



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARINA COIMBRA DE AZEVEDO

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE TRÊS LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS
DA MATA ATLÂNTICA COM POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Dra. JULIANA MÜLLER FREIRE
Orientadora

Dr. ALEXANDER DA SILVA RESENDE
Co-orientador

Seropédica, RJ
Fevereiro - 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

MARINA COIMBRA DE AZEVEDO

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE TRÊS LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS DA
MATA ATLÂNTICA COM POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Dra. JULIANA MÜLLER FREIRE
Orientadora

Dr. ALEXANDER DA SILVA RESENDE
Co-orientador

Seropédica, RJ
Fevereiro - 2014

**FENOLOGIA REPRODUTIVA DE TRÊS LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS DA
MATA ATLÂNTICA COM POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
DEGRADADAS**

MARINA COIMBRA DE AZEVEDO

Aprovada em 04 de fevereiro.

Comissão examinadora:

Dra. Juliana Müller Freire
Embrapa Agrobiologia - RAD
(Orientadora)

Dr. Luiz Fernando Duarte de Moraes
Embrapa Agrobiologia - RAD
(Membro)

Prof. Dr. Tiago Böer Breier – DS - UFRRJ
(Membro)

Dedicatória

Aos meus pais, Conceição e Manuel, pelo apoio e dedicação. À Rural, grande mãe e às famílias que aqui ganhei, este trabalho dedico.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, pilar de minha existência, por sua sempre presença e proteção. Pela minha vida plena e pela a benção de vivê-la mais próxima à natureza.

Ao meu pai Manuel, pela dedicação e suor de cada dia, pela oportunidade da minha formação, fruto do esforço e amor incondicional pela família.

À minha mãe Conceição, por seu amor mais puro e sua equanimidade. Por nosso elo sagrado e sua orientação mais que espiritual. Pelo porto seguro, cafunés e massagens.

À toda minha família de sangue: irmão pentelho por crescer ao meu lado, vovó Maria e Vó Silvia pelo carinho, pelas orações, pelos valores transmitidos, tios e tias, primos e primas e todos aqueles que mesmo estranhando o fato de eu querer estudar longe, foram compreensivos e me apoiaram.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como instituição, pelo suporte e ensino público de qualidade, pela oportunidade de me tornar uma Engenheira florestal; e como mãe, pelos ensinamentos para além da sala de aula, vivências e experiências únicas vividas durante esses anos. Por me tornar um ser humano mais flexível, admirando mais as diferenças e sempre lutando pelos meus sonhos.

À minha orientadora Juliana Muller Freire, pela orientação e paciência. Agradeço pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, pelo exemplo e pela afinidade como pessoa.

Aos pesquisadores Alexander Resende, pela co-orientação e oportunidade da bolsa e Luiz Fernando pela sua energia maravilhosa e suas contribuições sempre valiosas.

À Janaina Ribeiro Costa pela força nas análises estatísticas desde o início.

À Embrapa Agrobiologia, pela estrutura concedida para a realização deste trabalho e a todos os funcionários: Fernando Cunha e Telmo Felix (*in memoriam*) pela ajuda de campo e momentos de descontração; Fernando Lima, Andreia Cunha, Adriana e todos os colegas de trabalho pela ajuda fundamental, pelas piadas que fazem o Laboratório de Leguminosas um lugar mais prazeroso.

À família F4-103 e F4-109 pelas lindas amizades construídas, todos os amigos e amigas que estiveram ao meu lado contribuindo para que esses anos de rural sejam eternizados no meu coração e memória!

Ao Grupo de Capoeira Angolinha, por todos os momentos de vadiagem, aprendizado e axé. Em especial ao Mestre Angolinha por sua força e ensinamentos.

À Salinha Azul e todos os trabalhadores de luz que me auxiliaram e ampararam durante todos estes anos, não me deixando esquecer a minha verdadeira essência. Em especial ao Teco, grande ser, presentinho de Deus na minha jornada ruralina, carinho e gratidão que levarei para além da vida.

À turma 2008-II pela amizade e momentos inesquecíveis (parece que foi ontem!).

À minha grande amiga-irmã Laura Palis, obrigada pela sua amizade. Pela sempre presença mesmo longe, pelo apoio, pelas conversas e momentinhos intergaláticos.

Ao meu grande companheiro Tomaz, pelo carinho e cumplicidade. Obrigada por toda sua compreensão, pelo companheirismo, pelos momentos maravilhosos e difíceis que me ajudaram a crescer e tornar esta uma das melhores fases da minha vida. Sem você tudo seria diferente!

À comissão examinadora pela disponibilidade e prontidão para compor a banca desta monografia.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo descrever o comportamento fenológico reprodutivo de três espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica: *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld., *Enterolobium glaziovii* (Benth.) Mesquita e *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico, de acordo com os fatores climáticos. O estudo foi realizado em uma área de vegetação fragmentada no município de Itaboraí-RJ, inserida no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, visando subsidiar atividades de colheita de sementes para o reflorestamento da região. Para isto foram avaliadas mensalmente 22 matrizes marcadas, entre fevereiro de 2011 e março de 2013, registrando-se a presença/ ausência e intensidade de floração e frutificação. Para análise dos dados foram calculados o Índice de Atividade, o Percentual de Intensidade de Fournier para cada mês reprodutivo e o Índice de Sincronismo das fenofases entre as matrizes de cada espécie. Além disso, foi realizada a correlação de Spearman das fenofases com os dados meteorológicos de 0, 1 e 2 meses anteriores à observação fenológica. *M. hirtum* apresentou fenofases regulares e anuais, com a floração ocorrendo de março a abril e a frutificação de julho a setembro. *E. glaziovii* também apresentou regularidade entre anos para as fenofases e um padrão anual. Floresceu de setembro a outubro e frutificou de junho a setembro, variando apenas a duração do período de frutos maduros de um ano para o outro. Já *A. pedicellaris* apresentou padrão reprodutivo sub-anual e irregular, com a floração ocorrendo em janeiro, fevereiro e outubro em um ano e março em outro ano. A frutificação ocorreu em setembro em um ano e em dezembro em outro ano, permanecendo por apenas um mês na copa. Foi observada correlação significativa da fenologia com as variáveis climáticas analisadas, sendo evidente a influência do clima não só no mês de observação da fenofase, mas também nos meses anteriores a esta. *M. hirtum* e *A. pedicellaris* apresentaram floração sazonal na estação quente e chuvosa. *M. hirtum* e *E. glaziovii* apresentaram frutificação sazonal na estação fria e seca. Houve baixa e média sincronia entre as matrizes para as fenofases reprodutivas. A influência da variação climática entre os anos analisados, o efeito da fragmentação e as estratégias reprodutivas intrínsecas das espécies são discutidas visando compreender a fenologia reprodutiva observada.

Palavras-chave: Floração, frutificação, clima.

ABSTRACT

This work aims to describe the reproductive phenology of three native tree species of the Atlantic Forest: *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld., *Enterolobium glaziovii* (Benth.) Mesquita e *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico, according to climatic factors. The study was conducted in an area of fragmented vegetation in Itaboraí-RJ, inserted in the Rio de Janeiro Petrochemical Complex, aiming to support harvest seed for reforestation activities in the region. Were assessed monthly 22 matrices trees of these species between February 2011 and March 2013, recording the presence / absence and intensity of flowering and fruiting. For data analysis were calculated activity index, the percentage intensity Fournier for each month and the reproductive index sync between the phenophase matrices of each species. In addition, the Spearman correlation of phenophases with meteorological data of 0, 1 and 2 months of phenological observations were made. *M. hirtum* presented regular and annual phenological phases, with flowering occurring from March to April and fruiting from July to September. *E. glaziovii* also showed regularly in years to phenophases and an annual pattern. Bloomed from September to October and fruits from June to September, only varying the duration of the ripe fruits of one year to the other. *A. pedicellaris* presented sub-annual and irregular reproductive pattern, with flowering occurring in January, February and October in one year to March in another year. The fruiting occurred in September in a year and in December in another year, staying for a month on the treetop. Significant correlation was observed phenology with climate variables, being evident the influence of climate not only in the month of observation of phenology but also in earlier this month. *M. hirtum* and *A. pedicellaris* presented seasonal flowering in the hot and rainy season. *M. hirtum* and *E. glaziovii* presented seasonal fruiting during the dry season. There was low and average synchrony between matrices for reproductive phenophases. The influence of climatic variation between the years analyzed, the effect of fragmentation and the intrinsic reproductive strategies of the species are discussed aiming to understand the reproductive phenology observed.

Keywords: Flowering, fruiting, climate.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 A Mata Atlântica.....	3
2.2 Fenologia	5
2.3 Efeitos da fragmentação sobre a fenologia reprodutiva.....	7
2.4 A influência da sazonalidade climática sobre a fenologia	8
3. OBJETIVOS.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Área de estudo	11
4.2 Espécies estudadas	13
4.3 Acompanhamento fenológico	18
5. RESULTADOS.....	19
5.1 <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld.	19
5.1.1 Fenologia.....	19
5.1.2 Correlação dados climáticos x fenologia	22
5.1.3 Sincronismo.....	23
5.2 <i>Enterolobium glaziovii</i> (Benth.) Mesquita.....	24
5.2.1 Fenologia reprodutiva	24
5.2.2 Correlação dados climáticos x fenologia	27
5.2.3 Sincronismo.....	28
5.3 <i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L. Rico	28
5.3.1 Fenologia.....	28
5.3.2 Correlação dados climáticos x fenologia	31
5.3.3 Sincronismo.....	32
6. DISCUSSÃO.....	33
7. CONCLUSÕES	38
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa dos remanescentes de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro em 2012. Fonte: Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (INPE, 2013).....4
- Figura 2.** Dados meteorológicos de fevereiro de 2011 a março de 2013, com as temperaturas médias mensais (°C) e precipitações totais mensais (mm), para o município de Itaboraí, RJ. 12
- Figura 3.** Dados meteorológicos referentes à série histórica de 1968 a 2009, com as temperaturas médias mensais (°C) e precipitações totais mensais (mm) para a área do COMPERJ. 12
- Figura 4.** Mapa de localização das matrizes na área do COMPERJ, Itaboraí, RJ..... 14
- Figura 5.** Matrizes marcadas de *Machaerium hirtum*: matrizes 4.4, 4.2 e 4.5. 15
- Figura 6.** Matrizes marcadas de *Enterolobium glaziovii*: matrizes 6.2, 6.3 e 6.5..... 16
- Figura 7.** Matrizes marcadas de *Albizia pedicellaris*: matrizes 7.1, 7.3 e aspecto do tronco da balízia. 17
- Figura 8.** Índice de atividade e Intensidade de Fournier para floração de 11 indivíduos de *M.hirtum* no período de fev 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.....21
- Figura 9.** Índice de atividade e Intensidade de Fournier para frutificação de 11 indivíduos de *M.hirtum* no período de fev 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.....21
- Figura 10.** Temperatura média e precipitação total mensal no período de fev2011 a mar 2013, obtidos na Estação Sambaetiba (Itaboraí, RJ). Fonte: Empresa Cetrel- Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda..... 21

Figura 11. Floração, frutos imaturos e frutos maduros atacados por patógenos de <i>Machaerium hirtum</i> no município de Itaboraí, RJ.	22
Figura 12. Floração e frutificação de <i>Enterolobium glaziovii</i> no município de Itaboraí, RJ. .	25
Figura 13. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para floração de cinco indivíduos de <i>E. glaziovii</i> no período de fev2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.	26
Figura 14. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para frutificação de cinco indivíduos de <i>E. glaziovii</i> no período de fev 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.....	26
Figura 15. Temperatura média e precipitação total mensal no período de fev2011 a mar 2013, obtidos na Estação Sambaetiba (Itaboraí, RJ). Fonte: Empresa Cetrel- Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda.....	26
Figura 16. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para floração de seis indivíduos de <i>A. pedicellaris</i> no período de mar 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.....	30
Figura 17. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para frutificação de seis indivíduos de <i>A. pedicellaris</i> no período de mar 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.	30
Figura 18. Temperatura média e precipitação total mensal no período de fev2011 a mar 2013, obtidos na Estação Sambaetiba (Itaboraí, RJ). Fonte: Empresa Cetrel- Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda.....	30
Figura 19. Floração e frutificação de <i>Albizia pedicellaris</i> no município de Itaboraí, RJ.....	31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Meses de ocorrência das fenofases de *M.hirtum* no município de Itaboraí, RJ.....20
- Tabela 2.** Valores da análise de correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas de 0, 1 e 2 meses anteriores ao mês do evento fenológico de *Machaerium hirtum*. * O rs não foi significativo considerando-se a $P > 0,05$. – não analisado.22
- Tabela 3.** Índice de sincronismo (Z) de cada fenofase, estimado para o período de fevereiro de 2011 a março de 2013 para 11 matrizes de *Machaerium hirtum* em Itaboraí (RJ).24
- Tabela 4.** Meses de ocorrência das fenofases de *E.glaziovii* no município de Itaboraí, RJ. ...24
- Tabela 5.** Valores da análise de correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas de 0, 1 e 2 meses anteriores ao mês do evento fenológico de *Enterolobium glaziovii*. * O rs não foi significativo considerando-se a $P > 0,05$27
- Tabela 6.** Índice de sincronismo (Z) de cada fenofase, estimado para o período de fevereiro de 2011 a março de 2013 para 5 matrizes de *Enterolobium glaziovii* em Itaboraí (RJ).....28
- Tabela 7.** Meses de ocorrência das fenofases de *A. pedicellaris* no município de Itaboraí, RJ.29
- Tabela 8.** Valores da análise de correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas de 0, 1 e 2 meses anteriores ao mês do evento fenológico de *Albizia pedicellaris*. * O rs não foi significativo considerando-se a $P > 0,05$31
- Tabela 9.** Índice de sincronismo (Z) de cada fenofase, estimado para o período de fevereiro de 2011 a março de 2013 para 5 matrizes de *Albizia pedicellaris* em Itaboraí (RJ).32

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, embora seja considerado um dos biomas de maior biodiversidade do planeta, é paradoxalmente um dos mais ameaçados, sendo considerado um *hot spot* de alta importância à preservação das florestas tropicais de todo o globo (DUBOIS, 2008; MYERS, 1988). Sua área original ocupava cerca de 15% do território brasileiro ao longo da costa, abrangendo diversos tipos de solos e climas, criando assim peculiaridades regionais e uma formação não homogênea. Atualmente, encontra-se extremamente reduzida a poucos fragmentos descontínuos, ocupando aproximadamente 7% da sua área original. Este estado de intensa fragmentação, destruição e consequente perda de biodiversidade, se dá principalmente pela supressão dos habitats naturais, causada pela expansão agrícola, urbanização e práticas mal planejadas de obras de infraestrutura (PERES, 2010).

