

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
MESTRADO EM ECOLOGIA APLICADA AO MANEJO E CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS

LETÍCIA DO CARMO DUTRA DIAS

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Aechmea bruggeri* LEME (BROMELIACEAE): UMA
ESPÉCIE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

JUIZ DE FORA-MG

2014

LETÍCIA DO CARMO DUTRA DIAS

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Aechmea bruggeri* LEME (BROMELIACEAE): UMA
ESPÉCIE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Ana Paula Gelli de Faria

JUIZ DE FORA-MG

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Dias, Letícia do Carmo Dutra

Biologia Reprodutiva de *Aechmea bruggeri* Leme (Bromeliaceae): Uma Espécie Endêmica da Floresta Atlântica Ameaçada de Extinção / Letícia do Carmo Dutra Dias, 2014.

37 f. : Il.

Orientadora: Ana Paula Gelli de Faria

Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2014.

1. Biologia Floral. 2.Fenologia. 3.Minas Gerais. 4.Serra da Mantiqueira. I. de Faria, Ana Paula Gelli, orient. II. Título.

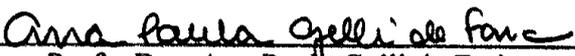
“BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Aechmea bruggeri* LEME (BROMELIACEAE): UMA ESPÉCIE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO”

LETÍCIA DO CARMO DUTRA DIAS

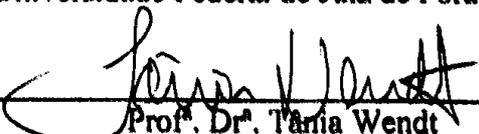
Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Paula Gelli de Faria

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

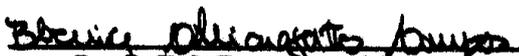
Aprovado em 19 de fevereiro de 2014.



Prof^a. Dra. Ana Paula Gelli de Faria
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof^a. Dr^a. Tânia Wendt
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



Prof^a. Dr^a. Berenice Chiavegatto Campos
Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora – CES/JF

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Em primeiro lugar a Deus por iluminar meus caminhos.

A minha amada mãe, que sempre acreditou em mim e fez tudo o que estava ao seu alcance para que esse momento chegasse.

A toda a minha família e amigos que estiveram ao meu lado nessa caminhada.

Ao Breno por me ajudar nos trabalhos de campo e por todo amor que me dedica.

À Prof^a. Dr^a. Ana Paula Gelli de Faria pela orientação e compreensão, sem você nada seria possível.

Aos professores e funcionários do departamento de botânica que sempre me ajudaram quando precisei.

Ao Prof. Dr. Saulo Marçal de Sousa e à Aryane Campos Reis, pela orientação e auxílio durante os experimentos de crescimento do tubo polínico.

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Pereira Peixoto e Cristiano Ferrara de Resende, pela orientação durante os experimentos de germinação. E à Vanessa Joana Darque da Silva por me ajudar a acompanhar parte dos experimentos.

À Prof^a. Dr^a. Sônia Sin Singer Brugiolo, Nilhian Gonçalves de Almeida e Marco Antônio Manhães pelas identificações taxonômicas das larvas e beija-flores.

Ao Prof. Dr. Fabrício Alvim Carvalho, José Hugo Campos Ribeiro e demais orientados, e Prof. Dr. Luiz Menini Neto, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, pelo apoio financeiro concedido para a realização dos trabalhos de campo;

Aos membros da banca: Prof^a. Dr^a. Tânia Wendt e Prof^a. Dr^a. Berenice Chiavegatto Campos.

Agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para que este dia chegasse.

Obrigada!

RESUMO

Bromeliaceae compreende aproximadamente 3.172 espécies e é a quarta família de angiospermas com maior riqueza no domínio da Floresta Atlântica. Seus representantes desempenham um relevante papel ecológico, atuando em importantes processos biológicos nos ecossistemas onde ocorrem, tais como os relacionados à polinização e dispersão de sementes. Apesar da elevada importância ecológica, ainda existe pouco conhecimento sobre muitos aspectos da biologia reprodutiva da maioria das espécies de bromélias. *Aechmea bruggeri* é endêmica da Floresta Atlântica e foi enquadrada na categoria “ criticamente em Perigo ” na última revisão da “ Lista de Espécies Ameaçadas do Estado de Minas Gerais ”. Os objetivos deste trabalho foram investigar aspectos da biologia reprodutiva de *A. bruggeri*, visando contribuir para o conhecimento da evolução de diferentes mecanismos na reprodução da família Bromeliaceae e para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo das populações de *A. bruggeri* e de outras espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. A espécie é autoincompatível e alógama, dependente de polinizadores para formação de frutos e sementes, e na área de estudo, apresenta alta taxa de frutificação sob condições naturais. *Aechmea bruggeri* é polinizada efetivamente por beija-flores da espécie *Thalurania glaucopis*. Este trabalho demonstrou que, localmente, as populações da espécie analisada são férteis e viáveis, apesar de estarem sujeitas a ação de predação de suas sementes por larvas de coleópteros.

Palavras-chave: Biologia Floral; Bromelioideae; Fenologia; Minas Gerais; Serra da Mantiqueira.

ABSTRACT

Bromeliaceae Juss. presents approximately 3172 species and is considered the fourth family of Angiosperms with the largest species richness of the Atlantic domain. Their representatives play an important ecological role, acting in important biological processes in ecosystems where they occur, such as those related to pollination and seed dispersal. Despite the high ecological importance, there is still little knowledge about many aspects of the reproductive biology of most species of bromeliads. *Aechmea bruggeri* is endemic to the Atlantic Forest and was framed in category "Critically Endangered" in the latest revision of the "List of Threatened Species of the state of Minas Gerais." The aim of this study were investigate aspects of the reproductive biology of *A. bruggeri*, to contribute to the knowledge of the evolution of different mechanisms in the reproduction of the Bromeliaceae family and for developing strategies for conservation and management of populations of *A. bruggeri* and other endemic and endangered species. The species is self-incompatible and alogamous dependent on pollinators for fruit and seed, and in the study area, has a high rate of fruit set under natural conditions. *Aechmea bruggeri* is effectively pollinated by hummingbirds species of *Thalurania glaucopis*. This study demonstrated that, locally, the populations of the species analyzed are viable and fertile, although they are subject to the action of predation of seeds by larvae of beetles.

Key-words: Bromelioideae; Floral Biology; Mantiqueira Range; Minas Gerais; Phenology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista parcial da Serra Negra, em Rio Preto, MG (Foto: Letícia Dias). 15
- Figura 2.** (a) Mapa do Brasil e de Minas Gerais com destaque para a localização da Serra Negra. (b) Mapa planialtimétrico da Serra Negra. (Fonte: Souza *et al.* 2012). 16
- Figura 3.** Fenologia reprodutiva de *A. bruggeri*, acompanhada no ano de 2012. 21
- Figura 4.** *A. bruggeri* (a) pequena população; (b) roseta sem flor; (c) roseta com flor; (d) detalhe das flores; (e) frutos; (f) detalhe do fruto sendo predado por larvas de coleópteros; polinizadores (g) beija-flor da espécie *Thalurania glaucopis*; (h) abelha da espécie *Trigona spinipes*; (i) detalhe do pólen na perna de *T. spinipes*; *T. glaucopis* (j) macho; (k) visão dorsal da fêmea; (l) visão ventral da fêmea. (**Fotos:** Letícia Dias e Ana Paula Gelli). 23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dados sobre a biologia floral de *A. bruggeri*. ($X \pm s$ = Média \pm desvio padrão). N = tamanho da amostra. 22
- Tabela 2.** Visitantes florais de *A. bruggeri*. T = beija-flores; H = abelhas. 24
- Tabela 3.** Porcentagens de frutificação por tratamento de polinização controlada e respectivos índices de autogamia (AI) e autoincompatibilidade (ISI) para *A. bruggeri*. O número de frutos formados e o número de flores testadas são mostrados entre parênteses. N indica o número de indivíduos amostrados para cada espécie. **PC** = polinização cruzada; **AE** = autopolinização espontânea; **AM** = autopolinização manual. 24
- Tabela 4.** Altura da planta e da inflorescência, número de flores produzidas/indivíduo, taxa de frutificação sob condições naturais, número de sementes produzidas/fruto e viabilidade polínica de *A. bruggeri*. N indica o número de indivíduos amostrados para as análises do sucesso reprodutivo e viabilidade polínica. Para o cálculo da taxa de frutificação, o número de frutos formados e o número de flores testadas são mostrados entre parênteses. **PN** = polinização natural; $X \pm s$ = Média e desvio padrão. 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Bromeliaceae e a Floresta Atlântica em Minas Gerais	10
1.2 A espécie <i>Aechmea bruggeri</i> Leme	11
1.3 Biologia Reprodutiva	12
2 OBJETIVOS	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Área de Estudo	15
3.2 Estudos Reprodutivos	17
3.2.1 Fenologia Reprodutiva	17
3.2.2 Biologia Floral e Polinização	17
3.2.3 Sistemas de Cruzamento	18
3.2.4 Sucesso Reprodutivo	19
3.2.5 Viabilidade Polínica e Crescimento do Tubo Polínico	19
3.2.6 Viabilidade das Sementes e Taxa de Germinação	20
4 RESULTADOS	21
4.1 Fenologia Reprodutiva	21
4.2 Biologia Floral e Polinização	21
4.3 Sistemas de Cruzamento	24
4.4 Sucesso Reprodutivo	25
4.5 Viabilidade Polínica e Crescimento do Tubo Polínico	25
4.6. Viabilidade das Sementes e Taxa de Germinação	26
5 DISCUSSÃO	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

