

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Luana Camila Capitani

**ECOLOGIA FLORAL DE *Bauhinia forficata* Link: INTERAÇÕES
ECOLÓGICAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS**

Santa Maria, RS
2016

Luana Camila Capitani

**ECOLOGIA FLORAL DE *Bauhinia forficata* Link: INTERAÇÕES
ECOLÓGICAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSSISTEMAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Moreira Rovedder

Santa Maria, RS, Brasil
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Capitani, Luana Camila
ECOLOGIA FLORAL DE Bauhinia forficata Link: INTERAÇÕES
ECOLÓGICAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS / Luana Camila
Capitani.-2016.
127 p.; 30cm

Orientadora: Ana Paula Moreira Rovedder
Coorientadora: Lia Rejane Silveira Reiniger
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2016

1. Néctar 2. Pólen 3. Visitantes Florais 4. Redes
Mutualísticas I. Rovedder, Ana Paula Moreira II.
Reiniger, Lia Rejane Silveira III. Título.

Luana Camila Capitani

ECOLOGIA FLORAL DE *Bauhinia forficata* Link: INTERAÇÕES ECOLÓGICAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Aprovada em 25 de fevereiro de 2016:

Ana Paula Moreira Rovedder
(Presidente/Orientador)

Letícia Penno de Sousa (Dr^a, Embrapa)

Márcia d'Avila (Dr^a, UFSM)

Santa Maria, RS

2016

*...A Deus dedico todo meu trabalho, cada
minuto, cada conquista e cada descoberta.*

*... Aos meus pais, irmãos, cunhados
e sobrinhos, ofereço.*

AGRADECIMENTOS

Cada página aqui escrita só foi possível graças a dedicação e ao carinho prestado por muitas pessoas que neste caminho encontrei. À vocês, que de alguma maneira trilharam comigo esta jornada, e que desta forma, também são parte desta conquista, agradeço:

- A Deus, fonte de infinita bondade, sabedoria e amor, sem o qual nenhum sonho é possível, por caminhar todos os momentos ao meu lado, segurando minha mão;

- Aos meus pais, pela sua existência, pela honra em ser sua filha, pela educação, amor, paciência e confiança, pelas horas ao telefone me escutando desabafar, pelo olhar amoroso, pela paz que me transmitem, por acreditarem que todos os meus sonhos já são realidade, por tornarem meus dias mais felizes, pelo amor, infinito amor, eterno amor que de vocês recebo...

- Aos meus irmãos, sobrinhos e cunhados, porque os amo incondicionalmente, por tanto tempo dedicado tornando meu sonho possível, por acreditaram em minha capacidade. Eu sou imensamente grata por ter vocês ao meu lado. Esta conquista lhes pertence.

- A minha orientadora, pela confiança depositada em mim ao apostar em novos caminhos, pela oportunidade concedida, e pela humanidade e dedicação demonstradas durante estes anos de convivência e amizade;

- Aos meus colegas de laboratório, a equipe NEPRADE, pela oportunidade de aprendizado todos os dias, pela parceria, amizade e pelo empenho de cada um na execução de suas atividades, tornando tantos sonhos possíveis e tantos trabalhos concretos, meu Muito Obrigado! O mundo é aquilo que acreditamos, e eu acredito no trabalho por nós desempenhado!

- Aos colegas, amigos e companheiros de laboratório que atuaram diretamente nas atividades relacionadas ao meu projeto, pois dedicaram noites de sono, férias e finais de semana ao meu lado: Aline, José, Luna, Marcela e Márcio, Muito Obrigado!

- Ao colega e amigo José Carlos, pelas milhares de vezes que leu este trabalho, desde a fase de projeto até a versão final, e pelas muitas vezes em que ainda lerá. Por todo o auxílio e carinho demonstrados, pelas colocações e observações sempre pertinentes, pela paciência em meus momentos de crise, por todas as engenhocas inventadas que tornaram os trabalhos diários menos difíceis, pelas risadas e sonhos compartilhados. Meu grande amigo, hoje e sempre, obrigado!

- As Professoras Thaís Dorow, Eliana Gressler e Lia Reiniger, pela importante colaboração no momento de elaboração deste projeto.

- Ao senhor Oswaldo Carlesso e sua esposa, por terem cedido sua residência para este grupo brincalhão e sonhador de jovens pesquisadores, por todo o apoio e estrutura ofertados,

pelas tardes de conversa amigável e sincera, por toda a sabedoria destas conversas. Muito Obrigada!

- A esta Universidade, que através da interiorização do ensino criou a oportunidade para que eu e muitos jovens tivéssemos acesso à educação superior, que me acolheu desde a época de graduação, e que através da educação pública de qualidade possibilitou tornar-me Mestre.

- A FAPERGS, pela concessão de Bolsa de Estudo, sem a qual a permanência e a realização deste projeto não seriam viáveis.

- Aos colegas e amigos que cultivo de longa data, que me acompanharam durante o mestrado, e que através de cada risada, cada conversa, cada palavra de apoio, fizeram com que eu não deixasse de acreditar.

- A todas as pessoas que fizeram e fazem parte da minha vida, que foram e são essenciais a minha caminhada, mesmo que aqui não diretamente citadas, agradeço.

O que é o homem na natureza? Um nada em relação ao infinito, um tudo em relação ao nada, um ponto a meio entre nada e tudo.

Blaise Pascal

“Que o louvor as criaturas, algumas já sem voz, que não podem comunicar a sua mensagem, possa ecoar na voz dos que se importam, por toda a terra.”

Ilana Patricia Capitani Silveira

RESUMO

ECOLOGIA FLORAL DE *Bauhinia forficata* Link: INTERAÇÕES ECOLÓGICAS NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS

AUTORA: Luana Camila Capitani

ORIENTADORA: Ana Paula Moreira Rovedder

O presente estudo teve por objetivo determinar as características da oferta e qualidade dos recursos florais em *Bauhinia forficata* Link, espécie nativa da floresta Estacional Decidual do Rio Grande do Sul, e a forma como estas influenciam na atração e na interação com os visitantes florais e com as demais espécies vegetais. Buscou-se ainda determinar os mecanismos ecológicos que se estabelecem a partir das interações planta/animal que possam ser utilizados como base teórica para a criação de estratégias de restauração ecológica. O trabalho foi conduzido no Município de Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul. Foram selecionadas 11 matrizes com base na qualidade ambiental dos fragmentos de seu entorno e nas características morfofisiológicas e fitossanitárias dos indivíduos, das quais se avaliou a fenologia, volume e concentração de néctar instantaneamente disponível (NID), viabilidade polínica, aptidão à autogamia, diversidade florística das áreas adjacentes, diversidade, intensidade e comportamento de visitantes florais diurnos e noturnos, e teias ditróficas de interação planta-polinizador. As variáveis foram testadas por comparação de médias, Análise de Componentes Principais (PCA) e análise de correlação. O volume médio de NID observado para a espécie foi de 40,3 µl e a concentração média foi de 0,265 mg/µl. A viabilidade polínica média foi de 81,43%, sendo que a espécie demonstrou ser inapta à autogamia. O número médio de visitantes florais foi 18,24 por matriz e a intensidade média de interação foi 59,94%. Foram contabilizados 730 visitantes florais pertencentes a 29 morfoespécies, sendo 657 no monitoramento diurno e 73 no monitoramento noturno. A principal ordem observada foi Lepidoptera. A subordem Rhopalocera foi a mais abundante entre os visitantes diurnos (30,43%) e a subordem Heterocera a mais abundante entre os visitantes noturnos (50%). Demonstraram serem polinizadores efetivos da *Bauhinia forficata* as morfoespécies mamangava (Hymenoptera), mariposa-cinza (*Pyrgus* sp. (Lepidoptera: Hesperiiidae) e a borboleta-laranja-preta (*Helyconius* sp. (Lepidoptera: Nymphalidae)). Os sistemas de polinização funcionalmente efetivos para *Bauhinia forficata* na área de estudo são a Psicofilia (borboletas) e a Melitofilia (mamangavas). O grau de conectância total das teias ditróficas foi de 53,47% para as redes de visitantes diurnos e de 44% para as redes de visitantes noturnos. Na análise da diversidade florística foram encontradas 34 espécies, o índice de diversidade de Shannon variou entre 1,46 e 2,43 entre parcelas. As espécies *Bauhinia forficata*, *Acacia velutina* e *Strychnos brasiliensis* apresentaram as maiores densidades relativas, respectivamente, 10,97%, 10,42% e 8,78%. Foi encontrada correlação entre a concentração do néctar e diversidade florística, entre volume de néctar e diversidade de visitantes e entre a viabilidade polínica e volume e concentração do néctar. Pode-se concluir que tanto a oferta e a qualidade dos recursos influenciaram na atração dos visitantes, quanto a interação dos visitantes com as flores interferiu na disponibilidade dos recursos. A quantidade, qualidade e plasticidade dos recursos florais ofertados, a atração generalista de visitantes, a sincronia e intensidade de floração, a inaptidão à autogamia e geitonogamia, as altas taxas de viabilidade polínica e o alto grau de conectância das teias ditróficas, são responsáveis por desencadear importantes mecanismos ecológicos entre esta e os demais agentes do ecossistema, sendo eles: mecanismos de compensação, de coexistência de espécies, indução do fluxo gênico e de competição e partilhamento de recursos. Tais resultados demonstram que *Bauhinia forficata* é uma importante fonte energética para a dieta de uma vasta gama de polinizadores e atua como indutora dos processos ecológicos e do fluxo gênico na área de estudo.

Palavras-chave: néctar, pólen, visitantes florais, redes mutualísticas.

ABSTRACT

FLORAL ECOLOGY OF THE *Bauhinia forficata* Link: ECOLOGICAL INTERACTIONS IN THE ECOSYSTEM RESTORATION

AUTHOR: Luana Camila Capitani
ADVISOR: Ana Paula Moreira Rovedder

This study aimed to determine the details of the offer and quality of floral resources in *Bauhinia forficata* Link, native species of Seasonal Deciduous Forest in Rio Grande do Sul, and how they influence the attraction and interaction with the flower visitors and other plant species. It sought to further determine the ecological mechanisms that are established from the plant interactions / animal that can be used as a theoretical basis for the creation of ecological restoration strategies. The work was conducted in the municipality of Santa Maria, central region of Rio Grande do Sul. Were selected 11 matrices based on the environmental quality of the fragments their surroundings and morphophysiological and phytosanitary characteristics of individuals, of which was evaluates the phenology, volume and concentration of nectar instanding crop (NID), pollinic viability, suitability for autogamy, floristic diversity of the surrounding areas, diversity, intensity and behavior of diurnal and nocturnal flower visitors and ditrophic networks of plant-pollinator interaction. The variables were tested by comparison of means, Principal Component Analysis (PCA) and correlation analysis. The average volume of NID observed for the species was 40.3 μl and the mean concentration was 0.265 mg / μl . The average pollen viability was 81.43%, and the species has proved unfit to autogamy. The average number of floral visitors was 18.24 per matrices and the average intensity of interaction was 59.94%. Were accounted for 730 floral visitors belonging to 29 morphospecies, 657 at the diurnal monitoring and 73 at nocturnal monitoring. The main order observed was Lepidoptera. The suborder Rhopalocera was the most abundant between diurnal visitors (30.43%), and the suborder Heterocera the most abundant among the nocturnal visitors (50%). Proved to be effective pollinators of *Bauhinia forficata* the bumblebee (Hymenoptera) morphospecies, gray-moth (*Pyrgus* sp.) (Lepidoptera: Heperiidae) and orange-black-butterfly (*Helyconius* sp.) (Lepidoptera: Nymphalidae). The functionally effective pollination systems for *Bauhinia forficata* in the study area are the Psychophily (butterflies) and Melittophily (bumblebees). In the analysis of floristic diversity were found 34 species, the Shannon diversity index ranged between 1.46 and 2.43 between plots. The *Bauhinia forficata* species, *Acacia velutina* and *Strychnos brasiliensis* have the greatest relative densities, respectively, 10.97%, 10.42% and 8.78%. It can be concluded that both the supply and quality of resources influence at the attraction of visitors, as the interaction of visitors with flowers interfered at the availability of resources. The quantity, quality and plasticity of the offered floral resources, the generalist attraction of visitors, the time and intensity of flowering, the inability to autogamy and geitonogamy, high rates of pollen viability and the high degree of connectance of ditrophic webs, are responsible for initiate important ecological mechanisms between this and other ecosystem agents, being them: compensation mechanisms, of species coexistence, induction of gene flow and competition and partilhamento of the resources. These results demonstrate that *Bauhinia forficata* is an important energy source for the diet of a wide range of pollinators and acts as an inducer of ecological processes and gene flow in the study area.

Keywords: nectar, pollen, flower visitors, mutualistic networks.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Detalhes de *Bauhinia forficata*. A- Porte de indivíduo adulto da espécie, B- Flor, C e D- Disposição da flor no ramo, E- Destaque para as folhas, F- Fruto maduro, G- Sementes ainda imaturas..... 34
- Figura 2-** A- Localização geográfica do Município de Santa Maria, RS. B- Área de estudo 2, C- Área de estudo 1, ambas pertencentes ao Distrito de Arroio Grande..... 48
- Figura 3-** Croqui de localização espacial das áreas de estudo e das matrizes. 50
- Figura 4-** Passos para a extração de néctar em *Bauhinia forficata*. A- Flor coletada, B- flor com as pétalas retiradas, C- flor com as sépalas retiradas, D- abertura de espaço entre os estames, E- microseringa contendo néctar extraído F- cálice aberto para acesso aos nectários..... 52
- Figura 5-** Variação do volume e concentração do néctar (NID) em *Bauhinia forficata* ao longo da floração. 58
- Figura 6-** Diagrama de ordenação produzido por Análise de Componentes Principais para as características relacionadas à interação planta-polinizador..... 62
- Figura 7-** Gráfico da distribuição das matrizes em grupos através de Funções Canônicas Discriminantes obtidas à partir das variáveis: dias após o início da floração, número de flores, intensidade de interação e número de visitantes..... 63
- Figura 8-** Aparência do grão de pólen de *Bauhinia forficata*. A- Grãos de pólen viáveis corados com Fucsina Básica (1%), destaque para a estrutura do pollenkitt, B- Grãos de pólen corados com Vermelho de Metila, destaque para estrutura do pollenkitt..... 73
- Figura 9-** Grão de pólen de *Bauhinia forficata* corado com 2,3,5- Cloreto de trifeniltetrazólio (TTC). A- Pólen inviável, B- Pólen viável..... 74
- Figura 10-** Grão de pólen de *Bauhinia forficata* corado com Vermelho de Metila. A- Seta verde destacando grão de pólen viável, seta amarela (quadro superior direito), grão de pólen inviável, B-. Destaque para os grãos de pólen e presença de pollenkitt..... 74
- Figura 11-** Grão de pólen de *Bauhinia forficata* corado com Fucsina Básica (1%). A- Pólen Germinado, B- parede celular rompida. 75
- Figura 12-** Botões florais de *Bauhinia forficata* isolados da ação de vetores bióticos de pólen. 77
- Figura 13-** Agrupamento das morfoespécies estabelecidas no momento de observação dos visitantes florais de *Bauhinia forficata*, lista de abreviações utilizadas nas análises estatísticas e representatividade das respectivas Ordens. Onde: (n.i) - espécies não identificadas. 93
- Figura 14-** Visitantes florais em *Bauhinia forficata*. A- *Trigona spinipes* (irapuá) (Hymenoptera: Meliponinae), B- *Polyster cavapytiformes* (vespa) (Hymenoptera: Vespidae), C- *Pyrgus* sp. (mariposa-cinza) (Lepidoptera: Hesperidae), D- Mamangava (Hymenoptera: Apidae, Apinae)..... 95

Figura 15- Visitantes florais em *Bauhinia forficata*. A- *Pompeius* sp. (borboleta-marrom) (Lepidoptera: Hesperiiinae), B- *Phoebis philea philea* (borboleta-amarela) (Lepidoptera: Pieridae), C- *Loxa deducta* (percevejo) (Hemiptera: Pentatomidae), D- *Calycopis* sp. (borboleta-laranja) (Lepidoptera: Lycaenidae)..... 96

Figura 16- Visitantes florais em *Bauhinia forficata*. A- Libélula (Odonata), B- *Gibobrychus speculifer* (Coleoptera: Bruchidae), C- Beija-flor (Apodiforme), D- Borboleta-preta-azul (Lepidoptera: Rhopalocera), E- Vespa-grande (Hymenoptera) e F- Besouros (Coleoptera). 97

Figura 17- Visitante florais noturnos em *Bauhinia forficata*. Com destaque para a presença das morfoespécies barata (Blattodea) e gafanhoto (Orthoptera)..... 98

Figura 18- Vetores florais visitando espécies partilhadoras campestres. A- *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae, Apinae), B- *Pompeius* sp. (borboleta-marrom) (Lepidoptera: Hesperiiidae), C- *Pyrgus* sp. (mariposa-cinza) (Lepidoptera: Hesperiiidae) e besouro (joaninha) (Coleoptera)..... 99

Figura 19- Espécies campestres partilhadoras de vetores de pólen com *Bauhinia forficata*. A- *Desmodium uncinatum*, B- *Sida* sp., C- *Bidens* sp., D- *Synedrella nodiflora*, E- *Heliotropium lanceolatum*, F- *Lantana camara*, G- *Commelina erecta*, H- *Elephantopus mollis*..... 101

Figura 20- Teia ditrófica. Interação entre visitantes florais diurnos e matrizes de *Bauhinia forficata* em fragmentos florestais no município de Santa Maria-RS: Na parte superior em vértices amarelos encontram-se as espécies de visitantes florais e na parte inferior em verde as matrizes. Os nomes das espécies são apresentados por abreviaturas descritas na Figura 8. O tamanho das linhas representa a intensidade da interação de cada visitante floral com a respectiva matriz, o tamanho dos vértices representa a centralidade por grau de cada componente..... 104

Figura 21- Teia ditrófica. Interação entre visitantes florais noturnos e matrizes de *Bauhinia forficata* em fragmentos florestais no município de Santa Maria-RS: Na parte superior em vértices amarelos encontram-se as espécies de visitantes florais e na parte inferior em verde as matrizes. Os nomes das espécies são apresentados por abreviaturas descritas na Figura 8. O tamanho das linhas representa a intensidade da interação de cada visitante floral com a respectiva matriz, o tamanho dos vértices representa a centralidade por grau de cada componente..... 105

Figura 22- Teias ditróficas. Interação planta-visitante floral em *Bauhinia forficata*. A- Rede sem a introdução das espécies campestres, B- Rede com introdução da espécie campestre *Sida* sp., elipse vermelha- destaque para a introdução da espécie campestre no meio da rede, elipses azuis- destaque para a alteração da composição e dinâmica da rede quanto a diversidade e estrutura da comunidade de visitantes. 109

Figura 23- Comportamento pilhador de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Meliponinae). A e B- *Trigona spinipes* forrageando néctar nas flores de *Bauhinia forficata*. C- Predação da base dos estames por *Trigona spinipes*. D- Predação do cálice para acesso ao néctar armazenado.... 112

Figura 24- *Gibobrychus speculifer* (Coleoptera: Bruchidae) besouro broqueador de sementes em *Bauhinia forficata*..... 114

Figura 25- Danos causados por *Gibobrychus speculifer* (Coleoptera: Bruchidae) em *Bauhinia forficata*. A- Fruto ainda verde, com destaque para a presença de ovos de *G. speculifer* sobre a

vagem. B- Fruto maduro, com destaque para o orifício de saída dos indivíduos já adultos de *G. speculifer*. 115

Figura 26- Regeneração de *Bauhinia forficata* cinco meses após a floração, em área aberta no entorno das matrizes. 115

Figura 27- Diagrama de ordenação produzido por Análise de Componentes Principais para as características relacionadas às relações ecológicas em *Bauhinia forficata*. 119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características das áreas adjacentes às matrizes de <i>Bauhinia forficata</i>	49
Tabela 2- Comparação de médias para a produção total e produção média de flores por matriz de <i>Bauhinia forficata</i> ao longo da floração.	55
Tabela 3- Análise de diferença significativa para a concentração média de açúcares e volume médio de néctar em <i>Bauhinia forficata</i> ao longo da floração e por matriz.	56
Tabela 4- Análise de diferença significativa para a concentração média de açúcares e volume médio de néctar em <i>Bauhinia forficata</i> ao longo da floração e por matriz.	57
Tabela 5- Correlação individual por matriz para as variáveis de estudo.	58
Tabela 6- Número médio de flores, Intensidade média de visitação e Número médio de visitantes florais em <i>Bauhinia forficata</i> por matriz e ao longo da floração.	59
Tabela 7- Análise de diferença significativa para viabilidade polínica em <i>Bauhinia forficata</i> por matriz.	76
Tabela 8- Análise de diferença significativa entre o grau de conectância das redes de interação planta-visitantes e o período de avaliação em <i>Bauhinia forficata</i>	106
Tabela 9- Composição florística das áreas adjacentes às matrizes de <i>Bauhinia forficata</i>	116

SUMÁRIO

CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO GERAL	17
1 ASPECTOS GERAIS E JUSTIFICATIVA	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 EVOLUÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO À PARTIR DO SURGIMENTO DAS PLANTAS COM FLORES	19
2.2 NOVO PARADIGMA DA EVOLUÇÃO E TEORIA SISTÊMICA	20
2.3 INTERAÇÕES ECOLÓGICAS E A COEVOLUÇÃO	23
2.4 INTERAÇÕES ECOLÓGICAS E A POLINIZAÇÃO	26
2.5 ECOLOGIA FLORAL	28
2.6 RECOMPENSAS FLORAIS	30
2.7 O PAPEL DA ECOLOGIA FLORAL NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS	31
2.8 A ESPÉCIE <i>Bauhinia forficata</i> LINK.....	32
2.9 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO II – RELAÇÕES ECOLÓGICAS NA OFERTA E QUALIDADE DO NÉCTAR COMO RECURSO FLORAL EM <i>Bauhinia forficata</i> Link.....	44
RESUMO.....	44
ECOLOGICAL RELATIONS IN THE OFFER AND QUALITY OF NECTAR AS A FLORAL RESOURCE IN <i>Bauhinia forficata</i> Link.....	45
ABSTRACT	45
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1 ÁREA DE ESTUDO	48
2.2 COLETA DE DADOS	49
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4 CONCLUSÃO.....	64

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
CAPÍTULO III- VIABILIDADE POLÍNICA E ANÁLISE DA APTIDÃO À AUTOGAMIA EM <i>Bauhinia forficata</i> Link.....	68
RESUMO.....	68
POLLINIC VIABILITY AND ANALYSIS OF AUTOGAMY FITNESS IN <i>Bauhinia forficata</i> Link.....	69
ABSTRACT	69
1 INTRODUÇÃO	70
2 MATERIAL E MÉTODOS	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4 CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
CAPÍTULO IV- BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE <i>Bauhinia forficata</i> Link: RELAÇÕES ECOLÓGICAS E REDES DE INTERAÇÃO PLANTA-POLINIZADOR	82
RESUMO.....	82
POLLINATION BIOLOGY OF <i>Bauhinia forficata</i> Link: ECOLOGICAL RELATIONS AND PLANT- POLLINATOR INTERACTIONS NETWORKS	83
ABSTRACT	83
1 INTRODUÇÃO	84
2 MATERIAL E MÉTODOS	87
2.1 ÁREA DE ESTUDO	87
2.2 COLETA DE DADOS	88
2.2.1 Levantamento dos visitantes Florais.....	88
2.2.2 Levantamento da vegetação do entorno da matriz (guilda)	90
2.2.3 Levantamento das espécies vegetais partilhadoras de vetores de pólen.....	90
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	91
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
3.1 DIVERSIDADE DE VISITANTES	92

3.1.1 Diurnos	92
3.1.2 Noturnos	98
3.1.3 Vetores de pólen das espécies partilhadoras	99
3.2 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS PARTILHADORAS	100
3.3 REDES DE INTERAÇÃO E GUILDA DE POLINIZADORES	102
3.4 COMPORTAMENTO DOS VISITANTES FLORAIS E POLINIZADORES EFETIVOS	110
3.5 VEGETAÇÃO DO ENTORNO (GUILDA).....	116
3.6 RELAÇÕES ECOLÓGICAS	117
4 CONCLUSÃO.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
ANEXO A- TEIAS DITRÓFICAS PARA MATRIZES DE <i>Bauhinia forficata</i> E VISITANTES FLORAIS DIURNOS (DIAS 06, 07, 08, 13, 15, 16 E 21/02/2015 E TOTAL).	126

CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO GERAL

1 ASPECTOS GERAIS E JUSTIFICATIVA

A manutenção dos ecossistemas naturais, seus recursos e bens, são imprescindíveis à vida humana, porém, esta manutenção só ocorre através da garantia dos processos e das dinâmicas ecológicas.

As alterações ao meio ambiente geradas pelo homem na busca por suprir suas necessidades, decorrem em franca, exploratória e inconsequente expansão sobre os recursos naturais, podendo gerar impactos irreversíveis nos ecossistemas.

A interrupção dos processos e dinâmicas ecológicas e a consequente degradação abiótica, é o passo final neste processo de deturpação dos bens e serviços ambientais, alterando e descaracterizando os ecossistemas, e inviabilizando à curto e longo prazo a própria sobrevivência humana. Para assegurar o retorno e o estabelecimento destes processos essenciais, devido à complexidade de suas multi-interações, são necessários conhecimentos sobre a ecologia, as interações bióticas e abióticas, e os fluxos (gênicos, matéria, energia...) que ocorrem dentro dos ambientes naturais.

As plantas, por seu caráter autotrófico, encontram-se na base destas dinâmicas ecológicas, sendo provedoras de energia para os demais fluxos ecossistêmicos. Não obstante, a capacidade destas em interagir com outros componentes da cadeia trófica através de relações mutualísticas é essencial para a manutenção e incremento da biodiversidade.

Ao longo da história evolutiva, as relações estabelecidas entre plantas e seus polinizadores decorreram na coevolução das espécies e moldaram grande parte das relações ecológicas existentes na atualidade. Desta forma, as interações planta-polinizador, através de pressões seletivas, criaram o ambiente natural e as relações existentes, dando também origem a diversidade dos ecossistemas.

A polinização das flores e a dispersão das sementes estão entre as interações planta-animal que asseguram a dinâmica ecológica e o fluxo gênico, sendo que a presença de fontes de propágulos na paisagem torna-se um dos principais fatores responsáveis pela colonização inicial e enriquecimento de áreas degradadas (RODRIGUES et al., 2004). Martins (2012), também destaca a importância da presença de polinizadores e dispersores para a efetivação dos processos sucessionais em estudos realizados em áreas de Mata Atlântica.

Portanto, as estratégias de restauração devem estar baseadas não só na ecologia sucessional e na fisiologia das espécies vegetais, mas principalmente, na biologia das interações

entre as espécies vegetais e seus agentes de polinização e dispersão, objetivando que as estratégias de restauração permitam o restabelecimento dos nichos ecológicos.

Como a polinização efetiva das espécies é o passo inicial para o estabelecimento e colonização de novas áreas, pode-se supor que espécies com melhor qualidade e quantidade de recompensas e, portanto, mais atrativas, devam ter prioridade em processos de restauração. Não obstante, espécies generalistas são as atrativas iniciais, criando condições ambientais e ecológicas para o estabelecimento de relações mais complexas.

De maneira análoga, espécies muito dependentes, com uma pequena guilda de visitantes, ou muito especificistas, tornam-se suscetíveis a pequenas alterações ambientais que decorrem no afastamento ou extinção de seus polinizadores efetivos, tornando-se também prioritárias em áreas em processo de restauração.

Neste contexto o estudo da Ecologia Floral e das interações planta-polinizador, surgem como ferramentas essenciais para compreender o futuro ecológico dos ecossistemas e para o desenvolvimento de novas metodologias, estratégias e ferramentas de proteção, enriquecimento e restauração de ecossistemas degradados.

Bauhinia forficata Link, dentre as espécies nativas da Floresta Estacional Decidual, apresenta especial interesse para estudos em Ecologia Floral. Apresenta caráter rústico e pioneiro, porte arbustivo/arbóreo, formação de grupamentos na vegetação, flores de tamanho grande, display floral que facilita o acesso aos visitantes, oferta de recursos florais e caracteres florais indicativos de quiropterofilia.

Partindo do contexto em que a restauração ecológica no Bioma Mata Atlântica no Rio Grande do Sul é ainda incipiente, e que por sua vez, as relações ecológicas deste ainda não foram estabelecidas, o presente trabalho objetivou determinar as características da oferta e qualidade dos recursos florais em *Bauhinia forficata* Link e a forma como estas influenciam na atração e na interação com os visitantes florais e com as demais espécies vegetais, buscando ainda determinar quais os mecanismos ecológicos que se estabelecem à partir destas interações, com foco nos mecanismos que possam ser utilizados como base teórica para a criação de estratégias de restauração ecológicas. A hipótese inicial é de que as características da oferta e qualidade dos recursos e de interação biótica da espécie situam-na entre comportamento generalista e especificista, indicando prováveis vantagens adaptativas para os dois sistemas e tornando-a especialmente interessante para utilização em áreas em processo de restauração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EVOLUÇÃO E DIVERSIFICAÇÃO À PARTIR DO SURGIMENTO DAS PLANTAS COM FLORES

No princípio não havia flor. Na história evolutiva das espécies vegetais, o surgimento das plantas com flores ou Angiospermas, remonta ao período Cretáceo (145,5-65,5 M.a.) (CARVALHO E CRUZ, 2008; AGUIAR E PINTO, 2007).

No Paleoceno (65,5-55,8 M.a.) ocorreu a evolução e a diversificação dos grandes mamíferos, também tendo ocorrido a diversificação e irradiação das Angiospermas e, conseqüentemente, o estabelecimento da flor como órgão reprodutivo essencial à perpetuação das espécies vegetais superiores. Porém, foi apenas no Eoceno (55,8- 33,9 M.a.) que se originaram muitas das linhagens atuais de Angiospermas, ao mesmo tempo em que as aves expandiram-se pelo globo e que surgiram os mamíferos de pequeno porte (CARVALHO E CRUZ, 2008; AGUIAR E PINTO, 2007).

Concomitantemente, os mamíferos deste período, caracteristicamente consumidores de frutos, atuaram como agentes dispersores de sementes e contribuíram para a proliferação das angiospermas (LIMA, 2000; AGUIAR E PINTO, 2007).

Apenas através destas condições específicas e simultâneas de estabelecimento, evolução e especialização, tanto no reino animal quanto no reino vegetal, que o cenário da interação entre ambos tornou-se possível. Sendo que este mesmo cenário de interação resultou, através da atuação de diversos mecanismos ecológicos, na expansão e no estabelecimento das espécies vegetais e animais ao longo da superfície terrestre.

A existência de flores como recurso de oferta e recompensa impulsionou a polinização por insetos, a qual foi responsável, em grande parte, pela diversificação das angiospermas, da mesma forma que a produção de frutos atrativos impulsionou a dispersão e expansão destas pelo planeta (LIMA, 2000; AGUIAR E PINTO, 2007).

É indiscutível a importância do surgimento das flores, uma vez que as angiospermas são "[...] até os dias atuais, a maior classe taxonômica do *Reino Plantae*" (LIMA, 2000; AGUIAR E PINTO, 2007).

No entanto, o conhecimento sobre a especialização das flores concomitantemente a evolução e especialização das formas de vida animal, e a importância da coexistência de ambos

para a conformação, composição e estrutura do planeta como hoje vemos, ainda está distante de nossa plena compreensão.

Desde a concepção da Teoria Evolutiva proposta por Darwin (1859) e de suas análises sobre os processos evolutivos relacionados à polinização (1862, 1876, 1877), até a retomada das pesquisas no campo da biologia evolutiva nas décadas de 60 e 80, que impulsionaram a vasta gama de publicações hoje existente (MITCHELL et al., 2009), têm-se tentado explicar o comportamento e a sinergia das interações entre plantas e animais.

Lamim-Guedes (2014), em seu trabalho intitulado o "Abominável Mistério" do surgimento das Angiospermas, ressalta a comparação entre as proposições de Charles Darwin e Luis Charles Joseph Gaston de Saporta, onde Saporta contrapõe a hipótese de Darwin, afirmando que a ampla diversificação e a rápida distribuição das angiospermas se deveram a um "conjunto de eventos evolutivos de interação entre angiospermas e insetos [e que] [...] a fantástica diversificação dos insetos e angiospermas atuais deve-se, em grande parte, a um padrão de etapas coevolutivas graduais".

A grande diversidade de formas de vida e comportamento dos animais e vegetais, gerou e foi gerada por uma imensa diversidade de formas de interação, apresentando resultados ecológicos diversos, e disparando reações responsáveis pela manutenção das cadeias tróficas e dos ciclos biológicos no planeta.

Tudo isto num sistema de retroalimentação contínua, onde a causa é também efeito e consequência. Conclusão esta já predita por Saporta (1972 apud LAMIM-GUEDES, 2014, p. 64) em carta dirigida a Charles Darwin, o qual afirma que "[...] insetos e plantas têm [...] sido simultaneamente causa e efeito através das conexões entre si [...]". Ressaltando as interações ecológicas como um dos principais componentes da biodiversidade dos ecossistemas (GUIMARÃES JR., 2009).

2.2 NOVO PARADIGMA DA EVOLUÇÃO E TEORIA SISTÊMICA

Dois aspectos aparentemente contraditórios constituem a diversidade de formas de vida na terra, a constância e a variedade. Estes dois aspectos juntos moldaram a complexidade de formas existentes tão sinergicamente ao ponto de que não há maneira de descrever a natureza em sua complexidade, e em suas múltiplas conexões (CAPRA E LUISI, 2014).

Cada sistema vivo é mais que o conjunto de todas as partes que o formam e de todos os fatores que interagem com ele, pois " [...] as propriedades essenciais de um organismo, ou sistema vivo, são propriedades do todo" (CAPRA E LUISI, op. cit.). Dessa forma, mesmo que

todas as variáveis mensuráveis sejam quantificadas, ainda haverá um certo grau de imprevisibilidade no sistema.

Até recentemente, na biologia evolutiva, adotava-se apenas a visão linear da Teoria da Evolução proposta por Darwin (1959), onde cada organismo evoluiria de um ancestral comum em resposta a adaptações ao meio, sendo que os indivíduos mais bem adaptados às condições do meio perpetuariam suas características para as gerações futuras.

Desta forma, o futuro de uma espécie seria previsível à partir da observação das características do meio e do conjunto de variações disponíveis naquela espécie.

Os estudos de Darwin foram pioneiros e se sustentaram de maneira sólida até os dias atuais, porém, apesar da primeira afirmação de Darwin ser inequívoca e amplamente aceita, a ideia de que a evolução ocorra apenas por seleção natural, conforme a segunda afirmação, sempre gerou dúvidas entre os cientistas e moldou ao longo do tempo uma nova linha de pensamento.

Apesar de a seleção natural representar uma das principais forças motrizes da evolução (CAPRA E LUISI, 2014), toda relação entre angiospermas e animais também gerou expressões adaptativas e especiação ao longo de mudanças sequenciais na história evolutiva para ambos os agentes interantes (DEL-CLARO et al., 2009). Mudanças essas capazes de decorrer na divergência genética (DEL-CLARO et al., op. cit.) e, portanto, na evolução.

Esta nova maneira de pensar a Evolução Darwiniana, abrangeu e foi complementada pela também emergente Teoria Sistêmica, proposta inicialmente por Ludwig von Bertalanffy (1901-1972).

"A nova ciência ecológica enriqueceu a emergente maneira sistêmica de pensar introduzindo dois novos conceitos - comunidade e rede. Concebendo uma comunidade ecológica como um conjunto estruturado de organismos, ligados a uma totalidade funcional por meio de suas relações mútuas [...] (CAPRA E LUISI, 2014)"

Para Bertalanffy, assim como as leis da probabilidade, da gravidade, entre outras, poderiam ser aplicadas tanto a maçãs como a sistemas solares, desta mesma maneira, os sistemas biológicos seriam universais, apresentando aplicações potenciais tanto nas ciências biológicas e ecológicas, como nas ciências exatas e sociais (DAVIDSON, 1983 apud VALE, 2012).

Tal concepção contrapõe as vertentes clássicas da ciência, baseadas no cartesianismo e, conseqüentemente, no estudo das propriedades das partes. Betiol (2012), destaca que ao longo da história, era comum observar-se que mesmo os grandes pesquisadores focavam seus estudos em fenômenos isolados.

A nova visão sistêmica permitiu caracterizar o caráter integrador e a conectividade das interrelações entre os seres vivos e entre estes e o meio abiótico, isto porque o pensamento sistêmico enxerga e busca compreender as relações como um todo.

Capra e Luisi (2014) definem ainda que " O pensamento sistêmico não se concentra em blocos de construção básicos, mas [...] em princípios de organização básicos."

