

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS**

**ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE *GREVILLEA*  
*BANKSII* R. BR. (PROTEACEAE): UMA ESPÉCIE DE PLANTA  
EXÓTICA EM RESTINGA**

**BÁRBARA HEMERLY PAIXÃO**

**VILA VELHA**  
**DEZEMBRO / 2015**

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS**

**ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE *GREVILLEA*  
*BANKSII* R. BR. (PROTEACEAE): UMA ESPÉCIE DE PLANTA  
EXÓTICA EM RESTINGA**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecosistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia de Ecosistemas.

**BÁRBARA HEMERLY PAIXÃO**

**VILA VELHA**  
**DEZEMBRO / 2015**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

P149e Paixão, Bárbara Hemerly.

Estrutura e dinâmica populacional de *Grevillea Banksii* R. Br. (Proteaceae) : uma espécie de planta exótica em restinga / Bárbara Hemerly Paixão. – 2016.

61 f : il.

Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

Dissertação (mestrado Ecologia de Ecossistemas) – Universidade Vila Velha, 2016.

Inclui bibliografias.

1. Botânica. 2. Ecologia vegetal. 3. Plantas ornamentais. I. Soares, Charles Gladstone Duca. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 581

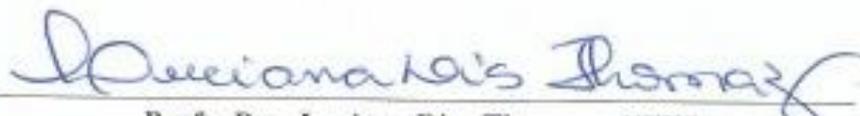
BÁRBARA HEMERLY PAIXÃO

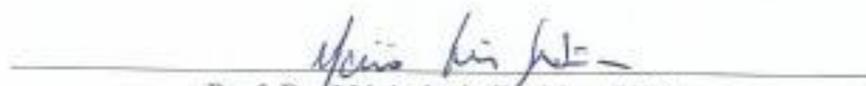
ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE *GREVILLEA BANKSII* R. BR. (PROTEACEAE): UMA ESPÉCIE DE PLANTA EXÓTICA EM RESTINGA

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia de Ecossistemas.

Aprovada em 21 de dezembro de 2015,

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Luciana Dias Thomaz – UFES

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Mário Luís Garbin – UVV

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Charles Gladstone Duca Soares – UVV  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

À Magno, Cláudia, Gabriela e Rafael por sempre me apoiarem e acreditarem em mim. Obrigada por todas as idas a campo, todos os conselhos, companheirismo e amor. O apoio e a confiança de vocês são muito importantes e deixá-los orgulhosos é o que me motiva! Amo vocês.

Agradeço ao professor e orientador Dr. Charles Gladstone Duca Soares por confiar a mim este trabalho. Por todos os ensinamentos e conselhos. Por todas as horas dedicadas à minha orientação. Obrigada por contribuir tão expressivamente na minha formação acadêmica, e por ter sido um exemplo a ser seguido não só na vida profissional.

A toda a minha família que, mesmo de longe, contribuem para meu sucesso acadêmico e profissional.

Às amigas Verônica Ferreira e Walquíria Brunelli pela amizade, pelo ombro amigo, por me apoiarem e me motivarem. Obrigada por tornarem os dias de campo mais divertidos.

Às colegas Emanuelle Carneiro, Gisele Prado, Monique Cominote, Karla Giavarini e Andressa Lima por toda ajuda e amizade durante o curso.

Ao Dr. Tadeu José de Abreu Guerra pela co-orientação. Por ter passado ensinamentos valiosos que tornaram possível a execução deste trabalho.

Ao Dr. Rodrigo Barbosa Ferreira pela importante ajuda e contribuição na análise de dados.

Aos companheiros de laboratório Luiz Carlos de Araújo, Raiza Salvador e Thatiane Corona por me ajudarem em campo.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas que contribuíram para minha formação. Agradeço por todos os ensinamentos valiosos que

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo pela bolsa que financiou os estudos e assim contribuiu para minha formação profissional.

A toda a minha família que, mesmo de longe, contribuem para meu sucesso acadêmico e profissional.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>2. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	14
<b>CAPÍTULO I – DISPONIBILIDADE DE NÉCTAR E INTERAÇÃO COM POLINIZADORES DE <i>Grevillea banksii</i> EM UMA ÁREA DE RESTINGA</b> .....	16
<b>RESUMO</b> .....	17
<b>ABSTRACT</b> .....	18
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2. MÉTODOS</b> .....	21
2.1. COLETA DE DADOS .....	21
2.1.1. <i>Biologia e Morfometria Floral</i> .....	21
2.1.2. <i>Sistema de Polinização</i> .....	22
2.1.3. <i>Fluxo de Néctar</i> .....	22
2.1.4. <i>Observação Focal</i> .....	23
2.1.5. <i>Visitantes Florais</i> .....	23
2.2. ANÁLISE DE DADOS .....	23
<b>3. RESULTADOS</b> .....	25
3.1. BIOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL .....	25
3.2. SISTEMA DE POLINIZAÇÃO .....	28
3.3. FLUXO DE NÉCTAR .....	29
3.4. OBSERVAÇÃO FOCAL .....	30
3.5. VISITANTES FLORAIS .....	30

<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	32
4.1. BIOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL .....	32
4.2. SISTEMA DE POLINIZAÇÃO .....	32
4.3. FLUXO DE NÉCTAR .....	33
4.4. OBSERVAÇÃO FOCAL .....	34
4.5. VISITANTES FLORAIS .....	35
<b>CAPÍTULO II – DEMOGRAFIA E HISTÓRIA DE VIDA DA PLANTA EXÓTICA</b> <b><i>Grevillea banksii</i> EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO SUDESTE DO BRASIL</b> .....	36
<b>RESUMO</b> .....	37
<b>ABSTRACT</b> .....	38
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>2. MÉTODOS</b> .....	41
2.1 COLETA DE DADOS .....	41
2.1.1 <i>Estrutura Etária</i> .....	41
2.1.2 <i>Matriz de Transição e Tabela de Vida</i> .....	42
2.2 ANÁLISE DE DADOS .....	42
2.2.1 <i>Estrutura Etária</i> .....	42
2.2.2 <i>Matriz de Transição e Tabela de Vida</i> .....	42
2.2.3 <i>Projeção Populacional</i> .....	46
<b>3. RESULTADOS</b> .....	47
3.1 ESTRUTURA ETÁRIA .....	47
3.2 MATRIZ DE TRANSIÇÃO E TABELA DE VIDA .....	50
3.3 PROJEÇÃO POPULACIONAL .....	51
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	53
4.1 ESTRUTURA ETÁRIA .....	53
4.2 MATRIZ DE TRANSIÇÃO E TABELA DE VIDA.....	53
4.3 PROJEÇÃO POPULACIONAL .....	54
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>
---	-----------

## LISTA DE FIGURAS

### ÁREA DE ESTUDO

- Figura 1** Localização da população de *G. banksii* na área de estudo (A – Brasil; B – Espírito Santo, destacando o município de Guarapari onde está localizada a APA-Setiba; C – Área da APA-Setiba e PEPCV delimitados pela linha verde; D – Porção da APA-Setiba evidenciando a área de estudo onde estão localizados os indivíduos de *G. banksii*).....15

### CAPITULO I - DISPONIBILIDADE DE NÉCTAR E INTERAÇÃO COM POLINIZADORES DE *Grevillea banksii* EM UMA ÁREA DE RESTINGA

- Figura 1** Flor de *Grevillea banksii* demonstrando como foram realizadas as medições das estruturas. Legenda: 1 – Diâmetro da corola; 2 – Comprimento da corola; 3 – Diâmetro do estigma; 4 – Diâmetro do estilete; 5 - Comprimento do estigma ao androceu.....21
- Figura 2** Fotografias de inflorescências (A e B) e flor de *Grevillea banksii* (C) na Área de Proteção Ambiental de Setiba.....25
- Figura 3** Flor de *Grevillea banksii* evidenciando suas estruturas. A – Flor de *Grevillea banksii* sem corola expondo o local de ocorrência do ovário; B – flor completa.....26
- Figura 4** Flores de *Grevillea banksii* em diferentes estágios de maturação (A) e estigma de *Grevillea banksii* impregnado de pólen (B).....26
- Figura 5** Frutos imaturos de *Grevillea banksii* (A) e frutos secos destacando abertura (B) por onde são expelidas as sementes (C).....27

## CAPITULO II - DEMOGRAFIA E HISTÓRIA DE VIDA DA PLANTA EXÓTICA *Grevillea banksii* EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO SUDESTE DO BRASIL

- Figura 1** Matriz de transição com respectivas probabilidades de transição (P) e fecundidade (F) para modelagem da projeção populacional de *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba, e diagrama de setas evidenciando os estágios de vida (plântula, jovem, adulto pequeno [Adulto P], médio [Adulto M] e grande [Adulto G]) e respectivas direções de transição e produção (fecundidade, F).....45
- Figura 2** Relação entre o número de inflorescências e a altura dos indivíduos de *Grevillea banksii* evidenciando, em três grupos distintos, os agrupamentos de classes de altura para adultos (Adulto Pequeno, Médio e Grande) na Área de Proteção Ambiental de Setiba.....47
- Figura 3** Variação no número de inflorescências entre as classes de adultos pequeno (Adulto P), médio (Adulto M) e grande (Adulto G) de *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba. Os *box* compreendem 50% dos dados, onde a mediana é representada pela linha horizontal interna no *box*. As linhas verticais representam a amplitude máxima e mínima do número de inflorescências das amostras de adultos pequeno, médio e grande.....48
- Figura 4** Frequência de distribuição dos indivíduos da população de *Grevillea banksii* nas classes de altura na APA-Setiba (Plântula = 34; Jovem = 109; Adulto P = 92; Adulto M = 16; Adulto G = 10).....49
- Figura 5** Matriz de transição e diagrama de setas, respectivamente, para *Grevillea banksii*. Onde estão representadas as fecundidades e probabilidades de transições entre as classes de plântula, jovem e adultos pequenos (Adulto P), médios (Adulto M) e grandes (Adulto G) com seus respectivos valores.....51
- Figura 6** Projeção estocástica do tamanho populacional (número de indivíduos) de *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba para 20 anos futuros.....52

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO I - DISPONIBILIDADE DE NÉCTAR E INTERAÇÃO COM POLINIZADORES DE *Grevillea banksii* EM UMA ÁREA DE RESTINGA

- Tabela 1** Medidas das características florais de *Grevillea banksii* (mm), com suas respectivas médias e desvio padrão (SD) (n=30), em flores observadas na Área de Proteção Ambiental de Setiba.....27
- Tabela 2** Espécies de beija-flores registradas na Área de Preservação Ambiental de Setiba e a média do comprimento (mm) do bico de cada espécie  $\pm$  desvio padrão.....28
- Tabela 3** Resultados dos tratamentos de polinizações e a média do sucesso reprodutivo (%) em *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba.....28
- Tabela 4** Média e desvio padrão dos valores de volume e concentração de néctar obtidos de inflorescências de *Grevillea banksii* no sistema fechado e aberto em três horários ao longo do dia na Área de Proteção Ambiental de Setiba.....29

### CAPITULO II - DEMOGRAFIA E HISTÓRIA DE VIDA DA PLANTA EXÓTICA *Grevillea banksii* EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO SUDESTE DO BRASIL

- Tabela 1** Número total de indivíduos de *Grevillea banksii* distribuídos nas classes de altura (Plântulas:  $\leq 10$  m; Jovens: 0,10 – 0,69 m; Adulto Pequeno: 0,70 – 2,19 m; Adulto Médio: 2,20 – 2,95 m; Adulto Grande:  $> 2,95$ ) durante os meses de coleta na Área de Proteção Ambiental de Setiba.....49
- Tabela 2** Tabela de vida de *Grevillea banksii* com suas classes de altura, número de indivíduos, taxa de sobrevivência, probabilidade de transição, probabilidade de permanência e fecundidade.....50

## RESUMO

PAIXÃO, Bárbara Hemerly, M. Sc., Universidade Vila Velha – ES, dezembro de 2015.  
**Estrutura e dinâmica populacional de *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae): uma espécie de planta exótica em restinga.** Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

O crescimento e ampliação das vias de transporte são fatores que podem explicar a introdução de espécies em habitats diferentes do seu de origem. Espécies exóticas geralmente apresentam grande eficiência na competição por recursos com espécies de plantas nativas, assim se estabelecem e se reproduzem de forma muito rápida causando impactos negativos para o ambiente em que estão inseridas. Quando uma espécie exótica consegue sobreviver, reproduzir-se e gerar descendentes, ela está estabelecida na área e pode tornar-se invasora ao conseguir dispersar-se para novos habitats. Algumas dessas plantas são introduzidas através do paisagismo devido a suas características morfológicas (*e.g.* flores coloridas). Um exemplo deste tipo de introdução é a espécie *Grevillea banksii* (Grevílea-vermelha) que é muito utilizada como planta ornamental por possuir flores vermelhas e oferecer grande quantidade de recursos na forma de néctar para seus visitantes. Essa espécie foi introduzida na Área de Proteção Ambiental de Setiba no passado e tem sido observada desde 2009 nesta área. Deste ano até a data atual, a população desta planta exótica apresentou acentuado crescimento populacional, ocupando hoje uma área pelo menos cinco vezes maior do que a área que ocupava em 2009. Os objetivos deste trabalho foram estudar a história de vida, os atributos demográficos e sucesso reprodutivo de *G. banksii* em uma área de Restinga para fornecer subsídios às medidas de controle e manejo da espécie na área de estudo. Para isto, o trabalho foi dividido em duas partes. A primeira parte consistiu em estudar a biologia floral, o sistema de polinização de *G. banksii*, além de quantificar a disponibilidade de néctar para os visitantes, descobrir quem foram os polinizadores da espécie, quais recursos eles buscavam ao visitar as flores bem como os parâmetros comportamentais, interações com as plantas e também foi determinado como os polinizadores contribuíram para a reprodução das plantas. A segunda parte teve como enfoque os aspectos demográficos de *G. banksii*, onde foi definida sua estrutura etária, estimadas suas taxas de sobrevivência e fecundidade, probabilidade de permanência e transição entre as classes, com o objetivo de desenvolver um modelo de projeção da população.

**Palavras-chave:** introdução de espécies, néctar, polinização, projeção populacional

## ABSTRACT

PAIXÃO, Bárbara Hemerly, M. Sc., Vila Velha University – ES, december 2015. **Structure and population dynamics of *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae): a kind of exotic plant in resting.** Advisor: Charles Gladstone Duca Soares.

