

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS  
NATURAIS

**FENOLOGIA DA VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE AREIAS BRANCAS  
NO PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA, SERGIPE, BRASIL**

**Wedna de Jesus Machado**

SÃO CARLOS

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS  
NATURAIS

**FENOLOGIA DA VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE AREIAS BRANCAS  
NO PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA, SERGIPE, BRASIL**

Doutoranda: Wedna de Jesus Machado

Orientador: Prof. Dr. João Juarez Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de Doutora em Ciências, área de concentração Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS

2018




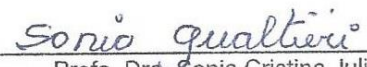
## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

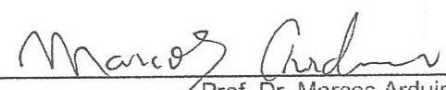
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

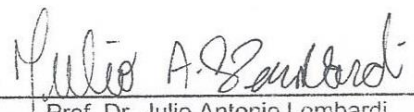
### Folha de Aprovação

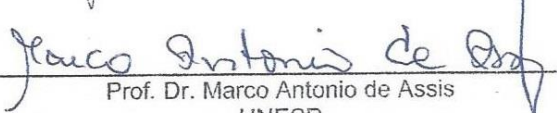
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Wedna de Jesus Machado, realizada em 12/06/2018:

  
Prof. Dr. João Juarez Soares  
UFSCar

  
Profa. Dra. Sonia Cristina Juliano Gualtieri  
UFSCar

  
Prof. Dr. Marcos Arduin  
UFSCar

  
Prof. Dr. Julio Antonio Lombardi  
UNESP

  
Prof. Dr. Marco Antonio de Assis  
UNESP

## **Agradecimentos**

À Deus, por todas as bênçãos em minha vida;

À minha família, minha fortaleza, em especial aos meus pais Manoel Antonio Machado e Maria Josefina de Jesus Machado, pelo apoio e carinho incondicionais;

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Juares Soares, e ao meu co-orientador, Prof. Dr. Adauto de Souza Ribeiro, pela confiança, pela amizade e por compartilharem seus conhecimentos;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos (PPGERN/UFSCar), pela oportunidade de realização do curso de doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de doutorado concedida;

Aos professores da pós-graduação, em especial Dra Angela Terume Fushita, Dra Dalva Maria da Silva Matos, Dr. Edson Montilha de Oliveira, Dr. João Juares Soares, Dr. José Eduardo dos Santos, Dr. José Roberto Verani, Dr. José Salatiel Rodrigues Pires, Dra Leonor Patricia Cerdeira Morellato, Dr. Marcelo Adorna Fernandes, Dr. Nemésio Neves Batista Salvador, Dra Odete Rocha, Dra Sandra Camargo Pinto Ferraz Fabbri, Dra Sonia Cristina Juliano Gualtieri e Dr. Yuri Tavares Rocha, pelos ensinamentos e auxílio ao longo do curso;

Aos Professores Dra Ana Teresa Lombardi, Dr. Carlos Henrique Britto de Assis Prado, Dr. Julio Antonio Lombardi, Dr. Leonardo Maurici Borges, Dr. Marco Antonio de Assis, Dr. Marcos Arduin, Dra Sonia Cristina Juliano Gualtieri e Dr. Thiago Yamada, pela disponibilidade em participar da banca de qualificação e/ou de defesa da tese, e por suas contribuições para a melhoria do trabalho;

Aos funcionários da secretaria do PPGERN/UFSCar, em particular João Augusto da Silva Affonso e Roseli Aparecida Gonçalves, pelo auxílio nas questões administrativas;

Aos colegas da pós-graduação, Alex Lobão, Alvinho Ferreira, Antonio Leal, Ana Carolina Marcondelli, Ana Carolina Redoan, Ana Cláudia Santos, Anderson Lucindo, Betânia Vargas, Caio Pires, Camila Candido, Daniela Ferreira, Eduarda Romanini, Eduardo Camargo,

Erika Shimabukuro, Gabriela Almeida, Germano Barrilli, Gisele de Lucca, Gislaine Gonçalves, Iara Souza, Ingritt Moreira, Julia Gibertoni, Júlia Ramos, Marcelo Soares, Mariana Morozesk, Marina Bonomo, Mário Sedrez, Mireile Santos, Naiara Archanjo, Natalia Periotto, Rafael Ferreira, Ravi Sampaio, Renan Reis, Roberta Freitas, Rodrigo Mello, Rômulo Costa e Rosane Costa, pelo companheirismo e troca de experiências acadêmicas e/ou de vida;

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), de modo particular Marleno Costa e Maria Lucia Carvalho, pela autorização para as coletas no Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) e apoio logístico;

Aos companheiros de campo, Karolaine Menezes Moura, Manoel Antonio Machado, Manoel Messias dos Santos Neto, Marcos Roberto dos Santos, Maria Josefina de Jesus Machado, Yanca Paula Oliveira Cruz e Wartyson Douglas Santos de Menezes, pela ajuda e aprendizado inestimáveis;

Às curadoras do Herbário ASE da Universidade Federal de Sergipe Ana Paula do Nascimento Prata e Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira, bem como à Marta Cristina Vieira Farias, pelo acesso ao acervo;

À Gilmar da Silva Freire, pela assistência na identificação do material botânico coletado no Parque Nacional Serra de Itabaiana;

À Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), em especial à Overland Amaral Costa, pela disponibilização de dados climáticos utilizados neste estudo;

À Mario André Trindade Dantas e à José Paulo Santana Santos, pelo apoio e conversas informais bastante elucidativas;

À Eduardo Vinícius da Silva Oliveira, pela preparação do mapa do Parque Nacional Serra de Itabaiana;

À todos que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

## Sumário

Resumo Geral.....	01
Abstract.....	03
Introdução Geral.....	05
Referências.....	09
<b>Capítulo 1.</b> Fenologia da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil.....	16
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	21
Área de estudo.....	21
Amostragem, identificação das espécies e acompanhamento fenológico.....	22
Análise dos dados.....	23
Resultados.....	26
Fenofases vegetativas.....	26
Padrões fenológicos vegetativos.....	32
Fenofases reprodutivas.....	36
Padrões fenológicos de floração.....	37
Padrões fenológicos de frutificação.....	39
Discussão.....	43
Fenologia vegetativa.....	43
Fenologia reprodutiva.....	45
Conclusão.....	48
Agradecimentos.....	49
Referências.....	49
<b>Capítulo 2.</b> Variações fenológicas da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....	57
Resumo.....	58

Abstract.....	59
Introdução.....	60
Material e Métodos.....	62
Área de estudo.....	62
Amostragem, identificação das espécies e acompanhamento fenológico.....	64
Análise dos dados.....	65
Resultados.....	67
Fenofases vegetativas.....	67
Fenofases reprodutivas.....	82
Floração.....	83
Frutificação.....	86
Discussão.....	89
Conclusão.....	94
Agradecimentos.....	95
Referências.....	95

**Capítulo 3.** Dispersion syndromes in a plant community of Serra de Itabaiana National

Park, Sergipe state, Brazil.....	103
Abstract.....	104
Introduction.....	105
Materials and methods.....	107
Study area.....	107
Data collection and analysis.....	109
Results and Discussion.....	110
Acknowledgments.....	126
References.....	126
Considerações Finais.....	132
Apêndice.....	134

## Sumário de Tabelas

### Capítulo 1

**Tabela 1.1.** Épocas de ocorrência e frequência das fenofases das espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Nº de indivíduos (N); Classificação vegetativa (CV): perenifólia (P), semidecídua (SD) e decídua (D); Síndrome de dispersão (SD): anemocórica (Ane), autocórica (Auto) e zoocórica (Zoo).....p. 27

**Tabela 1.2.** Coeficientes de Correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas (precipitação total mensal e temperatura – máxima, média e mínima) e o número mensal de espécies da comunidade arbustivo-arbórea nas fenofases brotamento, queda foliar, floração (botão floral e antese) e frutificação (fruto imaturo e maduro). Para a fenofase frutificação, as correlações foram feitas separadamente para espécies anemocóricas, autocóricas e zoocóricas.....p. 34

### Capítulo 2

**Tabela 2.1.** Épocas de ocorrência e frequência das fenofases das espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Nº de indivíduos (N); Síndrome de dispersão (SD): anemocoria (Ane), autocoria (Auto) e zoocoria (Zoo).....p. 68

**Tabela 2.2.** Coeficientes de Correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas (precipitação total mensal e temperatura – máxima, média e mínima) e o número mensal de espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva nas fenofases brotamento, queda foliar, floração (botão floral e antese) e frutificação (fruto imaturo e maduro). Para a fenofase frutificação, as correlações foram feitas separadamente para espécies anemocóricas, autocóricas e zoocóricas.....p. 81

### Capítulo 3

**Table 3.1.** Attributes of the species studied in the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil. Habit: Tree (Tre), Shrub (Shr), Subshrub (Sub), Epiphyte herb (Eph), Hemiepiphyte herb (Heh), Hemiparasite herb (Hph), Terrestrial herb



(Teh), Climbers (Cli); Type of fruit (TF); Consistency of the fruit (CF): fleshy fruits (Fle), dry fruits (Dry); Dispersion unit (DU): Fruit (Fru), Seed (See); Dispersion syndrome (DS).....p. 111

**Table 3.2.** Pattern of dispersal of diaspores observed by studies developed in several types of vegetation.....p. 122

## Sumário de Figuras

### Capítulo 1

**Figura 1.1.** Mapa do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI), localizado no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil.....p. 22

**Figura 1.2.** Distribuição da precipitação histórica mensal (2007-2017) e precipitação acumulada mensal, temperaturas média, máxima e mínima (setembro/2015 a agosto/2017) para o município de Areia Branca, Sergipe, Brasil.....p. 25

**Figura 1.3.** Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de brotamento e queda foliar na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 32

**Figura 1.4.** Relação das 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com o brotamento e a queda foliar, de acordo com o índice de Fournier.....p. 34

**Figura 1.5.** Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de floração na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 37

**Figura 1.6.** Relação das 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a floração, de acordo com o índice de Fournier.....p. 39

**Figura 1.7.** Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de frutificação na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 40

**Figura 1.8.** Relação das 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a frutificação, de acordo com o índice de Fournier.....p. 41

**Figura 1.9.** Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de espécies frutificando, segundo a síndrome de dispersão, na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 42

## Capítulo 2

**Figura 2.1.** Mapa do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI), localizado no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil.....p. 63

**Figura 2.2.** Distribuição da precipitação histórica mensal (2007-2017) e precipitação acumulada mensal, temperaturas média, máxima e mínima (setembro/2015 a agosto/2017) para o município de Areia Branca, Sergipe, Brasil.....p. 66

**Figura 2.3.** Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de brotamento e queda foliar na comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 79

**Figura 2.4.** Relação das 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com o brotamento e a queda foliar, de acordo com o índice de Fournier.....p. 80

**Figura 2.5.** Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de floração na comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 84

**Figura 2.6.** Relação das 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a floração, de acordo com o índice de Fournier.....p. 85

**Figura 2.7.** Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de frutificação na comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 86

**Figura 2.8.** Relação das 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a frutificação, de acordo com o índice de Fournier.....p. 87

**Figura 2.9.** Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de espécies frutificando, segundo a síndrome de dispersão, na comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.....p. 88

### **Capítulo 3**

**Figure 3.1.** Map of Serra de Itabaiana National Park, located in Sergipe state, Northeastern Brazil .....p. 108

**Figure 3.2.** Distribution of the percentage of fruits by the habits of the species that make up the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil.....p. 119

**Figure 3.3.** Distribution of the percentage of dispersion syndromes in the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil, as well as among the habits of the species that compose it.....p. 120

## Resumo Geral

Os estudos fenológicos contribuem para o entendimento da regeneração e reprodução das espécies, da organização temporal dos recursos na comunidade, das interações e da coevolução entre plantas e animais. O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento fenológico das espécies que compõem a vegetação das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil, relacioná-lo com as variáveis climáticas (precipitação e temperatura), e caracterizar os tipos de frutos dessas espécies para determinar as síndromes de dispersão de diásporos. Para registro da atividade fenológica, foram realizadas expedições quinzenais (setembro/2015 a agosto/2017). Verificou-se a ocorrência de 115 espécies e 13 tipos de frutos, os mais frequentes: cápsula (31,3%), drupoide (16,5%) e bacoide (15,7%). A principal síndrome de dispersão foi a zoocoria (46,1%), seguida pela anemocoria (27,8%) e autocoria (26,1%). Para o componente arbustivo-arbóreo, a maioria das espécies apresentou estratégia semidecídua (73,3%), com atividade foliar contínua. Floração e frutificação registraram picos de intensidade na estação seca e seca-chuvosa, respectivamente. Quanto ao componente herbáceo-subarbustivo, a maioria das espécies também apresentou atividade foliar contínua, e picos de intensidade de floração e frutificação no final da estação chuvosa e início da estação seca, respectivamente. Foi constatado predomínio de espécies zoocóricas (80,0%) para o componente arbustivo-arbóreo, e de espécies autocóricas (39,4%) para o componente herbáceo-subarbustivo, além de diferentes padrões de frutificação entre as síndromes bióticas e abióticas, com maior atividade na estação chuvosa e seca, respectivamente, para ambos os componentes da vegetação. A temperatura foi a variável climática que mais se correlacionou com os eventos fenológicos do componente arbustivo-arbóreo, e a precipitação, com os eventos fenológicos do componente herbáceo-subarbustivo, o que sugere que as chuvas podem ser um fator limitante para a maioria das espécies deste

componente. O conhecimento da fenologia é fundamental para entender a dinâmica das comunidades vegetais.

**Palavras-chave:** Fenologia, vegetação, comunidade, componente arbustivo-arbóreo, componente herbáceo-subarbustivo, variáveis climáticas, síndromes de dispersão, diásporos, Areias Brancas, Parque Nacional Serra de Itabaiana.

## Abstract

The phenological studies contribute to the understanding of species regeneration and reproduction, temporal organization of resources within communities, interactions and coevolution between plants and animals. The objective of this work was to analyze the phenological behavior of the species that make up the vegetation of white sands in the Serra de Itabaiana National Park, Northeastern Brazil, relate it to the climatic variables (precipitation and temperature), and to characterize the fruits types of these species to determine diaspore dispersion syndromes. To record the phenological activity, biweekly expeditions carried out (September/2015 to August/2017). It was verified the occurrence of 115 species and 13 types of fruits, the most frequent: capsule (31.3%), drupoid (16.5%) and bacoid (15.7%). The main dispersion syndrome was zoochory (46.1%), followed by anemochory (27.8%), and autochory (26.1%). For the shrub-tree component, most of the species presented semi-deciduous phenological strategy (73.3%), with continuous foliar activity. Flowering and fruiting recorded peaks of intensity in the dry and dry-rain seasons, respectively. As for the herbaceous-subshrub component, most of the species also presented continuous foliar activity, and flowering and fruiting with intensity peaks at the end of the rainy season and beginning of the dry season, respectively. It was observed a predominance of zoochoric species (80.0%) for the shrub-tree component, and of autochoric species (39.4%) for the herbaceous-subshrub component, as well as different fruiting patterns between biotic and abiotic syndromes, with greater activity in the rainy and dry seasons, respectively, for both components of the vegetation. The temperature was the climatic variable that most correlated with the phenological events of the shrub-trees component, and the precipitation, with the phenological events of herbaceous-subshrubs component, suggesting that rainfall

may be a limiting factor for most species of this component. Knowledge of phenology is fundamental to understanding the dynamics of plant communities.

**Keywords:** Phenology, vegetation, community, shrub-tree component, herbaceous-subshrub component, climatic variables, dispersion syndromes, diaspores, white sands, Serra de Itabaiana National Park.



## Introdução Geral

O estudo da ocorrência de eventos biológicos periódicos, de suas causas em relação às forças seletivas bióticas e abióticas, e da inter-relação entre fases caracterizadas por estes eventos, numa mesma ou em várias espécies, define fenologia (Lieth 1974). Quando obtida de forma sistemática, a observação fenológica reúne informações sobre estabelecimento, crescimento, regeneração e reprodução das espécies, organização temporal dos recursos dentro das comunidades, interações e coevolução entre plantas e animais (Schaik *et al.* 1993, Morellato & Leitão-Filho 1992, 1996, Williams *et al.* 1999).

A fenologia também ajuda a entender os efeitos das mudanças climáticas sobre a vegetação (Munhoz & Felfili 2005). Em ambientes com eventos fenológicos marcadamente sazonais observa-se que a caducifolia, a floração, a frutificação e a dispersão se ajustam à alteração anual das variáveis climáticas (Stevenson *et al.* 2008). Tradicionalmente, as mudanças fenológicas de plantas tropicais foram consideradas resultantes principalmente da duração e intensidade da seca sazonal, já que, em baixas latitudes, a variação anual da temperatura e do fotoperíodo é pequena (Borchert 1996).

Os estudos têm apontado questões importantes em relação ao funcionamento dos ecossistemas, tais como magnitude da deciduidade, grau de sincronia entre as principais fenofases e fatores proximais e finais dos eventos fenológicos (Williams *et al.* 1997). Os fatores proximais compreendem a precipitação (Opler *et al.* 1976), o estresse hídrico (Reich & Borchert 1984), a irradiação (Wright & Schaik 1994) e o fotoperíodo (Rivera & Borchert 2001), enquanto que os fatores finais abrangem a reprodução cruzada e abundância de polinizadores (Augspurger 1996), dispersores (Snow 1965) e predadores de sementes (Janzen 1971).

As interações entre as plantas, seus polinizadores/dispersores e o ambiente são importantes para o entendimento da estrutura e da dinâmica de comunidades vegetais (Fournier 1976, Yamamoto *et al.* 2007). Nesse contexto, os eventos fenológicos, tais como floração e frutificação, exercem influência sobre os recursos disponíveis para muitos organismos (Conceição *et al.* 2007). A frutificação, em particular, não só depende do estrato ocupado pelos indivíduos adultos, como também das características dos frutos e da síndrome de dispersão das espécies (Morellato & Leitão-Filho 1992).

A dispersão de diásporos é uma das etapas mais delicadas da reprodução vegetal (Willson 1992; Herrera 2002), e independente da forma de ocorrência, o processo de dispersão envolve relações muito específicas entre plantas e dispersores (Figliolia 1993). Muitas plantas apresentam diásporos com características peculiares (frutos carnosos ou sementes aladas, por exemplo), que atraem e facilitam a ação de determinados mecanismos ou agentes dispersores. O conjunto dessas características é denominado síndromes de dispersão (Pijl 1982).

Nas florestas tropicais ocorrem todas as síndromes de dispersão *sensu* Pijl (1982), sendo a mais frequente a zoocoria (Fleming 1979; Howe & Smallwood 1982). A proporção de espécies zoocóricas aumenta das áreas secas em direção às áreas úmidas, devido a uma forte associação existente entre a pluviosidade e a frequência de frutos carnosos (Gentry 1982). Em vegetações mais abertas, onde o componente herbáceo predomina, verifica-se uma maior proporção de espécies autocóricas e anemocóricas (Batalha & Martins 2004).

Os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, com padrões irregulares de difícil constatação (Bencke & Morellato 2002a). Portanto, a escolha do método de avaliação tem especial importância para o reconhecimento dos padrões fenológicos (Newstrom *et al.* 1994). A maioria dos estudos fenológicos em florestas tropicais envolvendo observação direta de plantas têm utilizado dois métodos de avaliação: qualitativo, definindo apenas a presença

ou ausência da fenofase considerada; e semi-quantitativo, com a aplicação de categorias de quantificação que estimam a intensidade do evento fenológico em cada indivíduo, sendo mais comum a utilização de cinco categorias (0 a 4), com intervalo de 25% entre elas (Bencke & Morellato 2002a).

A grande diversidade e heterogeneidade ambiental encontradas nos trópicos representam um dos maiores desafios dos estudos fenológicos nessas regiões (Ramirez 2002). No Brasil, as pesquisas fenológicas vêm aumentando nos últimos anos, tanto na Floresta Atlântica (Talora & Morellato 2000, Morellato *et al.* 2000, Bencker & Morellato 2002b, San Martin-Gajardo & Morellato 2003, Mantovani *et al.* 2003, Pereira *et al.* 2008, Rubim *et al.* 2010) quanto no Cerrado (Batalha & Mantovani 2000, Oliveira & Gibbs 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Tannus *et al.* 2006, Pirani *et al.* 2009), bem como na Floresta Amazônica (Alencar *et al.* 1979, Pires-O'Brien 1993, Ruiz & Alencar 1999, Wallace & Painter 2002) e na Caatinga (Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa *et al.* 2003, Amorim *et al.* 2009, Souza *et al.* 2014).

Entretanto, a maior parte dessas pesquisas limita-se ao componente arbustivo-arbóreo, e poucos trabalhos contemplam a fenologia do componente herbáceo-subarbustivo (Mantovani & Martins 1988, Almeida 1995, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Munhoz & Felfili 2005, Tannus *et al.* 2006, Lima *et al.* 2007), que, em geral, apresenta a maior diversidade de espécies numa comunidade vegetal, e fornece recursos a inúmeros organismos.

No Nordeste brasileiro, os estudos sobre fenologia de comunidades vegetais ainda são escassos, o que dificulta a observação de possíveis padrões influenciados pelas peculiaridades climáticas locais. O Estado de Sergipe apresenta uma pequena cobertura vegetal primitiva, possuindo algumas manchas de floresta costeira, matas de restingas e caatingas (Andrade & Santos 1985). Da foz do rio Sergipe para noroeste, a vegetação é composta por estreita faixa

de áreas abertas das restingas litorâneas e fragmentos de matas, o que caracteriza o domínio morfoclimático da Mata Atlântica, seguida por uma vegetação de agreste, com uma caatinga mitigada que acompanha um complexo de serras baixas, até a Bahia, onde o relevo se aplaina, com predomínio de vegetação semiárida (Ab'Saber 1967).

É na zona de transição entre a Mata Atlântica e o semiárido que se encontra o Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) (Carvalho & Vilar 2005), com uma área aproximada de 8000 ha, constituída de três maciços residuais – Serra do Cajueiro, Serra Comprida e o domo de Itabaiana, este último o ponto mais alto da unidade de conservação (659 m) (ICMBio 2016). A posição geográfica do PNSI lhe garante características especiais que favorecem a existência de diversas fisionomias a depender do solo e do relevo no qual se encontram (Vicente *et al.* 2005).

Essas fisionomias vão desde campo até floresta, e entre esses extremos ocorre uma vegetação savanoide e azonal denominada por Dantas *et al.* (2010) como Areias Brancas. Esta, por sua vez, trata-se de uma formação vegetal aberta, com um estrato arbóreo ralo e disperso, arbustos (em sua maioria) agregados formando moitas, e espécies herbáceas entre os arbustos ou no solo desnudo (Dantas *et al.* 2010), constituído por areias quartzosas, excessivamente drenado, ácido e de baixa fertilidade natural (Jacomine *et al.* 1975) (Apêndice).

Neste habitat natural coexistem espécies com registro de ocorrência nos mais variados tipos de vegetação, como, por exemplo, *Hohenbergia catinae* Ule e *Schoepfia brasiliensis* A.DC. (típicas da Caatinga); *Chamaecrista cytisoides* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby e *Humiria balsamifera* (Aubl.) A.St.-Hil. (Cerrado); *Sobralia liliastrum* Salzm. ex Lindl. e *Vellozia dasypus* Seub. (Campo rupestre), *Agarista revoluta* (Spreng.) J.D. Hook. ex Nied. e *Coccoloba laevis* Casar. (Restinga); *Clusia nemorosa* G.Mey. e *Myrcia guianensis* (Aubl.)

DC. (Floresta Estacional Semidecidual), segundo informações obtidas no site da Flora do Brasil 2020 (Flora do Brasil 2020 em construção 2017).

O entendimento das formas de vida das espécies, e de suas manifestações fenológicas, está condicionado à produção de conhecimento sobre a distribuição espacial e temporal das mesmas e suas relações com os fatores ambientais (Munhoz & Felfili 2005), o que é de extrema importância para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais. Os objetivos deste estudo foram: 1. analisar o comportamento fenológico reprodutivo e vegetativo das espécies que compõem a vegetação das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, 2. caracterizar os tipos de frutos e as síndromes de dispersão de diásporos, e 3. relacionar as variações nas fenofases com os fatores climáticos (precipitação e temperatura), tendo como pressuposto que os padrões fenológicos são influenciados por estes fatores.

## **Referências**

- Ab'Saber AN. 1967. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. Orientação, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo 3: 45-48.
- Alencar JC, Almeida RA, Fernandes NP. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. Acta Amazonica 1: 63-97.
- Almeida SP. 1995. Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perenes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira 30(8): 1067-1073.
- Amorim IL, Sampaio EVSB, Araújo EL. 2009. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. Revista Árvore 33(3): 491-499.
- Andrade JA, Santos AF. 1985. A cobertura vegetal de Sergipe. In Anais da I Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, Regional Nordeste, vol. 1. João Pessoa. p. 5-13.

- Augspurger CK. 1996. A cue for synchronous flowering. In Liegh Jr. EG, Rand AS, Windsor DM (eds.). *The ecology of a tropical rain forest: seasonal rhythms and long-term changes*. Washington: Smithsonian Institution Press. p.133-150.
- Barbosa DCA, Barbosa MCA, Lima LCM. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: UFPE. p. 657-693.
- Batalha MA, Aragaki S, Mantovani W. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas, Pirassununga, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 11(1): 61-78.
- Batalha MA, Mantovani W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60(1): 129-145.
- Batalha, MA, Martins FR. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany* 52: 149-161.
- Bencke CSC, Morellato LPC. 2002a. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(3): 269-275.
- Bencker CSC, Morellato LPC. 2002b. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(2): 237-248.
- Borchert R. 1996. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. *Journal of Tropical Ecology* 12(1): 65-80.
- Carvalho CM, Vilar JC. 2005. Introdução - Levantamento da Biota do Parque Nacional Serra de Itabaiana. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). *Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota*. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental - UFS. p. 9-14.

- Conceição AA, Funch LS, Pirani JR. 2007. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the “Chapada Diamantina”, northeastern Brazil: population and community analyses. *Revista Brasileira de Botânica* 30(3): 475-485.
- Dantas TVP, Nascimento-Júnior JE, Ribeiro AS, Prata APN. 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 575-588.
- Figliolia, MB. 1993. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. associada à fenologia reprodutiva e à dispersão de sementes em floresta ripária do rio Mogi-Guaçu, município de Mogi-Guaçu - SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.
- Fleming TH. 1979. Do tropical frugivores completed for food? *Annales Zoologici Fennici*, 19: 1157-72.
- Fournier LA. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26(1): 54-59.
- Flora do Brasil 2020 em construção. 2017. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. 15 mai. 2017.
- Gentry AH. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary biology*, New York, v. 15, p. 1-84.
- Griz LMS, Machado ICS. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- Herrera CM. 2002. Seed dispersal by vertebrates. In Herrera CM, Pellmyr O (ed.). *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. Malden: Blackwell Science. p. 185-208.
- Howe HF, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.

- ICMBio. 2016. Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana. Brasília. 177p.  
<<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2211>>. 17 jul. 2017.
- Jacomine PKT, Montenegro JO, Ribeiro MR, Formiga RA. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas, Boletim Técnico, 36.  
<<ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62757/1/CNPS-BOL.-TEC.-36-75.pdf>>. 17 jul. 2017.
- Janzen DH. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Lenza E, Klink CA. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 627-638.
- Lieth H. 1974. Purpose of a phenology book. In Lieth H (ed.). *Phenology and seasonality modeling*. Berlin: Springer, p.3-19.
- Lima EN, Araújo EL, Sampaio EVSB, Ferraz EMN, Silva KA, Pimentel RMM. 2007. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da caatinga. *Revista de Geografia. UFPE – DCG/NAPA* 24(1): 120-136.
- Machado IC, Barros LM, Sampaio EVSB. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada – PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29(1): 57-68.
- Mantovani W, Martins FR. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11(1/2): 101-102.
- Mantovani M, Ruschel AR, Reis MS, Puchalski A, Nodari RO. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. *Revista Árvore* 27(4): 451-458.



- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In Morellato LPC (org.). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Campinas: Editora da Unicamp/Fapesp, p.112-140.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28:180-191.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencker CC, Romera EC, Zipparro VB. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(4): 979-988.
- Newstrom LE, Frankie GW, Baker HG. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- Oliveira PE, Gibbs PE. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the central Brazil. *Flora* 195(4): 311-329.
- Opler PA, Frankie GW, Baker HG. 1976. Rain fall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3:231-236.
- Pereira TS, Costa MLMN, Moraes LFD, Luchiari C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 63(2): 329-339.
- Pijl LVD. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3 ed. New York: Springer Verlag.
- Pirani FR, Sanchez M, Pedroni F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em Cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1096-1109.

- Pires-O'Brien MJ. 1993. Phenology of tropical trees from Jari, lower amazon, I. phenology of eight forest communities. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 9: 67-92.
- Ramirez N. 2002. Reproductive phenology, life-forms and habitats of the Venezuelan Central Plain. *American Journal of Botany* 89(5): 836-842.
- Reich PB, Borchert R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- Rivera G, Borchert R. 2001. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology* 21:201-212.
- Rubim P, Nascimento HEM, Morellato LPC. 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24(3): 756-764.
- Ruiz JEA, Alencar JC. 1999. Interpretação fenológica de cinco espécies de Chrysobalanaceae na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica* 29(2): 223-242.
- San Martin-Gajardo I, Morellato LPC. 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 299-309.
- Schaik CPV, Terborgh JW, Wright SJ. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377.
- Snow DW. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15: 274-281.
- Souza DNN, Camacho RGV, Melo JIM, Rocha LNG, Silva NF. 2014. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biotemas* 27(2): 31-42.

- Stevenson PR, Castellanos MC, Cortés AI, Link A. 2008. Flowering patterns in a seasonal tropical lowland forest in western Amazonia. *Biotropica* 40: 559-567.
- Talora DC, Morellato LPC. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.
- Tannus JLS, Assis MA, Morellato LPC. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. *Biota Neotropica* 6(3). <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn02806032006>>. jan 2018.
- Vicente A, Ribeiro AS, Santos EA, Franco CRP. 2005. Levantamento Botânico. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental – UFS. p. 15-37.
- Yamamoto LF, Kinoshita LS, Martins FR. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(3): 553-573.
- Wallace RB, Painter LE. 2002. Phenological patterns in a southern Amazonia tropical forest: implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management* 160: 19-33.
- Williams JR, Myers BA, Muller WJ, Duff GA, Eamus D. 1997. Leaf phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Ecology* 78(8): 2542-2558.
- Williams JR, Myers BA, Eamus D, Duff GA. 1999. Reproductive phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Biotropica* 31: 626-636.
- Willson MF. 1992. The ecology of seed dispersal. In Fenner M (ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plants communities* Wallingford: CAB International. p. 61-85
- Wright SJ, Schaik CP. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143:192-199.

# **Capítulo 1**

**Fenologia da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no  
Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil**

# **Fenologia da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil**

Wedna de Jesus Machado<sup>1</sup>, João Juarez Soares<sup>1</sup> & Aduino de Souza Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Rodovia Washington Luis, Km 235, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Avenida Marechal Rondon, s/ nº, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil.