O processo de fragmentação leva a uma drástica redução na diversidade biológica, a curto prazo, através da perda da área, ou longo prazo, através dos efeitos do isolamento (METZGER, 2003). Tais efeitos, entretanto, podem ser atenuados se as populações de fauna e flora não estiverem completamente isoladas uma das outras. Assim, é fundamental a elaboração e incremento de estudos que contribuam para o entendimento do processo de reprodução e regeneração das espécies nativas, que subsidiem ações de recuperação de áreas degradadas.

Atualmente, têm-se ressaltado a importância do uso de espécies da família Fabaceae em reflorestamentos pelo seu ótimo desempenho devido à interação planta-rizóbio-fungos micorrízicos, que permite um rápido crescimento destas espécies devido ao seu potencial de associação a bactérias fixadoras de nitrogênio, melhorando o conteúdo de matéria orgânica e a atividade biológica do solo (SIQUEIRA *et al.*, 1994). Porém, o uso de espécies florestais para projetos de recuperação de áreas degradadas esbarra na dificuldade de obtenção de sementes e mudas de diversas espécies e com boa qualidade. Normas estabelecidas pela Lei 10.711/03, que trata do Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, buscam atender a segurança da qualidade e procedência de sementes ou qualquer outro material de propagação, seja ele agrícola ou florestal e, por consequência disso, há uma tendência no crescimento da demanda por sementes e mudas de procedência conhecida. Tendo isso em vista, enfatiza-se a

importância do estudo de espécies com potencial para RAD para que seja possível atender essa demanda em quantidade e qualidade genética.

O processo de recuperação da cobertura florestal de uma área acontece através da fundação de novas populações e, se não houver ampla base genética, isto poderá comprometer o potencial evolutivo das mesmas, através de diferentes graus de endogamia. Por isso, é fundamental que se colete sementes de ecótipos locais, amostrando um número adequado de árvores matrizes (SHIMIZU, 2007). Estudos têm indicado que se colete em no mínimo 12 matrizes (PIÑA-RODRIGUES, 2007). Entretanto, tem sido grande a dificuldade de se obter esta quantidade de matrizes para colheita de sementes num mesmo período de frutificação, sendo esta recomendação raramente praticada pelos viveiros florestais, que vem efetuando a colheita em cerca de cinco matrizes (SEA, 2011). Essa dificuldade resulta, em muitos casos, em uma grande área a ser percorrida para a realização da colheita das sementes gerando um dos fatores que mais contribuem para o aumento do custo de produção de sementes, o custo de deslocamento. Sendo assim, é importante a elaboração de estudos de fenologia, que através do acompanhamento fenológico possibilitam a confecção de fenogramas, que são mapas temporais onde se podem consultar as matrizes passíveis de colheita, e assim, direcionar os esforços de deslocamento. Estes mapas podem conter outras informações auxiliares como localização, forma de acesso e metodologia de colheita de cada matriz.

Neste contexto o presente estudo teve como objetivo acompanhar a fenologia reprodutiva de três espécies de leguminosas arbóreas (*Machaerium hirtum*, *Enterolobium glaziovii* e *Albizia pedicellaris*) em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaboraí (RJ), auxiliando no projeto de reflorestamento em andamento na área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro-COMPERJ, através do planejamento das ações de colheita de sementes para produção de mudas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Mata Atlântica

O Bioma Mata Atlântica compreende um conjunto de formações florestais que se estende do Rio Grande do Sul ao Piauí, abrangendo dezessete estados e abrigando 62% da população brasileira. O bioma possui sete das nove maiores bacias hidrográficas do país, ocupando um papel importante na manutenção dos recursos hídricos disponíveis. Além disto, tem grande importância para a conservação da biodiversidade, já que abriga uma enorme diversidade de espécies e de ambientes, estimando-se cerca de 16.146 espécies vegetais no bioma (MARTINELLI & MORAES, 2013), sendo considerado um “hot spot” global de diversidade biológica, de importância mundial para a conservação (LAURENCE, 2009; MYERS, 1988).

Porém, apesar de ser um dos principais biomas brasileiros, é também um dos mais ameaçados. Desde as primeiras etapas da colonização do Brasil, a Mata Atlântica tem passado pela conversão de suas florestas para outros usos, cujo resultado final observa-se nas paisagens hoje fortemente dominadas pelo homem. Sua devastação é um reflexo direto da exploração desordenada de seus recursos naturais e da sua ocupação (BARBOSA, 2006), o que resultou em milhões de hectares de áreas desflorestadas.

Devido a este acelerado processo de devastação, graças à intensa atividade agropastoril, industrial e urbana, a floresta atlântica foi praticamente dizimada ao longo dos séculos após o descobrimento, restando cerca de 8,5% da cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013). Segundo o Livro vermelho da flora do Brasil, a nova lista de espécies ameaçadas de extinção publicada recentemente pelo Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro indica que na Mata Atlântica encontram-se atualmente cerca de 1.544 espécies de plantas ameaçadas (MARTINELLI & MORAES, 2013).

O Estado do Rio de Janeiro, integralmente inserido no Bioma da Mata Atlântica, apresentava no tempo da chegada dos portugueses ao Brasil, 98% do território fluminense coberto pela floresta atlântica, englobando a mata propriamente dita e ecossistemas associados, como manguezais, restingas e campos de altitudes. Hoje, no entanto, calcula-se que menos de 17% da superfície do Estado estejam recobertos por florestas, que se encontram em vários estágios de conservação (Figura 1) (INEA, 2014).

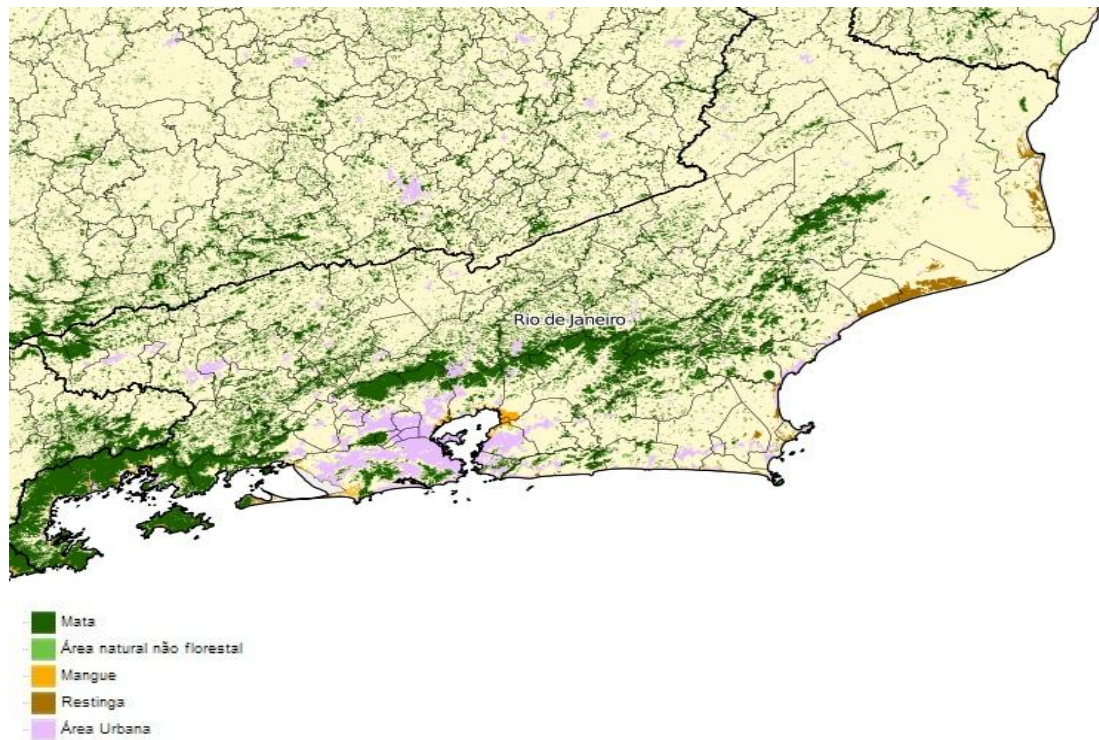


Figura 1. Mapa dos remanescentes de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro em 2012. Fonte: Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (INPE, 2013).

Este intenso processo de destruição e fragmentação tem impactado significativamente a integridade do bioma, que se encontra atualmente reduzido a pequenos fragmentos florestais cada vez mais descontínuos, o que aponta para a grande demanda de ações de restauração florestal (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

A recuperação de áreas degradadas é atualmente uma necessidade frente ao amplo processo de fragmentação sofrido pelos ecossistemas e fisionomias florestais. A recuperação da capacidade destes ecossistemas em desenvolver ou prestar serviços ambientais, de resgate e conservação da biodiversidade, e de reinserção do componente florestal na paisagem rural do país é necessária.

Devido à exigência legal e também à pressão da sociedade em geral, verifica-se um aumento crescente das iniciativas, pesquisas e ações de restauração florestal nas últimas décadas (OLIVEIRA & SANTOS, 2006).

Uma das técnicas utilizadas para a recuperação das áreas degradadas tem sido o uso de leguminosas. O uso de espécies da família Fabaceae em reflorestamentos tem sido enfatizado pelo seu sucesso devido ao grande potencial de associação a bactérias fixadoras de nitrogênio,

melhorando o conteúdo de matéria orgânica e a atividade biológica do solo (SIQUEIRA *et al.*, 1994).

2.2 Fenologia

A fenologia, segundo Bergamaschi (2007), é o ramo da Ecologia que estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos da vida dos seres vivos, relacionando-os aos fatores bióticos e abióticos, buscando compreender as relações existentes entre esses eventos para a mesma espécie ou para diferentes espécies. No caso das espécies vegetais, a fenologia reprodutiva estuda os ciclos de floração e frutificação da vida das plantas e sua relação com o ambiente, visando contribuir para melhor compreensão dos aspectos relacionados à sua reprodução e comportamento em determinado ecossistema.

O acompanhamento fenológico tem como base a observação das fenofases das espécies, que são os estádios de desenvolvimento visíveis, o que no caso dos vegetais corresponde à emergência das gemas, ao desenvolvimento das folhas, à floração, à frutificação, à descoloração das folhas e à senescência, em alguns casos. O conhecimento da floração e frutificação permite prever períodos de reprodução das plantas, seus ciclos de crescimento e outras características de grande valia no manejo florestal (FOURNIER, 1974).

O conhecimento sobre a fenologia das plantas, além de contribuir para o entendimento da regeneração e da reprodução de plantas, ajudando a garantir a sobrevivência das espécies, permite avaliar a disponibilidade de sementes e frutos ao longo do tempo (MORELLATO, 1995), permitindo definir a melhor época para sua colheita. Portanto, é uma ferramenta que pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias que tenham em vista a conservação da biodiversidade e otimizem a produção de sementes destinadas à recuperação de áreas degradadas.

A grande diversidade e irregularidade dos padrões fenológicos nas florestas tropicais faz com que estes sejam de difícil avaliação, principalmente em estudos de curto prazo. Desta forma, é de suma importância a escolha coerente do método e do período de avaliação, pois estes irão influenciar no reconhecimento dos padrões fenológicos.

Os estudos fenológicos utilizam, em sua maioria, dois métodos de avaliação: um qualitativo, definido como Índice de atividade, o qual apenas registra a presença ou ausência

da fenofase, indicando a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico; e outro semi-quantitativo, definido como percentual de Fournier (1974), o qual estima a intensidade do evento fenológico em cada indivíduo, utilizando cinco categorias de quantificação (0 a 4), com intervalos de 25% entre elas. Através das informações obtidas com estes métodos, podem-se determinar parâmetros como a duração e frequência das fenofases e o Índice de sincronismo entre as matrizes das espécies (AUGSPURGER, 1983).

Newstrom *et al.* (1994) fez a descrição dos padrões fenológicos, que foram classificados em quatro categorias. Esta classificação foi baseada na frequência e regularidade da floração. São elas: 1. Contínua - quando a floração é interrompida apenas por períodos esporádicos e curtos; 2. Sub-anual - quando há vários ciclos imprevisíveis da floração durante o ano; 3. Anual - quando há um único episódio da floração durante o ano; e 4. Supra-anual - quando a floração ocorre a intervalos maiores que um ano, sendo que estes podem ocorrer regularmente ou não.

Aspectos relacionados à duração, frequência, intensidade e sincronia da floração e frutificação estão diretamente relacionados com o sucesso reprodutivo das populações de plantas e suas diversas estratégias fenológicas contribuem para a manutenção de uma alta diversidade nas comunidades florestais tropicais (KAGEYAMA, 1987). Souza *et al.* (2012) atribuiu o sucesso reprodutivo de *Senna Canna* a estratégias fenológicas tais como o padrão anual/sazonalidade, a alta sincronia intra-específica e ainda a relação entre a alta sincronia nas fases de queda de folhas e frutos maduros favorecendo o processo de dispersão dos diásporos autocóricos durante o período seco.

O sincronismo é uma importante estratégia utilizada pelas plantas para garantir a sua perpetuação. O isolamento temporal, por exemplo, causado pela assincronia da floração entre os indivíduos, tem efeito significativo na reprodução e estrutura genética da população (FUCHS *et al.* 2003), determinando o número efetivo de doadores de pólen e a densidade de indivíduos florescendo, afetando assim o padrão de fluxo de pólen entre as árvores (STEPHENSON, 1982) e comprometendo a sua perpetuação em longo prazo.

