. B.; IRGANG, B. E. Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por mulheres trabalhadoras rurais de Cruz Alta, Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Pl. Med.**, 4, 9-18, 2001.

GOULLO, K. **BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE GUABIJUZEIRO, SETE-CAPOTEIRO E UBAJAIZEIRO**. 2019, 120p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

GULLAN, P. J. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Rocca, 496p, 2007.

KILL, P. H. L.; SIMÃO-BIANCHINI, R. Biologia Reprodutiva e polinização de *Jacquemontia nodiflora* (Desr.) G. Don (Convolvulaceae) em Caatinga na região de Petrolina, PE, Brasil. **Hoehnea**, v. 38, n. 4, p. 511-520, 2011.

KEARNS, C. A.; INOUE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. University Press of Colorado, Colorado. 1993. 583p.

KLEIN, A. M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 40, p.837-845, 2003.

LAMARCA, E.V.; OLIVEIRA JÚNIOR, C.J.F.; BARBEDO, C.J. Etnobotânica na conservação de espécies com sementes sensíveis à dessecação: o exemplo da *Eugenia brasiliensis* Lam. **Hoehnea**, São Paulo, v.47, p.1-9. 2020.

LOPES, M. A. Population structure of *Eschweilera coriacea* (DC.) S. A. Mori in forest fragments in eastern Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 509-519, 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Plantarum Ltda. v. 2., 368 p., 2002.

MATIAS, R., CONSOLARO, H. Pollination biology of *Geissomeria pubescens* Nees (Acanthaceae) in a forest remnant in central Brazil. **Botany**, v. 92, p. 215-222, 2014.

MORELLATO, L. P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MORS, W. B. et al. **Medicinal plants of Brazil**. Algonac, MI: Reference Publications, 2000. (Medicinal plants of the world No. 6, pp.501).

RAMÍREZ, N. Reproductive phenology, life-forms, and habitats of the Venezuelan central plain. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v.89, n.5, p. 836–842, 2002.

RECH, A. R., AVILA, J. R., SCHLINDWEIN, C. 2014. *Síndromes de polinização: especialização e generalização*. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado ICS (eds.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, pag. 171-181.

ROQUE, N.; BAUTISTA, H.P. **Asteraceae: caracterização e morfologia floral**. Eufba, 79p, Salvador, Bahia, Brasil, 2008.

SANCHO, G. Revisión y filogenia de la sección Moquiniastrium Cabrera del género *Gochnatia* Kunth (Asteraceae, Mutisieae). **Fontqueria**, 54: 61-122, 2000.

SANCHO, G.; FREIRE, S. E. Gochnatieae (Gochnatioideae) and Hyalideae (Wunderlichioideae p.p.). In: Funk VA, Susanna A, Stuessy TF; Robinson H (eds.) **Systematics, evolution, and biogeography of Compositae**. IAPT, Vienna. Pp. 249-260, 2009

SANCHO, G.; FUNK, V. A.; ROQUE, N. Moquiniastrium (Gochnatieae, Asteraceae): disentangling the paraphyletic *Gochnatia*. **Phytotaxa**, v. 147, p. 26-34, 2013.

SCHLEMPER, V.; FREITAS, S. A.; SCHLEMPER, S. R. M. Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract from *Gochnatia polymorpha* ssp. *floccosa* in the guinea pig Ileum. **Research Journal of Medicinal Plants**, v.5, p. 288-294, 2011.

SOBIERAJSKI, G.D.R.; BARBOSA, W.; BETTIOL NETO, J.E.; CHAGAS, E.A.; CAMPO-DALL'ORTO, F. A. Caracterização dos estágios fenológicos em sete cultivares e seleções de noqueira-macadâmia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v.29, n.3, p.690-694, 2007.

STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.

VERSIEUX, L. M.; ACOSTA, A. L.; JORDAO, A. L.; ZIDKO, A.; MAIA, U. M. Floral biology, morphology and ecological niche modelling of *Caraipa grandifolia* (Calophyllaceae), an important Amazonian floodplain tree. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 9, p.621-638, 2014.

WILLMER, P. **Pollination and Floral Ecology**. Princeton: Princeton University Press, 2011.

22 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados neste trabalho, juntamente as informações obtidas com estudos da demografia e fenologia vegetativa e reprodutiva, esses possibilitaram um grande avanço no conhecimento do comportamento das populações de *M. polymorphum* e seus visitantes florais, permitindo promover cada vez mais que seu potencial possa ser utilizado de maneira sustentável.

Enriquecendo o banco de informações sobre o gênero e sobre a família Asteraceae. Porém, ainda é notável que há necessidade de realizar estudos mais aprofundados sobre os aspectos reprodutivos da espécie e da família.