## **Resumo**

Este estudo objetivou descrever os aspectos fenológicos reprodutivos e vegetativos da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil, e relacioná-los com as variáveis climáticas (precipitação e temperatura). Foram feitas coletas quinzenais (setembro/2015 a agosto/2017) e, com os dados obtidos, calculados os índices de atividade e de Fournier, para avaliar a sincronia interespecífica e a intensidade das fenofases, respectivamente, além de correlações entre as fenofases e as variáveis climáticas. A maioria das espécies apresentou estratégia semidecídua, com atividade contínua de brotamento e queda foliar ao longo do ano. Floração e frutificação também foram contínuas, com picos de atividade/intensidade na estação seca e na transição seca-chuvosa, respectivamente. Foi constatado predomínio de espécies zoocóricas, e diferentes padrões de frutificação entre espécies com síndromes abióticas (anemocoria e autocoria), com maior atividade na estação seca, e biótica (zoocoria), com atividade principalmente na estação

chuvosa. A temperatura foi a variável abiótica que mais se correlacionou com as fenofases, em especial a frutificação, sugerindo que fatores climáticos exercem influência sobre as atividades fenológicas. O conhecimento da fenologia é fundamental para entender a dinâmica das comunidades vegetais.

**Palavras-chave:** Fenologia, vegetação, comunidade arbustivo-arbórea, variáveis climáticas, Areias Brancas, Parque Nacional Serra de Itabaiana.

### **Abstract**

This study aimed to describe the reproductive and vegetative phenological aspects of the shrub-tree community of white sands in the Serra de Itabaiana National Park, Northeastern of Brazil, and to relate them to climatic variables (precipitation and temperature). Biweekly collections were carried out (September/2015 to August/2017) and, with the data obtained, activity and Fournier indices were calculated to evaluate interspecific synchrony and intensity of phenophases, respectively, as well as correlations between phenophases and climatic variables. Most of the species presented semi-deciduous strategy, with continuous activity of production and leaf fall throughout the year. Flowering and fruiting were also continuous, with peaks of activity/intensity in the dry season and dry-rainy transition, respectively. It was observed a predominance of zoochoric species, and different patterns of fruiting between species with abiotic syndromes (anemochory and autochory), with greater activity in the dry season, and biotic (zoochory), with activity mainly in the rainy season. The temperature was the abiotic variable that most correlated with the phenophases, especially the fruiting, suggesting that climatic factors exert influence on the phenological activities. Knowledge of phenology is fundamental to understanding the dynamics of plant communities.

**Keywords:** Phenology, vegetation, shrub-tree community, climatic variables, white sands, Serra de Itabaiana National Park.

## **Introdução**

A fenologia é o estudo da ocorrência de eventos biológicos repetitivos, de suas causas em relação a fatores bióticos e abióticos, e da inter-relação entre fases caracterizadas por estes eventos, numa mesma ou em diferentes espécies (Lieth 1974). Estes eventos estão relacionados a um ou mais fatores ecológicos e representam estratégias adaptativas das espécies (Martins 1982). Estudos fenológicos são importantes para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais, contribuindo para o entendimento da regeneração e reprodução das espécies, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades, das interações e da coevolução entre plantas e animais (Schaik *et al.* 1993, Morellato & Leitão-Filho 1992, Williams *et al.* 1999).

Os padrões fenológicos de crescimento e reprodução das plantas, que ocorrem em ciclos anuais na maior parte das formações vegetais do mundo, estão entre os aspectos mais marcantes da história natural (Primack 1985), e podem ser influenciados por uma série de fatores abióticos como pluviosidade, temperatura e comprimento do dia (Sarmiento & Monasterio 1983, Reich & Borchert 1984, Schaik *et al.* 1993, Morellato *et al.* 2000), modos de dispersão (Wheelwright 1985, Morellato & Leitão Filho 1992), atividades de polinizadores e dispersores (Janzen 1967, Rathke & Lacey 1985) e fatores filogenéticos (Kochmer & Handel 1986).

Vegetações com climas mais sazonais possuem variações periódicas na produção de folhas, flores e frutos, sendo a alternância das estações seca e úmida o principal fator envolvido no desencadeamento dessas fenofases (Morellato *et al.* 1990, Schaik *et al.* 1993). No entanto, picos e depressões nas curvas fenológicas de brotamento, queda foliar, floração e frutificação, não ocorrem apenas em climas com estação seca bem marcada, mas também em áreas úmidas, onde as condições climáticas variam de forma mais sutil ou irregular (Longman & Jenik 1987).

Um dos maiores desafios dos estudos fenológicos nos trópicos é a grande diversidade e heterogeneidade ambiental encontradas nessas regiões (Ramirez 2002). No Brasil, as pesquisas fenológicas vêm aumentando nos últimos anos, tanto na Floresta Atlântica (Talora & Morellato 2000, Morellato *et al.* 2000, Bencker & Morellato 2002b, San Martin-Gajardo & Morellato 2003, Mantovani *et al.* 2003, Pereira *et al.* 2008, Rubim *et al.* 2010) quanto no Cerrado (Batalha & Mantovani 2000, Oliveira & Gibbs 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Tannus *et al.* 2006, Pirani *et al.* 2009), bem como na Floresta Amazônica (Alencar *et al.* 1979, Pires-O'Brien 1993, Ruiz & Alencar 1999, Wallace & Painter 2002) e na Caatinga (Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa *et al.* 2003, Amorim *et al.* 2009, Souza *et al.* 2014).

No Nordeste brasileiro, os estudos sobre fenologia de comunidades vegetais ainda são escassos, o que dificulta a observação de possíveis padrões influenciados pelas peculiaridades climáticas locais. No Estado de Sergipe, na zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga, encontra-se o Parque Nacional Serra de Itabaiana (Carvalho & Vilar 2005), caracterizado por possuir várias fitofisionomias (Vicente *et al.* 2005), que vão desde campo até floresta, e dentre elas as Areias Brancas (Dantas *et al.* 2010), que se apresenta como um tipo de vegetação savanoide ainda pouco estudada.

Este trabalho teve como objetivos descrever o comportamento fenológico reprodutivo e vegetativo da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil, e relacioná-lo com as variáveis climáticas (precipitação e temperatura), partindo-se da premissa de que estas variáveis exercem influência sobre os padrões fenológicos, mesmo em ambientes onde a sazonalidade é menos pronunciada.



## Material e Métodos

**Área de estudo** – O Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) (Fig. 1.1), situado a cerca de 40 km de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil (ICMBio 2016), apresenta-se como uma zona de transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga (Carvalho & Vilar 2005) e abriga diversas fitofisionomias, a depender do relevo e do solo no qual se encontram (Vicente *et al.* 2005). Inserido nos municípios de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga d'Ajuda e Campo do Brito, possui uma área aproximada de 8000 ha, constituída de três serras residuais – Cajueiro, Comprida e de Itabaiana, esta última o ponto mais alto da unidade de conservação (659 m) – bem como solos rasos (neossolos litólicos distróficos) na região de escarpa e topo das serras, e profundos e lixiviados (neossolos quartzarênicos) nas partes mais baixas (ICMBio 2016). O clima da região, segundo Classificação de Köppen, é do tipo As', clima tropical com estação seca de verão e moderado excedente hídrico de inverno, com índice hídrico de Thornthwaite (Im) entre -1,3 e -8,8 (Sergipe 1978).

O estudo foi desenvolvido em uma área de vegetação savanoide, localizada entre os riachos Água Fria e dos Negros (10°45'8,64"S e 37°20'19,62"O), a 200 m de altitude, denominada Areias Brancas. Trata-se de uma formação vegetal aberta, com um estrato arbóreo ralo e disperso, arbustos (em sua maioria) agregados formando moitas, e espécies herbáceas entre os arbustos ou no solo desnudo (Dantas *et al.* 2010), excessivamente drenado, ácido e de baixa fertilidade natural (Jacomine *et al.* 1975). Em levantamento fitossociológico realizado na área, Dantas *et al.* (2010) amostraram um total de 24 espécies do componente arbustivo-arbóreo da vegetação das Areias Brancas, distribuídas em 17 famílias, com destaque para Fabaceae (quatro espécies), seguida por Dilleniaceae e Rubiaceae (três, cada). A densidade total estimada (para as áreas mais fechadas) foi de 635 ind ha<sup>-1</sup>, tendo como

espécies mais abundantes *Agarista revoluta* (Spreng.) J.D. Hook. ex Nied., *Coccoloba laevis* Casar. e *Chamaecrista cytisoides* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby.

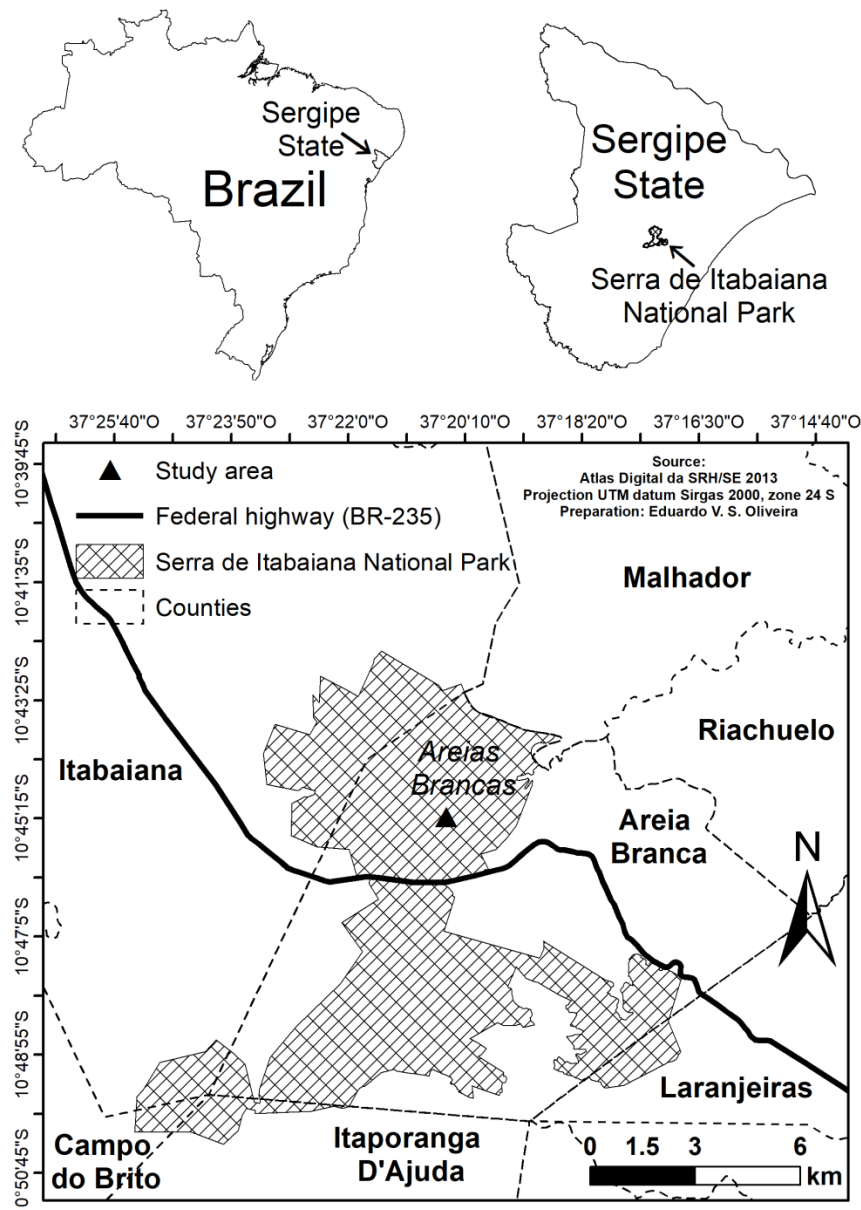


Figura 1.1. Mapa do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI), localizado no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil.

**Amostragem, identificação das espécies e acompanhamento fenológico** – Foram instalados quatro tansectos (5x50m cada) e marcados os indivíduos com os hábitos arbustivo e arbóreo ocorrentes no interior dos mesmos, segundo a classificação das formas de vida proposta por Eiten (1992). Para as espécies mais abundantes, foram considerados 10 indivíduos,

distribuídos entre os transectos, mantendo certa distância entre os mesmos. O material testemunho das espécies foi depositado no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (Herbário ASE), e identificado por meio de comparação com o acervo do mesmo, bibliografia especializada e consulta a especialistas. O sistema de classificação adotado foi o Angiosperm Phylogeny Group IV - APG IV (2016). A grafia dos nomes científicos e a autoria das espécies foram realizadas a partir de consulta ao banco de dados do Tropicos (Missouri Botanical Garden 2017) e ao site da Flora do Brasil 2020 em construção (2017).

As observações fenológicas foram realizadas quinzenalmente, de setembro/2015 a agosto/2017, e para cada indivíduo amostrado foi registrada a presença ou ausência das fenofases floração (botões e antese) e frutificação (frutos imaturos e maduros) (Morellato *et al.* 1989), bem como estimada a intensidade dessas fenofases em escala semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre elas (Fournier 1974). O mesmo procedimento foi adotado para as fenofases brotamento e queda foliar, porém em uma escala temporal menor (setembro/2016 a agosto/2017). Nas observações fenológicas, a fase de botão se estendeu do início de sua formação até a abertura do mesmo; a antese, da abertura das flores até a queda das peças florais; o fruto imaturo, da formação até o amadurecimento; e o fruto maduro, do amadurecimento até a dispersão. Foi considerado como brotamento o aparecimento de folhas jovens (geralmente com coloração diferenciada), e queda foliar a presença de folhas secas na copa e a abscisão das mesmas.

**Análise dos dados** – Para avaliar a sincronia interespecífica, foram calculadas mensalmente, utilizando o índice de atividade (presença ou ausência), as porcentagens de espécies do componente arbustivo-arbóreo (considerando o N total da amostra) que apresentavam uma determinada fenofase. Considerando a intensidade de cada fenofase, foi calculada a porcentagem de Fournier (Fournier 1974), variável que evidencia os picos fenológicos com

maior precisão e refinamento, e que consiste na somatória das categorias de Fournier dos indivíduos, dividido pelo máximo de Fournier que pode ser alcançado por todos os indivíduos na amostra e multiplicado por 100 (Bencke & Morellato 2002a).

As espécies foram classificadas em três grupos fenológicos vegetativos definidos pela ocorrência e intensidade das fenofases queda foliar e brotamento: decíduas (apresentam atividade foliar – brotamento e queda – concentrada em uma época do ano, com ausência total das folhas); semidecíduas (apresentam atividade foliar em determinado período de tempo, porém não ficam totalmente sem folhas); e perenifólias (substituem suas folhas velhas pelas novas continuamente durante o ano, sem uma época ou data definida) (Morellato *et al.* 1989).

Quanto à frequência anual de eventos de floração e frutificação, as espécies foram classificadas em: contínuas (ocorrência esporádica ao longo do ano); sub-anual (mais de um evento por ano); anual (um evento a cada ano) e supra-anual (eventos em intervalos de dois anos ou mais) (Newstrom *et al.* 1994). Para a tipificação dos frutos (ou diásporos) seguiu-se a classificação de Barroso *et al.* (1999). As síndromes de dispersão foram determinadas segundo a classificação de Pijl (1982) modificado, e as espécies classificadas como: anemocóricas (dispersão pelo vento); zoocóricas (dispersão por animais) e autocóricas (auto-dispersão – gravidade ou deiscência explosiva).

Para verificar a distribuição dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk (W). Como alguns conjuntos de dados não apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre o número de espécies observadas mensalmente em cada fenofase e as variáveis climáticas (precipitação total mensal e temperatura mensal – média, mínima e máxima). Para a fenofase frutificação foram feitas correlações com o número de espécies pertencentes a cada síndrome de dispersão (Zar 1998). Foi investigada a relação entre as variáveis climáticas no mesmo mês, no primeiro e no segundo meses anteriores aos eventos fenológicos, já que as respostas fenológicas aos estímulos ambientais podem se

manifestar prontamente ou tardiamente (*time lag*). As análises dos dados foram realizadas utilizando o software PAST 3.19 (Hammer *et al.* 2001).

Foram obtidos dados de precipitação diária para o município de Areia Branca/SE, junto ao Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA), para o cálculo da precipitação acumulada mensal para o período do estudo (setembro/2015 a agosto/2017). A média das precipitações acumuladas mensais da última década (precipitação histórica de 01.09.2007 a 31.08.2017) também foi calculada para definir a estação chuvosa (e mais fria), que na área de estudo vai de abril a agosto, com máximas se concentrando em maio, junho e julho (Fig. 1.2).

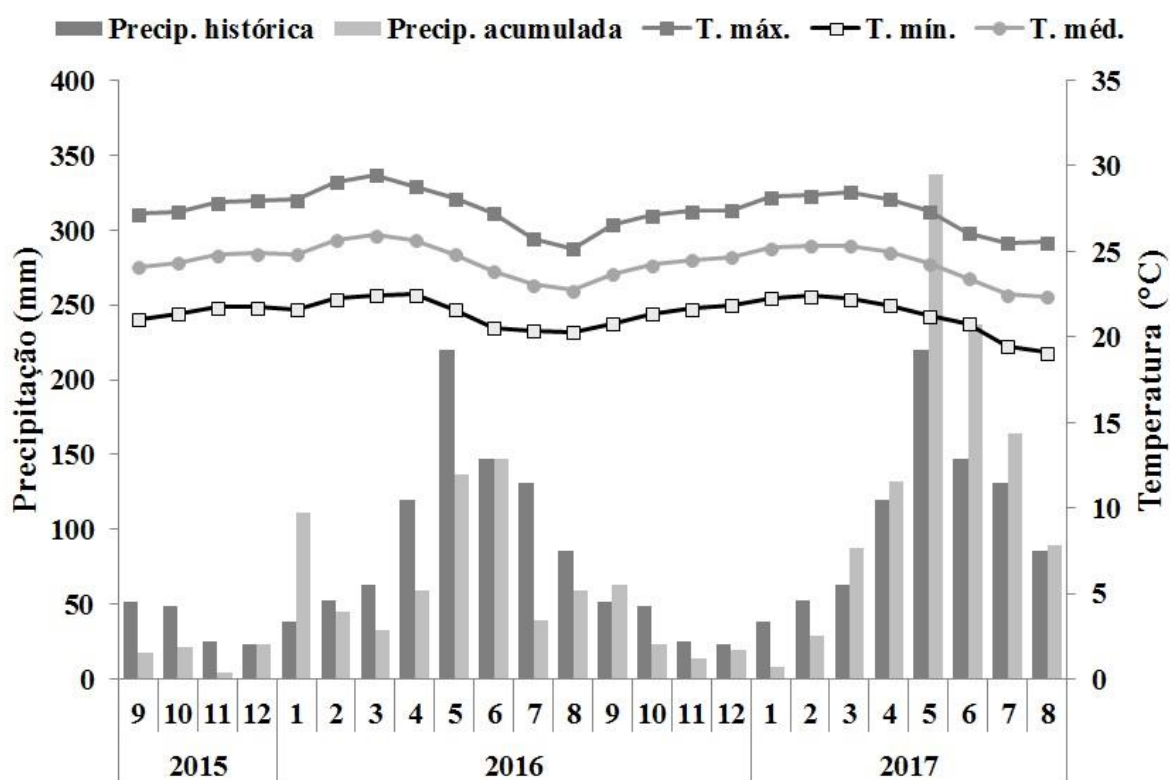


Figura 1.2. Distribuição da precipitação histórica mensal (2007-2017) e precipitação acumulada mensal, temperaturas média, máxima e mínima (setembro/2015 a agosto/2017) para o município de Areia Branca, Sergipe, Brasil.

A precipitação acumulada anual média (2007-2017) foi de 1007 mm. O primeiro ano de estudo (2015-2016) apresentou precipitação inferior (696 mm) e o segundo (2016-2017)

superior (1205 mm) em relação à média dos últimos 10 anos. Os meses de menor e maior precipitação acumulada foram novembro/2015 (4,07 mm) e maio/2017 (337,01 mm), respectivamente (Fig. 1.2).

As informações climáticas sobre temperatura foram obtidas junto à Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH). Ao longo do período de estudo, as temperaturas médias mensais oscilaram entre 22,3°C e 26,0°C, e as temperaturas máximas e mínimas mensais variaram de 25,2°C à 29,5°C e 19,1°C à 22,5°C, respectivamente (Fig. 1.2).

## **Resultados**

Foi estudada a fenologia de 170 indivíduos com hábitos arbustivo e arbóreo, pertencentes a 30 espécies e 22 famílias botânicas. O número de indivíduos amostrados para cada espécie variou em função da densidade encontrada nas Areias Brancas do PNSI. Em todos os meses, foram observadas espécies florescendo, frutificando, brotando e perdendo folhas (Tab. 1.1).

**Fenofases vegetativas** – A maioria das espécies estudadas (73,3%) apresentou estratégia fenológica vegetativa semidecídua, seguida pela perenifólia (20,0%) e decídua (6,7%). Dentre as espécies semidecíduas mais abundantes destacaram-se *Agarista revoluta*, *Chamaecrista cytisoides*, *Coccoloba laevis*, *Guapira pernambucensis*, *Guettarda platypoda* e *Maytenus obtusifolia*. As espécies perenifólias mais representativas foram *Acritopappus confertus*, *Chiococca plowmanii* e *Myrcia lundiana*. Apenas duas espécies apresentaram estratégia decídua, *Andira cf. humilis* e *Coccoloba* sp. (Tab. 1.1).

Tabela 1.1. Épocas de ocorrência e frequência das fenofases das espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Nº de indivíduos (N); Classificação vegetativa (CV): perenifólia (P), semidecídua (SD) e decídua (D); Síndrome de dispersão (SD): anemocórica (Ane), autocórica (Auto) e zoocórica (Zoo).

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				CV	Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar		Floração	Frutificação		
<b>Apocynaceae</b>										
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	1	(10,12-1,4)	1-8 (9-7)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	37138
<b>Asteraceae</b>										
<i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	7	9-11,1-8 (9-1,3-8)	10-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	P	contínua	contínua	Ane	39286
<b>Burseraceae</b>										
<i>Tetragastris occhionii</i> (Rizzini) Daly	5	10-1 (10-3)	1-5 (11-7)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39275
<b>Calophyllaceae</b>										
<i>Kielmeyera rugosa</i> Choisy	6	1-7 (12-4,7)	9-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Ane	39279
<b>Celastraceae</b>										
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	9	5-8 (9-10,4-8)	9-8 (9-12,7-8)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39307

Tabela 1.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				CV	Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar		Floração	Frutificação		
<b>Clusiaceae</b>										
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	3	9-11	11-5	(9-8)	(9-8)	P	supra-anual	supra-anual	Zoo	37139
<i>Clusia</i> sp.	2	1-8 (9,11-7)	3-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	P	contínua	contínua	Zoo	37137
<b>Dilleniaceae</b>										
<i>Davilla flexuosa</i> A.St.-Hil.	3	9-2 (9-11,1-3)	1-8 (10-7)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39315
<b>Ericaceae</b>										
<i>Agarista revoluta</i> (Spreng.) J.D. Hook. ex Nied.	9	8 (9-10,7-8)	(9-3)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Ane	39301
<b>Fabaceae (Caesalpinioideae)</b>										
<i>Chamaecrista cytisoides</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	9	9-11,1,6,8 (9-10,4,7)	10-3,6 (9-2,4)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Auto	39273
<b>Fabaceae (Faboideae)</b>										
<i>Andira</i> cf. <i>humilis</i> Mart. ex Benth.	2	-	-	(12-7)	(12-11,4-8)	D	supra-anual	supra-anual	Zoo <sup>1</sup>	39361



Tabela 1.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				CV	Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar		Floração	Frutificação		
<i>Leptolobium bijugum</i> (Spreng.) Vogel	6	(11-1)	12-2 (1-8)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Ane	39331
<b>Humiriaceae</b>										
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	6	9-8 (9-8)	11-7 (9-8)	(9-8)	(9-8)	SD	contínua	contínua	Zoo	39263
<b>Lamiaceae</b>										
<i>Eplingiella fruticosa</i> (Salzm. ex Benth.) Harley & J.F.B. Pastore	1	1-4,8 (9-4,7)	2-3 (9-5)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Auto <sup>1</sup>	39342
<b>Malpighiaceae</b>										
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	1	(9-2)	2-6 (11-6)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39287
<b>Melastomataceae</b>										
<i>Miconia amoena</i> Triana	3	1-3,8 (9-3,8)	1-4 (1-5)	(9-8)	(9-8)	P	anual	anual	Zoo	39337
<b>Myrtaceae</b>										
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	4	1-5 (2-8)	5-8 (9,4-8)	(9-11,1-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39374

Tabela 1.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				CV	Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar		Floração	Frutificação		
<i>Myrcia lundiana</i> Kiaersk.	5	1 (11-3)	2-8	(10,12-8)	(9-8)	P	anual	supra- anual	Zoo	39274
<b>Nyctaginaceae</b>										
<i>Guapira</i> aff. <i>obtusata</i> (Jacq.) Little	7	12-2,5 (10-4)	2-3,5-8 (9,11-6)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39266
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell	10	1-8 (9-5)	2-4,8 (9-10,1-5)	(9-8)	(9-8)	SD	contínua	sub- anual	Zoo	39336
<b>Ochnaceae</b>										
<i>Ouratea cuspidata</i> (A.St.-Hil.) Engl.	6	12-2 (12-4)	1-5 (3)	(10-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39261
<b>Polygonaceae</b>										
<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	9	9-2 (10-2,4-5)	9-8 (9-8)	(10-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39260
<i>Coccoloba</i> sp.	10	12-1 (12-1)	1-2 (1-2)	(12-1,3- 6,8)	(9-8)	D	anual	anual	Zoo	39330
<b>Primulaceae</b>										
<i>Myrsine parvifolia</i> A.DC.	7	1-2,4-6 (12-1,3-5)	9,11,5 (4)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo <sup>1</sup>	39350

Tabela 1.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				CV	Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar		Floração	Frutificação		
<b>Rubiaceae</b>										
<i>Chiococca plowmanii</i> Delprete	10	9-8 (9-8)	10-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	P	contínua	contínua	Zoo	39321
<i>Cordia obtusa</i> (K.Schum.) Kuntze	5	(9-10)	1-5 (11-5)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	37148
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	10	11-3 (9,11-5)	9-11,2-8 (9-11,2-8)	(10-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39259
<b>Schoepfiaceae</b>										
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A.DC.	5	3,5-8 (9,11,1-8)	9,5,7-8 (9-10,7-8)	(9-8)	(9-8)	SD	anual	anual	Zoo	39306
<b>Verbenaceae</b>										
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	7	9-10,12-8 (9-8)	9-11,1-8 (9-11,1-8)	(9-8)	(9-8)	SD	contínua	contínua	Zoo	39365
<i>Lantana lucida</i> Schauer	2	1-8 (9,11-8)	1-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	SD	contínua	contínua	Zoo	39285

1. Classificação baseada na literatura.

**Padrões fenológicos vegetativos** – A produção de folhas na comunidade analisada foi contínua ao longo do ano. Em todos os meses, mais de 80% das espécies apresentaram folhas jovens com coloração diferenciada (avermelhada ou verde-clara) (Fig. 1.3A). A intensidade de brotamento, avaliada pela porcentagem de Fournier, variou de forma bastante discreta ao longo do ano. O mês de maior intensidade foi abril/2017 (24,0%) e o de menor intensidade foi setembro/2016 (12,0%), início da estação chuvosa e seca, respectivamente (Fig. 1.3B).

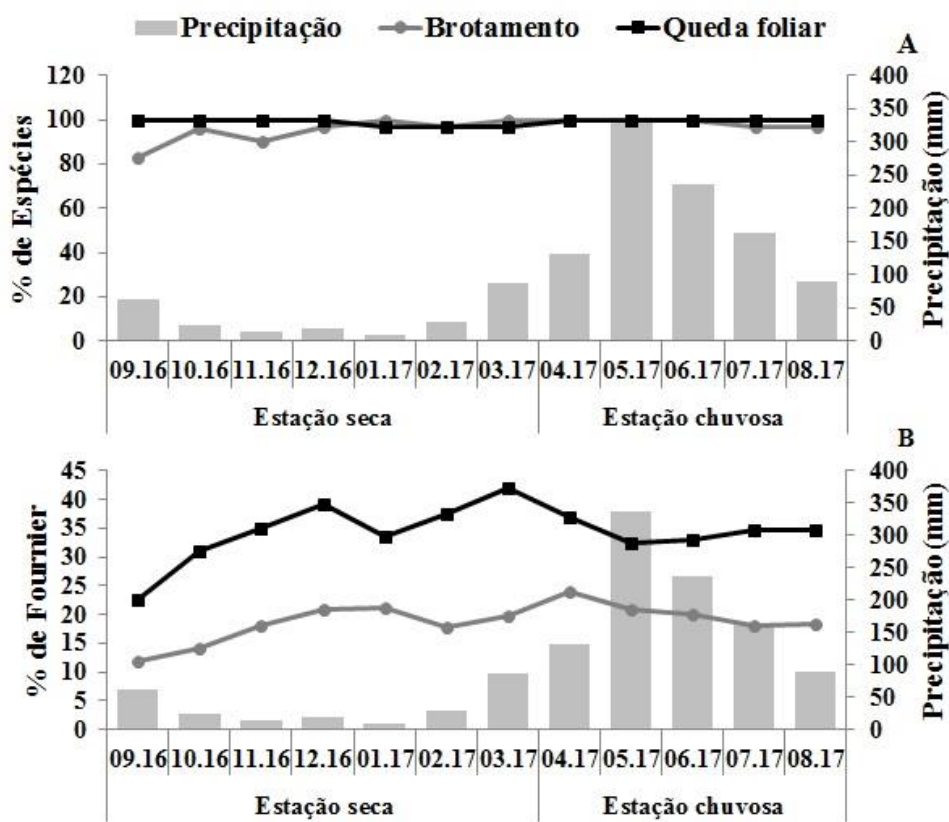


Figura 1.3. Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de brotamento e queda foliar na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

A queda de folhas também foi contínua, com mais de 95% das espécies apresentando essa fenofase ao longo do período de estudo (Fig. 1.3A). A intensidade da fenofase também variou de forma discreta ao longo do ano. Os meses de maior intensidade foram

dezembro/2016 (39,4%), considerado um dos meses mais secos para a região, e março/2017 (42,1%), final da estação seca, e o de menor intensidade setembro/2016 (22,7%) (Fig. 1.3B).

As espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no PNSI manifestaram as atividades de brotamento e queda foliar durante todo o período de estudo, porém com intensidades diferenciadas. A queda foliar mostrou-se superior ao brotamento em todos os meses do ano, chegando a atingir mais que o dobro da intensidade desta última fenofase nos meses outubro/2016, fevereiro/2017 e março/2017. Os meses de maior intensidade de brotamento (janeiro/2017 e abril/2017) foram precedidos pelos meses de maior intensidade de queda foliar (dezembro/2016 e março/2017).

De acordo com o índice de Fournier, e sem levar em consideração o tamanho populacional, as 10 espécies do componente arbustivo-arbóreo mais representativas para o brotamento e queda foliar contribuíram com, respectivamente, 44,0% e 42,0% das intensidades de produção e abscisão de folhas registradas para as fenofases, durante o período de estudo. Dentre elas, *Agarista revoluta*, *Eplingiella fruticosa* e *Humiria balsamifera* foram as únicas em comum para ambas as fenofases, e mostraram-se bastante expressivas, aparecendo entre as cinco espécies com os maiores percentuais de Fournier registrados para a área (Fig. 1.4).

O brotamento mostrou correlação positiva e significativa com as temperaturas (máxima, média e mínima) dos dois meses que antecederam o evento, sendo que as correlações com as temperaturas do segundo mês anterior ao evento foram maiores ( $r_s = 0,83$ ;  $p < 0,01$  e  $r_s = 0,86$ ;  $p < 0,01$ ). Já a queda foliar foi correlacionada positiva e significativamente com os índices pluviométricos registrados para o segundo mês anterior ao da atividade ( $r_s = 0,66$ ;  $p = 0,02$ ) (Tab. 1.2).