2.3 Efeitos da fragmentação sobre a fenologia reprodutiva

O processo de redução e isolamento da vegetação natural tem levado a uma drástica redução na diversidade biológica, seja imediatamente, através da perda da área, ou em longo prazo, através dos efeitos do isolamento (METZGER, 2003). A fragmentação florestal é responsável por mudanças em diversas condições ambientais que podem ser responsáveis por regular os padrões fenológicos e reprodutivos das plantas, afetando a época e a frequência da floração ao longo do tempo (HERRERÍAS-DIEGO *et al.* 2006) e conseqüentemente comprometendo a sua reprodução. A alteração do microclima de plantas em condições de borda e isolamento geram mudanças no sucesso reprodutivo das plantas, pois afeta diretamente a disponibilidade de recursos como água e luminosidade para o desenvolvimento de frutos e sementes, além de reduzir a atividade de polinizadores e o fluxo gênico (FUCHS *et al.* 2003).

Alguns autores já constataram que a fragmentação florestal afetou negativamente a produção de frutos (FUCHS *et al.*, 2003; GHAZOUL *et al.*, 1998), sugerindo que a polinização com pólen compatível é dificultada em habitats fragmentados, limitando assim a capacidade de indivíduos para alcançar altos níveis de frutificação.

Por outro lado, alguns estudos apontam que a fragmentação possa afetar positivamente a produção de flores e frutos, como já foi verificado para *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg por Athayde (2007) em São Paulo, que constatou um aumento da produção de flores e frutos em plantas isoladas quando comparadas às do interior da floresta. E ainda Andreazzi (2008), avaliando os efeitos da fragmentação sobre a fenologia reprodutiva de *Attalea humilis* Mart Exp. Spreng na Mata Atlântica observou que a espécie apresentou uma maior produtividade de frutos em pequenos fragmentos devido à maior proporção de adultos reprodutivos, à menor proporção de frutos predados e ao maior número de frutos produzidos por cacho nesses locais. Em contrapartida foi observado neste mesmo estudo redução na distância e no número de sementes dispersadas nos fragmentos menores.

Todavia, apesar da resposta positiva da fenologia em relação à fragmentação florestal, como aumento na produção de frutos, os efeitos prejudiciais são constatados em longo prazo. A redução na quantidade e qualidade do pólen e no fluxo e dispersão de sementes tornam os indivíduos mais susceptíveis à redução da variabilidade genética. Estudos genéticos populacionais indicam que os descendentes de populações fragmentadas ou árvores isoladas

são mais susceptíveis a serem produzidos por meio de autopolinização (CASCANTE *et al.* 2002), gerando o aumento dos efeitos deletérios sobre a descendência, como resultado da endogamia. Apesar desta fragilidade e da crescente perda de biodiversidade, poucos estudos foram feitos para avaliar as respostas fenológicas de espécies arbóreas em áreas fragmentadas (FUCHS *et al.* 2003; HERRERÍAS-DIEGO *et al.* 2006).

2.4 A influência da sazonalidade climática sobre a fenologia

Os ciclos fenológicos das plantas são frequentemente influenciados pelas condições do ambiente, porém pouco ainda se sabe sobre esta relação, sendo necessários estudos mais aprofundados sobre o grau de influência dos fatores climáticos nas respostas fenológicas das espécies arbóreas tropicais.

Compreendendo melhor essa relação é possível fazer previsões sobre a época de reprodução das plantas em determinado tipo de ambiente, além de auxiliar conservacionistas na prevenção das consequências de perturbações tais como eventos climáticos atípicos ou aquecimento global no comportamento das plantas (CHAPMAN *et al.* 1999), pois é esperado que a época de ocorrência de processos fenológicos continue a mudar na dependência das mudanças no clima (MORELLATO, 2011).

Estudos realizados por Loubry (1994) para espécies lenhosas tropicais apontam duas concepções para tentar explicar o determinismo da floração. De acordo com a primeira, a floração seria desencadeada por fatores externos, sejam climáticos, como déficit hídrico, a queda da higrometria, o fotoperíodo, etc., seja biótico, como as adaptações consecutivas à coevolução entre parceiros animais e vegetais intervindo na biologia floral. Neste caso, o determinismo da floração seria exógeno.

De acordo com a segunda concepção de Loubry (1994), há pouco ou nenhum vínculo entre as variáveis climáticas e a floração, sendo a floração autônoma e endógena. Para reforçar esta segunda concepção, estudos mostram que em numerosos sítios florestais tropicais, a floração se manifesta independentemente das condições ecológicas (Loubry, 1994). De acordo com Putz (1979), por exemplo, a presença constante de espécies com flores e frutos durante todo o ano em florestas tropicais, é possivelmente resultado de uma seleção para evitar a sobreposição de nicho ou da combinação de processos estocásticos. Nesses ambientes, poderia ser esperada a ausência de picos de produção e dispersão de sementes.

Martini (2003) também não encontrou relação entre o número de espécies com frutos por mês e as variáveis climáticas, na Reserva Biológica da Una, atribuindo isto às adaptações das espécies pioneiras em sobreviver em condições adversas.

Bencke & Morellato (2002) afirmam que a maioria das pesquisas sobre fenologia e sazonalidade em florestas neotropicais tem sido realizada em ambientes florestais sob condições climáticas sazonais, como o Cerrado (GOULART *et al.*, 2005; TANNUS *et al.*, 2006) e a Caatinga (LIMA, 2007) e poucos tem sido feito em florestas neotropicais úmidas, sob condições climáticas pouco sazonais. Ainda de acordo com estes autores, estudos enfocando comunidades têm sido mais frequentes do que os estudos enfocando uma ou poucas espécies.

Para Newstrom *et al.* (1994), o termo sazonalidade é empregado quando um fenômeno biológico está ligado a uma estação climática. As relações entre sazonalidade climática e sazonalidade da frutificação são muito variadas.

A sazonalidade da floração e da frutificação foi amplamente posta em evidência para o conjunto de florestas tropicais secas ou úmidas. Por exemplo, na floresta guianense, o pico de floração situa-se em outubro durante a estação seca e o de frutificação em fevereiro, por ocasião da estação das chuvas (PUIG, 1986). Entretanto, a existência desses picos não deve ocultar o fato de que se pode observar flores e frutos durante todo o ano.

Trabalhos realizados em regiões neotropicais sujeitas a pluviosidade sazonal, normalmente apontam o pico de floração na estação seca ou no período de transição entre a estação seca e úmida. Já ambientes com baixa sazonalidade climática (florestas tropicais), como por exemplo, na floresta úmida pré-montana localizada na Colômbia Pacífica, observaram-se números semelhantes de espécies em flor durante todo o ano (TALORA & MORELLATO, 2000).

A tendência para as frutificações é que ocorram na estação das chuvas, em florestas de clima muito chuvoso, e na estação seca em florestas de clima mais seco (PUIG, 2008). Entretanto, essa tendência não é geral. Alguns autores observaram produção máxima de frutos na estação seca: na Costa do Marfim (ALEXANDER, 1980); na Costa Rica (FRANKIE *et al.*, 1974); em Sumatra (VAN SHAIK, 1986). Porém segundo outros autores, o pico de frutificação se situa na estação das chuvas: na Amazônia (KLINGE; RODRIGUEZ, 1968) e na Guiana Francesa (SABATIER, 1983). Não existe, portanto, relação constante e simples entre clima e frutificação.

Além disto, em florestas tropicais, há outro importante fator de influência sobre a época de frutificação das espécies: a síndrome de dispersão. Freire *et al* (2013) estudando a fenologia de 21 espécies em área fragmentada de Mata Atlântica, observaram que as espécies anemocóricas concentraram sua frutificação no período seco como estratégia para sua dispersão. Batalha *et al* (1997) estudando 358 espécies em Pirassununga, SP, obtiveram a mesma constatação. Já as espécies zoocóricas, dispersadas através da fauna, em geral possuem frutos carnosos, e a disponibilidade de água parece ser uma necessidade importante para a frutificação (ALENCAR, 1996), que em geral se concentra na estação chuvosa. Este padrão de frutificação no início da estação chuvosa vem sendo relatado por diversos autores, como para Batalha *et al* (1997) em São Paulo, Reys *et al* (2005) no Mato Grosso do Sul e Pereira *et al.* 2008, no Rio de Janeiro. Freire *et al* (2013) observaram que as espécies zoocóricas tiveram sua frutificação distribuída ao longo do ano todo, como provável estratégia de adaptação para evitar a competição entre os animais dispersores e garantir alimento para a fauna durante o ano.

3. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a fenologia reprodutiva de *Machaerium hirtum*, *Enterolobium glaziovii* e *Albizia pedicellaris* em área fragmentada de Mata Atlântica através do monitoramento fenológico, contribuindo para melhor compreensão dos aspectos relacionados à sua reprodução e comportamento em ecossistemas naturais fragmentados, visando, além disto, apoiar o Plano de Restauração Florestal na área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro através do planejamento da coleta de sementes de espécies nativas da região.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de vegetação fragmentada de Mata Atlântica localizada no município de Itaboraí, Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil (22°44'40" S e 42°51'34" W) onde está sendo desenvolvido o novo Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro (COMPERJ).

O COMPERJ é um dos principais empreendimentos da Petrobrás e caracteriza-se como um complexo industrial, onde serão produzidos derivados de petróleo e produtos petroquímicos de primeira e segunda geração. Para mitigar os impactos destas ações, foi estabelecido o Plano de restauração florestal, em outubro de 2011, a partir da assinatura do Termo de Compromisso firmado entre Petrobrás, Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), com previsão de término em 2020. O Plano tem por objetivos a proteção dos manguezais da Área de Proteção Ambiental de Guapimirim, a ampliação da área de floresta e a conexão dos fragmentos florestais existentes. A iniciativa, que vai recuperar a flora tanto na parte interna do COMPERJ quanto no seu entorno, prevê a recuperação de uma área total de 4.584 hectares, utilizando mais de 80 espécies nativas da Mata Atlântica.

A precipitação da região varia de 1000 a 1500 mm anuais com forte concentração de chuvas nos meses de novembro a abril (BONNET *et al*, 2009). Esta região abrange uma área de baixada, com altimetria variando de 0 a 400 m, e presença de argissolo, cambissolo, latossolo ou planossolo, bastante sujeitos a alagamento.

O clima tropical é chuvoso com estação seca no inverno (AW) de Köppen. A média das máximas de temperatura é de 26° C e costuma ocorrer no verão, enquanto que a média das mínimas ocorre no inverno e gira em torno de 24° C (BONNET *et al*, 2009). A região compreende um mosaico de formações vegetais em vários níveis de degradação. Na figura 2 é apresentado um climatograma do período de estudo, obtido na Estação de Sambaetiba pela Cetrel-Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda. e na figura 3 é apresentado um climatograma da série histórica referente aos anos de 1968 a 2009 disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) para a área do COMPERJ.

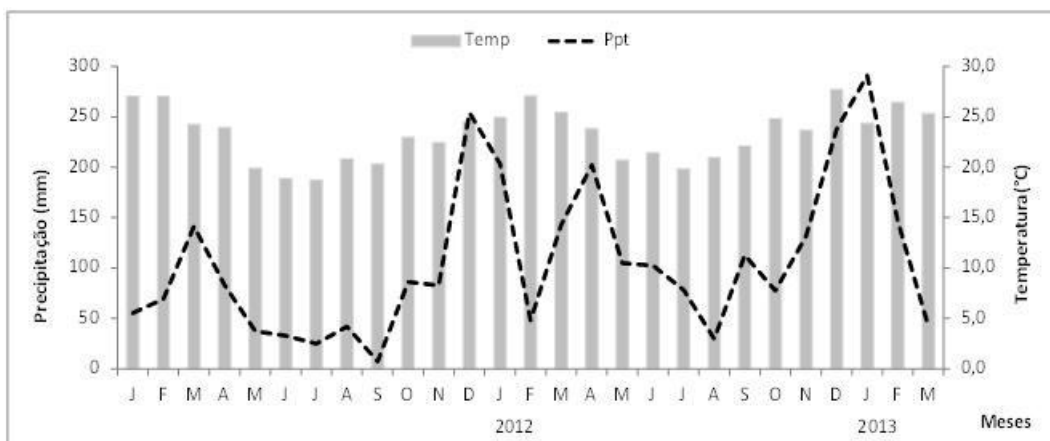


Figura 2. Dados meteorológicos de janeiro de 2011 a março de 2013, com as temperaturas médias mensais (°C) e precipitações totais mensais (mm), para o município de Itaboraí, RJ.

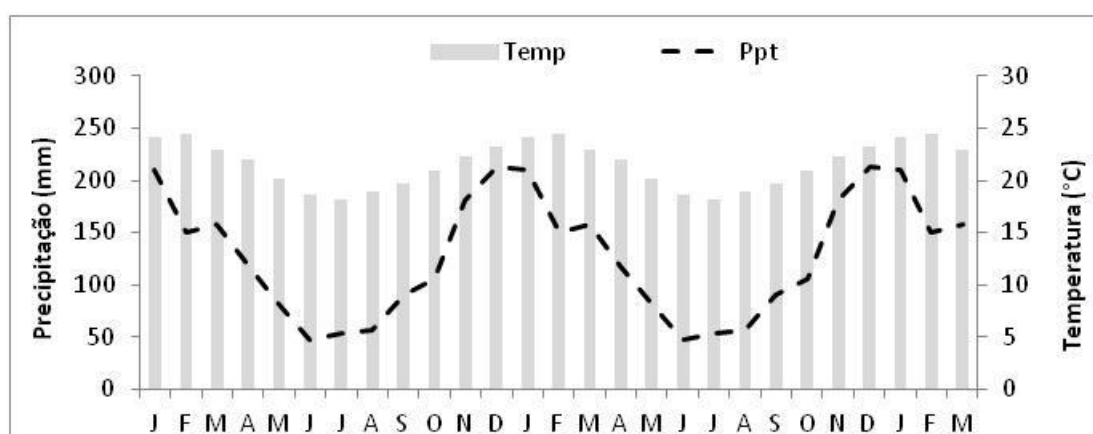


Figura 3. Dados meteorológicos referentes à série histórica de 1968 a 2009, com as temperaturas médias mensais (°C) e precipitações totais mensais (mm) para a área do COMPERJ.

Através da comparação da precipitação e temperatura mensais obtidas através da série histórica de 1968 a 2009, com aquelas observadas no período de estudo (janeiro 2011 a março de 2013 – Figuras 2 e 3), observa-se que os meses de janeiro e fevereiro de 2011 foram meses atípicos de baixa pluviométrica, apresentando uma precipitação abaixo do esperado. O mês de setembro foi o mês mais seco de 2011, enquanto o esperado é que os meses mais secos sejam junho e julho.