Sendo assim, o estudo compartimentado oriundo do pensamento cartesiano não poderia explicar e nem compreender a complexidade dos sistemas vivos. Heinsenberg (1958) reforça esta compreensão ao afirmar que “[...] o que vemos não é a natureza em si, mas a natureza exposta ao nosso método de questionamento”.

Desta maneira, o pensamento sistêmico emerge como uma teoria mais completa sobre o comportamento dos seres vivos, e passa a ser aplicado e testado em diferentes ramos científicos.

Capra e Luisi (2014), definem as características inerentes ao pensamento sistêmico, sendo elas baseadas nas seguintes mudanças:

- ✓ Da perspectiva das partes para o todo,
- ✓ Do objeto para as relações,
- ✓ Da medição para o mapeamento,
- ✓ Da quantidade para a qualidade,
- ✓ Das estruturas para os processos,
- ✓ Da ciência objetiva para a Ciência epistêmica,
- ✓ Da certeza Cartesiana para o conhecimento aproximado.

Após a emergência do pensamento sistêmico, repentinamente, todos os ramos do conhecimento, outrora isolados pelo excesso de especialização, voltaram-se para suas bases comuns (MOTTA, 1971). Talvez pela clara necessidade da interdisciplinaridade para promover a complementaridade dos assuntos relacionados aos sistemas vivos, em todos os níveis de organização.

O avanço e a aceitação da teoria porém, após a disseminação inicial, caminharam a passos lentos, principalmente pelo receio ao desprendimento do cartesianismo.

Principalmente nas Ciências Naturais e Biológicas onde a imprevisibilidade opera em todos os níveis dos sistemas, a lenta evolução de paradigmas causou um grande atraso no desenvolvimento das pesquisas e na aplicação prática de seus resultados.

Cabe ressaltar, no entanto, que o método analítico desenvolvido por Descartes permitiu a criação de importantes teorias e a realização de façanhas como a chegada do homem à Lua,

sendo de grande contribuição para a evolução científica, inclusive nos dias atuais (CAPRA E LUISI, 2014).

O principal contraponto ao cartesianismo aplicado na pesquisa e no desenvolvimento científico não está na observação das partes, está no reducionismo do todo. O reducionismo exacerbado acabou por fragmentar o conhecimento, fato este refletido inclusive nas disciplinas acadêmicas (CAPRA E LUISI, 2014).

Vogel (1996), também em uma crítica ao desenvolvimento científico truncado pela necessidade de dissecação das partes, cita Sprengel em sua afirmação de que para fazer ciência era necessário "tentar capturar a natureza em ação".

Toda a visão sistêmica, nos leva ao estudo da natureza em ação, onde, e apenas onde, a complexidade do todo pode ser observada. Residindo justamente nisso o principal entrave à irradiação do pensamento sistêmico, pois para compreender-se a natureza como um sistema, a criatividade a ousadia e a profundidade das observações devem prevalecer em detrimento do produtivismo acadêmico (RECH E WESTERKAMP, 2014).

O progresso científico destoa fortemente da perspectiva linear e neutra dos antigos paradigmas (RECH E WESTERKAMP, 2014 op. cit.). A interdisciplinaridade intrínseca ao pensamento sistêmico obrigou os pesquisadores à modificarem a maneira de realizar e analisar as pesquisas científicas, permitindo que através da incorporação destas novas características, novos padrões pudessem emergir.

Todas estas características somadas à nova concepção da evolução Darwiniana levaram à aceitação da coevolução através da interação como agente de moldagem evolutiva. E abriram as portas para novos ramos de pesquisa como os estudos em Biologia da Polinização, Interações Inseto-Planta, Moldagens Coevolutivas, Redes de Interação, entre tantos outros, isto só nos ramos relacionados à Biologia.

Desta forma, segundo as palavras de Betiol (2012) " podemos concluir que estamos em um novo momento analítico do estudo de todos os fenômenos". E esta quebra de paradigma ainda impulsionará o futuro da ciência.

2.3 INTERAÇÕES ECOLÓGICAS E A COEVOLUÇÃO

Ao longo da evolução das espécies, as interações ecológicas também se diversificaram, à medida que novas formas de vida surgiam, e que estas formas apresentavam necessidades específicas de estabelecimento e perpetuação que precisavam ser supridas.

Não obstante, o surgimento das novas formas de vida também foi condicionado pela existência das interações nos diferentes níveis tróficos.

E, uma vez que as interações tróficas podem afetar os processos ecossistêmicos e influenciar a abundância das espécies (CHAPIN et al., 2000), logo, estas foram responsáveis pelo sucesso evolutivo das espécies que hoje vemos.

As interações sistêmicas entre plantas e animais estão presentes durante todo o ciclo biológico das plantas, sendo ainda mais complexas nas fases fenológicas e de reprodução (BAWA et al., 1989; METZGER, 2003). E estas interações muitas vezes decorrem em coevolução.

Segundo Thompson (2005b, tradução nossa) " a coevolução é uma mudança evolutiva recíproca entre espécies que interagem, conduzida pela seleção natural."

" A coevolução é um processo crucial na organização da biodiversidade, especificamente porque ela é simultaneamente flexível, ainda que conservativa, e molda interações interespecíficas num mundo em constantes mudanças (BYK, 2010)."

As interações estáveis e contínuas que geraram a evolução unilateral, também decorreram, em muitos casos, na coevolução das espécies, levando tanto animais quanto vegetais a maiores níveis de especialização e aumentando a interdependência entre estes. Por vezes, esta dependência torna-se tão restritiva que inviabiliza a manutenção de uma das formas de vida quando na ausência da outra.

Os animais são os principais agentes transportadores durante as fases de dispersão de unidades reprodutivas das flores (fases de polinização e de dispersão de sementes) (JORDANO, 1987). Essa possibilidade de transporte, permitiu a ocupação de novos nichos e a adaptação a habitats específicos (DEL-CLARO et al., 2009).

Logo, pela dependência de polinização zoocórica para a maioria das plantas, é que o conhecimento sobre a ecologia sensorial e as interações entre os animais torna-se essencial para o entendimento da evolução e do comportamento das espécies (SCHIELSTL E JOHNSON, 2013).

A recompensa nutricional que, por exemplo, os frugívoros recebem pelo serviço ecossistêmico prestado é normalmente ofertada através de recursos visuais e olfativos, como estratégia das plantas na atração dos dispersores e, conseqüentemente no aumento da probabilidade de sucesso reprodutivo (JORDANO, 1992; SILVA, 2003).

A presença de polinizadores e dispersores é uma característica fundamental à perpetuação dos processos sucessionais e da diversidade biológica em áreas silvestres, sendo

que as interações planta-animal asseguram as dinâmicas ecológicas e garantem o fluxo gênico dos habitats, iniciando o processo de colonização e recuperação dos ecossistemas (RODRIGUES, LIMA E BARROS, 2004).

Porém, devido à natureza difusa de grande parte das interações planta-animal, torna-se difícil determinar a especificidade das relações e, portanto dos conceitos de mudanças recíprocas no comportamento, morfologia e rotas bioquímicas dos agentes e vetores das interações (MARTINS, 2013).

Há muito tempo discutem-se os conceitos utilizados para definição da interação entre plantas e animais e para a ecologia das espécies. O principal contraponto na discussão trata-se de que nas interações planta-polinizador, o conceito de coevolução tornava-se muitas vezes inapropriado, tendo-se em vista que a maioria das interações não são obrigatórias, enquadrando-se definitivamente como mutualismo (MARTINS, 2013).

Porém, o conceito de coevolução atual, que aborda além da coadaptação o conceito de interação, bem como pressupõe uma mudança recíproca, torna-se novamente apropriado para tais definições (MARTINS, op.cit.).

As interações entre plantas e animais, envolvem mutualismo interespecífico e podem levar diretamente à coevolução (MARTINS, op.cit.), sendo um dos poucos casos onde a evolução é mediada por interações bióticas (THOMPSON, 1989).

Ainda neste mesmo contexto, Janzen (1980) ressalta que torna-se difícil distinguir a coevolução, haja vista que quando ocorre a introdução de um animal em um novo habitat, este não necessariamente irá evoluir e se adaptar, podendo apenas utilizar as habilidades que já possui para a escolha das plantas das quais se alimentar. Conclui-se que não existe uma teoria única capaz de identificar e quantificar o grau de especialização dos agentes em um sistema de interações como o de polinização (JOHNSON E STEINER, 2000).

Todo tipo de interação que possa gerar coevolução, envolve adaptação mútua e especialização. Estas adaptações podem ser pré-existentes ou evolutivas, dependendo essencialmente do tipo de interação (MARTINS, 2013).

A seleção sobre as características entre espécies que interagem e evoluem mutuamente, irá variar ao longo do gradiente geográfico de maneira sutil, remodelando a morfologia e os caracteres dos agentes que interagem de forma diferenciada ao longo do fluir da paisagem (THOMPSON, 2005a).

Neste caso, todo o sistema caminharia para um grau de ordem ou especialização crescente, e o sistema evoluiria sinergicamente aos agentes interantes.

Em outras palavras, uma determinada espécie evolui por si, aleatoriamente (em decorrência de derivas e mutações), ao mesmo tempo em que evoluiu em resposta ao meio, e que coevolui em resposta as interações com agentes bióticos. E ainda, não só a espécie evolui em resposta ao meio, mas o próprio meio evolui por si e em resposta às interação com a espécie e com o conjunto de indivíduos que coexistem no meio, formando assim a moderna teoria da coevolução.

2.4 INTERAÇÕES ECOLÓGICAS E A POLINIZAÇÃO

A “invisível” importância das flores reside na interação ecológica que resulta na polinização efetiva dos vegetais, pois esta é capaz de conectar mais de um milhão de espécies de organismos e de garantir a oferta de diversos itens essenciais à alimentação humana (WASER E OLLERTON, 2006 destaque do autor).

Os primeiros registros da interação entre insetos e flores na busca por alimento remontam ao Devoniano Inicial (420 M.a) (LABANDEIRA, 2006).

Apesar da flor não representar a forma sexuada da planta, pois os gametófitos não fazem parte da flor*, todo o desenvolvimento floral é melhor compreendido no contexto da polinização, já que as interações decorrentes da polinização são a origem da evolução floral (TEIXEIRA, MARINHO E PAULINO, 2014).

A própria evolução dos caracteres da flor, como por exemplo, a zigomorfia, foi essencial ao estabelecimento da polinização e, portanto para a diversificação das angiospermas (SARGENT, 2004).

Para que ocorra a polinização, as plantas necessitam que o pólen produzido em uma flor alcance o estigma das flores coespecíficas, e por serem sésseis, demandam do auxílio de vetores na realização desta ação (RECH et al, 2014). Os animais, neste contexto, representam o vetor mais eficiente para realização desta tarefa na maior parte dos ecossistemas terrestres.

Tendo-se em vista que em plantas as exibições sexuais servem para sinalizar e atrair polinizadores que atuam como vetores dos gametas masculinos, logo, a compreensão dos sinais florais também requer conhecimentos da ecologia sensorial dos animais (SCHIELSTL E JOHNSON, 2013).

Neste sentido, existe conceitualmente na atualidade três principais respostas dos polinizadores aos sinais florais, sendo elas: vocação do receptor, preferências inatas "adaptativas" e aprendizagem associativa (SCHIELSTL E JOHNSON, op. cit., tradução nossa).

* A flor (pétalas, sépalas, etc.) não é um órgão reprodutivo, e sim um ornamento, um atrativo evolutivamente recente. Apesar da associação quase instantânea dela aos órgão reprodutivos, cabe ressaltar que apenas os gametófitos são a parte sexuada das plantas, e que estes estão presentes inclusive em gimnospermas.

Desta forma, (SCHIELSTL E JOHNSON, op. cit.):

- ✓ Quanto à vocação do receptor: experiências atuais revelam que muitas características das relações entre plantas e polinizadores não evoluíram no sentido de visitação floral, e sim em outros contextos, como busca por espaços para nidificação e proteção contra predadores.
- ✓ Quanto às preferências inatas ou adaptativas: preferências inatas podem refletir o resultado da seleção natural para o uso eficiente dos recursos mais gratificantes de um determinado habitat. Tais preferências são ainda apontadas como tendo ou sendo capazes de desenvolver uma base genética.
- ✓ Quanto à aprendizagem associativa: as preferências sensoriais dos vetores da polinização, podem ser rapidamente alteradas por aprendizagem associativa. Esta aprendizagem leva a preferência por espécies mais recompensadoras e pode decorrer no insucesso reprodutivo de espécies incapazes de se adaptar ou com respostas muito lentas a estas interações.

Tais convergências nos sinais florais conjuntamente às interações, as quais geram forte pressão de seleção, decorreram nas Síndromes de Polinização, e estabeleceram basicamente as condicionantes do estudo da ecologia da floração.

Em tese, as características exibidas pela flor representam a adaptação da mesma a um tipo de polinizador específico (MARTINS, 2013), como resultado da coevolução. Sendo assim, a simples observação das características expressas pela flor já poderiam delimitar as síndromes de polinização.

No entanto, a moldagem evolutiva é um processo lento baseado na pressão oriunda da seleção natural e da interação, e, sendo assim, muitos sistemas de polinização apresentam-se divergentes às síndromes à eles estabelecidas.

Waser et al. (1996) já afirmavam que os sistemas de polinização eram mais dinâmicos e generalistas do que especificistas.

Geralmente, a interação nos sistemas de polinização são definidas primeiramente através da observação dos visitantes florais (MARTINS, 2013). Posteriormente, pode-se determinar a especificidade da interação com base em características do comportamento do visitante, sendo essa observação essencial para determinar a polinização efetiva. De maneira complementar, a polinização efetiva pode ser determinada pelo sucesso reprodutivo da planta (MARTINS, op. cit.), através da formação de frutos e de sementes viáveis.

2.5 ECOLOGIA FLORAL

Ainda existe muita divergência sobre a utilização do termo Ecologia Floral. Muitos pesquisadores preferem utilizar o termo biologia floral, mesclando-o a ecologia da polinização. Mais atualmente, porém, difundiu-se a utilização do termo, caracterizando-o inclusive como abordagem central de simpósios, de encontros e de palestras sobre ecologia de florestas e sistemas naturais, bem como recuperação e/ou restauração de ambientes degradados. Desta forma, o presente trabalho utiliza-se do termo Ecologia Floral, no contexto do conjunto de interações, características, eventos e manifestações que envolvem a fase reprodutiva dos vegetais, de maneira total e abrangente.

Muitos pesquisadores, em decorrência da riqueza de espécies vegetais existentes nas florestas tropicais, tentam compreender a estrutura, organização, função e dinâmica das matas com base nos estudos de biologia reprodutiva (ou da polinização) (VIEIRA, FONSECA E ARAÚJO, 2012).

Com a evolução das angiospermas, diversos caracteres reprodutivos relacionados à atração dos polinizadores foram incorporados às estruturas florais (FAEGRI E PIJL, 1971).

A variação nos detalhes morfológicos, bem como na qualidade e quantidade dos recursos ofertados acaba por delimitar as síndromes de dispersão e polinização (FAEGRI E PIJL, 1971). Além disto, a periodicidade da floração e a sua intensidade estão diretamente relacionadas à atratividade e disponibilidade dos recursos florais (VIEIRA, FONSECA E ARAÚJO, 2012).

Devido à variedade de agentes, síndromes, recompensas e interações, o estudo da ecologia floral divide-se em diversas linhas de pesquisa, das quais pode-se obter importantes dados sobre as interações presentes e condicionantes de um ecossistema.

De maneira geral, a interação é primeiramente registrada através da observação da visita de animais às flores de uma determinada planta (MARTINS, 2013), sendo essencial portanto, diferenciar meros visitantes florais, de vetores efetivos de pólen.

Apesar da grande especialização das espécies animais e vegetais, as adaptações não impedem que diversos animais visitem as flores apenas para alimentar-se sem obter sucesso na polinização. Estes animais podem ser classificados em dois grandes grupos; os pilhadores de néctar, quando danificam os tecidos florais no ato da alimentação e, furtadores de néctar quando não destroem esses tecidos (SCHORN, 2003).

Porém, outros tipos de evidências podem ser associadas à especificidade das interações ecológicas, podendo-se citar evidências comportamentais, como a necessidade de recurso

energético do polinizador, seu comportamento de forrageamento, além do horário de antese das flores (GOTTSBERGER, 1999). Smidt et al. (2006), ressaltam ainda que a formação de sementes viáveis decorrente da interação é frequentemente utilizada para caracterizar o quão íntima e bem sucedida esta é.

Como as exibições sexuais dos animais, esses conjuntos de arranjos florais são produtos da seleção sexual para características que aumentam o sucesso de acasalamento (FARRÉ-ARMENGOL et al., 2013).

Conjuntamente aos caracteres morfológicos e a produção e oferta de recursos energéticos, atuam as rotas químicas nas interações planta-animal. Tais rotas químicas são responsáveis por atrair e/ou melhorar a percepção dos sinais florais por parte dos polinizadores e dispersores (FARRÉ-ARMENGOL et al., 2013).

As plantas são capazes de produzir e emitir uma vasta gama de Compostos Biogênicos Orgânicos Voláteis (BVOC'S), os quais são utilizados nos processos de interação com o ambiente no qual estão inseridas (FARRÉ-ARMENGOL et al., 2013).

A capacidade de interagir quimicamente com o meio ambiente, surgiu cedo e diversificou-se ao longo do tempo (CHEN et al., 2011). Os BVOC'S primitivos podem ter surgido para servir a diversas outras funções não relacionadas à polinização e à dispersão em vegetais, podendo ser respostas a interações com agentes abióticos (estresses ambientais) (BRONSTEIN et al., 2006).

Não apenas a composição química dos interagentes, os quais são em sua maioria terpenos, fenilpropanoídicos/benzenóides, derivados de ácidos graxos e derivados de aminoácidos (DUDAREVA et al., 2004 e DUDAREVA et al., 2006), mas também sua variação temporal e espacial, sua localização nos órgãos florais (emitidos por células especializadas ou misturados e adsorvidos na solução do néctar e na superfície do pólen), além do seu gradiente de distribuição espacial no ambiente ou ao longo da flor, tornam-se ferramentas fundamentais no processo de atração e, portanto, na compreensão da biologia reprodutiva e dinâmica ecológica das espécies inseridas em um ecossistema (FARRÉ-ARMENGOL et al., 2013).

"A distribuição espacial e temporal dos recursos florais influencia o movimento dos polinizadores e, conseqüentemente, o fluxo de pólen entre as plantas (KEARNS E INOUE, 1993 apud RECH et al., 2014)."

Neste contexto, a associação de pistas olfativas e visuais e recursos florais, torna-se responsável pela diversificação das síndromes de polinização e conseqüentemente pela coevolução entre plantas e polinizadores, ressaltando a importância do conhecimento da Ecologia Floral para a determinação das dinâmicas ecológicas.

Ainda, o momento em que a planta torna disponível seus recursos, por exemplo, pode ser um forte condicionante do fluxo gênico entre e dentro das comunidades vegetais (OTÁROLA E ROCCA, 2014).

Além disto, correlações entre dados fenológicos e quantidade e comportamento de visitantes florais, também podem oferecer dados ecológicos importantes sobre os ecossistemas. Estes dados somados à observação das variações dentro da espécie e de seus prováveis condicionantes podem fornecer dados importantíssimos sobre as estratégias de reprodução das espécies (OTÁROLA E ROCCA, op. cit.).

2.6 RECOMPENSAS FLORAIS

Dentre as principais fontes de recompensa ofertadas pelas plantas aos vetores de polinização e dispersão, pode-se destacar a produção e oferta de néctar e pólen.

O néctar é uma solução composta basicamente por água, glicose, sacarose e frutose, nas mais diversas combinações e concentrações, não obstante, o néctar pode ainda conter outros tipos de compostos químicos como aminoácidos, proteínas, ácidos orgânicos, íons, antioxidantes, lipídios, terpenoides, entre outros (AGOSTINI; LOPES E MACHADO, 2014).

O néctar é secretado por estruturas especializadas denominadas nectários, que podem ocorrer na superfície de vários órgãos vegetais. Suas diferentes funções desempenhadas são determinadas principalmente pela posição, estrutura e pela composição química do néctar secretado e estão normalmente relacionadas ao tipo de dispersor associado a espécie (ROSHCHINA E ROSCHINA, 1993; DURKEE, 1983).

O grão de pólen é um corpúsculo que abriga o gameta masculino, e seu estudo baseia-se principalmente na observação das características morfológicas do mesmo (GASPARINO E CRUZ-BARROS, 2006).

Cada grão de pólen apresenta uma característica (assinatura) única, que pode ser comum a uma espécie ou a um indivíduo, sendo ainda adaptado para as interações as quais está sujeito no meio, justificando sua importância no estudo da ecologia das espécies (GASPARINO E CRUZ-BARROS, 2006).

2.7 O PAPEL DA ECOLOGIA FLORAL NA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS

É fundamental conhecer as interrelações existentes entre plantas e animais envolvidos e basear-se nelas para estabelecer um processo contínuo de regeneração que seja autosustentável (REIS, ZAMBONIN E NAKAZONO, 1999).

Geralmente, a fase de polinização não é associada diretamente ao processo de restauração/recuperação, associando-o apenas ao processo de dispersão. Tal fato ocorre principalmente pelo entendimento de que a restauração compreende o reestabelecimento da vegetação em uma área anteriormente alterada, à partir da introdução de mudas e sementes ou do aporte espontâneo de fontes próximas de propágulos (SILVA, 2003).

Hulbert (1971, grifo do autor), destaca que os estudos atuais e futuros sobre restauração deveriam basear-se na quantificação do valor ecológico das espécies através das **Probabilidades de encontros interespecíficos (PEI)** que cada indivíduo ou espécie apresenta dentro de uma comunidade.

Analisando-se os ecossistemas desta maneira, pode-se supor que, quanto maior for o aporte de biodiversidade, maior será sua capacidade de atrair, nutrir, e proporcionar condições para a reprodução das suas espécies componentes (REIS E KAGEYAMA, 2003), e mais complexas serão as redes ecológicas formadas através destas interações, logo, mais rápida será sua restauração.

Reis e Kageyama (2003), destacam ainda que a escolha das espécies em se tratando de restauração/recuperação, onde se preve um ecossistema degradado, pobre em biodiversidade e em nutrientes para sustentação das diferentes formas de vida, deve ser baseada na sua adaptabilidade à condição local de restrição e, primordialmente, na sua capacidade de promover o máximo possível de interações com o ambiente.

Estudos de Ecologia da Polinização demonstram que espécies iniciais no processo de sucessão, tendem a atrair polinizadores mais generalistas, enquanto espécies mais tardias tendem a apresentar polinizadores e dispersores mais especializados (REIS E KAGEYAMA, 2003).

Neste contexto, áreas degradadas com matrizes florestais distantes apresentam maiores dificuldades de se recuperar após um distúrbio, principalmente quando na metodologia de restauração são introduzidas poucas espécies atrativas e generalistas iniciais e muitas espécies secundárias e especificistas, desestimulando a interação e o retorno dos vetores para a área.

Guinle e Jucá [200?], destacam que estudos fenológicos têm ganhado importância nas últimas décadas devido a sua contribuição para o manejo e conservação de ecossistemas nativos.

O estudo dos eventos fenológicos é importante para a compreensão da estrutura dos ecossistemas (BAUMGÄRTER et al., 2000). Estes estudos, porém, para zonas tropicais são ainda incipientes em função da falta de terminologias e metodologias adequadas para abranger a grande biodiversidade destas florestas (NEWSTRON et al., 1994).

Mesmo representando tão grande parcela dos processos naturais, tais dinâmicas das populações e comunidades vegetais durante o processo de sucessão são pouco conhecidas.

Logo, o entendimento dos processos sucessionais e a compreensão dos mecanismos que asseguram o estabelecimento dos indivíduos em uma comunidade, tornam-se essenciais para a implementação de projetos conservacionistas (SOARES et al., 2006; MARTINS, 2009).

Não obstante, o estudo dos atributos florais, síndromes de polinização e de dispersão podem fornecer dados importantes para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais e responder a várias questões relacionadas ao fluxo gênico intraespecífico, sucesso reprodutivo, partilha e competição por polinizadores e conservação de habitats naturais (MACHADO & LOPES, 2002).

Partindo-se deste ponto de vista, o conhecimento da ecologia floral, suas interações e iterações com o meio, são de suma importância para o desenvolvimento de novas metodologias de trabalho, no âmbito da proteção, enriquecimento e restauração de ecossistemas degradados.

2.8 A ESPÉCIE *Bauhinia forficata* LINK.

O gênero *Bauhinia* possui cerca de 300 espécies distribuídas em quatro continentes (América, África, Ásia e Oceania), tendo sido criado por Linnaeus, pai da nomenclatura binomial, em homenagem aos irmãos Bauhin, médicos e botânicos suíços (FORTUNATO, 1986; SILVA E FILHO, 2002).

Segundo o sistema de classificação APG III o gênero pertence ao Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Fabales, ou de maneira mais detalhada: Angiosperms- Eudicots- Core Eudicots- Fabídeas- Fabales.

O gênero apresenta diversas espécies de interesse paisagístico, alimentar, medicinal e para a indústria farmacêutica, entre elas destaca-se a espécie *Bauhinia forficata*, conhecida popularmente como Pata-de-vaca (SILVA E FILHO, 2002).

A espécie *Bauhinia forficata* tem comportamento arbóreo/arbustivo podendo chegar até a 20m de altura quando adulta, mas apresentando-se normalmente como um arbusto de 4 a 10m de altura. Possui tronco tortuoso e casca levemente fissurada. A casca interna oxida quando exposta (CARVALHO, P., 2003; LORENZI, 1992).

Apresenta folhas simples, alternas, ovadas e bilobadas até o terço superior ou parte mediana, os ramos possuem dois espinhos curtos na base do pecíolo (LORENZI, op.cit.; ARIGONY 2005). As flores são de coloração branca dispostas em racemos axilares destacados do ramos, hermafroditas, possuem 5 pétalas e 10 estames (ARIGONY, op.cit.; OLIVEIRA et al., 2001) (Figura 1).

O sistema de reprodução é principalmente cruzado, tendo os morcegos como principais vetores de polinização da espécie, apresenta também a característica de brotar a partir das raízes, apresentando uma grande diversidade genética e plasticidade fenotípica (ARAÚJO E SHEPHERD, 1996; MORELLATO, 1991).

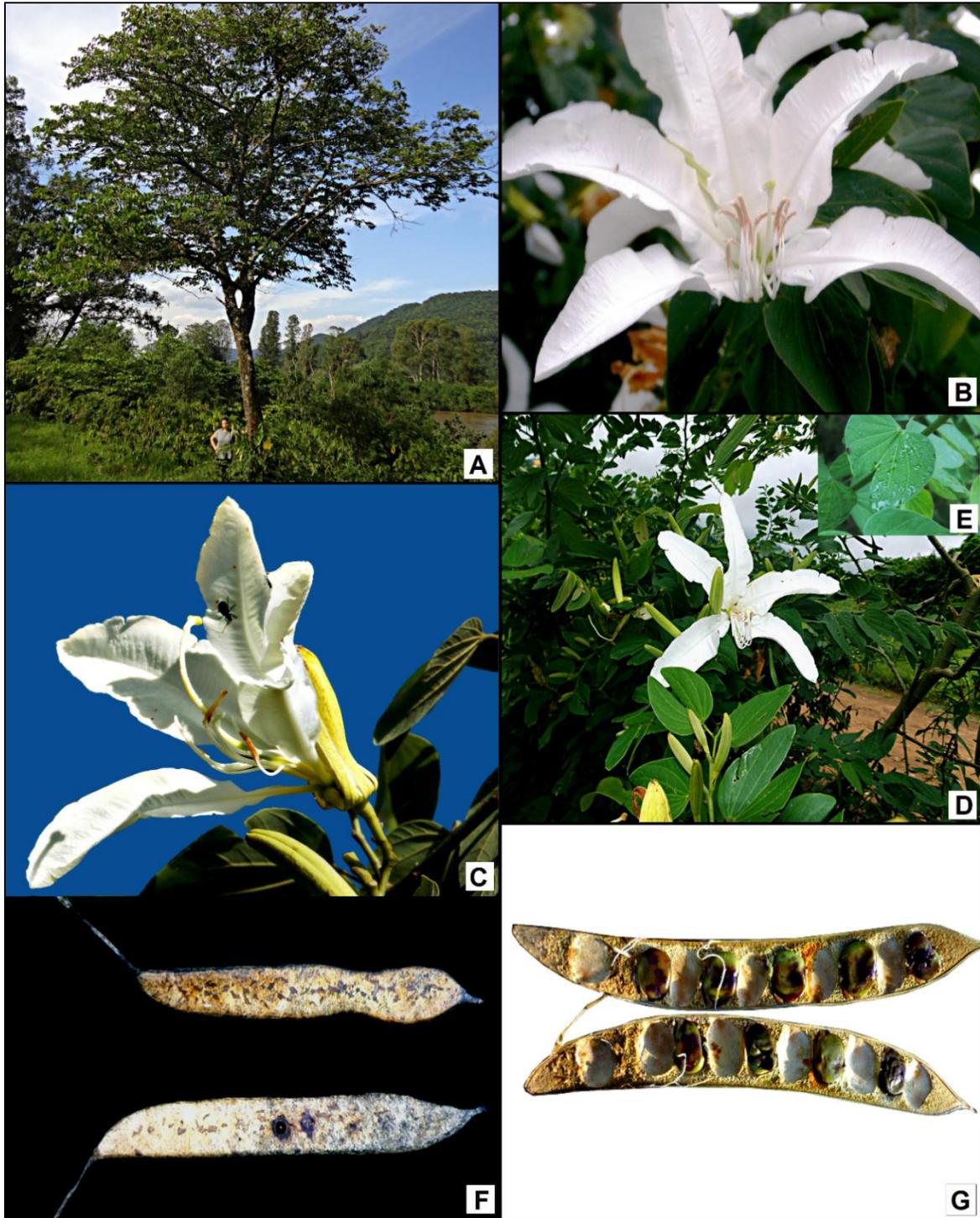


Figura 1- Detalhes de *Bauhinia forficata*. A- Porte de indivíduo adulto da espécie, B- Flor, C e D- Disposição da flor no ramo, E- Destaque para as folhas, F- Fruto maduro, G- Sementes ainda imaturas.

Fonte: Autor.

2.9 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

A região de estudo compreende duas áreas distintas pertencentes ao Distrito de Arroio Grande, no Município de Santa Maria-RS.

O município de Santa Maria encontra-se entre as coordenadas 29°41'25'' de latitude Sul e 53°48'42'' de longitude Oeste. Apresenta uma área territorial de 1.781,757 km² e uma população estimada de 276.108 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015).

Estando situada no centro geográfico do estado, entre a Depressão Central e o Rebordo da Serra Geral, Santa Maria é conhecida por “Coração do Rio Grande” (MARCHIORI, 2009).

Destaca-se como um dos locais mais quentes do estado do Rio Grande do Sul estando sujeito, no entanto, a ocorrência de geadas moderadas e períodos de seca no verão e excessos hídricos no inverno (HELDWEIN, BURIOL E STRECK, 2009).

Segundo a proposta de Maluf (2000) para a classificação climática do estado do Rio Grande do Sul, o município de Santa Maria se enquadra no tipo Subtropical Úmido (ST UM), apresentando temperatura média de 19,2°C e média no mês mais frio de 13,8°C. A precipitação anual é de 1708mm, com deficiência hídrica anual de 11mm e excesso hídrico anual de 423mm.

A disponibilidade de radiação solar (em energia) e de insolação no município é de no máximo 28,7 MJ m⁻² dia⁻¹ e de 8 horas por dia, respectivamente, considerada uma das mais baixas do estado (HELDWEIN, BURIOL E STRECK, 2009). Atuam na região, três ventos principais: Sudestado, Minuano e Norte (HELDWEIN, BURIOL E STRECK, op. cit.).

Por encontrar-se numa região de transição entre dois tipos ecológicos distintos (campo e floresta), e pelas características climáticas regionais, a caracterização da formação vegetal do município e região ainda é objeto de discussão. Veloso (1966) definiu a formação florestal da região como pertencente à Floresta Pluvial Estacional Tropical, baseado em características estruturais e ecológicas.

Outra definição foi proposta por Veloso et al. (1975) como pertencente à Região Fitoecológica da Floresta Estacional Decidual. Esta definição foi estabelecida como critério de classificação da vegetação pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística na criação do Manual Técnico da Vegetação Brasileira publicado em 1992, sendo amplamente adotada entre os pesquisadores.

Schumacher et al. (2011) sugeriram a adoção do termo Floresta Estacional Subtropical, através da justificativa de que a estacionalidade ocorre principalmente em decorrência das condições climáticas, como baixas temperaturas.

Mais recentemente, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2012), propôs uma nova classificação da vegetação brasileira através de critérios fisionômico-ecológicos. Segundo esta classificação a Floresta Estacional Decidual é caracterizada em função da ocorrência de estrato superior predominantemente caducifólio (mais que 50%), apresentando-se em áreas descontínuas. O IBGE descreve ainda a ocorrência desta em duas zonas distintas: tropical, onde há ocorrência de período seco, e subtropical: sem período seco, mas com inverno frio, na qual se enquadra a região de estudo.

O IBGE não propõe, no entanto, a adoção de uma subclassificação por zonas climáticas apesar de descrever sua existência e a importância desta na resposta induzida na vegetação.

A terminologia proposta por Schumacher (2011), engloba o caráter climático, porém, deixa de fora a intensidade da caducidade foliar, sendo esta característica ecológica importante para a compreensão do comportamento e composição da floresta, principalmente no estado, onde também há a ocorrência da Floresta Estacional Semidecidual.

Logo, para critério de classificação da formação florestal da área de estudo, será adotada a metodologia proposta pelo IBGE (2012) adicionando-se complementarmente a zona climática, ficando então estabelecida como Floresta Estacional Decidual de zona Subtropical.

A região faz parte da área de contato entre a bacia sedimentar da Depressão Periférica e o derramamento basáltico que deu origem ao Rebordo do Planalto Riograndense. Consequentemente, o relevo se distingue pela presença de morros até 300 m acima do nível do mar e por vales encaixados nestes. Nas encostas basálticas predominam Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e, nas porções mais planas, ainda sobre material de origem ígneo, Cambissolos e Chernossolos. Nos vales, predomina material de origem sedimentar com ocorrência de Neossolos Flúvicos, Planossolos e Gleissolos. Nos terços médios do terreno, predominam Argissolos (STRECK et al., 2008).

2.10 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em dois pontos de coleta e amostragem distintos, denominados Área 1 e 2, situadas no distrito de Arroio Grande, no município de Santa Maria-RS (29°41'42" S, 53°48'42" W), distantes cerca de 400 m um do outro. Ambas as áreas são situadas na margem esquerda do Arroio Grande, tendo sido escolhidas pelo melhor estado de preservação dos remanescentes florestais, e por situarem-se na margem mais bem preservado do rio.

A Área 1 possui 3,65 ha, apresenta relevo plano, solo do tipo Neossolo flúvico, estando sujeita a inundações frequentes. É formada por um mosaico entre campo (em pousio), composto por vegetação espontânea e rebrota de gramíneas introduzidas para o pastejo do gado, e fragmentos florestais nativos em estágio de sucessão secundária inicial, com predomínio de espécies arbóreas, presença de sub-bosque e densa regeneração. As matrizes selecionadas nesta área estão distantes, em média, 30 m do leito do rio.

A Área 2 possui 4,9 ha, apresenta relevo plano e solos do tipo Neossolo flúvico, sendo destinada à criação intensiva de gado. Os fragmentos florestais remanescentes não apresentam formação de sub-bosque nem regeneração espontânea. As matrizes selecionadas nesta área estão distantes, em média, 300m do leito do rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C., PINTO B. Paleo-história e história antiga das florestas de Portugal Continental- Até a Idade Média. 2007. 39 p.

ARAÚJO, E. de L.; SHEPHERD, G. Biologia reprodutiva de *Bauhinia forficata* Link (Leguminosae- Caesalpiniaceae), SP-Brasil. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**. Nova Friburgo. Resumos. Rio de Janeiro: Sociedade Botânica do Brasil, 1996. p. 405.

ARIGONY, A. L. V. Determinação Química e Biológica de *Bauhinia forficata* Link, subespécie pruinosa (Pata-de-vaca- Leguminosae). Dissertação (Mestre em Ciências Farmacêuticas) – Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS. 2005. 122 p.

BAUMGÄRTNER, J., & HARTMANN. J. The use of phenology models in plant conservation programmes: the establishment of the earliest cutting date for the wild daffodil *Narcissus radiiflorus*. **Biological Conservation**. Ed. 93, p.155-161. 2000.

BAWA, K. D.; ASHTON, P. S.; PRIMACK, R. B.; TERBORGH, J.; MOHAMMEDNOR, S.; NG, F. S. P.; HADLEY, M. Reproductive ecology of tropical forest plants research insights and management implications. **The International Union of Biological Sciences News Magazine**. IUBS, 1989.