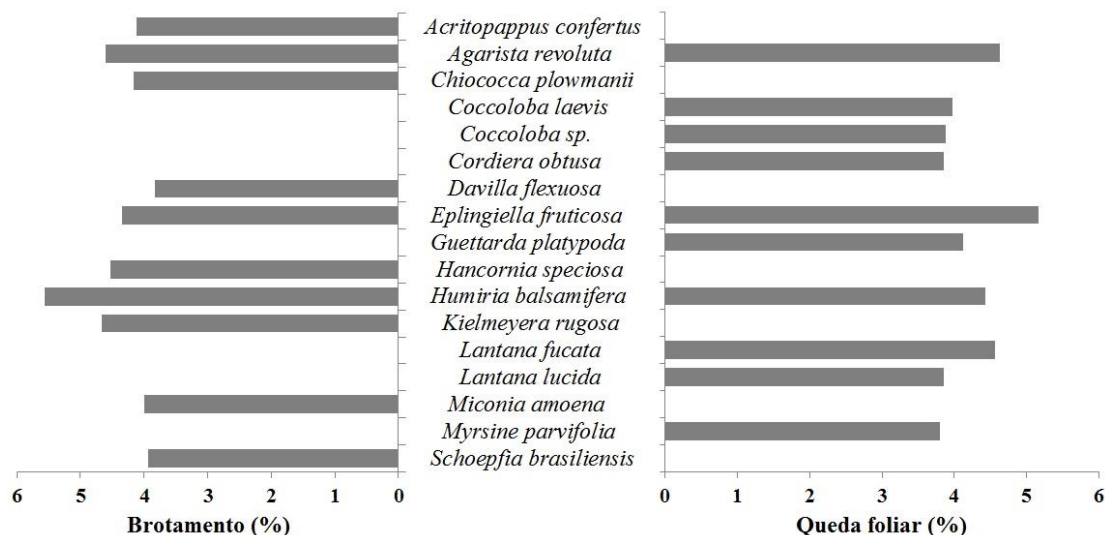


Figura 1.4. Relação das 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com o brotamento e a queda foliar, de acordo com o índice de Fournier.

Tabela 1.2. Coeficientes de Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as variáveis climáticas (precipitação total mensal e temperatura – máxima, média e mínima) e o número mensal de espécies da comunidade arbustivo-arbórea nas fenofases brotamento, queda foliar, floração (botão floral e antese) e frutificação (fruto imaturo e maduro). Para a fenofase frutificação, as correlações foram feitas separadamente para espécies anemocóricas, autocóricas e zoocóricas.

Variável climática	Fenofase	Mês do evento		1 mês antes		2 meses antes	
		$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
	Brotamento	0,43	0,16	0,22	0,49	-0,21	0,50
	Queda foliar	0,47	0,13	0,51	0,09	0,66	0,02
	Botão floral	-0,04	0,84	-0,32	0,13	-0,55	<0,01
	Antese	0,04	0,87	-0,14	0,50	-0,43	0,04
Precipitação	Fruto imaturo	0,17	0,41	0,06	0,76	-0,26	0,22
	Fruto maduro	0,36	0,09	0,05	0,81	-0,19	0,37
	Anemocóricas	0,14	0,51	-0,30	0,15	-0,54	0,01
	Autocóricas	-0,36	0,09	-0,41	0,04	-0,54	0,01
	Zoocóricas	0,49	0,01	0,28	0,19	0,07	0,76

Tabela 1.2. Continuação

Variável climática	Fenofase	Mês do evento		1 mês antes		2 meses antes	
		rs	p	rs	p	rs	p
Temperatura Máxima	Brotamento	0,41	0,19	0,75	<0,01	0,83	<0,01
	Queda foliar	-0,47	0,13	-0,07	0,82	0,27	0,40
	Botão floral	0,41	0,04	0,24	0,26	0,07	0,74
	Antese	0,28	0,19	0,15	0,47	0,05	0,82
	Fruto imaturo	0,67	<0,01	0,67	<0,01	0,56	<0,01
	Fruto maduro	0,61	<0,01	0,71	<0,01	0,69	<0,01
	Anemocóricas	0,53	<0,01	0,51	0,01	0,41	0,04
	Autocóricas	0,51	0,01	0,20	0,34	-0,14	0,51
	Zoocóricas	0,41	0,04	0,62	<0,01	0,74	<0,01
Temperatura Média	Brotamento	0,35	0,27	0,68	0,01	0,86	<0,01
	Queda foliar	-0,47	0,13	-0,12	0,70	0,22	0,49
	Botão floral	0,41	0,04	0,33	0,12	0,11	0,61
	Antese	0,28	0,19	0,21	0,33	0,08	0,70
	Fruto imaturo	0,64	<0,01	0,69	<0,01	0,57	<0,01
	Fruto maduro	0,56	<0,01	0,72	<0,01	0,69	<0,01
	Anemocóricas	0,51	0,01	0,53	0,01	0,46	0,02
	Autocóricas	0,51	0,01	0,25	0,24	-0,07	0,76
	Zoocóricas	0,37	0,08	0,61	<0,01	0,71	<0,01
Temperatura Mínima	Brotamento	0,30	0,35	0,61	0,04	0,86	<0,01
	Queda foliar	-0,47	0,13	-0,22	0,49	0,12	0,70
	Botão floral	0,46	0,03	0,47	0,02	0,25	0,23
	Antese	0,34	0,10	0,33	0,12	0,25	0,25
	Fruto imaturo	0,58	<0,01	0,70	<0,01	0,59	<0,01
	Fruto maduro	0,47	0,02	0,69	<0,01	0,70	<0,01
	Anemocóricas	0,49	0,01	0,63	<0,01	0,56	<0,01
	Autocóricas	0,58	<0,01	0,31	0,13	0,07	0,74
	Zoocóricas	0,26	0,22	0,54	0,01	0,66	<0,01

**Fenofases reprodutivas** – A floração ocorreu em períodos curtos (um a três meses) para quatro espécies (13,3%) e foi longa (quatro ou mais meses) para 25 espécies (83,3%). O período de frutificação foi curto para duas espécies (6,7%) e longo para 27 espécies (90,0%). *Andira cf. humilis* foi a única espécie que não floresceu nem frutificou durante o período de estudo (Tab. 1.1).

Houve predomínio de espécies com eventos anuais de floração (70,0%) e frutificação (66,7%). *Coccoloba laevis*, *Davilla flexuosa*, *Guettarda platypoda*, *Hancornia speciosa* e *Kielmeyera rugosa* apresentaram-se como espécies de frequência anual de floração e frutificação, nas quais os frutos permaneceram na planta por muito tempo, em alguns casos alcançando a próxima floração. Em *Coccoloba* sp. a floração e a frutificação ocorreram em curta escala temporal: a floração entre dezembro e janeiro, e a frutificação entre janeiro e fevereiro, em ambos os anos do estudo. *Myrsine parvifolia* também apresentou floração e frutificação anuais, com pequena produção de frutos observada no penúltimo mês de floração de cada ano (Tab.1.1).

Seis espécies apresentaram frequência de floração e frutificação contínuas – *Acritopappus confertus*, *Chiococca plowmanii*, *Clusia* sp., *Humiria balsamifera*, *Lantana fucata* e *Lantana lucida* – e duas espécies frequência supra-anual – *Andira cf. humilis* e *Clusia nemorosa*, sendo que para a primeira foi observada ausência de atividade (floração e frutificação) durante o período analisado, e para a segunda, atividade restrita ao primeiro ano do estudo. Para *Myrcia lundiana* observou-se floração anual e frutificação supra-anual (com registro apenas para o primeiro ano), enquanto que para *Guapira pernambucensis* a floração foi contínua e a frutificação sub-anual. Também foram observados indivíduos isolados florescendo fora do período de floração da espécie, mas nesses casos, geralmente, não foram produzidos frutos (Tab. 1.1).



**Padrões fenológicos de floração** – a floração nas espécies estudadas ocorreu durante todo o ano, nos dois períodos de amostragem. A maior porcentagem de espécies em botão ocorreu em janeiro/2016 e janeiro/2017 (75,0% e 76,7% das espécies, respectivamente), enquanto que a menor porcentagem observada foi em julho/2016 (34,5%), e em junho/2017 e agosto/2017 (30,0%, cada) (Fig. 1.5A). A maior intensidade de Fournier para a fenofase botão também foi registrada em janeiro/2016 (19,5%) e em janeiro/2017 (15,3%), já a menor intensidade foi verificada em setembro/2015 e agosto/2016 (4,5%, cada) e em agosto/2017 (4,0%) (Fig. 1.5B).

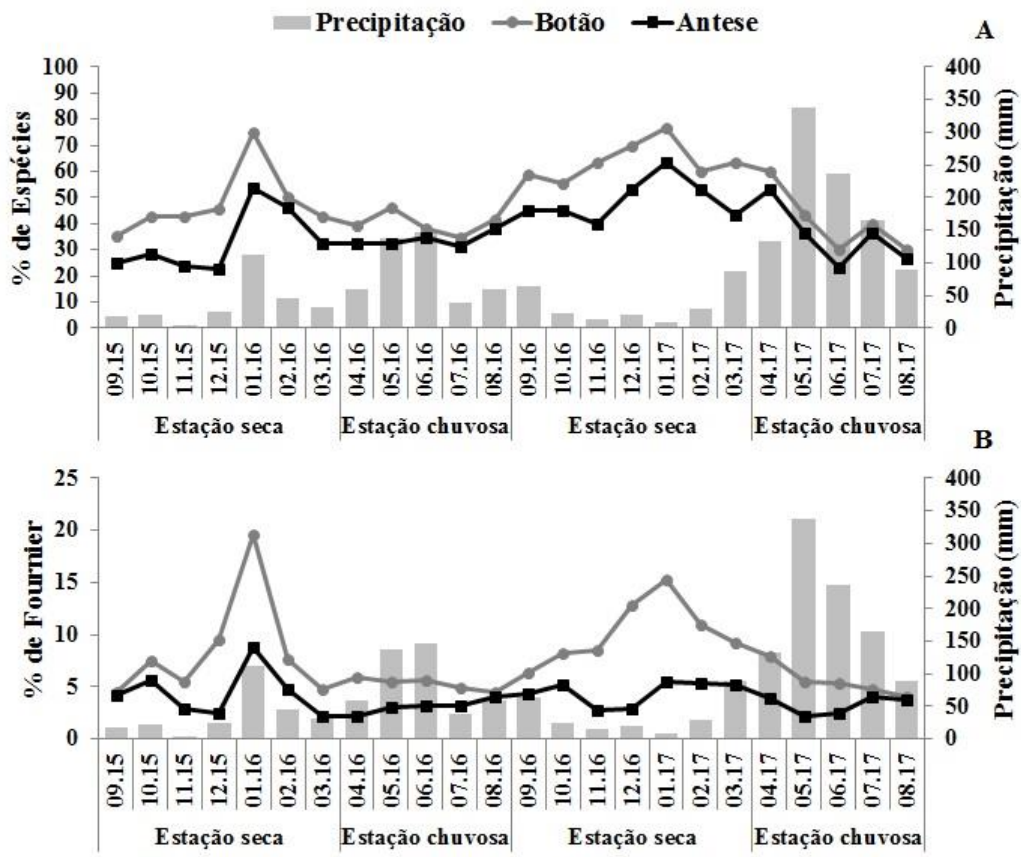


Figura 1.5. Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de floração na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

A ocorrência de botões foi seguida pela fase de antese das flores, porém em menor proporção e intensidade. O máximo de espécies em antese também ocorreu em janeiro/2016 (53,6% das espécies) e janeiro/2017 (63,3% das espécies). No entanto, o mínimo de espécies

ocorreu em dezembro/2015 (22,8%) e junho/2017 (23,3%) (Fig. 1.5A). A intensidade de antese, em 2016, teve seu ápice em janeiro (8,9%), e em 2017, apresentou-se relativamente constante de janeiro a março (em torno de 5,0%). Os meses de março/2016, abril/2016 e maio/2017 apresentaram as menores intensidades da fenofase antese (2,2% cada) (Fig. 1.5B).

Embora tenham sido observadas espécies florescendo durante o ano todo, o ritmo de produção de flores apresentou certa sazonalidade. Os picos de emissão de botões florais e antese ocorreram na estação seca, em ambos os anos. Houve maior sincronia entre as espécies em floração nos meses de janeiro (2016 e 2017), e embora o número de espécies em atividade registrado para essa fenofase em janeiro/2017 tenha sido ligeiramente superior ao de janeiro/2016, neste último período as espécies apresentaram maior intensidade na produção de flores e botões (Fig. 1.5A-B).

Ao analisar o índice de Fournier de cada espécie, constatou-se que *Chiococca plowmanii*, *Lantana fucata*, *Humiria balsamifera*, *Guettarda platypoda* e *Acritopappus confertus* foram as espécies que mais contribuíram com a floração, por ordem de intensidade, ao longo do período amostrado. No primeiro ano, as cinco espécies juntas contribuíram com mais de 40% do total de botões e flores produzidos, e no segundo ano, com quase 50% da intensidade registrada (Fig. 1.6).

A floração, em especial o botão floral, apresentou correlação negativa e significativa com a precipitação registrada para o segundo mês anterior ao evento fenológico ( $r_s = -0,55$ ;  $p < 0,01$ ), bem como relação positiva e significativa com as temperaturas, em especial com a temperatura mínima do mês do evento e do mês anterior ao mesmo ( $r_s = 0,46$ ;  $p = 0,03$  e  $r_s = 0,47$ ;  $p = 0,02$  respectivamente) (Tab. 1.2).

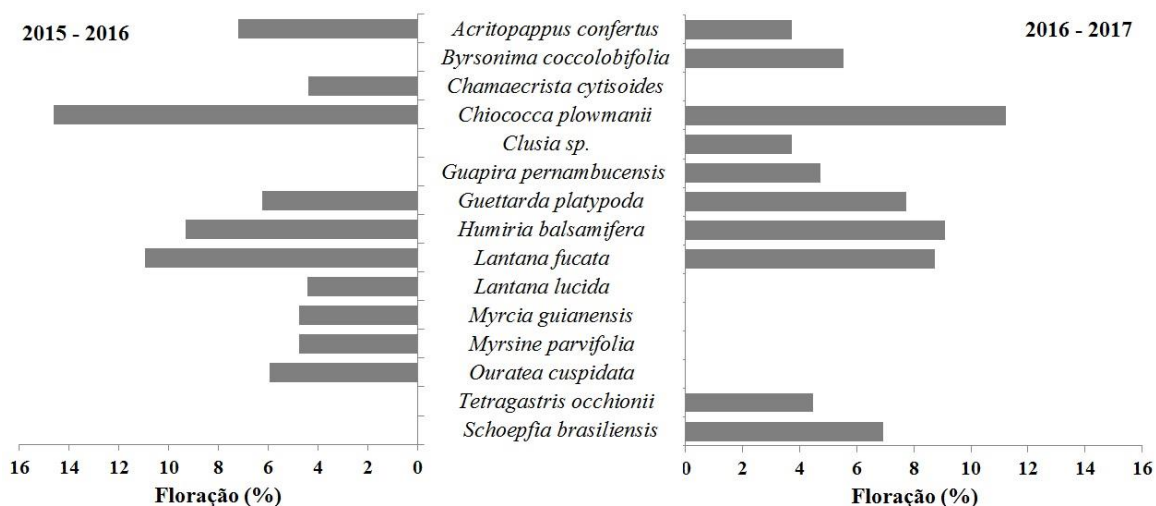


Figura 1.6. Relação das 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a floração, de acordo com o índice de Fournier.

**Padrões fenológicos de frutificação** – A frutificação ocorreu durante todo o período de estudo. No primeiro ano, as maiores porcentagens de espécies e de Fournier para frutos imaturos ocorreram em março/2016 (78,6% e 10,4%, respectivamente), e as menores em dezembro/2015 (31,8% e 3,2%, respectivamente). Já no segundo ano, o maior percentual de espécies com frutos imaturos foi registrado em abril/2017 (70,0%) e o percentual de Fournier apresentou dois picos de intensidade: novembro/2016 (9,3%) e abril/2017 (8,6%), enquanto que os menores percentuais de espécie e de Fournier foram observados em agosto/2017 (36,7%) e dezembro/2016 (3,7%), respectivamente (Fig. 1.7A-B).

O período com maior porcentagem de espécies com frutos maduros no primeiro ano de estudo foi março/2016 (71,4%), e com menor porcentagem, setembro/2015 (20,0%). E no ano seguinte, as maiores porcentagens foram registradas de fevereiro a maio/2017 (com valores em torno de 55,0%), e a menor em outubro/2016 (27,6%) (Fig. 1.7A). Com relação à intensidade de Fournier, no primeiro ano de amostragem, os maiores valores para frutos maduros foram verificados em fevereiro/2016 (5,6%), e no segundo ano, em dezembro/2016 (4,2%). As menores intensidades foram verificadas em maio/2016 (2,4%) no primeiro ano, e

em outubro/2016, fevereiro/2017 e março/2017 (em torno de 2,0%, cada), no ano seguinte (Fig. 1.7B).

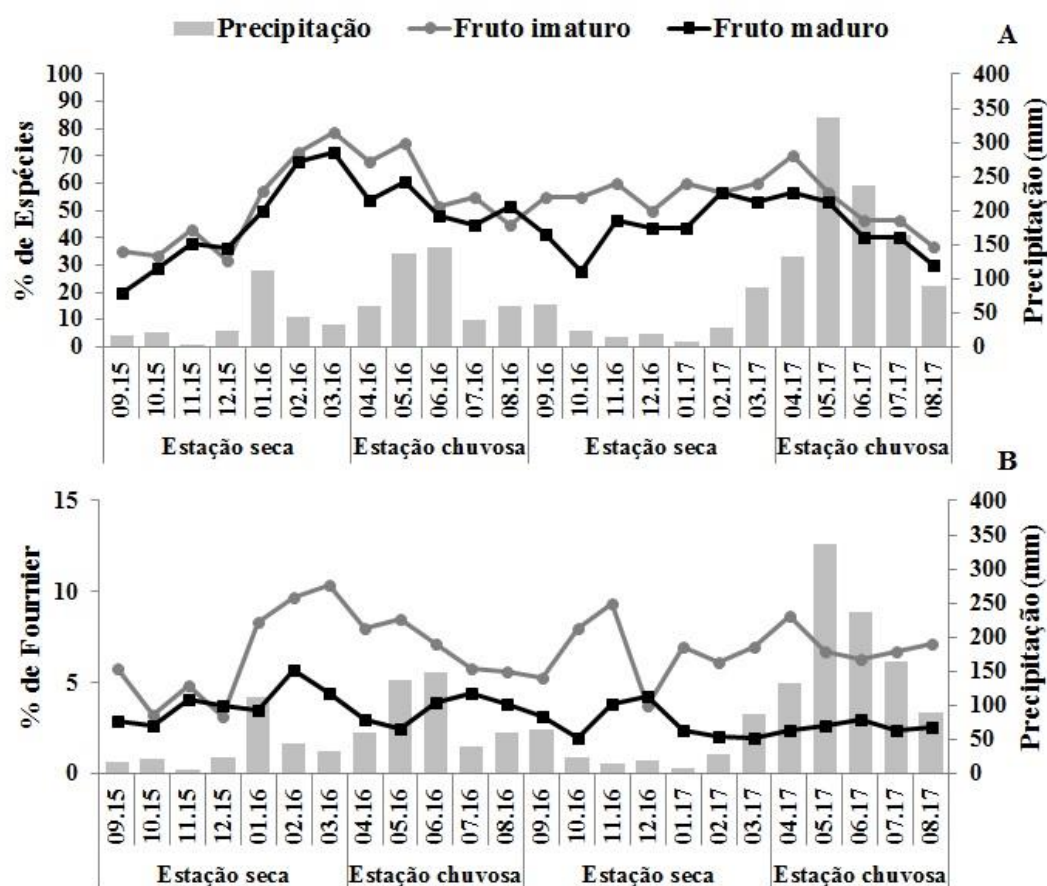


Figura 1.7. Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de frutificação na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

A frutificação também apresentou certa sazonalidade. De modo geral, foi observada uma maior sincronia de espécies frutificando, bem como maior intensidade na produção de frutos, entre o final da estação seca e início da estação chuvosa. Vale destacar que, no início da estação seca do segundo ano amostral, houve uma acentuada produção de frutos imaturos, fato que não foi observado no mesmo período do ano anterior. O número de espécies com frutos imaturos, bem como a intensidade da fenofase, superou o de frutos maduros na quase totalidade dos meses amostrados, com exceção de dezembro/2015 e agosto/2016 (para o

percentual de espécies), e dezembro/2015 e dezembro/2016 (para o percentual de Fournier) (Fig. 1.7A-B).

Dentre as espécies que mais contribuíram com a frutificação no período amostrado, destacam-se, em ordem decrescente de intensidade, *Chiococca plowmanii*, *Guettarda platypoda*, *Acritopappus confertus*, *Cordia obtusa*, *Lantana fucata*, *Coccoloba laevis*, *Lantana lucida* e *Hancornia speciosa*. Estas oito espécies figuraram entre as 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas mais expressivas para a fenofase, e juntas contribuíram com cerca de 60% da produção de frutos (imaturos e maduros) nos dois anos de estudo (2015-2017) (Fig. 1.8).

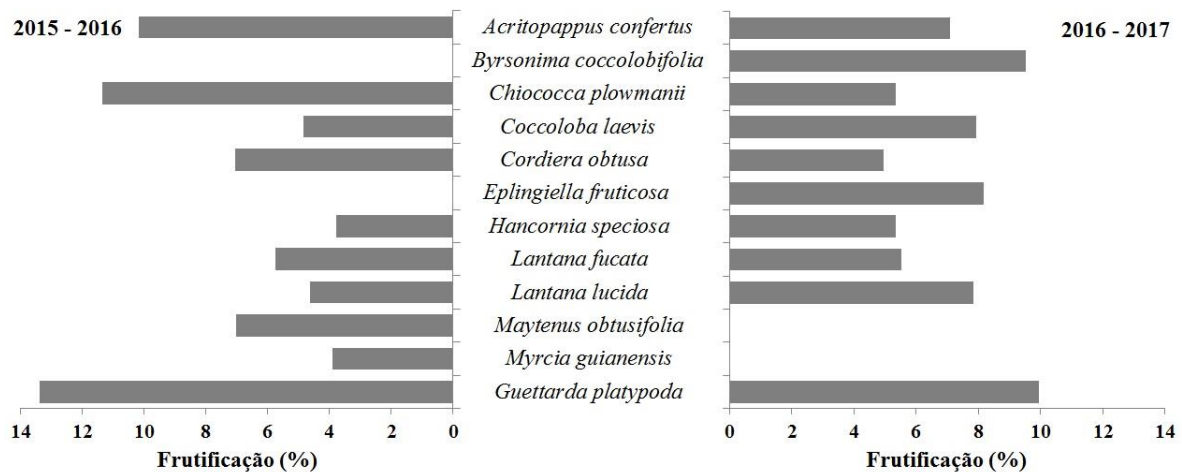


Figura 1.8. Relação das 10 espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a frutificação, de acordo com o índice de Fournier.

A frutificação foi correlacionada positiva e significativamente com as temperaturas do mês do evento, bem como dos dois meses anteriores, sendo que as maiores correlações foram verificadas no primeiro mês anterior ao evento, entre o fruto imaturo e a temperatura mínima ( $r_s = 0,70$ ;  $p < 0,01$ ) e fruto maduro e temperatura média ( $r_s = 0,72$ ;  $p < 0,01$ ) (Tab. 1.2).

Do total de espécies arbustivas e arbóreas registradas para as Areias Brancas no PNSI, 24 espécies (80,0%) apresentaram síndrome zoocórica, quatro (13,3%) anemocórica, e duas

(6,7%) autocórica (Tab. 1.1). Ao longo do período de estudo, foram verificadas espécies anemocóricas e zoocóricas frutificando em quase todos os meses, exceto em setembro/2015, período em que não foi registrada atividade por parte das espécies anemocóricas. Já as espécies autocóricas apresentaram frutificação praticamente restrita à estação seca (Fig. 1.9A).

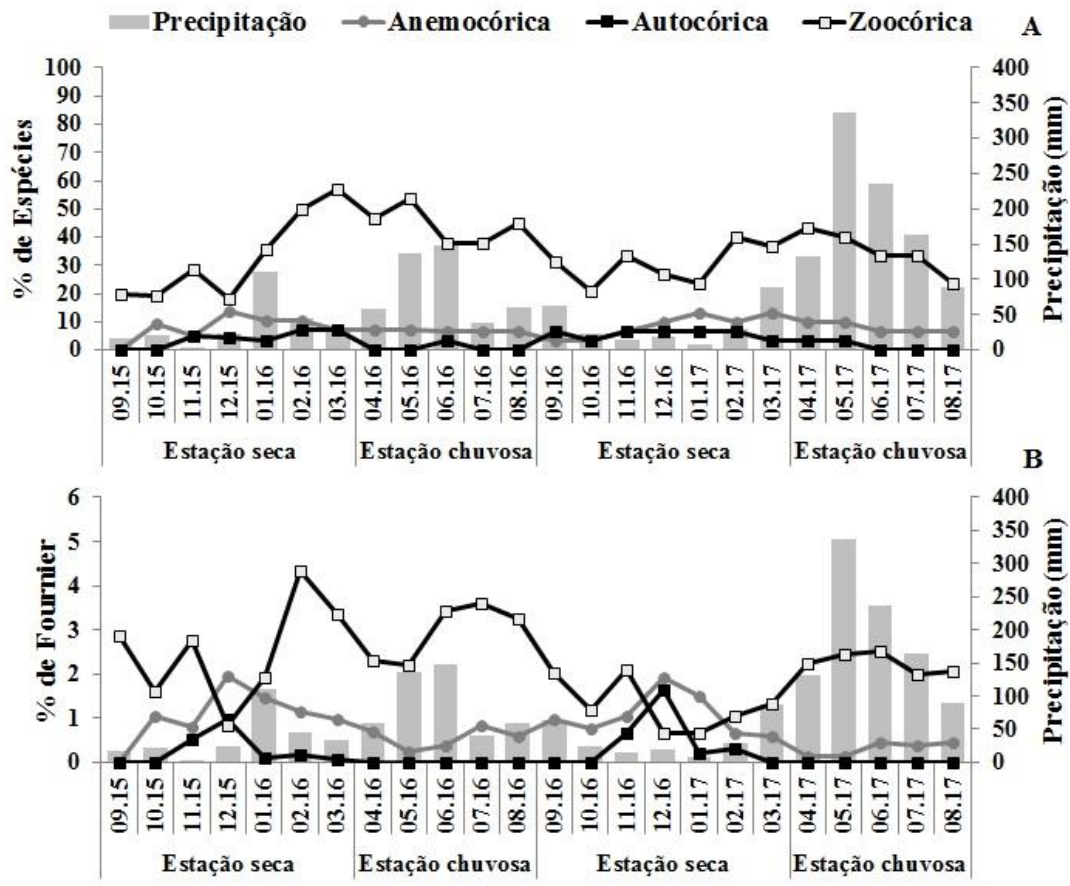


Figura 1.9. Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de espécies frutificando, segundo a síndrome de dispersão, na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

Para as espécies anemocóricas e autocóricas, as maiores porcentagens de espécies em atividade e de intensidade de Fournier foram verificadas na estação seca, com os picos de intensidade de frutificação em dezembro, em ambos os períodos observados, e para ambas as síndromes (Fig. 1.9A-B). Em relação às espécies zoocóricas, as maiores porcentagens de

espécies em atividade foram observadas entre o final da estação seca e início da estação chuvosa, para os dois anos amostrados (Fig. 1.9A). Mas, quando analisado o percentual de Fournier, observou-se uma maior intensidade de frutificação na estação chuvosa, para ambos os períodos estudados. No entanto, também foi verificado um pico de frutificação no final da estação seca do primeiro ano do estudo (fevereiro/2016), o que possivelmente ocorreu em virtude do volume de chuvas registrado no mês anterior, fato não observado no mesmo período do ano seguinte (Fig. 1.9B).

O número mensal de espécies anemocóricas foi correlacionado negativa e significativamente com a precipitação do segundo mês anterior ao evento ( $r_s = -0,54$ ;  $p = 0,01$ ), e positiva e significativamente com as temperaturas, sendo que a maior correlação foi verificada com a temperatura mínima do primeiro mês anterior ao evento ( $r_s = 0,63$ ;  $p < 0,01$ ). Entre as espécies autocóricas e a precipitação houve relação negativa e significativa com o primeiro e o segundo meses anteriores ao evento, sendo registrada maior correlação com este último ( $r_s = -0,54$ ;  $p = 0,01$ ), e positiva e significativa com as temperaturas do mês do evento, sendo observada maior correlação com a temperatura mínima ( $r_s = 0,58$ ;  $p < 0,01$ ). Houve correlação positiva e significativa entre as espécies zoocóricas em frutificação e a precipitação registrada no mês do evento ( $r_s = 0,49$ ;  $p = 0,01$ ), e entre estas e as temperaturas, especialmente as temperaturas máximas, registradas no primeiro e no segundo meses que antecederam o evento ( $r_s = 0,62$ ;  $p < 0,01$  e  $r_s = 0,74$ ;  $p < 0,01$ , respectivamente) (Tab. 1.2).

## **Discussão**

**Fenologia vegetativa** – As espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no PNSI apresentaram distintos comportamentos fenológicos. Foram observadas desde espécies perenifólias (ex. *Myrcia lundiana*), cuja atividade foliar se deu de forma contínua durante o ano, até espécies decíduas (ex. *Coccoloba* sp.), em que os períodos de produção e perda de

folhas foram bem marcados. Entretanto, houve predomínio de espécies com estratégia vegetativa semidecídua, que não perderam totalmente suas folhas, mas apresentaram variação no grau de deciduidade ao longo do ano. Segundo Reich & Borchert (1984), espécies de árvores tropicais podem variar de perenifólias até decíduas, dependendo do grau de seca sazonal e do seu potencial de reidratação e controle de perda de água.

Este padrão diferiu do que foi encontrado em áreas de Cerrado (Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009) e de Caatinga (Machado *et al.* 1997, Barbosa *et al.* 2003, Amorim *et al.* 2009), onde a maioria das espécies foi classificada como decídua, bem como em áreas de Floresta Atlântica de Altitude (Costa *et al.* 1992) e de Floresta de Planície Litorânea (Talora & Morellato 2000), com predomínio de espécies perenifólias. Ao que tudo indica, quanto maior for a restrição hídrica imposta pela sazonalidade climática, maior será o número de espécies com estratégia decídua nas comunidades (Pirani *et al.* 2009).

Em todos os meses foram observadas espécies perdendo e produzindo folhas, o que sugere um padrão contínuo de queda foliar e brotamento, porém com discreta variação na intensidade das fenofases. O padrão fenológico vegetativo observado em trabalhos desenvolvidos em outras áreas de vegetação savanoide (Mantovani & Martins 1988; Batalha *et al.* 1997; Oliveira & Gibbs 2000; Lenza & Klink 2006; Pirani *et al.* 2009), com o pico de queda foliar no final da estação seca seguido pelo de brotamento no início da estação chuvosa, não se manifestou de forma consistente na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas, o que reforça a particularidade desta vegetação.

Neste estudo foi constatada alta correlação positiva entre brotamento e temperatura, e, segundo Morellato *et al.* (1989), a elevação da temperatura pode induzir o brotamento em árvores tropicais, por meio da estimulação do desenvolvimento de brotos apicais pré-dormentes. A abscisão foliar também pode ser um fator indutor do brotamento em algumas espécies, pois reduziria a perda de água pela planta, levando à reidratação dos ramos e



produção de folhas, mesmo em períodos secos (Reich & Borchert 1984). A produção de folhas jovens no final do período seco ou no início do chuvoso, quando os índices pluviométricos ainda são relativamente mais baixos, reduziria a perda de nutrientes, uma vez que as mesmas são mais suscetíveis à lixiviação pela água das chuvas (Sarmiento *et al.* 1985).