Além disto, no ano de 2012 o mês de fevereiro também apresentou uma queda brusca na pluviosidade demonstrando atipicidade. Em relação às temperaturas, foram observadas maiores médias em abril e agosto de 2011, com dois graus acima da média esperada pela série histórica, e em junho e dezembro de 2012, com médias de 21° C e 27,5° C, ultrapassando as

médias históricas de 19° C e 24° C, respectivamente. A quantidade total de chuvas em 2011 foi de 917 mm anuais e em 2012, 1472 mm anuais. Comparando os meses de janeiro a março entre os anos de 2011, 2012 e 2013, observou-se um aumento gradual na pluviosidade, que foram de 266 mm, 294 mm e 479 mm, respectivamente. A partir destas comparações pode-se concluir que o ano de 2011 foi evidentemente atípico, com baixos índices pluviométricos, e o ano de 2012 apresentou também uma pequena atipicidade com relação a esta variável.

4.2 Espécies estudadas

A escolha das espécies para o acompanhamento da fenologia seguiu os seguintes critérios de seleção:

- a) ser nativa da Mata Atlântica e ter ocorrência natural na área de estudo;
- b) ser pertencente à família Fabaceae;
- c) possuir cinco ou mais matrizes acessíveis ao estudo.

Em janeiro de 2011 foram marcados em campo, com placas de alumínio, onze indivíduos da espécie *Machaerium hirtum* (Figura 5), cinco de *Enterolobium glaziovii* (Figura 6), e seis indivíduos de *Albizia pedicellaris* (Figura 7). A marcação seguiu a seguinte regra de numeração: o primeiro número refere-se sempre à espécie e o segundo número refere-se ao número da matriz.

Esses indivíduos foram georreferenciados e avaliados em relação à circunferência do tronco à altura do peito (CAP), altura, tipo de solo, grau de isolamento e localização no fragmento. O mapa de localização das matrizes pode ser observado na Figura 4.

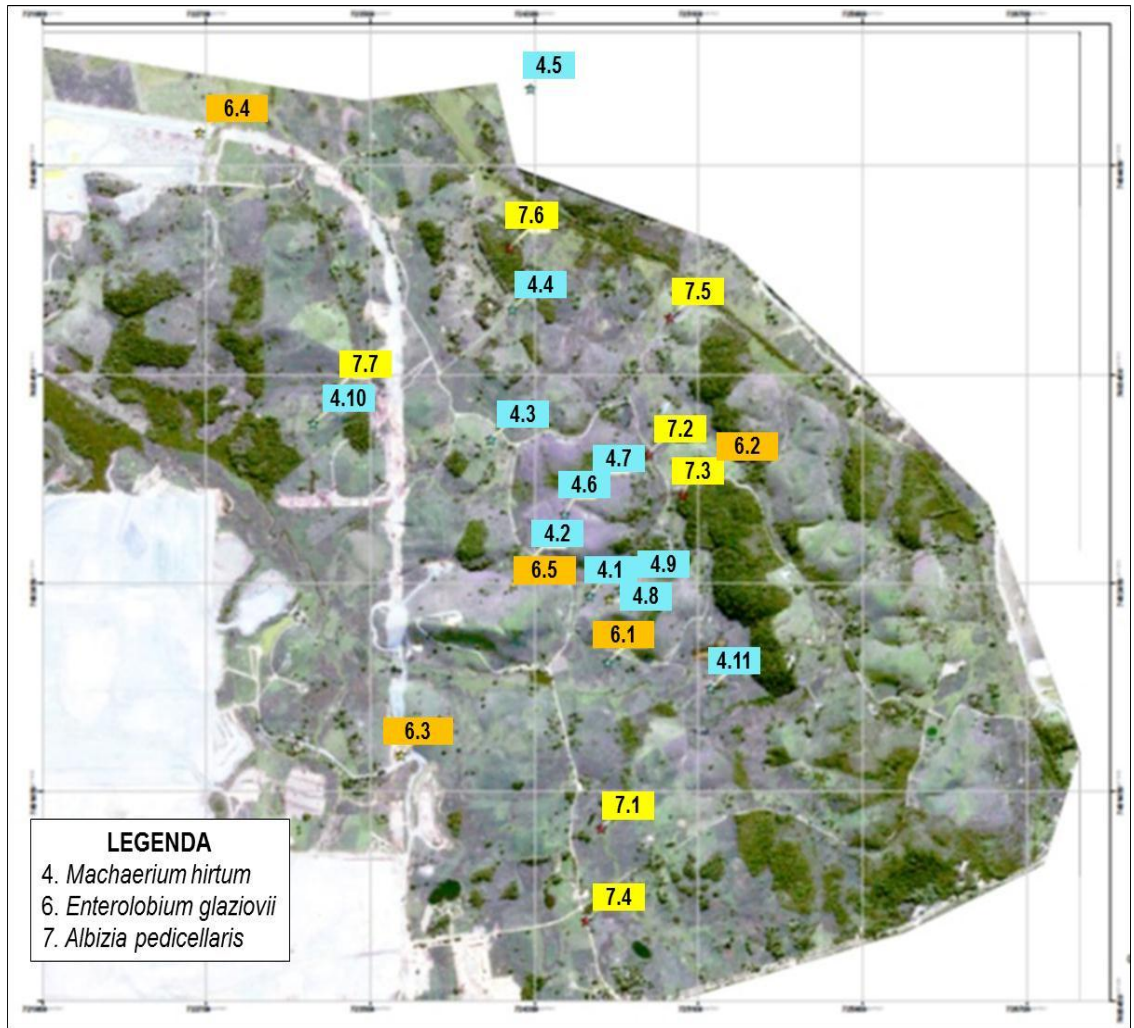


Figura 4. Mapa de localização das matrizes na área do COMPERJ, Itaboraí, RJ.

Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld.



Figura 5. Matrizes marcadas de *Machaerium hirtum*: matrizes 4.4, 4.2 e 4.5.

Machaerium hirtum, popularmente conhecida como bico-de-pato, jacarandá-bico-de-pato, jacarandá-de-espinho ou borrachudo, é uma espécie pioneira, pertencente à família Fabaceae, subfamília Faboideae. Esta espécie é indiferente às condições de solo (LORENZI, 2002), e tem grande potencial para recuperação de taludes e áreas degradadas (SANTOS, 1998). Possui ocorrência natural na região bioclimática de estudo, e apresenta interação com fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio (de FARIA, 2010). Sua altura varia de 6 a 12 metros, sendo uma planta decídua ou semidecídua e heliófita (LORENZI, 2002). Ocorre quase que exclusivamente em formações secundárias abertas, chegando a vegetar nas piores condições de solos possíveis, como pedreiras, barrancos de estradas e até em áreas raspadas de subsolo. Pode ser encontrada também em várzeas úmidas.

M. hirtum possui ampla distribuição geográfica, do Norte ao Sul do país, estando presente na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (FILARDI, 2014). Sua madeira é empregada em construção civil e para confecção de caixotaria e objetos leves (LORENZI, 2002).

Enterolobium glaziovii (Benth.) Mesquita



Figura 6. Matrizes marcadas de *Enterolobium glaziovii*: matrizes 6.2, 6.3 e 6.5.

Enterolobium glaziovii, de acordo com a “Lista de Espécies da Flora do Brasil” (FORZZA *et al.*, 2010) pertence à família Fabaceae, Mimosoideae. Também é conhecida como orelha de negro, angico pedra ou vinhático cabeleira. É uma espécie rara e endêmica da Mata Atlântica, e possui uma distribuição geográfica restrita a quatro estados do Brasil (Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia) (MESQUITA, 1990; MORIM, 2014).

É uma árvore decídua e os indivíduos reprodutivos variam entre 8 a 30 m de altura (MESQUITA, 1990). Os frutos são vagens grandes e pesadas e suas sementes são dispersas por antas e roedores (JANZEN, 1981).

Poucos estudos foram feitos para esta espécie. Segundo GRIN (2010), outras espécies do gênero *Enterolobium* realizam a fixação de nitrogênio através da nodulação, como *E. contortisiliquum*, *E. cyclocarpum*, *E. ellipticum*, *E. gummiferum*, *E. maximum*, *E. monjolo*, *E. schomburgkii* e *E. timbouva*, sugerindo que *E. glaziovii* também o faça.

Albizia pedicellaris (DC.) L. Rico



Figura 7. Matrizes marcadas de *Albizia pedicellaris*: matrizes 7.1, 7.3 e aspecto do tronco da balízia.

Albizia pedicellaris, popularmente conhecida como balízia, é uma espécie arbórea classificada como pioneira. Seu porte varia de 4 a 20 metros de altura. É característica das matas pluviais da região amazônica e atlântica, estando presente também no Cerrado (IGANCI, 2014). Apresenta frequência elevada, porém um tanto descontínua e irregular na sua dispersão. Ocorre preferencialmente no interior de matas primárias e em capoeirões situados em terrenos de meia encosta, porém úmidos e de boa fertilidade. Produz anualmente moderada quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 2002). A espécie foi considerada “em perigo de extinção” na região de Minas Gerais por ter sido encontrada apenas algumas populações no Parque Estadual do Rio Doce e por apresentar grande importância econômica, devido a sua madeira (NUNES *et al.*, 2007). Acredita-se que suas populações tenham sido reduzidas devido à produção de carvão vegetal na região.

Segundo GRIN (2010), é fixadora de nitrogênio. Possui ocorrência na região Amazônica na floresta pluvial de terra firme, sul da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo na floresta pluvial atlântica. Apesar de ser nativa do Brasil, também ocorre naturalmente na Bolívia, Guianas, Venezuela, Colômbia e Equador. Sua madeira é empregada para caixotaria, miolo de compensados, forros, brinquedos, cabo de ferramentas etc. A árvore, rústica e de rápido crescimento, é recomendada para a composição de reflorestamentos heterogêneos destinados à recuperação ou enriquecimento da vegetação de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

4.3 Acompanhamento fenológico

O acompanhamento fenológico foi realizado através de visitas mensais às matrizes, sendo no total avaliadas 22 matrizes de três espécies. A avaliação das fenofases foi feita em planilhas de campo com auxílio de binóculo e câmera fotográfica.

Foram registrados em planilhas de campo os dados de floração (botão floral e flor aberta); frutificação (fruto verde, fruto maduro e fruto dispersando); e observações de mudança foliar (queda foliar e brotação). Através dos dados de presença e ausência das fenofases foi calculado o Índice de atividade, que indica a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico, permitindo fazer gráficos de frequência das fenofases por mês. A partir destes dados classificou-se o padrão de floração e frutificação em: contínua, sub-anual, anual e supra-anual de acordo com metodologia proposta por Newstrom *et al.* (1994)

Foi calculado também o Percentual de intensidade de Fournier, através da metodologia proposta por Fournier (1974), que avalia individualmente a intensidade das fenofases utilizando uma escala intervalar de zero a quatro, com amplitude de 25% entre cada intervalo.

Para as três espécies, verificou-se o sincronismo entre os indivíduos para as diferentes fenofases utilizando-se o Índice de Sincronia (Z), adaptado de Augspurger (1983), que foi definido seguindo a fórmula abaixo.

$$Z = \sum_{i=1}^n X_i / n$$

onde, X_i = sincronia do indivíduo i com seus coespecíficos

n = número de indivíduos na população

Calcula-se X_i através da seguinte fórmula:

$$X_i = (1/n-1) \cdot (1/f_i) \cdot \sum_{i=1}^n e_{j \neq i}$$

onde, $e_{j \neq i}$ = número de registros nos quais ambos os indivíduos i e j estão na mesma fenofase,

f_i = número de registros nos quais o indivíduo i está na fenofase considerada

A classificação adotada abrange as seguintes classes: assincrônica (< 20%); sincrônica (20% - 60%) e altamente sincrônica (> 60%) (BENCKE & MORELLATO, 2002). Quando $Z = 1$ ocorre a sincronia perfeita, isto é, todos os indivíduos da população apresentam-se simultaneamente na mesma fase fenológica. Quando $Z = 0$, não ocorre nenhuma sincronia entre os indivíduos da população.

Foram obtidos os valores de precipitação total e temperatura média mensais na Estação de Sambaetiba (Itaboraí, RJ) para o período de novembro de 2010 a março de 2013. O fotoperíodo para a região foi calculado para todos os dias do ano usando a metodologia proposta pela Food Agriculture Organization (FAO) em seu boletim nº 56 (ALLEN *et al.*, 1998), e posteriormente calculou-se as médias mensais.

Para verificar a influência das variáveis climáticas nos eventos fenológicos foi realizada, através do programa estatístico SAEG, a análise da Correlação de Spearman, correlacionando a quantidade de indivíduos expressando a fenofase em cada mês com os dados climáticos do mesmo mês, do primeiro e do segundo mês anteriores ao evento fenológico.

5. RESULTADOS

5.1 *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld.

5.1.1 Fenologia

A espécie apresentou botões florais no período de fevereiro a abril com duração variando de dois a três meses. A floração, considerada como a abertura das flores, ocorreu em fevereiro e/ou março, dependendo do ano, com duração variando de um a dois meses, sobrepondo com a fenofase de botões florais. A formação de frutos verdes se inicia durante o período de floração e dura de 5 a 7 meses, permanecendo os frutos imaturos durante longo tempo na copa. A maturação dos frutos é verificada normalmente no início do segundo semestre e dura de dois a três meses, e logo iniciam sua dispersão.