BETIOL, V. de M. Sistemas, complexidade, e os sistemas ambientais na prática, no Brasil. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n.4, p. 91-101. 2012.

BRONDANI, G. E.; SILVA, A. J. C.; ARAUJO, M. A. de; GROSSI, F.; WENDLING, I.; CARPANEZZI, A. A. Phosphorus nutrition in the growth of *Bauhinia forficata* L. seedlings. **Acta Sci. Agron.**: v.30, p. 665-671. 2008.

BRONSTEIN, J. L.; ALARCON, R.; GEBER, M. The evolution of plant–insect mutualisms. **New Phytologist**. v. 172 (3), p. 412–428.

CAPRA, F; LUISI, P. L. **A visão Sistêmica da Vida**: Uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. Tradução de Mayra Teruya Eichenberg e Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Cultrix. 2014. 615 p.

CARVALHO, M. S. S de; CRUZ, N. M da C. Evolução da Vida. In: SILVA, C. R. da (Coord.). **Geodiversidade do Brasil**: Conhecer o passado, para entender o presente e preservar o futuro. Rio de Janeiro: CPRM. cap. 2, p. 21-32. 2008.

CARVALHO, P. E. R. Pata-de-vaca. Circular Técnica 74. **Embrapa**. Colombo-PR. 2003.

CHAPIN, F. S. et al. Consequences of changing biodiversity. **Nature**. v.405, p. 234-242. 2000.

CHEN, F.; THOLL, D.; BOHLMANN, J.; PICHERSKY, E. **The family of terpene synthases in plants**: a mid-size family of genes for specialized metabolism that is highly diversified throughout the kingdom. **Plant J**. v. 66, p. 212–229. 2011.

DARWIN, C. R. **On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray. 1859.

DARWIN, C. R. **The different forms of flowers on plants of the same species**. London: John Murray. 1877.

- DARWIN, C. R. **The effects of cross and self fertilization in the vegetable kingdom.** London: John Murray. 1876.
- DARWIN, C. R. **The various contrivances by which orchids are fertilized by insects.** London: John Murray. 1862.
- DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M.; BELCHIOR, C.; ALVES-SILVA, E. Ecologia Comportamental: Uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecol. Bras.** v.13 (1), p. 16-26. 2009.
- DUDAREVA, N.; NEGRE, F.; NAGEGOWDA, D.A.; ORLOVA, I. Plant volatiles: recent advances and future perspectives. *Crit. Rev: Plant Science.* v. 25, p. 417–440. 2006.
- DUDAREVA, N.; PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. Biochemistry of plant volatiles. **Plant Physiologist.** v. 135, p. 1893–1902. 2004.
- DURKEE, L. T. **The ultrastructure of floral nectaries.** Pg 1-29. In: Bentley, B. & Elias, T. S. *The biology of nectaries.* Columbia University Press, New York. 1983.
- FAEGRI, K.; PIJL, L. **The principles of pollination ecology.** Oxford, Pergamon. 1971. 2 ed.
- FARRÉ-ARMENGOL, G.; FILELLA, I.; LLUSIA, J.; PEÑUELAS, J. Floral volatile organic compounds: Between attraction and deterrence of visitors under global change. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics.** Elsevier. ed. 15 (2013), p. 56-67. 2013.
- FORTUNATO, R. H. Revision del genero *Bauhinia* (Cercidae, Casalpinoidea, Fabaceae) para la Argentina. **Darwiniana,** v. 27, p.527-557. 1986.
- FREITAS, L.; VIZENTIN-BUGONI, J.; WOLOWSKI, M.; SOUZA, J. M. T de; VARASSIN, I. G. Interação planta-polinizador e a estruturação das comunidades. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização.** Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- GASPARINO, E. C; CRUZ-BARROS, M. A. V. **Palinologia.** Instituto de Botânica. Jardim Botânico de São Paulo. 2006.
- GOTTSBERGER, G. Pollination and evolution in Neotropical Annonaceae. **Plant Species Biology.** ed. 14, p. 143-152. 1999.
- GUIMARÃES JR, P. R. A estrutura e a dinâmica evolutiva de redes mutualísticas. In: Teoria Ecológica. **Ciência & Ambiente,** Universidade Federal de Santa Maria-UFSM. Santa Maria. v.1, n.39 (jul./dez.), p.137-148. 2009.
- GUINLE, M. C. T.; JUCÁ, H. C. L. Fenologia como ferramenta para restauração de ambientes degradados. In: **Apostila de restauração ambiental sistêmica do Laboratório de Ecologia Florestal.** Universidade Federal de Santa Catarina- Laboratório de Ecologia Florestal. [200?].
- HEINSENBERG, W. **Physical and Philosophy: The revolution in Modern Science.** London: Penguin Books. 1958. 221 p.
- HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente: História Natural de Santa Maria.** Universidade Federal de Santa Maria- UFSM. Editora Pallotti: n.38. 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 1992. Disponível em:

<http://www.uff.br/horto/Ensino/manualtecnicodavegetacaobrasileira.pdf>. Acessado em: janeiro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª edição. 2012. Disponível em: <http://www.uff.br/horto/Ensino/manualtecnicodavegetacaobrasileira.pdf>. Acessado em: janeiro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Santa Maria**. 2015. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431690>. Acesso em: janeiro de 2016.

JANZEN, D. H. When is it coevolution? **Evolution**, ed. 34, p. 611-612. 1980.

JOHNSON, S. D. & STEINER, K.E. Generalization versus specialization in plant pollinator systems. **Trends in Ecology and Evolution**. ed. 15, p. 140-143. 2000.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds, the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB International. 1992. p.105-156.

LABANDEIRA, C. Silurian to Triassic Plant and Hexapod Clades and their Associations: New Data, a review, and Interpretations. **Arthropod Systematics and Phylogeny**. v. 64, p. 53-94. 2006.

LAMIM-GUEDES, V. O "Abominável Mistério" do surgimento das Angiospermas. **História da Ciência e do Ensino**. v.10, p. 60-69. 2014.

LIMA, C. **Flores e Insetos: A origem da Entomofilia e o sucesso das Angiospermas**. Monografia (Licenciamento Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências da Saúde do Centro Universitário de Brasília, Brasília-DF. 2000. 92 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Editora Plantarum: vol.1. Nova Odessa. 1992.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. In: M. Tabarelli; J.M.C. Silva (orgs.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. 2002. p. 583-596.

MALUF, J. R. T. Nova Classificação Climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v. 8, n. 1, p. 141-150. 2000.

MARCHIORI, J. N. C. A vegetação em Santa Maria. **Ciência & Ambiente: História Natural de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria- UFSM. Editora Pallotti: n.38. 2009.

MARQUES, G. S.; ROLIM, L. A.; ALVES, L. D. S. S.; SILVA, C. C. A. R.; SOARES, L. A. L.; ROLIM-NETO, P. J. Estado da arte de *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) como alternativa terapêutica para o tratamento do Diabetes *mellitus*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**: v. 34(3), p. 313-320. 2013.

MARTINS, A. C. Abordagens Históricas no estudo das interações planta-polinizador. **Oecologia Australis**, ed. 17(2), p. 39-52, junho de 2013.

MARTINS, S. V. **Ecologia de Florestas tropicais do Brasil**. 2ª Edição. Viçosa: Editora UFV. 2012. 371 p.

- METZGER, J. P. **Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas?** In: KAGEYAMA, P.Y; OLIVEIRA, R.E; MORAES, L.F.D; ENGEL, V.L; GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 49-76.
- MITCHELL, R. J. et al. Ecology and evolution of plant-pollinator interactions. **Annals of Botany**. v. 103, p. 1355-1363. 2009.
- MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Biologia (Ecologia)) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.1991. 176 f.
- MOTTA, F. C. P. A teoria geral dos sistemas na teoria das organizações. **Revista de Administração Empresarial**. Rio de Janeiro. 1971. p. 15-33.
- NEWSTROM, L. E. e FRANKIE, G. W. A New Classification for Plant Phenology Based on Flowering Patterns in Lowland Tropical Rain Forest Trees At La Selva, Costa Rica. **Biotropica**. ed. 26(2), p.141-159. 1994.
- NOGUEIRA, A. C. O.; SABINO, C. V. S. Revisão do gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* L. de interesse para a indústria farmacêutica. **Revista Fitos**: vol. 7, n.2, p.77-84. 2012.
- OLIVEIRA, T. M.; AMARAL, G. C.; FARIAS, S. G. G.; ALVES, A. R.; MAIA, E. L.; SANTOS, L. M. Superação de dormência de sementes de Mororó (*Bauhinia forficata* Linn.). **Scientia Plena**: v. 8, n.4. 2012.
- OTÁROLA, M. F.; ROCCA, M. A. Flores no tempo: A floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- RECH, A. R.; WASTERKAMP, C. Biologia da polinização: uma síntese histórica. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 2003. p. 77-90.
- REIS, A; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de Áreas Florestais Degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Instituto Florestal-SP. 1999. p. 23.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; BARROS, L. C. de. Tropical Rain Forest regeneration in área degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest Ecology and Management**. n.190, p. 323-333. 2004.
- ROSHCHINA, V. V.; ROSCHINA, V. D. **The excretory function of higher plants**. Springer-Verlag, Berlin. 1983.
- SARGENT, R. D. Floral symmetry affects speciation rates in angiosperms. **Proc. R. Soc. Land**. v. 271, p. 603-608. 2004.

SCHUMACHER, M. V., LONGUI, S. J., BRUN, E. J., KILCA, R., V. A Floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Organizado e Editado pelos autores. Santa Maria: [s. n]. 2011. 320p.

SCHIELSTL, F. P.; JOHNSON, S. D. Pollinator-mediated evolution of floral signals. **Trends in Ecology & Evolution**. Elsevier. v. 28, n.05, p.307-315. 2013.

SCHORN, L. A. **Aspectos ecológicos da Produção de Sementes**. Universidade Regional de Blumenau. 2003.

SILVA, K. L. da; FILHO, V. C. Plantas do gênero *Bauhinia*: Composição química e potencial farmacológico. **Quim. Nova**: vol. 25, n. 3, p. 449-454. 2002.

SILVA, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 2003. p. 77-90.

SMIDT, E. C.; SILVA-PEREIRA, V. & BORBA E.L. Reproductive biology of two *Cattleya* (Orchidaceae) species endemic to the north-eastern Brazil. **Plant Species Biology**. ed. 51. p. 85-91. 2006.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; OUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Editora UFV. 2006. 276p.

TEIXEIRA, S. de P.; MARINHO, C. R.; PAULINO, J. V. A flor: aspectos morfofuncionais e evolutivos. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.

THOMPSON, J. N. Coevolution: The Geographic Mosaic of Coevolutionary Arms Races. **Current Biology**. ed. 15, p. 992-994. 2005a.

THOMPSON, J. N. Concepts of coevolution. **Trends in Ecology and Evolution**. ed. 4, p. 179-183. 1989.

THOMPSON, J. N. **The Geographic Mosaic of Coevolution**. The University of Chicago Press. Chicago and London. 445 p. 2005b.

VALE, C. C. do. Teoria Geral do Sistema: Histórico e Correlações com a Geografia e com o Estudo da Paisagem. **Entre-Lugar**. Dourados-MS. ano 3, n. 6, p. 85-108. 2012.

VELOSO, H. P. **Atlas florestal do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1966. 82 p.

VELOSO, H. P. et al. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In: FOLHA NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21. Rio de Janeiro: **Projeto Radambrasil**, 1975. cap. 4, p. 307-403. (Levantamento de recursos naturais, v. 8). Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php. Acesso em: janeiro de 2016.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. (Boletim técnico. Vegetação, n. 1). Salvador: Projeto Radambrasil, 1982. 86 p.

VIEIRA, M. F.; FONSECA, R. S.; ARAÚJO, L. M de. Floração, Polinização e Sistemas Reprodutivos em Florestas Tropicais. In: MARTINS, S. V. **Ecologia das Florestas Tropicais do Brasil**. Editora: UFV. 2012. p. 53-83.

VOGEL, S. Christian Konrad Sprengel's theory of the flower: the cradle of floral ecology. In: LLOYD, D. G.; BARRET, S. C. **Floral Biology**: Studies on floral evolution in Animal-Pollinated Plants. Chapman & Hall. 1996.

WASER, N. M.; OLLERTON, J. **Plant- Pollinator Interactions**: From Specialization to Generalization. The University of Chicago Press. Chicago and London. 2006.

CAPÍTULO II – RELAÇÕES ECOLÓGICAS NA OFERTA E QUALIDADE DO NÉCTAR COMO RECURSO FLORAL EM *Bauhinia forficata* Link.

RESUMO

A flor é uma estrutura extremamente complexa, tanto do ponto de vista morfológico quanto funcional. As relações estabelecidas no contexto floral são responsáveis pela manutenção de diversos mecanismos ecológicos nos ecossistemas, entre eles, o da polinização. A interação mutualística entre plantas e polinizadores assegura a polinização efetiva e o fluxo gênico para as plantas e fornece recursos energéticos para a sobrevivência dos animais, ao mesmo tempo que demanda recursos de ambos, sempre em uma estreita relação entre perdas e ganhos. Buscando compreender melhor as dinâmicas envolvidas nestas interações, o presente trabalho objetivou determinar as características do néctar ofertado como principal recurso floral por *Bauhinia forficata* Link e a existência de mecanismos ecológicos relacionados à oferta deste recurso. O trabalho foi desenvolvido no município de Santa Maria-RS (29°41'25'' S, 53°48'42'' W) durante os meses de outubro de 2014 a janeiro de 2015, em duas áreas distintas. Foram demarcadas no total 11 matrizes das quais avaliaram-se: período de floração, número de flores produzidas, concentração e volume de néctar instantaneamente disponível (NID), número de visitantes florais e intensidade de interação. As variáveis foram testadas pela aplicação do teste de Kruska-Wallis, por Análise de Regressão, Análise de Componentes Principais e por Análise de Discriminantes. A duração total da floração foi de 20 dias. A produção média de flores por matriz foi de 41. O volume médio de NID observado para a espécie foi de 40,3 µl e a concentração média foi de 0,265 mg/µl. Foi encontrada diferença significativa para o volume e a concentração de néctar ao longo da floração. O volume de NID e o tempo de floração apresentaram correlação significativa entre si. O número médio de visitantes florais foi de 18,24 por matriz e de 13,39 por dia. A intensidade média de interação foi de 59,94% por matriz e de 64,33% por dia. Na análise de componentes principais foi encontrada correlação significativa entre o número de flores disponíveis e o número de visitantes, também foi observada correlação entre a intensidade de visitação e o número de visitantes florais. A análise de discriminantes identificou 4 grupos distintos entre as matrizes à partir das variáveis de estudo. Pode-se concluir, com base na alta concentração de néctar e no alto volume produzidos bem como na duração e intensidade, tanto de floração quanto de interação, e no número de visitantes florais, que a espécie *B. forficata* apresenta comportamento generalista na oferta de recursos, sendo ainda uma importante fonte energética para a dieta de uma vasta gama de polinizadores e atuando como indutora dos processos ecológicos e do fluxo gênico na área de estudo.

Palavras-chave: ecologia floral, interação, polinização, mutualismo.

ECOLOGICAL RELATIONS IN THE OFFER AND QUALITY OF NECTAR AS A FLORAL RESOURCE IN *Bauhinia forficata* Link.

ABSTRACT

The flower is an extremely complex structure, both morphological and functional point of view. The relationships established in floral context are responsible for maintaining diverse ecological mechanisms in ecosystems, including the pollination. The mutualistic interactions between plants and pollinators assures effective pollination and the genetic flow to plants and provides energy resources for the survival of animals, while demand resources from both, always a close relationship between losses and gains. Seeking understand to better the dynamics involved in these interactions, this study aimed to determine the nectar features offered as the main floral resource by *Bauhinia forficata* Link, a species of legume native of the Deciduous Forest and the existence of ecological mechanisms related to the provision of this resource. The study was conducted in Santa Maria-RS (29 ° 41'25 " S, 53 ° 48'42 " W) during the months of October 2014 to January 2015 in two distinct areas. We demarcated on the total, eleven matrices and evaluated flowering period, number of flowers produced, concentration and volume of nectar standing crop (NSC), number of flower visitors and intensity of interaction. The variables tested by Kruskal-Wallis test, Regression Analysis, Principal Component Analysis and Discriminant Analysis. The total period of flowering was 20 days. The average production of flowers per matrices was 41. The average volume of NSC for the species observed was 40.3 µL, and the mean concentration was 0.265 mg /µl. We found a significant difference to the volume and concentration of nectar during flowering. The volume of NSC and flowering time were significantly correlated with each other. The average number of flower visitors was 18.24 for matrices and 13.39 per day. The average intensity of interaction was 59.94% per matrices and 64.33% per day. In principal component analysis found a significant correlation between the number of available flowers and the number of visitors, also observed correlation between the intensity of visits and the number of flower visitors. A discriminant analysis identified four distinct groups between matrices from the study variables. It can be concluded, based on the high concentration of nectar and high volume production, as well as the duration and intensity of both flowering much interaction, and the number of flower visitors, that the *B. forficata* Link presents general behavior in the offer resources. It is still an important energy source for the diet of a wide range of pollinators and acting as an inducer of ecological processes and genetic flow in the study area.

Keywords: floral ecology, interaction, pollination, mutualism.

1 INTRODUÇÃO

Os processos ecológicos relacionados à polinização estão entre os mais importantes para a perpetuação dos ecossistemas. Porém, pouco se conhece sobre estas dinâmicas de interação entre plantas e animais e sobre as características da oferta de recompensas florais para espécies nativas brasileiras, principalmente no que se refere a espécies de porte arbustivo e/ou arbóreo, em decorrência da dificuldade na obtenção dos dados.

As interações entre plantas e animais envolvidas nos processos reprodutivos, como por exemplo a oferta de recompensa para polinizadores em potencial, são as mais sensíveis às alterações do ambiente (MURCIA, 1996), tornando urgente a necessidade de conhecimentos específicos sobre as características destas relações.

A fenofase da floração, por exemplo, resulta em implicações ecológicas muito expressivas para as espécies vegetais, mas sua plena compreensão só é atingida no contexto da polinização. Esta compreensão torna-se cada vez mais necessária, pois o atual cenário de degradação ambiental e de mudanças climáticas globais afetam os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas, descaracterizando estas interrelações (OTÁROLO & ROCCA, 2014).

Dentre as recompensas ofertadas pelas plantas com flores, pode-se destacar o néctar, uma vez que sua composição é frequentemente relacionada a síndromes específicas de polinização, onde as proporções entre os diferentes tipos de açúcares e [a variação no volume produzido] destacam as preferências dos respectivos polinizadores (KRÖMER et al., 2008).

Souza et al. (2012) afirmam que a capacidade de produção e a variação na composição do néctar representam fatores primordiais para que ocorra visitação, isto também em decorrência das preferências dos polinizadores.

A composição do néctar produzido varia entre espécies, sendo que a concentração e o volume podem variar mesmo dentro de indivíduos da própria espécie (KRÖMER et al., 2008), variações estas influenciadas por alterações ambientais, fatores genéticos, ou pela própria indução orientada pela ação dos visitantes.

Por representar uma das principais recompensas para os polinizadores, tanto a produção como a composição do néctar, sofreram pressões de seleção dos agentes polinizadores como induziram pressões seletivas nestes (BAKER E BAKER, 1997), acabando por moldar o ambiente através da coevolução.

Mesmo sendo uma relação mutualística, devido aos custos energéticos demandados tanto pelas plantas para produção e oferta do recurso, quanto pelos animais na busca por

satisfazer sua necessidade nutricional, sempre haverá conflito de interesses na polinização (AGOSTINI; LOPES E MACHADO, 2014).

Agostini; Lopes e Machado (2014) definem que a efetividade do recurso só é atingida quando este satisfazer pelo menos uma das três necessidades primordiais dos animais, sendo elas: alimentação, reprodução e construção de ninho.

Este conflito de interesses na natureza, está sempre em busca de um equilíbrio dinâmico, onde as plantas obtenham como resultado final a polinização efetiva, com o menor custo energético, e os polinizadores obtenham o maior ganho calórico, com o menor custo possível.

Diversos estudos relatam a obtenção de recursos das plantas por parte dos polinizadores, no entanto, pouco se conhece sobre as relações energéticas e ecológicas envolvidas neste processo, principalmente no Brasil (AGOSTINI; LOPES E MACHADO, 2014).

Plantas capazes de induzir o fluxo gênico através da atração generalista de visitantes, sem perder vigor e viabilidade reprodutivos, formando portanto nichos ecológicos biodiversos, caracterizariam o conceito de espécie-chave ecossistêmica e seriam, portanto, prioritárias em processos de restauração, onde o rápido retorno das interações ecológicas e a capacidade de estabelecimento e perpetuação, são essenciais.

Desta forma, espécies que disponibilizem maiores quantidades de recursos com composição que atraia uma vasta gama de agentes polinizadores, sendo ainda capazes de ofertar recurso com qualidade energética satisfatória, em equilíbrio com a indução do fluxo gênico e da polinização cruzada, representariam as características ideais quanto à interação ecológica para espécies recomendadas em processos de restauração. Neste contexto, a Pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) apresenta-se como uma espécie de especial interesse, por seu comportamento rústico e de fácil adaptação.

A espécie ocorre em vários tipos de solo, suportando inclusive períodos de encharcamento, sendo muito atrativa à fauna, além de desenvolver-se bem em viveiro e adaptar-se rapidamente às condições de campo. Em decorrência destas características, a Pata-de-vaca é frequentemente utilizada em processos de restauração (CARVALHO, 2006; LORENZI, 2002; FRAGOSO E TEMPONI, [20??]).

A espécie apresenta ainda flores grandes e vistosas, destacadas nos ramos e em grande número, com produção de néctar e pólen. Além disto, sua característica de florescimento, e seu comportamento ecológico de formação de grupamentos (capões), aumenta ainda mais a atratividade da espécie e indica a possibilidade de comportamento generalista e de indução do fluxo gênico, tornando-a de grande interesse para estudos em Ecologia Floral e Ecologia da Restauração. Justificando, portanto, a realização deste trabalho, o qual objetiva determinar as

características do néctar ofertado pela espécie como principal recurso na atração de visitantes florais, e a existência de mecanismos ecológicos relacionados à sua oferta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo corresponde a duas áreas denominadas Área 1 e 2 (Figura 2-B e 2-C, respectivamente), situadas no Distrito de Arroio Grande do município de Santa Maria (RS) ($29^{\circ}41'25''$ S, $53^{\circ}48'42''$ W) (Figura 2-A).

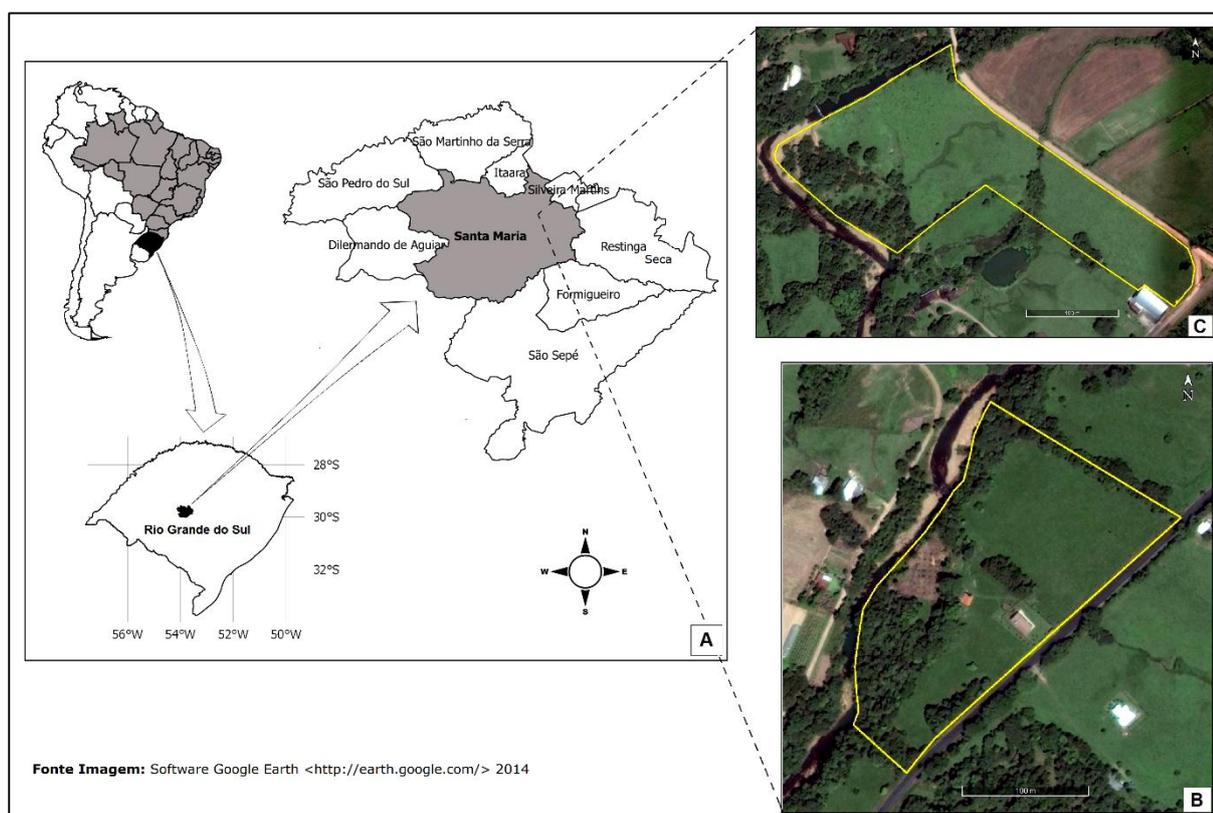


Figura 2- A- Localização geográfica do Município de Santa Maria, RS. B- Área de estudo 2, C- Área de estudo 1, ambas pertencentes ao Distrito de Arroio Grande.

Fonte: Adaptado de Software Google Earth, 2014 pelo Autor.

O município de Santa Maria, ao qual o Distrito de Arroio Grande pertence, apresenta formação florestal do tipo Floresta Estacional Decidual de Zona Tropical (adaptado de INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012), situando-se entre a Depressão Central e a Serra Geral (MARCHIORI, 2009).

Segundo a nova classificação climática para o estado do Rio Grande do Sul proposta por Maluf (2000), o município de Santa Maria enquadra-se no tipo Subtropical Úmido (ST UM), com temperatura média anual de 19,2°C e 13,8°C no mês mais frio e com precipitação anual média de 1708mm.

2.2 COLETA DE DADOS

O monitoramento do momento fisiológico dos indivíduos de *Bauhinia forficata* foi realizado entre outubro de 2014 e abril de 2015. A coleta de dados e de material vegetal para análise do néctar foi realizada ao longo de janeiro de 2015, abrangendo o período de floração da espécie no local de estudo.

Foram demarcadas 6 matrizes na Área 1 (M1, M2, M3, M4, M10 e M11) e 5 matrizes na área 2 (M5, M6, M7, M8 e M9) (Figura 3). As características das áreas adjacentes às matrizes estão relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1- Características das áreas adjacentes às matrizes de *Bauhinia forficata*.

Matriz	Isolada dos fragmentos	Localizada na borda de fragmento	Próxima ao rio/linha d'água	Varição do lençol freático	Solo bem drenado	Solo mal drenado	Solo úmido	Influência do gado
M1		X	X	X			X	
M2		X	X	X			X	
M3	X		X	X	X			
M4	X				X			
M5	X				X			
M6		X	X				X	X
M7		X	X				X	X
M8		X				X		X
M9		X			X			X
M10	X				X			
M11		X				X		

Fonte: Autor.

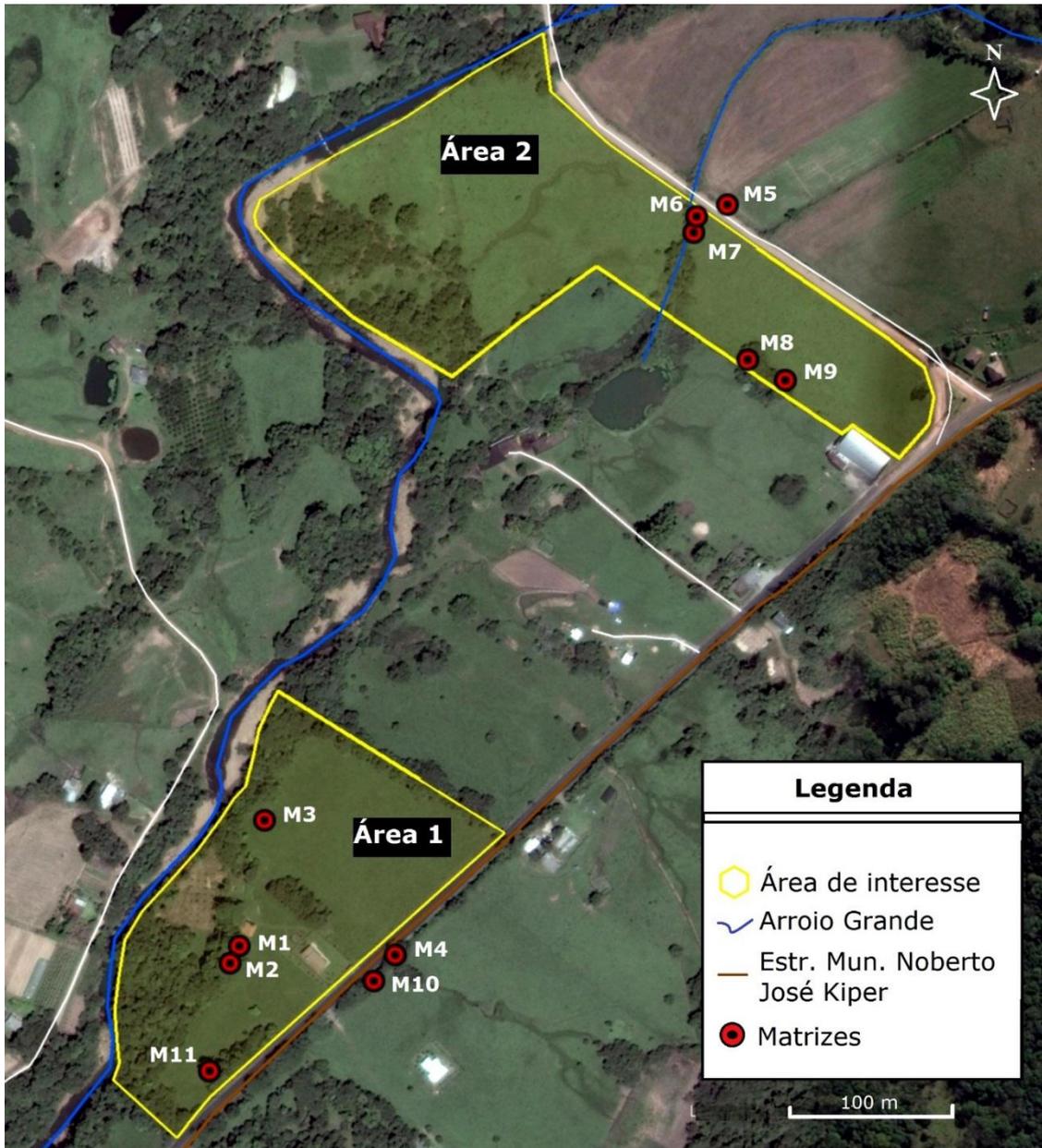


Figura 3- Croqui de localização espacial das áreas de estudo e das matrizes.

Fonte: Adaptado de Software Google Earth, 2014 pelo Autor.

A escolha das matrizes baseou-se em características fenotípicas, em caracteres de expressão do vigor fisiológico e na análise da fitossanidade dos indivíduos.

Para tal foram avaliados porte e acessibilidade da copa, vigor e vistosidade da copa e das folhas, ausência de sintomas de escassez nutricional nas folhas e ramos, presença e quantidade de botões florais e estado de maturação dos botões florais existentes. O estado fitossanitário dos indivíduos de Pata-de-vaca foi avaliado segundo a classificação visual proposta por Nicodemo et al. (2009).

Foram selecionadas como matrizes apenas os indivíduos que apresentaram a melhor combinação entre os fatores de análise fenotípica e de vigor fisiológico e que se enquadraram no Grau 1 (Leve: menos de 25% da planta danificada) na análise de fitossanidade.

A coleta das flores para realização das análises de volume e concentração de néctar foi realizada no período da manhã, entre 6 e 9 horas.

O número de flores coletadas por matriz variou de acordo com o número disponível na copa no momento das coletas, desde que a amostragem não fosse inferior a 3 e nem superior a 50% do número de flores disponíveis.

As flores coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e armazenadas em bolsas térmicas, sendo posteriormente encaminhadas para análise em laboratório, onde cada amostra foi separada em recipientes contendo água e hipoclorito de sódio para desinfestação.

A determinação da concentração de sólidos totais e volume de néctar foi feita de acordo com Dafni (1992) adaptado, realizando-se a avaliação de néctar instantaneamente disponível (NID) das flores abertas no momento da avaliação.

A determinação dos sólidos totais do néctar foi realizada com auxílio de refratômetro da marca Hinstherm ® com capacidade de detecção situada entre 0 e 32° Brix%. O volume foi determinado com auxílio de microseringas de 1ml (graduadas em 100 u.i) (Figura 4).

O índice de refração obtido foi convertido em concentração de açúcares utilizando-se da equação criada por Bolten et al. (1979) e Wolf et al. (1979) *apud* Pereira (2008).

A análise dos visitantes florais foi realizada concomitantemente à coleta das flores, 15 minutos por matriz, totalizando 1155 minutos de avaliação, onde se observaram o número de flores disponíveis, o número total de visitantes (indivíduos, sem considerar espécie), e a intensidade da visitação, a qual considerou não só a presença do visitante mas seu deslocamento entre flores da própria matriz. A determinação da intensidade foi feita por análise visual, através do estabelecimento de 5 categorias (10%, 25%, 50%, 75% e 100%).

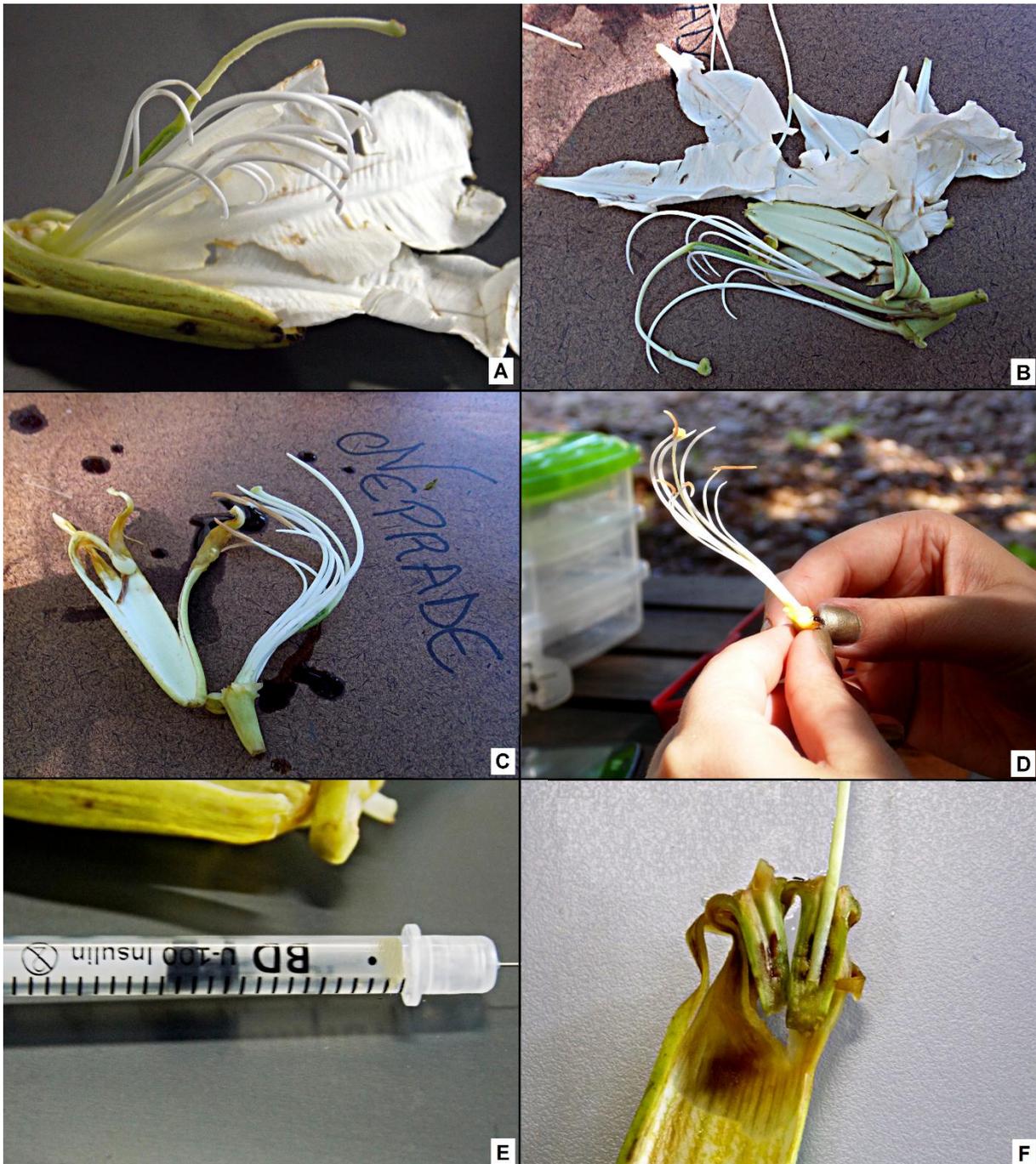


Figura 4- Passos para a extração de néctar em *Bauhinia forficata*. A- Flor coletada, B- flor com as pétalas retiradas, C- flor com as sépalas retiradas, D- abertura de espaço entre os estames, E- microseringa contendo néctar extraído F- cálice aberto para acesso aos nectários.