The growth and expansion of transport routes are factors that can explain the introduction of species in different habitats of its origin. Exotic species generally feature great efficiency in competition for resources with native plant species, they thereby settle and reproduce very quickly causing negative impacts on the environment where they are inserted. When an exotic species can survive, reproduce and generate offspring, it is established in the area and can become invasive when they are able to disperse to new habitats. Some of these plants are introduced through landscaping because of their morphological characteristics (*e.g.* colored flowers). *Grevillea banksii* is an example of this type of introduction (Red Grevillea) which is usually used as an ornamental plant because of its red flowers and offers a lot of resources in the form of nectar for your visitors. This species was introduced in Environmental Protection Area of Setiba in the past and has been observed since 2009 in this area. Since this year to current date, the population of this exotic plant showed accentuated population growth, today occupying an area at least five times larger than the area occupied in 2009. These project objectives were to study the life history, demographic attributes and reproductive success of *G. banksii* in a Restinga area to provide aids on control measures and management of this species in the study area. To make this study, the project was divided in two parts. The first part was to study the floral biology, *G. banksii* pollination system and to quantify the availability of nectar for visitors, to find out who were the pollinators of the species, which resources they sought to visit the flowers and the parameters behavioral interactions with plants and how pollinators was determined to contribute to the reproduction of plants. The second part was to focus on the demographics aspects of *G. banksii*, which was defined its age structure, estimated its survival rates and fecundity, probability of permanence and transition between classes, in order to develop a population projection model.

**Keyword:** introduction of species, nectar, pollination, population projection

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Espécies exóticas são organismos encontrados em regiões onde não ocorrem naturalmente e, uma vez introduzidas e estabelecidas, tornam-se agentes modificadoras do meio (Simberloff & Von Holle 1999, Blum et al. 2008). O processo de invasão por uma planta exótica é constituído de um conjunto de etapas sucessivas que podem ser chamadas de barreiras. A primeira barreira é denominada geográfica e consiste na espécie ultrapassar limites geográficos e colonizar áreas onde não ocorre normalmente, esse processo pode ser acidental ou intencional. Quando a espécie introduzida consegue se manter e reproduzir na área pode-se dizer que ela rompeu a barreira ambiental e agora é caracterizada como espécie estabelecida. Ao conseguir se dispersar e colonizar novos habitats a espécie estabelecida rompeu as barreiras de dispersão e é caracterizada como espécie invasora (Richardson et al. 2000).

As plantas exóticas são atualmente a segunda maior ameaça à biodiversidade, pois quando ocupam o ambiente das espécies nativas as eliminam do local, e os impactos negativos causados por elas no habitat não amenizam com o tempo (Ziller 2001). As consequências da sobrevivência de espécies exóticas estão sendo cada vez mais estudadas na tentativa de estimar os impactos ocasionados pela introdução das mesmas (Reaser et al. 2005).

As invasões por espécies exóticas representam grandes ameaças à biodiversidade podendo causar alterações no comportamento, taxas de natalidade e mortalidade dos indivíduos (Parker et al. 1999), desequilíbrio dos processos ecológicos e até a extinção de plantas nativas e alguns animais associados (Richardson & Ricciardi 2013). Invasoras alteram as relações de dominância entre as espécies da comunidade levando a uma homogeneização do habitat e transformação da paisagem (Ziller 2001). Além das alterações no ambiente, o estabelecimento de espécies exóticas reflete em questões sócio-econômicas como a desvalorização da terra, perda de colheitas e de valores estéticos (Yokomizo et al. 2009).

Devido aos impactos causados por muitas espécies exóticas, tornou-se necessário compreender os fatores que levam ao rápido crescimento e estabelecimento dessas espécies. Entretanto, antes das tomadas de decisões, são necessários estudos prévios sobre o ambiente, as espécies nativas, exóticas e suas relações com o meio (Osunkoya et al. 2013). O estudo

detalhado sobre as características morfológicas, adaptativas e populacionais de espécies exóticas é importante para entender a dinâmica da planta e suas estratégias. Com essas informações, é possível traçar formas de manejo e medidas de contenção da espécie dentro do habitat colonizado sem comprometer espécies nativas (Buist et al. 2000).

A *Grevillea banksii* R. BR. pertence à família Proteaceae e é nativa da Austrália. Comumente conhecida como Grevílea-anã ou Grevílea-vermelha, a espécie produz grande quantidade de néctar, o que atrai muitas espécies de aves nectarívoras. Possui flores vermelhas, pequenas e dispostas aos pares. São plantas arbustivas grandes que medem de 4 a 6 metros de altura (Silva & Lemos 2002). Devido a essas características, foram introduzidas em diferentes países como uma planta ornamental em projetos de paisagismo (Pinheiro et al. 2010).

Grevíleas são espécies que possuem valores de néctar contínuos, pois quando são removidos há a substituição, assim os visitantes podem voltar e obter mais recompensas. Com isso, essas plantas oferecem quantidade suficiente de néctar que permite às aves sempre voltarem para o local onde ocorrem. Além disso, devido sua altura e adensamento das copas podem fornecer proteção e local de nidificação para seus visitantes (French et al. 2004).

A população de *G. banksii* encontra-se na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA-Setiba) e à curta distância do Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV). Isso pode ser um agravante, pois os prováveis polinizadores da espécie são registrados nessas duas áreas, podendo levar a uma rápida propagação de *G. banksii*. Por isso, é importante obter informações sobre a espécie exótica, suas características adaptativas e modo de vida e suas interações com o meio. Através dessas informações, será possível empregar um manejo correto da espécie exótica sem comprometer as características da área estudada e de áreas adjacentes.

Os propágulos dessa espécie foram introduzidos na APA-Setiba e a espécie é observada desde 2009 nesta área. Deste ano até a data atual, a população desta planta exótica apresentou acentuado crescimento populacional, ocupando hoje uma área pelo menos cinco vezes maior do que a área que ocupava em 2009 (C. Duca, observação pessoal), evidenciando seu alto potencial de reprodução e estabelecimento. Também é constatada na área uma grande quantidade de aves e insetos que visitam as flores dessa planta na busca por recursos. A área

da APA-Setiba é próxima ao PEPCV, interrompida apenas pela Rodovia do Sol, é um local com intensa ação de ventos, o que pode contribuir para a dispersão da espécie para o PEPCV, pois a distância entre as duas áreas é pequena e as sementes de *Grevílea* podem ser dispersadas pelo vento.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo geral estudar a biologia floral e os atributos demográficos de *G. banksii* na APA-Setiba. Para alcançar o objetivo proposto, este trabalho foi desmembrado em dois capítulos que compõem os objetivos específicos: 1) interações com possíveis polinizadores e; 2) demografia e história de vida. Os resultados produzidos fornecerão subsídios para o manejo da população existente na área.

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

Os dados foram coletados na Área de Proteção Ambiental de Setiba (APA-Setiba), que está localizada no município de Guarapari (Figura 1) e compreende 5.460 ha de área marinha e 7.500 ha de ambiente terrestre. A APA-Setiba foi criada no ano de 1994 com o objetivo de proteger o Arquipélago de Três Ilhas, os remanescentes da vegetação de restinga e minimizar possíveis efeitos antrópicos sobre o Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV) (CEPEMAR 2007). Os ambientes terrestres da APA-Setiba são considerados prioritários para a conservação, pois possuem alta diversidade e abrigam espécies raras e ameaçadas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 2000).

O solo é predominantemente arenoso originado por deposição marinha em função da variação do nível do mar (Fabris 1995). A APA-Setiba é constituída de áreas remanescentes de uma expansão urbana desordenada e intensa retirada de areia. Após os eventos de degradação causados por ações antrópicas, restaram 58% do ambiente conservado. A área possui fitofisionomias diferentes e uma grande riqueza de comunidades vegetais. Devido às características da APA-Setiba, somente espécies que apresentem características específicas de adaptação conseguem sobreviver (CEPEMAR 2007).

A APA-Setiba é cortada pela Rodovia do Sol (Rodovia ES - 060) e, no seu entorno, é possível observar residências, sítios e pastagens. Com isso, o fluxo de pessoas que têm acesso

à área é grande e essa relação pode contribuir para a degradação do habitat. Uma das atividades que contribuíram para a degradação ambiental foi a extração de areia, o que culminou em fragmentos com alteração na paisagem. Os indivíduos de *G. banksii* estão distribuídos principalmente nas porções degradadas da APA-Setiba. Outras espécies de plantas exóticas também estão presentes na APA-Setiba e PEPCV.

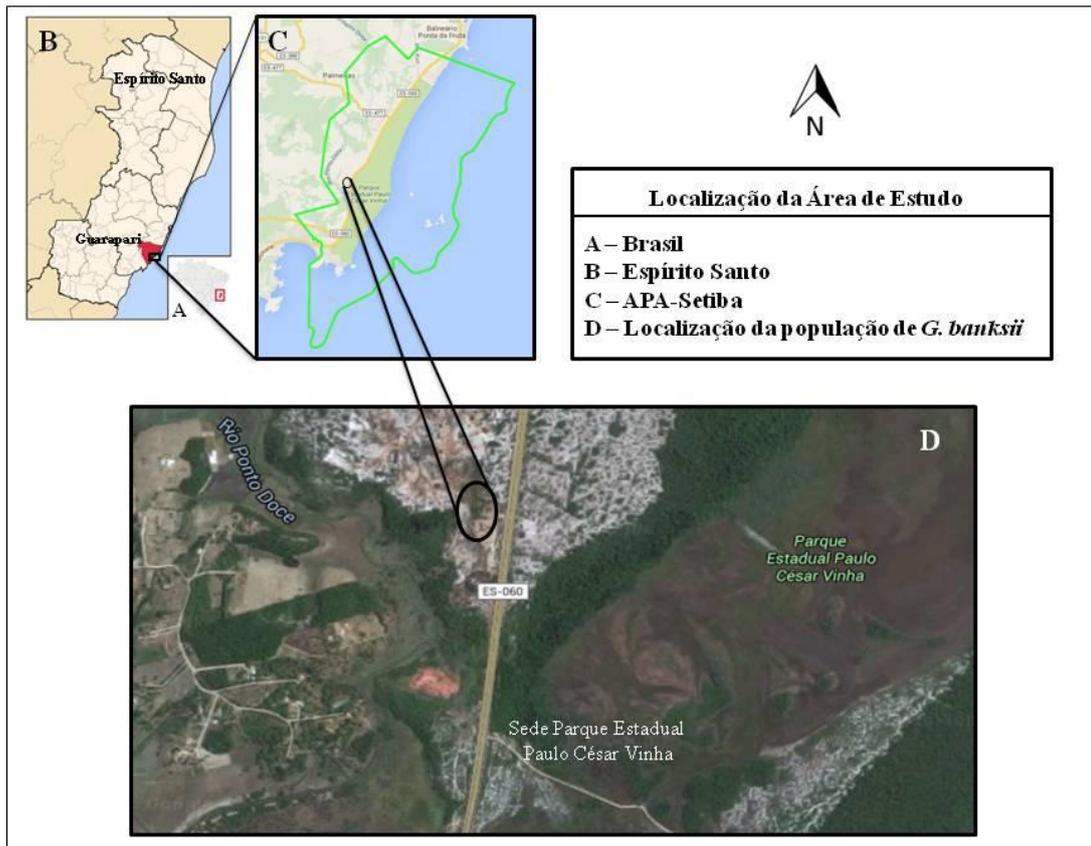


Figura 1. Localização da população de *G. banksii* na área de estudo (A – Brasil; B – Espírito Santo, destacando o município de Guarapari onde está localizada a APA-Setiba; C – Área da APA-Setiba e PEPCV delimitados pela linha verde; D – Porção da APA-Setiba evidenciando a área de estudo onde estão localizados os indivíduos de *G. banksii*).

## **CAPITULO I**

### **DISPONIBILIDADE DE NÉCTAR E INTERAÇÃO COM POLINIZADORES DE *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae) EM UMA ÁREA DE RESTINGA**

## RESUMO

PAIXÃO, Bárbara Hemerly, M. Sc., Universidade Vila Velha – ES, dezembro de 2015. **Estrutura e dinâmica populacional de *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae): uma espécie de planta exótica em restinga.** Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

A relação entre plantas e polinizadores baseia-se na oferta do recurso para o animal que em troca fertiliza a planta através da polinização. Além de recursos alimentares como néctar e pólen as plantas oferecem também aos visitantes florais óleos voláteis, resinas, dormitórios e locais para acasalamento. Esta relação mutualística pode influenciar a distribuição espacial, riqueza e abundância das espécies. Além disso também pode estar associada a questões adaptativas, onde as estruturas florais possuem características favoráveis que auxiliam no acesso aos recursos da flor e o transporte de pólen. Os objetivos deste trabalho são estudar a biologia floral e o sistema de polinização de *G. banksii*; quantificar a disponibilidade de néctar para os polinizadores; descobrir quem são os polinizadores de *G. banksii* e qual o tipo de recurso eles buscam ao visitar as flores; identificar os parâmetros comportamentais e as interações entre agente polinizador e planta; determinar como os polinizadores contribuem para a reprodução das plantas. Para estudar a biologia floral trinta flores foram coletadas e nelas foram realizadas medições, além da observação de como as estruturas da flor são distribuídas. Com o intuito de entender como funciona o sistema de polinização da planta foram adotados os seguintes tratamentos: polinização aberta, autopolinização, autopolinização manual e polinização manual cruzada. A disponibilidade de néctar foi testada através de coletas de flores de sistema fechado e aberto em diferentes períodos do dia. A fim de identificar o comportamento de polinizadores durante a visita foram realizadas 50 horas de observação focal na área de estudo. E para descobrir quem são os polinizadores foram realizadas capturas com rede de neblina. Com os resultados obtidos foi possível identificar uma interação positiva entre polinizador e planta, onde há oferta de recursos, polinização e dispersão de pólen.

**Palavras-chave:** inflorescência, pólen, sistema de polinização, visitantes florais

## ABSTRACT

PAIXÃO, Bárbara Hemerly, M. Sc., Vila Velha University – ES, december 2015. **Structure and population dynamics of *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae): a kind of exotic plant in resting.** Advisor: Charles Gladstone Duca Soares.

The relationship between plants and pollinators is based on the resource supply for the animal, which in exchange fertilizes the plant through pollination. In addition to food resources like nectar and pollen, plants also offer to the visitors floral volatile oils, resins, dormitories and places to mating. This mutualistic relationship can influence the spatial distribution, richness and abundance of species. Furthermore, it can also be associated with adaptive questions where the floral structures have favorable features that aid in access to flower resources and pollen transport. This project objectives are to study the floral biology and pollination system of *G. banksii*; quantify the availability of nectar for pollinators; find out who are the pollinators of *G. banksii* and what kind of resource they seek when visiting the flowers; identify the behavioral parameters and interactions between pollination agent and plant; determine how pollinators contribute to the plants reproduction. To study the floral biology thirty flowers were collected and these measurements were performed, in addition to observing how the flower structures are distributed. In order to understand how the plant pollination system works, the following treatments were used: open pollinated, self-pollination, manual self-pollination and cross manual pollination. The availability of nectar was tested through collections of closed and open system of flowers at different times of the day. In order to identify the pollinator behavior during the visit were accomplished 50 hours of focal observation in the study area. And to find out who are the pollinators, catch has been taken with mist net. With the obtained results, was possible to identify a positive interaction between pollinator and plant, where there is supply of resources, pollination and pollen dispersal.

**Keyword:** inflorescence, pollen, pollination system, floral visitors

## 1. INTRODUÇÃO

É importante estudar a biologia floral e o sistema de polinização das espécies para entender as interações entre as flores e seus polinizadores. Essa relação entre visitante e planta pode estar associada a questões adaptativas, para as quais as estruturas florais possuem características favoráveis que auxiliam no acesso aos recursos da flor e o transporte de pólen (Zen & Acra 2005).