1.1 Bromeliaceae e a Floresta Atlântica em Minas Gerais

Bromeliaceae Juss. compreende aproximadamente 3.172 espécies (Luther 2008) e figura como a quarta família de angiospermas com maior riqueza no domínio da Floresta Atlântica (Stehmann *et al.* 2009). A família é tradicionalmente dividida nas subfamílias Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae (Smith & Downs 1974, 1977, 1979), de acordo com os tipos de hábito, posição do ovário, tipos de frutos e sementes.

Bromeliaceae é reconhecida pela importância econômica, por possuir frutos comestíveis, como o abacaxi, por abrigar representantes ornamentais, que diversas vezes são extraídos ilegalmente de seus ambientes naturais para venda (Pereira *et al.* 2008) e pela importância ecológica, como indicadora e ampliadora de biodiversidade (Martinelli 2006; Rocha *et al.* 2004), por formar reservatórios de água e matéria orgânica acumuladas na base de suas folhas, considerados um microecossistema próprio, onde habitam microrganismos e artrópodes por vezes endêmicos destes locais (Foissner *et al.* 2003; Benzing 2004). Além disso, seus representantes atuam em importantes processos biológicos nos ecossistemas onde ocorrem, tais como os relacionados à polinização e dispersão de sementes (Benzing 2000).

O Brasil se destaca por abrigar entre 15 e 20% de toda a biodiversidade mundial e apresentar a maior riqueza taxonômica de Bromeliaceae (Kaehler *et al.* 2005), englobando aproximadamente 73% de seus gêneros e 38% das espécies (Forzza *et al.* 2010). Possui cerca de 30% das florestas tropicais, as mais ricas em heterogeneidade (Santos & Câmara 2002), onde se destaca a Floresta Atlântica, que está entre as mais importantes florestas tropicais do mundo, sendo considerada prioridade em termos de conservação devido à grande fragmentação a que foi submetida ao longo dos anos. Acredita-se que esse bioma abrigue aproximadamente 20.000 espécies de plantas, das quais 40% são endêmicas (Stehmann *et al.* 2009).

Segundo Scolforo & Carvalho (2006) a Floresta Atlântica em Minas Gerais cobre aproximadamente 35% de seu território, fazendo o estado detentor da maior área territorial original deste bioma. Na região da Zona da Mata mineira são encontradas cinco formações da Floresta Atlântica, sendo elas as Florestas Ombrófilas Baixo-Montanas e Alto-Montanas e as Florestas Estacionais Semidecíduais Submontanas, Baixo-Montanas e Alto-Montanas (Valente *et al.* 2006).

As áreas de Floresta Atlântica que cobrem parte da costa leste do país e a porção sudeste do estado de Minas Gerais são consideradas centros de diversidade e endemismo para diversos táxons da família Bromeliaceae (Benzing 2000; Versieux & Wendt 2006). Segundo Versieux & Wendt

(2007), Minas Gerais possui mais gêneros de Bromeliaceae do que qualquer outro estado brasileiro ou país da América do Sul e Central. Para o estado, Versieux & Wendt (2006) citam a ocorrência de 265 espécies, (aproximadamente 9% do total da família). Apesar da expressiva riqueza de Bromeliaceae registrada para Minas Gerais, diversas espécies encontram-se seriamente ameaçadas de extinção, sendo a fragmentação de seus habitats considerada a principal causa do desaparecimento de muitas populações de bromélias no estado. Versieux & Wendt (2007) ressaltaram que mais da metade dos táxons de Bromeliaceae ocorrentes em Minas Gerais, encontra-se enquadrada em alguma categoria de ameaça.

A Serra da Mantiqueira localiza-se a oeste do Domínio Atlântico e é formada por escarpas elevadas e morros, nos quais o planalto mineiro termina diante do Vale do Paraíba, e encontra-se dividida em duas porções: Serra da Mantiqueira Oriental e Serra da Mantiqueira Ocidental (Ponçano *et al.* 1981). A Serra da Mantiqueira Oriental possui relevos mais íngremes entre o planalto de Campos do Jordão (SP) e sua continuação até o maciço de Itatiaia (RJ), terminando a oeste, na altura da localidade de Monteiro Lobato (SP). A Serra da Mantiqueira Oriental, voltada para o Vale do Paraíba, é formada por numerosos fragmentos de Floresta Atlântica remanescentes de ação antrópica. Nesta vertente destacam-se a mata semi-seca do Vale do Paraíba (Hueck 1972), da qual restam apenas alguns fragmentos em áreas fortemente antropizadas pela agricultura, pecuária e urbanização (Braga & Andrade 2005), a mata pluvial inferior, de 600 a 1400 metros, a mata de neblina ou mata pluvial superior, de 1400 a 1800 metros e os campos de altitude, acima de 1800 metros.

1.2 A espécie *Aechmea bruggeri* Leme

O gênero *Aechmea* Ruiz & Pav. engloba cerca de 240 espécies, o que corresponde a aproximadamente 30% do total de espécies da subfamília Bromelioideae, na qual está inserido (Luther 2000; 2001). *Aechmea bruggeri* Leme é uma espécie terrícola e endêmica da Floresta Atlântica. Apresenta distribuição para o sudeste do estado de Minas Gerais (Forzza *et al.* 2013), tendo suas populações registradas até o momento apenas para os municípios de Rio Preto e Lima Duarte, na região da Serra Negra, inserida no complexo da Serra da Mantiqueira. Por apresentar distribuição restrita, com suas populações não protegidas por Unidades de Conservação e reduzidas por perturbações antrópicas em seus *habitats*, *A. bruggeri* foi enquadrada na categoria “Críticamente em Perigo” na última revisão da “Lista de Espécies Ameaçadas do Estado de Minas Gerais” (Fundação Biodiversitas 2008).

1.3 Biologia Reprodutiva

Estudos sobre biologia reprodutiva de plantas são importantes como subsídio para planos de manejo e conservação de espécies ameaçadas (Cesário & Gaglianone 2008). Os eventos fenológicos de floração, frutificação e a ecologia da polinização e dispersão de sementes são processos-chave para assegurar a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos. O rompimento das relações mutualísticas entre polinizador e planta tem o potencial de afetar a viabilidade de suas populações (Paggi *et al.* 2007). Quando a população de plantas cai abaixo do limiar crítico necessário para atrair e manter os polinizadores, essa relação é afetada (Johnson *et al.* 2004). Outro fator que interfere diretamente nessa relação é a fragmentação de habitats, que pode resultar num isolamento espacial de espécies vegetais, modificando a atividade de seus polinizadores, trazendo implicações importantes para o sucesso e sistemas reprodutivos em plantas (Byers 1995).

O conhecimento de aspectos sobre biologia floral e polinização também é importante para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais, pois representam uma importante ferramenta para o entendimento da organização espaço-temporal dos recursos disponíveis no ambiente aos animais associados (Piacentini & Varassin 2007). Bromeliaceae constitui uma das principais famílias responsáveis pela oferta e manutenção de recursos alimentares ao longo do ano para uma diversificada fauna de polinizadores, em especial beija-flores. No caso dessas aves, as espécies de bromélias constituem seu mais importante recurso alimentar na Floresta Atlântica do sudeste brasileiro e em certas áreas, chegam a representar mais de 30% de seus recursos alimentares (Sazima *et al.* 1996; Buzato *et al.* 2000).