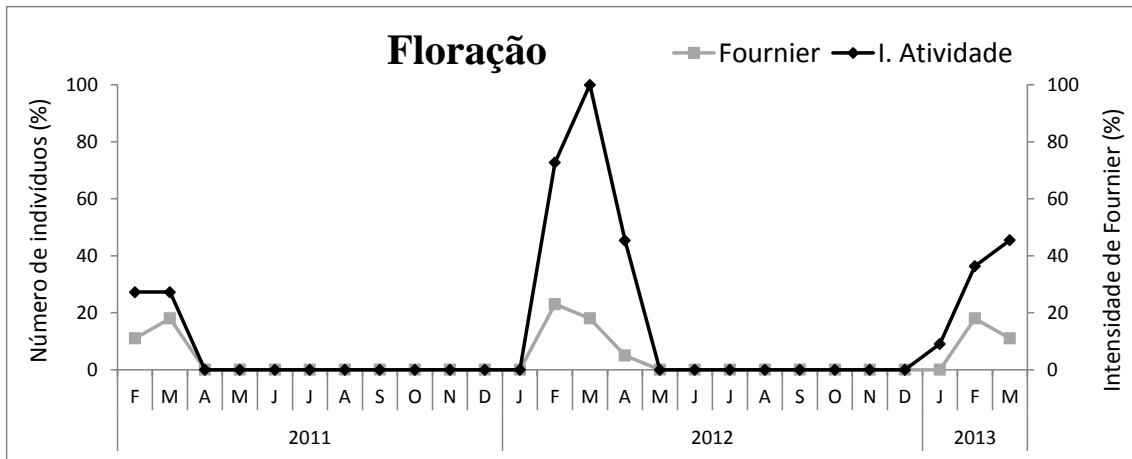


Figura 8. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para floração de 11 indivíduos de *M.hirtum* no período de fev 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ

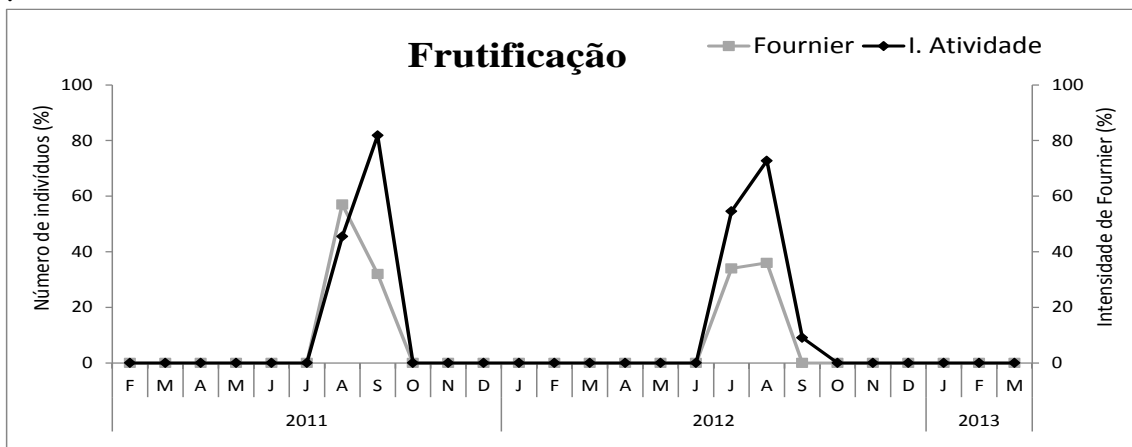


Figura 9. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para frutificação de 11 indivíduos de *M.hirtum* no período de fev 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.

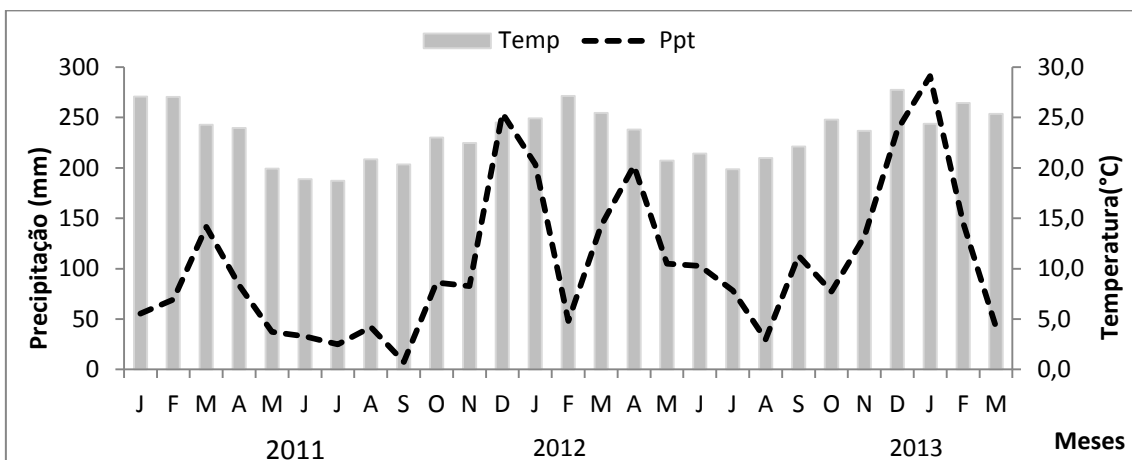


Figura 10. Temperatura média e precipitação total mensal no período de fevereiro de 2011 a março de 2013, obtidos na Estação Sambaetiba (Itaboraí, RJ). Fonte: Empresa Cetrel-Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda.



Figura 11. Floração, frutos imaturos e frutos maduros atacados por patógenos de *Machaerium hirtum* no município de Itaboraí, RJ.

5.1.2 Correlação dados climáticos x fenologia

A análise da correlação de Spearman mostrou correlação alta e significativa entre os dados climáticos e a as fenofases reprodutivas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores da análise de correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas de 0, 1 e 2 meses anteriores ao mês do evento fenológico de *Machaerium hirtum*. * O rs não foi significativo considerando-se a $P > 0,05$. – não analisado.

	Meses	Floração	Frutos verdes	Frutos maduros
Precipitação	0	*	*	*
	1	*	*	-0,5208
	2	0,8244	*	*
Temperatura	0	0,5762	*	-0,5846

	Meses	Floração	Frutos verdes	Frutos maduros
Fotoperíodo	1	0,7454	*	-0,6357
	2	0,6084	0,5209	-0,6229
	0	*	-	-0,4618
	1	0,5842	-	-0,6850
	2	0,793	-	-0,7135

A floração de *M. hirtum* ocorreu de fevereiro a abril, período que correspondeu também à elevação da temperatura, sendo esta correlação positiva. A maior correlação ocorreu entre a floração e a temperatura do mês anterior à observação. Houve também correlação positiva entre a floração e a precipitação do segundo mês anterior ao evento e com o fotoperíodo nos dois meses que o antecederam. Portanto, o aumento das variáveis climáticas analisadas influenciou a floração desta espécie, que ocorreu na época mais quente, úmida e com dias mais longos.

A frutificação ocorreu no período de julho a setembro, período que correspondeu a uma redução da temperatura e precipitação, sendo esta correlação negativa. A maior correlação ocorreu entre a frutificação e as variáveis climáticas ocorridas um mês antes do evento, indicando a influência da estação fria e seca na frutificação. Além disto, a redução do fotoperíodo também estimulou a maturação dos frutos.

5.1.3 Sincronismo

A fase vegetativa durou em média cinco meses, com alto sincronismo dos indivíduos ($z=0,61$), como mostra a Tabela 3. Quanto à fenofase reprodutiva, a floração teve uma duração média de 2 meses (fevereiro e março), com sincronia média entre os indivíduos. Os frutos verdes permaneceram por longo tempo na copa e apresentaram média sincronicidade entre matrizes. O tempo de maturação dos frutos foi curto, porém sincrônico, durando apenas dois meses - de agosto a setembro.

Tabela 3. Índice de sincronismo (Z) de cada fenofase, estimado para o período de fevereiro de 2011 a março de 2013 para 11 matrizes de *Machaerium hirtum* em Itaboraí (RJ).

Fenofase	Z
Vegetativo	0,61
Floração	0,28
Fruto verde	0,35
Fruto maduro	0,38

5.2 *Enterolobium glaziovii* (Benth.) Mesquita

5.2.1 Fenologia reprodutiva

Não foi possível visualizar os botões florais no ano de 2011. Em 2012, os botões florais foram observados no mês de outubro e permaneceram na copa durante um mês. A abertura das flores ocorreu no mês de setembro e outubro, sendo bastante regular nos dois anos de estudo. Os frutos verdes foram visualizados dois meses após a floração, permanecendo imaturos de cinco a sete meses. Os frutos maduros foram vistos inicialmente no mês de junho nos dois anos de estudo, durando de 2 a 4 meses nesta condição.

Tabela 4. Meses de ocorrência das fenofases de *E. glaziovii* no município de Itaboraí, RJ. Legenda: VEG= Vegetativo; BOT = botões florais; FLO = floração; FRV = frutos verdes; FRM = frutos maduros.

	2011					2012					2013																
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	
VEG	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
BOT									■	■																	
FLO								■	■																		
FRV		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FRM						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

O início da floração foi observado em setembro de 2011 em 60% dos indivíduos, se prolongando até outubro, onde foi expressa em 100% dos indivíduos. Não foi possível observar os botões florais preliminarmente, visto que estes permanecem por pouco tempo antes da antese (abertura das flores). No ano de 2012 a floração teve início um mês antes, em agosto, se estendendo até outubro. A maior intensidade da floração foi observada no mês de setembro do ano de 2011, enquanto que no ano de 2012 foi observada em outubro, coincidindo com o maior índice de atividade (maior número de indivíduos florindo). A intensidade máxima de floração foi a mesma nos dois anos, alcançando 60%.

Os primeiros frutos maduros foram observados em julho de 2011 em somente 40% dos indivíduos e iniciaram sua dispersão no mês de agosto, quando 60% dos indivíduos frutificaram. A intensidade de frutificação foi baixa, chegando a 20% no mês de agosto, coincidindo com o maior índice de atividade.

No ano seguinte a frutificação ocorreu por um maior período de tempo. Os frutos maduros foram observados dois meses antes, em junho, em apenas 20% dos indivíduos, se prolongando até setembro. O maior índice de atividade foi observado em julho e agosto, com 80% dos indivíduos frutificando. A maior intensidade de frutificação (65%) ocorreu no mês de agosto de 2012.

A frutificação da espécie ocorreu cerca de 6 meses após o início da floração, e coincidiu em parte com o período de floração.



Figura 12. Floração e frutificação de *Enterolobium glaziovii* no município de Itaboraí, RJ.

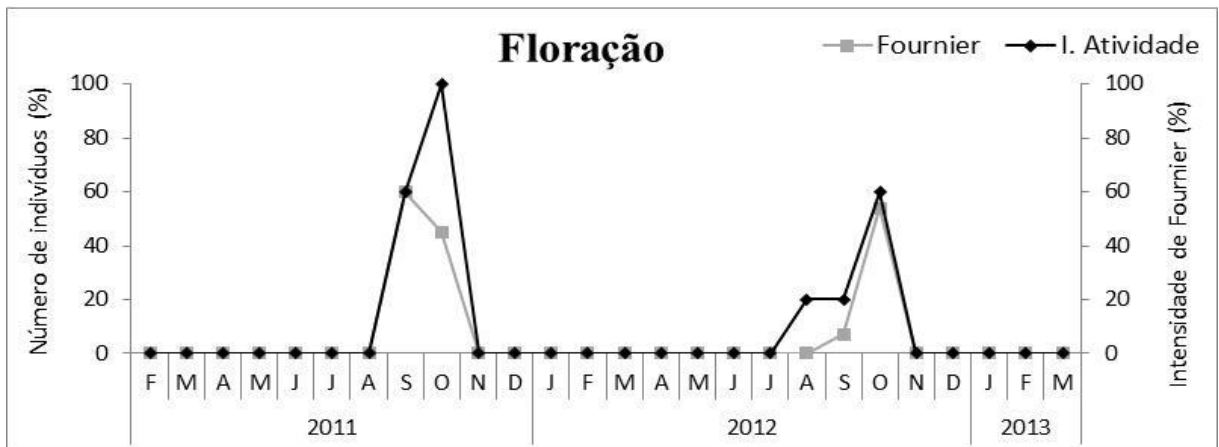


Figura 13. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para floração de cinco indivíduos de *E. glaziovii* no período de fev2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.

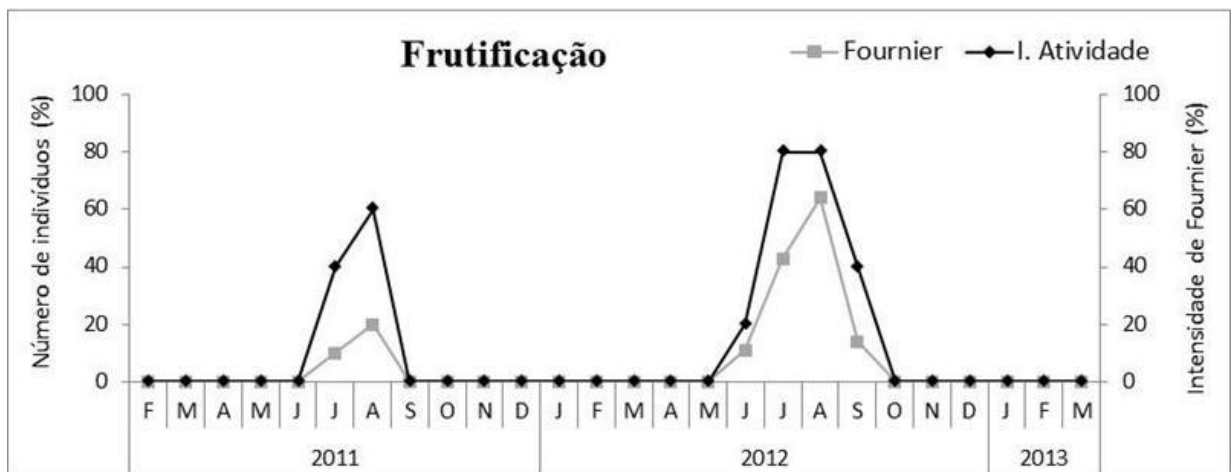


Figura 14. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para frutificação de cinco indivíduos de *E. glaziovii* no período de fev 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.