A relação entre plantas e polinizadores baseia-se na oferta do recurso para o animal que em troca fertiliza a planta através da polinização. Além de recursos alimentares como néctar e pólen (Cushman & Beattie 1991), as plantas oferecem também aos visitantes florais óleos voláteis, resinas, dormitórios e locais para acasalamento (Simpson & Neff 1983, Gottsberger 1984, Prance 1985). Esta relação mutualística pode influenciar a distribuição espacial, riqueza e abundância das espécies (Heithaus 1974). Vários trabalhos enfatizam a importância da polinização na manutenção das espécies e das características dos ecossistemas (Potts et al. 2010). Portanto, é importante conhecer a interação planta-polinizador para ações de restauração ecológica e para a conservação tanto das espécies vegetais como de todos os organismos participantes do processo (Bawa 1990).

Algumas características além da visitação de um animal a uma flor o caracterizam como o polinizador de determinada espécie de planta. A investigação da frequência e o padrão de visitas, da capacidade de transporte e a quantidade de pólen transferido poderá classificá-lo como polinizador efetivo (Stone 1996).

A preferência dos animais por espécies de plantas nativas ou exóticas depende da qualidade e quantidade de recurso oferecido. A propensão das aves nectarívoras pelas espécies de plantas que visitam é determinada pelos atrativos florais que cada espécie detém, como aroma, forma e cor das flores (Toledo & Donatelli 2010). Com isso, espécies vegetais que não são naturais do ambiente e que não possuem muitos predadores podem se reproduzir rapidamente, atraindo mais dispersores e suprimindo espécies nativas (French et al. 2004).

Os recursos ofertados pelas plantas são importantes na atração e manutenção dos polinizadores que, por sua vez, desempenham papel fundamental para o sucesso reprodutivo

das plantas. O néctar é uma substância aquosa secretada pelas plantas através de glândulas e é uma importante fonte de energia para os polinizadores por ser rico em açúcares. A composição e a concentração do néctar diferem entre as espécies vegetais e, por isso, determinam as taxas de visitação e a preferência por parte dos visitantes (Krömer et al. 2008).

A hipótese é de que o sucesso reprodutivo de *G. banksii* é influenciado pela ação dos visitantes florais, contribuindo para a ocorrência de polinização cruzada em *G. banksii*, não havendo autopolinização nos indivíduos desta espécie.

O objetivo deste estudo foi: estudar a biologia floral e o sistema de polinização de *G. banksii*. Os objetivos específicos foram: i) quantificar a disponibilidade de néctar para os polinizadores; ii) descobrir quem são os polinizadores de *G. banksii* e qual o tipo de recurso eles buscam ao visitar as flores; iii) identificar os parâmetros comportamentais e as interações entre agente polinizador e planta; iv) determinar como os polinizadores contribuem para a reprodução das plantas.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. COLETA DE DADOS

#### 2.1.1. *Biologia e Morfometria Floral*

Os aspectos da biologia floral *G. banksii* foram estudados através da determinação das estruturas da flor e como estas estão distribuídas. Trinta flores de indivíduos diferentes foram coletadas, e com um paquímetro, foi medido o diâmetro e comprimento da corola, diâmetro do estigma e do estilete e o comprimento do estigma ao androceu (Figura 1). Após as medições, as estruturas das flores foram colocadas sobre papel milimetrado e fotografadas. Essas observações forneceram dados sobre a biologia da flor para entender a interação do animal com as partes florais.

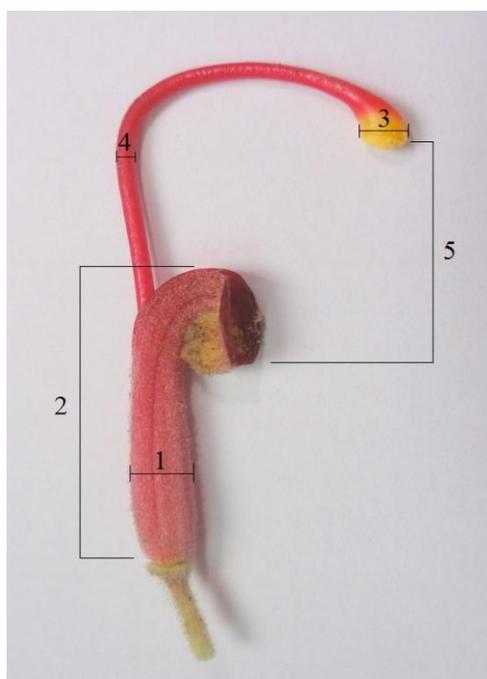


Figura 1. Flor de *Grevillea banksii* demonstrando como foram realizadas as medições das estruturas. Legenda: 1 – Diâmetro da corola; 2 – Comprimento da corola; 3 – Diâmetro do estigma; 4 – Diâmetro do estilete; 5 - Comprimento do estigma ao androceu.

O valor médio das medidas de comprimento da corola das flores de *G. banksii* foi comparado com o valor médio de comprimento do bico de *Amazilia fimbriata*, *Polytmus guainumbi*, *Chlorostilbon notatus* e *Eupetomena macroura* (ver visitantes florais).

### 2.1.2. Sistema de Polinização

Para determinar e entender o sistema de polinização de *G. banksii*, 12 plantas foram etiquetadas e foram aplicados os seguintes tratamentos de polinização controlada: i) polinização aberta – a inflorescência marcada ficou aberta e suscetível à visita de polinizadores; ii) autopolinização – as inflorescências foram ensacadas com voile e permaneceram assim até a frutificação; iii) autopolinização manual – as inflorescências ensacadas foram polinizadas manualmente com pólen de flores do mesmo indivíduo; iv) polinização cruzada manual - inflorescências ensacadas foram polinizadas manualmente com pólen de flores de indivíduos diferentes. Após a frutificação, as inflorescências ensacadas foram abertas para a contagem dos frutos formados. Com isso, foi possível determinar o sucesso reprodutivo da planta pelo número de sementes produzidas e obter informações sobre o sistema de polinização da planta.

A fim de estimar a quantidade média de flores que as inflorescências de *G. banksii* possuem, foram escolhidos 30 arbustos, onde em cada um, uma inflorescência foi determinada para a contagem de suas flores.

### 2.1.3. Fluxo de Néctar

Para este experimento foram utilizados cinco indivíduos próximos e, em cada um deles, duas inflorescências foram marcadas e submetidas a dois tratamentos distintos: sistema fechado e aberto. No sistema fechado, as inflorescências foram ensacadas com voile, impedindo o acesso dos polinizadores às flores. No sistema aberto, as inflorescências foram apenas marcadas para identificação posterior e não houve restrição do acesso dos polinizadores às flores. Desta forma, obtivemos cinco inflorescências para cada tratamento (sistema fechado e aberto). O néctar foi coletado das flores em três períodos do dia (06h30min, 11h30min e 16h30min) através de microcapilares introduzidos na corola da flor. Em cada coleta uma flor de cada uma das cinco inflorescências dos dois tratamentos foi utilizada para retirada do néctar, pois esse processo resultava na queda da flor. O espaço ocupado pelo néctar no microcapilar foi medido com paquímetro para calcular o volume, e a concentração de solutos foi medida através de um refratômetro de bolso (Modelo BTX-1, Vee Gee Brix, faixa de 0-32%). O volume do néctar foi calculado multiplicando o volume total

que o microcapilar comporta (70 $\mu$ L) pelo comprimento que o néctar (mm) ocupou no microcapilar, dividido pelo comprimento total do microcapilar (75mm). No momento da coleta do néctar, também foram registradas a temperatura e umidade do ar com um termohigrômetro digital (Minipa MT-240). Os dados obtidos no experimento mostraram as diferenças do volume de néctar em flores nos sistemas fechado e aberto e a variação da quantidade de recurso oferecido em diferentes períodos do dia.

#### 2.1.4. *Observação Focal*

Os dados de observação focal foram importantes para identificação dos visitantes florais e o seu comportamento durante a visita. Foram definidas 10 áreas e em cada uma 3 a 6 plantas eram observadas simultaneamente. Durante a observação foram registrados os seguintes aspectos: a) o comportamento da ave durante a visita; b) o recurso que o animal está buscando (néctar e/ou pólen); c) o número de inflorescências e flores visitadas; d) o horário e a duração da observação.

#### 2.1.5. *Visitantes Florais*

Foram montadas redes de neblina em duas áreas distintas e próximas aos indivíduos de *G. banksii* para capturar as aves que provavelmente estariam visitando as plantas. As aves foram identificadas com auxílio da literatura e foi observado se havia algum tipo de impregnação de pólen no corpo do animal.

Os dados de medida dos bicos de *A. fimbriata*, *P. guainumbi*, *C. notatus* e *E. macroura* foram mensurados na mesma área.

## 2.2. ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar se houve diferença nos valores de sucesso reprodutivo entre os tratamentos do sistema de polinização, foi realizado o teste ANOVA a um critério. Possíveis diferenças no volume de néctar de inflorescências do sistema fechado e aberto foram

avaliados através de uma ANOVA a um critério. Esse teste também foi aplicado para verificar se houve diferenças significativas nas concentrações do néctar de inflorescências submetidas ao sistema fechado e aberto. Para avaliar se houve relação entre o volume e a concentração do néctar para inflorescências do sistema fechado e aberto, foi realizada a correlação de Spearman. A mesma análise foi utilizada para avaliar a relação entre o volume de néctar com a temperatura e a umidade. A fim de verificar se a concentração e o volume do néctar variavam ao longo do dia, foi realizada uma ANOVA a um critério e o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa BioEstat 5.0, com um nível de significância de 5%.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. BIOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL

As flores de *G. banksii* são emparelhadas e dispostas aos pares formando cachos de inflorescências terminais (Figura 2A e 2B). As flores possuem coloração vermelha intensa, porém as anteras e o estigma são amarelados (Figura 2C).

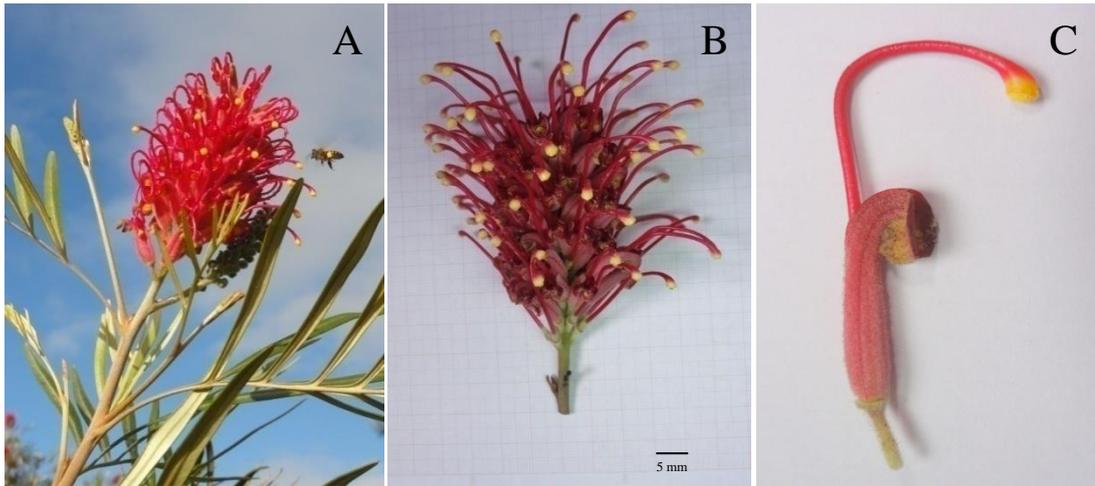


Figura 2. Fotografias de inflorescências (A e B) e flor de *Grevillea banksii* (C) na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

Os nectários estão dentro da corola que serve de reservatório quando o néctar é secretado. No interior da corola também está localizado o ovário da flor (Figura 3A), e ligado a ele há o estilete, um prolongamento longo que se ramifica para fora da corola (Figura 3 A e B). Esta forma uma projeção côncava dando origem a uma câmara que abriga as anteras (Figura 3B).

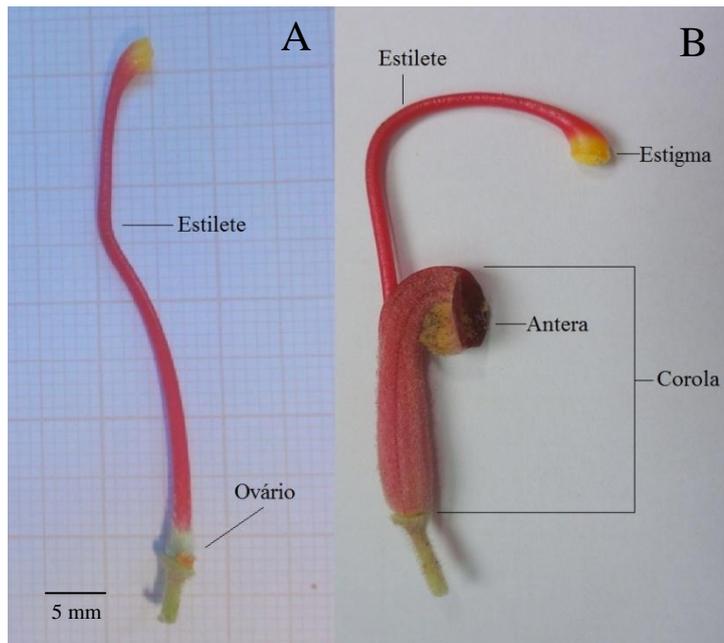


Figura 3. Flor de *Grevillea banksii* evidenciando suas estruturas. A – Flor de *Grevillea banksii* sem corola expondo o local de ocorrência do ovário; B – flor completa.

O estilete permanece curvo com o estigma junto à câmara que abriga as anteras (Figura 4A), ao se desprender, o estigma fica repleto de grãos de pólen e atua como depósito (Figura 4B). O estilete vai perdendo sua curvatura e fica mais distante da antera, o que gera um ângulo entre o estigma e a cavidade da corola (Figura 4A), permitindo com que o visitante tenha acesso ao néctar. Ao coletar esse recurso, o animal encosta parte do corpo no estigma impregnado de pólen e o transporta para outras flores.

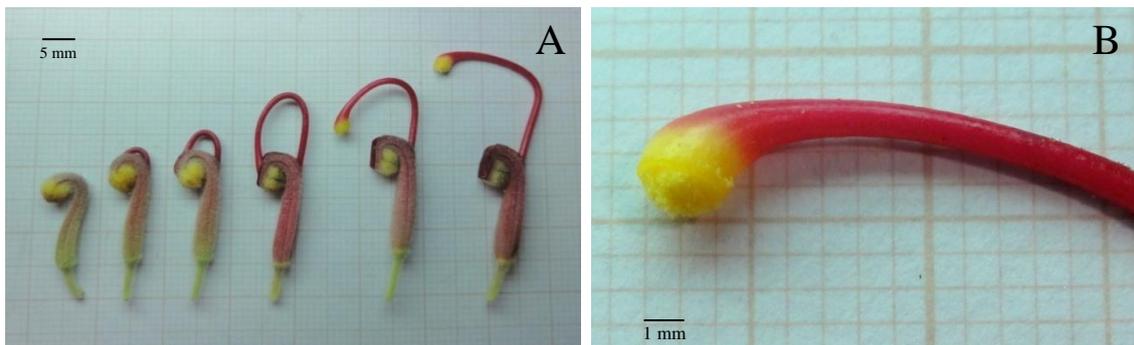


Figura 4. Flores de *Grevillea banksii* em diferentes estágios de maturação (A) e estigma de *Grevillea banksii* impregnado de pólen (B).