Diversas espécies de plantas podem apresentar exclusivamente um modo de reprodução (sexual ou assexual) e um sistema de cruzamento (alogamia ou autogamia), porém o mais comum é haver os dois, um modo de reprodução e sistema de cruzamento predominante e eventos esporádicos do outro (Bodanese-Zanettini & Cavalli 2003). As bromélias podem se propagar de forma assexuada e/ou sexuada. Na reprodução assexuada são utilizados os estolões que é a forma mais rápida de se obter plantas adultas (Paula & Silva 2004). A propagação sexuada de bromélias é mais demorada, porque a maturação das sementes pode levar até um ano após a polinização (Stringheta *et al.* 2005). A propagação de bromeliáceas é extremamente necessária porque contribui para a conservação dos ecossistemas florestais naturais e para a manutenção da biodiversidade. Os estudos de biologia reprodutiva vêm tentando explicar a manutenção de sistemas mistos de cruzamentos em várias espécies, com taxas de autofecundação e fecundação cruzada moderadas. Este fenômeno teria a vantagem da reprodução assegurada, pela autofecundação e de evitar a

depressão por endocruzamentos, através da fecundação cruzada (Porcher & Lande 2005; Charlesworth & Charlesworth 2006), que garante também aumento da variabilidade genética.

Revisões de literatura sobre os sistemas de polinização de Bromeliaceae sugerem que os principais polinizadores são beija-flores (Smith & Downs 1974; Martinelli 1994), estando esta entre as poucas famílias em que a polinização por vertebrados predomina (Sazima *et al.* 1989). As bromélias ornitófilas em geral apresentam inflorescências vistosas, com brácteas vermelhas ou róseas, flores resistentes, corola tubular, néctar escondido e ausência de odor. A antese geralmente ocorre pela manhã, com grande produção de néctar e liberação de pólen (Faegri & Van Der Pijl 1979). Morcegos também são polinizadores comumente observados para alguns táxons (ex. gênero *Vriesea*, subgênero *Xyphion*), e menos frequentemente, insetos (ex. himenópteros e lepidópteros) atuam como os principais agentes polinizadores na família (Sazima *et al.* 1995; Varassim & Sazima 2000; Kaehler *et al.* 2005).

Bromeliaceae ainda carece de informações sobre aspectos reprodutivos, principalmente quando se considera a riqueza de espécies (Martinelli 1997). Grande parte dos trabalhos publicados sobre biologia reprodutiva refere-se à fenologia reprodutiva, biologia floral e da polinização, sendo poucas as informações consistentes sobre os sistemas reprodutivos para muitas espécies de bromélias (Matallana *et al.* 2010). A viabilidade das sementes e taxa de germinação também estão entre os aspectos menos investigados nos estudos de biologia reprodutiva e fertilidade de Bromeliaceae (Benzing 2000).

2 OBJETIVOS

- Investigar as estratégias reprodutivas da espécie *A. bruggeri*, através de estudos sobre a fenologia de floração e frutificação, biologia floral, sistemas de cruzamento, germinação e ecologia da polinização;
- Avaliar o sucesso reprodutivo de seus indivíduos, visando determinar a fertilidade e a viabilidade de suas populações naturais;
- Ampliar o conhecimento dos mecanismos de reprodução na família Bromeliaceae;
- Contribuir com informações para subsidiar o desenvolvimento de estratégias para a conservação de *A. bruggeri* e de outras espécies de bromélias endêmicas da Floresta Atlântica ameaçadas de extinção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A Serra Negra (Fig. 1), onde foi desenvolvido o presente estudo, faz parte do complexo da Serra da Mantiqueira, uma das maiores e mais importantes cadeias montanhosas do Sudeste brasileiro, abrangendo parte dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (Valente 2007). Neste complexo serrano são encontrados cerca de 20% dos remanescentes de Floresta Atlântica mineira, domínio que foi reduzido a pouco mais de 4% de sua cobertura original no Estado (Costa & Herrmann 2006). Recentemente, a Serra da Mantiqueira foi eleita como o oitavo local de área protegida mais insubstituível do planeta (Le Saout *et al.* 2013).

A Serra Negra está incluída em uma região com alta prioridade para a conservação da flora de Minas Gerais, pois estudos recentes vêm demonstrando sua grande riqueza em escala regional, inclusive com muitas espécies de ocorrência rara e algumas endêmicas ou ameaçadas de extinção (Salimena *et al.* 2011), como a espécie foco deste estudo.



Figura 1. Vista parcial da Serra Negra, no município de Rio Preto, MG (Foto: Letícia Dias).

Localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, a Serra Negra está situada nos municípios de Rio Preto, Lima Duarte, Santa Bárbara do Monte Verde e Olaria, tendo seu limite Norte no ponto $21^{\circ}58'11''$ S $43^{\circ}53'21''$ W, Sul $22^{\circ}01'46,4''$ S $43^{\circ}52'31,5''$ W, Leste $21^{\circ}58'21,4''$ S $43^{\circ}50'06,5''$ W e Oeste $21^{\circ}58'53''$ S $43^{\circ}56'08''$ W, compreendendo uma área de aproximadamente 10000 hectares (Fig. 2). A área da Serra Negra está sob posse de patrimônio particular, estando protegida por apenas uma Unidade de Conservação, a RPPN São Lourenço do Funil, que não abrange a região onde foram encontradas as populações de *A. bruggeri* desse estudo. Na região ainda é encontrada outra Unidade de Conservação em processo de implantação: RPPN Serra Negra (Souza *et al.* 2012).

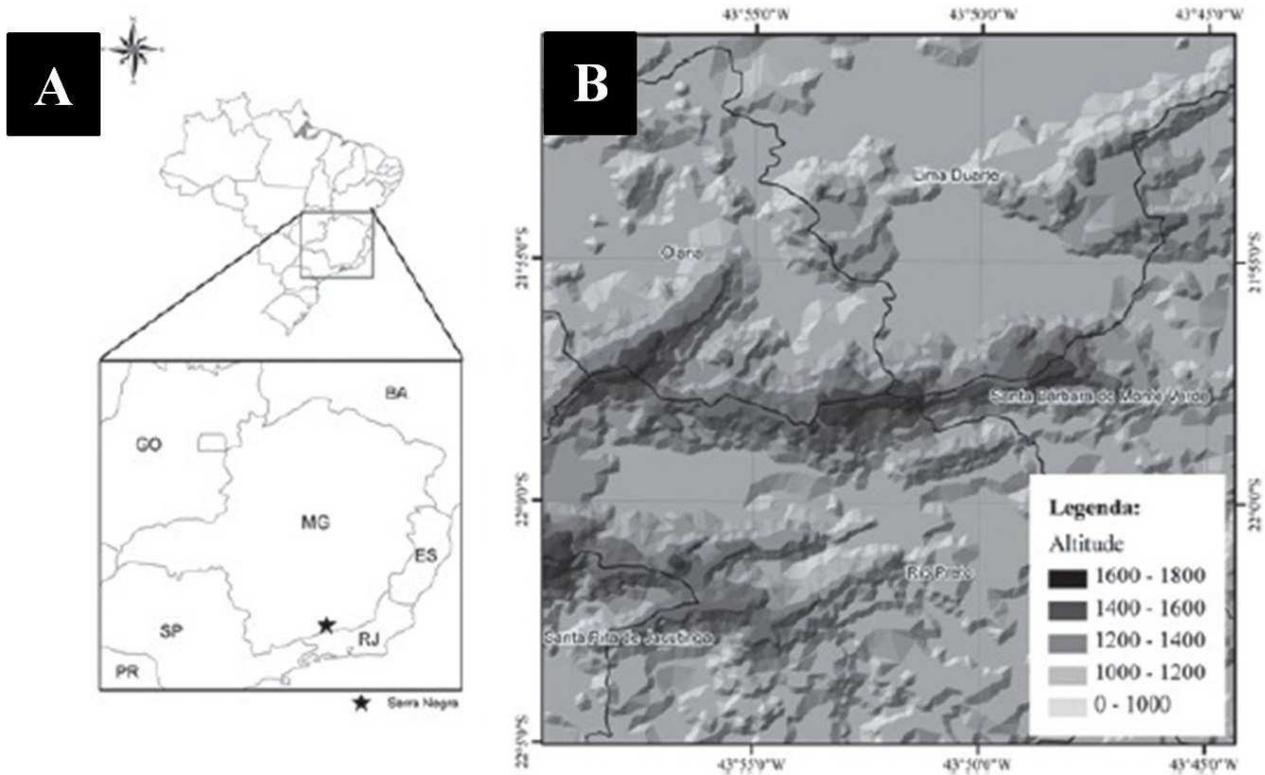


Figura 2. (a) Mapa do Brasil e de Minas Gerais com destaque para a localização da Serra Negra. (b) Mapa planialtimétrico da Serra Negra (**Fonte:** Souza *et al.* 2012).