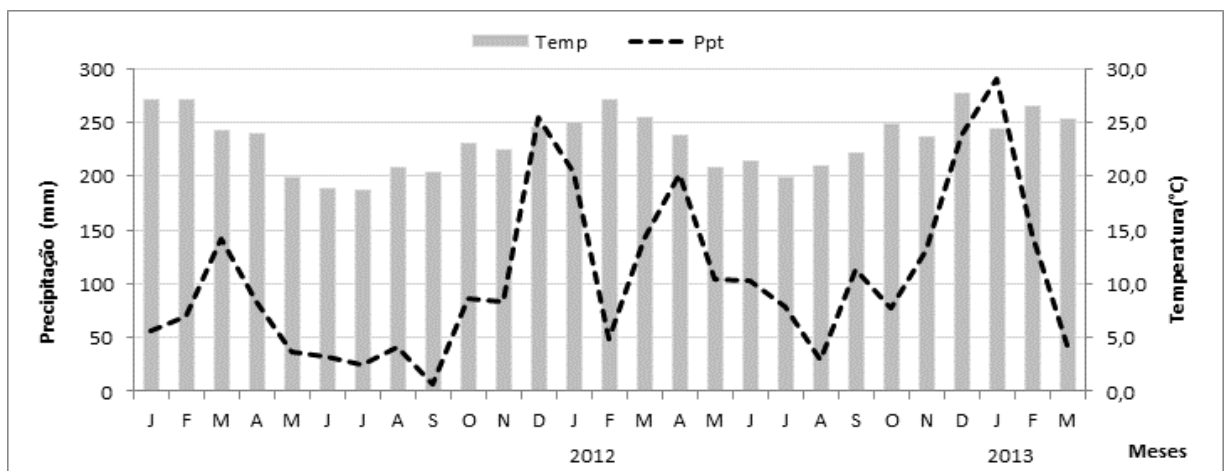


Figura 15. Temperatura média e precipitação total mensal no período de fevereiro de 2011 a março de 2013, obtidos na Estação Sambaetiba (Itaboraí, RJ). Fonte: Empresa Cetrel- Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda.

5.2.2 Correlação dados climáticos x fenologia

A análise da correlação de Spearman mostrou que houve correlação significativa entre os dados climáticos e a as fenofases reprodutivas (Tabela 5).

Tabela 5. Valores da análise de correlação de Spearman (rs) entre as variáveis climáticas de 0, 1 e 2 meses anteriores ao mês do evento fenológico de *Enterolobium glaziovii*. * O rs não foi significativo considerando-se a $P > 0,05$.

	Meses	Floração	Frutos verdes	Frutos maduros
Precipitação	0	*	*	*
	1	*	0,531	-0,6698
	2	-0,440	*	*
Temperatura	0	*	*	-0,708
	1	*	0,4983	-0,6825
	2	-0,6234	0,6547	-0,6825
Fotoperíodo	0	*		-0,5871
	1	-0,3304		-0,7799
	2	-0,5521		-0,7763

A floração de *E. glaziovii* ocorreu de setembro a outubro e apresentou correlação negativa com a precipitação ($r = -0,440$) e temperatura ($r = -0,6234$) ocorridas dois meses antes à observação, conforme pode ser visualizado na Tabela 5 e nas figuras 12 e 14. A redução do fotoperíodo nos meses antecedentes também estimulou a floração da espécie. Com base nisso, conclui-se que o início da estação seca influenciou a floração.

Já a frutificação ocorreu de junho/julho se estendendo até meados de setembro, e teve correlação negativa com as temperaturas ocorridas no mês de observação e nos dois meses anteriores, sendo a correlação maior com as temperaturas ocorridas no próprio mês (Tabela 5), e com a precipitação do mês anterior à observação. A redução do fotoperíodo também se correlacionou negativamente com esta fenofase, ou seja, a redução do número de horas de luz por dia influenciou na maturação dos frutos. Isso indica que a redução das variáveis climáticas analisadas influenciou a frutificação, que ocorreu também na época seca.

5.2.3 Sincronismo

A fase vegetativa da espécie foi sincrônica e durou em média dois meses. A floração também apresentou sincronia ($z=50$), conforme mostra a Tabela 6, com duração média de 2 meses. Os frutos verdes permaneceram por longo tempo na copa e também apresentaram sincronicidade entre matrizes ($z=0,52$). O tempo de maturação dos frutos foi de 2 a 3 meses com baixa sincronia ($z=0,15$) entre os indivíduos, dificultando a coleta de sementes. Entretanto, esta espécie apresenta dispersão autocórica e os frutos permanecem durante longo período debaixo da planta mãe podendo ser colhido meses após a dispersão.

Tabela 6. Índice de sincronismo (Z) de cada fenofase, estimado para o período de fevereiro de 2011 a março de 2013 para 5 matrizes de *Enterolobium glaziovii* em Itaboraí (RJ).

Fenofase	Z
Vegetativo	0,35
Floração	0,5
Fruto verde	0,52
Fruto maduro	0,15

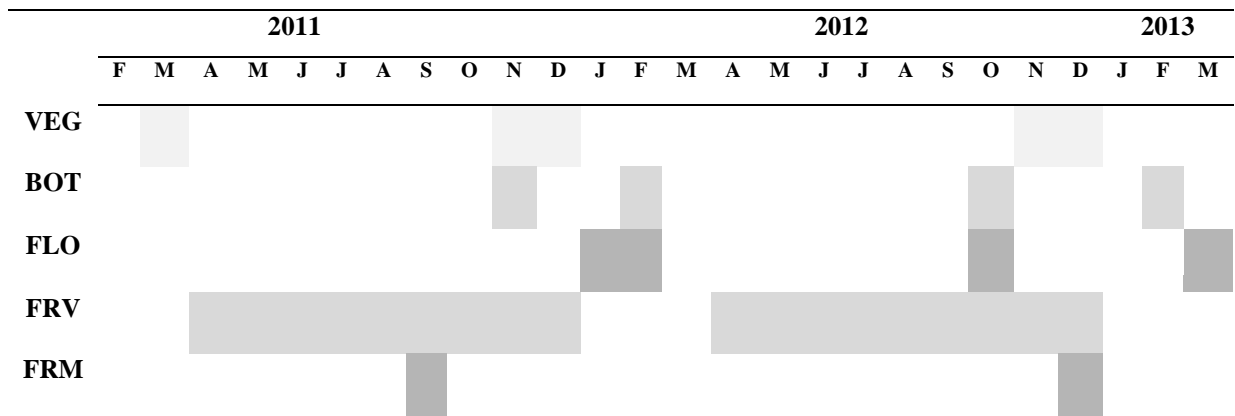
5.3 *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico

5.3.1 Fenologia

Esta espécie apresentou maior irregularidade na fenologia, nem sempre coincidindo as fenofases de um ano para o outro, ou o final de uma fenofase com o início da outra. Os botões florais apareceram nos meses de novembro de 2011, fevereiro e outubro de 2012 e novamente em fevereiro de 2013, durante um mês. A floração ocorreu de janeiro a fevereiro e novamente em outubro de 2012, e em março de 2013. No ano de 2011 não foi possível visualizar o período de floração. As flores permaneceram na copa por um período curto de um a dois

meses. Os frutos verdes foram vistos um mês após a floração e permaneceram na copa pelo período de nove meses. Os frutos maduros ocorreram no mês de setembro de 2011 e em dezembro de 2012 por um período curto de apenas um mês. Após a dispersão das sementes, os frutos permanecem na copa envelhecendo por até 1 ano, o que pode confundir muitas vezes a visualização de outras fenofases.

Tabela 7. Meses de ocorrência das fenofases de *A. pedicellaris* no município de Itaboraí, RJ. Legenda: VEG= Vegetativo; BOT = botões florais; FLO = floração; FRV = frutos verdes; FRM = frutos maduros.



No ano de 2011 foram observados botões florais em apenas 33% dos indivíduos avaliados, tendo a floração sido observada no mês de novembro. Em 2012, a floração ocorreu no mês de fevereiro em 83% dos indivíduos, apresentando outro pico menor e menos intenso no mês de outubro. Em 2013 dois indivíduos emitiram botões florais em fevereiro, ocorrendo sua antese em março, ultimo mês da avaliação. O padrão de florescimento da espécie foi sub-anual.

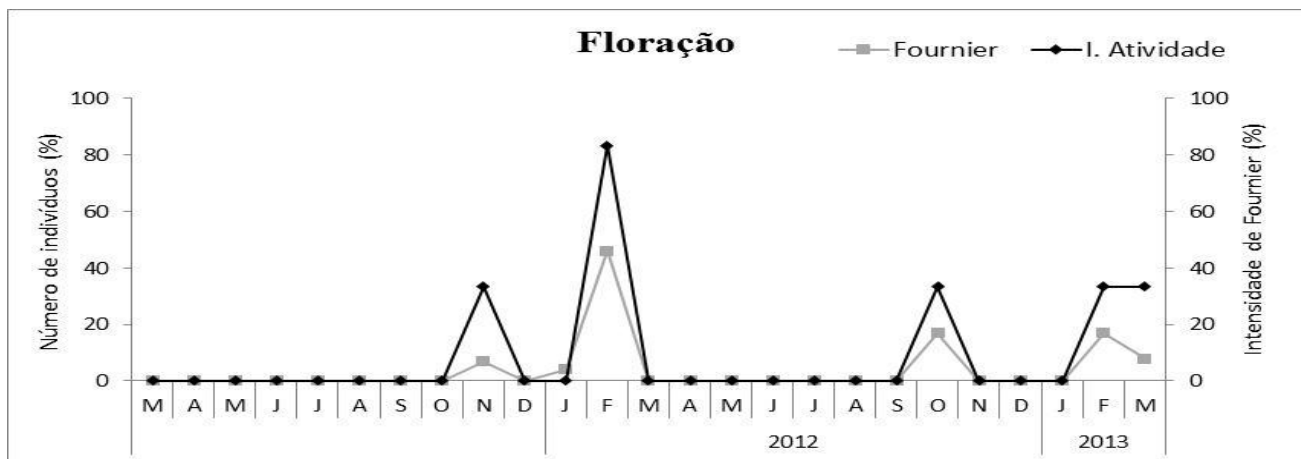


Figura 16. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para floração de seis indivíduos de *A. pedicellaris* no período de mar 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.

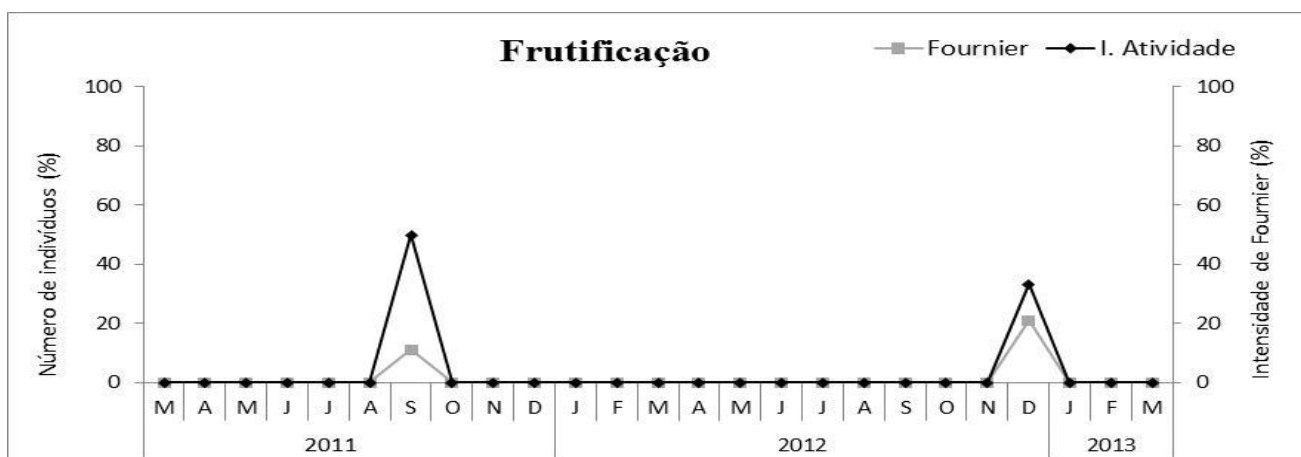


Figura 17. Índice de atividade e Intensidade de Fournier para frutificação de seis indivíduos de *A. pedicellaris* no período de mar 2011 a mar 2013 em Itaboraí, RJ.

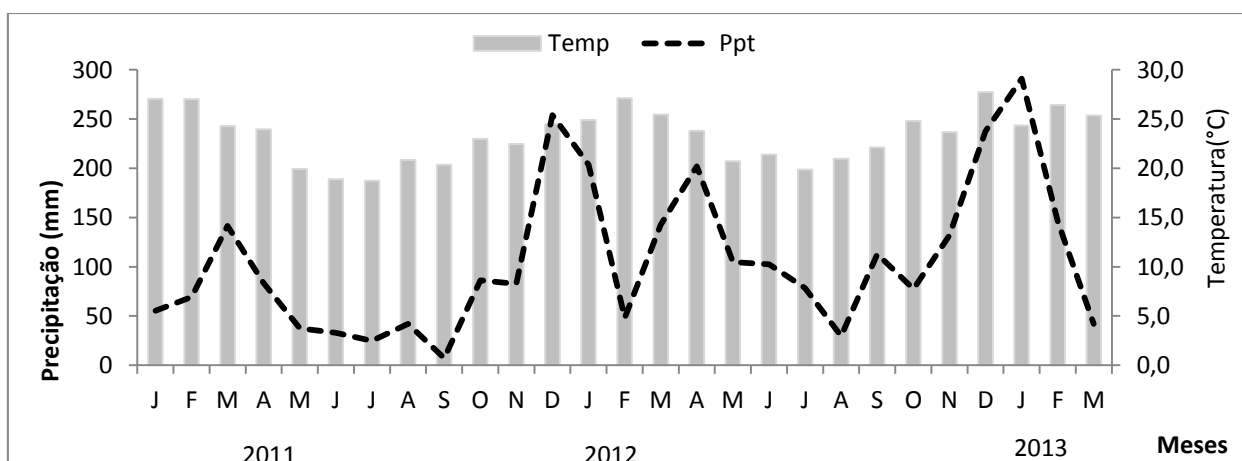


Figura 18. Temperatura média e precipitação total mensal no período de fev 2011 a mar 2013, obtidos na Estação Sambaetiba (Itaboraí, RJ). Fonte: Empresa Cetrel- Lumina Tecnologia e Engenharia Ambiental Ltda.

A maturação/dispersão dos frutos ocorreu em 50% dos indivíduos no mês de setembro de 2011, com outro pico menor no mês de dezembro no ano de 2012, em 33% dos indivíduos avaliados, sendo sua frutificação anual. A espécie possui dispersão autocórica, na qual a vagem se abre permitindo a queda das sementes. O fruto permanece na copa durante longo período, o que dificulta a visualização do estágio de maturação dos outros frutos.