O fruto da *G. banksii* é verde acinzentado coberto de pêlos (Figura 5A). Quando maduro apresenta coloração marrom e seca abrindo-se ao meio (Figura 5B). Dentro da cavidade do fruto formam-se, frequentemente, duas sementes achatadas envoltas por uma película de característica menos delgada nas extremidades (Figura 5C).

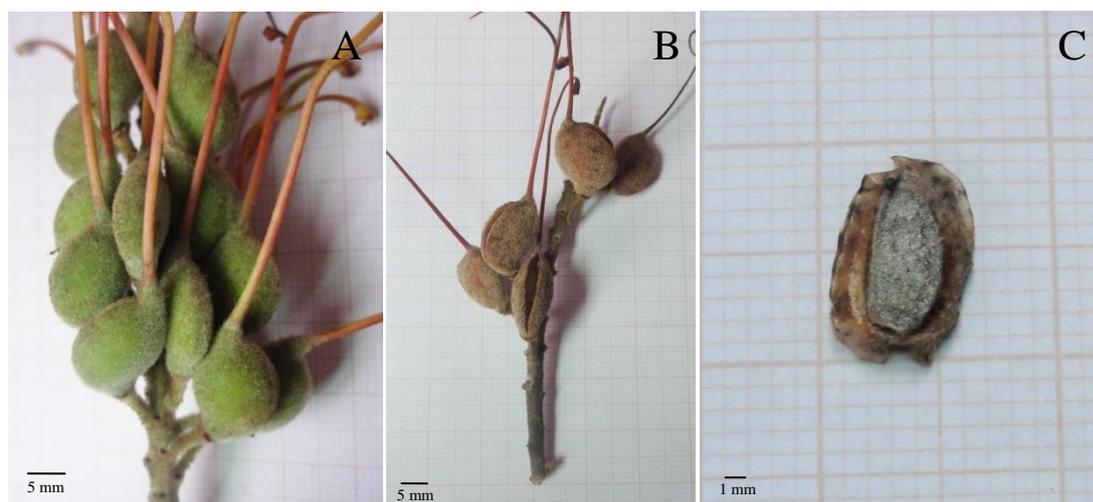


Figura 5. Frutos imaturos de *Grevillea banksii* (A) e frutos secos destacando abertura (B) por onde são expelidas as sementes (C).

Os resultados das medições das inflorescências de *G. banksii* estão representados na Tabela 1. A partir desse resultado foi possível estimar as dimensões médias das flores da espécie estudada.

Tabela 1. Medidas das características florais de *Grevillea banksii* (mm), com suas respectivas médias e desvio padrão (SD) (n=30), em flores observadas na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

<b>Medidas florais (mm)</b>	<b>Média total ± SD</b>
Diâmetro da Corola	3,32 ± 0,24
Comprimento da Corola	18,37 ± 0,70
Diâmetro do Estigma	1,95 ± 0,14
Diâmetro do Estilete	0,73 ± 0,07
Comprimento do estigma ao androceu	14,8 ± 3,51

O comprimento do bico das espécies *A. fimbriata*, *P. guainumbi*, *C. notatus* e *E. macroura* (Tabela 2) são compatíveis com o comprimento médio da corola das flores de *G. banksii* ( $18,37 \pm 0,70$ ).

Tabela 2. Espécies de beija-flores registradas na Área de Preservação Ambiental de Setiba e a média do comprimento (mm) do bico de cada espécie  $\pm$  desvio padrão.

<b>Espécie</b>	<b>Comprimento do bico (mm)</b>
<i>Amazilia fimbriata</i>	$19,1 \pm 1,6$
<i>Polytmus guainumbi</i>	$21,2 \pm 1,4$
<i>Chlorostilbon notatus</i>	$16,2 \pm 1,8$
<i>Eupetomena macroura</i>	$19,6 \pm 1,3$

### 3.2. SISTEMA DE POLINIZAÇÃO

Os resultados obtidos no experimento de sistema de polinização demonstraram que todos os tipos de polinização aplicados foram eficientes. Apesar da quantidade de frutos ter sido variável (ver capítulo II), o número de sementes formadas por fruto foi a mesma para todos os tratamentos (Tabela 3). Também foi possível constatar que o número médio de flores por inflorescência em *G. banksii* é de  $39 \pm 8,60$ .

Tabela 3. Resultados dos tratamentos de polinizações e a média do sucesso reprodutivo (%) em *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

<b>Tratamentos</b>	<b>Flores (n)</b>	<b>Frutos (n)</b>	<b>Sementes (n)</b>	<b>Sucesso % (N Frutos/ N Flores)</b>
Polinização aberta	39	0	0	26.92%
	39	16	32	
	39	5	10	
Autopolinização	39	15	30	24.78%
	39	8	16	
	39	6	12	
Autopolinização Manual	39	16	32	33.33%
	39	5	10	
	39	18	36	
Polinização Manual Cruzada	39	14	28	17.09%
	39	1	2	
	39	5	10	

O sucesso reprodutivo foi determinado pela diferença entre o número de frutos e de flores, não sendo observada diferença significativa entre os valores de sucesso reprodutivo para os tratamentos de polinização (ANOVA,  $F = 0,566$ ;  $g.l. = 3$ ;  $P = 0,655$ ).

### 3.3. FLUXO DE NÉCTAR

Os volumes de néctar total ao longo do dia de coleta foram diferentes significativamente quando comparados os sistemas fechado e aberto (ANOVA,  $F = 13,632$ ;  $g.l. = 1$ ;  $P = 0,001$ ). Durante as horas de coleta as inflorescências do sistema fechado apresentaram maior volume total (26,96 $\mu$ L) quando comparado com o obtido de inflorescências do sistema aberto (13,94  $\mu$ L) (Tabela 4). Em contrapartida os valores de concentração de soluto do néctar total não foram significativos para inflorescências do sistema fechado e aberto (ANOVA,  $F = 0,064$ ;  $g.l. = 1$ ;  $P = 0,797$ ) (Tabela 4).

Tabela 4. Média e desvio padrão dos valores de volume e concentração de néctar obtidos de inflorescências de *Grevillea banksii* no sistema fechado e aberto em três horários ao longo do dia na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

Horário	Temperatura (°C)/Umidade	Sistema Aberto		Sistema Fechado	
		Volume ( $\mu$ L)	Concentração (%Brix)	Volume ( $\mu$ L)	Concentração (%Brix)
06:30	21,1°C/74%	20,95 $\pm$ 14,04	14,04 $\pm$ 2,40	24,62 $\pm$ 14,51	17,4 $\pm$ 4,75
11:30	33,7°C/36%	9,58 $\pm$ 4,23	18,14 $\pm$ 3,85	27,83 $\pm$ 8,24	16,24 $\pm$ 4,20
16:30	25,2°C/53%	11,29 $\pm$ 5,47	20,84 $\pm$ 3,60	28,43 $\pm$ 5,00	18,28 $\pm$ 2,13

O volume e a concentração de néctar não apresentaram correlação positiva em inflorescências do sistema aberto ( $r_s = -0,268$ ;  $g.l. = 14$ ;  $P = 0,332$ ) ou do sistema fechado ( $r_s = -0,055$ ;  $g.l. = 14$ ;  $P = 0,844$ ).

Não houve correlação significativa entre o volume de néctar e a umidade ( $r_s = -0,170$ ;  $g.l. = 14$ ;  $p = 0,544$ ) e temperatura ( $r_s = 0,170$ ;  $g.l. = 14$ ;  $P = 0,544$ ) para inflorescências do sistema fechado. Também não houve correlação significativa entre o volume de néctar e a umidade ( $r_s = 0,492$ ;  $g.l. = 14$ ;  $p = 0,062$ ) e temperatura ( $r_s = -0,492$ ;  $g.l. = 14$ ;  $P = 0,062$ ) para inflorescências do sistema aberto.

A variação no volume de néctar ao longo do dia não diferiu significativamente para inflorescências do sistema aberto (ANOVA,  $F = 2,297$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,141$ ) ou fechado (ANOVA,  $F = 0,207$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,816$ ).

Não houve variação significativa na concentração de néctar ao longo do dia para inflorescências do sistema fechado (ANOVA,  $F = 0,351$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,714$ ). Entretanto, para flores do sistema aberto a concentração do néctar variou durante as horas de coleta (ANOVA,  $F = 5,243$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,022$ ). Apenas entre o primeiro e o último horário de coleta do néctar que essa diferença foi significativa (Tukey post-hoc  $P < 0,05$ ).

#### 3.4. OBSERVAÇÃO FOCAL

As observações totalizaram 50 horas distribuídas em cinco dias e foram realizadas no período de 06h30m as 16h30m de cada dia. As flores de *G. banksii* foram visitadas por aves que buscavam néctar como recurso e insetos, principalmente abelhas.

As aves visitavam de 3 a 5 inflorescências por arbusto e em média 3 flores por inflorescência. Os animais pairavam no ar e inseriam o bico dentro da corola da flor, todo esse processo durava entre 2 a 6 segundos e em seguida visitavam outra flor da mesma inflorescência. Costumavam visitar mais de um arbusto próximo por vôo, pousavam por alguns segundos e seguiam para outra mancha ou continuavam as visitas na área em que estavam.

#### 3.5. VISITANTES FLORAIS

Foram capturadas 25 aves de oito espécies diferentes que potencialmente visitam arbustos de *G. banksii*. A espécie *Amazilia fimbriata* (Beija-flor-de-garganta-verde) foi a mais capturada na área, totalizando 12 indivíduos, em seguida *Coereba flaveola* (Cambacica) com cinco capturas e de *Cyanerpes cyaneus* (Saíra-beija-flor) foram capturados três indivíduos. As demais espécies tiveram somente um indivíduo capturado, são elas: *Chlorostilbon notatus* (Beija-flor-de-garganta-azul), *Polytmus guainumbi* (Beija-flor-de-bico-curvo), *Florisuga*

*fusca* (Beija-flor-preto), *Dacnis cayana* (Saí-azul) e *Eupetomena macroura* (Beija-flor-tesoura).

A maioria das aves (n = 17) não apresentava indício de deposição de pólen em qualquer parte do corpo. Entretanto, quatro espécimes de *A. fimbriata* e um de *C. flaveola* possuíam resquícios de pólen na dorsal da maxila. Foi possível observar indícios de pólen depositados na frente de quatro indivíduos de espécies distintas: *A. fimbriata*, *C. flaveola*, *F. fusca* e *E. macroura*.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. BIOLOGIA E MORFOMETRIA FLORAL

O conjunto das medidas florais (comprimento da corola e comprimento do estigma ao androceu) pode fornecer informações importantes sobre interações com polinizadores. É possível observar que as características das flores de *G. banksii* podem contribuir para o sucesso das visitas de polinizadores, para a polinização e dispersão do pólen. As medidas de comprimento da corola e comprimento do bico das espécies de *A. fimbriata*, *P. guainumbi*, *C. notatus* e *E. macroura* são “equivalentes”. Essa semelhança morfológica favorece o polinizador que consegue inserir o bico dentro da corola da flor e coletar o néctar. Enquanto o visitante está recolhendo o néctar, o pólen é depositado no corpo do animal por onde é disperso. Ao visitar outras flores o pólen do corpo do visitante entra em contato com o estigma, contribuindo com a polinização da espécie exótica. A dispersão de pólen e polinização da espécie é favorecida pelo ângulo de curvatura do estilete e a localização do estigma impregnado de pólen.

O que define a visita dos polinizadores e a variedade de polinizadores que visitam uma flor são as características que cada um apresenta, as plantas podem apresentar comprimento da corola variado, número de flores por inflorescência, densidade de indivíduos da população, variação na quantidade de néctar (Locatelli et al. 2004). *G. banksii* possui muitas flores por indivíduos, e estes são encontrados em grande número e concentrados em uma mancha, o que pode estar relacionado a uma quantidade maior de visitantes. Uma vez que a quantidade de visitas e a variedade de visitantes estão relacionadas ao estabelecimento da espécie vegetal na área e sua taxa de sobrevivência. Essas características também estão relacionadas à adaptação das flores aos diferentes tipos de polinizadores, principalmente quando se trata de espécie exótica, pois estas podem não ter polinizadores efetivos na área que estão inseridas (Baker 1961).

### 4.2. SISTEMA DE POLINIZAÇÃO

Algumas plantas apresentam distâncias e orientações diferentes entre a antera e o estigma o que impede que ocorra autopolinização (SanMartin-Gajardo & Sazima 2005). Apesar da distância física entre antera e estigma quando maduros, anteriormente o estigma

encontrava-se em contato com o androceu, o que possibilita a deposição de grãos de pólen na extremidade do estilete, onde o estigma é localizado. Essa deposição de pólen, possivelmente está relacionada com o resultado positivo no tratamento de autopolinização.

A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos de polinização demonstraram que *G. banksii* beneficia-se tanto da polinização cruzada quanto da autopolinização. Esse aspecto também pode ser observado em *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) (Lenzi et al. 2005) e em flores de *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae) (Cardoso 2003). Mesmo a autopolinização sendo eficaz em *G. banksii*, há a oferta de grande quantidade de recursos a seus visitantes e atributos florais atrativos aos polinizadores. Essas características aproximam os animais favorecendo a polinização cruzada e assim garantindo a variabilidade genética da população (Locatelli et al. 2004).

Entre os tratamentos de polinização não foi constatada diferença significativa para o sucesso reprodutivo da espécie, evidenciando que todos os tipos de polinização testados são eficazes. O que indica que os polinizadores de *G. banksii* contribuem de maneira igualitária na produção de descendentes quando comparado com a autopolinização. Isso pode ser explicado pelo fato de que não houve uma coevolução das espécies de polinizadores e de *G. banksii* na área estudada, pois ocorrem naturalmente em regiões distintas, uma vez que *G. banksii* é uma planta exótica no Brasil. Entretanto, a ação dos polinizadores é importante para a espécie, pois garante a variabilidade genética da população.

#### 4.3. FLUXO DE NÉCTAR

A concentração do néctar em *G. banksii* não variou durante o dia para as inflorescências fechadas. Este padrão de concentração constante durante o dia também foi encontrado com a espécie *Geoffroea decorticans* (Fabaceae) (Eynard & Galetto 2002). Já as inflorescências que permaneceram suscetíveis aos visitantes apresentaram diferença na concentração do néctar entre a primeira e a última hora de coleta (06h30min: 14,04%; 16h30min: 20,84%). Galetto (1993), em estudo feito com *Plumbago auriculata* (Plumbaginaceae) também observou que a concentração era variável durante o dia, e concentrações menores eram constatadas nas primeiras horas de coleta (9h: 17%; 17h: 21%).