**Fenologia reprodutiva** – A maioria das espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas apresentou floração e frutificação anuais, padrão comumente descrito para espécies lenhosas (Oliveira & Gibbs 2000, Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009). *Andira* cf. *humilis*, única espécie que não apresentou atividade reprodutiva durante o período de amostragem, pode ter sido representada por indivíduos que não atingiram a fase reprodutiva, fato registrado com frequência em estudos fenológicos de comunidades vegetais (Mantovani & Martins 1988, Morellato *et al.* 1989, Miranda 1995, Griz & Machado 2001).

Ao longo de todo ano, verificou-se espécies em floração na comunidade das Areias Brancas no PNSI, mas os picos de atividade e intensidade foram observados na estação seca, o que sugere que a reprodução das espécies do componente arbustivo-arbóreo não é limitada pela redução de água no solo nessa estação (Lenza & Klink 2006), o que pode ser corroborado pela correlação negativa verificada entre esta fenofase e a precipitação do segundo mês anterior ao evento fenológico.

Este fato fica ainda mais evidente ao observar o comportamento da floração (botão e antese) no primeiro ano de estudo (Fig. 1.5A-B), com os picos de atividade e intensidade em janeiro, exatamente dois meses depois do menor volume de chuvas registrado para a região, e na sequência uma queda brusca na produção de botões e flores, ao que tudo indica, motivada pela precipitação ocorrida no mês de janeiro, muito acima da média histórica, confirmando a relação inversa entre esta fenofase e a precipitação.

A floração das espécies da comunidade arbustivo-arbórea durante a estação seca também foi verificada em estudos desenvolvidos em áreas de Cerrado (Aoki & Santos 1980, Miranda 1995, Pirani *et al.* 2009). A floração de espécies do cerrado na estação seca sugere disponibilidade de água para as plantas neste período, pelo menos para aquelas com sistema radicular profundo (Ferri 1944).

No entanto, esse comportamento diferiu do encontrado em outros trabalhos desenvolvidos no Cerrado, cujo pico de produção de flores ocorreu na transição entre estação seca e chuvosa (Batalha & Martins 2004, Tannus *et al.* 2006, Lenza & Klink 2006) ou mesmo no início da estação chuvosa (Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Oliveira & Gibbs 2000), bem como de estudos em áreas de Caatinga, com o pico de floração na estação chuvosa (Machado *et al.* 1997, Barbosa *et al.* 2003, Amorim *et al.* 2009).

De acordo com Sarmiento & Monasterio (1983), se as espécies lenhosas tivessem acesso à água durante todo o ano, por meio de seus sistemas radiculares, seria vantajoso reproduzir durante o período de escassez de água, e deixar para a estação chuvosa a função de armazenar reservas para auxiliar as atividades durante a estação seca. As espécies que florescem na estação seca apresentam ritmos endógenos só possíveis se há acúmulo de carbono e reserva de nutrientes durante a estação chuvosa que são translocados para os órgãos reprodutivos durante a estação seca (Larcher 2000).

A floração na estação seca ainda pode ser vista como uma estratégia para tornar as flores mais aparentes para os polinizadores (Janzen 1980, Mantovani & Martins 1988). Dentre os fatores bióticos, a polinização deve ter um papel fundamental na regulação da época de floração das espécies. Borchert (1983) comenta que, quando se analisa o comportamento da floração em espécies tropicais, é importante considerar que estes padrões devem ser

explicados como resultado do contexto geral de desenvolvimento da árvore, determinado por fatores climáticos, edáficos e bióticos.

A frutificação das espécies da comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas foi contínua ao longo do período de amostragem, o que sugere que o ambiente apresenta condições pouco restritivas ao desenvolvimento e amadurecimento dos frutos durante o ano todo (Talora & Morellato 2000). Embora a frutificação tenha sido constante ao longo do ano, foi observada uma maior sincronia das espécies em atividade entre o final da estação seca e início da estação chuvosa, período caracterizado por apresentar temperaturas ainda elevadas e aumento gradual da umidade.

Segundo Felfili *et al.* (1999), a umidade e a abundância de nutrientes liberados a partir da decomposição da serapilheira acumulada durante a estação seca, aumentam as chances de germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas. Além disso, as plântulas que surgem no início da estação chuvosa encontram melhores condições ambientais, o que favorece o desenvolvimento de sistemas radiculares profundos antes da próxima seca (Pirani *et al.* 2009).

Os padrões de frutificação verificados entre as espécies do componente arbustivo-arbóreo das Areias Brancas – presença de frutos durante todo o ano, zoocoria predominante na comunidade e diferentes padrões de frutificação entre as síndromes de dispersão bióticas (zoocoria) e abióticas (anemocoria e autocoria) – foram semelhantes aos encontrados em áreas de Cerrado (Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Tannus *et al.* 2006, Pirani *et al.* 2009) e Floresta Atlântica (Morellato *et al.* 1989, Morellato & Leitão Filho 1996, Talora & Morellato 2000).

Quando analisado pelo modo de dispersão, foi constatada uma maior concentração de espécies anemocóricas e autocóricas dispersando seus diásporos (frutos ou sementes) durante a estação seca, em contraste com a dispersão das espécies zoocóricas que ocorreu

principalmente durante a estação chuvosa. Esses padrões sugerem que espécies com síndromes abióticas e bióticas são influenciadas por diferentes fatores (Pirani *et al.* 2000), o que pode ser confirmado com a análise da correlação entre as variáveis climáticas e as fenofases.

As espécies autocóricas e anemocóricas apresentaram as maiores intensidades de frutificação (dispersão de diásporos) na estação seca, período em que ocorre a desidratação do pericarpo do fruto e a liberação das sementes (Mantovani & Martins 1988, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004), o que se justifica pelas correlações de Spearman obtidas (negativa com a precipitação e positiva com as temperaturas). A frutificação das espécies autocóricas, praticamente restrita à estação seca, foi a fenofase mais sazonal verificada neste estudo.

A frutificação das espécies zoocóricas teve início no final da estação seca e seguiu pela estação chuvosa, sendo verificada maior intensidade de dispersão dos diásporos na estação chuvosa, o que pode ser explicado pelas correlações positivas dessa fenofase com as temperaturas e a precipitação. A oferta regular de frutos zoocóricos, mesmo em ambientes sazonais, tem sido relacionada à estratégia de manutenção de recursos para dispersores (Morellato & Leitão Filho 1992). Mantovani & Martins (1988) sugerem que a diferença de tempo para a formação e maturação dos frutos entre as espécies lenhosas, proporciona a existência de frutos zoocóricos maduros durante todo o ano.

## **Conclusão**

Na comunidade arbustivo-arbórea das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana as atividades fenológicas vegetativas (brotamento e queda foliar) foram contínuas, porém com intensidades variando de forma discreta ao longo do período de estudo. Entretanto, as atividades reprodutivas (floração e frutificação), embora também observadas ao

longo de todo o ano, foram mais concentradas em determinado período, com maior sincronismo e intensidade da floração na estação seca, e da frutificação entre a estação seca e a chuvosa. Além disso, foi constatada diferença no padrão de frutificação por síndrome de dispersão, com as espécies zoocóricas dispersando, principalmente, na estação chuvosa, e as espécies anemocóricas e autocóricas, na estação seca.

A temperatura foi a variável abiótica que mais se correlacionou de forma direta com as fenofases, principalmente a frutificação e o brotamento, indicando que fatores climáticos exercem influência sobre a atividade fenológica mesmo em ambientes com sazonalidade menos pronunciada. O conhecimento sobre a fenologia das espécies vegetais é fundamental para entender a estrutura e o funcionamento da comunidade, bem como a disponibilidade de recursos para a fauna.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora (Processo 142155/2014-4), ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pelas autorizações para as coletas no PNSI (N<sup>os</sup> 50571-1 e 50571-2), ao Herbário ASE pelo acesso ao acervo, à Gilmara da Silva Freire pela assistência na identificação do material coletado e à Eduardo Vinícius da Silva Oliveira pela preparação do mapa.

### **Referências**

- Alencar JC, Almeida RA, Fernandes NP. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 1: 63-97.
- Amorim IL, Sampaio EVSB, Araújo EL. 2009. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. *Revista Árvore* 33(3): 491-499.

- Aoki H, Santos JR. 1980. Estudo da vegetação de cerrado na área do Distrito Federal, a partir de dados orbitais. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Barbosa DCA, Barbosa MCA, Lima LCM. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (Ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: UFPE. p. 657-693.
- Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF. 1999. Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Editora UFV.
- Batalha MA, Aragaki S, Mantovani W. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas, Pirassununga, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 11(1): 61-78.
- Batalha MA, Mantovani W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60(1): 129-145.
- Batalha MA, Martins FR. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany* 52: 149-161.
- Bencke CSC, Morellato LPC. 2002a. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(3): 269-275.
- Bencker CSC, Morellato LPC. 2002b. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(2): 237-248.

- Borchert R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica* 15:81-89.
- Carvalho CM, Vilar JC. 2005. Introdução - Levantamento da Biota do Parque Nacional Serra de Itabaiana. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental - UFS. p. 9-14.
- Costa MLMN, Pereira TS, Andrade ACS. 1992. Fenologia de algumas espécies de Mata Atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). *Revista do Instituto Florestal* 4: 226-232.
- Dantas TVP, Nascimento-Júnior JE, Ribeiro AS, Prata APN. 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 575-588.
- Eiten G. 1992. Formas de crescimento das plantas vasculares. In Barros MAG (org.). *Boletim Informativo do Herbário da Universidade de Brasília*. Brasília: Universidade de Brasília. p. 6-13.
- Felfili JM, Silva-Junior MC, Dias BJ, Rezende AV. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 22(1): 83-90.
- Ferri MG. 1944. Transpiração de plantas permanentes dos "cerrados". *Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica* 4: 155-224.
- Flora do Brasil 2020 em construção. 2017. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. 15 mai. 2017.
- Fournier LA. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- Griz LMS, Machado ICS. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.

- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- ICMBio. 2016. Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana. Brasília. 177p. <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2211>>. 17 jul. 2017.
- Jacomine PKT, Montenegro JO, Ribeiro MR, Formiga RA. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas, Boletim Técnico, 36. <[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62757/1/CNPS-BOL.-TEC.-36-75.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62757/1/CNPS-BOL.-TEC.-36-75.pdf)>. 17 jul. 2017.
- Janzen DH. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- Janzen DH. 1980. *Ecologia vegetal nos trópicos*. São Paulo: EPU e EDUSP.
- Larcher W. 2000. As influências do ambiente sobre o crescimento e sobre o desenvolvimento. In: Prado CHBA (trad.). *Ecofisiologia Vegetal*. RiMa, São Carlos/SP. p. 295-340.
- Lenza E, Klink CA. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 627-638.
- Lieth H. 1974. Purpose of a phenology book. In Lieth H (ed.). *Phenology and seasonality modeling*. Berlin: Springer, p.3-19.
- Longman KA, Jenik J. 1987. *Tropical forest and its environment*. Longman Singapore, Singapore.
- Kochmer JP, Handel SN. 1986. Constraints and competition in the evolution of flowering phenology. *Ecological Monographs*. 56: 303-325.
- Machado IC, Barros LM, Sampaio EVSB. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada – PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29(1): 57-68.



- Mantovani W, Martins FR. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11(1/2): 101-102.
- Mantovani M, Ruschel AR, Reis MS, Puchalski A, Nodari RO. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. *Revista Árvore* 27(4): 451-458.
- Martins FR. 1982. O balanço hídrico sequencial e o caráter semidecíduo da floresta do Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro (SP). *Revista Brasileira de Estatística* 43: 353-391.
- Miranda IS. 1995. Fenologia do estrato arbóreo de uma comunidade de cerrado em Alter-do-Chão, PA. *Revista Brasileira de Botânica* 18(2): 235-240.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In Morellato LPC (org.). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp/Fapesp, p.112-140.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28:180-191.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF, Rodrigues RR, Joly CA. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 50: 149-162.
- Morellato LPC, Rodrigues RR, Leitão-Filho HF, Joly CA. 1989. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 12: 85-98.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencker CC, Romera EC, Zipparro VB. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.

- Newstrom LE, Frankie GW, Baker HG. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- Oliveira PE, Gibbs PE. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the central Brazil. *Flora* 195(4): 311-329.
- Pereira TS, Costa MLMN, Moraes LFD, Luchiari C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 63(2): 329-339.
- Pijl LVD. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3 ed. New York: Springer Verlag.
- Pirani FR, Sanchez M, Pedroni F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em Cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1096-1109.
- Pires-O'Brien MJ. 1993. Phenology of tropical trees from Jari, lower amazon, I. phenology of eight forest communities. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 9: 67-92.
- Primack RB. 1985. Patterns of flowering phenology in communities, populations, individual, and single flowers. In White J (ed.). *The population structure of vegetation*. Dordrecht, p.571-593.
- Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA/CPTEC).  
<[http://proclima.cptec.inpe.br/balanco\\_hidrico/balancohidrico.shtml](http://proclima.cptec.inpe.br/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml)>. 15 jan. 2018.
- Ramirez N. 2002. Reproductive phenology, life-forms and habitats of the Venezuelan Central Plain. *American Journal of Botany* 89(5): 836-842.
- Rathcke B, Lacey EP. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179-214.
- Reich PB, Borchert R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.

- Rubim P, Nascimento HEM, Morellato LPC. 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24(3): 756-764.
- Ruiz JEA, Alencar JC. 1999. Interpretação fenológica de cinco espécies de Chrysobalanaceae na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica* 29(2): 223-242.
- San Martin-Gajardo I, Morellato LPC. 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 299-309.
- Sarmiento G, Goldstein G, Meinzer F. 1985. Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. *Biological Review* 60: 315-355.
- Sarmiento G, Monasterio M. 1983. Life forms and phenology. In Goodall DW (ed.). *Ecosystems of the world – tropical savannas*. Amsterdam: Elsevier, p. 79-108.
- Schaik CPV, Terborgh JW, Wright SJ. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377.
- Sergipe. 1978. Projeto básico para a implantação da Estação Ecológica Serra de Itabaiana-SE. Governo de Sergipe, Aracaju, Brasil. 34 p.
- Souza DNN, Camacho RGV, Melo JIM, Rocha LNG, Silva NF. 2014. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biotemas* 27(2): 31-42.
- Talora DC, Morellato LPC. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.
- Tannus JLS, Assis MA, Morellato LPC. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. *Biota Neotropica* 6(3). <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn02806032006>>. jan 2018.

<<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>. 15 mai. 2017.

Vicente A, Ribeiro AS, Santos EA, Franco CRP. 2005. Levantamento Botânico. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental – UFS. p. 15-37.

Wallace RB, Painter LE. 2002. Phenological patterns in a southern Amazonia tropical forest: implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management* 160: 19-33.

Wheelwright NT. 1985. Competition for dispersers, and the time of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. *Oikos* 44: 465-477.

Williams JR, Myers BA, Eamus D, Duff GA. 1999. Reproductive phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Biotropica* 31: 626-636.

Zar JH. 1998. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice–Hall.

## **Capítulo 2**

**Variações fenológicas da comunidade herbáceo-subarbustiva das  
Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe,  
Brasil**

## **Variações fenológicas da comunidade herbáceo-subarbutiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil**

Wedna de Jesus Machado<sup>1\*</sup>, João Juarez Soares<sup>1</sup> & Aduino de Souza Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Rodovia Washington Luis, Km 235, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Avenida Marechal Rondon, s/ nº, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil.

\* *Autor para correspondência:* wednamachado@gmail.com

### **Resumo**

O estudo teve como objetivo analisar o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo das espécies da comunidade herbáceo-subarbutiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, e relacioná-lo com as variáveis climáticas (precipitação e temperatura). Foram realizadas observações quinzenais (setembro/2015 a agosto/2017) e, com os dados obtidos, calculados os índices de atividade e de Fournier, para avaliar a sincronia interespecífica e a intensidade das fenofases, respectivamente, bem como as correlações entre as fenofases e as variáveis climáticas. A maioria das espécies apresentou atividade contínua de brotamento e queda foliar, porém com variações na intensidade das fenofases. As frequências de floração e frutificação foram contínuas, com os picos de intensidade registrados no final da estação chuvosa e início da estação seca, respectivamente. Foi constatado o predomínio de espécies autocóricas, bem como diferentes padrões de frutificação

entre as síndromes abióticas (anemocoria e autocoria), com maior atividade na estação seca, e bióticas (zoocoria), com atividade principalmente na estação chuvosa. A precipitação foi a variável climática que exerceu maior influência sobre os eventos fenológicos (vegetativos e reprodutivos), o que sugere que as chuvas podem ser um fator limitante para a maioria das espécies dessa comunidade.

**Palavras-chave:** Fenologia, vegetação, comunidade herbáceo-subarbusciva, variáveis climáticas, Areias Brancas, Parque Nacional Serra de Itabaiana.

### **Abstract**

The objective of this study was to analyze the vegetative and reproductive phenological behavior of the herbaceous-subshrub community of white sands in the Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil, and to relate it to climatic variables (precipitation and temperature). Biweekly observations were carried out (September/2015 to August/2017) and, with the data obtained, activity and Fournier indices were calculated to evaluate interspecific synchrony and intensity of phenophases, respectively, as well as correlations between phenophases and climatic variables. Most of the species presented continuous activity of production and leaf fall, but with variations in the intensity of the phenophases. The flowering and fruiting frequencies were continuous, with the intensity peaks recorded at the end of the rainy season and beginning of the dry season, respectively. It was observed the predominance of autochoric species, as well as different patterns of fruiting between the abiotic syndromes (anemochory and autochory), with greater activity in the dry season, and biotic (zoochory), with activity mainly in the rainy season. Precipitation was the climatic variable that exerted the greatest influence on phenological events (vegetative and reproductive), suggesting that rainfall may be a limiting factor for most species in this community.

**Keywords:** Phenology, vegetation, herbaceous-subshrub community, climatic variables, white sands, Serra de Itabaiana National Park.

## **Introdução**

Estudos fenológicos são muito importantes para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais, pois contribuem para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades, das interações planta-animal e da evolução da história de vida dos animais que dependem de plantas para alimentação, como herbívoros, polinizadores e dispersores (Schaik *et al.* 1993, Morellato & Leitão-Filho 1992, Williams *et al.* 1999).

Várias pesquisas, desenvolvidas tanto em savanas como em florestas tropicais, têm apontado questões importantes em relação ao funcionamento dos ecossistemas, como a magnitude da deciduidade, o grau de sincronia entre as fenofases e as causas proximais e finais dos eventos fenológicos (Williams *et al.* 1997). As causas proximais compreendem a precipitação (Opler *et al.* 1976), o estresse hídrico (Reich & Borchert 1984), a irradiação (Wright & Schaik 1994) e o fotoperíodo (Rivera & Borchert 2001), enquanto que as causas finais incluem a reprodução cruzada e abundância de polinizadores (Augspurger 1996), dispersores (Snow 1965) e predadores de sementes (Janzen 1971).

Eventos fenológicos sazonais e sincronizados podem representar vantagens adaptativas para muitas espécies tropicais. A floração sincronizada favorece a atração de polinizadores facilitando o fluxo de pólen e a reprodução cruzada (Marquis 1988), ao passo que a frutificação sincronizada, além de saciar os predadores de sementes (Janzen 1971), aumenta a atratividade de frugívoros para a dispersão de frutos e sementes (Smythe 1970). O tempo, a duração e o grau de sincronia das fenofases têm implicações sobre a quantidade e qualidade dos recursos disponíveis para os consumidores (polinizadores, dispersores e



predadores) e influencia a estrutura e o funcionamento das comunidades (Williams *et al.* 1999).

Nos últimos anos, as pesquisas fenológicas têm aumentado no Brasil, tanto em áreas de Cerrado (Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Oliveira & Gibbs 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Tannus *et al.* 2006, Pirani *et al.* 2009), quanto de Floresta Atlântica (Talora & Morellato 2000, Morellato *et al.* 2000, Bencker & Morellato 2002b, San Martin-Gajardo & Morellato 2003, Mantovani *et al.* 2003, Pereira *et al.* 2008, Rubim *et al.* 2010), bem como na Caatinga (Machado *et al.* 1997, Griz & Machado 2001, Barbosa *et al.* 2003, Amorim *et al.* 2009, Souza *et al.* 2014) e na Floresta Amazônica (Alencar *et al.* 1979, Pires-O'Brien 1993, Ruiz & Alencar 1999, Wallace & Painter 2002).

No entanto, a maior parte destas pesquisas limita-se ao componente arbustivo-arbóreo da vegetação, e poucos trabalhos contemplam a fenologia do componente herbáceo-subarbustivo (Mantovani & Martins 1988, Almeida 1995, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Munhoz & Felfili 2005, Tannus *et al.* 2006, Lima *et al.* 2007), que, em geral, é o componente que apresenta a maior diversidade de espécies numa comunidade vegetal, e fornece recursos a inúmeros organismos.

O entendimento das formas de vida das espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva, e de suas manifestações fenológicas, está condicionado à produção de conhecimento sobre a distribuição espacial e temporal dessas espécies e suas relações com os fatores ambientais (Munhoz & Felfili 2005). O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo das espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Nordeste do Brasil, procurando relacionar as variações nas fenofases com as variáveis abióticas (precipitação

pluviométrica e temperatura), tendo como pressuposto que os padrões fenológicos são influenciados pelas variáveis climáticas.

## **Material e Métodos**

**Área de estudo** – O Parque Nacional Serra de Itabaiana - PNSI (Fig. 2.1) encontra-se localizado a cerca de 40 km de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil, e inserido nos municípios de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga d'Ajuda e Campo do Brito (ICMBio 2016). Situado numa zona de transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga (Carvalho & Vilar 2005), abriga diversas fitofisionomias, a depender do relevo e do solo no qual se encontram (Vicente *et al.* 2005). Possui uma área aproximada de 8000 ha, constituída de três maciços residuais – Serras do Cajueiro, Comprida e o domo de Itabaiana, este último o ponto mais alto da unidade de conservação (659 m) (ICMBio 2016), e o segundo mais alto do Estado, superado apenas pela Serra da Guia (750 m) (Machado *et al.* 2012). Os solos são rasos (neossolos litólicos distróficos) na região de escarpa e topo das serras, e profundos e lixiviados (neossolos quartzarênicos) nas partes baixas (ICMBio 2016). Segundo a Classificação de Köppen, o clima da região é do tipo As', tropical com estação seca de verão e moderado excedente hídrico de inverno, com índice hídrico de Thorntwaite (Im) entre -1,3 e -8,8 (Sergipe 1978).

O estudo fenológico foi conduzido em uma área de vegetação savanoide, denominada por Dantas *et al.* (2010) como Areias Brancas, localizada entre os riachos Água Fria e dos Negros (10°45'8,64"S e 37°20'19,62"O), a 200 m de altitude. Trata-se de uma formação vegetal aberta, na qual o estrato arbóreo é ralo e disperso, a maioria dos arbustos apresenta distribuição agregada (formando moitas), com espécies herbáceas entre os mesmos ou no solo desnudo (Dantas *et al.* 2010), excessivamente drenado, ácido e de baixa fertilidade natural (Jacomine *et al.* 1975). Algumas herbáceas também podem ocorrer agregadas em moitas,

como é o caso de espécies das famílias Bromeliaceae (*Aechmea marauensis* Leme, *Aechmea mertensii* (G.Mey.) Schult. & Schult.f., *Hohenbergia catinae* Ule), Orchidaceae (*Cyrtopodium flavum* Link & Otto ex Rchb.f., *Epidendrum orchidiflorum* (Salzm.) Lindl., *Polystachya estrellensis* Rchb.f., *Sobralia liliastrum* Salzm. ex Lindl.) e Poaceae (*Andropogon bicornis* L., *Axonopus aureus* P. Beauv., *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze).

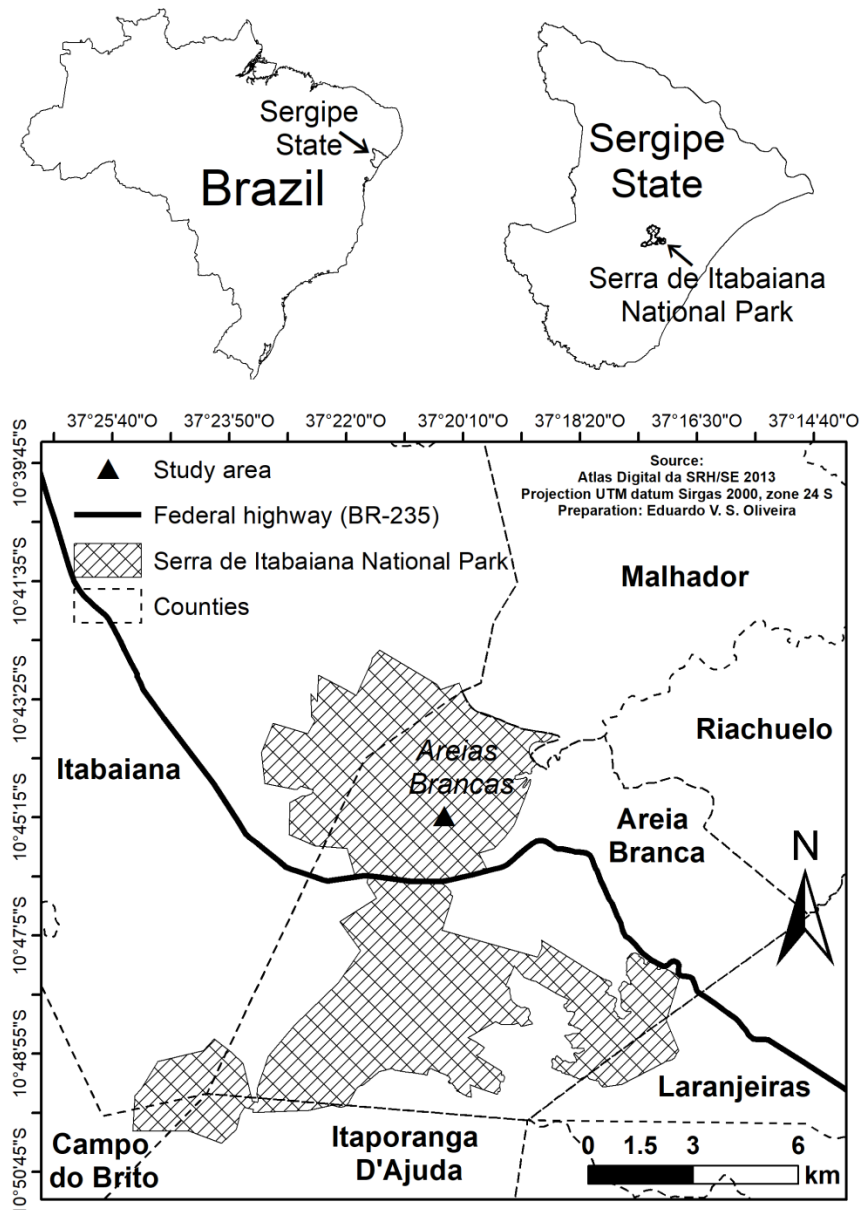


Figura 2.1. Mapa do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI), localizado no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil.

**Amostragem, identificação das espécies e acompanhamento fenológico** – Foram instalados quatro tansectos (5x50m cada) e marcados os indivíduos com os hábitos herbáceo e subarborescente, além de trepadeiras herbáceas, ocorrentes no interior dos mesmos, segundo a classificação das formas de vida proposta por Eiten (1992). Para as espécies mais numerosas foram considerados 10 indivíduos, distribuídos entre os transectos, mantendo certa distância entre os mesmos. Para algumas espécies herbáceas, principalmente gramíneas, bromélias e orquídeas terrestres, que ocorrem frequentemente agregadas, a separação dos indivíduos é muito difícil. Desse modo, optou-se por considerar a moita como um único indivíduo, o que influenciou no número de indivíduos amostrados por espécie. O material testemunho das espécies foi depositado no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (Herbário ASE), e identificado por meio de comparação com o acervo do mesmo, bibliografia especializada e consulta a especialistas. O sistema de classificação adotado foi o Angiosperm Phylogeny Group IV - APG IV (2016). A grafia dos nomes científicos e a autoria das espécies foram realizadas a partir de consulta ao banco de dados do Tropicos (Missouri Botanical Garden 2017) e ao site da Flora do Brasil 2020 em construção (2017).

As observações fenológicas foram realizadas a cada 15 dias, de setembro/2015 a agosto /2017, e para cada indivíduo amostrado foi registrada a presença ou ausência das fenofases floração (botões e antese) e frutificação (frutos imaturos e maduros) (Morellato *et al.* 1989), bem como estimada a intensidade das fenofases em escala semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre elas (Fournier 1974). O mesmo procedimento foi adotado para as fenofases brotamento e queda foliar, porém em uma escala temporal menor (setembro/2016 a agosto/2017). Nas observações fenológicas, a fase de botão se estendeu do início de sua formação até a abertura do mesmo; a antese, da abertura das flores até a queda das peças florais; o fruto imaturo, da formação até o amadurecimento; e o fruto maduro, do amadurecimento até a dispersão. Foi considerado como brotamento o

aparecimento de folhas jovens (geralmente com coloração diferenciada), e queda foliar a presença de folhas secas na planta ou a perda das mesmas.

**Análise dos dados** – Para avaliar a sincronia interespecífica, foram calculadas mensalmente, utilizando o índice de atividade (presença ou ausência), as porcentagens de espécies do componente herbáceo-subarbusivo (considerando o N total da amostra) que se apresentavam em uma determinada fenofase. Considerando a intensidade de cada fenofase, foi calculada a porcentagem de Fournier (Fournier 1974), variável que evidencia os picos fenológicos com maior precisão e refinamento, e que consiste na somatória das categorias de Fournier dos indivíduos, dividido pelo máximo de Fournier que pode ser alcançado por todos os indivíduos na amostra e multiplicado por 100 (Bencke & Morellato 2002a).

Quanto à frequência anual de eventos de floração e frutificação, as espécies foram classificadas em: contínuas (ocorrência esporádica ao longo do ano); anual (um evento a cada ano) e supra-anual (eventos em intervalos de dois anos ou mais) (Newstrom *et al.* 1994). Para a tipificação dos frutos (ou diásporos) seguiu-se a classificação de Barroso *et al.* (1999). As síndromes de dispersão foram determinadas segundo a classificação de Pijl (1982) modificado, e as espécies classificadas como: Anemocóricas (dispersão pelo vento); Zoocóricas (dispersão por animais) e Autocóricas (auto-dispersão – gravidade ou deiscência explosiva).

Para verificar a distribuição dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk (W). Como alguns conjuntos de dados não apresentaram distribuição normal, foi utilizada a análise de correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre o número de espécies observadas mensalmente em cada fenofase e as variáveis climáticas (precipitação total mensal e temperatura mensal – média, mínima e máxima). Para a fenofase frutificação, foram feitas correlações com o número de espécies pertencentes a cada síndrome de dispersão (Zar 1998). Como as respostas

fenológicas aos estímulos ambientais podem se manifestar prontamente ou tardiamente (*time lag*), foi verificada a relação entre as variáveis climáticas no mesmo mês, no primeiro e no segundo mês anterior aos eventos fenológicos. As análises dos dados foram realizadas utilizando o software PAST 3.19 (Hammer *et al.* 2001).

Foram obtidos dados de precipitação diária para o município de Areia Branca/SE, junto ao Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA), para o cálculo da precipitação acumulada mensal para o período do estudo (setembro/2015 a agosto/2017). A média das precipitações acumuladas mensais da última década (precipitação histórica de 01.09.2007 a 31.08.2017) também foi calculada para definir a estação chuvosa (e mais fria), que na área de estudo vai de abril a agosto, com máximas se concentrando em maio, junho e julho (Fig. 2.2).