Figura 19. Floração e frutificação de *Albizia pedicellaris* no município de Itaboraí, RJ.

5.3.2 Correlação dados climáticos x fenologia

A análise da correlação de Spearman mostrou que houve correlação entre os dados climáticos e a as fenofases reprodutivas, sendo esta maior e negativa entre os dados climáticos e os frutos verdes (Tabela 8).

Tabela 8. Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis climáticas de 0, 1 e 2 meses anteriores ao mês do evento fenológico de *Albizia pedicellaris*. * O r_s não foi significativo considerando-se a $P > 0,05$.

	Meses	Floração	Frutos verdes	Frutos maduros
Precipitação	0	*	*	*
	1	*	0,531	-0,6698
	2	*	*	*
Temperatura	0	*	*	-0,708
	1	*	0,4983	-0,6825
	2	*	0,6547	-0,6825
	0	*	-	0,4537
Fotoperíodo	1	0,334	-	*
	2	0,4556	-	*

A. pedicellaris apresentou dois picos de floração, um em outubro/novembro e outro em fevereiro/março e apresentou correlação somente com o fotoperíodo, sendo esta correlação positiva com os dois meses que antecederam a floração (Tabela 8).

A frutificação ocorreu em setembro no ano de 2011 e em dezembro no ano de 2012, apresentando correlação negativa, porém baixa com a precipitação do mês anterior à observação e com as temperaturas de 0, 1 e 2 meses antes e correlação positiva com o fotoperíodo do próprio mês de frutificação.

5.3.3 Sincronismo

O sincronismo para fenofase vegetativa foi médio ($z=54$), conforme mostra a Tabela 9. A floração da espécie foi curta e pouco sincrônica ($z=0,17$). Os frutos verdes permaneceram por longo tempo na copa, apresentando média sincronia ($z=0,30$) entre matrizes. O tempo de maturação dos frutos foi curto, durando apenas um mês, e apresentou baixa sincronicidade entre os indivíduos ($z=0,17$).

Tabela 9. Índice de sincronismo (Z) de cada fenofase, estimado para o período de fevereiro de 2011 a março de 2013 para 5 matrizes de *Albizia pedicellaris* em Itaboraí (RJ).

Fenofase	Z
Vegetativo	0,54
Floração	0,17
Fruto verde	0,30
Fruto maduro	0,17

6. DISCUSSÃO

A floração de *Machaerium hirtum*, observada nos meses de fevereiro e março coincidiu com a observada por Martins (2009) no Noroeste Paulista (janeiro a maio), porém divergiu da observada por Medeiros (2009) na Marambaia, Rio de Janeiro (setembro a janeiro). Já a frutificação, observada neste trabalho nos meses de julho a setembro, divergiu dos meses observados pelos dois autores (junho a julho e janeiro a março), permanecendo, no presente estudo, por um período mais extenso. Dutra *et al.* (2005) observou o período de frutificação da espécie ocorrendo de março a outubro nos campos ferruginosos em Minas Gerais. Provavelmente o maior período de frutificação se deveu a metodologia na análise da fenofase, uma vez que o autor considerou a fenofase frutificação como o período de ocorrência tanto de frutos jovens quanto de frutos maduros. No presente trabalho foi diferenciado o período de produção de frutos verdes (fevereiro a agosto) e frutos maduros (julho a setembro), coincidindo parcialmente com o trabalho citado.

O pico de atividade e intensidade da floração de *M. hirtum* foi maior no ano de 2012 quando comparado a 2011. Este comportamento pode ser explicado quando se comparam os dados meteorológicos da série histórica (figura 3) com os anos de observação (figura 2). A floração apresentou forte correlação positiva com as temperaturas dos 0, 1 e 2 meses que antecederam a antese e com a precipitação de dois meses antes da observação. Nota-se pelas Figuras 2 e 3 que 2011 foi um ano atípico, de baixa pluviosidade, e dois meses antes da floração, no mês de janeiro, a precipitação foi de apenas 55 mm em comparação com o ano 2012, em que a precipitação foi de 246 mm. Isso possivelmente comprometeu a floração da espécie neste ano. Talora & Morellato (2000), Morellato *et al.* (2000) e Staggemeier *et al.* (2007) encontraram comportamento fenológico semelhante em comunidades arbóreas da Floresta Atlântica, no qual o pico de floração ocorreu na estação quente e úmida. Em contrapartida, em ambientes tropicais sazonais, onde há uma estação seca bem definida, a maioria das espécies floresce nesta época (RICHARDS, 1952).

Já a frutificação de *M. hirtum* sofreu influência da baixa temperatura e precipitação ocorridas no mês que antecedeu a frutificação (agosto de 2011 e julho de 2012). Segundo San Martin-Garjado & Morellato (2003) em estudo feito na floresta Atlântica do Sudeste com 13 espécies da família Rubiaceae, foi verificado a ocorrência de frutos no período menos quente e com menor índice pluviométrico. E também Talora & Morellato (2000), estudando a

fenologia de 46 espécies em uma floresta de planície litorânea, observou que a frutificação da maioria das espécies ocorreu nos meses de junho a agosto. Ambos os estudos corroboram com os resultados encontrados.

A ocorrência desta fenofase na época mais fria e seca do ano também é uma possível estratégia de adaptação da espécie para favorecer sua dispersão, já que suas sementes são dispersas através do vento. Esta estratégia também foi constatada por Batalha *et al* (1997), que estudando 358 espécies em Pirassununga, SP, observaram a concentração da frutificação no período seco como estratégia para dispersão. E também por Muniz (2008) que observou correlação negativa entre a precipitação e a porcentagem de espécies anemocóricas em frutificação em uma floresta na Amazônia Maranhense.

O período de floração e frutificação de *Enterolobium glaziovii*, observada nos meses de setembro a outubro e junho a setembro, respectivamente, coincidiu parcialmente com o observado por Glaziou (1906), sendo observada a extensão do período o prolongamento das fenofases no presente estudo.

Para *E. glaziovii*, a porcentagem de indivíduos em floração foi maior no mês de outubro, apresentando correlação negativa com a temperatura e precipitação do segundo mês anterior à antese. O maior pronunciamento do período seco no ano de 2011 favoreceu a floração da espécie neste ano, que alcançou maior pico de atividade e intensidade de flores. Martini *et al.* (2011) também observaram uma influência positiva da baixa precipitação na floração de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. Segundo Palioto *et al.* (2007), em acompanhamento fenológico realizado também para *Tabebuia chrysotricha* em Maringá, constatou-se que a floração da espécie iniciou-se também na estação fria e seca. A mesma correlação foi encontrada para três espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá (GOMES *et al.*, 2008).

A frutificação de *E. glaziovii* também ocorreu na estação fria e seca, sendo esta correlação negativa e maior com a precipitação e temperatura média do mês anterior à observação. O ano de 2011 teve menores índices pluviométricos em relação a 2012, e se esperaria uma maior produção de frutos neste ano quando comparado a 2012. Entretanto, isso não foi observado, e em 2012 a espécie apresentou maior índice de atividade e de intensidade na frutificação em relação ao ano anterior. Sabe-se que além dos fatores externos (meteorológicos), possivelmente outros fatores podem influenciar na frutificação, como por exemplo, o sucesso reprodutivo do número de flores polinizadas na floração anterior.

Considerando que 2011 foi um ano muito bom com relação à produção de flores, possivelmente isso influenciou a produção de frutos pela espécie em 2012. Já a produção de frutos de 2011, em menor quantidade, pode ter sido influenciada pelo sucesso na produção de flores em 2010, a qual não foi avaliado. A espécie possui dispersão autocórica, portanto, assim como outras espécies de leguminosas, necessita sofrer a desidratação do pericarpo para ocorrer sua deiscência (MANTOVANI & MARTINS, 1988), o que pode explicar sua frutificação na estação seca.

Na floresta estacional semidecidual, no estado de Minas Gerais, a floração de *Albizia* ocorreu em outubro e novembro e a frutificação de setembro a abril (FERNANDES, 2011). Já LORENZI (2002) cita que a floração ocorre no período de dezembro a fevereiro, e a maturação dos frutos no período de setembro a outubro. Estas informações condizem parcialmente com as encontradas neste estudo, onde observamos a floração e a frutificação ocorrendo nos meses de janeiro a março e de outubro a novembro, respectivamente.

A floração de *A. pedicellaris* não apresentou correlação significativa com as variáveis climáticas analisadas, devendo ser possivelmente regulada por fatores endógenos. Sua frutificação ocorreu na estação mais fria e seca do ano, sendo influenciada pela redução da precipitação de um mês antes da frutificação e pela redução da temperatura nos dois meses anteriores e no próprio mês da frutificação. A fase de frutificação no período seco também foi observado por Cesário e Gaglianone (2008) para *Schinus terebinthifolius* Raddi na restinga do Norte Fluminense. O pico de atividade e intensidade de frutificação foram maiores no ano de 2011, pois correspondeu a menores valores de temperatura e precipitação, influenciando positivamente a maturação dos frutos.

A floração de *M. hirtum* e *E. glaziovii* foi sincrônica, porém *A. pedicellaris* apresentou baixo sincronismo ($z=0,17$) para esta fenofase. Das três espécies estudadas, somente *M. hirtum* apresentou frutificação sincrônica entre as matrizes ($z=0,38$), sugerindo que o baixo sincronismo entre as matrizes de *E. glaziovii* e *A. pedicellaris* seja uma possível consequência do isolamento espacial das matrizes, causado pela fragmentação.

Estudo feito por Athayde (2007) no Estado de São Paulo observou que plantas isoladas de *Anadenanthera falcata* experimentaram condições de solos mais secos, que associados aos maiores valores de temperatura e de luminosidade, adiantaram a floração nos indivíduos isolados. Sugere-se que o nível de seca pode ser um gatilho para a floração em algumas espécies de plantas, assim como a radiação solar, a velocidade do vento e a

disponibilidade de água no solo (HERRERIAS-DIEGO *et al.* 2006), sendo estes fatores mais expressivos em plantas em condições de isolamento. Estes mesmos resultados foram obtidos para a frutificação, que apresentou seu pico adiantado (ATHAYDE, 2007). Como as matrizes deste estudo encontram-se em diversos graus de localização (tanto em fragmentos quanto isoladas), a diferença na intensidade de exposição a estes fatores pode ser a causa do baixo sincronismo.

O isolamento temporal causado pela assincronia da floração entre os indivíduos tem importante efeito na reprodução e estrutura genética da população (FUCHS *et al.* 2003), pois determina o número efetivo de doadores de pólen e a densidade de indivíduos florescendo, e ambos afetam o padrão de fluxo de pólen entre as árvores (STEPHENSON, 1982). Segundo Marinho *et al.* (2010), a sincronia intrapopulacional na fenofase de floração pode ser importante para elevar os níveis de polinização, pois indivíduos florescendo sincronicamente em uma população podem atrair maior número de visitantes florais e aumentar o transporte de pólen entre plantas.

Em estudo realizado para *Pachira quinata* na Costa Rica constatou-se que a fragmentação florestal afetou negativamente a produção de frutos, pois comprometeu o desenvolvimento das flores em frutos maduros (FUCHS *et al.* 2003). Uma possível explicação para esses resultados é que a polinização com pólen compatível é dificultada em habitats fragmentados, limitando assim a capacidade de indivíduos para alcançar altos níveis de frutificação. Por exemplo, *Shorea siamensis*, outra árvore da floresta tropical, mostra uma redução na produção de frutos como um resultado de transferência limitada de pólen compatível entre indivíduos distantes localizados em locais perturbados, de baixa densidade (GHAZOUL *et al.* 1998).

O sincronismo das fenofases reprodutivas está intrinsecamente relacionado à manutenção de recursos durante o ano. O assincronismo entre diferentes espécies pode ser uma estratégia para reduzir a competição interespecífica da polinização. Porém quando se trata de sincronismo intraespecífico, a insuficiência de polinização pode ser um dos problemas para a produção de sementes e conseqüente recomposição e regeneração natural dos fragmentos (VIANA, 1990). Uma baixa eficiência de polinização, causada tanto pela ausência de polinizadores como pela baixa produção de flores tem, portanto, impactos diretos na produção qualitativa e quantitativa de sementes. Lenza & Oliveira (2006) observaram baixa formação (5,8%) e maturação (1,5%) de frutos por polinização natural para *Virola sebifera*,

valores inferiores a maturação de frutos por apomixia (0,2%), ressaltando a dependência de agentes polinizadores para a produção de sementes.

A colheita de sementes em áreas naturais é apontada como difícil devido a irregularidade de frutificação entre anos e árvores, baixa produção de frutos/sementes por indivíduos e a distribuição espacial das árvores, como foi observado por Calvi & Piña-Rodrigues (2005), que estudando a fenologia de *Euterpe edulis* em Miguel Pereira - RJ, constatou uma oferta assincrônica de frutos, demonstrando a relevância deste conhecimento para a exploração racional dos recursos, evitando a coleta em anos desfavoráveis. De acordo com Marinho *et al* (2010), a sincronia do período de frutificação é importante para auxiliar na coleta de sementes visando à exploração do germoplasma e produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas. A produção de sementes é um elo vital para o desenvolvimento de atividades no setor florestal, quer seja o manejo de florestas ou a recuperação e conservação de fragmentos, por isso a importância de compreender as relações existentes entre este processo e o habitat.

A relação de dependência entre a fenologia reprodutiva e os fatores bióticos como, principalmente, os agentes polinizadores, tornam relevantes os estudos que forneçam informações adicionais sobre a biologia reprodutiva das espécies, a fim de aprofundar o conhecimento sobre seu comportamento reprodutivo e explicar melhor suas estratégias e estabelecimento.

A influência dos fatores abióticos na fenologia das plantas faz com que esta seja alterada conforme o clima do local. Portanto, é importante a elaboração de estudos fenológicos regionais que possibilitem a confecção de fenogramas, ou seja, de calendários fenológicos para cada região, considerando a falta de fontes bibliográficas confiáveis para este tipo de informação. Além disto, é importante a continuação deste tipo de pesquisa por um período mais extenso para que seja possível identificar padrões reprodutivos que são expressos somente em longo prazo, bem como investigar a influência de variações climáticas naturais nos padrões fenológicos das espécies e contribuir para o entendimento dos efeitos dos ciclos climáticos e mudanças climáticas nas árvores de florestas tropicais, o que só pode ser feito a partir de dados fenológicos de longa duração (ENGEL & MARTINS, 2005).