A diferença nos valores de concentração do néctar durante o dia pode estar associado às visitas de beija-flores às inflorescências de *G. banksii*, uma vez que o pico de atividade dos visitantes era principalmente entre 6h30min e 11h00min. Desse modo, nas primeiras horas do dia a concentração era menor e assim que as aves coletavam este recurso das flores a concentração do néctar aumentou.

O volume de néctar mais baixo em inflorescências do sistema aberto deve-se provavelmente ao fato de que os animais visitaram as flores e coletaram o recurso disponível. Diferenças no volume de néctar de flores do sistema fechado e aberto também foram encontradas em flores de *Palicourea crocea* (Mendonça & Anjos 2006) e em *Rubus* sp. (Júnior 2007). Esses autores também atribuíram a discrepância do volume de néctar à alta taxa de visitação por polinizadores na busca do néctar.

Lenzi et al. (2005) também associou o menor volume de néctar em flores de sistema aberto às visitas dos polinizadores em busca de recursos, principalmente em períodos da manhã. Esses resultados podem indicar fortes interações entre os hábitos dos visitantes e os padrões de secreção de néctar das plantas visitadas.

#### 4.4. OBSERVAÇÃO FOCAL

As aves realizavam visitas rápidas nas inflorescências e migravam para manchas mais distantes ou permaneciam na mesma e continuavam o forrageio em indivíduos mais próximos, mas sempre alternando inflorescências e arbustos. Este tipo de visita breve e alternada entre as plantas pode ser considerada mais eficiente para as plantas quando comparado com outros animais que gastam mais tempo em um mesmo arbusto (Gill 1985), pois beneficia a polinização cruzada (Canela & Sazima 2003). Além de ser favorável ao animal que necessita de néctar para suprir suas necessidades energéticas, e por isso visitam numerosas inflorescências que disponibilizam o recurso desejado.

As visitas às inflorescências de *G. banksii* ocorreram durante todo o tempo de observação, entretanto uma maior atividade das aves era observada entre 6h30min e 11h, período em que foi registrado maior volume de néctar produzido pelas flores. Por isso, é

possível observar uma relação entre as visitas e a produção do néctar, na qual os beija-flores podem adequar seu comportamento de forrageio ao período de tempo que há maior disponibilidade de néctar. Fischer & Leal (2006) e Longo & Fischer (2006) também observaram um sincronismo entre os horários de pico das visitas e o período de maior volume de néctar produzido.

#### 4.5. VISITANTES FLORAIS

É possível que todas as espécies capturadas sejam polinizadores de *G. banksii* em função da área em que foram coletados, da frequência em que algumas espécies foram capturadas, pelos indícios de acúmulo de pólen no corpo dos animais e por serem nectarívoras.

*Coereba flaveola* é conhecido pelo hábito de perfurar a corola das flores em busca de néctar e atua como polinizador de espécies de plantas ornitófilas (Neill 1987, Snow & Snow 1971). A espécie *A. fimbriata* também foi descrita por Locatelli et al. (2004) como sendo nectarívora e com forrageio pela manhã com pico às 10:00 h. *A. fimbriata*, *C. notatus*, *F. fusca*, *E. macroura* e *P. guainumbi* pertencem à família Trochilidae e tem como base da sua alimentação o açúcar, que é retirado principalmente do néctar das flores, fornecendo energia necessária para o vôo. *C. cyaneus* e *D. cayana* são da Ordem Passeriformes e possuem as substâncias vegetais (frutas, folhas, botões e néctar) como parte da sua dieta (Sick 2001).

Não há grande variação da posição do estigma maduro entre as flores de *G. banksii*, por isso o acúmulo dos grãos de pólen foi observado apenas em duas porções do corpo do animal: na frente e na dorsal da maxila. Portanto, a deposição acontece de maneira acentuada nas mesmas áreas, o que favorece o transporte de grandes quantidades de pólen. Somado a isso, quando a ave visita outras inflorescências, a probabilidade do pólen transportado entrar em contato com o estigma de outras flores deve ser maior. Isso faz com que haja uma carga maior de deposição nessas áreas, sugerindo que a polinização aconteça de maneira eficaz e com isso o polinizador contribui para a reprodução da planta. Além disso, deposições que ocorrem na frente ou na maxila parecem ser mais vantajosas, pois dificulta a perda dos grãos durante o vôo (Silva et al. 2010).

## **CAPÍTULO II**

### **DEMOGRAFIA E HISTÓRIA DE VIDA DA PLANTA EXÓTICA *Grevillea banksii* R. Br. (PROTEACEAE) EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO SUDESTE DO BRASIL**

## RESUMO

PAIXÃO, Bárbara Hemerly, M. Sc., Universidade Vila Velha – ES, dezembro de 2015. **Estrutura e dinâmica populacional de *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae): uma espécie de planta exótica em restinga.** Orientador: Charles Gladstone Duca Soares.

Estudar a demografia das espécies é importante para compreender os mecanismos que determinam a riqueza do habitat. Além disso, entender a demografia de espécies dominantes pode fornecer evidências sobre a estabilidade da população na área de estudo. Os aspectos demográficos podem ser relacionados com a dinâmica e a estrutura da população. O tamanho de uma população, sobrevivência e sucesso reprodutivo podem alterar a dinâmica de outras espécies presentes na comunidade. Esses aspectos podem ser calculados com base em informações extraídas da população e então representados em tabelas de vida, matrizes de transição e diagramas que retratam a história de vida da espécie. Os objetivos deste trabalho foram definir a estrutura etária, estimar a densidade populacional, taxa de sobrevivência e fecundidade, e aplicar essas informações no desenvolvimento de um modelo de projeção populacional para avaliar o potencial de invasão de *G. banksii*. Para tanto, foram definidas 10 parcelas de 10 m x 10 m onde a população da planta exótica foi monitorada. Com base nos dados de altura coletados das plantas, presença ou não de inflorescências e número de inflorescências, foram definidas as classes etárias dessa população. A partir da quantidade de indivíduos dentro de cada classe foram calculadas as taxa de sobrevivência, fecundidade, probabilidade de transição e permanência. Com esses dados, foram elaborados o diagrama de setas e a matriz de transição. A projeção da população para um tempo futuro foi determinada pelos dados extraídos do modelo matricial de três parcelas. Os resultados mostraram que a população possui taxas de sobrevivência, incremento populacional e densidade absoluta altas. As probabilidades de transição e permanência só foram significativas para a classe das plântulas, que apresentou probabilidade de permanência na mesma classe superior à probabilidade de transição. Com o modelo de projeção populacional foi possível observar que mesmo com eventos estocásticos a população continuou estável e o número de indivíduos do final do período se assemelhou com o total de indivíduos do início do período.

**Palavras- chave:** densidade, estrutura etária, fecundidade, plântula

## ABSTRACT

PAIXÃO, Bárbara Hemerly, M. Sc., Vila Velha University – ES, december 2015. **Structure and population dynamics of *Grevillea banksii* R. Br. (Proteaceae): a kind of exotic plant in resting.** Advisor: Charles Gladstone Duca Soares.

To study the demographics of the species is important to understand the mechanisms that determine the richness of the habitat. Also, understand the demographics of dominant species can provide evidence about the stability of the population in the study area. Demographic aspects may be related to the dynamics and structure of the population. The size of a population, survival and reproductive success can change the dynamics of other species existing in the community. These aspects can be calculated based on information extracted from the population and then represented in life tables, transition matrices and diagrams that depict the life history of the species. The objectives of this study were to establish the age structure, estimate the population density, survival and fertility rates, and apply these information to develop a population projection model to assess the potential of *G. banksii* invasion. Therefore, it was defined 10 plots of 10 x 10m where the population of exotic plant was monitored. Based on the height data collected from plants, presence or absence of inflorescences and number of inflorescences, the age group of this population was defined. From the number of individuals within each class were calculated survival rate, fecundity, likelihood of transition and permanence. With these data were prepared the arrows diagram and the transition matrix. The projection of the population for a future time was determined by the data extracted from the matrix model of three installments. The results showed that the population has survival rates, population increases and the absolute density high. The transition probabilities and permanence were only significant for the class of seedlings, who presented probability of permanence in the same class higher than the probability of transition. With the population projection model was observed that even with stochastic events the population remained stable and the number of individuals in the end of the period resembled to the total of individuals from start of the period.

**Keyword:** density, age structure, fertility, seedling

## 1. INTRODUÇÃO

Determinadas espécies de plantas definem a estrutura das comunidades e influenciam a existência de outras no ambiente, sendo consideradas espécies fundamentais para os ecossistemas (Primack et al. 1985). Por isso, estudar a demografia das espécies é importante para compreender os mecanismos que determinam a riqueza do habitat (Santos et al. 1998). Além disso, entender a demografia de espécies dominantes pode fornecer evidências sobre a estabilidade da população na área de estudo (Hartshorn 1980). Os aspectos demográficos podem ser relacionados com a dinâmica e a estrutura da população. Os estudos sobre a dinâmica da população abordam variações no número de indivíduos em um espaço de tempo, já as pesquisas voltadas para a estrutura da população devem focar na distribuição dos indivíduos, na estrutura espacial, etária e no tamanho da população (Crawley 1990).

A história de vida de uma planta retrata seu estágio de vida, tamanho, reprodução e sobrevivência. O tamanho de uma população, sobrevivência e sucesso reprodutivo podem alterar a dinâmica de outras espécies presentes na comunidade (Huston & Smith 1987). As tabelas de vida são representações da história de vida da população, onde alguns parâmetros como taxa de mortalidade, expectativa de vida e taxa de fecundidade podem ser retratados, além de fornecer informações sobre o comportamento da população em resposta às possíveis variações do ambiente (Pilkington & Hoddle 2006).

As matrizes de transição são amplamente utilizadas em populações de plantas e animais para projetar seu estado futuro, podendo prever e descrever as dinâmicas da população (Groenendael et al. 1988). Um dos primeiros pesquisadores a utilizar modelos de matriz de transição foi Leslie (1945), em estudo com classes de idade de animais onde ele estimou taxas de mortalidade e fertilidade. Modelos matriciais também são utilizados para estudos com espécies exóticas a fim de identificar as fases e os processos mais viáveis para reduzir a viabilidade das espécies na área, quantificando a eficácia de diferentes possibilidades de controle que possuam como foco principal a alteração das taxas vitais da planta exótica (Shea & Kelly 1998).

Os dados da população que será representada na matriz de transição devem encaixar-se em uma única condição: ter a possibilidade de serem divididos em estados/classes e que esses detenham possibilidades de movimento de um estado/classe para outro em um espaço de

tempo (Enright & Ogden 1979). As probabilidades que compõe os elementos da matriz de transição são determinadas pela dinâmica das classes durante o tempo. Essa dinâmica é determinada pelas consecutivas passagens de classes, mortalidade e permanência na mesma classe durante um período de tempo (Arce et al. 1997).

O agrupamento de indivíduos por características morfológicas ou fisiológicas em classes foi proposto por Lefkovitch (1965) na tentativa de abranger e incluir uma quantidade maior de organismos em estudos com matrizes. Esta abordagem é vantajosa para organismos de vida longa como as plantas. Após o estabelecimento da variável (*e.g.* altura de plantas, DAP) que agrupará os organismos em classes, o segundo passo a ser seguido para o desenvolvimento de uma matriz é estimar as probabilidades de transição de um estágio a outro durante o período estimado, em seguida os valores para os indivíduos que morrerem, regredirem ou permanecerem no mesmo estágio durante o período de tempo (Vandermeer 1978).

Neste estudo, avaliamos a estrutura e a dinâmica de uma população de *G. banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba. Essa espécie tem sido observado na área desde 2009, apresentando evidente crescimento populacional até a data atual. Verificamos que a população de *G. banksii* considerada neste trabalho apresenta indivíduos em todos os estágios de desenvolvimento (*e.g.* jovens, adultos) e provavelmente apresenta uma estrutura estável com maior proporção de indivíduos adultos. Com base no crescimento populacional observado desde 2009, consideramos a hipótese que essa população de *G. banksii* possui alto potencial para ser tornar uma espécie invasora na restinga, sob a predição que essa população possui alta densidade populacional, e altas taxas de incremento populacional, sobrevivência e fecundidade.

O objetivo deste estudo foi avaliar aspectos demográficos de *G. banksii* na área de estudo. Os objetivos específicos foram: definir a estrutura etária, estimar a densidade populacional, taxa de sobrevivência e fecundidade, e aplicar essas informações no desenvolvimento de um modelo de projeção populacional para avaliar o potencial de invasão de *G. banksii*.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. COLETA DE DADOS

#### 2.1.1. *Estrutura Etária*

A área onde *G. banksii* ocorre foi mapeada com auxílio de GPS para estimativa da área total ocupada por essa espécie na APA-Setiba. A extensão total de cinco hectares foi estratificada em 500 parcelas de 100 m<sup>2</sup>, que estavam inseridas em cinco linhas paralelas. A área estratificada foi reproduzida e as parcelas enumeradas de 1 a 500. Através de sorteio, 10 parcelas foram determinadas e com o auxílio do GPS marcadas em campo. Cada parcela mediu 10x10m e foram delimitadas por estacas de madeira e cordões a fim de quantificar aspectos demográficos da espécie estudada. Os indivíduos presentes dentro das parcelas foram marcados com plaquinhas de alumínio numeradas. Durante oito meses, foram realizadas medidas de altura da planta e diâmetro do caule no nível do solo, com auxílio de trena e paquímetro respectivamente. Através das visitas mensais a densidade populacional, taxa de sobrevivência e fecundidade foram avaliadas ao observar a mortalidade e presença de novos indivíduos. As plantas vivas eram medidas novamente, as plantas mortas contabilizadas e os novos indivíduos da população identificados e medidos.

Para identificar a partir de qual altura mínima os indivíduos já possuíam flores, 50 plantas foram medidas e foi observado se havia ou não qualquer indício de inflorescência. Além disso, outras 50 plantas de tamanhos variados e que possuísem flores foram medidas e contado o número de inflorescências de cada indivíduo e o número de frutos maduros dessas inflorescências, para tentar identificar se há diferença no número de inflorescências entre os indivíduos das classes de adultos.

As classes de altura foram determinadas por alguns critérios biológicos, tais como altura, presença e quantidade de inflorescências dos indivíduos. As plantas que ainda não possuíam inflorescências foram consideradas Plântulas ou Jovens. Porém, as Plântulas foram caracterizadas como os novos indivíduos recrutados com altura inferior a 0,10 m. Esse parâmetro foi adotado a partir da observação da maior altura registrada para uma nova plântula na parcela. Com isso, os Jovens foram caracterizados como os vegetais sem indício de inflorescência e que tivessem altura ente 0,10 m e 0,69 m. Já os indivíduos que apresentavam inflorescências, foram classificados como Adultos. Essa classe foi dividida em

três (Adulto Pequeno, Adulto Médio e Adulto Grande) e o critério utilizado para essa divisão foi a quantidade de inflorescências por altura das plantas.

### 2.1.2. *Matriz de Transição e Tabela de Vida*

A partir da quantidade de indivíduos dentro de cada classe durante os meses de estudo foram calculadas as taxas de sobrevivência (Ts), taxa de fecundidade para indivíduos reprodutivos (F), probabilidade de transição para a próxima classe (Pt) e a probabilidade de permanência na classe (Pp). E a partir desses valores foram elaboradas a matriz de transição e o diagrama de setas.