Fonte: Autor.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva e os testes de comparação de médias foram realizados com auxílio dos softwares Microsoft Excel[®] e Assistat (SANTOS E SILVA, 2015).

Para a análise de comparação de médias foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (FILHO et al., 2001).

A correlação entre as variáveis foi determinada através de análise de Regressão, com auxílio do software Microsoft Excel[®], sendo testadas a significância das correlações através da estimativa da estatística “t”, comparando-se aos valores tabelados de “t” de Student, para n-2 GL e nível de significância de 5 e 10%.

Para a classificação das matrizes em grupos de variáveis correlacionadas foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA).

Também foi realizada a análise de Discriminantes, tendo a variável agrupamento sido gerada pelo método de Ward, os coeficientes da função obtidos pelo método de Fischer e o modelo geral testado através do método Lambda de Wilk's.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A duração total da floração para a área de estudo foi de 20 dias (3 de janeiro de 2015 a 23 de janeiro de 2015), com variação no número médio de flores produzidas por dia e por matriz ao longo do tempo, sendo que após este período nenhuma matriz avaliada apresentava botões florais, em quaisquer estágios de maturação.

Segundo a classificação de Gentry, (1974), o comportamento de floração da espécie se enquadra no tipo Cornucópia, com floração estendida durante poucas semanas, e com produção considerável de flores por dia.

O padrão de Cornucópia é característico de espécies que adotam como estratégia de polinização a atração de diversos grupos de animais, combinando tanto polinizadores generalistas quanto polinizadores especialistas, e ocorre comumente em espécies que atraem tanto polinizadores diurnos quanto noturnos (OTÁROLO E ROCCA, 2014).

Todas estas características foram observadas quanto às relações ecológicas da espécie na área de estudo, reforçando a hipótese desta como espécie-chave no ecossistema em que se integra.

Entre as matrizes estudadas, seis (M1, M2, M4, M5, M6 e M9) apresentaram padrão de floração contínua (20 dias), sendo que as demais matrizes apresentaram períodos de floração diversos e produção de flores intercalada, porém, esta variação não foi significativa.

A produção contínua é preferível como estratégia de reprodução, na tentativa de assegurar a polinização efetiva e induzir o fluxo gênico, porém, muitos fatores, como a disponibilidade de nutrientes, fatores abióticos e a idade fisiológica da planta, podem afetar a capacidade de produção de flores (REICH E BORECHERT, 1984; OTÁROLO E ROCCA, 2014).

Segundo Rocca e Sazima (2006), a sincronia de floração pode ocorrer também em decorrência da necessidade de parceiros reprodutivos, o que gera pressões seletivas, principalmente para espécies autoincompatíveis como é o caso da Pata-de-Vaca.

As flores apresentaram duração de um dia, com antese noturna ocorrendo entre 1:00 e 2:00 horas da manhã e senescência no período da tarde, entre 14:00 e 16:00 horas. No momento da antese completa das flores, pólen e néctar já se encontravam disponíveis.

A floração intensa, altamente sincrônica e o período curto de duração podem diminuir a probabilidade de visitação de uma determinada flor, podendo resultar, conseqüentemente, em menor sucesso reprodutivo total (KUDO, 2006 *apud* OTÁROLO E ROCCA, 2014)

No entanto, para *Bauhinia forficata* o caráter generalista de oferta de recursos desencadeia mecanismos de compensação ecológica onde o grande número e variedade dos visitantes florais atraídos compensam a sincronia e a densidade de floração. E, em conjunto, aumentam a probabilidade de sucesso reprodutivo da espécie.

A produção média de flores por dia foi de 41, porém este valor variou muito entre as matrizes.

As matrizes 3 e 7, apresentaram os menores números de produção média de flores, diferindo estatisticamente das demais. As matrizes 8, 9, 10 e 11, produziram mais flores ao longo da floração, não diferindo estatisticamente entre si, mas diferindo das demais (Tabela 1).

Marques, Tagliati e Faria, (2015), analisando indivíduos da espécie *Billbergia horrida* Rengel (Bromeliaceae), encontraram um número médio de produção de flores por dia variando entre 4-10. A espécie *B. horrida* é caracteristicamente polinizada por morcegos, e apesar de tratar-se de uma Bromeliaceae, apresenta relações ecológicas (antese noturna e período de duração das flores) semelhantes à *Bauhinia forficata*, provavelmente em decorrência das adaptações morfofisiológicas à Quiropterofilia.

Em geral, o número médio de flores produzidas por dia encontrado em literatura, situa-se entre 3 e 15. Valores maiores foram encontrados para poucas espécies, sendo que todas

tratavam-se de árvores de grande porte, como por exemplo *Tabebuia heptaphylla*, a qual apresentou produção média de 110 flores por dia (RODRIGUES E ARAUJO, 2010; PAULINO-NETO, 2006; ARAÚJO, FARIA E OLIVEIRA, 2011).

O número médio de flores produzidas por dia em *Bauhinia forficata* indica importantes mecanismos ecológicos, pois a produção de um grande número de flores é especialmente importante como estratégia ecológica quando analisada a necessidade de sucesso reprodutivo em espécies com caráter pioneiro, ou com comportamento de colonizadoras.

A intensidade de oferta de flores aumenta as chances de que os polinizadores desloquem-se de áreas protegidas buscando por abundância de alimentos.

Tabela 2- Comparação de médias para a produção total e produção média de flores por matriz de *Bauhinia forficata* ao longo da floração.

MATRIZ	NTFP	PMF	CLASSIFICAÇÃO
M1	96	14	AB
M2	118	17	AB
M3	23	8	B
M4	211	30	AB
M5	230	33	AB
M6	105	15	AB
M7	25	8	B
M8	435	87	A
M9	637	123	A
M10	325	81	A
M11	189	63	A

* As médias foram arredondadas para melhor compreensão da variável de estudo. Onde: NTFP= número total de flores produzidas, PMF= produção média de flores por dia. Classificação= ranqueamento estatístico através da aplicação do teste de Kruskal-Wallis. Variáveis com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autor.

O volume médio de néctar instantaneamente disponível (NID) encontrado para a espécie foi de 40,3 µl. Os maiores volumes de néctar foram encontrados para a matriz 10, a qual apresentou produção média de 44,76 µl ao longo da floração. A matriz 3 apresentou a menor produção média de néctar (Tabela 2).

O volume médio encontrado é considerado baixo para espécies polinizadas por morcegos, ou com caracteres florais indicativos de Quiropterofilia como é o caso da *B. forficata* (VERÇOZA et al., 2012; MUNIM, TEIXEIRA E SIGRIST, 2008).

Porém, é muito superior ao que se conhece das espécies como *Bauhinia ruffa*, *Tabebuia heptaphylla*, *Couepia uiti* e *Gaylussacia brasiliensis*, que variam em média entre 6 e 16 µl

(RODRIGUES E ARAUJO, 2010; PAULINO-NETO, 2006; ARAÚJO, FARIA E OLIVEIRA, 2011).

Todas as espécies anteriormente citadas, apresentam porte arbóreo e/ou arbustivo, assim como a Pata-de-vaca, e são caracteristicamente polinizadas por pássaros ou especificamente por Beija-flores, sendo que estas aves também apresentam demandas energéticas grandes, e necessitam de uma grande quantidade de recursos. No entanto, *Billbergia horiida*, que é polinizada por morcegos, apresenta produção média de volume de néctar (64,8 µl) superior, porém semelhante, ao encontrado para *Bauhinia forficata* (MARQUES, TAGLIATI E FARIAS, 2015).

A concentração média de açúcares no néctar instantaneamente disponível (NID) de *Bauhinia forficata* foi de 0,265 mg/µl (26,5%). A matriz M2 apresentou a maior concentração média (34,8%). A menor concentração média foi encontrada na matriz M10 (18,7%) (Tabela 2).

Tabela 3- Análise de diferença significativa para a concentração média de açúcares e volume médio de néctar em *Bauhinia forficata* ao longo da floração e por matriz.

MATRIZ	CONCENTRAÇÃO (mg/µl)	VOLUME (µl)	CONCENTRAÇÃO*	VOLUME*
M1	0,2513	36,25	ABC	ABC
M2	0,3478	43,90	C	BC
M3	0,2782	18,44	ABC	C
M4	0,2108	37,68	AB	ABC
M5	0,2446	29,98	ABC	ABC
M6	0,2407	28,78	ABC	ABC
M7	0,2417	22,16	ABC	AB
M8	0,2552	37,20	ABC	ABC
M9	0,2650	40,30	ABC	ABC
M10	0,1873	44,76	A	A
M11	0,3293	29,76	BC	ABC

* A comparação de médias foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, onde variáveis com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autor.

A concentração média de açúcares totais (sólidos solúveis) encontrada em *Bauhinia forficata* foi muito semelhante à obtida para a espécie *Bauhinia ruffa* (20,5%) e superior à encontrada para *Bauhinia curvula* (15%), espécies estas pertencente ao mesmo gênero (TEIXEIRA E SIGRIST, 2008; RODRIGUES E ARAUJO, 2010).

Todavia, esta concentração é considerada alta para espécies polinizadas por morcegos (MUNIN, TEIXEIRA E SIGRIST, 2008; VERÇOZA et al., 2012; SAZIMA, VOGEL E SAZIMA, 1989).

Estes dados relacionados a volume e concentração sugerem que as características relacionadas à produção e oferta de recursos estejam vinculadas a coevolução e a pressão de interação gerada pelos agentes polinizadores, tanto quanto às relações filogenéticas entre as espécies.

Através da realização da análise de comparação de médias, encontrou-se diferença significativa entre o volume médio de NID e a concentração média de açúcares no néctar de *B. forficata* tanto ao longo da floração quanto entre matrizes (Tabela 3).

Tabela 4- Análise de diferença significativa para a concentração média de açúcares e volume médio de néctar em *Bauhinia forficata* ao longo da floração e por matriz.

DAIF*	VALORES MÉDIOS		RANQUEAMENTO ESTATÍSTICO**	
	CONCENTRAÇÃO (mg/μl)	VOLUME (μl)	CONCENTRAÇÃO	VOLUME
1	0,2264	21,11	AB	B
2	0,2348	21,23	AB	AB
3	0,2136	29,88	B	AB
8	0,2438	29,31	AB	AB
10	0,2860	44,41	AB	AB
11	0,2905	38,85	A	AB
15	0,2607	46,82	AB	A

* DAIF- dias após o início da floração ** A comparação de médias foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, onde variáveis com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autor.

Houve correlação significativa ($t_{0,05}$) entre volume e tempo (dias após o início da floração) na análise geral (considerando todas as matrizes), com tendência de acréscimo na produção de néctar ao longo da floração (Figura 5). Concentração e Tempo, e Concentração e Volume, porém, não apresentaram correlação significativa.

Na análise individual por matrizes observou-se correlação entre volume e tempo, porém, esta correlação só foi significativa a $t_{0,05}$ (n-2GL) para as matrizes M1, M2 e M4, e para as matrizes M5 e M11 com $t_{0,1}$ (n-2GL). A correlação entre concentração e tempo só foi significativa para a matriz 11 com $t_{0,05}$ (n-2GL) e para a matriz 5 com $t_{0,1}$ (n-2GL). Concentração e volume apresentaram correlação significativa na matriz 4 ($t_{0,05}$; n-2GL) e 5 ($t_{0,1}$; n-2GL) (Tabela 4).

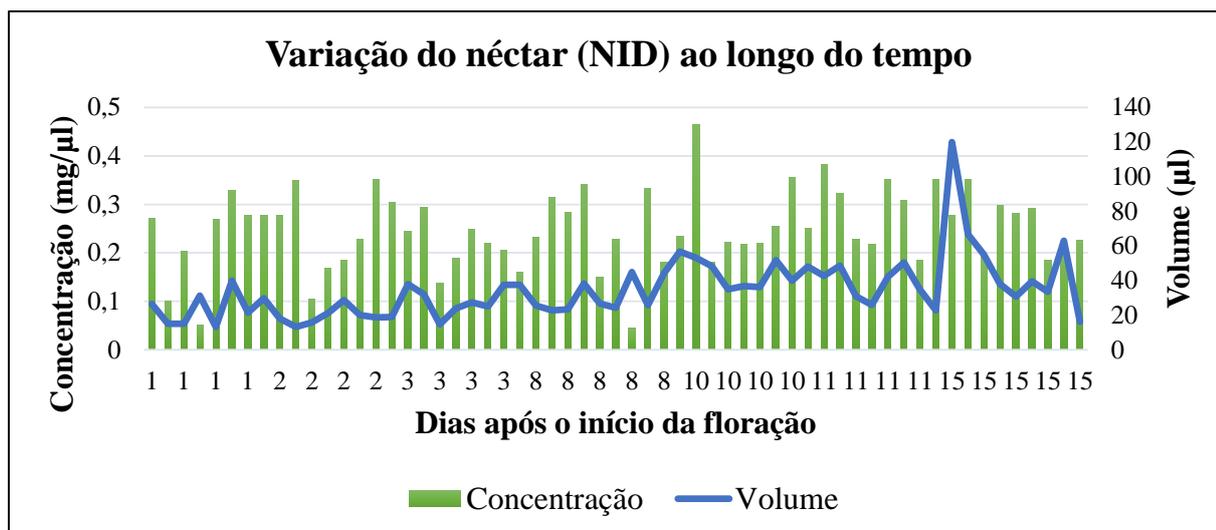


Figura 5- Variação do volume e concentração do néctar (NID) em *Bauhinia forficata* ao longo da floração.

Fonte: Autor.

Tabela 5- Correlação individual por matriz para as variáveis de estudo.

Matriz	Correlação de Spearman (R^2_{ajus})			Significância ($t_{0,05, n-2GL}$)			Significância ($t_{0,1, n-2GL}$)		
	CON x VOL	CON x DAIF	VOL x DAIF						
M1	-0,0278	-0,0244	0,3498	n	n	S	n	n	S
M2	0,0029	0,0598	0,3762	n	n	S	n	n	S
M3	-0,0466	-0,1513	-0,0672	n	n	n	n	n	n
M4	0,4508	0,1390	0,6077	S	n	S	S	n	S
M5	0,3356	0,2463	0,3206	n	n	n	S	S	S
M6	0,0204	-0,0240	-0,0219	n	n	n	n	n	n
M7	-0,1109	-0,0123	-0,1111	n	n	n	n	n	n
M8	-0,0170	0,0028	0,0453	n	n	n	n	n	n
M9	-0,0091	-0,0044	0,0259	n	n	n	n	n	n
M10	-0,0291	-0,0341	0,0298	n	n	n	n	n	n
M11	0,1927	0,3740	0,2864	n	S	n	n	S	S

* Onde: CON- concentração, VOL-volume, DAIF- dias após o início da floração, n- correlação não significativa pela aplicação do teste “t” de Student, S- correlação significativa pela aplicação do teste “t” de Student.

Fonte: Autor.

O número médio de visitante florais foi de 18,24 por matriz e de 13,39 por dia. A intensidade média de visitação foi de 59,94% por matriz e de 64,33% por dia ao longo da floração. O número médio de flores encontrado foi de 42,18 por matriz e de 39,94 por dia ao longo da floração (Tabela 5).

Estes dados indicam que a produção média de flores e o número efetivo de visitantes florais atraídos, dependem mais das características genéticas dos indivíduos, em decorrência de apresentarem maior variação entre matrizes do que ao longo do período de avaliação. Já a intensidade média de visitação é também influenciada pelas condições climáticas que afetam o comportamento dos visitantes, variando, portanto, mais ao longo do período de avaliação do que entre matrizes.

Tabela 6- Número médio de flores, Intensidade média de visitação e Número médio de visitantes florais em *Bauhinia forficata* por matriz e ao longo da floração.

Matriz	Número médio de flores	Intensidade média de visitação (%)	Número médio de Visitantes Florais
M1	14	60,71	11,71
M2	17	57,14	11,14
M3	8	53,33	11,33
M4	30	53,57	8,86
M5	33	32,86	75,00
M6	15	57,14	7,57
M7	8	41,67	5,33
M8	87	80,00	22,40
M9	123	87,50	28,33
M10	81	68,75	11,25
M11	63	66,67	7,67
Média Geral	42,18	59,94	18,24
DAIF	Número médio de flores	Intensidade média de visitação (%)	Número médio de Visitantes Florais
1	9,00	60,71	6,43
2	15,67	66,67	16,22
3	22,88	59,38	12,50
8	44,89	65,00	13,67
10	81,50	62,50	15,50
11	61,11	75,00	24,00
15	44,56	61,11	5,44
Média Geral	39,94	64,33	13,39

* Onde: DAIF- dias após o início da floração.

Fonte: Autor.

Não foram encontradas indicativos de pressão de seleção para a espécie por parte dos polinizadores na oferta e na qualidade dos recursos disponibilizados.

Relações como concentração de açúcares, volume de néctar e número de flores produzidas não apresentaram correlação significativa. Também não foram encontrados

indicativos significativos de que a intensidade de visitação ou o número efetivo de visitantes tenha influenciado a produção e a oferta dos recursos (Tabela 4).

No entanto, em se tratando de relações ecológicas entre a produção de flores, oferta de recursos e interação com visitantes florais, a diferença entre tempo ecológico e tempo evolutivo deve ser considerada (KUDO, (2006) *apud* OTÁROLO E ROCCA, 2014).

Durante o período evolutivo, a espécie de estudo coevoluiu com o ecossistema de ocorrência, tanto em decorrência das relações filogenéticas apresentadas pela família e pelo gênero ao qual a espécie pertence (flores grandes, oferta de recursos florais, frutos do tipo vagem, etc), quanto pela interação com os agentes que compartilham o mesmo nicho ecológico (características morfofisiológicas relacionadas à quiropterofilia em todo o gênero, por exemplo).

Ainda, as alterações bióticas e abióticas no ecossistema também são suscetíveis de causar pressões seletivas nas espécies, principalmente nos sistemas reprodutivos e nas interações relacionadas à polinização (MURCIA, 1996).

A Pata-de-vaca, apesar de possuir caracteristicamente morfofisiologias que a delimitam como espécie Quiropterófila, apresentou ao longo das avaliações comportamento de atração generalista, sendo efetivamente polinizada por um grande número de agentes. Servindo também como recurso alimentar primordial na área de estudo, uma vez que esta representava a maior fonte de alimento para agentes polinizadores no momento da avaliação.

Pode-se afirmar, seguindo a Teoria Evolutiva de Darwin (1859), que a espécie sofreu pressões seletivas que moldaram seu genótipo e fenótipo para a melhor adaptação com o meio e, no tempo evolutivo, todas as características benéficas foram fixadas geneticamente.

No tempo ecológico, no entanto, as constantes mudanças no meio, geraram a necessidade de resposta rápida e recíproca por parte das espécies.

As alterações ambientais que decorreram, por exemplo, no afastamento ou na redução de polinizadores potenciais ou efetivos do nicho ecológico ocupado pela *Bauhinia forficata*, induziram adaptações no seu comportamento. Concomitantemente, os agentes polinizadores existentes nestes locais adaptaram-se ao forrageamento dos recursos disponíveis.

Estes comportamentos são denominados por Thompson, (2005) como “atributos não evidentes da evolução contínua no nível de seleção coevolucionária local e isolada”.

Desta forma, a não observância de indicativos de pressões seletivas pode exemplificar apenas uma inflexão na trajetória evolutiva da espécie em resposta ao ambiente.

A adaptação da espécie *Bauhinia forficata* à atração generalista de polinizadores relacionada à disponibilidade e qualidade do néctar, e a resposta recíproca destes à sua oferta

de recursos, pode indicar um estágio de adaptação evolutiva e ecológica aos novos nichos oriundos das mudanças climáticas e alterações ambientais, isto em pequenos mosaicos de coevolução (Hotspots).

Sendo que as reais implicações destas interações nas características genéticas, morfológicas, fisiológicas e no comportamento tanto da espécie vegetal quanto dos animais que com ela interagem, só serão observadas quando fixadas ao decorrer do tempo evolutivo.

Como a coevolução pode estar ocorrendo em pequenos Hotspots, a análise matemática e estatística através da correlação simples, por necessitar de um padrão fixo com repetições satisfatórias dentro do espaço amostral, pode não ser sensível suficientemente para detectar linhas de tendências ainda não fixadas geneticamente nas espécies vegetais.

Desta forma, explica-se o fato de que os padrões de interação, mesmo que observados à campo no momento ecológico, só possam ser perceptíveis matematicamente ao longo do tempo evolutivo, e isto apenas se considerados benéficos adaptativamente e, portanto, fixados à genética da espécie.

Através da realização da Análise de Componentes Principais, por tratar-se de uma estatística mais sensível a variação dos dados, pode ser observada uma correlação significativa entre o número de flores disponíveis por matriz e o número de visitantes florais ($r^2_{\text{ajus}} = 0,309$) e entre a intensidade de visitação e o número de visitantes florais ($r^2_{\text{ajus}} = 0,342$), mesmo ambas estando muito próximas ao limiar de aceitação.

Foram encontradas duas componentes principais (CP). A CP1 apresentou autovalor de 2,669, explicando 44,48% da variância dos dados. A CP2 apresentou autovalor de 1,069, com capacidade de explicação da variância de 17,82%. As variáveis que mais contribuíram para a formação da primeira componente foram: número de flores, dias após o início da floração e número de visitantes. Na formação da segunda componente, as maiores contribuições foram oriundas da concentração e da intensidade de visitação (Figura 6).

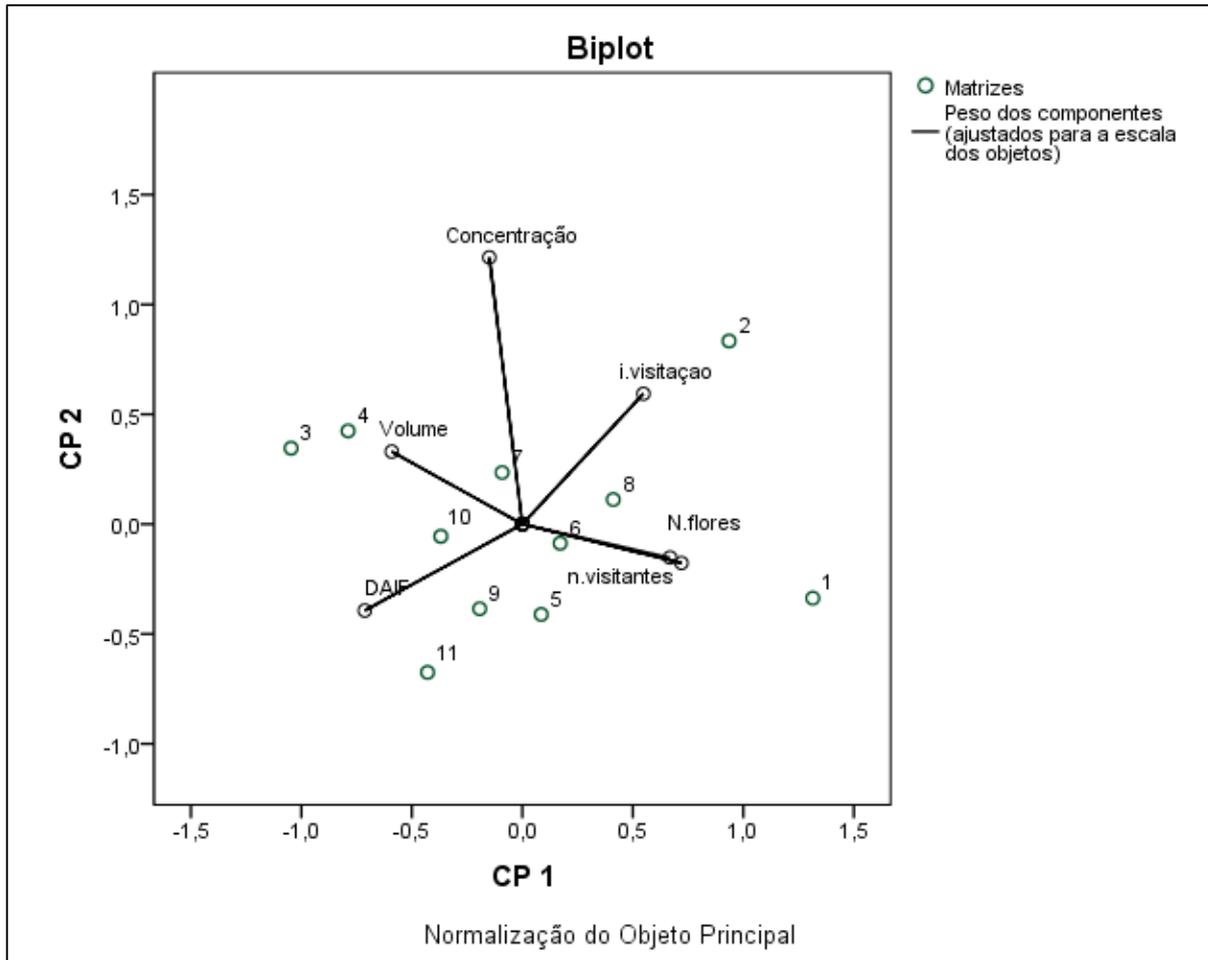


Figura 6- Diagrama de ordenação produzido por Análise de Componentes Principais para as características relacionadas à interação planta-polinizador.

Fonte: Autor.

Na análise de discriminantes foram identificados 4 subgrupos de matrizes com características semelhantes quanto às interações planta-polinizador, baseado nas variáveis: dias após o início da floração, número de flores, intensidade de interação e número de visitantes (Figura 7). A análise conseguiu discriminar corretamente 91,5% dos dados e variáveis originais.

As matrizes M1, M6 e M11 foram enquadradas principalmente no grupo discriminante 4, o qual teve como variável de maior peso de carregamento, o tempo de floração. A matriz M2, enquadrou-se nos grupos discriminantes 4 e 1, representados respectivamente por tempo de floração e intensidade de visitação.

As matrizes M3 e M4 foram discriminadas como pertencentes igualmente aos grupos 1, 2 e 4, tendo como principais variáveis, respectivamente, a intensidade de interação, número de visitantes e o tempo de floração.

A matriz M5 foi discriminada como pertencente principalmente ao grupo 2 (número de visitantes). A matriz M7 foi discriminada como pertencente principalmente ao grupo 1 (intensidade de visitação).

As matrizes M8 e M9 foram enquadradas no grupo discriminante 3, o qual apresenta alto peso de carregamento para as 4 variáveis de estudo.

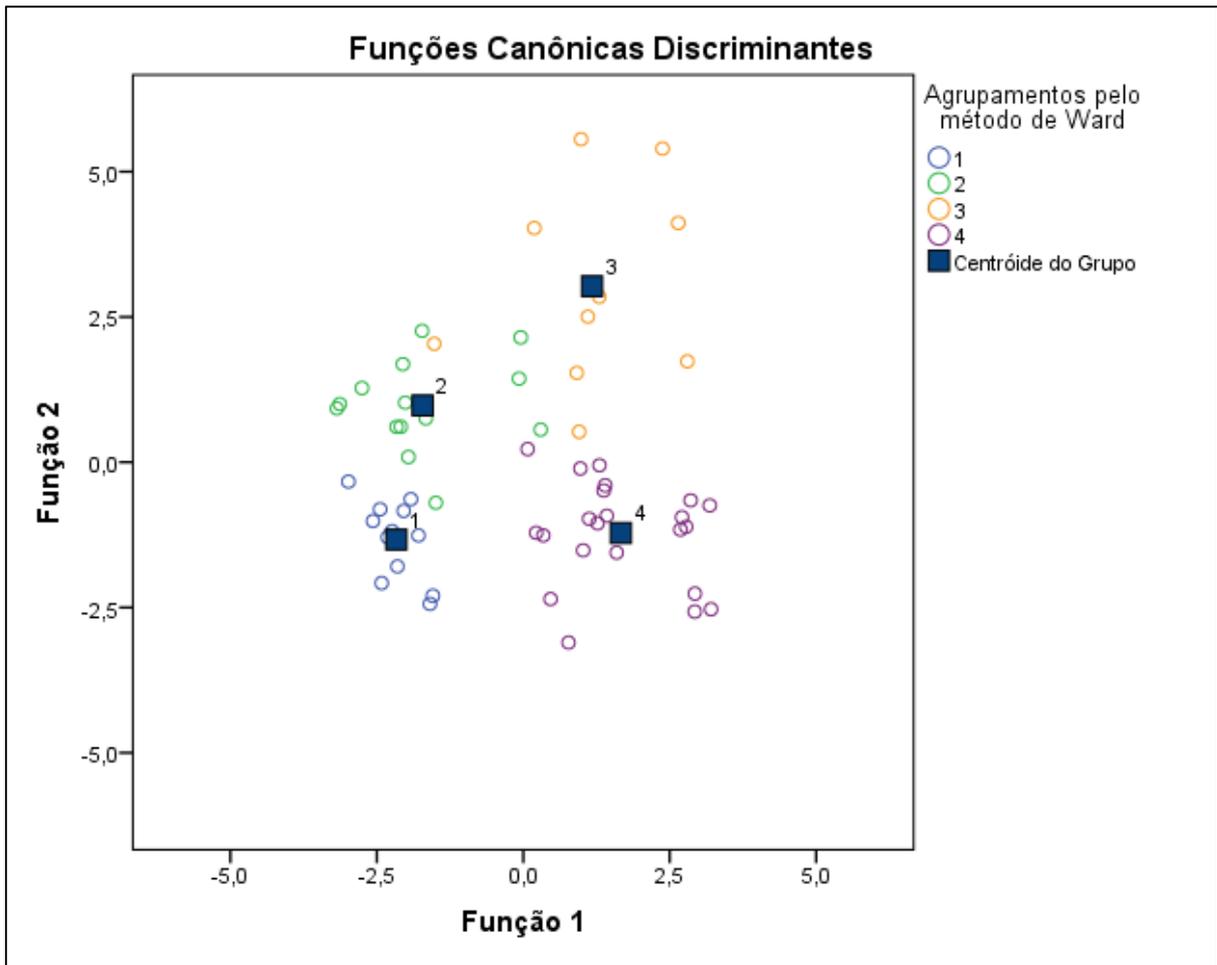


Figura 7- Gráfico da distribuição das matrizes em grupos através de Funções Canônicas Discriminantes obtidas à partir das variáveis: dias após o início da floração, número de flores, intensidade de interação e número de visitantes.

Fonte: Autor.

4 CONCLUSÃO

A alta concentração de néctar e o alto volume produzidos, bem como a duração e a intensidade da floração de *Bauhinia forficata* caracterizam-na como atrativa generalista e como importante recurso energético para a dieta de uma vasta gama de polinizadores.

Os diferentes mecanismos de compensação ecológica observados, demonstram a capacidade de adaptação da espécie a diferentes ambientes, com níveis de complexidade e de interrelações distintos.

Características relacionadas à atração dos visitantes florais, como, volume e concentração de néctar e número de flores disponíveis, demonstraram serem fixadas geneticamente na espécie ao longo do tempo evolutivo. E, uma vez que não variaram significativamente entre matrizes à ponto de influenciar na atração diferenciada de grupos ou guildas de visitantes, fomentaram a provável existência de variação na qualidade do néctar (tipos e concentrações de açúcares, entre outros componentes), as quais possam justificar a variação encontrada quanto ao comportamento dos visitantes florais. Recomendando, portanto, a análise da qualidade do néctar em estudos futuros para a espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, K.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Recursos Florais. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- ARAÚJO, F. P. de; FARIAS Y. E. F.; OLIVEIRA, P. E. Biologia Floral e visitantes de *Gaylussacia brasiliensis* (Spr.) Meissner (Ericaceae)- uma espécie com anteras poricidas polinizada por beija-flores. *Acta Botânica Brasilica*. 2011. v. 25(2), p. 387-394.
- BAKER H. G.; BAKER I. Intraspecific constancy of floral nectar amino acid complements. *Botanical Gazette*. v. 138, p. 183-191. 1977.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v.2.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach**. Oxford, Oxford University Press, 1992. 250p.
- DARWIN, C. R. **On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: John Murray. 1859.
- FILHO, A. C.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. **Testes não-paramétricos para pesquisas agrícolas**. Santa Maria: UFSM/ CCR/ Departamento de Fitotecnia. 2001. 97 p.
- FRAGOSO, R. de O.; TEMPONI, L. G. **Avaliação do desenvolvimento de espécies arbóreas em modelo de enriquecimento no corredor de biodiversidade de Santa Maria-PR**. [20??].
- GENTRY, A. H. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. *Biotropica*. v. 6, p. 64-68. 1974.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª edição. 2012. Disponível em: <http://www.uff.br/horto/Ensino/manualtecnicodavegetacaobrasileira.pdf>. Acessado em: janeiro de 2016.
- KRÖMER, T.; KESSLER, M.; LOHAUS, G.; SCHMIDT-LEBUHN, A. N. Nectar sugar composition and concentration in relation to pollination syndromes in Bromeliaceae. *Plant Biology*. v. 10, p. 502-511. 2008.
- LONGHI, S. J.; ARAUJO, M.; KEELING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmentos de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. *Ciência Florestal*. Santa Maria. v.10, n. 2, p. 59-74. 2000.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1.
- MALUF, J. R. T. Nova Classificação Climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria. v. 8, n. 1, p. 141-150. 2000.

MARCHIORI, J. N. C. A vegetação em Santa Maria. **Ciência & Ambiente: História Natural de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria- UFSM. Editora Pallotti: n.38. 2009.

MARQUES, J. S.; TAGLIATI, M. C.; FARIA, A. P. G. Diurnal versus nocturnal pollination in *Billbergia horrida* Regel (Bromeliaceae) and the first record of chiropterophily for the genus. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v.87(2), p. 835-842. 2015.

MUNIN, R. L.; TEIXEIRA, R. C.; SIGRIST, M. R. Esfingofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae: Caesalpinoideae) em Cerrado no Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasil. Bot.** 2008. v. 31. n. 1, p. 15-25.

NICODEMO, M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; PEZZOPANE, J.; SANTOS, P.; VINHOLIS, M. D.; BARIONI JUNIOR, W. Desenvolvimento de árvores nativas em sistemas silvipastoril e agrossilvipastoril na região Sudeste. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA ZOOTECNIA. **Empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda**. Salvador: SBZ: UFBA, 2010.

OTÁROLA, M. F.; ROCCA, M. A. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.

PAULINO-NETO, H. F. Pollination and breeding system of *Coupeia uiti* (Mart. And Zuc.) Benth (Chrysobalanaceae) in the Pantanal da Nhecolândia. **Brazil J. Biol.** São Carlos. v.67, n.4. 2007.

PEREIRA, D. S. **Estudo do potencial de produção de néctar da Jitirana branca (*Merremia aegyptia*) em área de caatinga no sertão central em Quixeramobim-CE**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró-RN, 2008.

REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**. v.72, p. 61-74. 1984.

ROCCA, M. A.; SAZIMA, M. The dioecious, sphingophilous species *Citharexylum myrianthum* (Verbenaceae): pollination and visitor diversity. **Flora**. v. 201, p. 440-450. 2006.

RODRIGUES, L. C.; ARAUJO, A. C. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. **Braz. J. Biol.** v. 71, n. 3, p. 611-622. 2010.

SANTOS E SILVA, F. de A. **Assistat: Assistência Estatística**. DEAG-CTRN-UFCG. Campina-Grande-PB. 2015.

SAZIMA, I.; VOGEL, S.; SAZIMA, M. Bat pollination of *Echolorium glaziovii* a terrestrial bromeliad. **Plant Systematics and Evolution**. 1989. v. 168, p. 167-179.

SOUZA, E. H. de, MASSAROLI, A. P., MORENO, I. A. M., ALENCAR, S. M de, SOUZA, F. V. D, MARTINELLI, A. P. **Quantificação e composição do néctar em Bromeliaceae**. II Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. Belém-PA. 2012.