Com relação às mudanças climáticas, um estudo feito por Cleland *et al.* (2012) constatou que algumas espécies avançaram sua fenologia com o aquecimento global caracterizado pelo aumento das temperaturas, além de aumentar o seu desempenho, enquanto

que as espécies que não avançaram tenderam a diminuir o seu desempenho com o aquecimento, indicando que as espécies no qual a fenologia não sofre a influência do clima podem apresentar riscos com as futuras alterações climáticas. Isto sugere que o monitoramento fenológico pode fornecer uma ferramenta importante para definir as prioridades futuras de conservação.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se concluir que:

- As espécies estudadas apresentaram correlação com as variáveis climáticas analisadas, sendo importante a avaliação da influência dos fatores climáticos não só no mês de observação da fenofase, mas principalmente nos meses anteriores a esta.
- *Machaerium hirtum* apresentou floração sazonal na estação quente e chuvosa; *Enterolobium glaziovii* floriu na estação fria e seca. *Machaerium hirtum*, *Enterolobium glaziovii* e *Albizia pedicellaris* apresentaram frutificação sazonal na estação fria e seca;
- Sugere-se que as condições de fragmentação da área de estudo e a localização isolada de algumas matrizes possa ter consequências no sincronismo das fenofases das espécies. Este fator é prejudicial para o planejamento da coleta de sementes e em longo prazo pode vir a comprometer a estrutura genética das populações destas espécies.
- A fenologia das espécies coincidiu parcialmente com as observadas na bibliografia, reforçando a necessidade de estudos específicos para as diferentes regiões bioclimáticas.
- Houve baixa e média sincronia de floração e frutificação entre os indivíduos para todas as espécies avaliadas.
- O avanço no conhecimento fenológico das três espécies de leguminosas arbóreas permitiu maior compreensão sobre o seu comportamento, de forma a aprimorar as

informações sobre a época reprodutiva das mesmas. Este conhecimento vem subsidiar as ações de planejamento de coleta de sementes e produção de mudas para o reflorestamento da região, porém, mais tempo de observação é necessário para consolidar o calendário fenológico das espécies.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J. da C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 24, n. 3/4, p. 161-182, 1996.

ALLEN, R.G. *et al.* FAO Irrigation and Drainage Paper N° 56. Crop Evapotranspiration (guidelines for computation crop water requirements, Rome: FAO, 1998.

ALEXANDER, J.J. Caractère saisonnier de la fructification dans une forêt hygrophile de la Côte d'Ivoire. **Revue d'Ecologie** (Terre, Vie), n.34, p.335-59. 1980.

ANDREAZZI, C.S. **Efeitos da fragmentação florestal sobre a fenologia reprodutiva, dispersão e predação de sementes da palmeira *Attalea humilis***. 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ATHAYDE, E. A. **Influência da borda e do isolamento na fenologia e no sucesso reprodutivo de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Fabaceae) em uma região de cerrado stricto sensu, Itirapina, São Paulo**. 2007. 48 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

AUGSPURGER, C.K. Phenology, flowering synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica**. v.15, p.257-267.1983.

BATALHA, M.A., ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do cerrado de Emas - Pirassununga, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v.11, p.61-78, 1997.

BARBOSA, L.M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica. 2006. 129 p.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p.237-248, 2002.

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. C. (Org.). **Fenologia ferramenta para**

conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, p. 291-310, 2007.

BONNET, A.; RESENDE, A.S.de; CURCIO, G.R. **Manual de plantio de espécies nativas para o corredor ecológico do Comperj.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia; Colombo: Embrapa Florestas; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

CALVI, G. P.; PINA-RODRIGUES, F. C. M. Fenologia e produção de sementes de *Euterpe edulis* – Mart em trecho de floresta de altitude no município de Miguel Pereira - RJ. **Rev. Univ. Rural, Sér. Ci. Vida**, Seropédica, v. 25, n. 1, p. 33-40, 2005.

CASCANTE, A. *et al.* Effects of dry tropical forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. **Conservation Biology**, v.16, p.137-147, 2002.

CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta Botanica Brasilica** v.22, p.828– 833, 2008.

CHAPMAN, C.A. *et al.* Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, n. 2, p. 189– 211, 1999.

CLELAND, E. *et al.* Phenological tracking enables positive species responses to climate change. **Ecology**. v.93, p.1765–1771. 2012.

DUBOIS, J.C.L. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica.** 1 ed. Brasília: REBRAF/MDA/SAF, 196p, 2008.

DUTRA, V.F., MESSIAS, M.C.T.B.; GARCIA, F.C.P. Papilionoideae (Leguminosae) nos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e fenologia. **Revista Brasil. Bot.**, v.28, n.3, p.493-504. 2005.

ENGEL, V.L.; MARTINS, F.R. Reproductive phenology of Atlantic forest tree species in Brazil: an eleven year study. **Tropical Ecology**. v.46, n.1, p.1-16, 2005.

FARIA, de S.M. *et al.* New nodulating legume trees from South-East Brazil. **New Phytologist**, v.98, p.317–328, 1984.

FERNANDES, J.M. **Ingeae Benth (Leguminosae, Mimosoideae) no Estado de Minas Gerais, Brasil: Taxonomia, Morfoanatomia de nectários extraflorais e padrões de distribuição geográfica.** 2011. 298f. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Botânica)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

FILARDI, F.L.R. *Machaerium* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23059>>. Acesso em: 16 Jan. 2014

FORZZA, R.C. *et al.* Introdução. In Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010.

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

FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; OPLER, E.A. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.62, p.881-919. 1974.

FREIRE, J.M. *et al.* Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaboraí, RJ. **Pesquisa Florestal Brasileira.** Colombo, v. 33, n. 75, p. 243-252, jul./set. 2013.

FUCHS, E.J.; LOBO, J.A.; QUESADA, M. Effects of Forest Fragmentation and Flowering Phenology on the Reproductive Success and Mating Patterns of the Tropical Dry Forest Tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, v. 17, n. 1, p. 149–157, February 2003.

GHAZOUL, J.; LISTON, K. A.; BOYLE, T. J. B. Disturbance-induced density-dependent seed set in *Shorea siamensis* (Dipterocarpaceae), a tropical forest tree. **Journal of Ecology**, v.86, p.462–473, 1998.

GLAZIOU, A.F.M. *Planta brasiliae centralis a Glazioul ectae; liste des plantes du Brésil Central recueillies en 1861-1895.* **Mémoires Societé Botanique de França.** v.1, n.3, p.1-661. 1906.

GOMES, R.; PINHEIRO, M. C.; DE LIMA, H. A. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na Restinga de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.4, p.679-687. 2008.

GOULART, M.F. FILHO, J.P.L. LOVATO, M.B. **Phenological Variation Within and Among Populations of *Plathymenia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and Transitional Sites.** *Annals of Botany*.v.96, p.445–455, 2005.

GRIN Taxonomy for Plants. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, Beltsville Area Germplasm Resources Information Network (GRIN). jun 2010.

HERRERÍAS-DIEGO, Y. *et al.* Effects of forest fragmentation on phenological patterns and reproductive success of the tropical dry forest tree *Ceiba aesculifolia*. **Conservation Biology**. v.20, p.1111–1120, 2006.

IGANCI, J.R.V. *Albizia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB82618>>. Acesso em: 16 Jan. 2014.

INPE. **Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica**. SOS Mata Atlântica e Instituto de Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2013.

JANZEN, D.H. *Enterolobium cyclocarpum* seed passage rate and survival in horses, costarican pleistocene seed dispersal agents. **Ecology**. v.62, p.593-60, 1981.

KAGEYAMA, P.Y. **Conservação in-situ de recursos genéticos de plantas**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, n. 5, p.7-37, 1987.

KLINGE,H.; RODRIGUEZ, W.A. Litter production in Amazonian terra firma forest. **Amazoniana**, v.1, n.4, p. 287-302,1958.

LAURANCE, W.F. **Conserving the hottest of the hotspots**. *Biological Conservation*. v.142, 1137p. 2009.

LENZA, E; e OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.29, n.3, p.443-451, jul.-set. 2006

LIMA, A.L.A. **Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do nordeste do Brasil**. 2007. 84 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGB/UFRPE. Recife – PE.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**; Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum; v.1, n.4, p.193, 2002.

LOUBRY, D. 1994. **Déterminism edu comportement phenologique des abres enforê thumide de Guyane française**. Thèse de doctorat de L'Université Pierre et Marie Curie, 387p.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 11 n. 1/2, p. 101-112, 1988.

MARINHO, A.A. *et al.* Fenologia reprodutiva de *Leandra scabra* DC. (Melastomataceae). 62ª Reunião Anual da SBPC. UFRJ. Natal, RN. Julho de 2010.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.1100 p.

MARTINI, A.M.Z.; SANTOS, F.A.M. & PRADO, P.I. 2003. Distribuição anual da chuva de sementes em ambientes perturbados e não-perturbados em região sob clima não-sazonal. Anais do VI Congresso de Ecologia do Brasil v.3, p.164-166.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C. Influência da temperatura atmosférica e precipitação na floração de *Tabebuia chrysotricha*. IV Encontro Sul brasileiro de Meteorologia. 2011. Pelotas, RS. 2011.

MARTINS, M.V. **Leguminosas arbustivas e arbóreas de fragmentos florestais remanescentes do noroeste paulista, Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociencias de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – SP.

MEDEIROS, A.S. **Leguminosas arbóreas da Marambaia - RJ**; Seropédica, RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Dez, 2009.

MESQUITA, L.M. **Revisão taxonômica do gênero *Enterolobium* Mart.(Mimosoidea)**. 1990. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

METZGER, P. M. Delineamento de experimentos numa perspectiva de ecologia da paisagem. In: CULLEM Jr. L. C.; VALLADARES PADUA, C. (Ed.) Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre. Curitiba: UFPR, 2003.

MORELLATO, L.P.C. 1995. As estações do ano na floresta. In: **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana** (P.C. Morellato & H.F. Leitão-Filho, orgs). Editora da Unicamp, Campinas, p. 37-41.

MORELLATO, L. P. C. *et al.* Phenology of atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica** (SpecialIssue), v.32, p. 811-823. 2000.

MORELLATO, L.P.C. **Diversidade florística e padrões sazonais dos campos rupestres e cerrado**. Agência FAPESP. 2011.

MORIM, M.P. *Enterolobium* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB100922>>. Acesso em: 16 Jan. 2014

MUNIZ, F.H. Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. **Acta Amazônica**, v.38, n.4, p.617 – 626, 2008.

MYERS, N. Threatened biotas: hotspots in tropical forests. **The Environmentalist**.v.8, p.178–208, 1988.

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

NUNES, Y. R. F. *et al.* Atividades fenológicas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma floresta estacional decidual no norte de Minas Gerais. **Lundiana**, v.6, n.2, p. 99-105, 2005.

OLIVEIRA, R. E.; SANTOS, J. D. (Orgs.). **Coleta e sistematização de informações para o desenvolvimento de um programa de restauração em larga escala, para a Mata Atlântica**. Piracicaba: IPEF, 2006. 249 p. Relatório não publicado.

PALIOTO, G. F. *et al.* Fenologia de Espécies Arbóreas no Campus da Universidade Estadual de Maringá. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 441-443, 2007.

PEREIRA, T.S. *et al.* Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, v.63, n.2, p.329-339, 2008.

PERES, C.S. A previsão constitucional do bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Direito Constitucional** – RBDC n. 16, jul./dez, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. *et al.* **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais** / Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica. EDUR. 2007. 188 p.

PUIG, H. **A floresta tropical úmida**. São Paulo: UNESP, 2008.

PUTZ, F.E. Aseasonality in Malasian tree phenology. **The Malasian Forester**.v.42, n.1, p.1-24, 1979.

REYS, P. *et al.* Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**.v.5, n.2, p.309-318, 2005.

RICHARDS, P. W. **Tropical rain forest -an ecological study**. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 1952.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3. ed. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2004. p. 235- 247.

SABATIER, D. Frutification et dissemination en forêt guyanaise. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 11, 238p. 1983.

SAN MARTIN-GAJARDO, I.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, v. 26, n. 3, p. 299-309. 2003.

SANTOS, C.J. dos. **Técnicas de plantio para proteção e estabilização de taludes**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Agronomia. Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SEA - Secretaria de Estado do Ambiente. 2010. **Diagnóstico da produção de mudas de espécies nativas no Estado do Rio de Janeiro**. Superintendência de Biodiversidade - Secretaria de Estado do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro. 96 p. Disponível no site: <www.sematur.rj.gov.br/pdf_2010/diagnostico_mudas_VF.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2011.

SHIMIZU, J.Y. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.54, p.07-35, jan./jun. 2007.

SIQUEIRA, J.O. *et al.* Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental. Brasília, EMBRAPA-SPI/ CNPAF, 1994. 142p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 45).

STAGGEMEIER, V. G.; MORELLATO, L. P. C.; GALETTI, M. Fenologia reprodutiva de Myrtaceae em uma ilha continental de Floresta Atlântica. **Rev. Bras. Biosc.** v. 5, n. 1, p. 423-425. 2007.

STEPHENSON, A. G. When does outcrossing occur in a mass-flowering plant? **Evolution**.v.36, p.762-767. 1982.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlantica 2011-2012. Disponível no site: <www.sosma.org.br>. Acesso em 12 nov. 2013.

SOUZA, I.M.; COUTINHO,K.; FUNCH, L.S. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**.v.26, n.2, p.435-443. 2012.

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

TANNUS, J.L.S.; ASSIS, M.A.; MORELLATO, L.P.C. **Reproductive phenology in dry and wet grassland in an area of Cerrado at Southeastern Brazil, Itirapina - SP**. Biota Neotrop. Sep/Dec 2006 vol. 6, no. 3

VAN SCHAIK, C.P. Phenological changes in a Sumatran rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.2, p.327-347. 1986.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Anais... Campos do Jordão, SP, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990.