Para melhor caracterização do desempenho futuro da população, utilizou-se de uma projeção estocástica populacional a partir dos dados contidos no modelo matricial.

## 2.2. ANÁLISE DE DADOS

### 2.2.1. *Estrutura Etária*

Para comparar as medidas de altura e diâmetro do caule, foi realizado um teste de correlação de Pearson. Através do número de inflorescências e das medidas de altura, foi realizado um Teste de Regressão Linear para separar os indivíduos adultos em classes distintas. Para verificar se houve diferença significativa entre as classes de adulto com relação ao número de inflorescências, foi realizada uma análise de variância (ANOVA). A ANOVA também foi utilizada para avaliar se há diferença no tamanho das inflorescências entre as classes de adultos.

### 2.2.2. *Matriz de Transição e Tabela de Vida*

A taxa de sobrevivência (Ts) foi calculada a partir da quantidade de indivíduos de cada classe que sobreviveu e foi observada no mês seguinte ( $N_{t+1}$ ) dividido pelo total de indivíduos da população naquele tempo ( $N_t$ ):

$$T_S = \frac{N_{t+1}}{N_t}$$

Para os indivíduos que sobreviviam havia duas possibilidades: a probabilidade de permanecer na mesma classe e a probabilidade de transição para a próxima classe no mês seguinte. Esses valores foram calculados gerando tabelas para cada classe, onde foi possível observar, durante os meses de coleta, o comportamento de cada planta.

Para calcular a probabilidade de transição ( $P_T$ ) o número de indivíduos que transitaram de uma classe para outra ( $N_t$ ) foi dividido pelo número de indivíduos sobreviventes ( $N_s$ ) de um mês para outro:

$$P_T = \frac{N_t}{N_s}$$

Para calcular a probabilidade de permanência ( $P_P$ ) o número de indivíduos que permaneceram na mesma classe ( $N_p$ ) no intervalo de tempo foi dividido pelo número de indivíduos sobreviventes daquela classe ( $N_s$ ) de um mês para outro:

$$P_P = \frac{N_p}{N_s}$$

Todas as Taxas e Probabilidades foram calculadas de um mês para o outro e posteriormente somadas e divididas pela quantidade de meses, obtendo as médias de cada valor.

A fecundidade média ( $\bar{F}$ ) de cada classe de adulto pequeno ( $\bar{F}_p$ ), adulto médio ( $\bar{F}_m$ ) e adulto grande ( $\bar{F}_g$ ) foi calculada através do somatório dos valores de fecundidade de cada uma dessas classes ( $F_{p,m,g}$ ) obtidos em cada parcela e divididos pelo número de parcelas ( $N = 10$ ).

$$\bar{F}_{p,m,g} = \frac{F_{p1,m1,g1} + F_{p2,m2,g2} + \dots + F_{p10,m10,g10}}{10}$$

A fecundidade total ( $F_T$ ) para cada parcela foi obtida através da divisão do número de plântulas ( $N^\circ$  Plântulas) pelo número de adultos ( $N^\circ$  Adultos) da parcela:

$$F_T = \frac{N^\circ \text{ Plântulas}}{N^\circ \text{ Adultos}}$$

Para identificar a fecundidade de cada classe de adulto levou-se em consideração o número médio de sementes que cada indivíduo adulto produz.

Então foi calculada a produção relativa do número de sementes para cada classe de adulto ( $V_{R p, m, g}$ ), que consiste na divisão do número médio de sementes ( $N_{S p, m, g}$ ) produzido por indivíduo em cada classe de adulto ( $A_P = 216$ ;  $A_M = 1620$ ;  $A_G = 2460$ ) pelo somatório do número médio de sementes produzido por um indivíduo de cada classe ( $N = 4296$ ).

$$V_{R p, m, g} = \frac{N_{S p, m, g}}{4296}$$

A fecundidade de cada classe de adulto ( $F_{p, m, g}$ ) foi calculada através do produto da fecundidade total ( $F_T$ ) pela produção relativa do número de sementes para cada classe de adulto ( $V_{R p, m, g}$ ).

$$F_{p, m, g} = F_T \times V_{R p, m, g}$$

Os dados de taxa de fecundidade e sobrevivência, e probabilidade de transição e permanência foram utilizados na confecção da tabela de vida, além das classes de altura e do número de indivíduos de cada classe durante o período de estudo.

As probabilidades de transição e permanência e a taxa de fecundidade foram sumarizadas em uma matriz de transição (T) e representadas em um diagrama de setas (Figura 1), onde  $P_{11}$  = probabilidade de uma plântula permanecer na mesma classe;  $P_{12}$  = probabilidade de uma plântula passar para a classe seguinte;  $P_{22}$  = probabilidade de um jovem permanecer na mesma classe;  $P_{23}$  = probabilidade de um jovem passar para a classe seguinte;  $P_{33}$  = probabilidade de um adulto pequeno permanecer na mesma classe;  $P_{34}$  = probabilidade de um adulto pequeno passar para a classe seguinte;  $P_{44}$  = probabilidade de um adulto médio permanecer na mesma classe;  $P_{45}$  = probabilidade de um adulto médio passar para a classe seguinte;  $P_{55}$  = probabilidade de um adulto grande permanecer na mesma classe;  $F_{31}$  = fecundidade de um adulto pequeno;  $F_{41}$  = fecundidade de um adulto médio;  $F_{51}$  = fecundidade de um adulto grande. Na diagonal principal da matriz, concentram-se as probabilidades de

permanência de cada classe; na subdiagonal inferior as probabilidades de transição das classes; e a primeira linha contém os valores de fecundidade para indivíduos que produzem sementes, exceto o primeiro componente que representa a probabilidade de permanência da primeira classe.

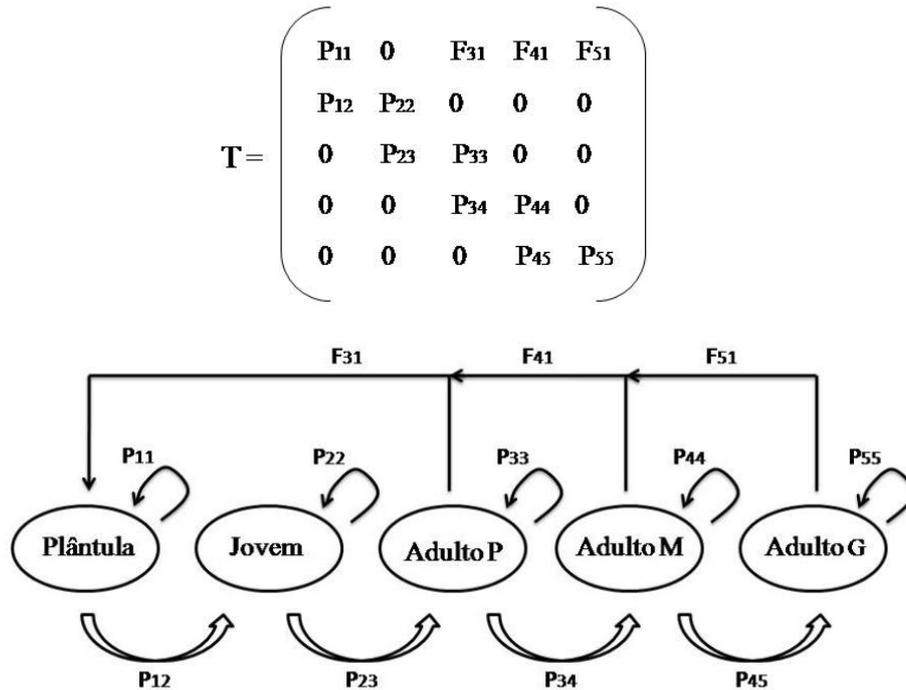


Figura 1: Matriz de transição com respectivas probabilidades de transição (P) e fecundidade (F) para modelagem da projeção populacional de *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba, e diagrama de setas evidenciando os estágios de vida (plântula, jovem, adulto pequeno [Adulto P], médio [Adulto M] e grande [Adulto G]) e respectivas direções de transição e produção (fecundidade, F).

A taxa de crescimento populacional ( $r$ ) foi calculada a partir do logaritmo neperiano ( $\ln$ ) de  $\lambda$  (taxa de incremento finita), que foi definida pela divisão entre o número de indivíduos no final do período ( $N_{t+1}$ ) pelo número de indivíduos no início do período ( $N_t$ ).

$$r = \ln(\lambda) \quad \text{Onde} \quad \lambda = \frac{N_{t+1}}{N_t}$$

A densidade de *G. banksii* foi calculada através da equação:

$$D = \frac{N}{A}$$

Onde, “D” refere-se à densidade, “N” o número de indivíduos total da população e “A” corresponde à área (m<sup>2</sup>) total amostrada pelas parcelas.

Com o intuito de testar se houve diferenças significativas entre as taxas de sobrevivência, fecundidade, probabilidade de transição e permanência entre as classes de altura foi realizado uma ANOVA e para identificar as diferenças entre as médias o teste *post hoc* de Tukey. Para testar as diferenças entre as taxas de fecundidade a parcela três foi desconsiderada, pois não foi encontrada nenhuma plântula durante os meses de estudo, o que resultou em fecundidade zero para todas as classes de adulto.

Todos os testes estatísticos foram realizados com o programa BioEstat 5.0, com um nível de significância de 5%.

### 2.2.3. *Projeção Populacional*

A projeção populacional foi estimada a partir das análises dos dados das matrizes de três parcelas. As análises foram geradas utilizando o pacote “popbio” do programa R versão 3.2.2. Foram feitas projeções do tamanho populacional para 20 anos futuros, divididas em 10 análises, onde foi possível acompanhar o desenvolvimento da população do momento 0 (número de indivíduos amostrados ao final dos oito meses de coleta) até 2 anos futuros; do momento 0 até 4 anos futuros; do momento 0 até 6 anos futuros, e assim seguiu a projeção em intervalos de dois anos até a última análise (do momento 0 até 20 anos futuros). Para cada simulação de tempo, foram criados 1000 modelos de possibilidades de eventos estocásticos utilizando a função “stoch.projection” e então o log da taxa de crescimento estocástica foi calculada através da função “stoch.growth.rate” (Stubben & Milligan 2007).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. ESTRUTURA ETÁRIA

As medidas de altura e diâmetro do caule foram fortemente correlacionadas ( $r_s = 0,668$ ;  $g.l. = 259$ ;  $t_s = 14,430$ ;  $P < 0,001$ ). Portanto, devido ao resultado positivo da correlação optou-se por utilizar os dados das medidas de altura para as análises do estudo.

A partir das medidas de altura, da ausência ou presença de flores e da quantidade de inflorescências presente em cada planta, foram definidas cinco classes etárias: Plântulas ( $\leq 0,10$  m), Jovens (0,10 - 0,69 m), Adulto Pequeno (0,70 - 2,19 m), Adulto Médio (2,20 - 2,95 m) e Adulto Grande ( $> 2,95$  m).

Os adultos diferem das duas primeiras classes (plântula e jovem) por possuírem algum indício de inflorescência, e diferem entre si pela quantidade de inflorescências que possuem. Os indivíduos adultos formaram três agrupamentos distintos, com o número de inflorescências produzidas sendo fortemente correlacionado com a altura da planta ( $r = 0,868$ ;  $g.l. = 48$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 2), evidenciando três classes de adultos (adulto pequeno, médio e grande) ( $F = 114,790$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P < 0,001$ ) (Figura 3).

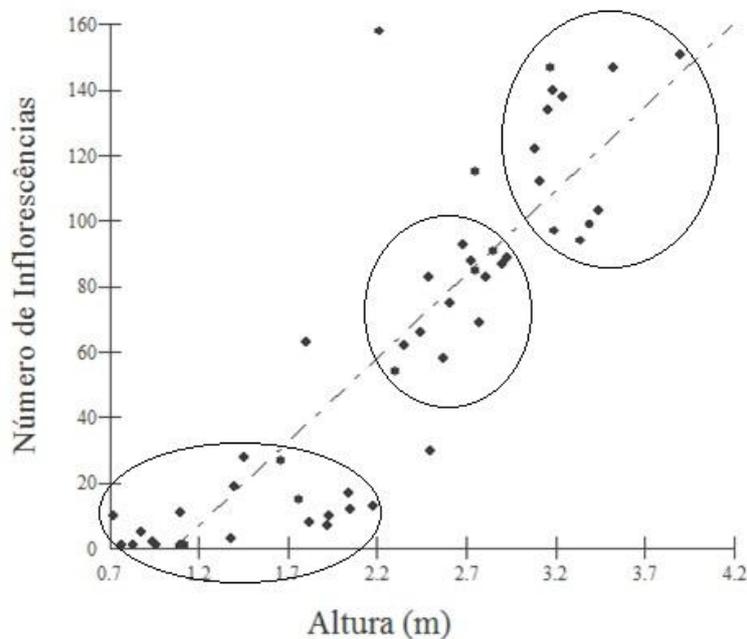


Figura 2. Relação entre o número de inflorescências e a altura dos indivíduos de *Grevillea banksii* evidenciando, em três grupos distintos, os agrupamentos de classes de altura para adultos (Adulto Pequeno, Médio e Grande) na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

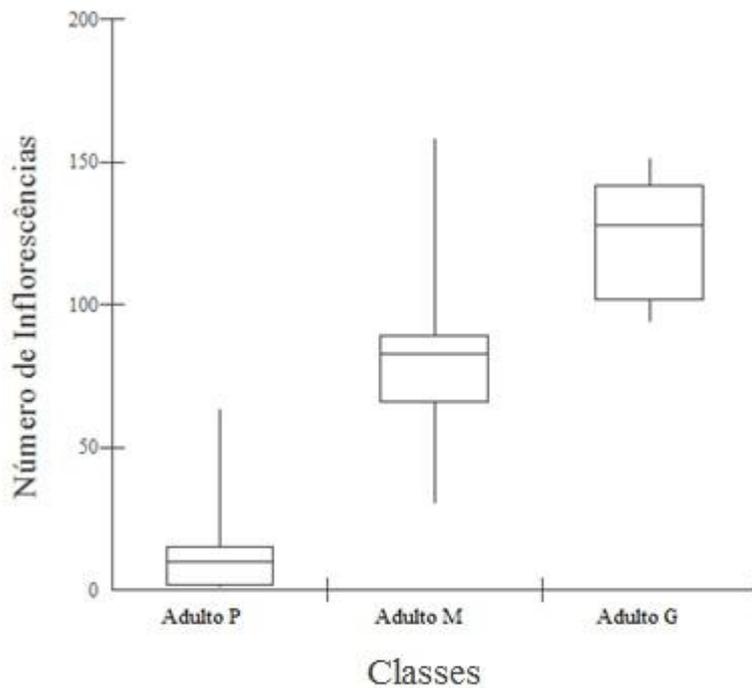


Figura 3. Variação no número de inflorescências entre as classes de adultos pequeno (Adulto P), médio (Adulto M) e grande (Adulto G) de *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba. Os *box* compreendem 50% dos dados, onde a mediana é representada pela linha horizontal interna no box. As linhas verticais representam a amplitude máxima e mínima do número de inflorescências das amostras de adultos pequeno, médio e grande.