VERÇOZA, F. C.; MARTINELLI, G.; BAUMGRATZ, J. F.; ESBÉRARD, C. E. Polinização e Dispersão de sementes de *Dyssochroma viridiflora* (Sims) Miers (Solanaceae) por morcegos

no Parque Nacional da Tijuca, um remanescente de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 10, n.1, p. 7-11, 2012.

CAPÍTULO III- VIABILIDADE POLÍNICA E ANÁLISE DA APTIDÃO À AUTOGAMIA EM *Bauhinia forficata* Link

RESUMO

O pólen além de ser o veículo do gameta masculino nas espécies vegetais, representa uma importante fonte proteica para a dieta de muitos grupos de insetos. Os estudos palinológicos e de sistemas reprodutivos das plantas são de fundamental importância para a compreensão dos fluxos e dinâmicas ecossistêmicas, contribuindo para a adoção de metodologias mais adequadas para as estratégias de restauração ecológica. Desta forma, o presente trabalho objetivou verificar a aptidão à autogamia e determinar a viabilidade polínica da espécie *Bauhinia forficata* e sua variação ao longo da floração. Para a análise da viabilidade polínica foi utilizado o método colorimétrico, sendo testados os seguintes corantes: 2,3,5- Cloreto de trifeniltetrazólio (TTC) (1%), Safranina (1%), Fucsina básica (1%) e Vermelho de metila (1%). As coletas foram realizadas no município de Santa Maria-RS em duas áreas distintas, num total de 11 matrizes. As anteras coletadas de flores das diferentes matrizes foram fixadas em solução de etanol- ácido acético (PA 3:1) e armazenadas em ambiente refrigerado (-28°C) até o momento da avaliação (9 meses depois), em que foram maceradas, coradas e transferidas para lâminas de microscopia. Consideraram-se viáveis os grãos de pólen corados mais intensamente e com tamanho maior. O teste de aptidão à autogamia foi realizado através do isolamento de 3 botões florais por matriz com auxílio de sacos de Voil buscando impedir a ação de vetores bióticos de pólen. A viabilidade polínica média para a espécie foi de 81,43%, sendo o maior valor médio obtido com o corante TTC (84,11%). O corante Safranina, na concentração testada, não foi um bom indicador de viabilidade polínica em *Bauhinia forficata*. Não houve correlação entre a viabilidade polínica e o tempo de floração. A matriz M4 apresentou as maiores taxas de viabilidade polínica (média de 87,76%), diferindo estatisticamente das demais. As menores taxas foram obtidas para a matriz M11. A espécie demonstrou ser inapta à autogamia.

Palavras-chave: Método colorimétrico, pólen, TTC.

POLLINIC VIABILITY AND ANALYSIS OF AUTOGAMY FITNESS IN *Bauhinia forficata* Link.

ABSTRACT

Pollen, besides being the vehicle of male gamete in the vegetable species is an important protein source for diet of many insect groups. The palynological studies and reproductive systems of the plants are of fundamental importance for the understanding of flows and ecosystems dynamics, contributing to the adoption of more appropriate methodologies for ecological restoration strategies. Thus, this study aimed to determine the pollinic viability of specie *Bauhinia forficata* and its variation along the flowering by using the colorimetric method, with the following dyes tested: 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) (1%), Safranin (1%), Basic Fuchsin (1%) and Methyl Red (1%). Samplings were conducted in Santa Maria-RS, into two distinct areas, a total of 11 matrices. Anthers collected from flowers of different matrices were fixed in ethanol-acetic acid solution (PA 3: 1) and stored in a refrigerated ambiance (-28 °C) until the time of evaluation (9 months later), when they were macerated, colored and transferred to microscope slides. Were considered viable the pollen grains stained more intensely and with greater size. It was also tested the ability of the species to autogamy by isolating three buds per matrix with the aid of Voil bags, whose aim was to prevent the action of biotic vectors of pollen. The average pollinic viability for the species was 81.43%, the highest average value was obtained with the TTC dye (84.11%). The Safranin dye, in the concentration tested, was not a good indicator pollinic viability in *Bauhinia forficata*. There was no correlation between pollen viability and the flowering time. The matrix M4 has the highest pollen viability rates (average 87.76%), differing significantly from the others. The lowest rates were obtained for M11 matrix. The species shown inability to autogamy.

Keywords: colorimetric method, pollen, TTC.

1 INTRODUÇÃO

O pólen é basicamente o veículo de transporte do gameta masculino, além de constituir a mais importante fonte de proteínas para os visitantes florais e polinizadores (AGOSTINI, LOPES E MACHADO, 2014; WESTERKAMP, 2004).

Sua composição é, principalmente, proteica, contendo também açúcares, lipídios, fósforo, entre outras substâncias importantes para a sobrevivência dos visitantes florais (WILLMER, 2011).

Os grãos de pólen da maioria das angiospermas apresentam uma substância denominada pollenkitt (PACINI E HESSE, 2005), a qual possui a propriedade de se aderir ao corpo dos visitantes florais, facilitando o processo de transporte do pólen (LIN, GOMEZ E MEREDITH, 2013).

É muito provável que, evolutivamente, o pólen tenha sido o primeiro recurso floral a ser utilizado pelos animais como fonte de alimentação (LUNAU, 2006). O primeiro registro histórico do conhecimento do papel do pólen na fertilização de plantas remonta a região mesopotâmica, onde os assírios manipulavam as flores de tamareiras realizando a fecundação (LIMA-RIBEIRO E BARBIERI, 2005).

Porém, além da alimentação para os animais, o pólen exerce função vital para a perpetuação das plantas, uma vez que só através de sua germinação no estigma da flor, é que ocorre a reprodução propriamente dita dos vegetais superiores.

Estas funções conflitantes do pólen excluem-se mutuamente, pois o pólen utilizado para a alimentação dos animais não mais poderá servir para a reprodução das plantas (AGOSTINI, LOPES E MACHADO, 2014).

O grão de pólen é um elo entre duas gerações consecutivas de uma mesma espécie (MOORE E WEBB, 1978), e carrega consigo a informação genética necessária para garantir a variabilidade e a diversidade das populações.

Uma vez que o genótipo é a expressão da união dos gametas femininos e masculinos, quanto maior a viabilidade, longevidade e germinabilidade polínica, maiores serão as possibilidades de combinações diversas entre os alelos e maior a variabilidade genética de uma espécie (AKORODA, 1983).

Manter a diversidade genética é essencial para que possa ocorrer a evolução de uma espécie e para reduzir as chances de extinção desta no ecossistema, mesmo frente à alterações naturais ou induzidas, sendo essencial a adoção de estratégias de manutenção da diversidade em planos de conservação (JANKE, 2014; FRANKHAM, 2010).

A qualidade do pólen, expressa pela viabilidade, é de extrema importância para o sucesso da reprodução sexuada das espécies vegetais, uma vez que estas não conseguem escolher os parceiros reprodutivos de forma direta (OLIVEIRA E MARUYAMA, 2014).

No entanto, tanto fatores intrínsecos como a idade fisiológica, a maturação, o estado nutricional da planta mãe, quanto extrínsecos como a umidade, temperatura e a época de coleta, entre tantas outras características, podem afetar a qualidade e a viabilidade do pólen (STANLEY E LINSKENS, 1974), tornando essencial a determinação da viabilidade polínica, da longevidade, e de formas de armazenamento do pólen para a adoção de estratégias de conservação das espécies e populações naturais.

Dentre os métodos de determinação da viabilidade polínica, as técnicas colorimétricas destacam-se pela facilidade de aplicação e pelos resultados satisfatórios na correta mensuração das taxas de viabilidade do pólen (DAFNI, 1992).

O sucesso reprodutivo das espécies vegetais não depende, no entanto, apenas das taxas de viabilidade polínica, mas também da eficiência na transferência do pólen até a parte feminina da flor, de preferência pertencente a um indivíduo com características genéticas distintas às da planta que originou o gameta masculino.

A autogamia pode levar à perda de variabilidade genética tornando as espécies mais suscetíveis à mudanças ambientais ou alterações no ecossistema e, por vezes, decorrer na extinção local de uma espécie. Desta forma, diversas plantas desenvolveram ao longo do tempo mecanismos para impedir que a autopolinização ocorra, inclusive através da adoção de estratégias para induzir o fluxo gênico, como a oferta de recursos (RECH et al., 2014).

Entre as espécies da Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, *Bauhinia forficata* destaca-se pela quantidade e a qualidade dos recursos ofertados, contribuindo para a atração e manutenção da fauna nectarívora e polinívora. Atua, portanto, como espécie-chave na manutenção das interações ecológicas nos ecossistemas à ela associados.

Desta forma, o presente trabalho objetivou determinar a viabilidade polínica, através de análise colorimétrica, e aptidão à autogamia, através do isolamento da ação de vetores bióticos de pólen para *Bauhinia forficata*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo situa-se no distrito de Arroio Grande, pertencente ao município de Santa Maria-RS (29°41'25'' S, 53°48'42'' W). O clima da região enquadra-se no tipo

Subtropical Úmido (ST UM) (MALUF, 2000), com formação florestal do tipo Floresta Estacional Decidual de clima subtropical.

A coleta das flores de *Bauhinia forficata* foi realizada em 11 matrizes durante o mês de janeiro de 2015, em sete avaliações não consecutivas. Para cada matriz foram coletadas amostras de anteras de três flores por dia de avaliação, tendo sido armazenadas em via úmida (solução de Etanol- Ácido Acético PA 3:1), e mantidas em ambiente refrigerado ($\approx -18^{\circ}\text{C}$) até o momento da avaliação (9 meses após a coleta).

A viabilidade polínica foi determinada por meio colorimétrico com auxílio dos corantes Fucsina Básica (Solução de 1%), a qual reage com o protoplasma do pólen corando-o de rosa, Safranina (1%), relacionada à integridade da parede celular, também corando-a de rosa, além de 2, 3, 5-Cloreto de Trifeniltetrazólio (TTC-1%), que indica a presença de enzimas desidrogenases ativas envolvidas no processo de respiração celular, corando o pólen de rosa-avermelhado, e o corante Vermelho de Metila (1%), que reage com o pólen viável corando-o de vermelho intenso (NETO, KARSBURG E YOSHITOME, 2005; MUNHOZ et al, 2008).

As anteras foram maceradas e o pólen transferido para lâminas de microscopia contendo uma gota de corante, sendo posteriormente montadas lâminas semipermanentes das quais se determinou o número total de grãos de pólen e o número de pólen viável por amostra. Foram considerados viáveis os grãos de pólen com coloração mais intensa e tamanho maior.

A viabilidade polínica foi calculada através da seguinte fórmula (NETO, KARSBURG E YOSHITOME, 2005):

$$\text{Viabilidade (\%)} = \frac{\text{número de grãos de pólen corados}}{\text{número total de grãos de pólen}} \times 100$$

Para o teste de aptidão à autogamia, com o propósito impedir a interação de vetores bióticos de pólen com a flor, foram isolados três botões florais por matriz com auxílio de sacos de Voil, num total de 33 botões florais, ficando assim protegidos até o período de maturação dos frutos. Foram observadas a antese ou não dos botões isolados e a formação ou não de fruto.

A comparação de diferenças significativas entre as médias de viabilidade polínica foi realizada com auxílio do Software Assistat (SANTOS E SILVA, 2015), através do teste de Kruskal-Wallis (FILHO et al., 2001). A correlação entre a viabilidade polínica e o tempo de floração foi testada por análise de regressão, sendo determinada a significância das correlações através da estimativa da estatística “t”, comparando-se aos valores tabelados de “t” de Student, para n-2 GL e nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se verificar que o pólen de *Bauhinia forficata* apresenta estruturas denominadas pollenkitt, as quais servem para auxiliar a aderência do pólen nos visitantes florais, bem como permitem a identificação da espécie, uma vez que a conformação do pollenkitt é única para cada espécie (Figura 8).

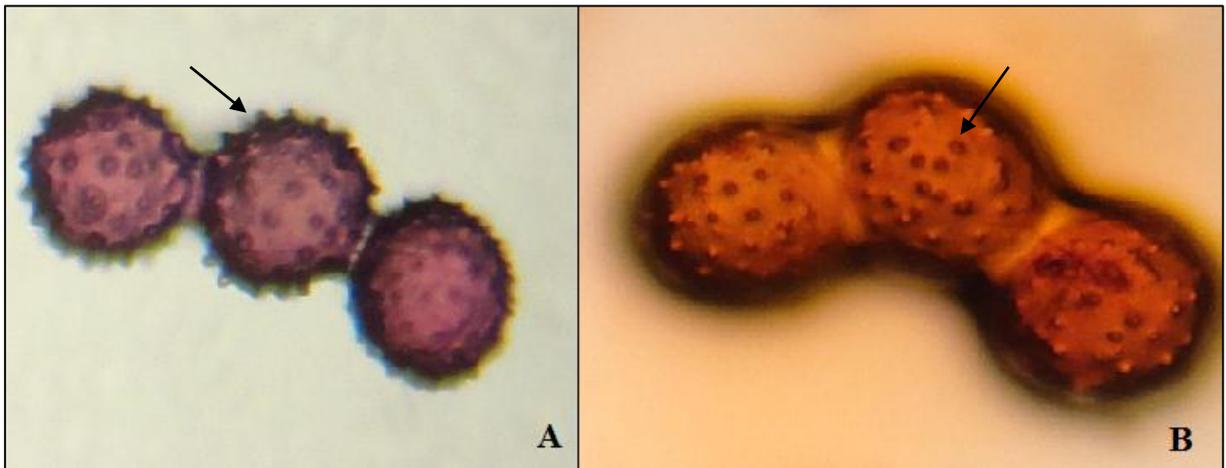


Figura 8- Aparência do grão de pólen de *Bauhinia forficata*. A- Grãos de pólen viáveis corados com Fucsina Básica (1%), destaque para a estrutura do pollenkitt, B- Grãos de pólen corados com Vermelho de Metila, destaque para estrutura do pollenkitt.

Fonte: Autor.

A viabilidade polínica média foi de 81,43%. A maior média de viabilidade foi obtida com o corante TTC (84,11%) (Figura 9), a viabilidade média obtida com o corante Vermelho de Metila foi de 78,4% (Figura 10), e com o corante Fucsina Básica 81,77% (Figura 11). Também puderam ser observados grãos de pólen germinados ao longo das avaliações, apresentando porcentagem média de germinação de 5,52% (Figura 11).

Arenas-de-Souza et al. (2014) estudando o pólen de duas espécies do gênero *Tabebuia*, encontraram um valor médio de viabilidade de aproximadamente 75%. Nascimento et al. (2014), encontraram para *Delonix regia* uma viabilidade polínica variando entre 56,60 - 81,10%, já Daros (2006) encontrou uma viabilidade média de 79,38% ao estudar *Ocotea porosa*.

Não houve correlação entre a viabilidade polínica o tempo de floração (avaliações) ($t_{0,05}$, $n-2$ GL).

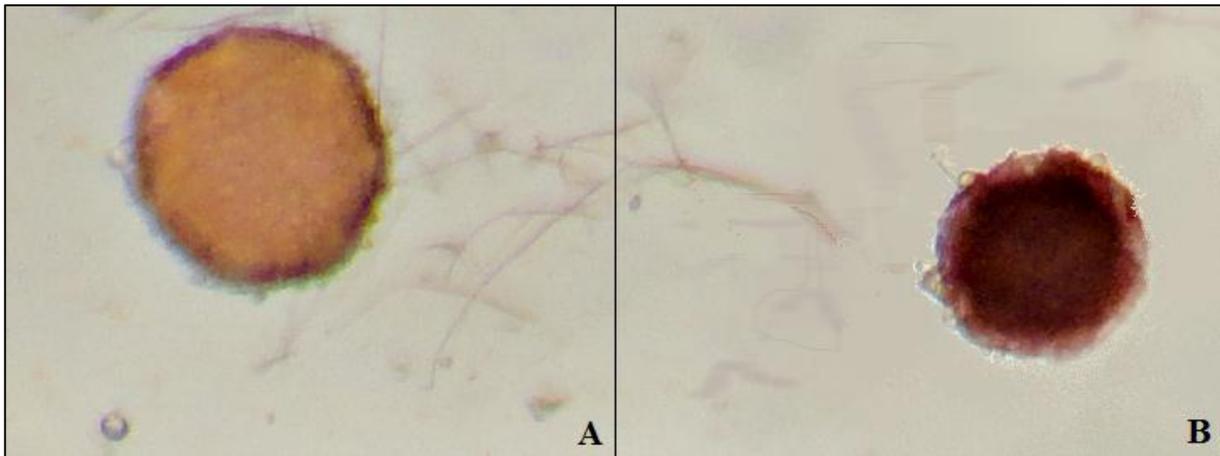


Figura 9- Grão de pólen de *Bauhinia forficata* corado com 2,3,5- Cloreto de trifeniltetrazólio (TTC). A- Pólen inviável, B- Pólen viável.

Fonte: Autor.

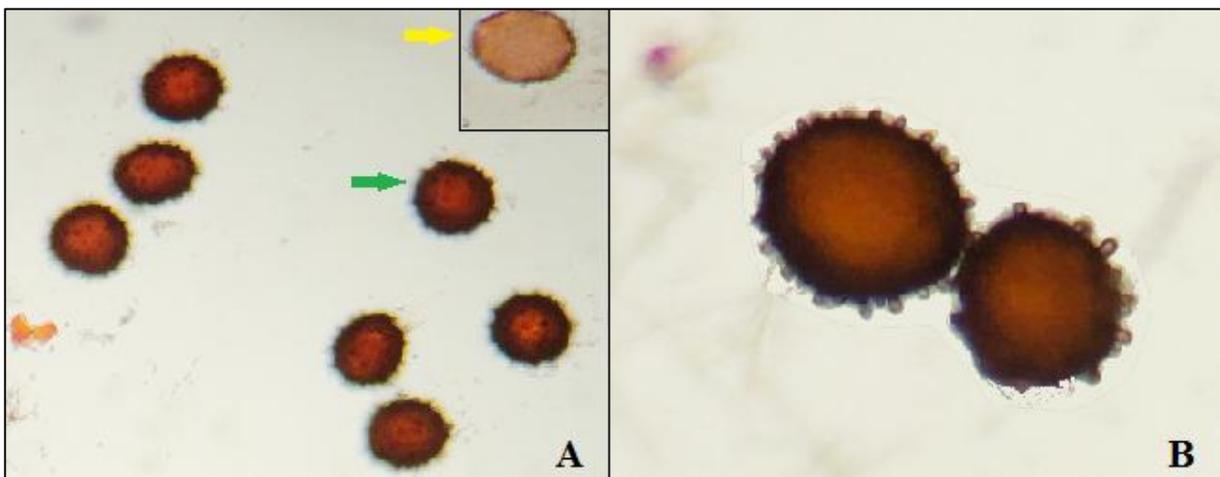


Figura 10- Grão de pólen de *Bauhinia forficata* corado com Vermelho de Metila. A- Seta verde destacando grão de pólen viável, seta amarela (quadro superior direito), grão de pólen inviável, B-. Destaque para os grãos de pólen e presença de pollenkit.

Fonte: Autor.

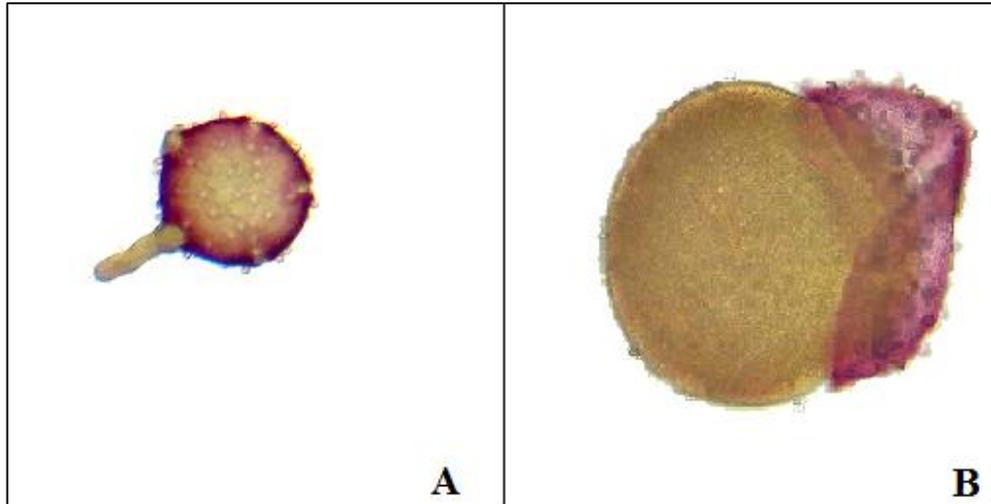


Figura 11- Grão de pólen de *Bauhinia forficata* corado com Fucsina Básica (1%). A- Pólen Germinado, B- parede celular rompida.

Fonte: Autor.

O tempo e a forma de armazenamento podem reduzir significativamente a viabilidade do pólen, Pio (2003), por exemplo, analisando o armazenamento e a viabilidade polínica de cultivares de Citros durante 9 semanas, constatou que a viabilidade dos grãos de pólen reduziu com o aumento do tempo de armazenamento.

Os dados obtidos para *Bauhinia forficata* demonstram, no entanto, que o pólen da espécie permanece viável mesmo após longos períodos de armazenamento (9 meses, neste caso) e que a taxa de viabilidade é alta para todas as matrizes, mesmo ao longo do período de floração.

Além de fatores genéticos da espécie, estas altas taxas de viabilidade podem ter sido obtidas em decorrência da forma de armazenamento (em via úmida com temperatura de armazenamento de aproximadamente -28°C), uma vez que Pio, (2003), relata que a dessecação reduziu a viabilidade polínica e que as maiores taxas de viabilidade, mesmo após 9 semanas de armazenamento, foram obtidas quando o grão de pólen foi armazenado em temperaturas inferiores a -10°C .

Pode ser observada diferença significativa na viabilidade polínica entre as matrizes pela aplicação do teste de Kruskal-Wallis (Tabela 6), no entanto, a origem desta variação é de difícil determinação uma vez que fatores genéticos, bióticos e/ou abióticos podem estar a ela associados.

Tabela 7- Análise de diferença significativa para viabilidade polínica em *Bauhinia forficata* por matriz.

MATRIZ	VIABILIDADE POLÍNICA (%)	RANQUEAMENTO ESTATÍSTICO*
M1	81,14	ABC
M2	83,26	ABC
M3	71,42	AB
M4	87,76	C
M5	86,94	ABC
M6	82,98	ABC
M7	83,77	ABC
M8	83,48	ABC
M9	87,63	BC
M10	78,68	ABC
M11	64,31	A

* A comparação de médias foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, onde variáveis com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autor.

O corante Safranina não foi um bom indicador da viabilidade polínica de *Bauhinia forficata*. Em todas as análises a intensidade da reação foi baixa, por sua vez, o pólen apresentou coloração fraca dificultando a diferenciação entre pólen viável e não viável. Diferentemente, outros autores como Neto, Karsburg e Yoshitome (2006) e Bolat e Pirlak (1999), obtiveram resultados satisfatórios com o uso de Safranina para outras espécies vegetais, mesmo não indicando este como melhor corante.

Houve diferença significativa entre os corantes Fucsina Básica e Vermelho de Metila, porém, ambos não diferiram estatisticamente do corante TTC, mesmo este tendo resultado nas maiores taxas de viabilidade, desta forma, não é possível afirmar que algum dos corantes utilizados tenha superestimado a viabilidade polínica da espécie.

No entanto, muitos autores citam a tendência dos testes colorimétricos em superestimar a viabilidade polínica das espécies, orientando combiná-los a outros métodos de determinação como a germinação *in vitro*, testes de porcentagem e estabilidade meiótica, entre outros, objetivando eliminar as limitações intrínsecas de cada método escolhido (MUNHOZ et al., 2008; ARENAS-DE-SOUZA, 2014; NASCIMENTO et al., 2014; ALVIM, 2008).

Cabe ainda ressaltar que o corante TTC, entre os utilizados neste estudo, é o único que apresenta coloração positiva para atividades metabólicas dos grãos de pólen (enzimas desidrogenases ativas) e não somente para integridade dos constituintes.

Nenhum dos botões florais isolados da ação de vetores bióticos apresentou formação de frutos, tendo porém florido em horário e com duração igual aos demais botões florais da copa, demonstrando a inaptidão da espécie à autogamia (Figura 12).



Figura 12- Botões florais de *Bauhinia forficata* isolados da ação de vetores bióticos de pólen.

Fonte: Autor.

Esta característica é preferível nas espécies vegetais, pois diminui as chances de deriva genética e, conseqüentemente, o risco de extinção local. As vantagens da reprodução sexuada em plantas, podem ser exemplificadas pelo aumento de recombinação gênica, decorrendo em progênies com maior probabilidade de sobrevivência e mais competitivas, pela redução da expressão de genes deletérios, e pela divisão do esforço reprodutivo com os vetores bióticos (OLIVEIRA E MARUYAMA, 2014).

Contudo, a autogamia, a apomixia, a reprodução vegetativa ou assexuada podem ser vantajosas em espécies adaptadas a ambientes extremos ou espécies colonizadoras de novas áreas. E, mesmo nestes casos, onde o grau de endogamia também é alto, eventos como *crossing over* ou mudanças somáticas ocorrem aleatoriamente, garantindo tanto a estabilidade genética da população, e a conseqüente perpetuação local, como um certo grau de variabilidade genética que permita a flexibilidade reprodutiva (RECH et al., 2014).

O comportamento extremo na indução do fluxo gênico em sistemas reprodutivos seria, em teoria, a dioícia, onde o processo de polinização sempre resulta no fluxo gênico pois a endogamia é virtualmente impossível (OLIVEIRA E MARUYAMA, 2014).

Não obstante, qualquer forma de separação das funções sexuais nas plantas, seja funcional, estrutural, temporal, etc., resulta em maior fluxo gênico na população e poderia caracterizar vantagens adaptativas das espécies (OLIVEIRA E MARUYAMA, 2014).

Contudo, flores hermafroditas como as de *Bauhinia forficata* são características da maioria das angiospermas do planeta. Estudos indicam que, ao contrário da hipótese mais comum, onde a existência de flores hermafroditas decorra em maiores taxas de autopolinização, o hermafroditismo em espécies vegetais surgiu como estratégia para aumentar o fluxo gênico (ALLEN E HISCOCK, 2008).

O impedimento de vetores bióticos de pólen através do isolamento com sacos de Voil, não impossibilita, entretanto, que o vento transporte os grãos de pólen de flores próximas do mesmo indivíduo até o estigma da flor (processo denominado geitonogamia).

A *Bauhinia forficata*, porém, não apresentou formação de frutos nos botões florais isolados, indicando que além da inaptidão a autogamia, a espécie possa apresentar algum mecanismo de incompatibilidade genética que impeça a reprodução por geitonogamia e, conseqüentemente, a polinização entre indivíduos com alto grau de parentesco, reduzindo concomitantemente a endogamia das populações.

Esta característica (inaptidão a geitonogamia) é especialmente importante para a garantia de variabilidade genética em espécies que apresentam propagação vegetativa como a *Bauhinia forficata*, que emite brotos à partir da raiz, e portanto, forma grupamentos geneticamente iguais, ou com alto grau de parentesco. E, caso confirmada, representaria importantes mecanismos ecológicos adaptativos da espécie e a consolidaria como uma espécie-chave ecossistêmica, sendo necessário estudos mais aprofundados sobre o ou os sistemas sexuais da espécie com o objetivo de testar a hipótese acima discutida.

A otimização de estratégias para incentivar a reprodução cruzada, mesmo com a existência de flores hermafroditas em *Bauhinia forficata*, tais como: características relacionadas à atração de visitantes, oferta de recursos florais, grandes quantidades de pólen, alta viabilidade polínica e a inaptidão à autogamia, demonstram que a espécie desenvolveu evolutivamente mecanismos para controlar e induzir o fluxo gênico, e desta forma, aumentar a qualidade da polinização.

4 CONCLUSÃO

A espécie demonstrou inaptidão à autogamia. A viabilidade polínica de *Bauhinia forficata* foi considerada alta, independente do corante utilizado para os testes citoquímicos.

Os corantes utilizados foram capazes de distinguir com clareza os grãos de pólen viáveis dos inviáveis, com exceção do corante Safranina, não sendo recomendada sua utilização para determinação da viabilidade polínica da espécie.

Recomenda-se, entretanto, que outras formas de determinação como testes de germinação *in vitro* sejam utilizados em estudos futuros, tanto para a melhor determinação da viabilidade polínica da espécie, quanto para melhor distinção entre os estimadores na análise colorimétrica.

Porém, em decorrência da capacidade de detecção de atividade enzimática envolvida no processo de respiração, recomenda-se a utilização do corante TTC para a determinação da viabilidade polínica da espécie, salientando-se no entanto, que os corantes Vermelho de Metila e Fucsina básica também apresentaram resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, K.; LOPES A. V.; MACHADO, I. C. Recursos Florais. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- AKORODA, M. D. Floral biology in relation to hand pollination of white yam. **Euphytica**: v. 32, n.3, p.831-838. 1983.
- ALLEN, A. M.; HISCOCK, S. J. Evolution and phylogeny of self-incompatibility systems in angiosperms. p. 73-101. In: FRANKLIN-TONG, V. E. **Self-incompatibility in flower plants: evolution, diversity, and mechanisms**. Springer: Berlim. 314 p. 2008.
- ALVIM, P. de O. **Viabilidade e conservação de grãos de pólen de milho**. Dissertação (Mestre em Agronomia- Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2008. 65p.
- ARENAS-DE-SOUZA, M. D.; SILVEIRA, G. F. da; SILVA, M. de S. A. da; KARSBURG, I. V. Estimativa da viabilidade polínica em indivíduos de *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia crysotricha* (Mart. ex. DC.) Standl. (Bignoniaceae) através de métodos citoquímicos. **Enciclopédia da Biosfera- Centro Científico Conhecer**: v.10, n.18, p.3864-3871. Goiânia. 2014.
- BOLAT, I.; PIRLAK, L. An Investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. 1999.
- DAROS, T. L. **Sistema reprodutivo e estrutura genética de uma população de Imbuia (*Ocotea porosa* (Ness & Mart.) Barroso- Lauraceae)**. Dissertação (Mestre em Botânica-Taxonomia, e biologia de fanerógamas, pteridófitas e líquens). Ciências Biológicas- Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2006. 78 p.
- FILHO, A. C.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. **Testes não-paramétricos para pesquisas agrícolas**. Santa Maria: UFSM/ CCR/ Departamento de Fitotecnia. 2001. 97 p.
- FRANKHAM, R. Challenges and opportunities of genetic approaches to biological conservation. **Biological conservation**: v. 143, p. 1919-1927. 2010.
- JANKE, A. **Sucesso reprodutivo, diversidade genética e fluxo de pólen de *Dyckia distachya* Hassler (Bromeliaceae), uma espécie altamente ameaçada de extinção**. Tese (Doutorado em Ciências, Genética e Biologia Molecular) - Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014. 113 p.
- LIMA-RIBEIRO, M. de S.; BARBIERI, M. Análise Palinológica: Fundamentos e Perspectivas na pesquisa arqueológica. **Habitus**: v.3, n. 2, p. 261-290. Goiânia. 2005.
- LIN, H.; GOMEZ, I.; MEREDITH, J. C. Pollenkitt wetting mechanism enables specie-specific tunable pollen adhesion. **Langmuir**: v. 29, p.3012-3023. 2013.

- LUNAU, K. Stamens and mimic stamens as components of floral colour patterns, **Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie**: v. 127, p. 13-41. 2006.
- MALUF, J. R. T. Nova Classificação Climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v. 8, n. 1, p. 141-150. 2000.
- MOORE, P. D.; WEBB, J. A. An illustrated guide to pollen analysis. New York: A Halsted Press Book. 1^a ed. 1978. 133 p.
- MUNHOZ, M.; PINTO DA LUZ, C. F.; FILHO, P. E. M.; BARTH, O. M.; REINERT, F. Viabilidade polínica de *Carica papaya* L.: uma comparação metodológica. **Rev. Bras. Bot.**: v. 31, n.2. São Paulo. 2008.
- NASCIMENTO, L. S. do; BENEVENUTI, A. S.; LEITE, D. M.; SILVA, D. D. da; MOURA, E. A.; MIRANDA, D.; MELLO, V. de; DAHMER, N.; KRASBURG, I. V. Estimativa da viabilidade polínica e índice meiótico de *Delonix regia*. **Estudos**: v.41, especial, p.83-88. Goiânia. 2014.
- NETO, O. D. S.; KARSBURG, I. V.; YOSHITOME, M. Y. Viabilidade e germinabilidade polínica de populações de Jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) **Revista de Ciências Agro-Ambientais**: v. 4, n.1, p. 67-74. Alta Floresta. 2006.
- OLIVEIRA, P. E.; MARUYAMA, P. K. Sistemas Reprodutivos. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- PACINI, E.; HESSE, M. Pollenkitt- its composition, forms and functions. **Flora- Morphology, Distribution Functional Ecology of Plants**: v. 200, p. 399-415. 2005.
- PIO, L. A. S. **Viabilidade do pólen de Citros em diferentes condições de armazenamento**. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Fitotecnia)- Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 2003. 55 p.
- RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- SANTOS E SILVA, F. de A. **Assistat: Assistência Estatística**. DEAG-CTRN-UFCG. Campina-Grande-PB. 2015.
- STANLEY, R. G. **Pollen: biology, biochemistry and management**. Springer Verlag. New York. 1974. 172 p.
- WESTERKAMP, C. Flores e abelhas na disputa. **Ciência Hoje**: v. 34, p. 66-68. 2004.
- WILLMER, P. **Pollination and Floral Ecology**. Princeton University Press. New Jersey. 2011.

CAPÍTULO IV- BIOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Bauhinia forficata* Link: RELAÇÕES ECOLÓGICAS E REDES DE INTERAÇÃO PLANTA-POLINIZADOR

RESUMO

A interação entre insetos e plantas é fundamental para estruturar a composição florística dos ambientes naturais, modificando as dinâmicas e os fluxos dentro dos ecossistemas. A Biologia da Polinização, neste contexto, estuda as múltiplas relações ecológicas estabelecidas a partir da existência da flor, usando, na atualidade, a análise de redes de interação entre plantas e polinizadores como ferramenta para a interpretação das dinâmicas ecológicas. Nesta pesquisa, determinaram-se as interações ecológicas entre *Bauhinia forficata* Link e seus visitantes florais, buscando compreender aspectos da conservação da espécie e do ecossistema associado, através da contagem de visitantes florais por morfoespécie, da verificação de seu comportamento, pela determinação do grau de conectância das redes de interação entre planta e polinizadores e através do levantamento fitossociológico da vegetação circundante às matrizes. O estudo foi conduzido no município de Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul. Foram definidas 11 matrizes onde foi realizada a observação de visitantes florais diurnos e noturnos durante 20 minutos/matriz a cada avaliação. Também foram realizadas amostragens aleatórias dos visitantes florais das espécies campestres próximas às matrizes. Em ambos os casos foram considerados a morfoespécie, o número de indivíduos e o comportamento dos visitantes. Foram coletadas flores em todas as matrizes para determinação da concentração e volume do néctar instantaneamente disponível (NID), das quais também foram retiradas amostras de pólen para a determinação da viabilidade polínica. Foi realizado ainda, o levantamento da vegetação para determinação da composição florística do entorno das matrizes, por meio de parcelas de 10x10 m, onde foram amostrados todos os indivíduos com altura \geq a 50 cm. Os dados foram analisados através de redes bipartidas de interação planta-polinizador (determinando-se o grau de conectância das mesmas), de Análise de Componentes Principais (PCA) e de Análise de Correlação. Foram contabilizados 730 visitantes florais pertencentes a 29 morfoespécies, sendo 657 no monitoramento diurno e 73 no monitoramento noturno. A principal ordem observada foi Lepidoptera. A subordem Rhopalocera foi a mais abundante entre os visitantes diurnos (30,43%) e a subordem Heterocera a mais abundante entre os visitantes noturnos (50%). Demonstraram serem polinizadores efetivos da *Bauhinia forficata* as morfoespécies mamangava (Hymenoptera), *Pyrgus* sp. (mariposa-cinza) (Lepidoptera: Hesperiiidae) e a *Helyconius* sp. (borboleta-laranja-preta) (Lepidoptera: Nymphalidae). A espécie *Trigona spinipes* (Hemiptera: Meliponini) demonstrou comportamento de pilhadora, danificando os tecidos florais e os estames no momento do forrageamento, sem realizar a polinização efetiva. Entre as espécies campestres, a Guanxuma (*Sida* sp.) e a Trapoeraba (*Commelina erecta*), competiram com a *Bauhinia forficata* na atração dos visitantes florais. O grau de conectância total foi de 53,47% para as redes de visitantes diurnos e de 44% para as redes de visitantes noturnos. Na análise da vegetação foram encontradas 34 espécies compondo a guilda da comunidade vegetal no entorno das matrizes. As espécies *Bauhinia forficata*, *Acacia velutina* e *Strychnos brasiliensis* apresentaram as maiores densidades relativas, respectivamente, 10,97%, 10,42% e 8,78%. O índice de diversidade de Shannon variou entre 1,46 e 2,43 entre parcelas. A análise de componentes principais mostrou a existência de correlação entre a concentração do néctar e diversidade florística, entre volume de néctar e diversidade de visitantes e entre a viabilidade polínica e volume e concentração do néctar. Pode-se concluir que os sistemas de polinização funcionalmente efetivos para *Bauhinia forficata* na área de estudo sejam a Fanelofilia e a polinização por mamangavas. Tanto a oferta e a qualidade dos recursos influenciaram na atração dos visitantes, quanto a interação dos visitantes com as flores interferiu na disponibilidade dos recursos.