O clima encontrado na região é do tipo Cwb (Köppen 1931), caracterizado por invernos secos e frios e verões brandos e úmidos. A média de precipitação anual é de 1886 mm. A área possui amplitude altitudinal de 900 a 1698 m, que aliada às diferenças sucessionais e à variação nos tipos de solo e grau de hidromorfia, contribui para o mosaico de vegetação encontrado na região (Valente 2007).

Na região, entre 800 e 1100 m são encontradas florestas aluviais e a Floresta Estacional Semidecidual ocupando as encostas de morros. As florestas aluviais são alagáveis, conhecidas na região como “Cambuí” e dominadas pela espécie *Myrciaria tenella* (DC.) O. Berg (Myrtaceae). Nas matas ciliares a vegetação é perenifólia, com árvores de grande porte e muitas epífitas. Nos afloramentos de rochas quartzíticas, onde o solo é arenoso, encontram-se os Campos Rupestres, com dominância de duas espécies de candeia no extrato arbustivo-arbóreo, *Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *E. erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) (Ribeiro 2013). Acima de 1500m, caracteriza-se a Floresta Ombrófila Densa Altomontana com menor estatura e maior quantidade de epífitas. Nas cumeeiras, a vegetação está associada a afloramentos quartzíticos e apresenta estrato herbáceo mais contínuo, coberto por capins e pequenos arbustos (Souza *et al.* 2012).

3.2 Estudos Reprodutivos

3.2.1 Fenologia Reprodutiva

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente entre março de 2012 e fevereiro de 2013. A ausência ou presença de cada fenofase de floração e frutificação (escapo floral/inflorescência jovem; botão floral; flores abertas; frutos imaturos e frutos maduros) foi monitorada mensalmente, onde as observações foram realizadas a olho nu, em dez indivíduos escolhidos aleatoriamente, marcados e espaçados entre si por no mínimo 1m de distância. A classificação dos padrões fenológicos de floração seguiu Newstrom *et al.* (1994).

3.2.2 Biologia Floral e Polinização

Foi analisado o número de flores abertas por dia, a morfologia e cor da corola e brácteas. A presença de odor foi verificada em flores frescas no campo no horário da antese, período de disponibilidade da flor aos visitantes, além do volume e concentração de açúcares no néctar, foram registrados em três indivíduos da espécie, entre março de 2012 e fevereiro de 2013. A coleta e determinação do volume de néctar foram realizadas com o uso de micro seringas em flores previamente isoladas com sacos de papel, no período da tarde. A concentração de açúcares no néctar foi determinada com o uso de um refratômetro de bolso.

A frequência e comportamento dos visitantes florais foi analisada, no pico de floração da espécie, do início da manhã (08:00h) até o fim da tarde (17:00h) em junho, julho e agosto de 2012 e 2013, totalizando cerca de 144 horas de observação. Durante as observações foram registrados

aspectos referentes ao horário e frequência das visitas, bem como o comportamento do animal e local de contato do corpo com o pólen e estigma. A atividade dos visitantes foi acompanhada a olho nu ou com o auxílio de um binóculo e registrada através de filmagens e fotografias, para posterior identificação por especialistas.

3.2.3 Sistemas de Cruzamento

Os sistemas de cruzamento foram investigados em indivíduos *A. bruggeri* localizados no campo e em casa de vegetação na Estação Experimental de Cultivo e Manutenção de Plantas da UFJF, nos anos de 2012 e 2013, abrangendo dois períodos de floração consecutivos da espécie. A inflorescência de cada indivíduo foi numerada e diferentes experimentos de polinização controlada foram conduzidos em diferentes flores, por vezes em uma mesma inflorescência. Cada flor recebeu um dos seguintes tratamentos: 1) autopolinização espontânea: botões florais em pré-antese foram ensacados em saco de papel semipermeável e não mais manipulados; 2) autopolinização manual: botões florais em pré-antese foram ensacados e polinizados no dia seguinte com pólen proveniente da mesma flor; 3) polinização cruzada: botões florais em pré-antese foram ensacados, sendo polinizados manualmente no dia seguinte com pólen de outros indivíduos da mesma espécie, tomando-se o cuidado de evitar indivíduos clones. No tratamento de polinização cruzada não foi realizada a emasculação dos indivíduos, porque foi verificado que de qualquer forma haveria contaminação com o pólen do próprio indivíduo, uma vez que as anteras se encontravam unidas ao estigma e o teste com peróxido de hidrogênio mostrou que o estigma encontrava-se receptivo a partir de botões em pré-antese e os grãos-de-pólen se apresentaram viáveis nas flores na mesma ocasião.

A receptividade do estigma foi testada com solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 3% e observada com o auxílio de lente de aumento (Zeisler 1938). A liberação de bolhas de oxigênio foi utilizada como indicadora da receptividade (Kearns & Inouye 1993). A disponibilidade polínica foi analisada mediante toque nas anteras e consequente liberação do pólen.

Cada tratamento foi marcado utilizando-se uma determinada cor de cola plástica, depositada no ovário da flor. Adicionalmente, indivíduos foram aleatoriamente selecionados no campo para o tratamento de polinização natural. O desenvolvimento dos frutos foi acompanhado periodicamente. Para cada tratamento foi registrada a taxa de frutificação (número de frutos formados dividido pelo número de flores testadas). Os índices de autogamia (AI: *autogamy index*, conforme registrado na literatura) e de autoincompatibilidade (ISI: *self-incompatibility index*) foram estimados segundo Lloyd & Schoen (1992), sendo o ISI calculado como a porcentagem da frutificação produzida pela

autopolinização manual dividido pela porcentagem de frutificação produzida pela polinização cruzada e o AI calculado pela divisão da porcentagem de frutificação produzida pela autopolinização espontânea pela porcentagem de frutificação produzida pela polinização cruzada.

3.2.4 Sucesso Reprodutivo

O sucesso reprodutivo foi avaliado nos indivíduos selecionados para o tratamento de polinização natural, através da estimativa dos seguintes parâmetros: 1) altura da planta e da inflorescência (cm); 2) potencial reprodutivo (número total de flores produzidas/indivíduo); 3) taxa de frutificação (fração de flores que se desenvolve em frutos maduros); 4) número de sementes produzidas/fruto. A taxa de frutificação foi baseada na contagem dos frutos maduros que produziram sementes. O número de sementes foi determinado em uma subamostragem de 140 frutos.

3.2.5 Viabilidade Polínica e Crescimento do Tubo Polínico

A fim de verificar a viabilidade polínica, quatro botões florais maduros próximos da antese foram coletados de três indivíduos diferentes de *A. bruggeri* e fixados em etanol absoluto e ácido acético 3:1 (v/v). Em seguida, os grãos de pólen provenientes de seis anteras/flor foram colocados em lâminas e submetidos ao teste de coloração de Alexander 44 (Alexander 1969). As análises foram feitas em microscópio óptico, em objetiva de aumento 40x. Foram analisados e contados os grãos de pólen viáveis (grãos de conteúdo corado) e inviáveis (grãos com aspecto vazio e sem coloração), em 40 campos aleatórios, por lâmina.

Para o estudo do desenvolvimento do tubo polínico, foi utilizada a coloração com azul de anilina para detecção da calose em tubos polínicos em desenvolvimento. Para isso, foram realizados em três frutos de três indivíduos diferentes experimentos de polinização cruzada e autopolinização manual. Os frutos resultantes dos experimentos de polinização foram coletados após diferentes intervalos de tempo (6 h; 24 h e 72 h) e fixadas em solução de etanol absoluto e ácido acético 3:1 (v/v). Os estiletos foram colocados em placas de petri com NaOH 8N e, posteriormente, em estufa a 25°C por 10 a 15 minutos. Após lavagem com água destilada, foram transferidos para uma lâmina com uma gota de solução de azul de anilina 0,1% em K_3PO_4 (0,1 M). As observações foram feitas em microscópio de fluorescência Olympus BX 51 utilizando filtro para detecção de fluorescência com comprimento de onda na faixa de 450 nm. Foram observadas nove lâminas para cada

tratamento, observando-se o número de grãos de pólen germinados e o comprimento dos tubos polínicos encontrados nos estigmas e estiletos analisados.