Ao final de oito meses, foram medidos 261 indivíduos de *G. banksii* distribuídos nas cinco classes de altura. Houve uma maior concentração de plantas nas classes de Jovem e Adulto Pequeno (Figura 4). É possível observar que em todas as classes houve um aumento no número de indivíduos com o passar dos meses. As classes com plantas mais altas (Adulto Médio e Adulto Grande) são também as que apresentam menor número de indivíduos (Tabela 1).

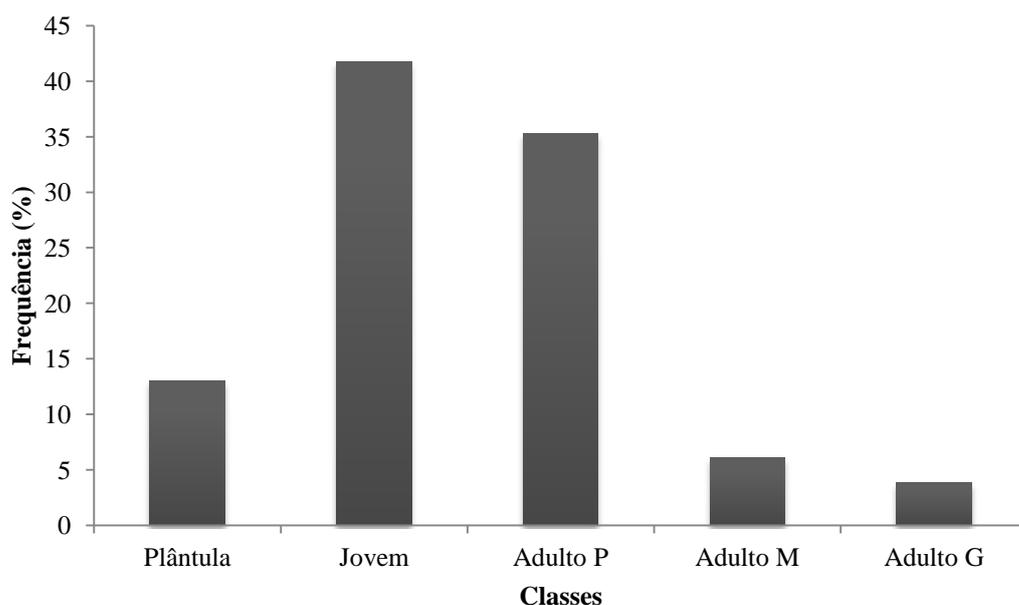


Figura 4. Frequência de distribuição dos indivíduos da população de *Grevillea banksii* entre as classes de plântula (Plântula), jovem (Jovem), adulto pequeno (Adulto P), adulto médio (Adulto M) e adulto grande (Adulto G) na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

Tabela 1. Número total de indivíduos de *Grevillea banksii* distribuídos nas classes de altura (Plântulas:  $\leq 10\text{m}$ ; Jovens:  $0,10 - 0,69\text{m}$ ; Adulto Pequeno:  $0,70 - 2,19\text{m}$ ; Adulto Médio:  $2,20 - 2,95\text{m}$ ; Adulto Grande:  $>2,95$ ) durante os meses de coleta na Área de Proteção Ambiental de Setiba.

Classe etária	Altura (m)	Meses							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Plântulas	$\leq 0,10$	5	11	6	7	17	29	33	34
Jovens	$0,10 - 0,69$	91	92	97	101	101	103	105	109
Adulto Pequeno	$0,70 - 2,19$	79	78	79	79	80	81	86	92
Adulto Médio	$2,20 - 2,95$	14	13	14	12	14	14	15	16
Adulto Grande	$> 2,95$	6	7	8	10	10	10	10	10

Através da razão entre o número de inflorescências com frutos pelo total de frutos dos indivíduos, obteve-se uma média de frutos por inflorescência para cada classe de adultos. O teste realizado com esses valores não foi significativo (ANOVA,  $F = 0,100$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,904$ ), o que demonstra que provavelmente não há diferenças no tamanho das inflorescências dentro dessas classes. Apesar de não haver diferença no tamanho das inflorescências para as classes de adultos, há variação no número de inflorescências (Figura 2) por indivíduos entre as classes. Através do número médio de inflorescências por classe de adultos, foi possível

estimar a quantidade média de sementes produzida por indivíduo, considerando que cada fruto forma duas sementes (Ver Capítulo I). Plantas que pertencem à classe de adultos pequenos produziram em média 216 sementes/indivíduo; os adultos médios cerca de 1620 sementes/indivíduo; já a classe de adulto grande produz em média 2460 sementes/indivíduo.

### 3.2. MATRIZ DE TRANSIÇÃO E TABELA DE VIDA

A tabela de vida para a população de *G. banksii* é representada na Tabela 2 e a matriz de transição e o diagrama de setas pela Figura 5. Através deles são informadas as taxas e as probabilidades calculadas, além de representar como essas chances ocorreram na população durante o tempo. A taxa de sobrevivência foi alta para todas as classes, somente três indivíduos (dois jovens e um adulto pequeno) morreram durante os meses de coleta. Não houve diferença significativa entre as classes de altura ( $F = 1,473$ ;  $g.l. = 4$ ;  $P = 0,230$ ). A probabilidade de transição foi maior nas plântulas do que em qualquer outra classe (Tabela 2) ( $F = 12,094$ ;  $g.l. = 4$ ;  $P < 0,001$ ) e a probabilidade de plântulas permanecerem na mesma classe de um mês para o outro foi menor quando comparado com as outras classes (Tabela 2) ( $F = 11,993$ ;  $g.l. = 4$ ;  $P < 0,001$ ). Houve diferença significativa para a fecundidade ( $F = 3,847$ ;  $g.l. = 2$ ;  $P = 0,034$ ) entre as classes de adulto pequeno e adulto grande (Tabela 2).

Não foram observados indivíduos progredindo mais de uma classe em um mesmo intervalo de tempo e nem regredindo de classe durante o tempo de estudo.

Tabela 2. Tabela de vida de *Grevillea banksii* com suas classes de altura, número de indivíduos, taxa de sobrevivência, probabilidade de transição, probabilidade de permanência e fecundidade. Letras diferentes representam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para os valores das colunas.

<b>Classes de Altura</b>	<b>Número de Indivíduos</b>	<b>Taxa de Sobrevivência</b>	<b>Probabilidade de Transição</b>	<b>Probabilidade de Permanência</b>	<b>Taxa de Fecundidade</b>
Plântula	34	1	0.404 <sub>a</sub>	0.596 <sub>a</sub>	-
Jovem	109	0.997	0.03 <sub>b</sub>	0.967 <sub>b</sub>	-
Adulto Pequeno	92	0.999	0.009 <sub>b</sub>	0.989 <sub>b</sub>	0.048 <sub>a</sub>
Adulto Médio	16	1	0.040 <sub>b</sub>	0.960 <sub>b</sub>	0.360 <sub>a, b</sub>
Adulto Grande	10	1	0 <sub>b</sub>	1 <sub>b</sub>	0.548 <sub>b</sub>

A)

$$T = \begin{pmatrix} 0,596 & 0 & 0,048 & 0,360 & 0,548 \\ 0,404 & 0,967 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,030 & 0,989 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,009 & 0,960 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,040 & 1 \end{pmatrix}$$

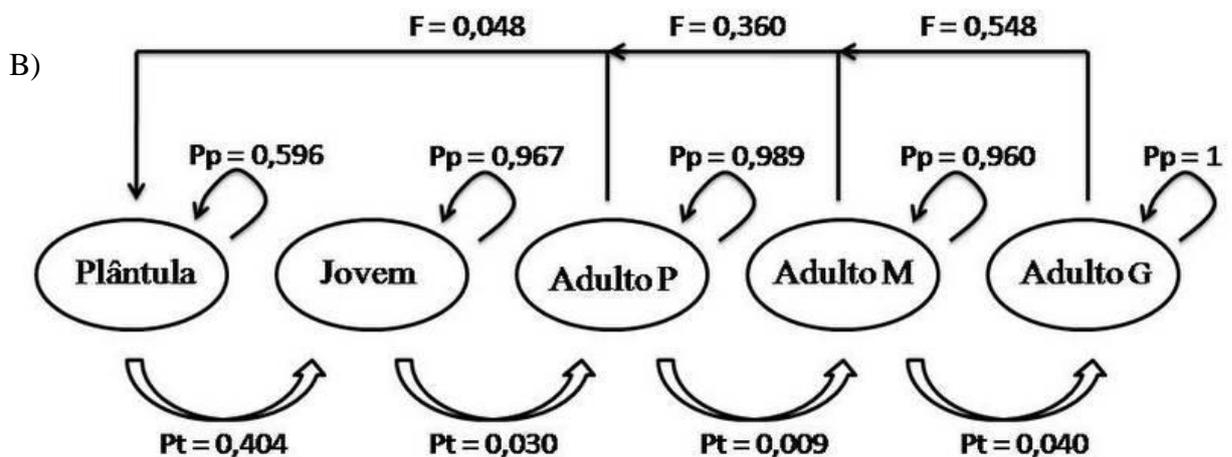


Figura 5. Matriz de transição (A) e diagrama de setas (B), respectivamente, para *Grevillea banksii*. Onde estão representadas as fecundidades e probabilidades de transições entre as classes de plântula, jovem e adultos pequenos (Adulto P), médios (Adulto M) e grandes (Adulto G) com seus respectivos valores.

A taxa de crescimento exponencial da população de *G. banksii* foi maior que zero ( $r = 0,29$ ), indicando que durante o tempo de estudo houve crescimento da população na área.

A área total amostrada foi de  $1000\text{m}^2$  que abrigava um somatório de 261 indivíduos de *G. banksii* ao final do período. A densidade populacional de *G. banksii* na área de estudo foi  $0,3$  indivíduos/ $\text{m}^2$ .

### 3.3. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Apesar da taxa de crescimento exponencial no modelo determinístico ( $r$ ) ter sido positiva e relativamente alta ( $r = 0,29$ ), a taxa de crescimento estocástica ( $r_s$ ) definida no

modelo de projeção populacional também foi positiva mas relativamente baixa ( $r_s = 0,042$ , intervalo de confiança:  $-0,020 - 0,015$ ). Desta forma, na projeção populacional considerando eventos estocásticos, a população de *G. banksii* apresentou leve tendência a aumento no tamanho populacional (Figura 6).

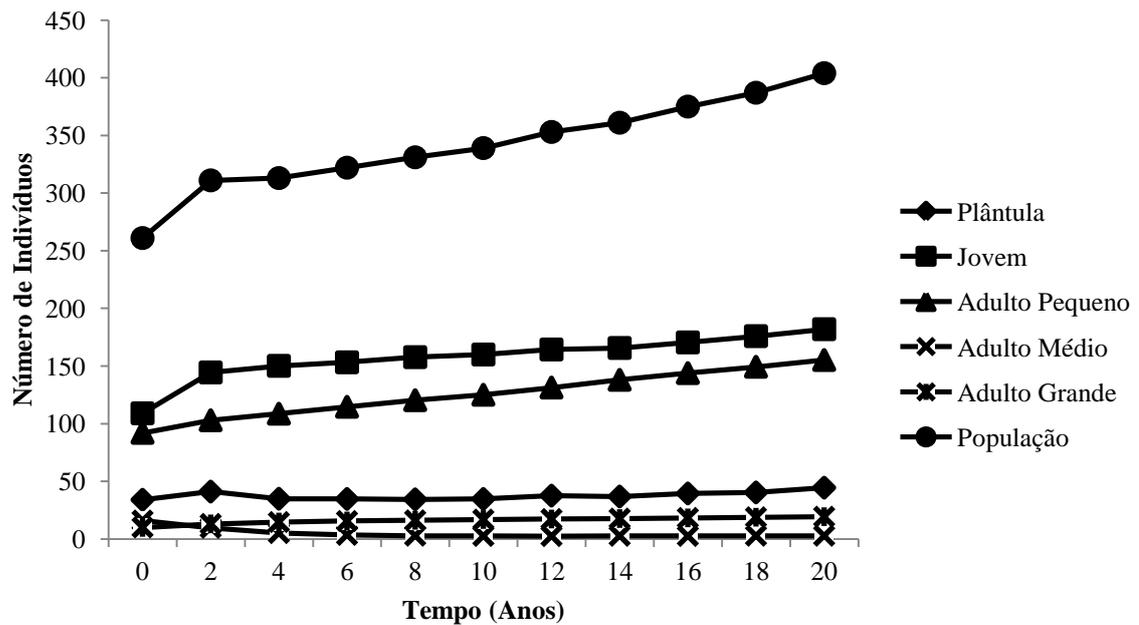


Figura 6. Projeção estocástica do tamanho populacional (número de indivíduos) de *Grevillea banksii* na Área de Proteção Ambiental de Setiba para 20 anos futuros.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. ESTRUTURA ETÁRIA

A maioria das espécies de plantas apresenta, em sua distribuição um predomínio de indivíduos em classes menores e poucos indivíduos em classes maiores (Newell et al. 1981, Solbrig 1981), o que pode ser um indicativo de que a população está crescendo na área (Dantas & Ribeiro 2010). Esse padrão foi observado no presente estudo e confirmado pela taxa de crescimento populacional que foi superior a zero, embora as projeções em modelos estocásticos sugeriram uma forte tendência a estabilidade no tamanho populacional de *G. banksii* na área de estudo

### 4.2. MATRIZ DE TRANSIÇÃO E TABELA DE VIDA

As classes de jovem e adulto pequeno possuíram maior quantidade de indivíduos quando comparado à classe de plântulas. Entretanto, houve muitos nascimentos na população durante o tempo de estudo, o que pode ser explicado pela baixa probabilidade de permanência ( $P_p = 0,596$ ) e alta probabilidade de transição ( $P_t = 0,404$ ) das plântulas em relação às demais classes. Esse padrão pode ser explicado pelo fato de que os indivíduos que pertencem à primeira classe de altura se desenvolvem rápido ocupando as classes posteriores.

*Grevillea banksii* apresentou altas taxas de sobrevivência na área, o que pode demonstrar uma população bem estabelecida no hábitat. Somente dois indivíduos jovens e um adulto pequeno foram contabilizados como mortos durante os meses de estudo. Altos índices de mortalidade em classes menores são característicos em ambientes tropicais (Solbrig 1981) e as principais causas estão associadas à competição com plantas maiores, patógenos e herbívoros (Keane & Crawley 2002). Porém, essas causas não parecem ter grande influência nas mortalidades dos indivíduos na área de estudo, pois *G. banksii* apresentou alta taxa de sobrevivência ( $> 0,900$ ) para todas as classes. Plantas exóticas com alta densidade de indivíduos tendem a reduzir o número de espécies nativas, pois a quantidade de indivíduos disputando o mesmo recurso será alta e a competição entre as espécies mais intensa (Christoffoleti & Filho 1996). Esse cenário é comum para espécies exóticas invasoras, uma vez que elas possuem pouco ou nenhum predador na área (Keane & Crawley 2002), atraem

polinizadores (Thompson 2001), produzem descendentes e dispersam-se pelo hábitat (Meiners et al. 2002).