Palavras-chave: biodiversidade, fanelofilia, recursos florais, teia ditrófica.

POLLINATION BIOLOGY OF *Bauhinia forficata* Link: ECOLOGICAL RELATIONS AND PLANT- POLLINATOR INTERACTIONS NETWORKS

ABSTRACT

The interaction between insects and plants is fundamental for structuring the floristic composition of natural environments, changing the dynamics and flows within ecosystems. The Pollination Biology, in this context, studies the multiple ecological relationships established starting from the existence of the flower using, today, network analysis of interactions between plants and pollinators as an important tool for the interpretation of the ecological dynamics. This study determines the ecological interactions established between *Bauhinia forficata* Link and their floral visitors in the context of Pollination Biology, trying to understand aspects of great importance for biodiversity conservation of the species and associated ecosystem, by count of floral visitors by morphospecies, by the verification their behavior, by the determining the degree of connectance in the networks of interactions between plant and pollinator, and through the phytosociological survey of the surrounding vegetation to matrix. The study was conducted Santa Maria-RS, central region of Rio Grande do Sul. Was defined 11 matrices, which as held the observation of diurnal and nocturnal flower visitors during 20 minutes/matrices every evaluation. Also random samplings of floral visitors in the countryside species next to the matrices were performed. In both cases were considered to morphospecies, the number of individuals and the behavior of visitors. Flowers were collected from all arrays to determine the concentration and volume of nectar instantly available (NID), were also pollen samples taken for determination of pollen viability. It was held still, the survey of the vegetation to determine the floristic composition surrounding the matrices through 10x10m plots, where we sampled all individuals with height ≥ 50 cm. Data were analyzed using bipartite networks of plant-pollinator interaction (determining the degree of connectance thereof), Principal Component Analysis (PCA) and correlation analysis. Were accounted for 730 floral visitors belonging to 29 morphospecies, 657 during the diurnal monitoring, and 73 during the nocturnal monitoring. The main order observed was Lepidoptera. The suborder Rhopalocera was the most abundant between diurnal visitors (30.43%), and the suborder Heterocera the most abundant among the nocturnal visitors (50%). Proved to be effective pollinators of *Bauhinia forficata* the Bumblebee morphospecies, *Pyrgus* sp. (gray-moth) (Lepidoptera: Hesperidae) and *Helyconius* sp. (orange-black-butterfly (Lepidoptera: Nymphalidae). The species *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Meliponini) showed pillager behavior, damaging the floral fabrics and stamens at the time of foraging, without performing the effective pollination. Among the countryside species, Guanxuma (*Sida* sp.) and Trapoeraba (*Commelina erecta*) compete with *Bauhinia forficata* the attraction of floral visitors. The total level of connectance was 53.47% for the networks of diurnal visitors and 44% for the networks of nocturnal visitors. The average volume of nectar (NID) found for the species was 40.3 μ l, the average sugar concentration was 0.265 mg / μ l. The average pollen viability was 81.73%. In the analysis of vegetation were found 34 species composing the guild of plant community surrounding of the matrices. The *Bauhinia forficata* species, *Acacia velutina* and *Strychnos brasiliensis* have the greatest relative densities, respectively, 10.97%, 10.42% and 8.78%. The Shannon diversity index, ranged between 1.46 and 2.43 between plots. The principal component analysis showed a correlation between the concentration of nectar and the floristic diversity, between the volume and diversity of visitors and between pollen viability and the volume and concentration of nectar. Can be concluded that the functionally effective pollination systems for *Bauhinia forficata* in the study area are the Fanelofilia and the pollination by bumblebees, being able to also conclude that both the supply and quality of resources influence the attraction of visitors, as the interaction of visitors with the flowers interfere at the availability of resources.

Keywords: biodiversity, phalenophily, floral resources, ditrophic web.

1 INTRODUÇÃO

A relação de encantamento causado pelas flores na espécie humana remonta à períodos pré-históricos, sendo sugerida em pinturas rupestres não só através da representação, mas como matéria prima para a realização dos desenhos (GOODY, 1993 *apud* RECH E WESTERKAMP, 2015).

As flores tiveram grande importância na formação cultural de uma vasta gama de povos. Existem registros de utilização de flores em cerimônias fúnebres há cerca de 13.000 anos atrás (JORGE, 2013).

Para os índios brasileiros, por exemplo, o surgimento dos seres humanos na terra é explicado através da utilização das flores (RECH E WESTERKAMP, 2015).

Não obstante, através da observação das flores, de seus sistemas de interação e de seus agentes polinizadores, foi possível postular muitas das mais importantes contribuições científicas para o estudo dos sistemas biológicos, como a teoria evolutiva, a herdabilidade genética, a existência da polinização e do sexo em plantas.

Cabe salientar, que as interações entre plantas e animais estão presentes durante todo o ciclo de vida dos indivíduos florestais, sendo ainda mais complexas durante os processos fenológicos e de reprodução (BAWA et al., 1989; METZGER, 2003).

Direta ou indiretamente, toda a produção mundial de alimentos depende dos serviços ecossistêmicos prestados pela flor e seus agentes polinizadores.

Estudos divulgados pela Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos no ano de 2013, em conferência realizada na Turquia, demonstram que 75% das culturas produzidas no mundo dependem de vetores bióticos de polinização. No ano de 2009, por exemplo, o valor econômico da polinização situou-se próximo a R\$ 489,6 bilhões, correspondendo à cerca de 9,5% da produção agrícola mundial para a alimentação humana (ASSIS, 2014).

Este valor é ainda maior quando pensamos nas inter-relações em sistemas naturais, pois cerca de 87,5% das plantas com flores do mundo dependem diretamente de vetores bióticos para o sucesso reprodutivo (OLLERTON, WINFREE E TARRANT, 2011). Desta forma, pode-se dizer que os padrões de distribuição das espécies vegetais ao longo dos ecossistemas, refletem o comportamento dos agentes bióticos envolvidos nos processos de polinização e dispersão (MITCHELL et al, 2009).

A otimização do fluxo de pólen entre as flores e [de sementes ao longo da paisagem] são o principal objetivo destes processos, dependendo diretamente da existência e do comportamento dos agentes dispersores (OLIVEIRA E MARUYAMA, 2015).

Polinizadores menores, por exemplo, têm menor autonomia de movimentação, e dispersam o pólen em distância mais curtas que grandes polinizadores, ou ainda; a taxa de geitonogamia em espécies autocompatíveis pode ser aumentada pela ação de polinizadores que visitam um grande número de flores no mesmo indivíduo (MITCHELL et al, 2009). Características como estas refletem a influência do comportamento dos polinizadores na estruturação das populações vegetais (MITCHELL et al, op.cit.).

O ato da polinização garante, portanto, a reprodução das plantas e o fluxo gênico, gerando biodiversidade e contribuindo fortemente para a estabilidade dos ecossistemas. A sustentabilidade dos ecossistemas, por sua vez, garante não só o provimento de produtos e bens tangíveis, mas de processos como ciclagem da água e de nutrientes, produção e filtragem do oxigênio, formação e manutenção do solo, entre outros (FAO, 2015).

Em síntese, os ecossistemas dependem dos serviços prestado pela polinização para perpetuarem-se, e a sobrevivência humana na terra depende dos serviços prestados pelos ecossistemas, estando ambos intrinsecamente conectados.

A FAO (2015) elucida que conectada à concepção de serviços ecossistêmicos está a compreensão de que o valor de um ecossistema é maior que os valores individuais de cada uma das partes que o compõe, isto porque alguns benefícios resultam apenas da interação entre os diversos componentes, o que Capra e Luisi, (2014) chamariam de propriedades emergentes do sistema.

Torna-se, portanto, importante compreender o comportamento dos indivíduos nas comunidades, não só de maneira isolada, mas principalmente na sua inter-relação com os agentes naturais bióticos e abióticos (MARTINS et al., 2012).

Essa compreensão está embasada na nova visão sistêmica, a qual inclui os processos naturais e suas múltiplas interações como sendo um modelo de abordagem mais amplo do paradigma contemporâneo da restauração (MARTINS et al., op. cit.).

Compreender como espécies vegetais que são autoincompatíveis e que não ofertam recursos garantem o seu sucesso reprodutivo, como animais com características muito restritivas de nicho ecológico ou de alimentação asseguram sua sobrevivência, ou como espécies generalistas perpetuam-se ao longo da evolução mesmo com a existência de intensa interação nos ecossistemas, é muito importante para que se possa estabelecer uma base

conceitual mínima para a execução de projetos e iniciativas de proteção e restauração dos ecossistemas.

Essas questões estão entre as premissas das diferentes abordagens da Biologia da Polinização, que engloba os fenômenos relacionados à Biologia Floral, porém, no contexto da interação entre animais e plantas. Como exemplos, podem-se citar as relações entre a existência de recursos florais e sua influência na atração de agentes polinizadores, a eficiência dos mecanismos de interação na garantia do sucesso reprodutivo, ou o quanto as diferenças entre a qualidade e a quantidade de recursos condicionam e delimitam as síndromes de polinização.

Um bom exemplo de análise no contexto da biologia da polinização está na predição de Darwin em 1862, sobre a provável existência de animais com probóscide extremamente longa, capazes de realizar a coleta do néctar e a polinização na orquídea tropical *Agraecum sesquipedale*. Cerca de 150 anos depois, a teoria estabelecida unicamente a partir das características morfológicas da flor foi comprovada com a descoberta da espécie de mariposa *Xanthopan morgani praedicta* (ARDITTI et al, 2012).

A observação da resposta coevolutiva entre estas duas espécies só foi possível através da compreensão dos processos que fundamentam a Biologia da Polinização.

Além deste, muitos outros exemplos podem ser citados, como os estudos da polinização por morcegos, o mimetismo floral e a existência da polinização por engano, os sistemas reprodutivos associados as diferentes fenologias das espécies vegetais, entre outros (KOPTUR, 2006).

Mesmo representando tão grande parcela dos processos naturais, tais dinâmicas das populações e comunidades naturais são pouco conhecidas e estão fortemente ameaçadas frente ao cenário atual de mudanças climáticas e de degradação ambiental (FAO, 2011).

A compreensão dos mecanismos que asseguram o estabelecimento dos indivíduos em uma comunidade é essencial para a compreensão dos ecossistemas e para a implementação de projetos conservacionistas e de estratégias de preservação da biodiversidade (SOARES et al., 2006; MARTINS, 2012).

Esta afirmação deixa clara a necessidade de conhecimentos mais profundos e ecológicos sobre o comportamento das espécies nativas, principalmente frente a grande biodiversidade dos biomas brasileiros. Tal compreensão exige, no entanto, formas de análise mais profundas, através de adoção de metodologias mais integradoras para a experimentação e observação em campo e de ferramentas mais robustas de análise dos dados.

Como ferramenta auxiliar na compreensão das conexões existentes nos sistemas naturais, têm-se destacado a utilização da Análise de Redes. As redes de interação mutualísticas

têm melhorado a compreensão das relações entre plantas e polinizadores (FREITAS et al, 2014), e permitido estabelecer de maneira mais clara os serviços ambientais prestados por ambos (MELLO, 2010).

A espécie *Bauhinia forficata* Link, conhecida popularmente como Pata-de-vaca, é uma planta nativa das formações florestais da região sul do país. Apresenta elevado potencial de uso farmacológico, principalmente no controle de Diabete *mellitus*, além do potencial estético e paisagístico (SILVA E FILHO, 2002; NOGUEIRA E SABINO, 2012; MARQUES et al., 2013).

Suas flores exuberantes atraem a mais variada gama de animais, entre eles morcegos, abelhas e borboletas, proporcionando importantes interações com o ecossistema através da atração dos polinizadores (MORELLATO, 1991).

A oferta de recursos florais, a rusticidade e a capacidade de colonização de áreas abertas, destacam a espécie como potencial nucleadora nos ecossistemas. No entanto, muito pouco se conhece sobre a biologia da polinização e relações ecológicas estabelecidas por ela.

Partindo-se deste ponto de vista, o conhecimento da Biologia da Polinização de *Bauhinia forficata* Link, suas interações e iterações com o meio, são de suma importância para a compreensão dos processos ecossistêmicos que estabelecem o sucesso reprodutivo da espécie, e sua perpetuação no ecossistema. Também servem de base teórica para o desenvolvimento de novas metodologias de trabalho, no âmbito da proteção, enriquecimento e restauração de ecossistemas naturais ou degradados, justificando, portanto a realização deste trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em duas áreas pertencentes ao Distrito de Arroio Grande, localizadas à cerca de 18 km da sede do município de Santa Maria-RS (29°41'25'' S, 53°48'42'' W). As áreas apresentam fragmentos de Floresta Estacional Decidual (de zona Subtropical), em estágio de sucessão secundária, nas margens dos quais ocorre naturalmente a espécie *Bauhinia forficata*. O clima da região é classificado segundo Maluf, (2000), como sendo do tipo Subtropical Úmido (ST UM).

2.2 COLETA DE DADOS

2.2.1 Levantamento dos visitantes Florais

Os visitantes florais foram observados em 11 matrizes, selecionadas ao longo dos fragmentos através de critérios de qualidade fenotípica, vigor fisiológico e estado fitossanitário.

As observações foram realizadas ao longo do mês de janeiro de 2015, em dias não consecutivos (3°, 4°, 5°, 10°, 12°, 13° e 18° dia de floração), durante um período de 20 dias (correspondente a duração da floração), totalizando 7 avaliações.

Foram realizadas observações diurnas entre 6 e 9 horas da manhã e observações noturnas entre 1 e 3 horas da madrugada. Para as observações noturnas, devido à dificuldade de deslocamento entre as áreas, foram consideradas 5 matrizes (M1, M2, M3, M4 e M11).

Os visitantes florais foram separados em grupos por morfoespécies (abelhas, vespas, meliponíneos, mamangavas, moscas, percevejos, besouros, borboletas, mariposas, aves, baratas, gafanhotos e formigas). Foram adicionadas a esta classificação características facilmente observáveis de cada polinizador (cor, tamanho, etc), com o objetivo de auxiliar na classificação destes *a posteriori* e de facilitar a atribuição do comportamento de forrageamento de cada visitante.

Para construir uma metodologia de classificação de comportamento dos visitantes tomou-se por base trabalhos realizados com grupos específicos ou com outras finalidades (PINHEIRO E SAZIMA, 2007; RECH et al., 2014; IMPERATRIZ-FONSECA et al, 2012). Sendo determinadas as seguintes variáveis através do preenchimento em campo de tabela de comportamento:

- ✓ **Relacionadas ao comportamento de voo** (para espécies aladas): **Voo**- quando o animal apenas sobrevoava a matriz, distante desta, sem circundar a copa. **Sobrevooo**- quando o animal sobrevoava a copa da matriz, próximo a esta, em distância não superior a 3m sem estabelecer pouso ou visita às flores. **Visita**- quando o animal aproximava-se da copa e efetivava o comportamento de visita às flores, sem considerar nesta categoria os critérios de forrageamento ou polinização.
- ✓ **Relacionadas ao comportamento de visita: Pilhagem**- quando o visitante floral realizava o forrageamento dos recursos florais sem tocar nas anteras ou no estigma, danificando neste processo os tecidos florais ou os órgãos reprodutivos da flor. **Furto**- quando o visitante realizava a coleta dos recursos florais, sem

- ✓ realizar a polinização efetiva, porém, sem danificar os tecidos ou órgãos reprodutivos. **Forrageamento**- quando o visitante realizava o forrageamento dos recursos, tocando as anteras e/ou o estigma durante este processo, sem danificar os tecidos e órgãos reprodutivos.
- ✓ **Relacionadas à efetividade da visitação**- **1)** Visitação de mais de uma flor por matriz (sim ou não), **2)** pouso nos ramos ou na flor (sim ou não), **3)** toque das anteras e/ou estigma (esta subdividida em 3 categorias: sempre, nunca e eventualmente), **4)** realização de voo direcional, **5)** realização de voo de reconhecimento (sim, não ou não observado) e **6)** visitação de matrizes próximas (sim, não ou não observado).

A metodologia de observação dos visitantes foi adaptada da proposta por Pollato e Alves Jr. (2008), adotando-se 2 estratégias de observação:

Estratégia 1: Nos primeiros 15 minutos de monitoramento a observação era realizada a três metros de distância do indivíduo focal (matriz), objetivando interferir da menor forma possível no comportamento de forrageamento dos visitantes. Nesta etapa eram determinados tipos e número de visitantes (agrupados por morfoespécies), contado o número de flores da matriz, e preenchida a tabela de comportamento.

Estratégia 2: Durante 5 minutos a observação foi realizada junto aos ramos floridos da matriz, anotando-se características complementares do comportamento dos visitantes e a presença e comportamento de visitantes ápteros. Nesta etapa também foi realizada a coleta de exemplares das morfoespécies determinadas.

O monitoramento foi realizado por pelo menos dois observadores. Em nenhuma estratégia foi considerado o horário preciso da observação de cada visitante ou grupo de visitantes florais. Somente foi considerado o período (diurno/noturno).

Não foram realizadas subamostragens da visitação ao longo do dia em decorrência do curto período de disponibilidade da flor (aproximadamente 12 horas) e de sua antese noturna.

Os exemplares representantes das morfoespécies coletados, foram devidamente montados ou armazenados em álcool 70%. As morfoespécies com maior representatividade para as diferentes análises tiveram sua identificação realizada ao nível de espécie ou gênero. Todos os exemplares encontram-se armazenados no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Recuperação de Áreas Degradadas, NEPRADE-UFSM.

2.2.2 Levantamento da vegetação do entorno da matriz (guilda)

Buscando compreender se a diversidade de plantas no entorno exerce alguma influência nas inter-relações envolvidas no processo de polinização de *Bauhinia forficata*, foram instaladas 9 parcelas de 100m², tendo as matrizes como ponto central.

Em cada parcela foram levantados todos os indivíduos com altura \geq a 50cm. Este critério foi adotado em decorrência desta classe de altura representar a regeneração já estabelecida no fragmento, com maiores chances de aporte para classes superiores, e portanto, maior probabilidade de fazer parte da composição florística e do nicho ecológico no qual a Pata-de-vaca se insere.

Os indivíduos amostrados foram devidamente identificados com auxílio de plaquetas e tiveram o diâmetro à altura do colo (DAC) ou o diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e espécie determinados.

2.2.3 Levantamento das espécies vegetais partilhadoras de vetores de pólen

Como *Bauhinia forficata* ocorre predominantemente na borda dos fragmentos florestais e nas margens de rios e lagos, o ecossistema da matriz de entorno (matriz de transição) exerce influência nas dinâmicas ecológicas da espécie.

Objetivando compreender se o florescimento concomitante de espécies campestres influencia a taxa de visitação da espécie de estudo, foram realizadas amostragens nas áreas de campo ou pastagem circundantes às matrizes.

A observação foi realizada por um período de 15 minutos por matriz, onde os observadores dispunham-se aleatoriamente na matriz de transição, numa distância não superior a 10 metros do indivíduo focal.

O monitoramento dos visitantes florais nas espécies de gramíneas e espécies campestres também foi realizado através da contagem de visitantes e agrupamento destes por morfoespécies, sendo anotadas características referentes ao comportamento dos visitantes e a ocorrência de deslocamento destes até indivíduos de Pata-de-vaca próximos, quando possível. Foram coletados exemplares dos visitantes florais para posterior identificação.

Todas as espécies vegetais encontradas com flores na matriz de transição foram coletadas, exsiccadas e armazenadas, sendo posteriormente identificadas.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva foi calculada com auxílio do Software Microsoft Excel®. A comparação da médias foi realizada através do Teste de Kruskal-Wallis (FILHO et al., 2001) com auxílio do software Assistat (SANTOS E SILVA, 2015).

Para a determinação da correlação das variáveis foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA). Os dados de volume e concentração de NID e viabilidade polínica utilizados para esta análise são apresentados nos Capítulos II e III, respectivamente.

As redes de interação mutualísticas foram criadas através de matrizes ponderadas com auxílio do software Pajek (2016), sendo obtidas através de modelo Bipartido, tanto para os *layouts* “Circular” quanto “Energia” (Kamada-Kawai Livre).

Foram também determinadas a Centralidade por grau para todas as redes e calculado o índice de conectância (C):

$$C = 100 \times I/M$$

I = número de interações observadas

M = número possível de interações entre plantas e animais

Para a análise de guilda foram determinados os índices de SHANNON (H') e de SIMPSON (D) e de MARGALEF (D_{Mg}):

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \times \ln p_i \text{ onde, } p_i = n_i/N$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2 \text{ onde, } p_i = n_i/N$$

$$D_{mg} = (S - 1)/\ln N$$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

S = número de espécies amostradas

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DIVERSIDADE DE VISITANTES

3.1.1 Diurnos

Foram contabilizados 657 indivíduos pertencentes a 23 morfoespécies de visitantes diurnos. A ordem com maior número de morfoespécies foi a Lepidoptera (Rhopalocera) com 30,43% delas, seguida de Hymenoptera (26,08%), Coleoptera e Lepidoptera (Heterocera) com 8,69% cada, e Diptera, Hemiptera, Mantodea, Odonata e Apodiformes com 4,35% cada (Figura 13).

Vianna, (2010) analisando espécies de plantas nativas do cerrado, encontrou maior representatividade para a ordem Hymenoptera (72%), sendo que a ordem Lepidoptera representou apenas 6,45% das espécies observadas.

Resultados semelhantes aos encontrados para *Bauhinia forficata* foram obtidos por Vosgueritchian (2010) analisando visitantes florais em diversas espécies nativas em florestas tropicais naturais e restauradas, onde a ordem Lepidoptera representou 23% dos visitantes da floresta restaurada e 17% da floresta nativa, apesar desta ordem não ser a mais representativa em nenhum dos dois ambientes.

Por ser uma espécie de ocorrência natural em áreas frequentemente antropizadas como bordas e clareiras, a Pata-de-vaca está sujeita a guildas de visitantes mais semelhantes aos encontrados em áreas com histórico de alteração, onde fatores como a incidência de luz, ventos e temperatura, afetam diretamente o comportamento dos visitantes, de forma distinta dos de áreas naturais menos alteradas.

Ordem	Morfoespécie	Abreviação	Representatividade
Lepidoptera (Rhopalocera)	Borboleta-laranja-preta (<i>Heliconius</i> sp.)	B. L-P	30,43%
	Borboleta-marrom (<i>Pompeius</i> sp.)	B. M	
	Borboleta-amarela (<i>Phoebis philea philea</i>)	B. A	
	Borboleta-branca (n.i)	B. B	
	Borboleta-laranja (<i>Calycopis</i> sp.)	B. L	
	Borboleta-preta-azul (n.i)	B. P-A	
	Mariposa-cinza (<i>Pyrgus</i> sp.)	M. C	
	Borboleta-vermelha (n.i)	B.V	
	Borboleta-preta (n.i)	B. P	
Hymenoptera	Abelha (<i>Apis mellifera</i>)	Abelha	26,08%
	Formiga (<i>Pseudomirmex</i> sp.)	Form	
	Meliponíneo (<i>Trigona spinipes</i>)	Meli	
	Vespa (<i>Polyster cavapytiformes</i>)	Vespa	
	Mamangava (n.i)	Maman	
	Vespa grande (n.i)	V. G	
Coleoptera	Besouro (n.i)	Besouro	8,69%
	Vaquinha-verde (<i>Diabrotica speciosa</i>)	Vaq	
Lepidoptera (Heterocera)	Mariposa-grande (n.i)	M.G	8,69%
Diptera	Mosca (n.i)	Mosca	4,35%
Hemiptera	Percevejo (<i>Loxa deducta</i>)	Per	4,35%
Mantodea	Louva-deus (n.i)	L-D	4,35%
Odonata	Libélula (n.i)	Libélula	4,35%
Apodiforme	Beija-flor (n.i)	Beija-flor	4,35%

Figura 13- Agrupamento das morfoespécies estabelecidas no momento de observação dos visitantes florais de *Bauhinia forficata*, lista de abreviações utilizadas nas análises estatísticas e representatividade das respectivas Ordens. Onde: (n.i) - espécies não identificadas.

Fonte: Autor.

Dentre os grupos de morfoespécies, a que apresentou maior número de indivíduos observados durante o monitoramento diurno foi Meliponíneo (Hymenoptera) com 98 indivíduos, sendo este grupo composto por uma única espécie *Trigona spinipes* (Figura 14-A), conhecida popularmente por Irapuã. Esta espécie também foi descrita por Vianna (2010) como a mais representativa entre os visitantes florais de espécies do Cerrado.

Para o grupo das Vespas foram encontrados 88 indivíduos, todos da espécie *Polyster cavapytiformes* (Hymenoptera; Vespidae) (Figura 14-B).

A morfoespécie mariposa-cinza apresentou 87 indivíduos, pertencentes ao gênero *Pyrgus* sp (Lepidoptera: Heperiidae) (Figura 14-C).

O grupo das Mamangavas (Hymenoptera) também foi representado por uma única espécie com 84 indivíduos. A espécie, no entanto, ainda não pode ser identificada (Figura 14-D).

No grupo das Moscas (Diptera) foram observadas 5 espécies (não identificadas) totalizando 55 indivíduos. A morfoespécie Abelha apresentou 51 indivíduos pertencentes à espécie *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae, Apinae).

O grupo Formiga apresentou no total 42 indivíduos divididos em três espécies, sendo em sua maioria pertencentes ao gênero *Pseudomirmex* sp. (Hymenoptera; Formicidae), caracteristicamente nectarívoro.

Para a morfoespécie borboleta-laranja-preta foram observados 26 indivíduos, pertencentes ao gênero *Heliconius* sp. (Lepidoptera: Nymphalidae). Para borboleta-marrom foram observados 20 indivíduos pertencentes ao gênero *Pompeius* sp. (Lepidoptera: Heperiinae) (Figura 15-A). Já a morfoespécie borboleta-amarela teve 19 indivíduos observados, sendo eles pertencentes a espécie *Phoebis philea philea* (Lepidoptera: Pieridae) (Figura 15-B). Todas pertencentes a ordem Lepidoptera (Rhopalocera).

As demais morfoespécies tiveram baixa representatividade quanto ao número de indivíduos (87 no total). Algumas espécies, porém, puderam ser identificadas, sendo elas: *Loxa deducta* (percevejo) (Hemiptera: Pentatomidae), *Calycopis* sp. (borboleta-laranja) (Lepidoptera: Lycaenidae) (Figuras 15-C e 15-D respectivamente) e *Diabrotica speciosa* (vaquinha-verde) (Coleoptera: Chrysomelidae). Algumas outras morfoespécies encontram-se representadas na Figura 16.

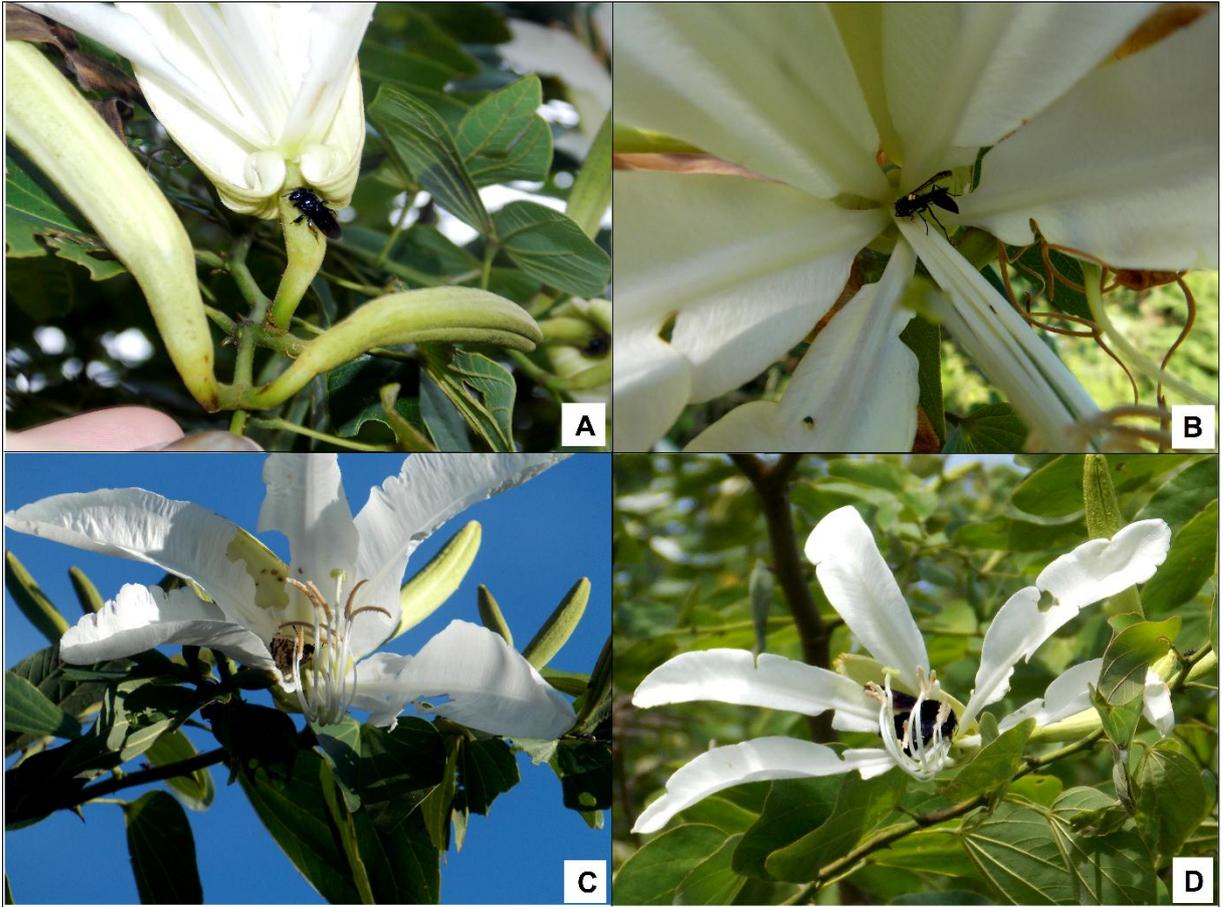


Figura 14- Visitantes florais em *Bauhinia forficata*. A- *Trigona spinipes* (irapuá) (Hymenoptera: Meliponinae), B- *Polyster cavapytiformes* (vespa) (Hymenoptera: Vespidae), C- *Pyrgus* sp. (mariposa-cinza) (Lepidoptera: Hesperiiidae), D- Mamangava (Hymenoptera: Apidae, Apinae).

Fonte: Autor.

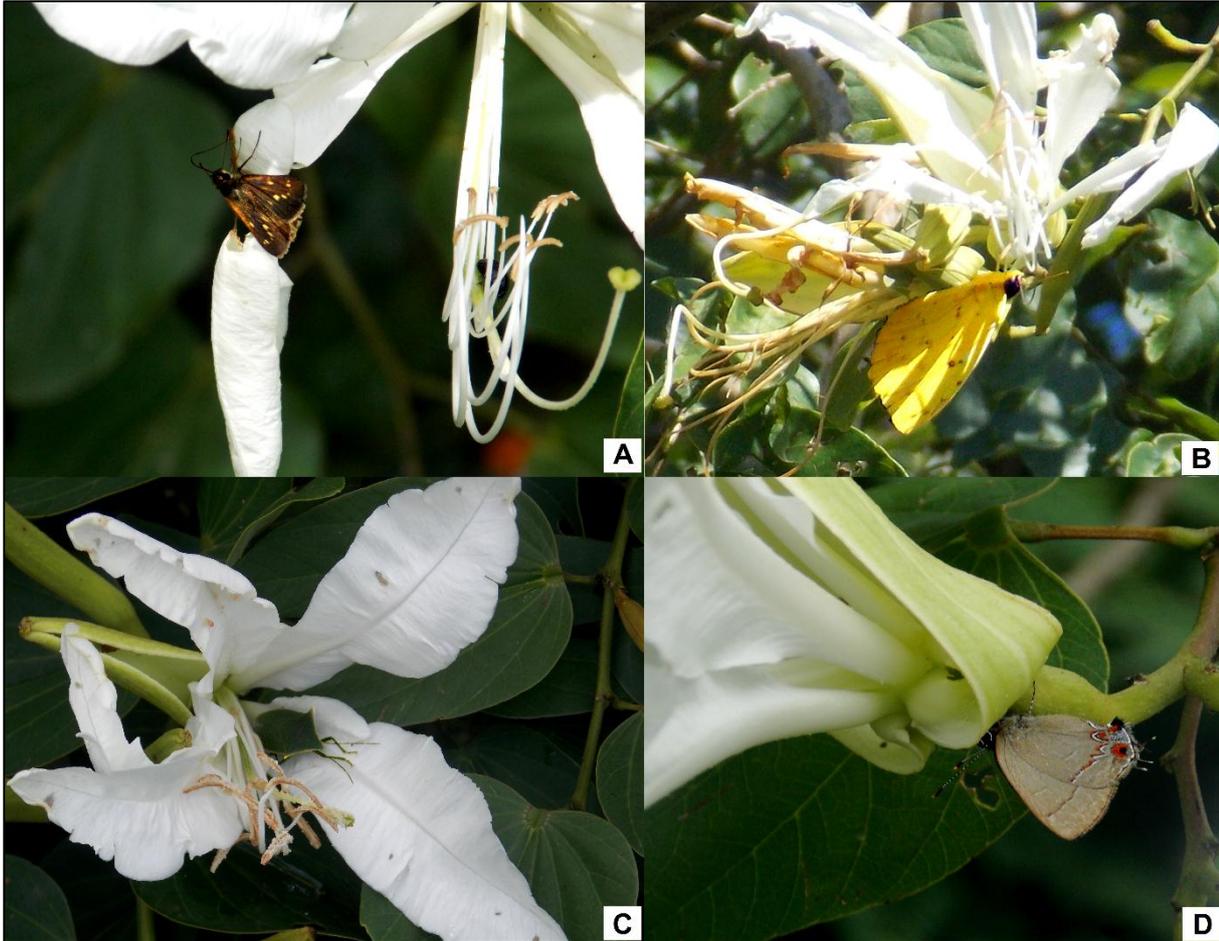


Figura 15- Visitantes florais em *Bauhinia forficata*. A- *Pompeius* sp. (borboleta-marrom) (Lepidoptera: Hesperinae), B- *Phoebis philea philea* (borboleta-amarela) (Lepidoptera: Pieridae), C- *Loxa deducta* (percevejo) (Hemiptera: Pentatomidae), D- *Calycopis* sp. (borboleta-laranja) (Lepidoptera: Lycaenidae).

Fonte: Autor.