3.2.6 Viabilidade das Sementes e Taxa de Germinação

Os testes de germinação foram conduzidos com sementes oriundas de polinização natural que não estavam danificadas, nem com sinais de predação. Foram coletados seis frutos oriundos de três indivíduos, totalizando 18 amostras. As sementes foram desinfetadas e 10 sementes de cada fruto foram colocadas em placas de Petri com meio de cultura de água e ágar (7%). Em seguida as placas foram levadas para sala de crescimento com fotoperíodo de 16 h de claro e 8 horas de escuro e temperatura de aproximadamente $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. A avaliação da germinação foi realizada em censos semanais durante três semanas. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam a protrusão da radícula.

4 RESULTADOS

4.1 Fenologia Reprodutiva

Aechmea bruggeri apresentou toda a fenologia reprodutiva durante a estação seca, iniciando a floração no mês de junho e a frutificação logo em seguida, a partir do final do mês de junho e início de julho (Fig. 3). A espécie apresenta apenas um evento de floração/ano. Com relação à duração da floração, a espécie apresenta padrão curto (o indivíduo apresenta menos de um mês de floração), segundo os padrões estabelecidos por Newstrom *et al.* (1994).

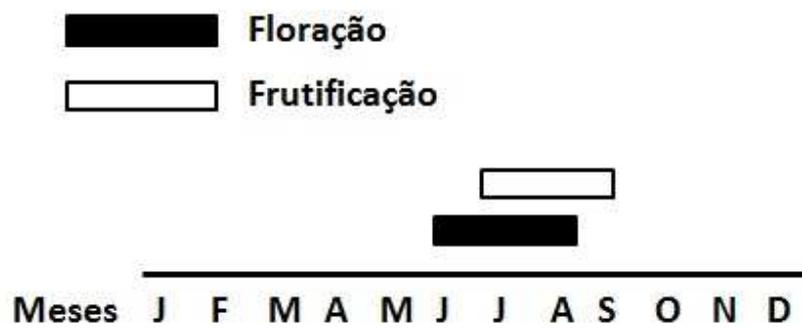


Figura 3. Fenologia reprodutiva da população de *A. bruggeri*, acompanhada no ano de 2012.

4.2 Biologia Floral e Polinização

Aechmea bruggeri apresenta corola de formato tubular e coloração lilás. O número de flores abertas por dia em cada indivíduo variou de uma a 14 e a ordem de abertura das flores ocorre no sentido da base para o ápice da inflorescência. A espécie apresentou antese diurna (entre 11:00h e 13:00h). O período de disponibilidade da flor (tempo em que a flor permanece aberta, disponível aos visitantes, desde sua antese até a senescência) foi de aproximadamente 20 horas, sendo suas flores inodoras.

A produção de néctar apresentou volume médio produzido por flor de $29,8 \pm 4,4 \mu\text{L}$ e a concentração de açúcares variou de 27% a 33% com média de $29,5 \pm 1,8$ (Tabela 1). O volume médio de néctar produzido foi constante ao longo do período de abertura da flor.

Tabela 1. Dados sobre a biologia floral de *A. bruggeri*. ($X \pm s$ = Média \pm desvio padrão). N = tamanho da amostra.

Dados de Biologia Floral	
Cor Corola/Bráctea	lilás/vermelha
Odor	Não
Concentração de Néctar (%) $X \pm s$	29,5 \pm 1,8 (N=18)
Volume de néctar (μ L) $X \pm s$	29,8 \pm 4,4 (N=18)
Horário da Antese	11:00h - 13:00h
	Diurna
Disponibilidade da flor aos visitantes	20 horas
Número de flores abertas/dia	1 – 14
Horas de observação	144

Aechmea bruggeri teve suas flores visitadas por beija-flores machos e fêmeas da espécie *Thalurania glaucopis* (Gmelin 1788) (subfamília Trochilinae) e por abelhas da espécie *Trigona spinipes* (Fabricius 1793) (Fig. 4 e Fig. 5) (Tabela 2.).

As visitas dos beija-flores às flores tiveram tempo de permanência de aproximadamente dois segundos, sendo o principal local de deposição de pólen o bico. Durante uma hora de observação, foram registradas até 19 visitas de um mesmo polinizador em cada inflorescência de uma pequena população. As abelhas, ao contrário, permaneciam um longo tempo na mesma flor e inflorescência, raramente se movimentando entre as plantas. Não foi registrada a visita do beija-flor e da abelha em momentos próximos, em épocas de grande floração o beija-flor estava presente, enquanto em épocas com poucos indivíduos floridos, foi registrada a presença da abelha.



Figura 4. *A. bruggeri* (a) pequena população; (b) roseta sem flor; (c) roseta com flor; (d) detalhe das flores; (e) frutos; (f) detalhe do fruto sendo predado por larvas de coleópteros; polinizadores (g) beija-flor da espécie *Thalurania glaucopis*; (h) abelha da espécie *Trigona spinipes*; (i) detalhe do pólen na perna de *T. spinipes*; *T. glaucopis* (j) macho; (k) visão dorsal da fêmea; (l) visão ventral da fêmea. (Fotos: Letícia Dias e Ana Paula Gelli).

Tabela 2. Visitantes florais de *A. bruggeri*.

Ordem/Família	Local de Deposição de Pólen	Categoria
Ordem Hymenoptera <i>Trigona spinipes</i>	Pernas	polinizador ocasional
Família Trochilidae <i>Thalurania glaucopis</i>	Bico	polinizador efetivo

4.3 Sistemas de Cruzamento

Considerando os experimentos de polinização controlada, *A. bruggeri* apresentou maiores taxas de frutificação por polinização cruzada (92%) quando comparadas aos tratamentos de autopolinização espontânea (5,3%) e autopolinização manual (7,9%). Os valores obtidos para os índices de autoincompatibilidade e autogamia, ambos abaixo de 0,3, indicam que a espécie é (ISI = 0,08; AI = 0,06) autoincompatível e alógama (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagens de frutificação por tratamento de polinização controlada e respectivos índices de autogamia (AI) e autoincompatibilidade (ISI) para *A. bruggeri*. O número de frutos formados e o número de flores testadas são mostrados entre parênteses. **N** indica o número de indivíduos amostrados para cada espécie. **PC** = polinização cruzada; **AE** = autopolinização espontânea; **AM** = autopolinização manual.

Espécie	PC	AE	AM	AI*	ISI*	Sistema Reprodutivo
<i>A. bruggeri</i>	92%	5,3%	7,9%	0,06	0,08	Autoincompatibilidade/ Alogamia
	N=(81/88)	(38/717)	(16/203)			
	N=7	N=10	N=10			
	Nº de					
	Sementes/					
	fruto					
	21					

* **ISI:** valores iguais ou maiores do que 0,3 indicam total ou parcial autocompatibilidade e valores abaixo de 0,3 indicam autoincompatibilidade. **AI:** índices maiores que 0,3 indicam autogamia total ou parcial, valores abaixo de 0,3 indicam a presença de alogamia (Ramirez & Brito 1990).

4.4 Sucesso Reprodutivo

A média de altura das plantas foi de 72,6 cm e das inflorescências e 10,5 cm. O número médio de flores/indivíduo e de sementes/frutos foi de 160 e 23, respectivamente. Sob condições naturais, *A. bruggeri* apresentou taxa de frutificação de 94% (Tabela 4.), porém em 87% das infrutescências analisadas foram observadas larvas de coleópteros das famílias Curculionidae e Tenebrionidae, que se alimentavam das sementes causando a destruição parcial ou completa dos frutos. Os frutos predados começaram a escurecer e a liberar uma substância gelatinosa, além disso, muitos frutos foram encontrados abertos e completamente ocos, o que por vezes causou a destruição completa de algumas infrutescências.

4.5 Viabilidade Polínica e Crescimento do Tubo Polínico

Os testes de viabilidade polínica demonstraram uma alta porcentagem (98%) de grãos viáveis para a espécie (Tabela 4.). Foram contados entre 526 e 814 grãos de pólen por lâmina.