#### 4.3. PROJEÇÃO POPULACIONAL

O modelo de projeção populacional permitiu estimar o cenário futuro da população, assumindo diversas possibilidades de eventos aleatórios que podem influenciar no tamanho da população. É possível observar que o número de indivíduos de todas as classes não oscilou de forma significativa durante os anos projetados. Portanto a manutenção do número de indivíduos nas classes pode ser atribuída às altas taxas de sobrevivência (Mafei 2011) e equilíbrio entre mortalidade e ingresso dos indivíduos de *G. banksii* na área de estudo (Austregésilo et al. 2004).

A taxa de fecundidade entre indivíduos adultos foi diferente entre adulto pequeno e adulto grande ( $P < 0,01$ ). Este padrão de diferença nas taxas de fecundidade entre indivíduos de classes de adultos também foi observado para *Geum reptans*, que assim como *G. banksii* apresentou taxas de fecundidade maiores para indivíduos que produziam maior número de sementes (Weppler et al. 2006). Podemos afirmar que a taxa de fecundidade calculada para *G. banksii* é elevada quando comparada com taxas encontradas em outras espécies de plantas (Weppler et al. 2006, Parker 2000), mas isto não refletiu em um crescimento populacional acentuado na projeção populacional.

O tamanho da população de *G. banksii* na APA-Setiba apresentou leve tendência de aumento no decorrer dos 20 anos estimados no modelo de projeção. Provavelmente esse leve aumento no tamanho populacional de *G. banksii* está relacionado ao local onde essa espécie se encontra, uma vez que a população já ocupou e se estabeleceu na maior parte da porção contínua degradada da área de estudo e ainda não se dispersou para outras porções degradadas que existem na APA-Setiba e no PEPCV. Assim, a baixa taxa de crescimento estocástico da população ao longo do tempo pode estar relacionada a um efeito dependente da densidade na mancha ocupada pela espécie até o momento, pois a extensão contínua propícia ao seu desenvolvimento está limitada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população de *G. banksii* possui uma interação positiva com os polinizadores na APA-Setiba, uma vez que dispõe de recursos (néctar e pólen) para seus visitantes, que agem como polinizadores e dispersores de pólen na área. Apesar de planta e polinizador não apresentarem uma co-evolução pelo fato da espécie ser nativa de outro país, a disposição das flores e o formato de seus componentes são favoráveis às visitas das espécies de aves que ocorrem na área. Ainda que a planta realize autopolinização de forma tão eficaz quanto a polinização cruzada com relação à produção de sementes, a eficácia da polinização cruzada deve refletir na variabilidade genética que os polinizadores conferem à população.

Pode-se afirmar que *G. banksii* possui uma intensa produção de frutos, de modo a formar um número elevado de indivíduos menores que possivelmente permanecem nesse estágio até obterem condições adequadas para investir em crescimento vertical e mudar de classe etária. Verifica-se que a população está bem estabelecida na área devido às suas taxas de incremento populacional e sobrevivência. Através do modelo de projeção estocástico foi observado que a população de *G. banksii* na APA-Setiba tende a aumentar lentamente o número de indivíduos no tempo futuro de 20 anos. Esse cenário do tamanho populacional pode ser explicado pela limitação de ambientes contínuos propícios (área degradada pela retirada de areia) ao crescimento e expansão da população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCE, J. E.; PIZATTO, W.; SANQUETTA, C. R.; WENDLING, J. L. G.; MAESTRI, R. Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoce do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. *Revista Floresta*, v. 27, n. 1, p. 83-98, 1997.
- AUSTREGÉSILO, S. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, E. S. Comparação de métodos de prognose da estrutura etária diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. *Revista Árvore*, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2004.
- BAKER, H.G. The adaptation of flowering plants to nocturnal and crepuscular pollinators. *The Quarterly Review of Biology*, v. 36, n. 1, p. 64-73, 1961.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 21, p. 399 - 422, 1990.
- BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F. 2008. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 3, n. 2, p. 78 - 97, 2008.
- BUIST, M.; YATES, C. J.; LADD, P. G. Ecological characteristics of *Brachychiton populneus* (Sterculiaceae) (kurrajong) in relation to the invasion of urban bushland in southwestern Australia. *Austral Ecology*, v. 25, p. 487 - 496, 2000.
- CANELA, M. B. F.; SAZIMA, M. Florivory by the crab *Armases angustipes* (Grapsidae) influences hummingbird visits to *Aechmea pectinata* (Bromeliaceae). *Biotropica*, v. 35, n. 2, p. 289 - 294, 2003.
- CARDOSO, A. I. I. Produção e qualidade de sementes de abobrinha “piramoita” em resposta à quantidade de pólen. *Nota*, v. 62, n. 1, p. 47-52, 2003.
- CEPERMAR. 2007. Plano de Manejo da APA de Setiba. Relatório Técnico CPM RT.
- CHRISTOFFOLTI, P. J.; FILHO, R. V. Efeitos da densidade e proporção de plantas de milho (*Zea mays* L.) e caruru (*Amaranthus retroflexus* L.) em competição. *Planta Daninha*, v. 14, n. 1, p. 42-47, 1996.
- CRAWLEY, M. J. The Population dynamics of plants. *Biological Sciences*, v. 330, p. 125 – 140, 1990.
- CUSHMAN, J. H.; BEATTIE, A. J. Mutualisms: Assessing the Benefits to Hosts and Visitors. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 6, n. 6, p. 193 - 195, 1991.
- DANTAS, V. P. T.; ADAUTO DE, S. B. Estrutura populacional de *Kielmeyera rugosa* Choisy (Clusiaceae) no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Estado do Sergipe. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 32, n. 2, p. 141-146, 2010.

- ENRIGHT, N.; OGDEN, J. Applications of transition matrix models forest dynamics: *Araucaria* in Papua Guinea and *Nothofagus* in New Zealand. *Australian Journal of Ecology*, v. 4, p. 3-23, 1979.
- EYNARD, C.; GALETTO, L. Pollination ecology of *Geoffroea decorticans* (Fabaceae) in central Argentine dry forest. *Journal of Arid Environments*, v. 51, p. 79-88, 2002.
- FABRIS, L. C. 1995. *Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES*. 1995. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- FISCHER, E.; LEAL, I. R. Effect of nectar secretion rate on pollination success of *Passiflora coccinea* (Passifloraceae) in the central Amazon. *Brazilian Journal of Biology*, v. 66, n. 2, p. 747 - 754, 2006.
- FRENCH, K.; MAJOR, R.; HELY, K. Use of native and exotic garden plants by suburban nectarivorous birds. *Biological Conservation*, v. 121, n. 2005, p. 545 - 559, 2004.
- GALETTO, L. El Nectário y la Composición Química del Nectar en *Plumbago auriculata* y *P. caerulea* (Plumbaginaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, v. 29, n. 1, p. 67-72, 1993.
- GILL, F. B. Hummingbird flight speeds. *The Auk*, v. 102, n. 1, p. 97-101, 1985.
- GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions*, v. 1, p. 3 - 19, 1999.
- GOTTSBERGER, G. Pollination strategies in brazilian *Philodendron* species. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. v. 97, 391 - 410, 1984.
- GROENENDAEL, J. V.; KROON, H.; CASWELL, H. Projection matrices in population biology. *Tree*, v. 3, n. 10, p. 264-269, 1988.
- HARTSHORN, G.S. Neotropical forest dynamics. *Biotropica*, v. 12, n. 7, p. 23 - 30, 1980.
- HEITHAUS, E.R. The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 61, p. 675 - 691, 1974.
- HUSTON, M.; SMITH, T. Plant succession: life history and competition. *The American Naturalist*, v. 130, n. 2, p. 168 - 198, 1987.
- KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; VON HOLLE, B.; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; JUNIOR, L. J. M. Ecologia da polinização de Amoreira-Preta (*Rubus* sp.) (Rosaceae) em Timbó, SC, Sul do Brasil. 2007. Dissertação (Mestrado em Recursos genéticos vegetais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

- KEANE, R. M.; CRAWLEY, M. J. Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 17, n. 4, p. 164 - 170, 2002.
- 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.
- LEFKOVITCH, L. P. The study of population growth in organisms grouped by stages. *Biometrics*, v. 21, n. 1, p. 1-18, 1965.
- LENZI, M.; ORTH, A. I.; GUERRA, T. M. Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* [online], v. 28, n.3, p. 505-513, 2005.
- LESLIE, P. H. On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika*, v. 33, n. 3, p. 183-212, 1945.
- LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C.; MEDEIROS, P. Saranthe klotzschiana (Koer.) Eichl. (Marantaceae) e seu mecanismo explosivo de polinização. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 4, p. 757-765, 2004.
- LONGO, M. L.; FISCHER, E. Efeito da taxa de secreção de néctar sobre a polinização e a produção de sementes em flores de *Passiflora speciosa* Gardn. (Passifloraceae) no Pantanal. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, n. 3, p. 481 - 488, 2006.
- MAFEI, R. A. Dinâmica populacional de *Euterpe edulis* Martius em floresta ombrófila densa no Sul da Bahia. 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.
- MEINERS, S. J.; PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L. Exotic plant invasions over 40 years of old field successions: community patterns and associations. *Ecography*, v. 25, n. 2, p. 215 - 223, 2002.
- MENDONÇA, L. B.; DOS ANJOS, L. Flower morphology, nectar features, and hummingbird visitation to *Palicourea crocea* (Rubiaceae) in the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 78, n. 1, p. 45-57, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2000. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e campos sulinos. MMA/SBF, Brasília.
- NEILL, D. A. Trapliners in the trees: hummingbird pollination of *Erythrina* sect. *Erythrina* (Leguminosae: Papilionoideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 74, n. 1, p. 27 - 41, 1987.
- NEWELL, S. J.; SOLBRIG, O. T.; KINCAID, D. T. Studies on the population biology of the genus *Viola*. *Journal of Ecology*, v. 69, p. 997-1016, 1981.

OSUNKOYA, O. O.; PERRETT, C.; FERNANDO, C.; CLARK, C.; RAGHU, S. Modeling population growth and site specific control of the invasive *Lantana camara* L. (Verbenaceae) under differing fire regimes. *Population Ecology*, v. 55, n. 2, p. 291 - 303, 2013.

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; VON HOLLE, B.; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions*, v. 1, p. 3-19, 1999.

PARKER, I. M. Invasion dynamics of *Cytisus scoparius*: a matrix model approach. *Ecological Applications*, v. 10, n. 3, p. 726-743, 2000.

PINHEIRO, M. S.; SATO, K. A.; DIAS, L. P.; RENÓ, F. G. F.; SOUZA, T. G. G.; PASIN, L. A. A. P. Efeitos da poluição na fenologia de *Grevillea banksii* no município de São José dos Campos – SP. In *XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*. Universidade do Vale do Paraíba, São Paulo, p. 1-4, 2010.

PILKINGTON, L. J.; HODDLE, M. S. Use of life table statistics and degree-day values to predict the invasion success of *Gonatocerus ashmeadi* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Homalodisca coagulate* (Hemiptera: Cicadellidae), in California. *Biological control*, v. 37, p. 276-283, 2006.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

PRANCE, G. T. The pollination of Amazonian plants. In: PRANCE G. T.; LOVEJOY, T. E. (ed). *Key environments: Amazonia*. London: Pergamon Press, 1985. p. 166-191.

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

REASER, J. K.; GALINDO-LEAL, C.; ZILLER, S. R. Visitas indesejadas: a invasão de espécies exóticas. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Orgs.). *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Conservação Internacional, 2005.

RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P.; REJMANEK, M.; BARBOUR, M. G.; PANETTA, F. D.; WEST, C. J. Naturalization and invasions of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, v. 6, p. 93-107, 2000.

RICHARDSON, D. M.; RICCIARDI, A. Misleading criticisms of invasion science: a field guide. *Diversity and Distributions*, v. 19, p. 1461-1497, 2013.

- SANMARTIN-GAJARDO, I.; SAZIMA, M. Espécies de *Vanhouttea* Lem. e *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) polinizadas por beija-flores: interações relacionadas ao hábitat da planta e ao néctar. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, n. 3, p. 441-450, 2005.
- SANTOS, F. A. M.; PEDRONI, F.; ALVES, L. F. SANCHEZ, M. Structure and dynamics of tree species of the Atlantic forest. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 70, n. 4, p. 873-880, 1998.
- SICK, H. 2001, *Ornitologia Brasileira*. Edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2001, 862 p.
- SILVA, C. A.; VIEIRA, M. F.; AMARAL, C. H. Floral attributes, ornithophily and reproductive success of *Palicourea longepedunculata*(Rubiaceae), a distylous shrub in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 33, n. 2, p. 207-213, 2010.
- SILVA, D. B.; LEMOS, B. S. Plantas da área verde da Super Quadra Norte 416 – Brasília, DF. *EMBRAPA*. V. 1, p. 1-147, 2002.
- SIMBERLOFF, D.; VON HOLLE, B. Positive interactions of non indigenous species: invasion al meltdown? *Biological Invasions*, v. 1, p. 21-32, 1999.
- SIMPSON, B. B.; NEFF, J. L. Evolution and diversity of floral rewards. In: Jones C E & Little R J (ed). *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Van Nostrand Reinhold. p. 142-159, 1983.
- SOLBRIG, O. T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. *Evolution*, v. 35, n. 6, p. 1080-1093, 1981.
- STONE, J. L. Components of pollination effectiveness in *Psychotria suerrensis*, a tropical distylous shrub. *Oecologia*, v. 107, p. 504-512, 1996.
- SHEA, K., KELLY, D. Estimating biocontrol agent impact with matrix models: *Carduus nutans* in New Zealand. *Ecological Applications*, v. 8, n. 3, p. 824-832, 1998.
- SNOW, B. K.; SNOW, D. W. The feeding ecology of tanagers and honeycreepers in Trinidad. *The Auk*, v. 88, n. 2, p. 291 - 332, 1971.
- STUBBEN, C. J.; MILLIGAN, B. G. Estimating and analyzing demographic models using the popbio package in R. *Journal of Statical Software*, v. 22, n. 11, p. 1-23, 2007.
- THOMPSON, J. D. How do visitation patterns vary among pollinators in relation to floral display and floral design in a generalist pollination system? *Oecologia*, v. 126, n. 3, p. 386 - 394, 2001.
- TOLEDO, M. C. B.; DONATELLI, R. J. Spectral analyses of flowers used by nectar-feeding birds in an urban area in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 3, p. 729-735, 2010.

VANDERMEER, J. Choosing category size in a stage projection matrix. *Oecologia*, v. 32, p. 79-84, 1978.

WEPPLER, T.; STOLL, P.; STOCKLIN, J. The relative importance of sexual and clonal reproduction for population growth in the long-lived alpine plant *Geum reptans*. *Journal of Ecology*, v. 94, p. 869-879, 2006.

YOKOMIZO, H.; POSSINGHAM, H. P.; HOMAS, M. B.; BUCKLEY, Y. M. Managing the impact of invasive species: the value of knowing the density–impact curve. *Ecological Applications*, v. 19, n. 2, p. 376-86, 2009.

ZEN, D. M.; ACRA, L. A. Biologia floral e reprodutiva de *Agapanthus africanus* (L.) Hoffmanns (Liliaceae). *Estudos de Biologia*, v. 27, n. 59, p. 35-39, 2005.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje*. V. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.