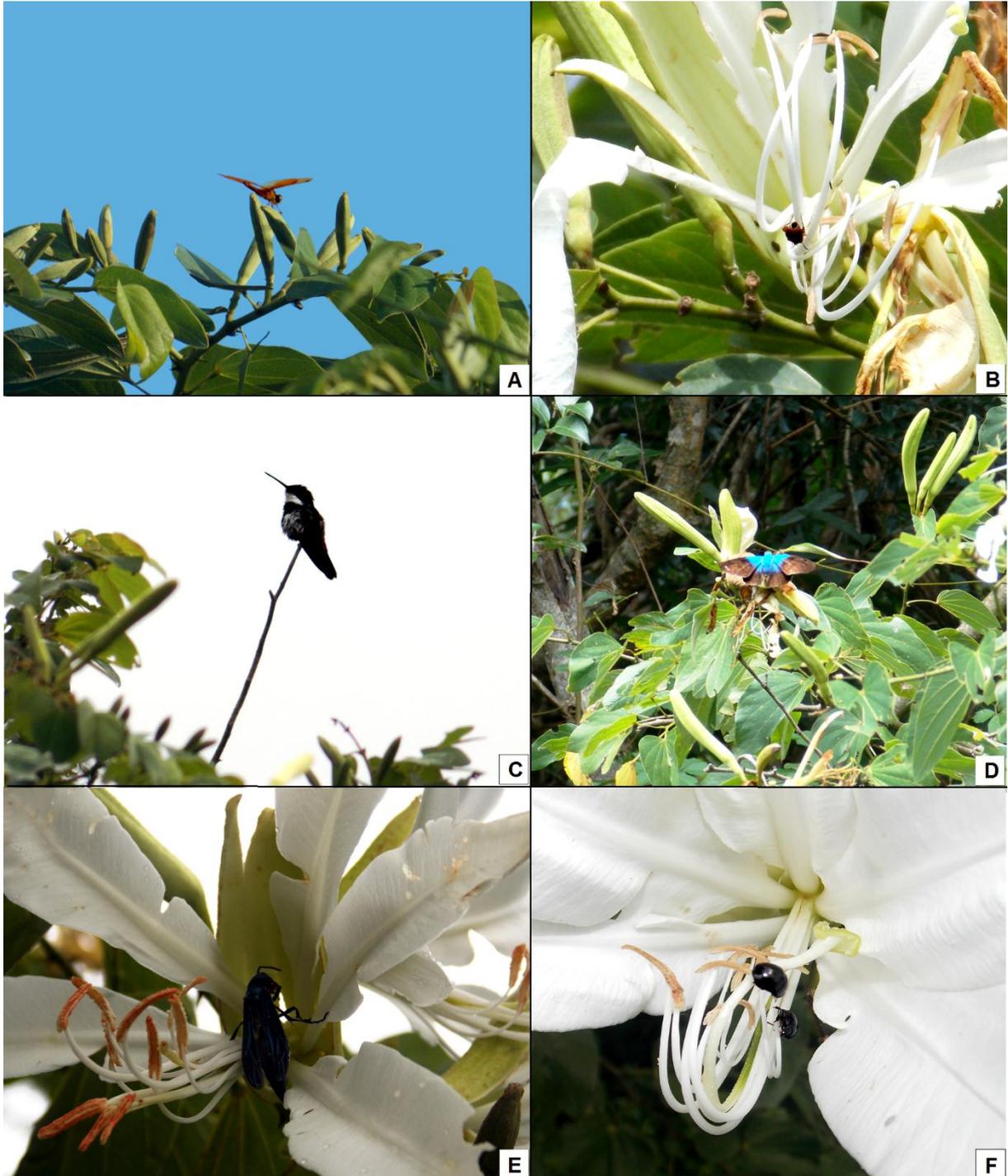


Figura 16- Visitantes florais em *Bauhinia forficata*. A- Libélula (Odonata), B- *Gibobruchus speculifer* (Coleoptera: Bruchidae)), C- Beija-flor (Apodiforme), D- Borboleta-preta-azul (Lepidoptera: Rhopalocera), E- Vespa-grande (Hymenoptera) e F- Besouros (Coleoptera).

Fonte: Autor.

3.1.2 Noturnos

Foram observados 10 morfoespécies na análise de visitantes noturnos. Destas, quatro também foram encontradas na análise de visitantes diurnos: *Pyrgus* sp., mariposa-grande, *Loxa deducta* e Besouro.

As demais foram encontradas apenas na análise noturna, sendo elas: barata (Blattodea) (Figura 17), bruxa (Lepidoptera: Heterocera), gafanhoto (Orthoptera) (Figura 13), joaninha (Coleoptera), mariposa-marrom e mariposa-branca (ambas Lepidoptera: Heterocera).

A ordem de maior representatividade na análise de visitantes noturnos foi a Lepidoptera (Heterocera) (50%), seguida de Coleoptera (20%) e de Blattodea, Hemiptera e Orthoptera, as quais representaram 10% cada.

Dentre as morfoespécies destacaram-se: *Pyrgus* sp. com 22 indivíduos, marata com 20 indivíduos e mariposa-marrom com 11.



Figura 17- Visitante florais noturnos em *Bauhinia forficata*. Com destaque para a presença das morfoespécies barata (Blattodea) e gafanhoto (Orthoptera).

Fonte: Autor.

3.1.3 Vetores de pólen das espécies partilhadoras

Foram observadas, ao todo, 10 morfoespécies de visitantes forrageando as espécies vegetais campestres. Sendo que todas elas também foram visitantes florais observados em *Bauhinia forficata* (Figura 18).

Das morfoespécies observadas, 60% pertenciam à Ordem Lepidoptera (Rhopalocera) e 40% à ordem Hymenoptera. A morfoespécie mais representativa foi mamangava (Hymenoptera: Apidae, Apinae) com 37 indivíduos, seguida de *Polyster cavapytiformes* (vespa) (Hymenoptera: Vespidae) com 34 e *Pseudomirmex* sp. (formiga) (Hymenoptera: Formicidae) com 20 indivíduos amostrados.

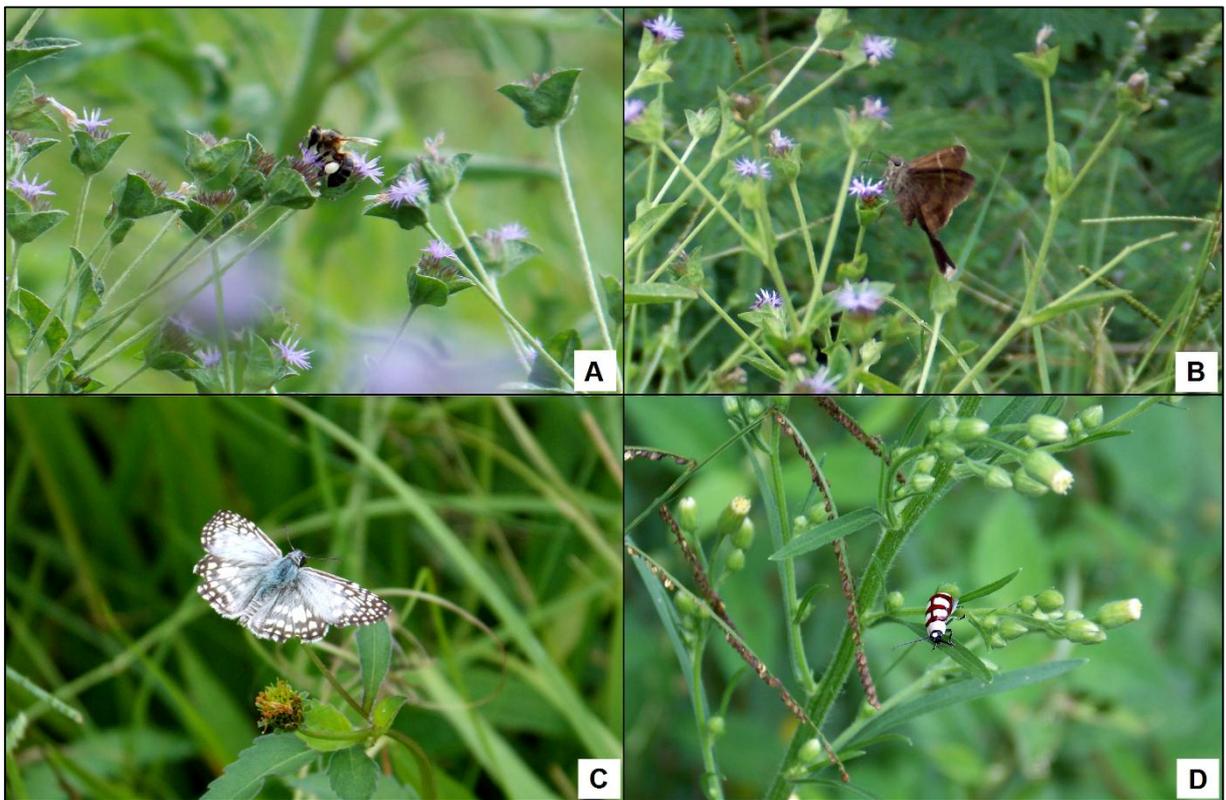


Figura 18- Vetores florais visitando espécies partilhadoras campestres. A- *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae, Apinae), B- *Pompeius* sp. (borboleta-marrom) (Lepidoptera: Hesperiiidae), C- *Pyrgus* sp. (mariposa-cinza) (Lepidoptera: Hesperiiidae) e besouro (joaninha) (Coleoptera).

Fonte: Autor.

3.2 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS PARTILHADORAS

Durante o período de floração da espécie *Bauhinia forficata*, oito espécies campestres também apresentavam flores, sendo elas (Figura 19):

- **SP-1:** Carrapicho (*Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC.);
- **SP-2:** Guanxuma (*Sida* sp. L.);
- **SP-3:** Picão (*Bidens* sp. L.);
- **SP-4:** Botão-de-ouro (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.);
- **SP-5:** Sete-sangrias (*Heliotropium lanceolatum* Ruiz & Pav.);
- **SP-6:** Lantana (*Lantana camara* L.);
- **SP-7:** Trapoeraba (*Commelina erecta* L.);
- **SP-8:** Erva-grossa (*Elephantopus mollis* Kunth).

Para todas estas espécies foi constatada interação com vetores de pólen também observados na Pata-de-vaca.

Dentre as espécies campestres, a Trapoeraba e a Guanxuma destacaram-se por interagir com o maior número de morfoespécies de vetores de pólen, sendo elas: *Trigona spinipes*, *Calycopis* sp. (Lepidoptera Rhopalocera), *Pseudomirmex* sp. (Hemiptera) e *Phoebis philea philea* (Lepidoptera Rhopalocera) para a Trapoeraba e, *Polyster cavapytiformes* (Vespa-Hymenoptera), Borboleta-branca, Mariposa-cinza (*Pyrgus* sp.) e Borboleta-marrom (*Pompeius* sp.) (Lepidoptera Rhopalocera) para Guanxuma.

Algumas espécies campestres demonstraram partilhar o mesmo nicho ecológico entre si, com base na guilda de vetores de pólen que nelas ocorreram. Este é o caso das espécies Botão-de-ouro e Picão, as quais foram visitadas por Vespas (*Polyster cavapytiformes*) e Borboletas-laranja (*Calycopis* sp.), e do Carrapicho e a Erva-grossa, que foram visitadas por *Apis mellifera* e Borboletas-laranja-preta (*Heliconius* sp.).

A espécie Sete-sangrias foi visitada por Abelhas e Mariposas-cinza, já a espécie Lantana, foi visitada unicamente pela morfoespécie Mariposa-cinza.

Durante o período de avaliação dos visitantes florais de *Bauhinia forficata*, à partir da 5ª avaliação, foi constatado o florescimento da espécie *Acacia velutina* DC. (Unha-de-gato, SP-9), a qual foi visitada por duas morfoespécies: Mariposa-cinza (*Pyrgus* sp.) e Vespa (*Polyster cavapytiformes*), em alta intensidade.

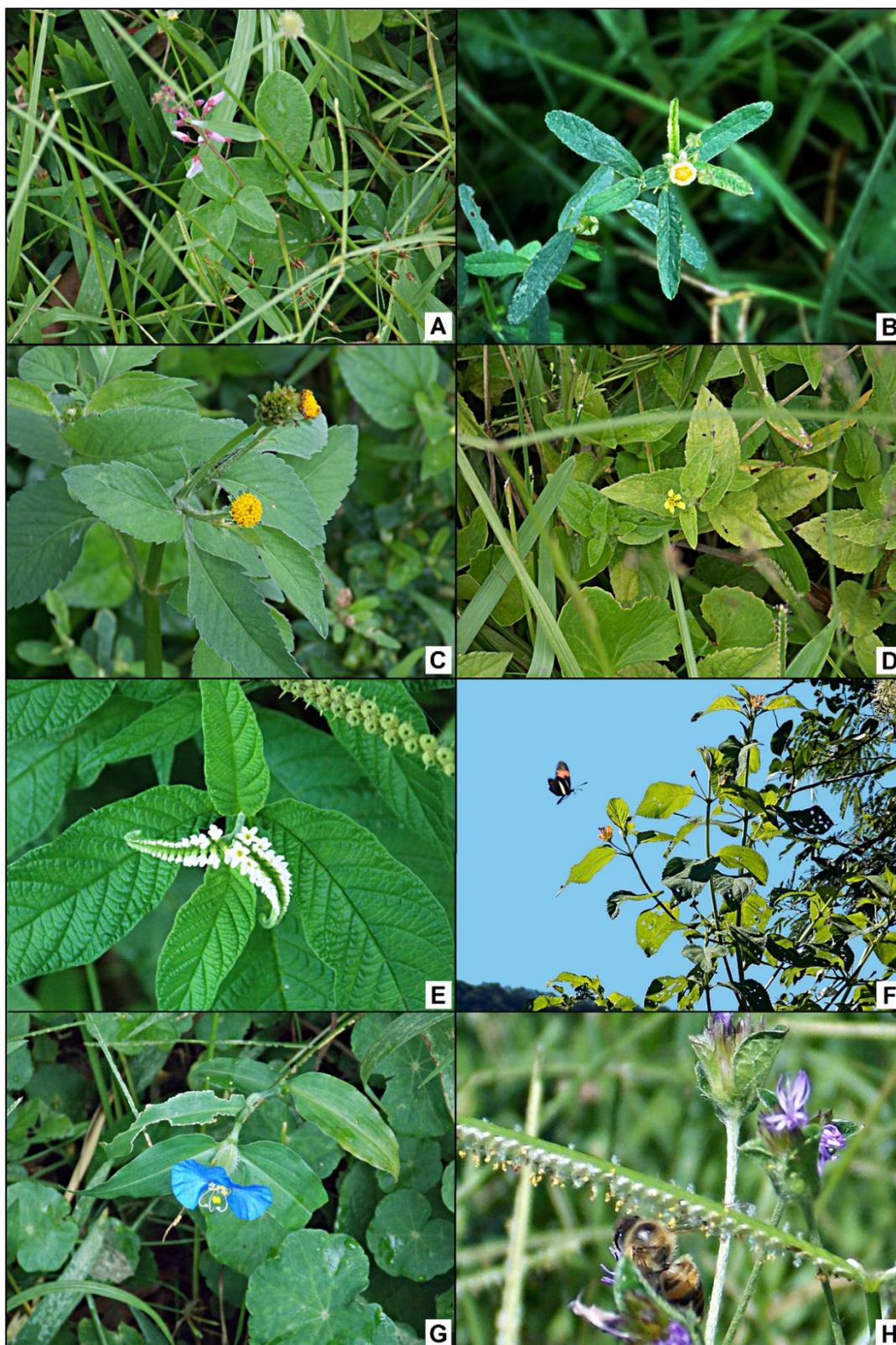


Figura 19- Espécies campestres partilhadoras de vetores de pólen com *Bauhinia forficata*. A- *Desmodium uncinatum*, B- *Sida* sp., C- *Bidens* sp., D- *Synedrella nodiflora*, E- *Heliotropium lanceolatum*, F- *Lantana camara*, G- *Commelina erecta*, H- *Elephantopus mollis*.

Fonte: Autor.

3.3 REDES DE INTERAÇÃO E GUILDA DE POLINIZADORES

O grau de conectância total na rede de interação planta-polinizador/diurno foi de 53,47%. Na análise de redes por dias de avaliação, a conectância variou entre 28,57% e 38,33% ($\bar{x} = 35.31\%$, $\sigma = 8,44\%$, $S = 0,7(\%)^2$) (Figura 20).

Para a rede planta-polinizador/noturno a conectância observada foi de 44%. A conectância das redes por dias de avaliação variaram entre 37,5 e 44,44% ($\bar{x} = 48,52\%$, $\sigma = 11,06\%$, $S = 0,12(\%)^2$) (Figura 21).

Biesmeijer et al. (2005) encontraram um valor de conectância igual a 19% em redes de interação entre abelhas sociais e plantas, este valor foi considerado alto pelos autores, os quais o descreveram como resultado do comportamento generalista, comum em espécies de abelhas sociais. Valores ainda menores foram encontrados por Pfeffer (2014) ao estudar redes de interação entre abelhas e flores de *Solanum didymum* encontrou um grau de conectância igual 2,7%.

Cabe salientar que ao contrário das redes obtidas neste estudo, em ambos os trabalhos anteriormente descritos as redes eram compostas por uma única ordem de visitantes e/ou por uma variedade de plantas por eles visitadas.

Redes completas de interação planta-visitantes, porém, têm demonstrado um grau de conectância muito variável entre diferentes ecossistemas. Estudos realizados em redes completas de interação entre múltiplos visitantes florais e múltiplas espécies vegetais forrageadas, obtiveram valores de conectância entre 62%, e 80%, dependendo do ecossistema analisado (VOGUERITCHIAN, 2010).

Jordano e Olesen (2002) afirmam ainda, que a conectância pode estar relacionada à características como a latitude e a altitude do local de estudo, uma vez que estas influenciam fortemente na biodiversidade das espécies componentes de um ecossistema.

Na latitude 33° S, próxima a latitude de Santa Maria (29° S) a conectância variou entre 4,3 e 7,1%; a altitude, porém, era muito superior (2.660m) a altitude média do município de Santa Maria-RS (143m) (JORDANO E OLESEN, op. cit).

Na latitude 20° S, a 5 metros acima do nível do mar o grau de conectância encontrado foi de 28,6%, mais próximo ao grau de conectância observado para redes de interação entre *Bauhinia forficata* e visitantes florais (JORDANO E OLESEN, op. cit).

Independentemente do nível estrutural e funcional das redes analisadas, a conectância total encontrada nas redes de interação diurnas e noturnas para *Bauhinia forficata* é considerada alta, confirmando o comportamento generalista da espécie na atração de visitantes florais.

Freitas et al. (2014) destacam que a análise da especialização ecológica é muito importante para compreender os diferentes processos ocorrentes nas comunidades, com destaque para os padrões de exclusão, de competição e de partilhamento de recursos.

Todavia, o grau de especialização de um sistema pode variar ao longo do tempo, em decorrência de mudanças na guilda de visitantes (FREITAS et al., 2014), fazendo com que o comportamento generalista de algumas espécies vegetais na atração de visitantes, não necessariamente descreva uma maior ocorrência de polinização efetiva.

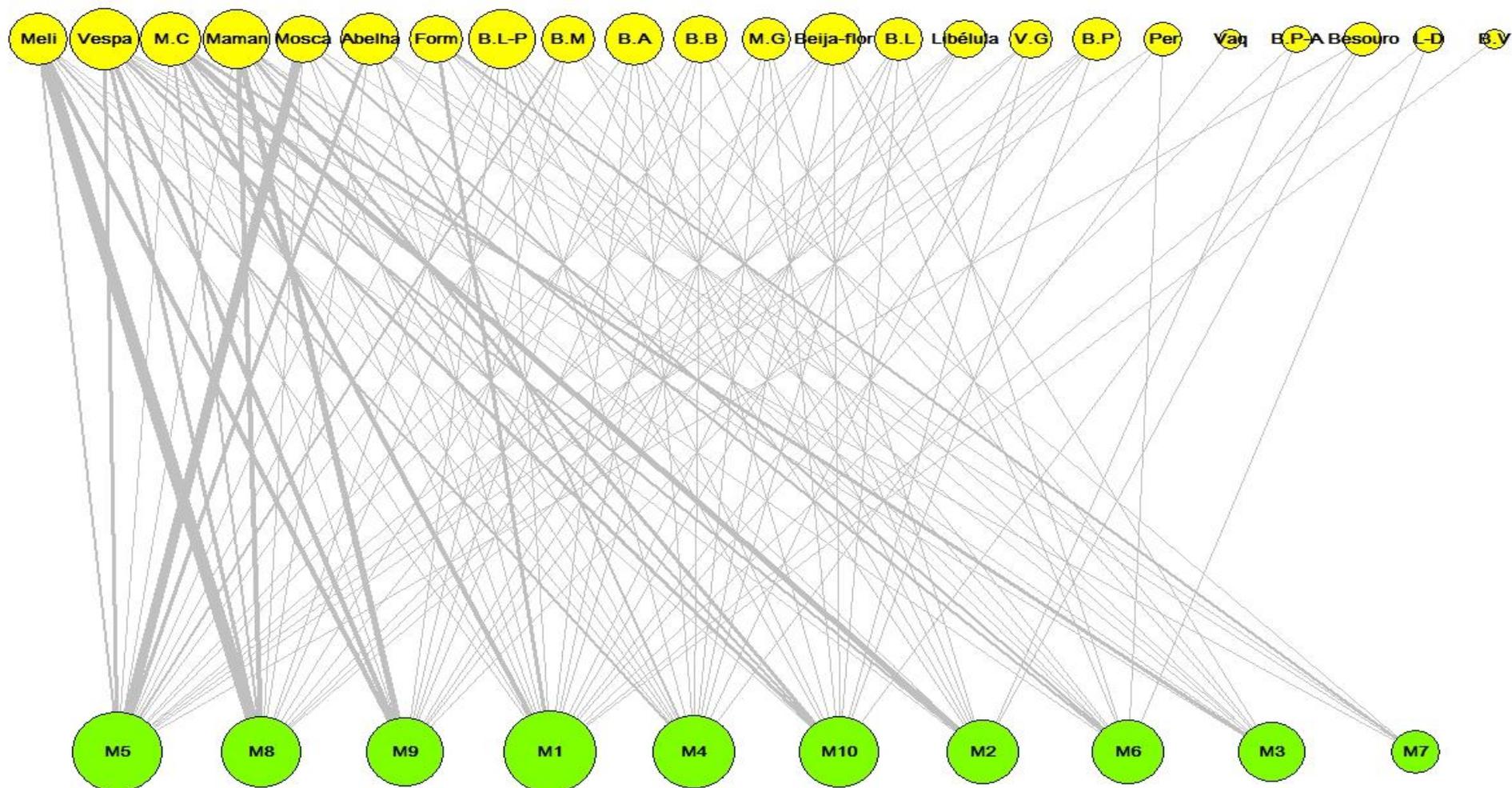


Figura 20- Teia ditrófica. Interação entre visitantes florais diurnos e matrizes de *Bauhinia forficata* em fragmentos florestais no município de Santa Maria-RS: Na parte superior em vértices amarelos encontram-se as espécies de visitantes florais e na parte inferior em verde as matrizes. Os nomes das espécies são apresentados por abreviaturas descritas na Figura 8. O tamanho das linhas representa a intensidade da interação de cada visitante floral com a respectiva matriz, o tamanho dos vértices representa a centralidade por grau de cada componente.

Fonte: Autor.

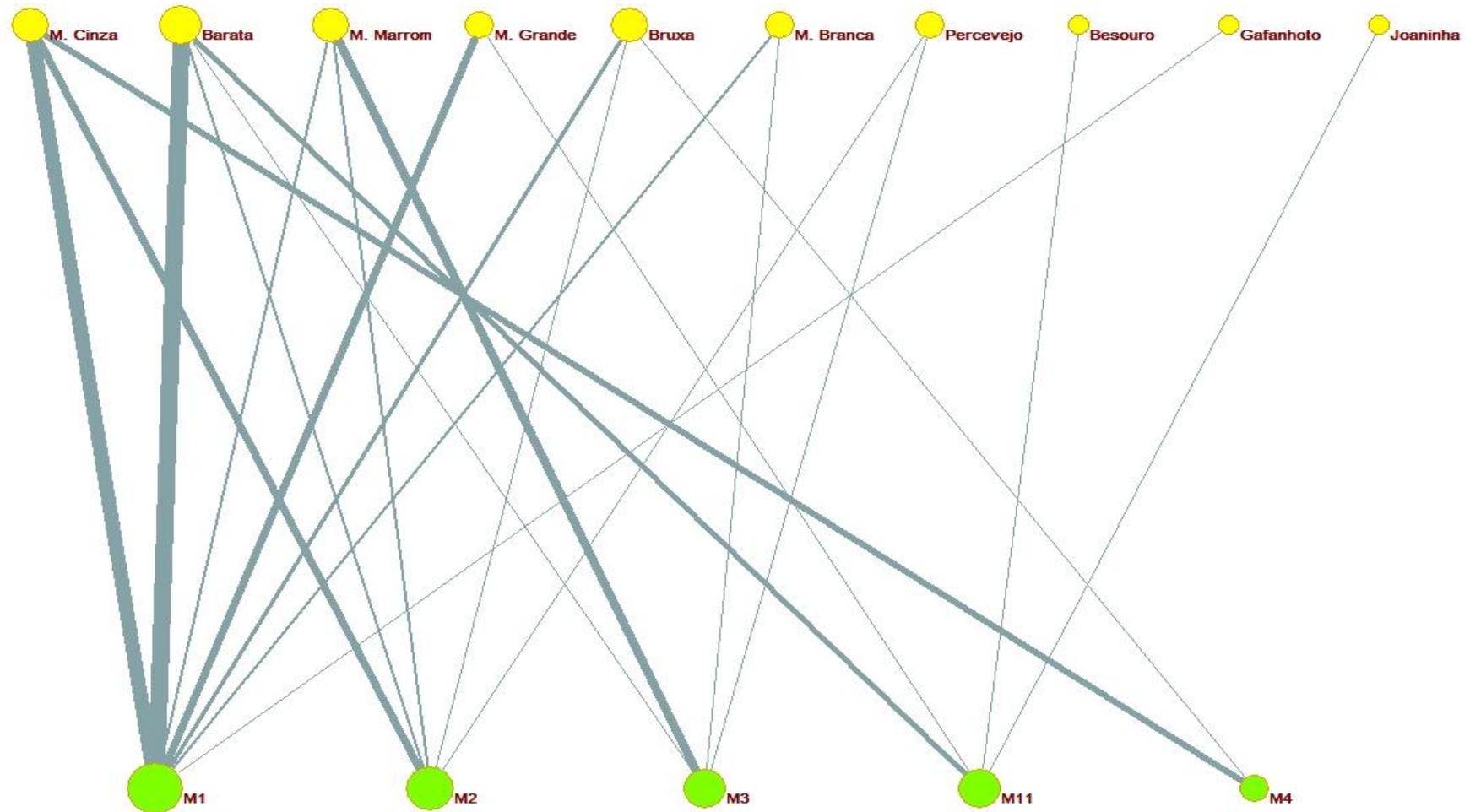


Figura 21- Teia ditrófica. Interação entre visitantes florais noturnos e matrizes de *Bauhinia forficata* em fragmentos florestais no município de Santa Maria-RS: Na parte superior em vértices amarelos encontram-se as espécies de visitantes florais e na parte inferior em verde as matrizes. Os nomes das espécies são apresentados por abreviaturas descritas na Figura 8. O tamanho das linhas representa a intensidade da interação de cada visitante floral com a respectiva matriz, o tamanho dos vértices representa a centralidade por grau de cada componente.

Fonte: Autor.

A análise das redes planta-visitantes/florais demonstrou tendência de incremento no número de interações observada e de complexidade ao longo do período de avaliação, com redução apenas no último dia de floração. Este padrão pode ser facilmente observado nas Redes ditróficas (Anexo A).

No entanto, na 3ª avaliação houve decréscimo no número possível de interações, demonstrando uma menor diversidade de visitantes florais no dia. Este decréscimo pode ser explicado pela forte intensidade de chuva ocorrida na tarde do dia anterior (7 de janeiro de 2015), e na presença de chuva fraca durante toda a 3ª avaliação, afetando o comportamento de forrageamento de algumas guildas de visitantes florais.

A espécie *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Meliponinae), por exemplo, uma abelha nativa de comportamento social, não foi observada na 3ª avaliação, tendo sido contabilizada, no entanto, na 2ª e 4ª avaliação. Isto deve-se principalmente ao tamanho pequeno deste grupo de abelhas (7mm) o qual reduz a autonomia de voo, e frente a intempéries climáticas pode dificultar o forrageamento mesmo à curtas distâncias (ARAÚJO et al., 2004).

Apesar da redução do número de interações possíveis na 3ª avaliação, a conectância não foi afetada, exemplificando a tendência de comportamento para todas as redes de interação entre *Bauhinia forficata* e visitantes florais, para as quais não foi encontrada correlação entre a diversidade de visitantes e o grau de conectância da rede ($r^2_{ajus} = 0,1314$, n-2 GL, $t_{0,05}$). Dados semelhantes foram encontrados por Biesmeijer et al. (2005), onde o grau de conectância demonstrou-se independente do número de espécies visitantes.

Todavia, a conectância variou significativamente entre os dias de avaliação (Tabela 5).

Tabela 8- Análise de diferença significativa entre o grau de conectância das redes de interação planta-visitantes e o período de avaliação em *Bauhinia forficata*.

AVALIAÇÃO	CONECTÂNCIA	RANQUEAMENTO ESTATÍSTICO
1ª	0,2857	AB
2ª	0,2705	A
3ª	0,3833	B
4ª	0,3472	AB
5ª	0,3542	AB
6ª	0,3636	AB
7ª	0,2857	AB

*A comparação de médias foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis, onde variáveis com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Fonte: Autor.

Quanto maior a conectância de uma rede, maior a força das interações e maior a diversidade de espécies componentes, mais complexa a comunidade é (SCARANO E DIAS, 2004).

Desta forma, os maiores níveis de complexidade da guilda de visitantes florais em *Bauhinia forficata* foram encontrados para a 4ª e 5ª avaliação. O primeiro e o último dia de avaliação apresentaram o mesmo grau de conectância (Tabela 5), e também um número semelhante em diversidade de espécies visitantes, ambos menores que os encontrados para os demais dias. Tais dados demonstram um padrão esperado de interação ao longo da floração, com menores taxas de interação no início e final do período.

Através da análise da diversidade de visitantes foi possível estabelecer quais relações ecológicas influenciaram de maneira mais significativa o grau de conectância.

Neste sentido, constatou-se que o nível de generalização da rede foi principalmente dependente da plasticidade de comportamento dos visitantes florais, uma vez que, o alto volume e a alta concentração do néctar ofertado por *Bauhinia forficata* permitem a atração generalista de visitantes, porém, representam uma propriedade intrínseca da espécie, já fixada geneticamente, decorrente da coevolução desta ao longo do tempo com vetores de pólen com necessidades restritivas de forrageamento (principalmente morcegos), e não de uma resposta simultânea no tempo ecológico aos visitantes florais.

Caba salientar, no entanto, que todas estas interações observadas no presente podem modificar, através de coevolução, as bases genéticas da espécie ao longo do tempo evolutivo, podendo gerar uma resposta efetiva na oferta e qualidade dos recursos da espécie no futuro. Da mesma maneira, as diferenças, mesmo que sutis, na oferta de recursos em resposta ao ambiente e à deriva genética em *Bauhinia forficata*, podem induzir repostas comportamentais nos visitantes florais ao longo do tempo, dependendo principalmente da ocorrência e da frequência destas interações.

Para as redes de partilhadores o grau de conectância foi menor que o encontrado na análise de visitantes diurnos e noturnos, variando entre 23,53% e 35,7% ($\bar{x} = 27,98\%$, $\sigma = 5,72\%$, $S = 0,3(\%)^2$).

Como a conectância da rede também é sinônimo do nível de generalização da mesma, e representa quão coesas as redes são (PIGOZZO E VIANA, 2010), pode-se afirmar que as redes de interação que incluem as espécies vegetais partilhadoras são menos coesas que as demais, porém não menos complexas.

A introdução das espécies vegetais campestres partilhadoras de vetores de pólen alterou a dinâmica e a estrutura das redes, uma vez que as espécies campestres são menos generalistas na atração dos visitantes, diminuindo a coesão dos sistemas analisados.

Com base na existência de modificações na estrutura das redes, pode-se determinar ainda que algumas das espécies campestres apresentavam comportamento de competidoras e não de partilhadoras de recursos.

As espécies *Sida* sp. (Guanxuma) e *Commelina erecta* (Trapoeraba) são competidoras primárias, pois alteraram a dinâmica e a estrutura das redes através de mudanças na centralidade por grau e na força da interação dos visitantes florais. Fazendo com que tanto as matrizes, quanto os visitantes florais fossem rearranjados espacialmente e compusessem novos subgrupos coesos. Este exemplo pode ser observado na Figura 22.

Já as espécies *Desmodium uncinatum* (Carrapicho) e *Acacia velutina* (Unha-de-gato) comportaram-se como competidoras secundárias, uma vez que alteraram apenas a estrutura da rede, modificando a centralidade das matrizes na formação de subgrupos coesos (Anexo A).

No entanto as espécies campestres *Bidens* sp., *Synedrella nodiflora*, *Heliotropium lanceolatum*, *Lantana camara* e *Elephantopus mollis* comportaram-se como partilhadoras de recursos, coflorando com a espécie *Bauhinia forficata* sem no entanto competir com esta na atração de polinizadores, não alterando a dinâmica nem a estrutura das redes de interação.

A relação ecológica entre a *Bauhinia* e as espécies campestres partilhadoras pode ser descrita de duas formas distintas, dependendo do ponto de observação: como comensalismo: se considerado que os polinizadores efetivos das espécies campestres não são, em sua maioria, potenciais polinizadores da Pata-de-vaca, e que a oferta abundante de recursos desta, aumenta as chances de polinização efetiva nas espécies campestres. Ou como mutualismo: se considerado que muitas das espécies campestres florescem mais de uma vez durante o ano, e portanto, manteriam na área de ocorrência as guildas de polinizadores potenciais da espécie *Bauhinia forficata* no período em que esta não apresenta flores.

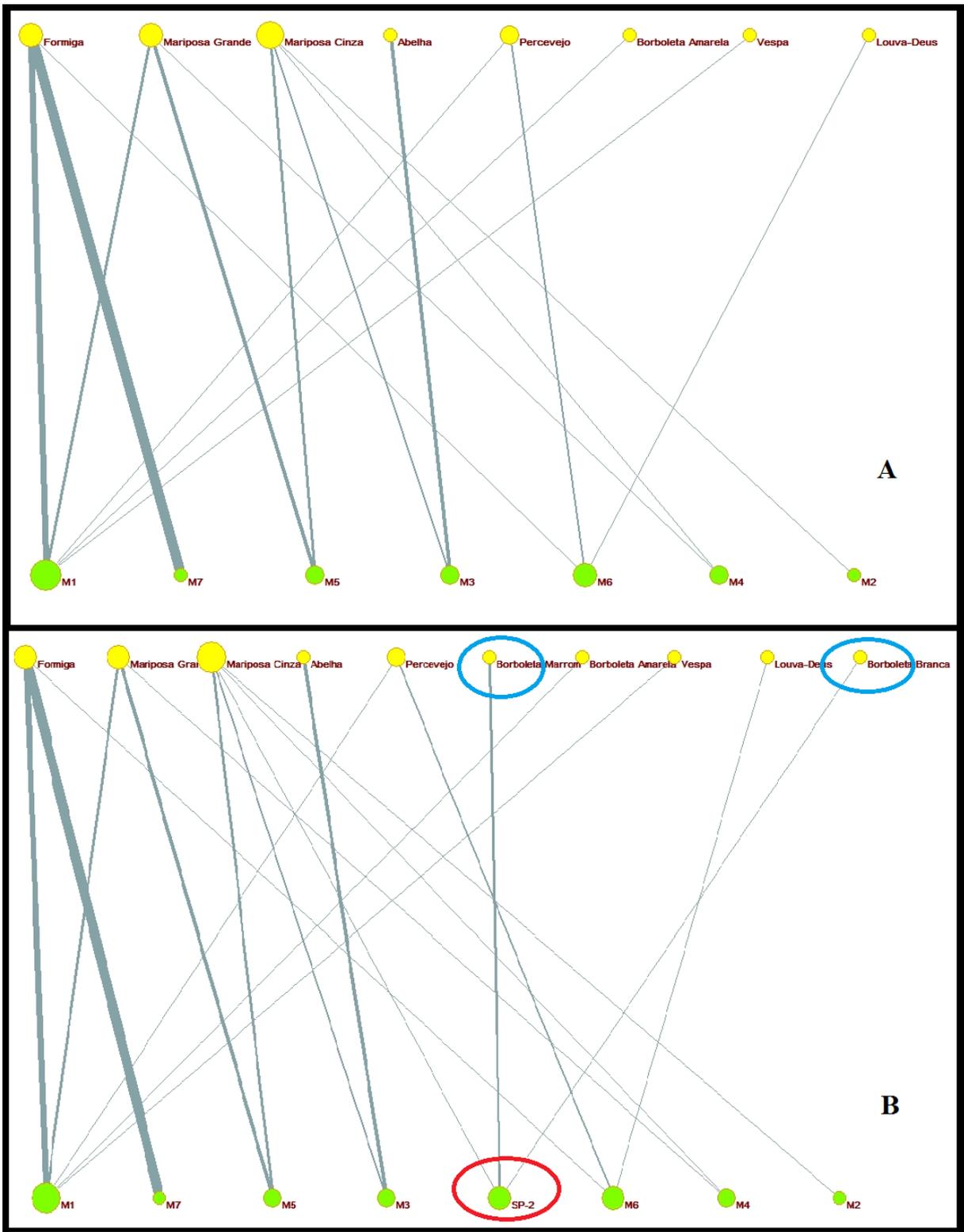


Figura 22- Teias ditróficas. Interação planta-visitante floral em *Bauhinia forficata*. A- Rede sem a introdução das espécies campestres, B- Rede com introdução da espécie campestre *Sida sp.*, elipse vermelha- destaque para a introdução da espécie campestre no meio da rede, elipses azuis- destaque para a alteração da composição e dinâmica da rede quanto a diversidade e estrutura da comunidade de visitantes.