A autoincompatibilidade sugerida pelos tratamentos de polinização controlada foi confirmada após análise do crescimento do tubo polínico nas flores submetidas às autopolinizações manuais. Houve a germinação dos grãos de pólen nos estigmas das flores submetidas aos dois tratamentos de polinização. No entanto, o crescimento dos tubos polínicos foi interrompido no intervalo de 24 horas após as autopolinizações. Já nas flores submetidas o tratamento de polinização cruzada, houve o crescimento completo dos tubos polínicos ao longo do estilete, os quais atingiram normalmente os óvulos para a fecundação.

Tabela 4. Altura da planta e da inflorescência, número de flores produzidas/indivíduo, taxa de frutificação sob condições naturais, número de sementes produzidas/fruto e viabilidade polínica de *A. bruggeri*. N indica o número de indivíduos amostrados para as análises do sucesso reprodutivo e viabilidade polínica. Para o cálculo da taxa de frutificação, o número de frutos formados e o número de flores testadas são mostrados entre parênteses. PN = polinização natural; $\bar{X} \pm s$ = Média e desvio padrão.

Espécie	N	Altura média da planta com flor (cm)	Altura média da inflorescência (cm)	Nº de flores/ indivíduo	% de Frutificação PN	Nº de Sementes/fruto	N	Viabilidade Polínica (%)
<i>A. bruggeri</i>	5	72,6	10,5	160±19	94% (1190/2205)	23±2,8 (n=14 frutos)	3	98% (n=12 flores)

4.6 Viabilidade das Sementes e Taxa de Germinação

A espécie apresenta frutos do tipo baga com sementes de coloração branca que possuem um filamento com aproximadamente o dobro de seu comprimento (resquício do óvulo) e não possuem apêndices.

As primeiras sementes germinaram logo na primeira semana e ao fim de 21 dias todas as sementes que não foram contaminadas com fungos e/ou bactérias haviam germinado.

Além da produção de sementes oriundas da polinização cruzada, a *A. bruggeri* também é mantida na área por crescimento clonal, através da emissão de estolões que formam grandes touceiras.

5 DISCUSSÃO

Aechmea bruggeri apresentou frutos maduros nos meses mais secos do ano (Fig. 2), ao contrário do observado por Tagliati (2012) para diversas espécies de Bromeliaceae com frutos do tipo baga, em uma área de Floresta Atlântica do sudeste de Minas Gerais, as quais a frutificação coincide com o período chuvoso na região. Somente para *Billbergia zebrina* (Herbert) Lindl. foram encontrados frutos maduros nos meses mais secos do ano, padrão também encontrado por Marques e Lemos Filho (2008) para *B. amoena* (G. Lodd.) Lindl., em uma área de transição entre Cerrado e Floresta Atlântica, na Serra da Piedade, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Ao contrário, as flores ornitófilas costumam ocorrer em maior disponibilidade no período chuvoso, que coincide com a época de reprodução da maioria das espécies de beija-flores, o que evidencia a estreita inter-relação entre estes organismos, em especial com representantes da família Trochilidae, considerados os agentes polinizadores mais importantes para as bromélias (Sick 1984). É provável que *A. bruggeri* utilize como estratégia a floração na época seca do ano, como forma de diminuir a competição por beija-flores com outras espécies de plantas e assegurar sua polinização.

A formação e o desenvolvimento dos frutos são concomitantes a floração, ocorrendo sobreposição de fenofases, assim como encontrado por Lenzi *et al.* (2006) para *A. lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii*.

A abertura das flores a partir da base da inflorescência encontrada para *A. bruggeri*, coincide com o padrão encontrado na maior parte das espécies de Bromeliaceae (Siqueira Filho & Machado 2001). A estratégia de floração do tipo disponibilidade regular, com a produção de poucas flores por dia durante um longo período, favorece cruzamentos aleatórios entre indivíduos de diferentes grupos (Siqueira Filho & Machado 2001).

A alta concentração de açúcares no néctar observada para a espécie neste estudo concorda com o trabalho de Siqueira Filho (1998), que afirma ser essa uma tendência evolutiva na família Bromeliaceae e uma característica de plantas polinizadas por beija-flores, que segundo a literatura, geralmente apresentam concentrações de aproximadamente 24% (Sazima *et al.* 1996).

A espécie estudada apresentou alguns atributos florais típicos da síndrome de ornitofilia como flores inodoras, com antese diurna e inflorescências com brácteas vermelhas, que compensam a coloração lilás pálida de suas pétalas. Os beija-flores da espécie *Thalurania glaucopsis* foram os visitantes mais freqüentes e apresentaram o comportamento de polinizadores efetivos de *A. bruggeri*. Em suas visitas houve deposição de pólen nos bicos, próximos às narinas, o que segundo Siqueira Filho & Machado (2001), é comum em beija-flores não ermitões de bicos mais curtos, como os da subfamília Trochilinae. Essa espécie de beija-flor também foi considerada um dos

principais polinizadores de *A. lindenii*, como constataram Lenzi *et al.* (2006). Os beija-flores realizam visitas rápidas em cada indivíduo e podem voar por longas distâncias em pouco tempo (Gill 1985), visitando mais plantas do que visitantes que passam muito tempo em cada indivíduo. Esse comportamento pode favorecer a polinização cruzada (Canela & Sazima 2003), extremamente necessária para formação de sementes nas populações de *A. bruggeri*.

O presente estudo concorda com o trabalho de Ostrorog e Barbosa (2009), ao considerar a abelha *Trigona spinipes* como polinizador ocasional, uma vez que houve alguma deposição de pólen. No entanto, suas visitas foram menos frequentes quando comparadas as de outros polinizadores. Ao contrário, o comportamento oportunista e pilhador deste himenóptero tem sido relatado para representantes de Bromeliaceae, muitas vezes até comprometendo a viabilidade das flores em algumas espécies ornitófilas (Siqueira-Filho & Machado 2006; Pereira & Quirino 2008). A permanência desse inseto por longo tempo na mesma flor e inflorescência também foi observado no trabalho de Rogalski *et al.* (2009) com *Dyckia brevifolia* Baker, onde por vezes o estigma não era tocado e ora a polinização era efetuada.

Os experimentos de polinização controlada indicam que *A. bruggeri* é uma espécie autoincompatível e alógama, e que é altamente dependente da presença de vetores bióticos de pólen para a formação de frutos e de sementes. A maioria das espécies pertencentes à família Bromeliaceae é autocompatível (McWilliams 1974; Martinelli 1994; Siqueira Filho & Machado 2001; Mattalana *et al.* 2010).

O sucesso reprodutivo das populações de *A. bruggeri* parece não ter sido afetado por limitação de pólen causada pela escassez de serviços de polinizadores, uma vez que a média de produção de sementes foi praticamente a mesma para os indivíduos oriundos da polinização cruzada manual e para os indivíduos oriundos da polinização natural (Tabela 3 e Tabela 4). Além da eficácia do polinizador ter sido constatada neste estudo, pode-se considerar que a alta viabilidade dos grãos-de-pólen na fase funcional da flor é uma estratégia da planta para garantir sua fecundação (Oliveira *et al.* 2003).

Apesar da alta taxa de frutificação, o sucesso reprodutivo dessa espécie pode estar sendo afetado pela predação de suas sementes ainda dentro do fruto, que pode impedir sua dispersão. A predação de sementes por larvas de coleóptera também foi observada por Filippon *et al.* (2012) e Nara & Webber (2002), que relataram a destruição total ou parcial de cerca de 30% das infrutescências dos indivíduos de *Aechmea beeriana* L.B.Sm. & M.A.Spencer analisados.

A espécie estudada pertence à subfamília Bromelioideae (*sensu* Smith & Downs 1979), reconhecida por englobar a maior variabilidade de sistemas reprodutivos, sendo comum a existência de mais de um tipo de sistema reprodutivo dentro de um mesmo gênero (Martinelli 1994; Matallana

et al. 2010). Em *Aechmea*, a autocompatibilidade parece ser a estratégia reprodutiva predominante. Dentre sete espécies desse gênero investigadas por Matallana *et al.* (2010), cinco mostraram-se autocompatíveis, assim como *A. lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* (Lenzi *et al.* 2006) e apenas *A. nudicaulis* e *A. pineliana* foram consideradas autoincompatíveis. Investigações futuras sobre sistemas reprodutivos, associados à investigação filogenética, serão importantes para uma maior compreensão da evolução dos sistemas de cruzamento dentro desta subfamília.