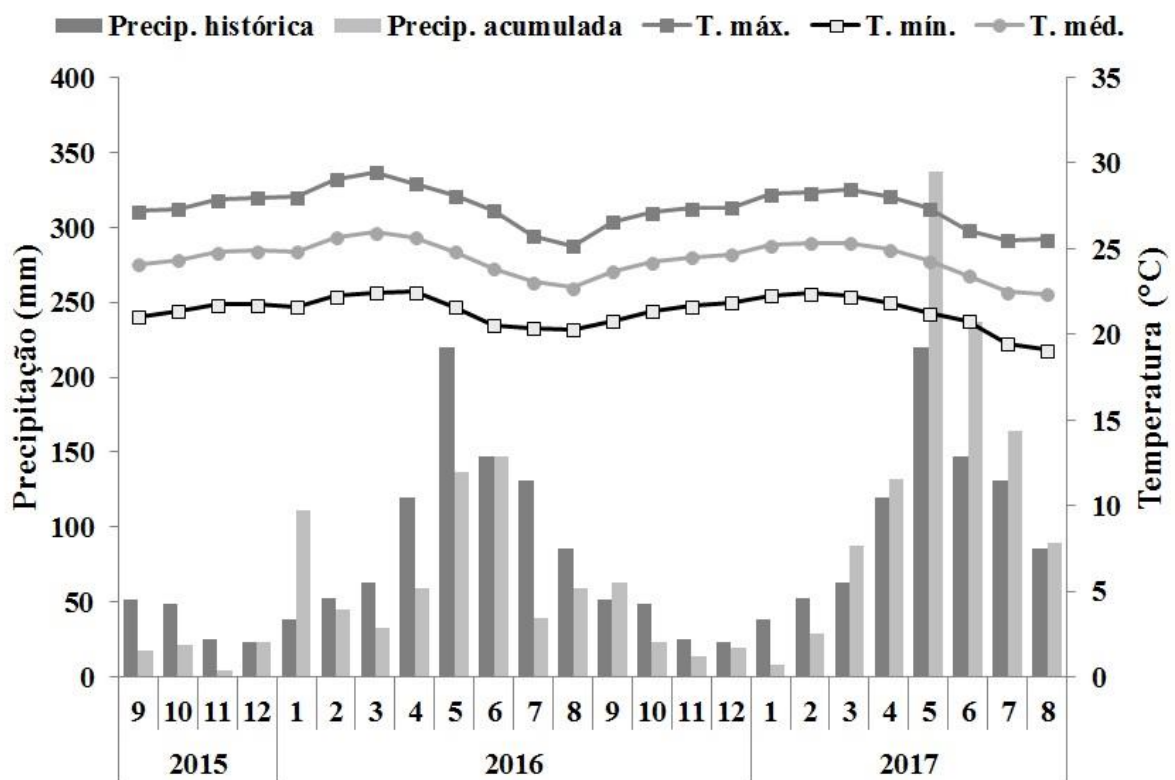


Figura 2.2. Distribuição da precipitação histórica mensal (2007-2017) e precipitação acumulada mensal, temperaturas média, máxima e mínima (setembro/2015 a agosto/2017) para o município de Areia Branca, Sergipe, Brasil.

A precipitação acumulada anual média (2007-2017) foi de 1007 mm. O primeiro ano de estudo (2015-2016) apresentou precipitação inferior (696 mm) e o segundo (2016-2017) superior (1205 mm) em relação à média dos últimos 10 anos. Os meses de menor e maior precipitação acumulada foram novembro/2015 (4,07 mm) e maio/2017 (337,01 mm), respectivamente (Fig. 2.2).

As informações climáticas sobre temperatura foram obtidas junto à Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH). Ao longo do período de estudo, as temperaturas médias mensais oscilaram entre 22,3°C e 26,0°C, e as temperaturas máximas e mínimas mensais variaram de 25,2°C à 29,5°C e 19,1°C à 22,5°C, respectivamente (Fig. 2.2).

## **Resultados**

Na comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana foi estudada a fenologia vegetativa e reprodutiva de 333 indivíduos, pertencentes a 71 espécies e 34 famílias botânicas. Em todos os meses, foram observadas espécies florescendo, frutificando, brotando e perdendo folhas (Tab. 2.1).

**Fenofases vegetativas** – Na comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas, o brotamento foi contínuo ao longo do ano, com mais de 75% das espécies produzindo folhas jovens em todos os meses. O maior percentual de espécies em brotamento foi observado em junho/2017 (97,1%) e o menor em setembro/2016 (75,4%). Quanto à intensidade da fenofase, avaliada pelo percentual de Fournier, o maior valor foi registrado em julho/2017 (27,5%) e o menor em setembro/2016 (11,3%) (Fig. 2.3A-B).

Assim como o brotamento, a queda foliar foi contínua, e também com mais de 75% das espécies em atividade ao longo dos meses, com exceção de setembro/2016 que apresentou o menor valor (46,0%). Os maiores percentuais de espécies perdendo folhas foram registrados

Tabela 2.1. Épocas de ocorrência e frequência das fenofases das espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Nº de indivíduos (N); Síndrome de dispersão (SD): anemocoria (Ane), autocoria (Auto) e zoocoria (Zoo)

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Amaranthaceae</b>									
<i>Gomphrena demissa</i> Mart.	2	(5-8)	-	(5-6)	(7-8)	supra-anual <sup>2</sup>	supra-anual <sup>2</sup>	Ane <sup>1</sup>	39371
<b>Apocynaceae</b>									
<i>Ditassa crassifolia</i> Decne.	4	6-8 (9,5-8)	8 (9,7-8)	(12-8)	(12-8)	anual	anual	Ane	39366
<i>Mandevilla microphylla</i> (Stadelm.) M.F.Sales & Kin.-Gouv.	3	10-8 (9-8)	1-8 (9-6)	(9-8)	(11-8)	contínua	contínua	Ane	37165
<i>Mandevilla moricandiana</i> (A.DC.) Woodson	10	9-8 (9-8)	9-8 (9-8)	(9-8)	(11-8)	contínua	contínua	Ane	39345
<b>Araceae</b>									
<i>Anthurium affine</i> Schott	1	1-3 (1-3)	3-4 (1-4)	(10-8)	(10-8)	anual	anual	Zoo	10645
<i>Anthurium bellum</i> Schott	1	9-10,1-4,7-8 (9-12,5-8)	10-11,4-5 (9-8)	(9-8)	(10-8)	contínua	contínua	Zoo	39339



Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Areaceae</b>									
<i>Allagoptera arenaria</i> (Gomes) Kuntze	6	5-8 (9-12,5-8)	10-5,8 (9-8)	(9-8)	(10-8)	anual	anual	Zoo	37159
<b>Aristolochiaceae</b>									
<i>Aristolochia tamnifolia</i> (Klotzsch) Duch.	2	3-5,8 (10-8)	2-7 (11-8)	(9-8)	(10-8)	contínua	contínua	Auto	39282
<b>Asteraceae</b>									
<i>Aspilia cf. martii</i> Baker	10	9-11,1-2,4-8 (9-11,3-8)	9-11,5-8 (9-10,5-8)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Ane	39372
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	1	(8)	(8)	-	-	contínua <sup>3</sup>	contínua <sup>3</sup>	Ane	11700
<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	7	9-7 (9-8)	9-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Ane	37141
<i>Litothamnus nitidus</i> (DC.) W.C.Holmes	3	2-4 (3-5)	2-7 (4-6)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Ane	39264
<b>Boraginaceae</b>									
<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	9	9-8 (9-8)	9-11,1-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Zoo	39314

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Bromeliaceae</b>									
<i>Aechmea marauensis</i> Leme	3	1-2 (11-1)	2-6 (12-6)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Zoo	39347
<i>Aechmea mertensii</i> (G.Mey.) Schult. & Schult.f.	2	9-10,12-5,8 (9-10,12-5)	11,2-8 (9-12,2-8)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Zoo	39323
<i>Hohenbergia catinae</i> Ule	6	9-10,2-7 (12-5)	9,11,1,6-8 (9-12,4-8)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Zoo	39346
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	4	-	-	(9-8)	(9-8)	supra- anual	supra- anual	Ane	16827
<i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm.	3	10-12	1-7	(9-8)	(9-8)	supra- anual	supra- anual	Ane	13182
<b>Cactaceae</b>									
<i>Melocactus violaceus</i> subsp. <i>margaritaceus</i> N.P.Taylor	8	9,11-8 (9-4,6)	11-2,5 (9-1,3-7)	-	-	contínua	contínua	Zoo	39348
<b>Cleomaceae</b>									
<i>Physostemon guianense</i> (Aubl.) Malme	4	(5-7)	(5-8)	(6-7)	(8)	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Auto <sup>1</sup>	39373

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Commelinaceae</b>									
<i>Commelina erecta</i> L.	2	1,3-8 (9-11,1,3-8)	2-8 (9,3-8)	(9-8)	(11-8)	anual	anual	Auto <sup>1</sup>	37164
<b>Convolvulaceae</b>									
<i>Daustinia montana</i> (Moric.) Buriel & A.R. Simões	5	9-10,1,3-4,6-8 (9-8)	7 (9-11)	(9-8)	(10-8)	contínua	contínua	Auto <sup>1</sup>	39318
<i>Evolvulus thymiflorus</i> Choisy	5	9-11,1-8 (9-12,2,4-8)	9-11,7-8 (9)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto <sup>1</sup>	39368
<b>Cyperaceae</b>									
<i>Bulbostylis cf. capillaris</i> (L.) C.B. Clarke	7	(5-7)	(7-8)	(5-6)	(7-8)	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Ane	39370
<i>Bulbostylis fasciculata</i> Uittien	6	3-4,7-8 (9,11-1,3-8)	4-8 (9-8)	(10-8)	(10-8)	contínua	contínua	Ane	39304
<i>Bulbostylis</i> sp.	2	(6-7)	(7-8)	(7-8)	-	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Ane	-
<i>Cryptangium verticillatum</i> (Koyama) Vitta	8	4-5,8 (9-12,4-8)	5-8 (9-8)	(11-8)	(10-8)	contínua	contínua	Ane	39297

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	3	4-7 (9,5-6)	9,5-8 (9-12,6-8)	(10,12-8)	(10-8)	anual	anual	Ane	39359
<b>Dioscoreaceae</b>									
<i>Dioscorea campestris</i> Griseb.	8	4-8 (5-8)	3-8 (9-10,12)	(9,1-8)	(9,12-5,7-8)	anual	anual	Ane	39355
<b>Eriocaulaceae</b>									
<i>Paepalanthus myocephalus</i> (Mart.) Körn. L.R.Parra & Giul.	1	(8)	-	(8)	-	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Ane	39310
<b>Euphorbiaceae</b>									
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	4	2-8 (9-8)	3-8 (9-11,1,3,6-8)	(9,12-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto	26700
<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	7	9-8 (9-8)	9-8 (9-8)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto	39265
<i>Microstachys</i> cf. <i>heterodoxa</i> (Müll.Arg.) Esser	3	8 (9-8)	8 (9-11,1,5-8)	(11-8)	(10-5,8)	contínua	contínua	Auto	39300
<b>Fabaceae (Caesalpinioideae)</b>									
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	6	9-2,4-8 (9-1,3-4,7-8)	9-2,5-8 (9-2)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Auto	37151

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	2	1-2,4-8 (9-10,12-1,3- 5,7-8)	1-7 (9-2,5)	(9-8)	(9-5,7-8)	contínua	contínua	Auto	37153
<b>Fabaceae (Faboideae)</b>									
<i>Aeschynomene histrix</i> Poir.	4	9-11,8 (9-11,1,7-8)	9-11,8 (9-11,1,7-8)	(9-8)	(11,1-4)	anual	anual	Auto	16248
<i>Clitoria laurifolia</i> Poir.	3	10-11,5,8 (12,4)	9-12,7 (9-11,7-8)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Auto	39356
<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	3	10-11,1,4-8 (9-1,3-8)	9-8 (9-12,4-8)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto	39367
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	4	4-8 (9-8)	4-8 (9-12,5-8)	(9-8)	(9-4,8)	contínua	contínua	Auto	39353
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	4	9-10,2,4-8 (9-1,3,5-8)	10-1,3-8 (9-12,2,6-8)	(9-11,1-8)	(11-4)	contínua	contínua	Auto <sup>1</sup>	39303
<i>Stylosanthes cf. viscosa</i> (L.) Sw.	6	(7-8)	-	(5-8)	-	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Auto <sup>1</sup>	39381

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Iridaceae</b>									
<i>Neomarica</i> cf. <i>candida</i> (Hassl.) Sprague	9	1-5,7 (1-6)	9-8 (9-12,4-8)	(9-8)	(10-8)	anual	anual	Auto	37156
<b>Lamiaceae</b>									
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	1	(6-8)	(6-8)	(6-8)	-	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Auto <sup>1</sup>	39380
<b>Lauraceae</b>									
<i>Cassytha filiformis</i> L.	4	2-8 (9-8)	5-8 (9-8)	(4-8)	(10-8)	contínua	contínua	Zoo	39269
<b>Loranthaceae</b>									
<i>Struthanthus</i> cf. <i>marginatus</i> (Desr.) Blume	7	12-4 (10-5)	3-8 (9,3-8)	(9-8)	(9-8)	anual	anual	Zoo	37144
<b>Lythraceae</b>									
<i>Cuphea</i> cf. <i>brachiata</i> Martius ex Koehne	9	11-8 (9-8)	2,5-7 (10,1-2,4-5)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto <sup>1</sup>	37154
<b>Orchidaceae</b>									
<i>Cyrtopodium flavum</i> Link & Otto ex Rchb.f.	3	(10-12)	(11-8)	(11-1)	(10-12,7-8)	supra- anual	supra- anual	Ane	39324

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<i>Epidendrum orchidiflorum</i> (Salzm.) Lindl.	2	12-8 (9-3)	2-5,8 (9-10,2-3)	(9-8)	(10-8)	contínua	contínua	Ane	15128
<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f.	1	-	-	(6-7)	-	supra- anual	supra- anual	Ane	23481
<i>Sobralia liliastrum</i> Salzm. ex Lindl.	6	(9-2)	(1-2)	(9-8)	(9-8)	supra- anual	supra- anual	Ane	39312
<i>Vanilla palmarum</i> (Salzm. ex Lindl.) Lindl.	6	(12-2)	-	(10-12,2-8)	(3-8)	supra- anual	supra- anual	Ane	38363
<b>Oxalidaceae</b>									
<i>Oxalis divaricata</i> Mart. ex Zucc.	4	9-10,1-8 (9-12,3-8)	9,2-8 (9-10,4-8)	(9-8)	(10-6)	contínua	contínua	Auto	37163
<b>Passifloraceae</b>									
<i>Passiflora misera</i> Kunth	2	4-6 (9,12,3-4,6-8)	6-8 (9-10,6-8)	(9-8)	(11-8)	contínua	contínua	Zoo	26702
<i>Passiflora silvestris</i> Vell.	8	9,2,4-6,8 (9-10,12-5)	9-11,1-2,5 (11,4-5)	(9-8)	(11-8)	contínua	contínua	Zoo	19773
<i>Piriqueta guianensis</i> N.E.Br.	5	9-8 (9-8)	9-11,1-7 (9-11,1-4,6)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Zoo	39320

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<i>Turnera subulata</i> Sm.	1	1-2,4-8 (9-2,4-8)	-	(9-8)	(9-8)	contínua	supra- anual	Zoo <sup>1</sup>	39352
<b>Plantaginaceae</b>									
<i>Angelonia cornigera</i> Hook.f.	7	9-11,1-8 (9-2,4-8)	9-8 (9-1,7-8)	(9-8)	(10-8)	contínua	contínua	Auto	39271
<b>Poaceae</b>									
<i>Andropogon bicornis</i> L.	11	9,7-8 (9,7-8)	9-12,8 (9-12)	(10,12-8)	(10-8)	anual	anual	Ane	39298
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	8	8 (9,7-8)	9-12,8 (9-4)	(9,12-8)	(10-8)	anual	anual	Ane	39295
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	6	9,8 (9-10,2-3,5-8)	9-12 (9-12,6-8)	(9,12-8)	(10-8)	anual	anual	Ane	39296
<b>Polygalaceae</b>									
<i>Polygala trichosperma</i> Jacq.	7	9-8 (9-8)	9-11,1-8 (9-11,1-8)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Zoo <sup>1</sup>	37145
<b>Portulacaceae</b>									
<i>Portulaca halimoides</i> L.	2	9-10,3-8 (9-10,1-8)	-	(9-8)	(10-8)	contínua	supra- anual	Auto <sup>1</sup>	21205



Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Rubiaceae</b>									
<i>Borreria decipiens</i> K.Schum.	7	9-8 (9-8)	11-8 (9-1,6)	(9-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto <sup>1</sup>	39360
<i>Borreria spinosa</i> Cham. et Schltldl.	7	9-11,7-8 (9-11,1,6-8)	11-1 (9-1)	(9-8)	(10-4)	anual	anual	Auto <sup>1</sup>	39377
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	1	9-11,1-8 (9-11,1,3-8)	11-12,2-4,6-8 (9-1,5-7)	(11-1,3-8)	(9-8)	contínua	contínua	Auto <sup>1</sup>	39364
<i>Hexasepalum apiculatum</i> (Willd.) Delprete & J.H. Kirkbr.	3	9-11,3,8 (9-11,4-8)	8 (9-11)	(10-8)	(9-8)	anual	anual	Auto <sup>1</sup>	39280
<i>Hexasepalum teres</i> (Walter) J.H. Kirkbr.	3	(6-8)	(6-8)	(6-8)	-	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Auto <sup>1</sup>	39378
<b>Santalaceae</b>									
<i>Phoradendron strongyloclados</i> Eichler	1	2,7 (11,8)	12-8 (9,11-8)	(10-8)	(12-8)	contínua	contínua	Zoo	37162
<b>Sapindaceae</b>									
<i>Serjania salzmanniana</i> Schltldl.	8	11-5 (10-8)	2-8 (4-8)	(9-8)	(9,11-8)	anual	anual	Ane	39262

Tabela 2.1. Continuação

Familia/Espécie	N	Meses de ocorrência				Frequência		SD	Voucher
		Floração	Frutificação	Brotamento	Queda foliar	Floração	Frutificação		
<b>Velloziaceae</b>									
<i>Vellozia dasypus</i> Seub.	9	9,12-2,5,8 (10-11,1-3,5-6)	9-4,6-8 (9-6)	(9-8)	(10-8)	contínua	contínua	Auto	37147
<b>Verbenaceae</b>									
<i>Tamonea spicata</i> Aubl.	3	(7-8)	(6-8)	(6-8)	-	supra- anual <sup>2</sup>	supra- anual <sup>2</sup>	Zoo	39379

1. Classificação baseada na literatura; 2. Espécies que ocorreram dentro da área dos transectos somente na estação chuvosa do segundo ano amostrado; 3. Espécie que ocorreu dentro da área dos transectos somente na estação chuvosa do segundo ano amostrado, porém foi observada em atividade reprodutiva nas trilhas que dão acesso à área de estudo.

entre os meses de novembro/2016 a abril/2017, com valores acima de 90%. Quanto à intensidade da abscisão foliar, o maior e o menor valor foram observados em fevereiro/2017 (39,8%) e setembro/2016 (8,2%), respectivamente (Fig. 2.3A-B).

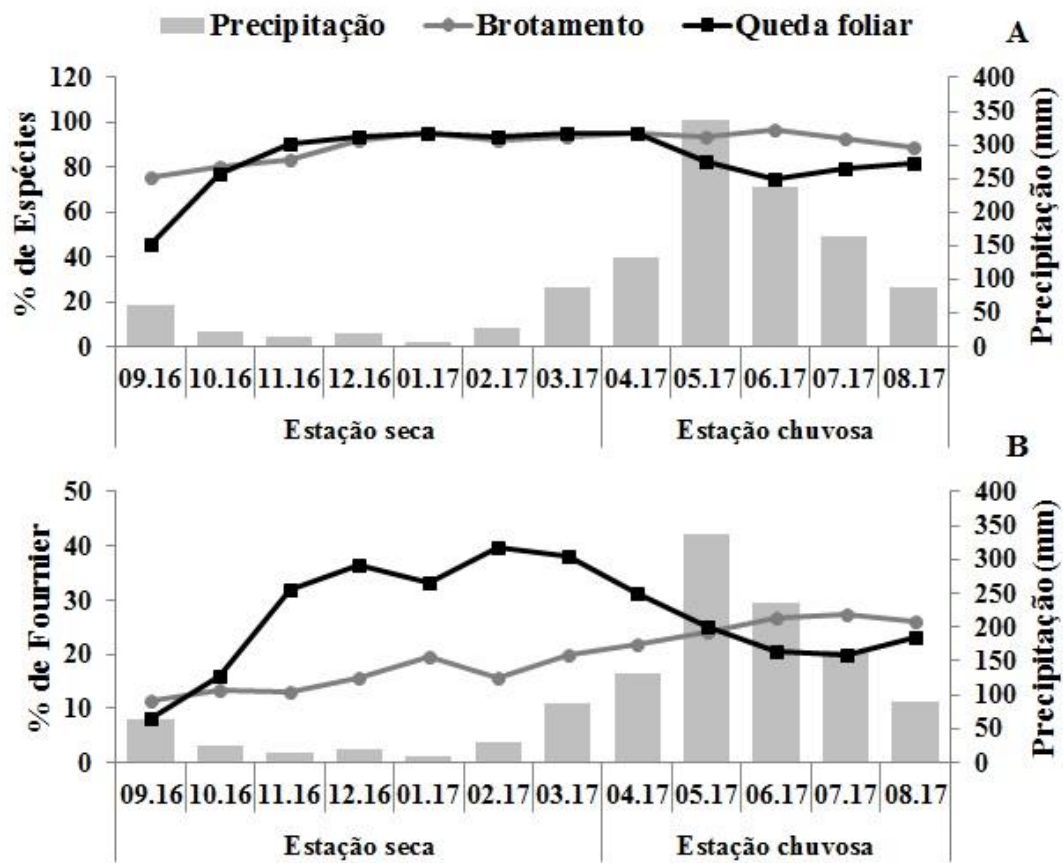


Figura 2.3. Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de brotamento e queda foliar na comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

Constatou-se que, embora o número de espécies em atividade de brotamento e queda foliar tenha sido elevado, e praticamente constante durante boa parte da estação seca e início da chuvosa, as intensidades das fenofases foram diferenciadas, com o brotamento apresentando baixos percentuais de Fournier, quando comparado com a abscisão foliar, no período mencionado. Somente em meados da estação chuvosa, tanto o número de espécies em atividade quanto a intensidade da produção de folhas superaram os valores registrados para queda foliar, permanecendo nessa condição até o final desta estação. Junho/2017 foi o mês

que apresentou o maior e o menor percentual de espécies produzindo e perdendo folhas, respectivamente, na estação chuvosa. No entanto, nesta mesma estação, o maior e o menor percentual de intensidade para brotamento e queda foliar, respectivamente, foram registradas em julho/2017 (Fig. 2.3A-B).

De acordo com o percentual de Fournier calculado para cada espécie do componente herbáceo-subarbastivo das Areias Brancas, e sem levar em consideração o tamanho populacional, foi construído um gráfico com as 10 espécies mais representativas para as fenofases vegetativas (Fig. 2.4). Essas espécies juntas contribuíram com 22,5% e 28,4% da intensidade de brotamento e queda foliar, respectivamente. Dentre elas, *Andropogon bicornis*, *Axonopus aureus*, *Trachypogon spicatus* (Poaceae) e *Cuphea cf. brachiata* (Lythraceae) mostraram-se expressivas para ambas as fenofases.

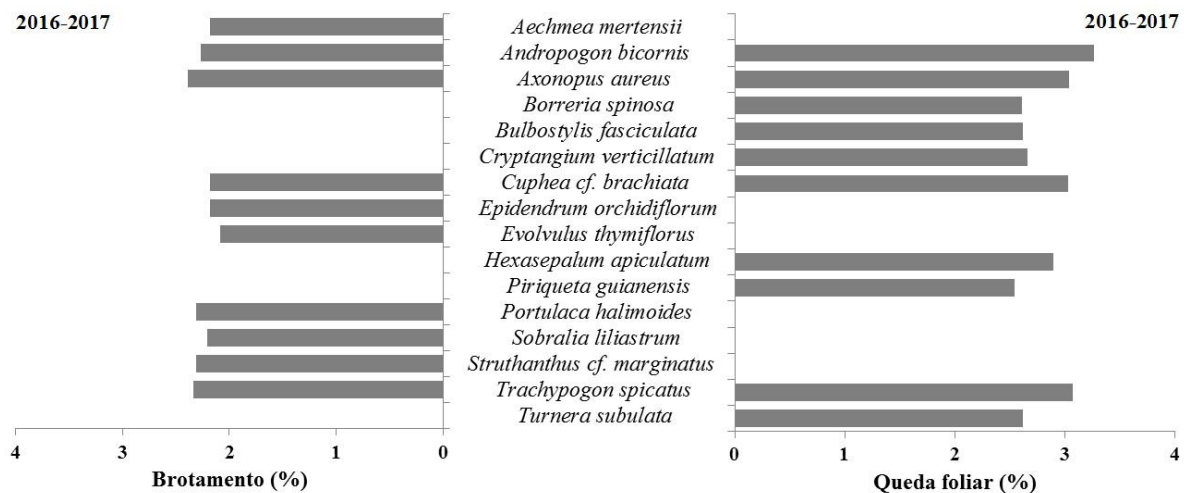


Figura 2.4. Relação das 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbastiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com o brotamento e a queda foliar, de acordo com o índice de Fournier.

O número de espécies em brotamento apresentou correlação positiva e significativa com a precipitação pluviométrica registrada no mês do evento ( $r_s = 0,67$ ;  $p = 0,02$ ) e no mês anterior ( $r_s = 0,68$ ;  $p = 0,01$ ), mas não demonstrou correlação significativa com as

temperaturas. Também não foi constatada relação significativa entre a queda foliar e as variáveis climáticas analisadas (Tab. 2.2).

Tabela 2.2. Coeficientes de Correlação de Spearman ( $r_s$ ) entre as variáveis climáticas (precipitação total mensal e temperatura – máxima, média e mínima) e o número mensal de espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva nas fenofases brotamento, queda foliar, floração (botão floral e antese) e frutificação (fruto imaturo e maduro). Para a fenofase frutificação, as correlações foram feitas separadamente para espécies anemocóricas, autocóricas e zoocóricas.

Variável climática	Fenofase	Mês do evento		1 mês antes		2 meses antes	
		$r_s$	$p$	$r_s$	$p$	$r_s$	$p$
Precipitação	Brotamento	0,67	0,02	0,68	0,01	0,49	0,10
	Queda foliar	-0,17	0,60	-0,26	0,41	-0,42	0,17
	Botão floral	0,63	<0,01	0,57	<0,01	0,42	0,04
	Antese	0,56	<0,01	0,69	<0,01	0,60	<0,01
	Fruto imaturo	0,44	0,03	0,66	<0,01	0,59	<0,01
	Fruto maduro	0,02	0,92	0,28	0,19	0,43	0,04
	Anemocóricas	-0,14	0,50	0,07	0,75	0,22	0,29
	Autocóricas	-0,11	0,61	0,17	0,44	0,39	0,06
	Zoocóricas	0,47	0,02	0,50	0,01	0,37	0,07
Temperatura Máxima	Brotamento	-0,32	0,32	0,16	0,62	0,55	0,07
	Queda foliar	0,51	0,09	0,50	0,10	0,32	0,31
	Botão floral	-0,38	0,07	-0,17	0,43	0,17	0,42
	Antese	-0,51	0,01	-0,32	0,13	0,05	0,83
	Fruto imaturo	-0,43	0,04	-0,30	0,15	-0,04	0,86
	Fruto maduro	-0,48	0,02	-0,34	0,10	-0,18	0,39
	Anemocóricas	-0,35	0,10	-0,24	0,26	-0,15	0,50
	Autocóricas	-0,43	0,04	-0,39	0,06	-0,33	0,11
	Zoocóricas	-0,18	0,40	0,04	0,87	0,27	0,20

Tabela 2.2. Continuação

Variável climática	Fenofase	Mês do evento		1 mês antes		2 meses antes	
		rs	p	rs	p	rs	p
Temperatura Média	Brotamento	-0,35	0,26	0,05	0,89	0,52	0,08
	Queda foliar	0,49	0,11	0,46	0,13	0,36	0,25
	Botão floral	-0,41	0,04	-0,15	0,49	0,16	0,46
	Antese	-0,53	0,01	-0,32	0,13	0,03	0,90
	Fruto imaturo	-0,44	0,03	-0,30	0,16	-0,06	0,77
	Fruto maduro	-0,47	0,02	-0,33	0,11	-0,19	0,37
	Anemocóricas	-0,30	0,15	-0,24	0,25	-0,15	0,48
	Autocóricas	-0,43	0,04	-0,39	0,06	-0,32	0,12
	Zoocóricas	-0,22	0,30	0,03	0,88	0,25	0,23
Temperatura Mínima	Brotamento	-0,34	0,27	0,004	0,99	0,44	0,15
	Queda foliar	0,44	0,15	0,53	0,08	0,53	0,07
	Botão floral	-0,41	0,04	-0,07	0,74	0,18	0,41
	Antese	-0,52	0,01	-0,28	0,18	-0,02	0,92
	Fruto imaturo	-0,44	0,03	-0,29	0,16	-0,12	0,58
	Fruto maduro	-0,36	0,08	-0,30	0,15	-0,21	0,33
	Anemocóricas	-0,21	0,33	-0,21	0,33	-0,20	0,36
	Autocóricas	-0,33	0,12	-0,37	0,07	-0,32	0,13
	Zoocóricas	-0,20	0,35	0,05	0,80	0,23	0,28

**Fenofases reprodutivas** – A floração e a frutificação das espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva estudadas ocorreram durante todo o período de estudo. Houve predomínio de espécies com frequência contínua de floração (49,3%) e frutificação (46,5%). Destas, *Mandevilla moricandiana* e *Microstachys corniculata* registraram produção de flores e frutos em todos os meses do período de estudo. No entanto, *Portulaca halimoides* e *Turnera subulata* não foram observadas com frutos, embora tenham apresentado frequência contínua de floração (Tab. 2.1).

Do total de espécies herbáceas e subarborescentes que ocorreram nas Areias Brancas, 29,6% apresentaram frequência anual de floração e frutificação. Dentre elas, *Aechmea marauensis*, *Allagoptera arenaria*, *Hohenbergia cattingae*, *Neomarica* cf. *candida* e *Struthanthus* cf. *marginatus* caracterizaram-se por apresentar frutos que permaneceram presos à planta-mãe por muito tempo. *Crotalaria pallida* e *Cryptangium verticillatum*, espécies de frequência contínua de floração e frutificação, também apresentaram diásporos persistentes (Tab. 2.1).

Dentre as espécies que apresentaram frequência supra-anual de floração (21,1%) e de frutificação (23,9%), mais de 50% ocorreram na área dos transectos somente na estação chuvosa do segundo ano de estudo. *Vriesea procera* só produziu flores e frutos no primeiro ano de amostragem, enquanto que *Cyrtopodium flavum* e *Sobralia liliastrum* manifestaram atividade reprodutiva somente no segundo ano. *Tillandsia polystachia* e *Polystachya estrellensis* foram as únicas espécies que não floresceram nem frutificaram durante o período de estudo (Tab. 2.1).

**Floração** – A floração na comunidade herbáceo-subarborescente das Areias Brancas no PNSI apresentou-se distribuída por todo o período de estudo, com mais de 50% das espécies em atividade na maioria dos meses amostrados. No primeiro ano de estudo, os maiores percentuais de espécies produzindo botões e flores (antese) foram registrados entre o final da estação chuvosa e o início da estação seca do ano seguinte (agosto-setembro/2016). Entretanto, no segundo ano, os maiores percentuais foram verificados no início da estação chuvosa (abril-maio/2017), permanecendo praticamente constantes até o final da mesma. Os menores percentuais de espécies em atividade foram observados em dezembro/2015 e fevereiro/2017 (Fig. 2.5A).