Fonte: Autor.

3.4 COMPORTAMENTO DOS VISITANTES FLORAIS E POLINIZADORES EFETIVOS

Dentre os visitantes florais observados forrageando recursos em *Bauhinia forficata*, apenas 3 demonstraram comportamento que pudesse caracterizá-los como potenciais polinizadores efetivos da espécie:

1. Morfoespécie Mamangava (Hymenoptera: Apidae, Apinae): sempre realizava voo de reconhecimento, apresentando voo direcional em 85% dos casos, visitava as flores em 97% dos voos de reconhecimento. O comportamento de visita foi sempre de forrageamento, pousava obrigatoriamente nas flores para a coleta do néctar e tocava as anteras e/ou estigma em 100% dos casos observados. Visitou mais de uma flor por matriz em 73% dos casos, realizando visita à matrizes próximas em 83% das observações.

Foram observados 84 indivíduos desta morfoespécie, sendo que esta só não estava presente no primeiro dia de avaliação, e somente não foi observada na matriz 7.

2. *Pyrgus* sp. (Lepidoptera: Hesperiiidae): sempre realizava voo de reconhecimento, apresentou voo direcional em 70% dos casos, visitava as flores em 95% dos voos de reconhecimento realizados, o comportamento de visita foi de forrageamento em todos os casos, pousava nas flores para coleta do néctar, tocava as anteras e/ou estigma em 80% dos casos observados, visitava mais de uma flor por matriz em 65% das interações e visitava matrizes próximas em 63% das observações.

Esta espécie também estava presente na observação noturna. Foram observados 87 indivíduos no monitoramento diurno e 22 no monitoramento noturno, estava presente em quase todos os dias de avaliação (exceto na 3ª), e em quase todas as matrizes, com exceção das matrizes 6 e 7. Cabe salientar que estas matrizes encontram-se próximas e em ambiente aberto, com a menor intensidade de vegetação no entorno entre todas as matrizes.

3. *Heliconius* sp. (Lepidoptera: Nymphalidae): realizava voo de reconhecimento em 33% dos casos, não apresentou voo direcional, visitava as flores em 89% dos voos de reconhecimento realizados, o comportamento de visita foi sempre de forrageamento, pousava nas flores para coleta do néctar e tocava as anteras e/ou estigma em 77% das interações, visitava mais de uma flor por matriz em 92% dos casos e visitava matrizes próximas em 44% das observações.

Foram observados no total 26 indivíduos desta espécie, a mesma não foi observada na primeira e na última avaliação, também não sendo encontrada visitando as matrizes M7, M10 e M11.

Outras espécies como a *Phoebis philea philea* (borboleta-amarela) (Lepidoptera: Pieridae), a morfoespécie mariposa-Grande (Lepidoptera: Heterocera), e a morfoespécie beija-flor (Apodiforme), podem ser caracterizadas como polinizadores facultativos para *Bauhinia forficata*, devido a ocorrência restrita à alguns ambientes (beija-flor), o número baixo de indivíduos observados, ou à características do comportamento de visita (borboleta-amarela), como baixa intensidade de visita a outras flores na mesma matriz e a menor porcentagem de toque as anteras e/ou estigma, em decorrência da aproximação lateral às flores.

A morfoespécie Barata (Blattodea) apresentou 20 indivíduos observados no monitoramento noturno (2ª espécie mais abundante) e apesar de forragear principalmente néctar e de tocar as anteras e/ou estigma na maioria das interações, também foi vista forrageando pólen em 24% dos casos observados, sendo portanto, considerada polinizador facultativo.

A vespa, espécie *Polyster cavapytiformes* (Hymenoptera: Vespidae), apesar do grande número de indivíduos observados (88 no total), tocava as anteras e/ou o estigma durante a visita em apenas 17% dos casos, não sendo portanto, considerada uma potencial polinizadora para a espécie *Bauhinia forficata* e sim uma furtadora dos recursos florais.

A espécie mais abundante *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Meliponinae) com 98 indivíduos observados no total, apresentou comportamento de pilhadora em 100% das observações. Seu tamanho diminuto, e o pequeno tamanho da língua impediam que esta conseguisse afastar os estames e acessar o cálice da flor onde o néctar encontrava-se armazenado. Desta forma, os indivíduos da espécie realizavam a predação dos tecidos florais e da base dos estames para a obtenção do recurso (Figura 23). O dano causado, pode diminuir a chance de sucesso reprodutivo das flores pela perda potencial de estames, além de aumentar as chances de entrada de patógenos.



Figura 23- Comportamento pilhador de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Meliponinae). A e B- *Trigona spinipes* forrageando néctar nas flores de *Bauhinia forficata*. C- Predação da base dos estames por *Trigona spinipes*. D- Predação do cálice para acesso ao néctar armazenado.

Fonte: Autor.

Apesar da espécie *Bauhinia forficata* ser descrita na literatura como Quiropterófila e de apresentar morfologia e comportamento que delimitam esta síndrome de polinização, não foram observados morcegos durante o monitoramento noturno, nem tão pouco foram obtidas vocalizações de morcegos na área de estudo durante o monitoramento.

Esta característica pode indicar que a espécie seja funcionalmente polinizada por outros grupos de visitantes, neste caso, mamangavas, borboletas, mariposas, beija-flores e baratas, sendo que todas estas espécies compartilham necessidades, preferências e comportamentos por vezes sobrepostos aos delimitados pela Quiropterofilia.

Varassim e Amaral-Neto (2014), relatam que as flores polinizadas por morcegos que apresentam coloração branca, provavelmente derivaram de flores originalmente polinizadas por mariposas. Oliveira et al., (2014), descrevem também que o compartilhamento de preferências e comportamentos entre espécies Quiropterófilas e Esfingófilas ou Fanelófilas de hábitos

noturnos, acaba por permitir a utilização de recursos de espécies Quiropterófilas por borboletas e mariposas.

Estas direções evolutivas são sustentadas em parte, pela existência de espécies visitadas tanto por morcegos quanto por mariposas e aves, cabendo ainda salientar que a evolução secundária em sentido inverso é muitas vezes observada em sistemas naturais (FISCHER; ARAUJO E GONÇALVES, 2014).

Esta parece ser uma possível hipótese explicativa para o comportamento em *Bauhinia forficata*, no entanto, a grande importância de espécies polinizadoras de hábitos diurnos e não diretamente compartilhadoras de nichos ecológicos com morcegos e mariposas, demonstra a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os fatores que levam ao sistema de generalização da espécie.

Rech; Avila Jr. e Schlindwein (2014), afirmam ainda que as diferentes características usadas para determinar uma síndrome floral, são muito mais uma questão de probabilidade do que de exclusão mútua.

Não obstante, a delimitação das espécies à síndromes restritas de polinização segue o paradigma da especialização, partindo-se da premissa da existência de evolução unidirecional e contínua nas interações entre plantas e visitantes (RECH; AVILA JR. E SCHLINDWEIN, 2014). No entanto, a própria utilização de análise de redes para sistemas de interação em comunidades vegetais, vêm demonstrando a predominância de estratégias generalistas de atração e polinização (WASER e OLLERTON, 2006).

Também foram observados durante o monitoramento dos visitantes florais, indivíduos da espécie *Gibobruchus speculifer*, um besouro broqueador da família Bruchidae, alimentando-se de pólen, e posteriormente, indivíduos desta espécie emergindo de vagens já maduras presentes na copa, ainda em período de floração (Figura 24).



Figura 24- *Gibobruchus speculifer* (Coleoptera: Bruchidae) besouro broqueador de sementes em *Bauhinia forficata*.

Fonte: Autor.

Esta espécie é descrita como tendo principal hospedeira a *Bauhinia curvula*, na qual oviposita em vagens ainda verdes, sendo que as larvas causam severos danos às sementes (BERGAMINI, 2013). No entanto, IPEF (2016), já relata a existência de ataques desta espécie à sementes de *Bauhinia forficata*, com intensidade considerável de dano.

Foram observadas muitas sementes broqueadas durante o monitoramento dos visitantes, no entanto, não foram realizadas amostragens para a determinação da severidade e intensidade dos danos causados (Figura 25).



Figura 25- Danos causados por *Gibobruchus speculifer* (Coleoptera: Bruchidae) em *Bauhinia forficata*. A- Fruto ainda verde, com destaque para a presença de ovos de *G. speculifer* sobre a vagem. B- Fruto maduro, com destaque para o orifício de saída dos indivíduos já adultos de *G. speculifer*.

Fonte: Autor.

Mesmo com o ataque deste bruquídeo, pode ser identificada a germinação e emergência de plântulas de *Bauhinia forficata* durante a realização do levantamento da vegetação (5 meses após a floração). As sementes germinaram em áreas de campo aberto no entorno das matrizes, num total de 15 plântulas (Figura 26).



Figura 26- Regeneração de *Bauhinia forficata* cinco meses após a floração, em área aberta no entorno das matrizes.

Fonte: Autor.

3.5 VEGETAÇÃO DO ENTORNO (GUILDA)

Foram encontradas no total 34 espécies compondo a guilda da comunidade vegetal no entorno das matrizes.

As espécies com maior densidade relativa foram Pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) (10,97%), Unha-de-gato (*Acacia velutina*) (10,42%), Esporão-de-galo (*Strychnos brasiliensis*) (8,78%), Laranjeira-do-mato (*Gymnanthes concolor*) (7,68%), Ariticum (*Annona* sp.) (7,31%) e o Sucará (*Dasyphyllum spinescens*) (6,76%), somando juntas 40,8% dos indivíduos amostrados (Tabela 6).

As espécie com maior frequência relativa foram Pata-de-vaca (9,18%) e Unha-de-gato (6,12%) seguidas de Ariticum, Chal-Chal (*Allophylus edulis*), Esporão-de-galo, Mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*) e Pitangueira (*Eugenia uniflora*), ambas com 5,10% cada (Tabela 6).

Tabela 9- Composição florística das áreas adjacentes às matrizes de *Bauhinia forficata*.

(Continua)

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	DA	DR%	FA	FR%
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	11	2,01	10	1,02
Angico-branco	<i>Albizia niopoides</i>	1	0,18	10	1,02
Angico-vermelho	<i>Parapiptadenia rigida</i>	16	2,93	30	3,06
Ariticum	<i>Annona</i> sp.	40	7,31	50	5,10
Bergamoteira	<i>Citrus</i> sp.	1	0,18	10	1,02
Branquilho	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	7	1,28	20	2,04
Cabreúva	<i>Myrocarpus frondosus</i>	7	1,28	30	3,06
Cambará	<i>Moquiniastrum polymorfum</i>	10	1,83	30	3,06
Canela-amarela	<i>Nectandra lanceolata</i>	3	0,55	10	1,02
Capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	8	1,46	30	3,06
Catiguá	<i>Trichilia elegans</i>	8	1,46	30	3,06
Chá-de-bugre	<i>Casearia sylvestris</i>	10	1,83	30	3,06
Chal-Chal	<i>Allophylus edulis</i>	18	3,29	50	5,10
Cincho	<i>Sorocea bomplandii</i>	2	0,37	10	1,02
Cocão	<i>Erythroxylum deciduum</i>	5	0,91	40	4,08
Cocão	<i>Erytroxilum argentinum</i>	1	0,18	10	1,02
Embira	<i>Daphnopsis racemosa</i>	15	2,74	40	4,08
Esporão-de-galo	<i>Strychnos brasiliensis</i>	48	8,78	50	5,10
Farinha seca	<i>Machaerium paraguariense</i>	6	1,10	30	3,06
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2	0,37	10	1,02
Guajuvira	<i>Cordia americana</i>	6	1,10	20	2,04
Laranjeira-do-mato	<i>Gymnanthes concolor</i>	42	7,68	10	1,02

(Conclusão)					
Louro-pardo	<i>Cordia trichotoma</i>	2	0,37	20	2,04
Mamica-de-cadela	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	26	4,75	50	5,10
NI	5 espécies	16	2,93	40	4,08
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	60	10,97	90	9,18
Pau-de-lixia	<i>Trema michranta</i>	2	0,37	20	2,04
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	23	4,20	50	5,10
Rabo-de-bugio	<i>Dalbergia frutescences</i>	2	0,37	20	2,04
Rabo-de-bugio	<i>Lonchocarpus campestris</i>	28	5,12	10	1,02
Sete-capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	20	3,66	20	2,04
Sucará	<i>Dasyphyllum spinescens</i>	37	6,76	20	2,04
Timbaúva	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	5	0,91	10	1,02
Unha-de-gato	<i>Acacia velutina</i>	57	10,42	60	6,12
Viuvinha	<i>Chomelia obtusa</i>	2	0,37	10	1,02

* DA- Densidade Absoluta, DR%- Densidade Relativa, FA- Frequência Absoluta, FR%- Frequência Relativa.
Fonte: Autor.

O índice de Shannon variou entre 1,46 (M9) e 2,43 (M2) com média de 1,93, sendo menores do que o encontrado por Longui et al. (1999), os quais encontraram índice de diversidade de 3,12 e por Longui et al. (2000), que obtiveram índice de 3,23, ambos estudando fragmentos florestais em Santa Maria. Cabe salientar que ambas as áreas encontravam-se em regime de preservação permanente e em estágio avançado de sucessão secundária, diferentemente da área de estudo.

Este valor foi muito próximo, porém, ao encontrado por Andrzejewski et al. (2012) (1,97) estudando fragmentos em estágios mais iniciais de regeneração no próprio município.

Não obstante, o índice de Shannon é mais sensível à espécies raras, reduzindo com o aumento delas, e como estas representaram 34,78% das amostras se considerados espécies com até dois indivíduos, ou 13,04% se considerada somente as espécies com 1 indivíduo, pode-se explicar o baixo valor encontrado.

O índice de Simpson variou entre 0,74 e 0,99, próximo aos valores encontrados por Andrzejewski et al. (op.cit.) (0,99).

3.6 RELAÇÕES ECOLÓGICAS

Através da Análise de Componentes Principais pode-se compreender quais as principais relações ecológicas estabelecidas entre a espécie *Bauhinia forficata* e o ecossistema no qual ela se insere (Figura 27).

A concentração do néctar correlacionou-se (0,502) com a diversidade florística, indicando a probabilidade de que existam sítios mais ricos nutricionalmente, com melhores propriedades do solo, e que estes estejam afetando diretamente na qualidade do néctar ofertado pela espécie.

Ao contrário do esperado, a concentração de néctar demonstrou correlação negativa com a diversidade de visitantes.

O volume de néctar instantaneamente disponível demonstrou ser influenciado pela diversidade de visitantes (0,523), pela vistosidade das flores (0,453), número de flores disponíveis (0,446), e pela diversidade florística (0,424). Todas estas, características que interferem fortemente na atração dos visitantes, com exceção da diversidade florística a qual reflete possivelmente as diferenças entre sítios, assim como o encontrado para a concentração.

Cabendo, no entanto, ressaltar que a intervenção dos polinizadores no sucesso reprodutivo das plantas influencia fortemente a fisionomia dos ecossistemas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012), e que, sendo assim, a diversidade florística reflita possivelmente a diversidade dos visitantes e seus comportamentos.

A viabilidade do pólen apresentou-se mais correlacionada com as propriedades diretas do recurso floral (volume e concentração), indicando que a oferta e a qualidade satisfatória dos recursos sejam um importante elo na atração de polinizadores efetivos e consequentemente no sucesso reprodutivo das espécies.

A vistosidade das flores foi fortemente correlacionada (0,869) com o número de flores disponíveis, sendo tanto maior quanto mais flores ofertadas. O número de flores disponíveis foi influenciado pela vistosidade (0,869), diversidade de visitantes (0,548) e volume de néctar (0,446).

A diversidade de visitantes foi principalmente influenciada pela vistosidade das flores (0,705), pelo número de flores disponíveis (0,548) e pelo volume de néctar (0,523).

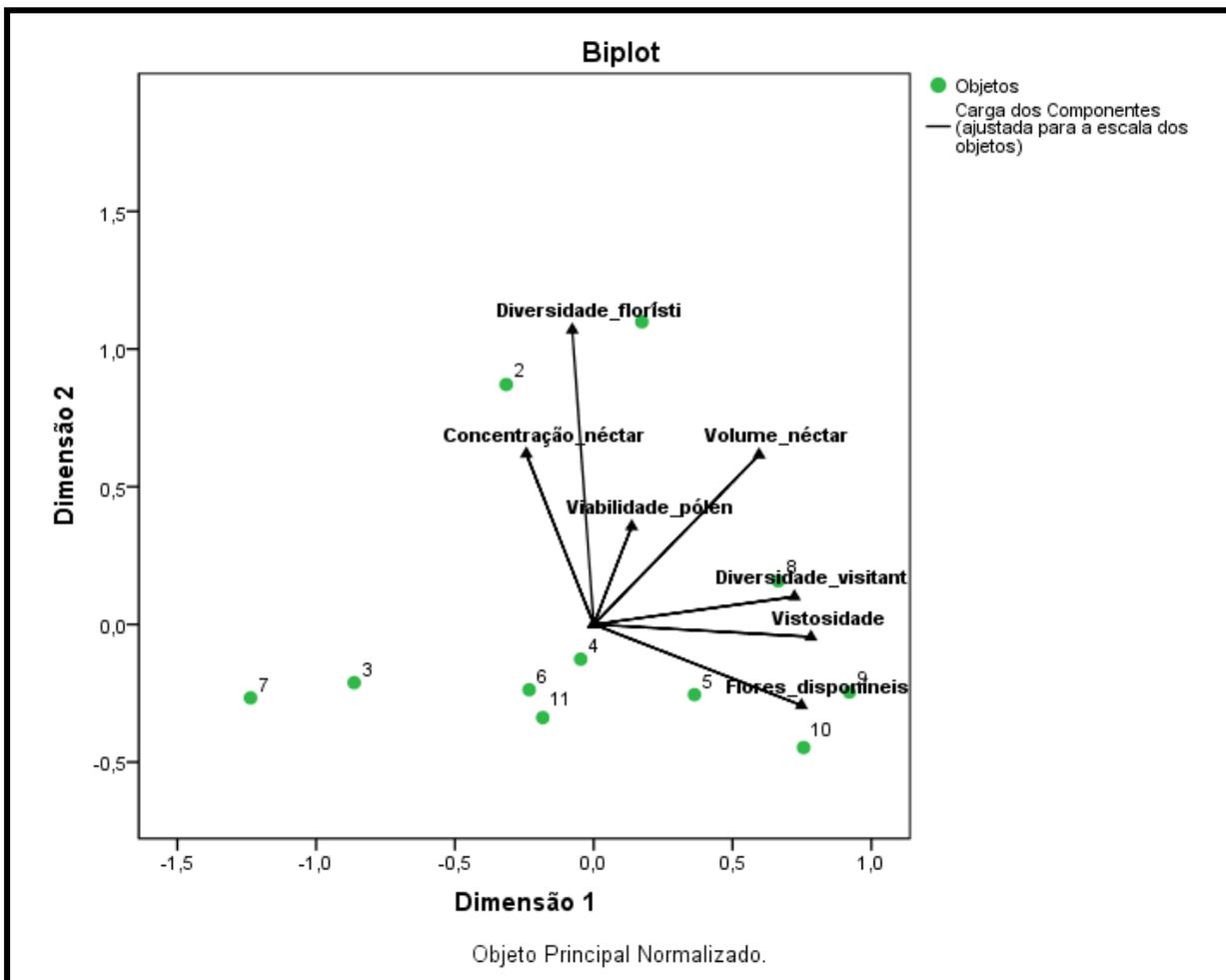


Figura 27- Diagrama de ordenação produzido por Análise de Componentes Principais para as características relacionadas às relações ecológicas em *Bauhinia forficata*.

Fonte: Autor.

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os sistemas de polinização funcionalmente efetivos para *Bauhinia forficata* na área de estudo sejam a Psicofilia, representada principalmente pelas espécies *Pyrgus* sp. e *Heliconius* sp. (Lepidoptera: Hesperiiidae e Lepidoptera: Nymphalidae, respectivamente), juntamente com a Melitofilia (mamangavas) (Hymenoptera: Apidae, Apinae).

Pode-se concluir ainda, que as espécies campestres que partilham o mesmo nicho ecológico com *Bauhinia forficata* podem influenciar a composição e a estrutura das redes ecológicas, alterando quais matrizes serão mais centrais para a manutenção da diversidade de visitantes e influenciando significativamente o grupo de visitantes florais que estarão presentes

na área. Fato que pode ser benéfico a reprodução efetiva de *Bauhinia forficata* se os polinizadores atraídos pelas espécies campestres forem polinizadores efetivos da Pata-de-vaca. Ou podem interferir negativamente na taxa de sucesso reprodutivo da espécie se a guilda de visitantes atraídos não for composta por polinizadores efetivos da Pata-de-vaca.

Não obstante, foi possível identificar que tanto a oferta e a qualidade dos recursos influenciam na atração dos visitantes, quanto a interação dos visitantes com as flores interfere na disponibilidade dos recursos, e que a disponibilidade e qualidade dos recursos apresenta relação direta com a viabilidade do pólen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J.; FOWLER, H. G. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. **Braz. J. Biol.**: v. 64, n. 3. 2004.
- ARAÚJO, F. P. de; FARIAS Y. E. F.; OLIVEIRA, P. E. Biologia Floral e visitantes de *Gaylussacia brasiliensis* (Spr.) Meissner (Ericaceae)- uma espécie com anteras poricidas polinizada por beija-flores. *Acta Botânica Brasilica*: v. 25(2), p. 387-394. 2011
- ARENAS-DE-SOUZA, M. D.; SILVEIRA, G. F. de; SILVA, M. de S. A. da; KARSBURG, I. V. Estimativa da viabilidade polínica em indivíduos de *Tabebuia impetiginosa* e *Tabebuia crysotricha* (Mart. ex. DC) Standl. (Bignoniaceae) através de métodos citoquímicos. *Enciclopédia Biosfera*: v. 10, n. 18, p. 3864- 3871. 2014.
- ARIDITTI, J.; ELLIOTT, J.; KITCHING, I. J.; WASSERTHAL, L.T. “Good Heavens what insect can suck it”- Charles Darwin, *Angraecum sesquipedale* and *Xanthopan morgani praedicta*. **Botanical Journal**: v. 169, p.403-432. 2012.
- ASSIS, L. de. Polinizadores em risco de extinção são ameaça à vida do ser humano. Ministério do Meio Ambiente. 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/9976-polinizadores-em-risco-de-extincao-e-ameaca-a-vida-do-ser-humano>. Acessado em: janeiro de 2016.
- BAWA, K. D.; ASHTON, P. S.; PRIMACK, R. B.; TERBORGH, J.; MOHAMMEDNOR, S.; NG, F. S. P.; HADLEY, M. Reproductive ecology of tropical forest plants research insights and management implications. **The International Union of Biological Sciences News Magazine**. IUBS. 1989.
- BERGAMINI, L. L. Seleção de recursos por duas espécies de besouros bruquíneos do gênero *Gibobbruchus* na planta hospedeira *Bauhinia curvula* Benth. Dissertação (Mestre em Ecologia e Evolução). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2013. 61p.
- BIESMEIJER, J. C.; SLAA, J. E.; CASTRO, M. S. de; VIANA, B. F.; KLEINERT, A. de M. P.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. Connectance of Brazilian social bee- food plant net-works is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica**: v.5, n. 1, p. 85-93. 2005.
- CAPRA, F; LUISI, P. L. **A visão Sistêmica da Vida**: Uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. Tradução de Mayra Teruya Eichenberg e Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Cultrix. 2014. 615 p.
- FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Police Analysis Paper**: Mainstreaming of biodiversity and ecosystem services with a focus on pollination. Organizadores: ROSE, T.; KREMEN, C. THRUPP, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GRAUB, B.; AZZU, N. Rome. 2015. 66 p.
- FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination**. Organizadores: KJOHL, M.; NIELSEN, A.; STENSETH, N. C. Rome. 2011. 49 p.
- FILHO, A. C.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. **Testes não-paramétricos para pesquisas agrícolas**. Santa Maria: UFSM/ CCR/ Departamento de Fitotecnia. 2001. 97 p.

FISCHER, E.; ARAUJO, A. C. de; GONÇALVES, F. Polinização por vertebrados. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.

FREITAS, L.; VIZENTIN-BUGONI, J.; WOLOWSKI, M.; SOUZA, J. M. T de; VARASSIN, I. G. Interação planta-polinizador e a estruturação das comunidades. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.

GOMILDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de. Análise da diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos na Bacia do Rio São Francisco, em Minas Gerais. **Ciência Florestal**: v. 16, n.2, p. 127-144.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. de A.; SARAIVA, A. M. **Polinizadores no Brasil**: Contribuições e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012. 488 p.

IPEF- INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Identificação de espécies nativas. 2016. Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=19> . Acessado em: janeiro de 2016.

JORGE, J. de. La primera tumba a la que llevaron flores, hace 13.000 años. ABC.es. 2013. Disponível em: <http://www.abc.es/ciencia/20130703/abci-primera-tumba-llevaron-flores-20130703315.html>. Acessado em: janeiro de 2016.

KOPTUR, S. H. G. Baker: Biographical memoirs. **Proceedings of the American Philosophical Society**: v. 150, p. 336-338. 2006.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A. de; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 115-33, 1999.

LONGUI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BERSOI, G. A. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**: v. 10, n.2, p.59-74. 2000.

MALUF, J. R. T. Nova Classificação Climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v. 8, n. 1, p. 141-150. 2000.

MARQUES, G. S.; ROLIM, L. A.; ALVES, L. D. S. S.; SILVA, C. C. A. R.; SOARES, L. A. L.; ROLIM-NETO, P. J. Estado da arte de *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) como alternativa terapêutica para o tratamento do Diabetes *mellitus*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**: v. 34(3), p. 313-320. 2013.

MARTINS, S. V. **Ecologia de Florestas tropicais do Brasil**. 2^a Edição. Viçosa: Editora UFV. 2012. 371 p.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; CALEGARI, L. Sucessão Ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. **Ecologia de Florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, p. 19-51. 2012.

MELLO. M. A. R. Redes Mutualistas. **Ciência Hoje**: v. 47, n.277, p. 32-37. 2010.

- METZGER, J. P. **Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas?** In: KAGEYAMA, P.Y; OLIVEIRA, R.E; MORAES, L.F.D; ENGEL, V.L; GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 49-76.
- MITCHELL, R. J.; IRWIN, R. E.; FLANANGAN, R. J.; KARRON, J. D. Ecology and evolution of plant-pollinator interactions. **Annals of Botany**: v. 103, p. 1355-1363. 2009.
- MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Biologia (Ecologia)) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.1991. 176 f.
- MUNIN, R. L.; TEIXEIRA, R. C.; SIGRIST, M. R. Esfingofilia e sistema de reprodução de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae: Caesalpinoideae) em Cerrado no Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasil. Bot.:** v. 31. n. 1, p. 15-25. 2008.
- NOGUEIRA, A. C. O.; SABINO, C. V. S. Revisão do gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* L. de interesse para a indústria farmacêutica. **Revista Fitos**: vol. 7, n.2, p.77-84. 2012.
- OLIVEIRA, P. E.; MARUYAMA, P. K. Sistemas Reprodutivos. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- OLIVEIRA, R.; DUARTE JUNIOR, J. A.; RECH, A. R.; AVILA JR, R. S. de. Polinização por lepidópteros. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.
- OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals?. **Oikos**: v. 120, p.321-326. 2011.
- PAJEK. Pajek: Program for large networks analysis. Versão 4.08, 64 bits. 2016. Disponível em: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/> . Acessado em: janeiro, 2016.
- PAULINO-NETO, H. F. Pollination and breeding system of *Coupeia uiti* (Mart. And Zuc.) Benth (Chrysobalanaceae) in the Pantanal da Nhecolândia. **Brazil J. Biol.** São Carlos. v.67, n.4. 2007.
- PFEFFER, C. **Redes de Interação entre abelhas e as flores de *Solanum didymum* dunal (Solanaceae) no Parque das Araucárias, Guarapuava, PR**. In: 3º Congresso Sul Brasileiro de Iniciação Científica & Pós-Graduação. Apresentação e pôster. PUCPR. 2014.
- PIGOZZO, C. M.; VIANA, B. F. Estrutura da interação entre flores e abelhas em ambiente de Caatinga. **Oecologia Australis**: v. 14, n. 1, p. 100-114. 2010.
- PINHEIRO, M.; SAZIMA, M. Visitantes Florais e polinizadores de seis espécies arbóreas de Leguminosae Melitófilas na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**: v. 5, supl, 1, p. 447-449. Porto Alegre. 2007.
- POLATTO, L. P.; ALVES JR, V. V. Utilização dos recursos florais pelos visitantes em *Sparratosperma leucanthum* (Vell) K. Schum. (Bignoniaceae). **Ecology, Behavior and Bionomics. Neotropical Entomology**: v. 37 (4), p. 389-398. 2008.
- RECH, A. R.; AVILA JR, R. S. de; SCHLINDWEIN, C. Síndromes de polinização e generalização. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.

RECH, A. R.; WESTERKAMP, C. Biologia da polinização: Uma síntese histórica. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Editora Projeto Cultural. 2014. 517 p.

RODRIGUES, L. C.; ARAUJO, A. C. The hummingbird community and their floral resources in an urban forest remnant in Brazil. **Braz. J. Biol.** v. 71, n. 3, p. 611-622. 2010.

SANTOS E SILVA, F. de A. **Assistat: Assistência Estatística**. DEAG-CTRN-UFCG. Campina-Grande-PB. 2015.

SAZIMA, I.; VOGEL, S.; SAZIMA, M. Bat pollination of *Echolirium glaziovii* a terrestrial bromeliad. **Plant Systematics and Evolution**: v. 168, p. 167-179. 1989.

SCARANO, F. R.; DIAS, A. T. C. A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas. Pp. 43-60. In: A.S. Coelho, R.D. Loyola & M.B.G Souza (eds.). **Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil**. O Lutador, Belo Horizonte. 2004. 122 p.

SILVA, K. L. da; FILHO, V. C. Plantas do gênero *Bauhinia*: Composição química e potencial farmacológico. **Quim. Nova**: vol. 25, n. 3, p. 449-454. 2002.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; OUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Editora UFV. 2006. 276p.

VERÇOZA, F. C.; MARTINELLI, G.; BAUMGRATZ, J. F.; ESBÉRARD, C. E. Polinização e Dispersão de sementes de *Dyssochroa viridiflora* (Sims) Miers (Solanaceae) por morcegos no Parque Nacional da Tijuca, um remanescente de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 10, n.1, p. 7-11, 2012.

VIANNA, M. R. **Fatores que influenciam métricas topológicas de redes de interação entre plantas e visitantes florais**: Uma abordagem metodológica. 2010, 75 p. Tese (Doutorado em Ciências, Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

VOSGUERITCHIAN, S. B. **Redes de Interação planta-visitantes florais e a restauração de processos ecológicos em florestas tropicais**. Tese (Doutorado em Ciência, Ecologia) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

WASER, N. M.; OLLERTON, J. Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization. The University of Chicago Press. Chicago. 2006. 488p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

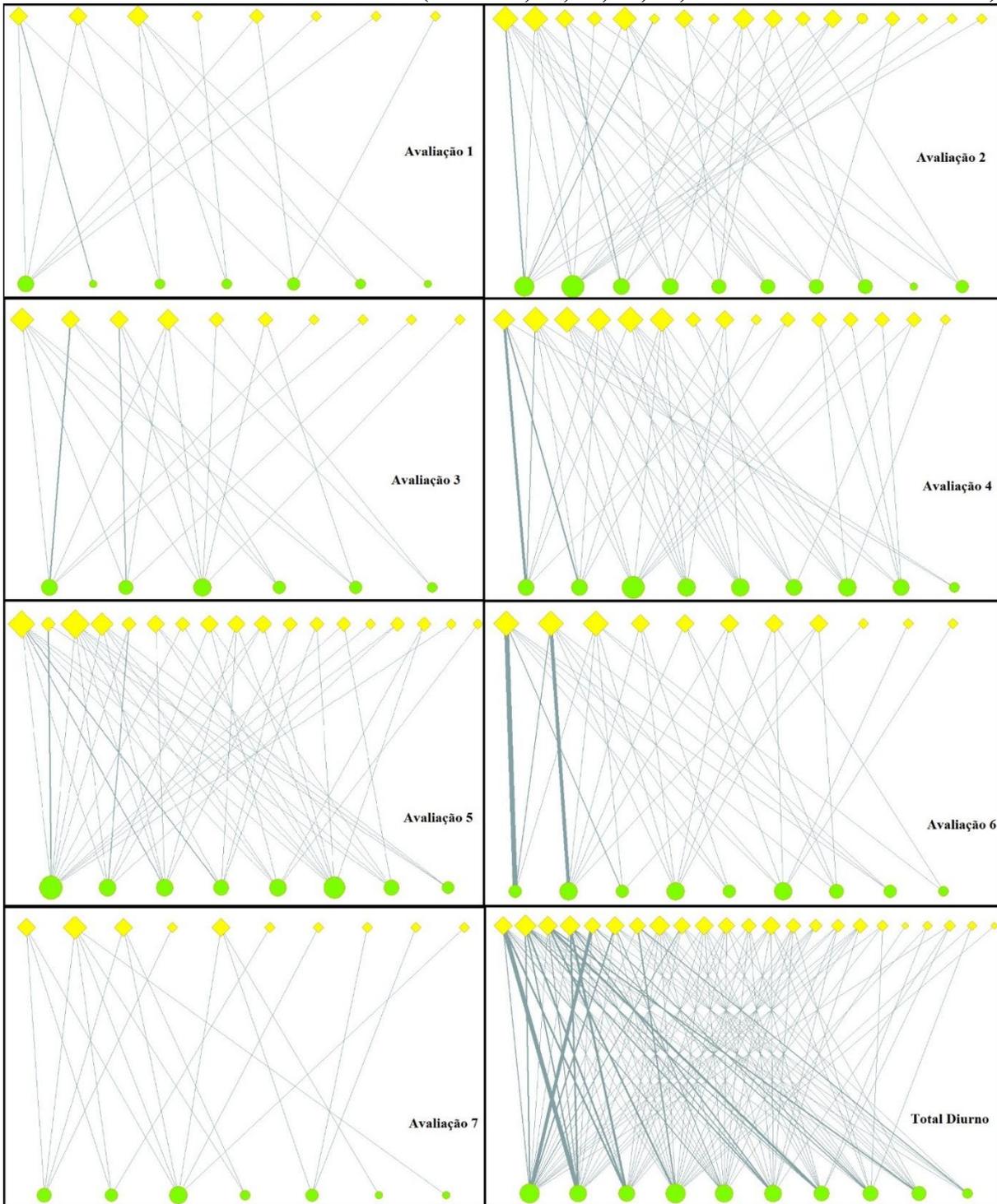
O sucesso reprodutivo de *Bauhinia forficata* depende fortemente dos vetores de pólen, e esta através de um sistema de atração generalista busca garantir sua perpetuação local, apesar de ser capaz de garantir sua permanência a partir da emissão vegetativa de brotos em áreas significativamente alteradas.

A plasticidade dos recursos florais e adaptativos da espécie permitem que esta possa colonizar áreas com baixa diversidade de polinizadores potenciais, e ainda assim, garantir o sucesso reprodutivo. Além disto, sua capacidade de induzir o retorno dos processos ecológicos, e o sistema generalista de atração de visitantes, tornam a espécie particularmente interessante para utilização em sistemas de recuperação de Áreas Degradadas ou para o enriquecimento de florestas e fragmentos florestais em áreas antropizadas, onde a escassez de recursos e a redução da diversidade local afastam grande parte dos polinizadores e dificultam a perpetuação à longo prazo das espécies introduzidas.

Estas mesmas características permitem ainda a complexificação dos ecossistemas onde a espécie é introduzida ou onde surge espontaneamente, pois induzem o aumento da diversidade, incrementando conseqüentemente as chances de fluxo gênico não só para si, mas para as demais espécies que compartilham o mesmo nicho ecológico, uma vez que *B. forficata* é capaz de manter os polinizadores em períodos de baixa oferta de recursos no ecossistema.

Ressalta-se ainda a importância do conhecimento da Biologia das espécies vegetais para sua indicação de uso em planos de recuperação. Dados como os produzidos nesta pesquisa podem contribuir para a adoção de novas estratégias de Restauração ou enriquecimento de áreas naturais, onde a tomada de decisão esteja voltada para a maneira como as espécies respondem aos demais componentes de um ecossistema, e para sua capacidade de resistir e recompor-se frente à alterações ambientais naturais ou induzidas, garantindo o retorno da biodiversidade local.

ANEXO A- TEIAS DITRÓFICAS PARA MATRIZES DE *Bauhinia forficata* E VISITANTES FLORAIS DIURNOS (DIAS 06, 07, 08, 13, 15, 16 E 21/02/2015 E TOTAL).



* Onde cada círculo representa uma matriz e cada losango representa uma morfoespécie de visitante floral.