Os dados demonstraram que na área de estudo, *A. bruggeri* apresentou alto sucesso reprodutivo. A espécie produziu grande número de flores/indivíduo e de sementes/fruto, em relação à sua média de altura e de sua inflorescência (Tabela 4). Tagliati (2012) e Paggi *et al.* (2007) investigaram estes mesmos parâmetros em áreas de Floresta Atlântica do Brasil. Tagliati (2012) constatou um alto sucesso reprodutivo, para *Portea petropolitana* (Wawra) Mez e *Billbergia horrida* Regel com produção média de respectivamente, 307 e 84 flores/indivíduo, 74 e 37,6 sementes/fruto e produção média de 9.620 e 4.810 sementes/indivíduo, com inflorescências de altura média 53,3 e 11,3 cm, enquanto Paggi *et al.* (2007) também constataram um alto sucesso reprodutivo, com produção média de 143 flores/indivíduo, 303 sementes/fruto e 18.753 sementes/indivíduo para *Vriesea gigantea* Gaudich, cuja altura média das inflorescências foi de 2.46 m. Considerando a média de flores por indivíduo (160 ± 19), a média de sementes por fruto ($23 \pm 2,8$), e sabendo que 94% das flores se desenvolvem em frutos, é possível estimar que um indivíduo de *A. bruggeri* possa produzir cerca de 3.459 sementes em cada ciclo reprodutivo.

Todas as sementes que não foram contaminadas germinaram, o que demonstrou que essas sementes são altamente viáveis e não possuem nenhum tipo de dormência. Assim como no presente trabalho, Nara & Webber (2002), Paggi *et al.* (2007) e Filho & Machado (2001) observaram altas taxas de germinação, para sementes de *Aechmea beeriana* (100%), *Vriesea gigantea* Gaud. (94%) e *Canistrum aurantiacum* E. Morren (89%), respectivamente, que germinaram entre três e oito dias, assim como as sementes de *Aechmea nudicaulis* Griseb., *Neoregelia cruenta* (Graham) L. B. Sm. e *Vriesea neoglutinosa* Mez. (Mantovani & Iglesias 2005). Ao contrário, no trabalho de Anastácio & Santana (2010) a germinação de *Ananas ananassoides* (Baker) L. B. Sm. demorou em média 23 dias.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que, localmente, as populações da espécie analisada são férteis e viáveis, visto que as plantas produzem grande número de flores, frutos e sementes altamente viáveis. Apesar disso, suas populações estão suscetíveis, uma vez que as sementes muitas vezes não chegam a se dispersar, sendo predadas por larvas. Para verificar se a predação dessas sementes representa uma ameaça real e verificar o quanto isso está interferindo no sucesso reprodutivo da espécie serão necessários estudos complementares a longo prazo.

Outro fator comprometer da viabilidade das populações de *A. bruggeri* é a fragmentação de *habitats* que ocorre na região, que sofre com práticas desordenadas do uso do solo, oriundas da atividade agropecuária sem planejamento sustentável (Valente 2007). Assim, para garantir a sobrevivência contínua de suas populações e manter seu potencial evolutivo, as estratégias de conservação em larga escala, como a criação de corredores ecológicos interligando os diversos fragmentos florestais da região e a implantação de um número maior de Unidades de Conservação, especialmente as de proteção integral, são necessárias.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANASTÁCIO, M.R. & SANTANA, D.G. 2010. Características germinativas de sementes de *Ananas ananassoides* (Baker) L. B. Sm. (Bromeliaceae). *Maringá*, v. 32, n. 2, p. 195-200.
- BENZING, D.H. 2000. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge: Cambridge University Press, 690p.
- BENZING, D.H. 2004. Vascular Epiphytes. In: LOWMAN, M.D.; RINKER, H.B. *Forest Canopies*. 2. ed. [S.l.]: Elsevier Academic Press, p.175-211.
- BODANESE-ZANETTINI M.H. & CAVALLI, S.S. 2003. Variabilidade genética em função do modo de reprodução. In: FREITAS, L.B., BERED, F. *Genética e evolução vegetal*, 1ª ed. Porto Alegre: UFRGS.
- BRAGA, F.M.S. & ANDRADE, P.M. 2005. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 95(2):121-126.
- BUZATO, S., SAZIMA, M. & SAZIMA I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica* 32:824-841.
- BYERS, D.L. 1995. Pollen quantity and quality as explanations for low seed set in small populations exemplified by *Eupatorium* (Asteraceae). *American Journal of Botany* 82: 1000–1006.
- CANELA, M.B.F. & SAZIMA, M. 2003. *Aechmea pectinata*: a hummingbird-dependent bromeliad with inconspicuous flowers from the rainforest in South-eastern Brazil. *Annals of Botany* 92:731-737.
- CESÁRIO, L.F. & GAGLIANONE, M.C. 2008. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. *Acta bot. bras.* 22(3): 828-833.
- CHARLESWORTH, B. & CHARLESWORTH, D. 2006. The evolutionary genetics of sexual systems in flowering plants. *Proc. Soc. London B* 205:513-530.
- COSTA, C. & HERRMANN, G. 2006, *Plano de Ação do Corredor Ecológico da Mantiqueira*. 1 ed, Valor Natural, 64p.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. 1979. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, Oxford.

- FILIPPON, S.; FERNANDES, C.D.; FERREIRA, D.K.; DUARTE, A.S. & REIS, M.S. 2012. Produção de frutos para uso medicinal em *Bromelia antiancatha* (caraguatá): fundamentos para um extrativismo sustentável. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, v.14, n.3, p.506-513
- FOISSNER, W.; STRÜDER-KYPKE, M.; VAN DER STAAY, G.W.M.; MOON-VAN DER STAAY, S.Y. & HACKSTEIN, J.H.P. 2003. Endemic ciliates (Protozoa, Ciliophora) from tank bromeliads (Bromeliaceae): a combined morphological, molecular, and ecological study. *European Journal of Protistology*, n. 39, p. 365–372.
- FORZZA, R.C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J.A. & MARTINELLI, G. 2010. Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB005772>). Acessado em 13 Ago. 2010.
- FORZZA, R.C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J.A.; MARTINELLI, G.; MONTEIRO, R.F.; SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D. P.; PAIXÃO-SOUZA, B.; LOUZADA, R.B. & VERSIEUX, L. 2013. Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5772>>. Acessado em 19 Dez. 2013.
- FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. 2008. Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. Disponível em: <www.biodiversitas.org.br>. Acessado em 22 dezembro 2013.
- GILL, F.B. 1985. Hummingbird flight speeds. *The Auk* 102: 97-101.
- HUECK, K. 1972. As florestas da América do Sul. São Paulo, Editora da Universidade de Brasília/Editora Polígono. 466 p.
- JOHNSON, S.D., NEAL, P.R.; PETER, C.I. & EDWARDS, T.J. 2004. Fruiting failure and limited recruitment in remnant populations of the hawkmoth-pollinated tree *Oxyanthus pyriformis* subsp. *Pyriformis* (Rubiaceae). *Biological Conservation* 120: 31–39. DOI: 10.1016/j.biocon.2004.01.028
- KAEHLER, M.; VARASSIN, I.G. & GOLDENBERG, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-Montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, p. 219-228.
- KEARNS, C.A. & INOUE, D.W. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press, Niwot.
- Köppen, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin, Walter de Gruyter.
- LE SAOUT, S.; HOFFMANN, M.; SHI, Y.; HUGHES, A.; BERNARD, C.; BROOKS, T.M.; BERTZKY, B.; BUTCHART, S.H.M.; STUART, S.N.; BADMAN, T. & RODRIGUES, A.S.L. 2013. Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation. 2013. *Science*. Vol. 342 no. 6160 pp. 803-805.