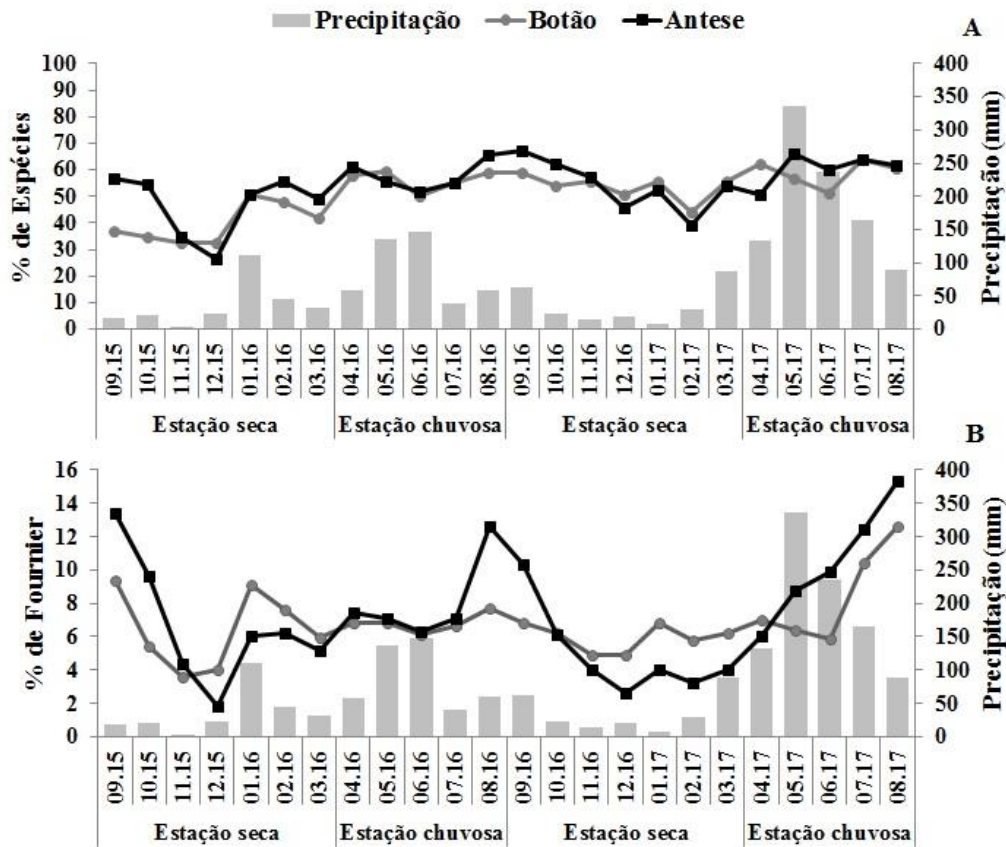


Figura 2.5. Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de floração na comunidade herbáceo-subarbutiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

Quando observado o percentual de Fournier, constatou-se que as maiores intensidades de floração estavam entre o final da estação chuvosa e início da seca (agosto-setembro) nos dois anos amostrados. No primeiro ano, a floração manteve-se estável por praticamente toda estação chuvosa, aumentando a intensidade e atingindo o pico da produção de flores, em agosto/2016, enquanto que no segundo ano, a produção de botões e flores inicia sua ascensão logo no começo da estação chuvosa, seguindo até agosto/2017, quando atinge seu ápice. Em contrapartida, as menores intensidades de floração foram evidenciadas nos meses de dezembro/2015 e dezembro/2016 (auge da estação seca). Verificou-se também, em ambos os anos de estudo, que nos últimos meses da estação seca, a emissão de botões florais superou a



de flores, invertendo a situação ao iniciar a estação chuvosa, com a antese atingindo o máximo de intensidade ao final desta estação (Fig. 2.5B).

Levando em consideração o percentual de Fournier, as 10 espécies do componente herbáceo-subarbuscivo mais representativas para a floração contribuíram com 42% e 35% da intensidade registrada para a fenofase no primeiro e segundo ano de estudo, respectivamente. Dentre elas, por ordem de intensidade de floração, *Microstachys corniculata*, *Borreria verticillata*, *Piriqueta guianensis* e *Oxalis divaricata* apareceram entre as mais expressivas, em ambos os anos amostrados (Fig. 2.6).

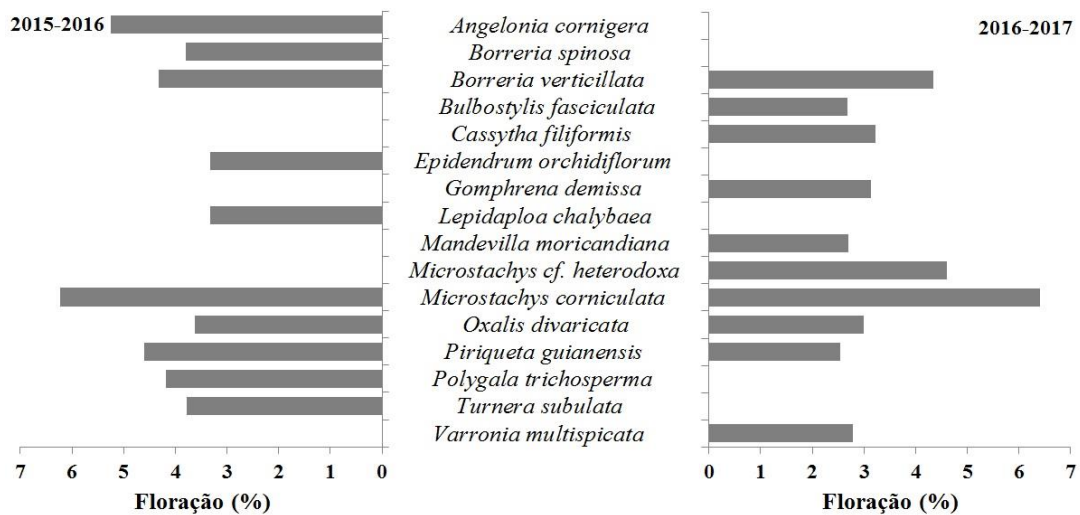


Figura 2.6. Relação das 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a floração, de acordo com o índice de Fournier.

A floração das espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva foi relacionada positiva e significativamente com a precipitação registrada nos três meses analisados. O botão floral foi mais correlacionado com a precipitação do mês do evento ( $r_s = 0,63$ ;  $p < 0,01$ ), enquanto que a antese se relacionou melhor com a precipitação registrada nos meses anteriores, em especial com o mês imediatamente anterior ( $r_s = 0,69$ ;  $p < 0,01$ ). Também houve correlação negativa e significativa entre a floração (em especial a antese) e as temperaturas registradas

no mês do evento, sendo que a maior correlação foi verificada entre antese e temperatura média ( $r_s = -0,53$ ;  $p = 0,01$ ) (Tab. 2.2).

**Frutificação** – A frutificação nas espécies estudadas ocorreu durante todo o período de estudo. O percentual de espécies com frutos imaturos mostrou-se superior ao de frutos maduros em quase todos os meses amostrados, com exceção de junho-julho/2016, nos quais foram registrados os mesmos percentuais de espécies com frutos imaturos e maduros (43,3%), e de dezembro/2015 e dezembro/2016, nos quais os percentuais de espécies com frutos maduros (28,6% e 47,5%, respectivamente) superou o de frutos imaturos (Fig. 2.7A).

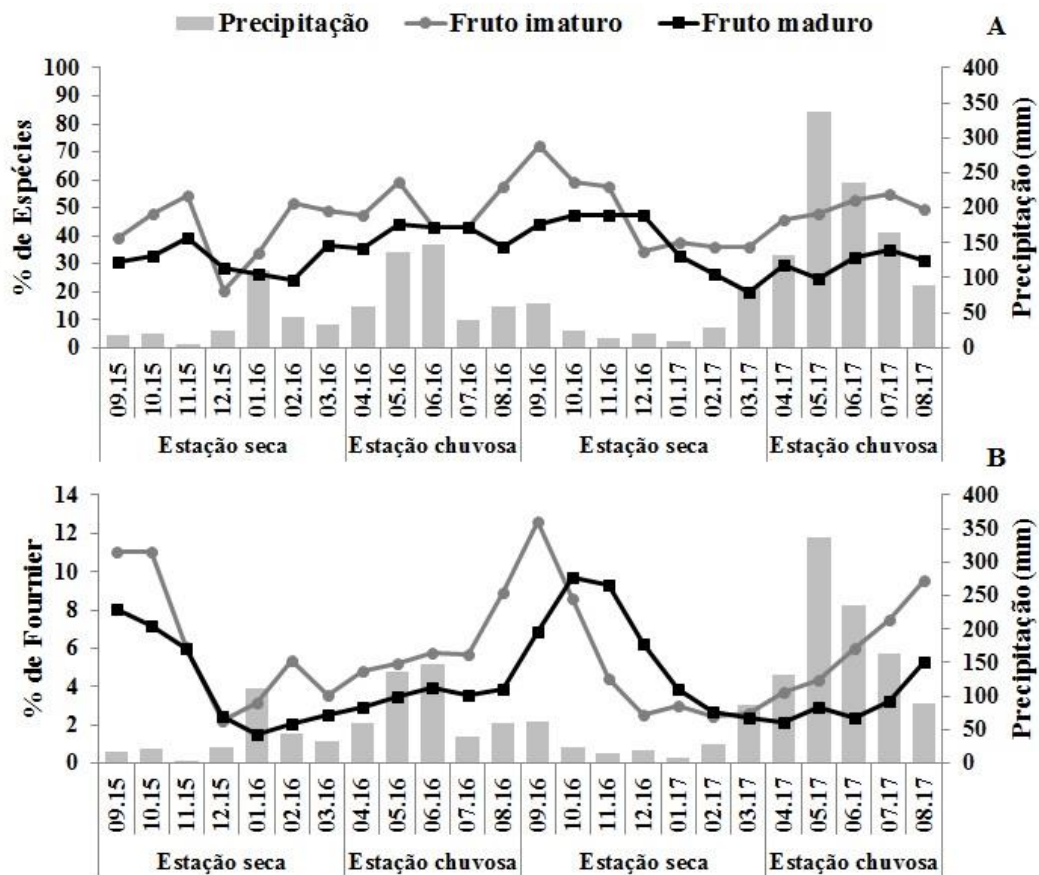


Figura 2.7. Percentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de frutificação na comunidade herbáceo-subarbutiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

Quando analisado a partir do índice de Fournier, observou-se maior intensidade de frutificação do final da estação chuvosa até praticamente o final da estação seca, com os picos de produção de frutos (frutos imaturos) e de maturação e dispersão de diásporos (frutos maduros) entre os meses de setembro e outubro (início da estação seca), em ambos os anos amostrados (Fig. 2.7B).

Ao analisar o percentual de Fournier, verificou-se que as 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva que mais produziram frutos contribuíram com 48,4% e 42,3% das intensidades de frutificação registradas para o primeiro e segundo anos de estudo, respectivamente. Dentre elas, *Phoradendron strongyloclados*, *Cryptangium verticillatum*, *Axonopus aureus*, *Stylosanthes guianensis*, *Cyperus hermaphroditus* e *Lepidaploa chalybaea* foram comuns para os dois períodos amostrados, e juntas contribuíram com quase 30% da frutificação em ambos os anos observados (Fig. 2.8).

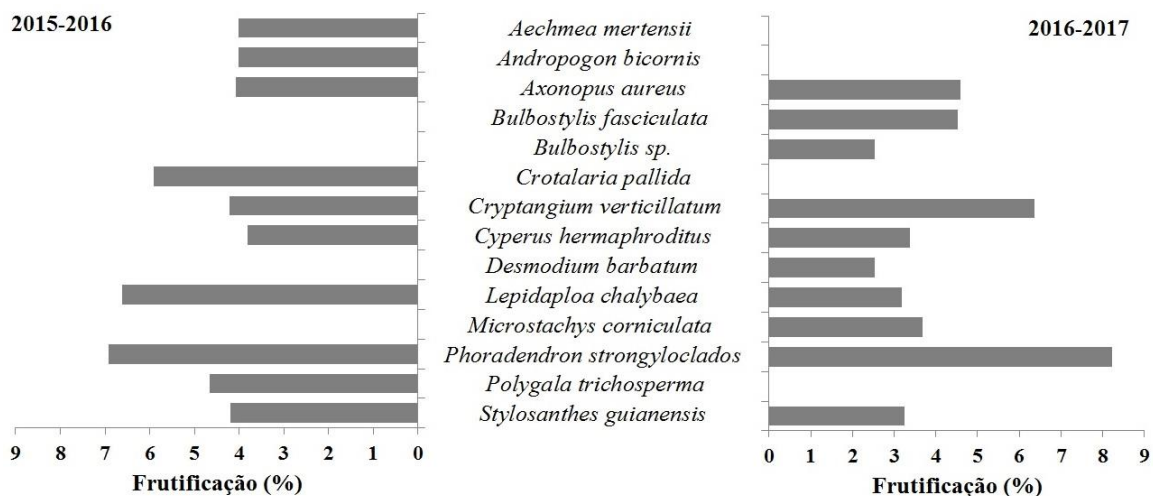


Figura 2.8. Relação das 10 espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil, que mais contribuíram com a frutificação, de acordo com o índice de Fournier.

De modo geral, a frutificação foi correlacionada positiva e significativamente com a precipitação. O fruto imaturo foi relacionado com a precipitação dos três meses analisados, sendo que a melhor correlação foi verificada com a precipitação do mês anterior ao evento ( $r_s$

= 0,66;  $p < 0,01$ ). O fruto maduro foi correlacionado apenas com a precipitação do segundo mês anterior ao evento ( $r_s = 0,43$ ;  $p = 0,04$ ). Houve relação negativa e significativa entre a frutificação e as temperaturas do mês do evento, sendo que a maior correlação foi verificada entre fruto maduro e temperatura máxima ( $r_s = -0,48$ ;  $p = 0,02$ ) (Tab. 2.2).

Das 71 espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva verificadas nas Areias Brancas, 28 (39,4%) apresentaram síndrome autocórica, 26 (36,6%) anemocórica e 17 (24,0%) zoocórica (Tab. 2.1). Em todos os meses, durante o período de estudo, foram observadas espécies anemocóricas e autocóricas em frutificação (dispersão de diásporos). Entretanto, no que diz respeito às espécies zoocóricas, não foi registrada atividade de frutificação em dezembro/2015 (Fig. 2.9A).

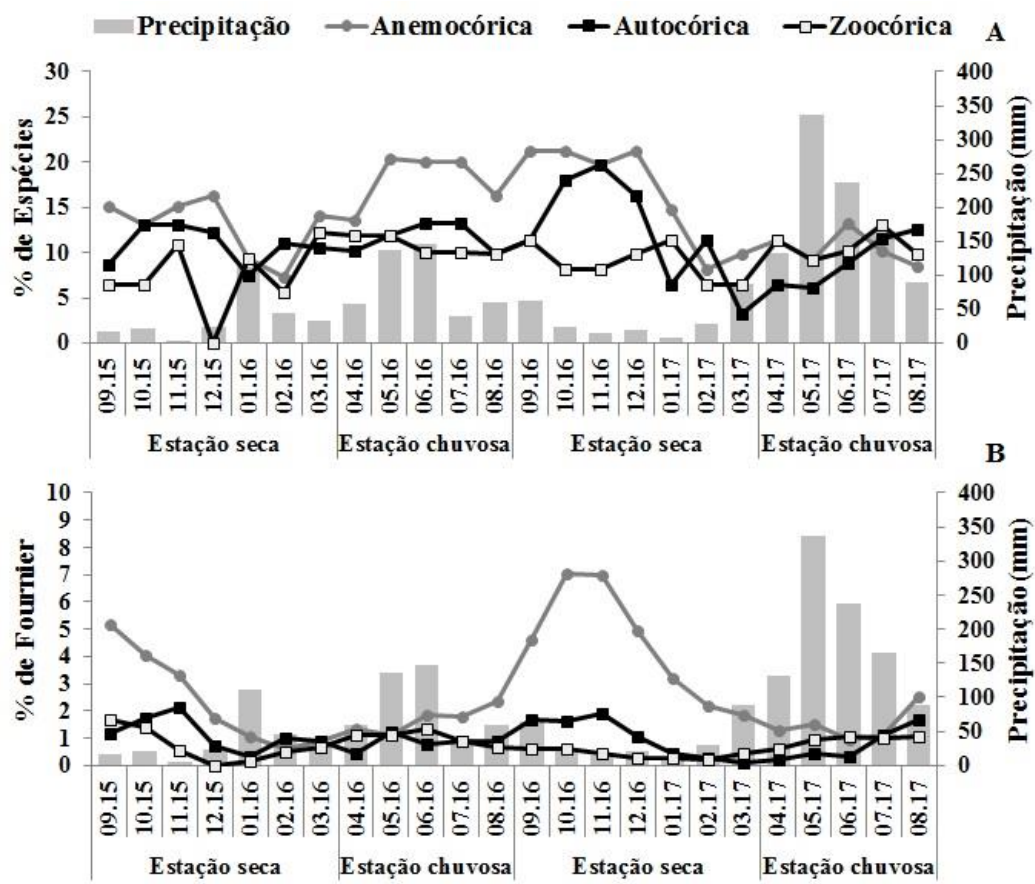


Figura 2.9. Porcentagem de atividade (A) e de intensidade (B) de espécies frutificando, segundo a síndrome de dispersão, na comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.

Para as espécies com síndromes abióticas, a maior intensidade de frutificação (dispersão) foi constatada do final da estação chuvosa até praticamente o final da estação seca. Para as espécies autocóricas, a dispersão ocorreu, principalmente, entre o final da estação chuvosa e meados da estação seca, com os picos de intensidade em novembro/2015 (2,13%) e novembro/2016 (1,91%) (estação seca). Para as espécies anemocóricas, a dispersão foi mais concentrada entre o final da estação chuvosa e final da estação seca, com o pico de intensidade em outubro-novembro/2016 (7,0%) (estação seca). Cabe ressaltar que, no ano anterior, a maior intensidade de frutificação entre as anemocóricas foi observada em setembro (5,2%), sendo possível que o pico tenha ocorrido antes do início do período amostral. Em contrapartida, a frutificação das espécies zoocóricas teve início no final da estação seca, se estendeu por toda a estação chuvosa, indo até o começo da próxima estação seca, com as maiores intensidades de dispersão registradas, de modo geral, na estação chuvosa (Fig. 2.9B).

O número de espécies zoocóricas foi relacionado positiva e significativamente com a precipitação do mês do evento e do mês anterior ao evento, sendo que a maior correlação foi observada com esta última ( $r_s = 0,50$ ;  $p = 0,01$ ). No entanto, as espécies autocóricas foram correlacionadas negativa e significativamente com as temperaturas máxima e média registradas para o mês do evento ( $r_s = -0,43$ ;  $p = 0,04$  para ambas). A anemocoria não apresentou correlação significativa com as variáveis climáticas analisadas (Tab. 2.2).

## **Discussão**

Em todos os meses, foram observadas espécies herbáceas e subarborescentes perdendo e produzindo folhas, o que sugere um padrão contínuo de queda foliar e brotamento, porém com intensidades diferenciadas ao longo do ano, e com a abscisão das folhas mais acentuada na estação seca e maior produção das mesmas na estação chuvosa.

A deciduidade foliar representa uma adaptação vegetativa contra a perda de água (Rizzini 1976), e para a sobrevivência da espécie por um período desfavorável, por meio da translocação de nutrientes, principalmente N e P, das folhas mais velhas para outros tecidos (Salisbury & Ross 1978). O reaproveitamento dos nutrientes das folhas constitui uma estratégia adaptativa importante para espécies que vivem em solos oligotróficos, como é o caso das espécies que ocorrem nas Areias Brancas.

De acordo com Borchert (1999), a sazonalidade das chuvas é o determinante climático primário da fenologia foliar. No presente estudo foi observado que a intensidade de brotamento mostrou-se inferior a queda foliar durante, praticamente, toda a estação seca, invertendo a situação na estação chuvosa, quando então se constatou maior atividade e intensidade de produção de folhas novas, em virtude do aumento na precipitação registrada neste período, fato corroborado pela correlação positiva e significativa entre essa fenofase e a variável climática em questão, verificada tanto no mês do evento fenológico quanto no mês anterior.

A análise da correlação de Spearman não apontou relação significativa entre a queda foliar e as variáveis climáticas (precipitação e temperatura). Embora a intensidade desta fenofase tenha sido relativamente superior à do brotamento em boa parte do ano, verificou-se que muitas espécies não secaram completamente a parte aérea durante a estação menos favorável, o que, segundo Munhoz & Felfili (2005), aponta a necessidade de estudos detalhados sobre a longevidade e tempo de dessecação das folhas para um melhor entendimento dos ciclos de vidas das espécies desse componente.

O padrão fenológico vegetativo da maioria das espécies herbáceas está diretamente relacionado às adaptações reprodutivas, visto que é durante o desenvolvimento vegetativo que elas elaboram e acumulam reservas para serem utilizadas na produção de flores e frutos (Figueiredo & Dietrich 1981, Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997).

Numa comunidade vegetal, o estrato herbáceo é o que apresenta maior diversidade de espécies, fornecendo recursos a inúmeros organismos. A maioria das espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas apresentou frequência contínua de floração e frutificação, o que insinuou baixa sincronia intraespecífica, com indivíduos de uma mesma espécie produzindo flores e frutos em diferentes épocas do ano.

Em geral, a maioria dos indivíduos de uma espécie tende a apresentar os eventos fenológicos concentrados em um determinado período, porém existem espécies em que alguns indivíduos florescem ou frutificam em épocas próximas, porém distintas do pico de registro da fenofase, o que confere características diferenciadas entre a fenologia qualitativa e quantitativa da comunidade (Munhoz & Felfili 2005).

Espécies como *Borreria decipiens*, *Lepidaploa chalybaea*, *Mandevilla moricandiana*, *Microstachys corniculata*, *Piriqueta guianensis*, *Polygala trichosperma* e *Varronia multispicata*, por exemplo, que neste estudo foram observadas com flores e/ou frutos em todos os meses, sugerem que algumas espécies têm estratégias diferenciadas de estabelecimento no tempo e no espaço, provavelmente devido às suas diferentes características genéticas (Mantovani & Martins 1988), o que aumenta a amplitude de produção de novos diásporos, bem como a capacidade de superar adversidades (Munhoz & Felfili 2005).

A floração na comunidade herbáceo-subarbustiva das Areias Brancas seguiu um padrão similar ao descrito em trabalhos realizados em áreas de Cerrado (Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Munhoz & Felfili 2005, Tannus *et al.* 2006), com a floração distribuída por todo o ano, porém com acentuada diminuição da produção de flores na estação seca, seguida de maior produção na estação chuvosa.

Para as plantas do estrato herbáceo, que possuem sistemas subterrâneos superficiais e, portanto, maiores restrições hídricas, a seca afeta de maneira mais intensa a atividade fenológica (Sarmiento 1983, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000). Foi verificado neste estudo que a floração apresentou correlação positiva e significativa com a precipitação nos três meses analisados, o que explica o registro da maior intensidade de espécies florescendo ao final da estação chuvosa, após período de acúmulo de carboidratos (Figueiredo & Dietrich 1981, Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997), bem como o incremento na produção de flores observado desde o início da estação chuvosa do segundo ano de estudo, em decorrência de um maior volume de chuvas registrado neste período.

Constatou-se que a intensidade de botões florais superou a de antese nos últimos meses da estação seca, invertendo a situação ao iniciar a estação chuvosa, com a antese atingindo o máximo de intensidade ao final da mesma. Uma possível explicação surgiu da análise da correlação entre floração e precipitação, na qual se observou que o botão floral foi mais correlacionado com a precipitação do mês do evento, enquanto que a antese foi mais correlacionada com a precipitação dos meses anteriores ao evento (Tab. 2.2). O fato pode ser melhor compreendido ao analisar o gráfico do percentual de Fournier (Fig. 2.5B), no qual se observa um pico de produção de botão floral em janeiro/2016, mês com o maior registro de pluviosidade para a estação seca do ano em questão, seguido pelos picos de antese em agosto/2016 e agosto/2017 (final da estação chuvosa), dois e três meses, respectivamente, após os maiores volumes de chuva registrados para a estação.

Foi observado em campo que, principalmente na estação seca e em especial nos meses de maior restrição hídrica, os botões florais secavam antes mesmo de abrir, não chegando a produzir flores propriamente ditas, o que também pode justificar as maiores intensidades de botão floral, em detrimento da antese, verificadas no final da estação seca de ambos os anos amostrados. Além disso, a correlação negativa e significativa entre floração (em especial



antese) e temperatura, verificada no mês do evento, explica a diminuição na intensidade de produção de flores observada com o avançar da estação seca.

O período de floração influi na época da frutificação, e tem um significado adaptativo na dispersão dos diásporos (Mantovani & Martins 1988). Estudos fenológicos desenvolvidos com o componente herbáceo-subarbusivo apontaram a estação chuvosa como o período de maior concentração de espécies em frutificação (Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Munhoz & Felfili 2005, Tannus *et al.* 2006). Embora no presente estudo as maiores intensidades de frutificação tenham sido observadas entre o final da estação chuvosa até meados da estação seca, os picos de produção e dispersão dos diásporos foram observados no início da estação seca (setembro-outubro), sugerindo que essa é a melhor época para a frutificação nessa comunidade.

A produção de frutos imaturos sofreu maior influência das chuvas que a de frutos maduros, o que pode ser confirmado pelas melhores correlações (positivas e significativas) entre o número de espécies com frutos imaturos e a precipitação registrada nos três meses analisados. Além disso, esse fato pode ser evidenciado ao analisar o segundo ano de amostragem, que inicia com o pico de frutos imaturos em setembro/2016 (início da estação seca), seguido pelo pico de frutos maduros em outubro/2016, mês em que a produção de frutos maduros supera a de frutos imaturos, mantendo-se nessa condição durante toda estação seca até o início da próxima estação chuvosa, quando a produção de frutos imaturos volta a ser superior à de frutos maduros (Fig. 2.7B).

A maioria das espécies amadureceu seus diásporos do final da estação chuvosa até meados da estação seca. As espécies que dispersam as suas sementes no final da estação seca têm o benefício da umidade das primeiras chuvas, assim como as plântulas que emergem logo no início das chuvas tem o benefício de uma longa estação de crescimento (Munhoz & Felfili

2005), além de ausência temporária de competição, que pode ser acentuada com o progresso da estação chuvosa (Ross & Harper 1972).

A análise fenológica de frutificação revelou o predomínio de frutos autocóricos na comunidade, em proporção semelhante à encontrada em outros estudos desenvolvidos com o componente herbáceo-subarbusitivo (Mantovani & Martins 1988, Batalha & Martins 2004). Além disso, foi constatado um padrão diferenciado de frutificação por síndromes de dispersão, com maior intensidade de maturação e dispersão de frutos anemocóricos e autocóricos na estação seca, período que favorece sua deiscência e dispersão, e de frutos zoocóricos na estação chuvosa, após período de acúmulo de reserva.

Este padrão, comum para as espécies da comunidade arbustivo-arbórea de Cerrado (Mantovani & Martins 1988, Batalha *et al.* 1997, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004, Lenza & Klink 2006, Pirani *et al.* 2009) e Floresta Atlântica (Morellato *et al.* 1989, Morellato & Leitão Filho 1996, Talora & Morellato 2000), por exemplo, também foi evidenciado para espécies da comunidade herbáceo-subarbusitiva de Cerrado (Mantovani & Martins 1988, Batalha & Mantovani 2000, Batalha & Martins 2004). Entretanto, Batalha *et al.* (1997) não encontraram diferença no padrão de frutificação por síndrome de dispersão, em estudo realizado em área de Cerrado em Pirassununga/SP, com as espécies do componente herbáceo-subarbusitivo apresentando pico de frutificação no final da estação chuvosa, qualquer que fosse a síndrome considerada.

## **Conclusão**

Na comunidade herbáceo-subarbusitiva das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana os eventos fenológicos vegetativos (brotamento e queda foliar) foram contínuos ao longo do ano, porém com intensidades diferenciadas, e com produção e abscisão foliares mais acentuadas nas estações chuvosa e seca, respectivamente. Os eventos fenológicos

reprodutivos (floração e frutificação), embora tenham ocorrido durante todo o ano, também foram mais concentrados em determinado período, com maior sincronia e intensidade da floração no final da estação chuvosa, e da frutificação no início da estação seca. As espécies anemocóricas e autocóricas dispersaram seus diásporos principalmente na estação seca, e as espécies zoocóricas, na estação chuvosa, ressaltando diferença no padrão de frutificação por síndrome de dispersão.

A precipitação foi a variável climática que exerceu maior influência sobre os eventos fenológicos (vegetativos e reprodutivos), o que sugere que as chuvas podem ser um fator limitante para a maioria das espécies nesse ambiente, além de refletir sua importância sobre a retomada do crescimento nesta comunidade. A produção de conhecimento sobre as manifestações fenológicas das espécies da comunidade herbáceo-subarbusciva das Areias Brancas no PNSI é fundamental para a compreensão da dinâmica desta comunidade.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora (Processo 142155/2014-4), ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pelas autorizações para as coletas no Parque Nacional Serra de Itabaiana (N<sup>os</sup> 50571-1 e 50571-2), ao Herbário ASE pelo acesso ao acervo, à Gilmara da Silva Freire pela assistência na identificação do material coletado e à Eduardo Vinícius da Silva Oliveira pela preparação do mapa.

### **Referências**

Alencar JC, Almeida RA, Fernandes NP. 1979. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Central. *Acta Amazonica* 1: 63-97.

- Almeida SP. 1995. Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perenes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(8): 1067-1073.
- Amorim IL, Sampaio EVSB, Araújo EL. 2009. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. *Revista Árvore* 33(3): 491-499.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Augsburger CK. 1996. A cue for synchronous flowering. In Liegh Jr. EG, Rand AS, Windsor DM (eds.). *The ecology of a tropical rain forest: seasonal rhythms and long-term changes*. Washington: Smithsonian Institution Press. p.133-150.
- Barbosa DCA, Barbosa MCA, Lima LCM. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (Ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: UFPE. p. 657-693.
- Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF. 1999. Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Editora UFV.
- Batalha MA, Aragaki S, Mantovani W. 1997. Variações fenológicas das espécies do cerrado em Emas, Pirassununga, São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 11(1): 61-78.
- Batalha MA, Mantovani W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60(1): 129-145.
- Batalha MA, Martins FR. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany* 52: 149-161.

- Bencke CSC, Morellato LPC. 2002a. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*. 25(3): 269-275.
- Bencker CSC, Morellato LPC. 2002b. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25(2): 237-248.
- Borchert R. 1999. Climatic periodicity, phenology and cambium activity in tropical dry forest trees. *IAWA Journal* 20(3): 239-247.
- Carvalho CM, Vilar JC. 2005. Introdução - Levantamento da Biota do Parque Nacional Serra de Itabaiana. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). *Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota*. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental - UFS. p. 9-14.
- Dantas TVP, Nascimento-Júnior JE, Ribeiro AS, Prata APN. 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 575-588.
- Eiten G. 1992. Formas de crescimento das plantas vasculares. In Barros MAG (org.). *Boletim Informativo do Herbário da Universidade de Brasília*. Brasília: Universidade de Brasília. p. 6-13.
- Figueiredo RCL, Dietrich SMC. 1981. Variações estacionais nos compostos de reserva e no metabolismo do xilopódio de *Ocimum nudicaule* Benth. var. *anisifolia* Giul. (Labiatae). *Revista Brasileira de Botânica* 4: 73-82.
- Flora do Brasil 2020 em construção. 2017. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. 15 mai. 2017.
- Fournier LA. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.