- LENZI, M.; MATOS, J.Z. & ORTH, A.I. 2006. Variação morfológica e reprodutiva de *Aechmea lindenii* (E. Morren) Baker var. *lindenii* (Bromeliaceae). *Acta bot. bras.* 20(2): 487-500.
- LLOYD, D.G. & SCHOEN, D.J. 1992. Self- and crossfertilization in plants. I. Functional dimensions. *International Journal of Plant Sciences* 153: 358–369.
- LUTHER, H.E. 2000. An alphabetical list of bromeliad binomies. The bromeliad Society Inc. Oregon.
- LUTHER, H.E. 2001. De Rebus Bromeliazcearum III. *Selbyana*. 22 (1): 34-67.
- LUTHER, H.E. 2008. An alphabetical list of bromeliad binomials. 11^a ed. Sarasota: The Marie Selby Botanical Gardens.
- MCWILLIAMS, E.L. 1974. Evolutionary ecology. In L.B. Smith & R.J. Downs (eds.). *Bromeliaceae (Pitcairnioideae)*. *Flora Neotropica Monograph No. 14*. Hafner, New York, USA.
- MANTOVANI, A.; IGLESIAS, R.R. 2005. Quando aparece a primeira escama? Estudo comparativo sobre o surgimento de escamas de absorção em três espécies de bromélias terrestres de restinga. *Rodriguésia*, v. 56, n. 87, p. 73-84.
- MARQUES, A.R. & LEMOS FILHO, J.P. 2008. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. *Acta Bot Bras* 22(2):417-424.
- MARTINELLI, G. 1994. Reproductive biology of Bromeliaceae in the Atlantic rainforest of southeastern Brazil. Ph.D. dissertation, University of St. Andrews, St. Andrews, UK.
- MARTINELLI, G. 1997. Biologia reprodutiva de Bromeliaceae na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. (ed). *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica*. p. 213-250.
- MARTINELLI, G. 2006. Manejo de Populações e Comunidades Vegetais: Um Estudo de Caso na Conservação de Bromeliaceae. In: ROCHA, C.F.D. et al. (Org.). *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos: Rima.
- MATALLANA, G.; GODINHO, M.A.S.; GUILHERME, F.A.G.; BELISARIO, M.; COSER, T.S. & WENDT, T. 2010. Breeding systems of Bromeliaceae species: evolution of selfing in the context of sympatric occurrence. *Plant Systematics and Evolution*, v. 289, p. 57-65.
- NARA, A.K. & WEBBER, A.C. 2002. Biologia floral e polinização de *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) em vegetação de baixio na Amazônia Central. *Acta amazônica*, v.32, n.4, p.571-88.
- NEWSTROM L.E., FRANKIE G.W. & BAKER H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowlands tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26:141-159.

- OLIVEIRA, M.S.P., COUTURIER, G. & BESERRA, P. 2003. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:343-353.
- OSTROROG, D.R.V. & BARBOSA, A.A.A. 2009. Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.32, n.3, p.479-488
- PAGGI, G.M.; PALMA-SILVA, C.; SILVEIRA, L.C.T.; KALTCHUK-SANTOS, E.; BODANESE-ZANETTINI, M.H. & BERED, F. 2007. Fertility of *Vriesea Gigantea* Gaud. (Bromeliaceae) in Southern Brazil. *American Journal of Botany* 94(4): 683–689.
- PAULA, C.C. & SILVA, H.M.P. 2004. *Cultivo Prático de Bromélias*. Viçosa: UFV. 116 p.
- PEREIRA, A.R.; PEREIRA, T.S.; RODRIGUES, A.S. & ANDRADE, A.C.S. 2008. Morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de espécies de Bromeliaceae. *Acta bot. bras.* 22(4): 1150-1162.
- PEREIRA, F.R.L.P. & QUIRINO, Z.G.M. 2008. Fenologia e biologia floral de *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae) na caatinga paraibana. *Rodriguesia* 59(4): 835-844.
- PIACENTINI, V.Q. & VARASSIN, I.G. 2007. Interaction network and the relationships between bromeliads and hummingbirds in an area of secondary Atlantic rain forest in southern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 23: 663-671.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M. & RANDINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. v.1, p.38-41.
- PORCHER, E. & LANDE, R. 2005. The evolution of self-fertilization and inbreeding depression under pollen discounting and pollen limitation. *J. Evol. Biol.* 18:497-508.
- RIBEIRO, J.H.C. 2013. A vegetação lenhosa sobre solos quartzíticos na Serra Negra (Rio Preto, MG): estrutura, diversidade e gradientes ambientais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- ROCHA, C.F.D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A.F.; ROCHA-PESSÔA, T.C.; DIAS, A.S.; ARIANI, C.V. & MORGADO, L.N. 2004. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. *Vidalia*, v. 2, n. 1, p. 3-11.
- ROGALSKI, J.M.; REIS, A.; REIS, M.S. & HMELJEVSKI, K.V. 2009. Biologia reprodutiva da reófito *Dyckia brevifolia* Baker (Bromeliaceae), no Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.32, n.4, p.691-702

- SANTOS, T.C.C. & CÂMARA, J.B.D. 2002. GEO Brasil – perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília: Edições IBAMA.
- SALIMENA, F.R.G. MATOZINHOS, C.N.; ABREU, N.L.; SOUZA, F.S.; RIBEIRO, J.H.C. & MENINI-NETO, L. 2013. Flora da Serra Negra. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/floraserranegra/>>. Acesso em: 3 nov. 2013.
- SAZIMA, I., VOGEL, S. & SAZIMA, M. 1989. Bat pollination of *Encholirium glaziovii*, a terrestrial bromeliad. *Plants Systematics and Evolution* 168:167- 179.
- SAZIMA, M., BUZATO, S. & SAZIMA, I. 1995. Bat pollination of *Vriesea* in Southeastern Brazil. *Bromelia* 2:29-37.
- SAZIMA, I., BUZATO, S. & SAZIMA, M. 1996. Anassemblage of hummingbird-pollined flowers in a montane forest in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 109:149-160.
- SCOLFORO, J.R.S. & CARVALHO, L.M.T. 2006. Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 288p.
- SICK, H. 1984. Ornitologia brasileira: uma introdução. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- SIQUEIRA FILHO, J.A. de & MACHADO, I.C.S. 1998. Foral biology of *Hohenbergia ridleyi* (Baker) Mez. *Bromelia*, 5 (1-4): 3-13.
- SIQUEIRA FILHO, J.A. de & MACHADO, I.C.S. 2001. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescente da Floresta Atlântica, Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 15 (3): 427-443.
- SIQUEIRA-FILHO, J.A. & MACHADO, I.C. 2006. Floração e polinização das bromélias da Mata Atlântica nordestina. In: SIQUEIRA-FILHO J.A. & LEME, M.C. Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste – Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro. Pp. 158-189.
- SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. 1974. Pitcairnoideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*. Monograph 14, part 1, p. 1-658.
- SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*. Monograph 14, part 2, p. 663-1492.
- SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. 1979. Bromelioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*. Monograph 14, part 3, p.1493-2142.
- SOUZA, F.S.; SALINO, A.; VIANA, P.L. & SALIMENA, F.R.G. 2012. Pteridófitas da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26(2): 378-390.
- STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D.P. & KAMINO, L.H.Y. 2009. Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

- STRINGHETA, A.C.O.; SILVA, D.J.H.; CARDOSO, A.A.; FONTES, L.E.F. & BARBOSA, J.G. 2005. Germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tillandsia geminiflora* Brongn, em diferentes substratos. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 1, p. 165-170.
- TAGLIATI, M.C. 2012. Aspectos Reprodutivos de uma Comunidade de Bromeliaceae em um Fragmento Urbano de Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- VALENTE, A.S.M.; GARCIA, P.O. & SALIMENA, F.R.G., 2006. Zona da Mata mineira: aspectos fitogeográficos e conservacionistas. In: LOURES, A.P.O. *Arqueologia e Patrimônio da Zona da Mata mineira: Juiz de Fora*. Juiz de Fora, Editar, pp. 75-91.
- VALENTE, A.S.M. 2007. Composição, estrutura e similaridade florística do estrato arbóreo de três fragmentos de Floresta Atlântica na Serra Negra, município de Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- VARASSIN, I.G. & SAZIMA, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, nova série 11/12:57-70.
- VERSIEUX, L. M. & WENDT, T. 2006. Checklist of Bromeliaceae of Minas Gerais, Brazil, with notes on taxonomy and endemism. *Selbyana*, v. 27, n. 2, p. 107-146.
- VERSIEUX, L. M. & WENDT, T. 2007. Bromeliaceae diversity and conservation in Minas Gerais state, Brazil. *Biodiversity Conservation*, v. 16, p. 2989-3009.
- ZEISLER, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Naberfl äche mit Hilfe von reaktionen. *Beihefte zum Botanischen Zentrablatt* 58:308-318.