- Griz LMS, Machado ICS. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- ICMBio. 2016. Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana. Brasília. 177p. <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2211>>. 17 jul. 2017.
- Jacomine PKT, Montenegro JO, Ribeiro MR, Formiga RA. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas, Boletim Técnico, 36. <<ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62757/1/CNPS-BOL.-TEC.-36-75.pdf>> 17 jul. 2017.
- Janzen DH. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Lenza E, Klink CA. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 627-638.
- Lima EN, Araújo EL, Sampaio EVSB, Ferraz EMN, Silva KA, Pimentel RMM. 2007. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da caatinga. *Revista de Geografia. UFPE – DCG/NAPA* 24(1): 120-136.
- Kovach, WL. 2007. Oriana for Windows, V.2.02e. Anglesey, Wales, UK, Kovach Computing Services.
- Machado IC, Barros LM, Sampaio EVSB. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada – PE, Northeastern Brazil. *Biotropica* 29(1): 57-68.
- Machado WJ, Prata APN, Mello AA. 2012. Floristic composition in areas of Caatinga and Brejo de Altitude in Sergipe state, Brazil. *Checklist* 8: 1089–1101.

- Mantovani W, Martins FR. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 11(1/2): 101-102.
- Mantovani M, Ruschel AR, Reis MS, Puchalski A, Nodari RO. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. *Revista Árvore* 27(4): 451-458.
- Marquis RJ. 1988. Phenological variation in the Neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. *Ecology* 69:1552-1565.
- Morellato LPC, Rodrigues RR, Leitão-Filho HF, Joly CA. 1989. Estudo fenológico comparativo de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 12:85-98.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1992. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In Morellato LPC (org.). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da Unicamp/Fapesp, p.112-140.
- Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28:180-191.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A, Bencker CC, Romera EC, Zipparro VB. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: A comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(4): 979-988.
- Oliveira PE, Gibbs PE. 2000. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of the central Brazil. *Flora* 195(4): 311-329.

- Opler PA, Frankie GW, Baker HG. 1976. Rain fall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3:231-236.
- Pereira TS, Costa MLMN, Moraes LFD, Luchiari C. 2008. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 63(2): 329-339.
- Pijl LVD. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3 ed. New York: Springer Verlag.
- Pirani FR, Sanchez M, Pedroni F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em Cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1096-1109.
- Pires-O'Brien MJ. 1993. Phenology of tropical trees from Jari, lower amazon, I. phenology of eight forest communities. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 9: 67-92.
- Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA/CPTEC).  
<[http://proclima.cptec.inpe.br/balanco\\_hidrico/balancohidrico.shtml](http://proclima.cptec.inpe.br/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml)>. 15 jan. 2018.
- Reich PB, Borchert R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72: 61-74.
- Rivera G, Borchert R. 2001. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. *Tree Physiology* 21:201-212.
- Rizzine CT. 1976. Tratado de fitogeografia do Brasil. Vol. 1. Aspectos ecológicos. São Paulo: HUCITEC e EDUSP.
- Ross MA, Harper JL. 1972. Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal Ecology* 60: 77-88.



- Rubim P, Nascimento HEM, Morellato LPC. 2010. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 24(3): 756-764.
- Ruiz JEA, Alencar JC. 1999. Interpretação fenológica de cinco espécies de Chrysobalanaceae na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica* 29(2): 223-242.
- Salisbury FB, Ross CW. 1978. *Plant physiology*. Califórnia, Wadsworth.
- San Martin-Gajardo I, Morellato LPC. 2003. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 299-309.
- Sarmiento G. 1983. Patterns of specific phenological diversity in the grass community of the Venezuelan tropical savannas. *J. Biog.* 10:373-391.
- Schaik CPV, Terborgh JW, Wright SJ. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology Systematics* 24: 353-377.
- Sergipe. 1978. Projeto básico para a implantação da Estação Ecológica Serra de Itabaiana-SE. Governo de Sergipe, Aracaju, Brasil. 34 p.
- Smythe N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. *American Naturalist* 104:25-35.
- Snow DW. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15: 274-281.
- Souza DNN, Camacho RGV, Melo JIM, Rocha LNG, Silva NF. 2014. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biotemas* 27(2): 31-42.
- Talora DC, Morellato LPC. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.

- Tannus JLS, Assis MA, Morellato LPC. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. *Biota Neotropica* 6(3). <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?article+bn02806032006>>. jan 2018.
- Tropicos. Missouri Botanical Garden. 2017. <<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>. 15 mai. 2017.
- Vicente A, Ribeiro AS, Santos EA, Franco CRP. 2005. Levantamento Botânico. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental – UFS. p. 15-37.
- Wallace RB, Painter LE. 2002. Phenological patterns in a southern Amazonia tropical forest: implications for sustainable management. *Forest Ecology and Management* 160: 19-33.
- Williams JR, Myers BA, Muller WJ, Duff GA, Eamus D. 1997. Leaf phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Ecology* 78(8): 2542-2558.
- Williams JR, Myers BA, Eamus D, Duff GA. 1999. Reproductive phenology of woody species in a north Australian tropical savanna. *Biotropica* 31: 626-636.
- Wright SJ, Schaik CP. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143:192-199.
- Zar JH. 1998. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice–Hall.

# **Capítulo 3**

**Dispersion syndromes in a plant community of Serra de Itabaiana**

**National Park, Sergipe state, Brazil**

**Dispersion syndromes in a plant community of Serra de Itabaiana National Park,  
Sergipe state, Brazil**

Wedna de Jesus Machado<sup>1\*</sup>, João Juarez Soares<sup>1</sup> & Aduino de Souza Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Rodovia Washington Luis, Km 235, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brazil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Avenida Marechal Rondon, s/ nº, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brazil.

\* Corresponding author: wednamachado@gmail.com

**Abstract**

This study aimed to characterize the fruit types of the species that make up the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil, in order to determine diaspores dispersal syndromes. For this purpose, biweekly expeditions carried out (September/2015 to June/2017) for the collection of botanical material and direct observation of the species' fruits that occur in the area, by walking. A total of 115 species and 52 botanical families were identified, being the most expressive Fabaceae (12 species). We observed the occurrence of 13 types of fruits, with predominance of dry fruits (67.0%), being the most frequent capsule (31.3%), drupoid (16.5%) and bacoid (15.7%). The main dispersion syndrome was zoochory, observed in 46.1% of the species (30 families), followed by anemochory, 27.8% (13 families) and autochory, 26.1% (15 families). Zoochory also prevailed among shrub-tree community species (76.9%), while autochory was predominant

among herbaceous-subshrub community species (38.5%) and anemochory among climbers species (45.4%). The results showed that the white sands' plant community has a great variety of fruit types and that the greater frequency of zoochoric species evidences the need of local fauna preservation, for dispersion of diaspores and ecological balance maintenance.

Keywords: White sands, community, diaspores, Serra de Itabaiana National Park, dispersion syndromes, vegetation.

## **Introduction**

Seed dispersal is one of the most delicate stages of plant reproduction (Willson 1992, Herrera 2002), as these must reach an appropriate place for germination and establishment of seedlings, reducing competition and the risk of predation (Janzen 1970, Howe 1993). When the diaspore detaches from the parent plant and reaches a given site by means of only one dispersing agent, the dispersion is called primary dispersion (Pijl 1982), however, if the action of a second agent is involved, the dispersion is called secondary (Howe & Smallwood 1982, Pijl 1982).

Regardless of the form of occurrence, the dispersion process involves specific relationships between plants and dispersing agents (Figliolia 1993). Many plants have diaspores with peculiar characteristics (fleshy fruits or winged seeds, for example) that attract and facilitate the action of certain mechanisms or dispersing agents. All these characteristics are called dispersion syndromes (Pijl 1982), and are associated with at least one type of dispersing agent (Almeida-Cortez 2004).

In tropical forests all dispersal syndromes occurs *sensu* Pijl (1982), the most frequent being zoochory (Fleming 1979, Howe & Smallwood 1982). The proportion of zoochoric species decreases from humid areas towards dry areas, due to a strong association between rainfall and the frequency of fleshy fruits (Gentry 1982). In more open vegetation, where the

herbaceous component is predominant, there is a greater proportion of autochoric and anemochoric species (Batalha & Martins 2004).

The state of Sergipe exhibits a small native vegetation cover, with some spots of coastal forest, restinga and caatinga forests (Andrade & Santos 1985). It is in the transition zone between the Atlantic Rainforest and the Caatinga that the Serra de Itabaiana National Park (SINP) is set (Carvalho & Vilar 2005), characterized by the existence of different physiognomies depending on the soil and the terrain in which they are (Vicente *et al.* 2005).

These physiognomies range from prairie to forest, and between these extremes a savanoid vegetation called white sands occurs. This, in turn, is an open plant formation, with thin and sparse arboreal stratum, shrubs (mostly) aggregates forming clumps, and herbaceous species among the shrubs or in bare soil (Dantas *et al.* 2010), composed of quartz sands, excessively drained, acidic and of low natural fertility (Jacomine *et al.* 1975).

In this natural habitat there are species that have had occurrence registered in the most varied types of vegetation, according to data from Flora do Brasil 2020 under construction (2017), as *Hohenbergia catingae* Ule and *Schoepfia brasiliensis* A.DC. (typical of the Caatinga), *Chamaecrista cytisoides* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby and *Humiria balsamifera* (Aubl.) A.St.-Hil. (Cerrado), *Sobralia liliastrum* Salzm. ex Lindl. and *Vellozia dasypus* Seub. (Ruprestrian Fields), *Agarista revoluta* (Spreng.) J.D. Hook. ex Nied. and *Coccoloba laevis* Casar. (Restinga), *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. and *Clusia nemorosa* G.Mey. (Seasonal Semideciduous Forest).

Knowledge of plant and animal groups, as well as their interactions, is extremely important for the conservation plans and necessary for the application of the species' management and preservation. Thus, dispersal ecology is an important tool for understanding the structure and functioning of forest communities (Gentry 1983).

Therefore, the study of dispersion syndromes in the white sands of the Serra de Itabaiana National Park, besides contributing to knowledge of the local diversity, will provide important information on dispersing agents (biotic or abiotic), making it possible to understand the interactions between these agents and the plants in fruiting, important relationship for understanding community dynamics, as well as providing subsidies for the area's management and conservation, considered by Dantas *et al.* (2010) an ecological refuge, an azonal vegetation due to the soil's characteristics.

The objective of this study was to characterize the species' fruit types that make up the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park to determine diaspore dispersion syndromes, based on the hypothesis that the dispersion pattern is related to species habit and to the type of vegetation.

## **Materials and methods**

### **Study area**

The Serra de Itabaiana National Park (10°45'S, 37°20'W; Fig. 3.1) is located about 40 km from Aracaju, capital of Sergipe state, Northeastern Brazil, it is inserted in the municipalities of Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga d'Ajuda and Campo do Brito, having an approximate area of 8000 ha, and consisting of a complex of three mountain ranges: Cajueiro (460 meters above sea level), Comprida (480 m) and Itabaiana (659 m) (ICMBio 2016), the latter being considered the second highest point in the state, surpassed only by Serra da Guia (750 meters above sea level), which is part of the Serra Negra complex (Machado *et al.* 2012).

The region's climate, according to Köppen classification, is type As', tropical with dry summer and moderate winter water surplus, and Thorntwaite water index (Im) between -1.3 and -8.8 (Sergipe 1978), with an average annual precipitation of 1289 mm (White & Ribeiro

2011). Soils are shallow (dystrophic litholic neosols) in steep terrain and hill tops, and deep and leached (quartzarenic neosols) in the lower parts, with limitations related to nutritional factors (ICMBio 2016). This study was developed in the region of the white sands adjacent to the Serra de Itabaiana National Park headquarters, located between the Água Fria and Negros streams ( $10^{\circ}45'8,64''\text{S}$  and  $37^{\circ}20'19,62''\text{W}$ ), at 200 m above sea level.

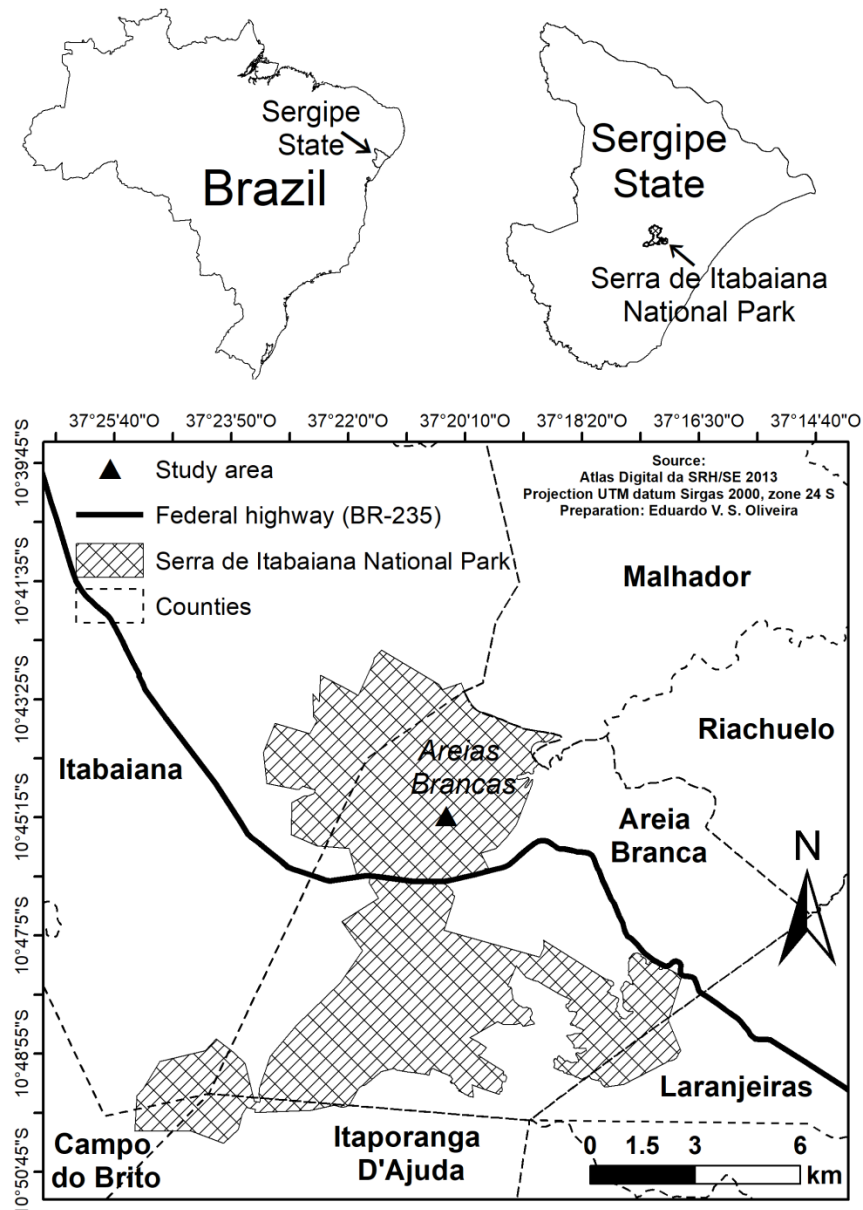


Figure 3.1. Map of Serra de Itabaiana National Park, located in Sergipe state, Northeastern Brazil.



## Data collection and analysis

Biweekly expeditions were carried out, from September 2015 to June 2017, for the collection of fertile botanical material, according to the usual norms suggested by Mori *et al.* (1989), and direct observations, with photographic record, of the species fruits occurring in the study area, on walks throughout the area.

The collected botanical material was deposited in the Herbarium of the Federal University of Sergipe (Herbarium ASE) and identified through a comparison with the collection of the same, specialized bibliography and consultation to specialists. The acronym of the institution is in agreement with Thiers [continuously updated]. The classification system adopted was Angiosperm Phylogeny Group IV - APG IV (2016). The spelling of the scientific names and the authorship of the species was taken from the Tropicos database (Missouri Botanical Garden 2017) and from Flora do Brasil 2020 website under construction (2017).

The categories proposed by Pijl (1982) modified were used for determining diaspores dispersal syndrome. It groups the species into three basic groups: 1. anemochoric - when the diaspores are winged, feathery, or in the form of a balloon or dust (diaspores cloud), which allows dispersion by the wind; 2. zoochoric - when diaspores present attractive, nutritional sources or adherent structures (hooks, bristles, thorns), related to dispersion by animals; 3. autochoric - when dispersal of diaspores occurs due to gravity or by explosive dehiscence (self-dispersion).

As the agents dispersers can operate concomitantly or independently, it should be emphasized that, in this study, only primary and predominant dispersion was considered, and that the determination of the syndromes was aided by characterization of fruit types, based on Barroso *et al.* (1999), taking into account size, color, shape and consistency of the dispersion units. In the case of animal dispersal, only the most comprehensive category of zoocory was

considered, without characterization of the specific agent. For those species whose fruit was not observed, or there was doubt as to the predominant dispersal mode, the classification was based on consultations to the scientific literature.

The species occurring in white sands were also classified by habit according to Eiten (1992), with consultations to Flora do Brasil 2020 under construction (2017), and, for the purpose of analyzes, grouped into three categories: shrub-tree (shrubs and trees), herbaceous-subshrub (herbs - terrestrial, epiphytes, hemiepiphytes or hemiparasites - and subshrubs) and climbers.

## **Results and Discussion**

In the white sands of the Serra de Itabaiana National Park 115 species belonging to 93 genera and 52 botanical families were identified (Tab. 3.1). The most expressive families were Fabaceae (12 species - three Caesalpinioideae and nine Faboideae); Bromeliaceae, Orchidaceae and Rubiaceae (seven, each); Apocynaceae (five) and Asteraceae, Cyperaceae and Passifloraceae (four, each), which together make up 43.5% of the total sampled species. The most representative genera were *Aechmea* (four species) and *Borreria* and *Chamaecrista* (three, each).

The predominance of Fabaceae in several environments can be explained not only by the high number of taxa that the family has (Queiroz 2002), but also by the nitrogen fixation capacity of the species, and consequent establishment and growth, even in poor soils (Oliveira *et al.* 2014).

As for the registered habits 21 trees, 18 shrubs, 17 subshrubs, 48 herbs – being 38 terrestrial, four epiphytes (*Aechmea mertensii*, *Tillandsia polystachia*, *Vriesea procera* and *Polystachya estrellensis*), one hemiepiphytes (*Vanilla palmarum*) and five hemiparasites (*Psittacanthus dichroos*, *P. cf. cordatus*, *Struthanthus cf. marginatus*, *Phoradendron*

*quadrangulare* and *P. strongyloclados*) – as well as 11 climbers, one of them hemiparasite (*Cassytha filiformis*) (Tab. 3.1).

Table 3.1. Attributes of the species studied in the white sands' community of Serra de Itabaiana Nacional Park, Sergipe state, Brazil. Habit: Tree (Tre), Shrub (Shr), Subshrub (Sub), Epiphyte herb (Eph), Hemiepiphyte herb (Heh), Hemiparasite herb (Hph), Terrestrial herb (Teh), Climbers (Cli); Type of fruit (TF); Consistency of the fruit (CF): fleshy fruits (Fle), dry fruits (Dry); Dispersion unit (DU): Fruit (Fru), Seed (See); Dispersion syndrome (DS).

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<b>Amaranthaceae</b>						
<i>Gomphrena demissa</i> Mart.	Sub	Achene	Dry	Fru	Anemochory <sup>1</sup>	39371
<b>Anacardiaceae</b>						
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Tre	Nucula <sup>4</sup>	Dry	Fru	Zoochory	39311
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tre	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	13846
<b>Apocynaceae</b>						
<i>Ditassa crassifolia</i> Decne.	Cli	Follicle	Dry	See	Anemochory	39366
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Tre	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	37138
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	Tre	Follicle	Dry	See	Anemochory	39327
<i>Mandevilla microphylla</i> (Stadelm.) M.F.Sales & Kin.-Gouv.	Cli	Follicle	Dry	See	Anemochory	37165
<i>Mandevilla moricandiana</i> (A.DC.) Woodson	Cli	Follicle	Dry	See	Anemochory	39345
<b>Araceae</b>						
<i>Anthurium affine</i> Schott	Teh	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	10645
<i>Anthurium bellum</i> Schott	Teh	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39339
<b>Arecaceae</b>						
<i>Allagoptera arenaria</i> (Gomes) Kuntze	Teh	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	37159
<b>Aristolochiaceae</b>						
<i>Aristolochia tamnifolia</i> (Klotzsch) Duch.	Cli	Capsule	Dry	See	Autochory	39282

Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<b>Asteraceae</b>						
<i>Acritopappus confertus</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	Shr	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39286
<i>Aspilia cf. martii</i> Baker	Teh	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39372
<i>Lepidaploa chalybaea</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	Sub	Achene	Dry	Fru	Anemochory	37141
<i>Lithothamnus nitidus</i> (DC.) W.C.Holmes	Sub	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39264
<b>Boraginaceae</b>						
<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	Sub	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39314
<b>Bromeliaceae</b>						
<i>Aechmea aquilega</i> (Salisb.) Griseb.	Teh	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	19104
<i>Aechmea lingulata</i> (L.) Baker	Teh	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	37015
<i>Aechmea marauensis</i> Leme	Teh	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39347
<i>Aechmea mertensii</i> (G.Mey.) Schult. & Schult.f.	Eph	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39323
<i>Hohenbergia catingae</i> Ule	Teh	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39346
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	Eph	Capsule	Dry	See	Anemochory	16827
<i>Vriesea procera</i> (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Wittm.	Eph	Capsule	Dry	See	Anemochory	13182
<b>Burseraceae</b>						
<i>Tetragastris occhionii</i> (Rizzini) Daly	Tre	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39275
<b>Cactaceae</b>						
<i>Melocactus violaceus</i> subsp. <i>margaritaceus</i> N.P.Taylor	Sub	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39348
<b>Calophyllaceae</b>						
<i>Kielmeyera rugosa</i> Choisy	Tre	Capsule	Dry	See	Anemochory	39279

Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<b>Celastraceae</b>						
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	Shr	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory	39307
<b>Cleomaceae</b>						
<i>Physostemon guianense</i> (Aubl.) Malme	Teh	Siliqua	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39373
<b>Clusiaceae</b>						
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	Tre	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory	37139
<i>Clusia</i> sp.	Tre	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory	37137
<b>Commelinaceae</b>						
<i>Commelina erecta</i> L.	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	37164
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) C.B.Clarke	Cli	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory	38357
<b>Convolvulaceae</b>						
<i>Daustinia montana</i> (Moric.) Buriil & A.R. Simões	Cli	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39318
<i>Evolvulus thymiflorus</i> Choisy	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39368
<b>Cyperaceae</b>						
<i>Bulbostylis fasciculata</i> Uittien	Teh	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39304
<i>Cryptangium verticillatum</i> (Koyama) Vitta	Teh	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39297
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Teh	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39358
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	Teh	Achene	Dry	Fru	Anemochory	39359
<b>Dilleniaceae</b>						
<i>Curatella americana</i> L.	Tre	Nucaceo	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory	39316
<i>Davilla flexuosa</i> A.St.-Hil.	Shr	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory	39315
<i>Tetracera boomii</i> Aymard	Shr	Mericaip	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory <sup>1</sup>	39293
<b>Dioscoreaceae</b>						
<i>Dioscorea campestris</i> Griseb.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory	39355

Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<b>Ericaceae</b>						
<i>Agarista revoluta</i> (Spreng.) J.D. Hook. ex Nied.	Tre	Capsule	Dry	See	Anemochory	39301
<b>Eriocaulaceae</b>						
<i>Comanthera imbricata</i> (Körn.) L.R.Parra & Giul.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory <sup>1</sup>	26341
<b>Euphorbiaceae</b>						
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Teh	Mer carp	Dry	See	Autochory	26700
<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	Sub	Mer carp	Dry	See	Autochory	39265
<i>Microstachys</i> cf. <i>heterodoxa</i> (Müll.Arg.) Esser	Sub	Mer carp	Dry	See	Autochory	39300
<b>Fabaceae (Caesalpinioideae)</b>						
<i>Chamaecrista cytisoides</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Tre	Legume	Dry	See	Autochory	39273
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	Sub	Legume	Dry	See	Autochory	37151
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	Teh	Legume	Dry	See	Autochory	37153
<b>Fabaceae (Faboideae)</b>						
<i>Aeschynomene histrix</i> Poir.	Teh	Loment	Dry	See	Autochory	16248
<i>Andira</i> cf. <i>humilis</i> Mart. ex Benth.	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory <sup>1</sup>	39361
<i>Clitoria laurifolia</i> Poir.	Sub	Legume	Dry	See	Autochory	39356
<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	Sub	Legume	Dry	See	Autochory	39367
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Sub	Loment	Dry	See	Autochory	39353
<i>Leptolobium bijugum</i> (Spreng.) Vogel	Tre	Legume <sup>3</sup>	Dry	Fru	Anemochory	39331

Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Teh	Loment	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39303
<i>Stylosanthes</i> cf. <i>viscosa</i> (L.) Sw.	Sub	Loment	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39381
<i>Vatairea</i> sp.	Tre	Legume <sup>3</sup>	Dry	Fru	Anemochory	39325
<b>Humiriaceae</b>						
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39263
<b>Iridaceae</b>						
<i>Neomarica</i> cf. <i>candida</i> (Hassl.) Sprague	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory	37156
<b>Lamiaceae</b>						
<i>Eplingiella fruticosa</i> (Salzm. ex Benth.) Harley & J.F.B. Pastore	Shr	Mericarp	Dry	Fru	Autochory <sup>1</sup>	39342
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Teh	Mericarp	Dry	Fru	Autochory <sup>1</sup>	39380
<b>Lauraceae</b>						
<i>Cassytha filiformis</i> L.	Cli <sup>2</sup>	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39269
<b>Loranthaceae</b>						
<i>Psittacanthus</i> cf. <i>cordatus</i> (Hoffmanns.) G.Don	Hph	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39369
<i>Psittacanthus dichroos</i> (Mart.) Mart.	Hph	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	37158
<i>Struthanthus</i> cf. <i>marginatus</i> (Desr.) Blume	Hph	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	37144
<b>Lythraceae</b>						
<i>Cuphea</i> cf. <i>brachiata</i> Martius ex Koehne	Sub	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	37154
<b>Malpighiaceae</b>						
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	Tre	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39287
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Tre	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	37160

Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<b>Marcgraviaceae</b>						
<i>Schwartzia brasiliensis</i> (Choisy) Bedell ex Gir.-Cañas	Shr	Capsule	Fle	See	Zoochory	39272
<b>Melastomataceae</b>						
<i>Miconia amoena</i> Triana	Shr	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39337
<b>Myrtaceae</b>						
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Tre	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39374
<i>Myrcia lundiana</i> Kiaersk.	Tre	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39274
<b>Nyctaginaceae</b>						
<i>Guapira</i> aff. <i>obtusata</i> (Jacq.) Little	Tre	Nucula <sup>4</sup>	Dry	Fru	Zoochory	39266
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell	Shr	Nucula <sup>4</sup>	Dry	Fru	Zoochory	39336
<b>Ochnaceae</b>						
<i>Ouratea cuspidata</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Tre	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39261
<b>Orchidaceae</b>						
<i>Cyrtopodium flavum</i> Link & Otto ex Rchb.f.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory	39324
<i>Epidendrum cinnabarinum</i> Salzm.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory	39333
<i>Epidendrum orchidiflorum</i> (Salzm.) Lindl.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory	15128
<i>Habenaria petalodes</i> Lindl.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory	39376
<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb.f.	Eph	Capsule	Dry	See	Anemochory	23481
<i>Sobralia liliastrum</i> Salzm. ex Lindl.	Teh	Capsule	Dry	See	Anemochory	39312
<i>Vanilla palmarum</i> (Salzm. ex Lindl.) Lindl.	Heh	Capsule	Dry	See	Anemochory	38363



Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<b>Oxalidaceae</b>						
<i>Oxalis divaricata</i> Mart. ex Zucc.	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory	37163
<b>Passifloraceae</b>						
<i>Passiflora misera</i> Kunth	Cli	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	26702
<i>Passiflora silvestris</i> Vell.	Cli	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	19773
<i>Piriqueta guianensis</i> N.E.Br.	Teh	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory <sup>1</sup>	39320
<i>Turnera subulata</i> Sm.	Sub	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory <sup>1</sup>	39352
<b>Plantaginaceae</b>						
<i>Angelonia cornigera</i> Hook.f.	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory	39271
<b>Poaceae</b>						
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Teh	Caryopsis	Dry	Fru	Anemochory	39298
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	Teh	Caryopsis	Dry	Fru	Anemochory	39295
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	Teh	Caryopsis	Dry	Fru	Anemochory	39296
<b>Polygalaceae</b>						
<i>Polygala trichosperma</i> Jacq.	Teh	Capsule	Dry	See <sup>5</sup>	Zoochory <sup>1</sup>	37145
<b>Polygonaceae</b>						
<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	Shr	Nucula <sup>4</sup>	Dry	Fru	Zoochory	39260
<i>Coccoloba</i> sp.	Tre	Nucula <sup>4</sup>	Dry	Fru	Zoochory	39330
<b>Portulacaceae</b>						
<i>Portulaca halimoides</i> L.	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	21205
<b>Primulaceae</b>						
<i>Myrsine parvifolia</i> A.DC.	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory <sup>1</sup>	39350
<b>Rubiaceae</b>						
<i>Borreria decipiens</i> K.Schum.	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39360
<i>Borreria spinosa</i> Cham. et Schltldl.	Teh	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39377
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Sub	Capsule	Dry	See	Autochory <sup>1</sup>	39364
<i>Chiococca plowmanii</i> Delprete	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39321

Table 3.1. Continuation

Family/Specie	Habit	TF	CF	DU	DS	Voucher
<i>Cordia obtusa</i> (K.Schum.) Kuntze	Shr	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	37148
<i>Guettarda platypoda</i> DC.	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39259
<i>Hexasepalum apiculatum</i> (Willd.) Delprete & J.H. Kirkbr.	Sub	Mer carp	Dry	Fru	Autochory <sup>1</sup>	39280
<b>Rutaceae</b>						
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	Shr	Capsule	Dry	See	Autochory	39363
<b>Santalaceae</b>						
<i>Phoradendron quadrangulare</i> (Kunth) Griseb.	Hph	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	39305
<i>Phoradendron strongyloclados</i> Eichler	Hph	Bacoid	Fle	Fru	Zoochory	37162
<b>Sapindaceae</b>						
<i>Serjania salzmanniana</i> Schltld.	Cli	Samarid	Dry	Fru	Anemochory	39262
<b>Schoepfiaceae</b>						
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A.DC.	Tre	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39306
<b>Velloziaceae</b>						
<i>Vellozia dasypus</i> Seub.	Sub	Capsule	Dry	See	Autochory	37147
<b>Verbenaceae</b>						
<i>Lantana fucata</i> Lindl.	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39365
<i>Lantana lucida</i> Schauer	Shr	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39285
<i>Tamonea spicata</i> Aubl.	Sub	Drupoid	Fle	Fru	Zoochory	39379

1. Classification based on literature; 2. Hemiparasite climber; 3. Samaroid legume; 4. Fruit associated with some fleshy structure originating from the perianth or of the floral peduncle; 5. Seed with aril or caruncle.

The occurrence of 13 types of fruits was registered for the white sands' community, with predominance of dry fruits (67.0%) in detriment fleshy fruits (33.0%). The most frequent types were capsule (31.3%), drupoid (16.5%) and bacoid (15.7%), and the less frequent, nucaceo, samarid and siliqua (0.9% each) (Fig. 3.2). Stefanello *et al.* (2009), in a study

developed in three areas of the Pindaíba River, MT: spring (Cerrado), middle and estuary (Seasonal Semideciduous Forest), also found as main types of fruits capsule loculicide (20.0% in the spring) and drupe (15.0% in the middle and 16.8% in the estuary).

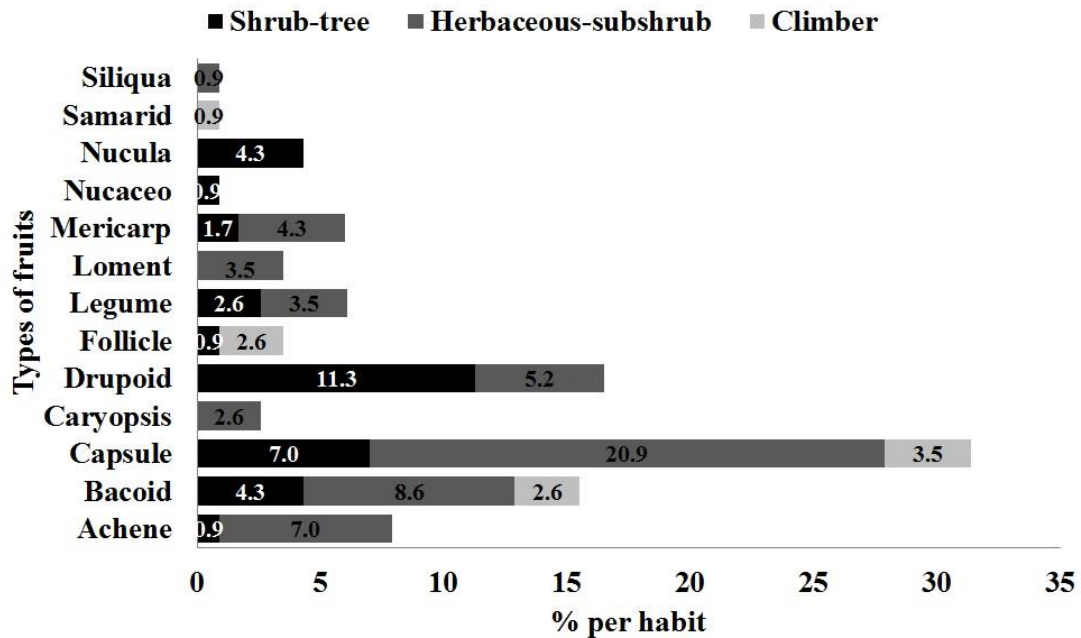


Figure 3.2. Distribution of the percentage of fruits by the habits of the species that make up the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil.

The main dispersion syndrome registered for the vegetation of white sands was zoochory, observed in 46.1% (n = 53) of the species (Fig. 3.3) and in 30 families, Bromeliaceae and Passifloraceae (five and four species, respectively) being the most expressive. Zoochory is an important dispersal syndrome in tropical areas due to the processes of plant-animal interaction being more intense in these regions (Abrahamson & Taylor 2011), and is directly linked to the availability of resources for the fauna, allowing for maintenance of the species involved in this type of interaction, important for community dynamics (Domingues *et al.* 2013).

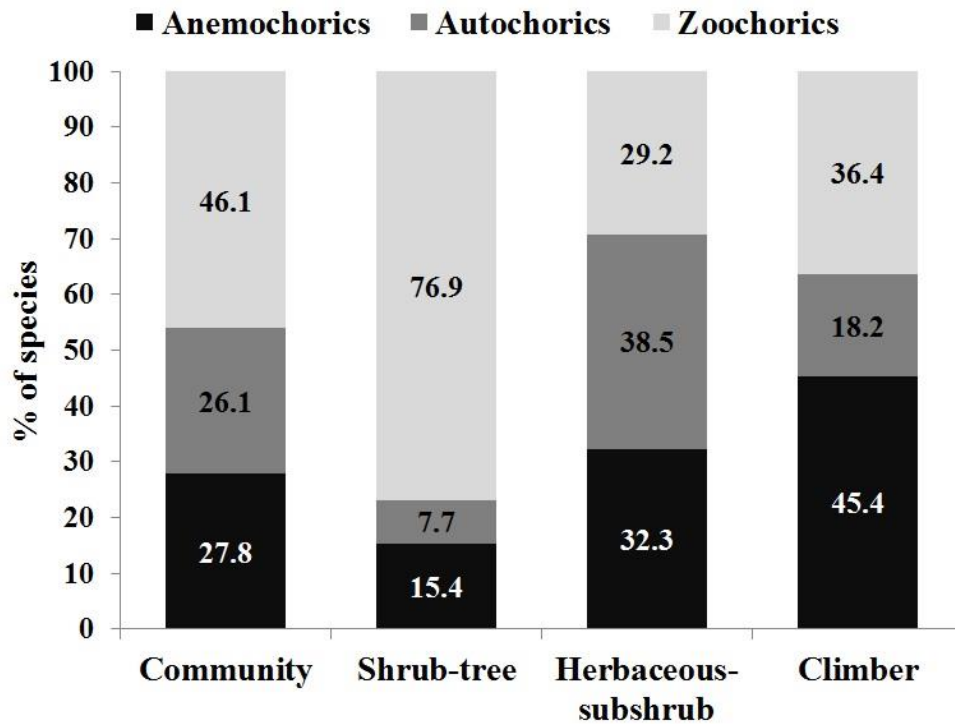


Figure 3.3. Distribution of the percentage of dispersion syndromes in the white sands' community of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil, as well as among the habits of the species that compose it.

In general, zoochoric fruits provide energy reward for their dispersers (Howe & Smallwood 1982) and are associated with visual (bird), olfactory (bat) or chemical (ant) attractants (Noguchi *et al.* 2009). Most of the fleshy fruits observed in the study area showed color range from orange, red and purple, which may be associated with attractiveness, because these diaspores present colors that highlight them in the vegetation and thus attract the dispersers (Cazetta *et al.* 2009), represented mainly by birds. On the other hand, dry fruits, for the most part, presented less conspicuous colors, and were associated with the anemochoric and autochoric syndromes, which, at first, do not involve biotic agents (Domingues *et al.* 2013).

Among the zoochoric species of white sands the occurrence of fleshy fruits (71.7%, n = 38) and dry fruits (28.3%, n = 15) was observed, the latter consisting of arylated seeds (such as *Maytenus obtusifolia*, for example), or associated with some fleshy structure

originating from the perianth or of the floral peduncle (such as *Guapira pernambucensis* and *Anacardium occidentale*, respectively), which favored dispersal by animals (Tab. 3.1). The majority of the zoochoric species (79.2%) presented fruits as a unit of dispersion, except for the arylated forms and *Schwartzia brasiliensis*, whose fruit is a capsule with irregular dehiscence of the fleshy pericarp and thin.

The anemochory was the second most expressive syndrome in the study area, observed in 27.8% (n = 32) of the species (Fig. 3.3) and in 13 families, with Orchidaceae (seven species) and Apocynaceae, Asteraceae and Cyperaceae (four species each). This dispersal strategy allows for random distribution of a large quantity of seeds, with little energy investment by the mother plant (Pijl 1982), and is generally evidenced in tall trees (such as *Vatairea* sp.), in climbers (*Mandevilla microphylla*) and in the epiphytes (*Vriesea procera*), as observed in the study area.

Six types of dry fruits were registered among the anemochoric species in white sands (achene, capsule, caryopsis, follicle, samarid and samaroid legume), and most of them structures that aid in wind dispersion, which may be present in the fruit itself, as in *Serjania salzmanniana* whose fruit is a samarid, or its seeds, *Kielmeyera rugosa* is the example that has winged seeds. Some anemochoric species were also identified having very small seeds and easily being carried by the wind, constituting a cloud of diaspores, as in the case of *Agarista revoluta*. The majority of anemochoric species from white sands presented capsule type fruits (40.6%) and the seed as dispersion unit (53.1%).

The strategy of autochoric dispersion was clear in 26.1% (n = 30) of the species (Fig. 3.3) and in 15 families, of which Fabaceae and Rubiaceae showed the greatest amounts (nine and four species, respectively). In the white sands area, autochoric species produced five types of dry fruits (capsule, legume, loment, mericarp and siliqua), whose diaspores did not present mechanisms that aid dispersion, as observed in the zoochoric and anemochoric

species, being induced by the action of gravity. Most autochoric fruits of the study area presented dehiscence (80.0%), with the seed as the dispersion unit.

The pattern of diaspores dispersion observed in this study (predominance of zoochory, followed by anemochory and autochory), typical of tropical forests (Fleming 1979, Howe & Smallwood 1982) was observed in works developed in several vegetation types such as Cerrado, Caatinga, Steppe Savannah, Riparian Forest, Semidecidual Seasonal Forest, Ombrophilous Forest and Restinga Forest (Tab. 3.2). However, the proportion of registered zoochory for a Atlantic rainforest vegetation, as well as riparian forest, was higher than those observed for the savanoid vegetation, since the biotic vectors are favored in more humid areas (Howe & Smallwood 1982, Gentry 1983, Vicente *et al.* 2003, Silva & Rodal 2009).

Table 3.2. Pattern of dispersal of diaspores observed by studies developed in several types of vegetation.

References	Type of vegetation	Pattern of dispersal	Habit studied
Batalha <i>et al.</i> 1997	Cerrado	Zoochory (38,5%)	All
		Anemochory (33,5%) Autochory (27,9%)	
Weiser & Godoy 2001	Cerrado	Zoochory (43,3%)	All
		Anemochory (32,6%) Autochory (24,1%)	
Pirani <i>et al.</i> 2009	Cerrado	Zoochory (71,4%)	Tree
		Anemochory (28,6%) Autochory ( - )	
Oliveira <i>et al.</i> 2014	Cerrado	Zoochory (58,6%)	All
		Anemochory (28,8%) Autochory (12,6%)	

Table 3.2. Continuation

References	Type of vegetation	Pattern of dispersal	Habit studied
Griz & Machado 2001	Caatinga	Zoochory (36,0%)	All
		Anemochory (33,0%)	
		Autochory (31,0%)	
Noguchi <i>et al.</i> 2009	Steppe Savannah	Zoochory (51,9%)	Tree
		Anemochory (25,9%)	
		Autochory (22,2%)	
Pinheiro & Ribeiro 2001	Riparian Forest	Zoochory (72,0%)	All
		Anemochory (24,0%)	
		Autochory (4,0%)	
Reys <i>et al.</i> 2005	Riparian Forest	Zoochory (69,0%)	Tree
		Anemochory (31,0%)	
		Autochory ( - )	
Stefanello <i>et al.</i> 2010	Riparian Forest	Zoochory (86,0%)	All
		Anemo (10,0%)	
		Autochory (4,0%)	
Kinoshita <i>et al.</i> 2006	Semidecidual Seasonal Forest	Zoochory (63,0%)	All
		Anemochory (21,0%)	
		Autochory (18,0%)	
Yamamoto <i>et al.</i> 2007	Semidecidual Seasonal Forest	Zoochory (61,6%)	Shrub-tree
		Anemochory (27,1%)	
		Autochory (11,3%)	
Liebsch & Acra 2007	Ombrophilous Forest	Zoochory (65,1%)	All
		Anemochory (23,6%)	
		Autochory (2,2%) *	
Talora & Morellato 2000	Restinga Forest	Zoochory (86,9%)	Tree
		Anemochory (10,9%)	
		Autochory (2,2%)	

\* Syndrome not determined in 9.0% of the species.

When analyzed by habit, the occurrence of 39 species in the shrub-tree community of white sands, belonging to 24 families, was observed. Data from the phytosociological survey carried out in the same area by Dantas *et al.* (2010) indicated a total of 24 species in the shrub-tree community (17 families). Fabaceae was the most represented family (four species), followed by Dilleniaceae and Rubiaceae (three, each). The most expressive genera were *Byrsonima*, *Clusia*, *Coccoloba*, *Guapira*, *Lantana* and *Myrsia* (two species each).

Nine fruit types were observed among the species of the shrub-tree community, with the highest frequencies recorded for drupoid (33.3%), capsule (20.5%), bacoid and nucula (12.8% each), and the lowest ones for achene, follicle and nucaceo (2.6% each). Nucaceo and nucula types occurred exclusively in this habit, the first in *Curatella americana* and the second in species of the *Anacardium*, *Guapira* and *Coccoloba* genera (Tab. 3.1). Zoochoric fruits occur in all habits, but predominate in the shrub and tree species (Giehl *et al.* 2007).

The zoochory prevailed among the species of the shrub-tree component (76.9%, n = 30), followed by anemochory (15.4%, n = 6) and autochory (7.7%, n = 3). This pattern (predominance of zoochoric species in shrub-tree component), which highlights the importance of the biotic vectors for this component of the community, was also verified by Batalha (1997), Batalha *et al.* (1997), Weiser & Godoy (2001) and Oliveira *et al.* (2014). Zoochoric species were also dominant in studies with only the arboreal component of the community (Talora & Morellato 2000, Reys *et al.* 2005, Noguchi *et al.* 2009, Pirani *et al.* 2009).

For the herbaceous-subshrub community, 65 species belonging to 29 families were registered. Fabaceae also stood out as the most expressive family (eight species), followed by Bromeliaceae and Orchidaceae (seven, each). The more numerous genera were *Aechmea* (four species) and *Borreria* (three). There were also nine types of fruit, the most frequent being



capsule (36.9%) and bacoid (15.4%), and the less frequent siliqua (1.5%) and caryopsis (4.6%). Caryopsis, loment and siliqua were exclusive to this habit (Tab. 3.1).

The main dispersion syndrome in the herbaceous-subshrub community was autochory, observed in 38.5% (n = 25) of the species, followed by anemochory 32.3% (n = 21) and zoochory 29.2% (n = 19) (Fig. 3.3). Such proportion is approximate to the one obtained by Batalha & Martins (2004), in a study developed in Emas National Park, located in the Brazilian Central Plateau, south-western Goiás state, in the cerrado core region.

However, when analyzing the herbaceous-subshrub component separately, autochory remained the main subshrubs syndrome, while among the herbaceous anemochory it prevailed. It is also worth mentioning that many herbaceous plants presented zoochoric syndrome, such as the bromeliads of the genera *Aechmea* and *Hohenbergia* and the parasites from the Loranthaceae and Santalaceae families, known as mistletoe.

Regarding climbers, 11 species belonging to eight families were observed, with emphasis on Apocynaceae and Passifloraceae (three and two species, respectively). *Mandevilla* and *Passiflora* were the most frequent genera (two species each). The occurrence of four types of fruits was observed, being capsule (36.4%) the one with the highest frequency, and samarid (9.1%) the least frequent and exclusively for this habit (Tab. 3.1).

Anemochory was the predominant syndrome among climbers (45.4%, n = 5), followed by zoochory (36.4%, n = 4) and autochory (18.2%, n = 2) (Fig 3.3). Climbers are generally anemochoric, being a frequent dispersion among species that are relatively high within their habitats, since the wind velocity is lower in the sub-forest and does not favor this type of dispersion (Morellato & Leitão-Filho 1996).

The results obtained in this study revealed that the plant community of the white sands of Serra de Itabaiana National Park has a great variety of fruit types, showing morphological richness and dispersion strategies, while, at the same time, giving indications about the

reproductive ecology of the species, which constitutes relevant information for the area's management and conservation. In addition, larger frequency of zoochoric species shows the need for preservation of local fauna, especially birds, for dispersal of diaspores and, consequently, ecological balance maintenance.

### **Acknowledgments**

The authors are grateful to CNPq (grant 142155/2014-4) for the financial support, ICMBio for authorizations (N<sup>os</sup> 50571-1 and 50571-2) for collections in Serra de Itabaiana Nacional Park, ASE Herbarium for access to the collection, Gilmara da Silva Freire for assistance in the identification of the collected material and Eduardo Vinícius da Silva Oliveira for preparation of map.

### **References**

- Abrahamson WG, Taylor TN. 2011. Plant animal interactions. In: McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. 576p.
- Almeida-Cortez JS. 2004. Dispersão e banco de sementes. In: Ferreira AG, Borghetti F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre, Artmed. p. 225-235.
- Andrade JA, Santos AF. 1985. A cobertura vegetal de Sergipe. In Anais da I Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, Regional Nordeste, vol. 1. João Pessoa. p. 5-13.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 1-20.
- Barroso GM, Morim MP, Peixoto AL, Ichaso CLF. 1999. Frutos e sementes – morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa, Editora UFV.

- Batalha MA. 1997. Análise da vegetação da ARIE Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Batalha MA, Aragaki S, Mantovani W. 1997. Variações fenológicas das espécies do Cerrado em Emas (Pirassununga, SP). *Acta Botanica Brasilica* 1 (I): 61-78.
- Batalha MA, Martins FR. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park (central Brazil). *Australian Journal of Botany* 52: 149-161.
- Carvalho CM, Vilar JC. 2005. Introdução - Levantamento da Biota do Parque Nacional Serra de Itabaiana. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental - UFS. p. 9-14.
- Cazetta E, Schaefer HM, Galetti M. 2009. Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. *Evolutionary Ecology* 23(2): 233-244.
- Dantas TVP, Nascimento-Júnior JE, Ribeiro AS, Prata APN. 2010. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 33: 575-588.
- Domingues CAJ, Gomes VGN, Quirino ZGM. 2013. Síndromes de dispersão na maior área de proteção da Mata Atlântica paraibana. *Biotemas* 26 (3): 99-108.
- Eiten G. 1992. Formas de crescimento das plantas vasculares. In Barros MAG (org.). Boletim Informativo do Herbário da Universidade de Brasília. Brasília: Universidade de Brasília. p. 6-13.
- Figliolia, MB. 1993. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. associada à fenologia reprodutiva e à dispersão de sementes em floresta ripária do rio Mogi-Guaçu, município de Mogi-Guaçu - SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP.

- Fleming TH. 1979. Do tropical frugivores completed for food? *Annales Zoologici Fennici*, 19: 1157-72.
- Flora do Brasil 2020 em construção. 2017. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. 15 mai. 2017.
- Gentry AH. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary biology*, New York, v. 15, p. 1-84.
- Gentry AH. 1983. Dispersal ecology and diversity in neotropical forest communities. *Sonderband Naturwissenschaftlicher Verein Hamburg* 7: 303-314.
- Giehl ELH, Athayde EA, Budke JC, Gesing JPA, Einsiger SM, Canto-Dorow TS. 2007. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 21(1): 137-145.
- Griz LMS, Machado ICS. 2001. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the Northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17: 303-321.
- Herrera CM. 2002. Seed dispersal by vertebrates. In: Herrera CM, Pellmyr O (Ed.). *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. Malden: Blackwell Science. p. 185-208.
- Howe HF. 1993. Aspects of variation in a Neotropical seed dispersal system. *Vegetatio* 107/108: 149-162.
- Howe HF, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- ICMBio. 2016. Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana. Brasília. 177p. <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2211>>. 17 jul. 2017.
- Jacomine PKT, Montenegro JO, Ribeiro MR, Formiga RA. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife, EMBRAPA, Centro de Pesquisas

<[ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62757/1/CNPS-BOL.-TEC.-36-75.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62757/1/CNPS-BOL.-TEC.-36-75.pdf)>

17 jul. 2017.

Janzen DH. 1970. Herbivories and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.

Kinoshita LS, Torres RB, Forni-Martins ER, Spinelli T, Ahn YJ, Constâncio SS. 2006. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20: 313-327.

Liebsch D, Acra LA. 2007. Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. *Revista Acadêmica* 5(2): 167-175.

Machado WJ, Prata APN, Mello AA. 2012. Floristic composition in areas of Caatinga and Brejo de Altitude in Sergipe state, Brazil. *Checklist* 8: 1089–1101.

Morellato LPC, Leitão-Filho HF. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28: 180-191.

Mori S, Silva L, Lisboa G, Coradin L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. Ilhéus: CEPLAC. 104p.

Noguchi DK, Nunes GP, Sartori ALB. 2009. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60: 353-365.

Oliveira AKM, Resende UM, Schleder EJD. 2014. Espécies vegetais e suas síndromes de dispersão em um remanescente de Cerrado (sentido restrito) do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Ambiência* 10: 565-580.

Pijl LVD. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3 ed. New York: Springer Verlag.

Pinheiro F, Ribeiro JR. 2001. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal. In: Ribeiro JF, Fonseca CEL, Sousa-Silva JC (Eds.). *Cerrado:*

- caracterização e recuperação de matas de galeria. Embrapa Cerrados, Planaltina. p. 335-361.
- Pirani FR, Sanchez M, Pedroni F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em Cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1096-1109.
- Queiroz LP. 2002. Distribuição de espécies de Leguminosae na Caatinga. In Sampaio EVSB, Giuletta AM, Virgínio J, Gamarra-Rojas CFL (eds.). *Vegetação e flora da Caatinga*. Recife, APNE/CNIP. p. 141-153.
- Reys P, Galetti M, Morellato LPC, Sabino J. 2005. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotropica* 5: 309-318. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032005000300021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032005000300021)>. 17 jul. 2017.
- Sergipe. 1978. Projeto básico para a implantação da Estação Ecológica Serra de Itabaiana-SE. Governo de Sergipe, Aracaju, Brasil. 34 p.
- Silva MCNA, Rodal MJN. 2009. Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 1040-1047.
- Stefanello D, Fernandes-Bulhão C, Martins SV. 2009. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT. *Revista Árvore* 33: 1051-1061.
- Stefanello D, Ivanauskas NM, Martins SV, Silva E, Kunz SH. 2010. Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência – MT. *Acta Amazonica* 40(1): 141-150.
- Talora DC, Morellato PC. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.

- Thiers B [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>>. 31 ago. 2017.
- Tropicos. Missouri Botanical Garden. 2017. <<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>. 15 mai. 2017.
- Vicente A, Ribeiro AS, Santos EA, Franco CRP. 2005. Levantamento Botânico. In Carvalho CM, Vilar JC (coord). Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota. Aracaju, Ibama, Biologia Geral e Experimental – UFS. p. 15-37.
- Vicente A, Santos AMM, Tabarelli M. 2003. Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no nordeste do Brasil. In Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (eds.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife, Editora Universitária da UFPE. p. 565-592.
- Weiser VL, Godoy SAP. 2001. Florística em um hectare de Cerrado *stricto sensu* na ARIE - Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. Acta Botanica Brasilica 15: 201-212.
- White BLA, Ribeiro AS. 2011. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Ambi-Agua 6: 148-156.
- Willson MF. 1992. The ecology of seed dispersal. In: FENNER, M. (Ed.). Seeds: the ecology of regeneration in plants communities Wallingford: CAB International. p. 61-85
- Yamamoto LF, Kinoshita LS, Martins FR. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica 21: 553-573.

## Considerações Finais

O presente estudo evidenciou a influência das variáveis climáticas na determinação de padrões fenológicos na comunidade vegetal das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana. A temperatura foi a variável que mais se correlacionou com os eventos fenológicos (em especial frutificação e brotamento) das espécies do componente arbustivo-arbóreo, enquanto que a precipitação exerceu maior influência sobre as fenofases (brotamento, floração e frutificação) das espécies do componente herbáceo-subarbustivo.

O fator chuva parece ser limitante apenas para as espécies do componente herbáceo-subarbustivo. As correlações positivas e significativas obtidas entre a precipitação e a maioria das fenofases das espécies desse componente, em detrimento das correlações negativas e/ou não significativas registradas entre a variável climática em questão e a maior parte dos eventos das espécies da comunidade arbustivo-arbórea, reforçam essa ideia.

Os eventos fenológicos reprodutivos, embora tenham ocorrido durante todo o ano, foram mais concentrados em determinado período, revelando certa sazonalidade. Para as espécies da comunidade arbustivo-arbórea, foram verificadas maior sincronia e intensidade da floração na estação seca, e da frutificação entre a estação seca e a chuvosa, enquanto que para as espécies da comunidade herbáceo-subarbustiva, maior sincronia e intensidade na produção de flores e frutos foram observadas no final da estação chuvosa e no início da estação seca, respectivamente.

Os resultados também revelaram que a comunidade vegetal das Areias Brancas possui grande diversidade de tipos de frutos, o que indica maior variedade de estratégias de dispersão. Ambos os componentes da vegetação apresentaram diferença no padrão de frutificação por síndrome de dispersão, com espécies zoocóricas dispersando, principalmente, na estação chuvosa, e espécies anemocóricas e autocóricas, na estação seca. As espécies



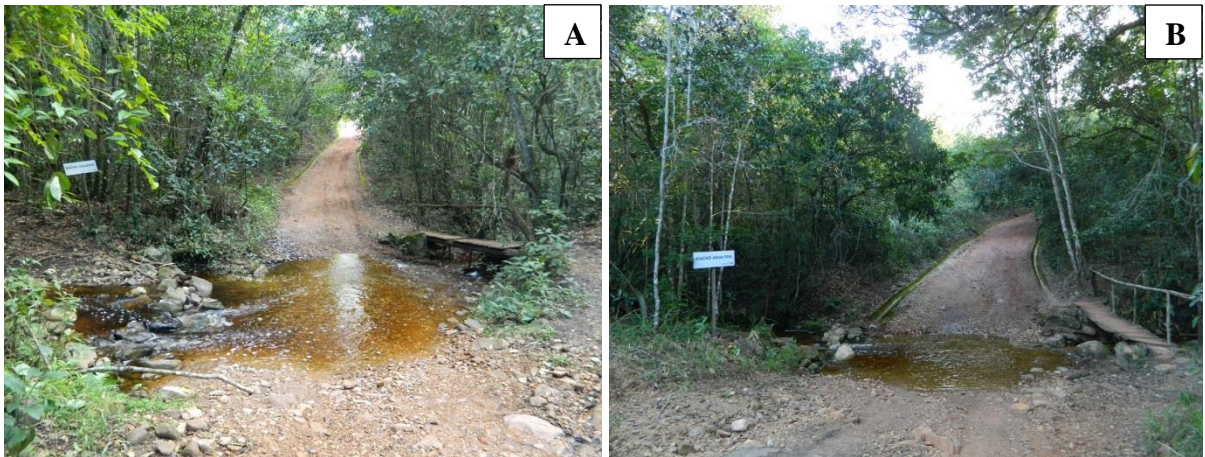
zoocóricas apareceram como o grupo de plantas dominante, tanto na comunidade como um todo quanto no componente arbustivo-arbóreo, o que afirma a necessidade de preservação da fauna local, em especial a avifauna, para a dispersão de diásporos e manutenção do equilíbrio ecológico.

Este estudo evidenciou o comportamento fenológico das espécies que compõem a comunidade vegetal das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana, e produziu informações relevantes para a compreensão do funcionamento da mesma, reforçando a peculiaridade desta vegetação.

## Apêndice



A1. Parque Nacional Serra de Itabaiana: Entrada principal (A) e trilha principal em área de remanescente de Mata Atlântica (B) (Fonte: Machado 2017).

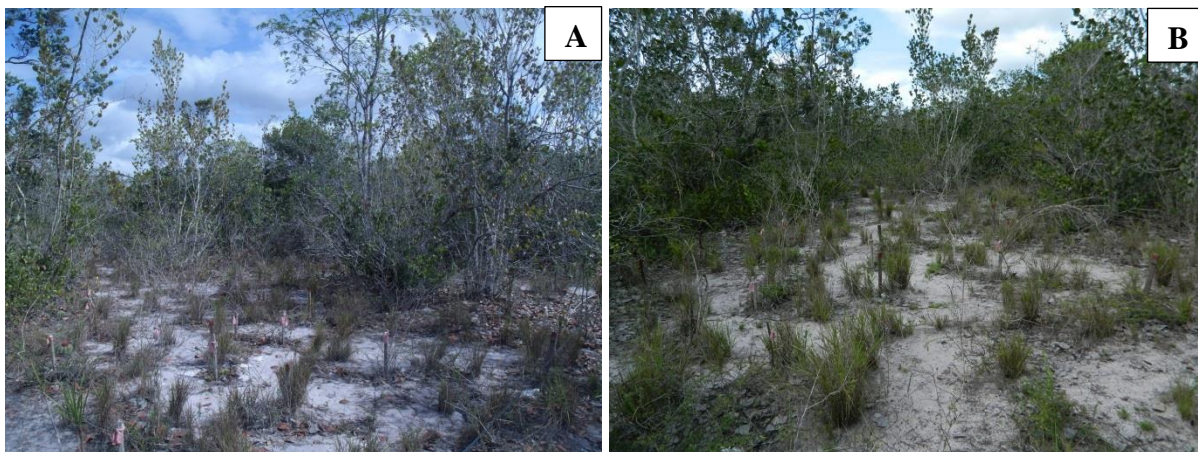


A2. Parque Nacional Serra de Itabaiana: Primeiro riacho - Riacho Coqueiro (A) e Segundo riacho - Riacho Água Fria (B) (Fonte: Machado 2017).



A3. Parque Nacional Serra de Itabaiana: sede da unidade de conservação (a) e Poço das Moças (B) (Fonte: Machado 2017).

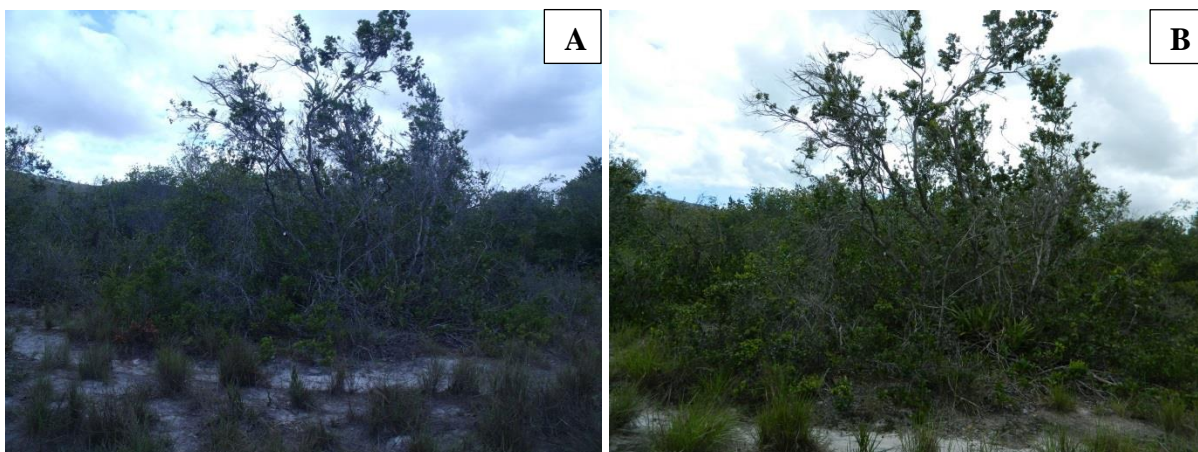




A4. Área de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Transecto 1: Aspecto da vegetação na estação seca (A) e na estação chuvosa (B) (Fonte: Machado 2016, 2017).



A5. Área de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Transecto 2: Aspecto da vegetação na estação seca (A) e na estação chuvosa (B) (Fonte: Machado 2016, 2017).



A6. Área de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Transecto 3: Aspecto da vegetação na estação seca (a) e na estação chuvosa (B) (Fonte: Machado 2016, 2017).





A7. Área de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Transecto 4: Aspecto da vegetação na estação seca (A) e na estação chuvosa (B) (Fonte: Machado 2016, 2017).



A8. Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Herbáceas se desenvolvendo em meio à serrapilheira e líquens na estação seca (A) e na estação chuvosa (B) (Fonte: Machado 2016, 2017).



A9. Área de Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana: Espécies com distribuição preferencialmente agregada, formando moitas (A-B) (Fonte: Machado 2017).





A10. Vegetação das Areias Brancas no Parque Nacional Serra de Itabaiana: Aspectos gerais (A-H) (Fonte: Machado 2016, 2017).