

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

ANA CAROLINA SILVA DAL COL

**COMPORTAMENTO ECOLÓGICO DE *Protium icicariba* (DC.) MARCHAND EM
DISTINTAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL
PAULO CÉSAR VINHA, GUARAPARI, ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

VITÓRIA - ES

2017

ANA CAROLINA SILVA DAL COL

**COMPORTAMENTO ECOLÓGICO DE *Protium icicariba* (DC.) MARCHAND EM
DISTINTAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL
PAULO CÉSAR VINHA, GUARAPARI, ESPÍRITO SANTO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Área de concentração: Fisiologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Tavares de Menezes

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Dias Thomaz

VITÓRIA - ES

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

D138c Dal-Cól, Ana Carolina Silva, 1991-
Comportamento ecológico de *Protium icicariba* (DC.)
Marchand em distintas condições ambientais na restinga do
parque estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo,
Brasil / Ana Carolina Silva Dal-Cól. – 2017.
66 f. : il.

Orientador: Luis Fernando Tavares de Menezes.

Coorientador: Luciana Dias Thomaz.

Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e
Naturais.

1. Fitogeografia. 2. Fenologia vegetal. 3. Restingas. I.
Menezes, Luis Fernando Tavares de, 1968-. II. Thomaz,
Luciana Dias. III. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro de Ciências Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 57

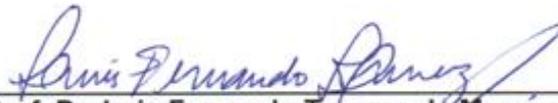
Ana Carolina Silva Dal Col

**“COMPORTAMENTO ECOLÓGICO DE *Protium icicariba* (DC.)
MARCHAND EM DISTINTAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA
RESTINGA DO PARQUE ESTADUAL PAULO CÉSAR VINHA,
GUARAPARI, ESPÍRITO SANTO, BRASIL”**

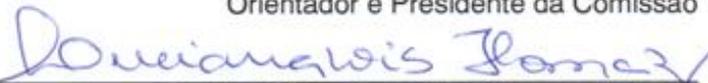
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Naturais, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2017.

Comissão Examinadora:



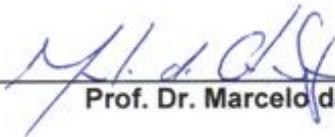
Prof. Dr. Luis Fernando Tavares de Menezes (UFES)
Orientador e Presidente da Comissão



Prof. Dr. Luciana Dias Thomaz (UFES)
Coorientadora



Prof. Dr. Antelmo Ralph Falqueto (UFES)
Examinador Interno



Prof. Dr. Marcelo da Costa Souza (UFRRJ)
Examinador externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde, dedicação e responsabilidade para cumprir meus deveres e superar as dificuldades;

Ao Programa de Pós Graduação em Biologia Vegetal e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), instituição que me acolhe já há alguns anos;

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), agência que forneceu a bolsa de estudos para esta pesquisa;

Ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), por autorizar a realização da pesquisa na Unidade de Conservação do Parque Estadual Paulo César Vinha;

Ao meu orientador, pelas boas ideias, suporte e correções; por ter me incentivado a sempre fazer um pouco mais;

Aos meus pais, por todo apoio!!

A todos que de alguma forma fizeram parte desta caminhada, em especial, Prof^a. Luciana, Ricardo, Weverson, Jehová... Aos colegas do Herbário VIES e de turma... o meu muito obrigada!!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.....	25
Figura 2: Dados médios da série histórica (período de 1984 a 2014) da estação meteorológica convencional localizada no município de Vitória, Espírito Santo (Ilha de Santa Maria).....	26
Figura 3: Formação de restinga florestal inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.....	27
Figura 4: Formação de restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.....	28
Figura 5: Inflorescências de <i>P. icicariba</i> no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	29
Figura 6: Frutos de <i>P. icicariba</i> no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	30
Figura 7: Localização das parcelas na área de estudo, Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.....	32
Figura 8: Distribuição da população de <i>P. icicariba</i> em classes de altura e em DAP, na floresta inundável de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	34
Figura 9: Distribuição de plântulas de <i>P. icicariba</i> em classes de altura, em restinga florestal inundável do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	35
Figura 10: Gráficos do Percentual de Intensidade de Fournier para floração e frutificação de <i>P. icicariba</i> e de variáveis climáticas.....	36
Figura 11: Plântula de <i>P. icicariba</i> com folíolos predados em restinga florestal inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	40
Figura 12: Visitantes florais observados em <i>P. icicariba</i> em restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	46
Figura 13: Flores abortadas de <i>P. icicariba</i> , em restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Correlações de Spearman entre as fenofases de <i>P. icicariba</i> e os fatores climáticos (precipitação ocorrida, temperatura média, umidade relativa média do ar e insolação total) na restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.....	37
Tabela 2: Valores de frequência de <i>P. icicariba</i> em estudos realizados no sudeste do Brasil.....	38

RESUMO

Estudos sobre estrutura populacional e distribuição espacial de uma espécie revelam informações sobre a regeneração da população e a situação da espécie em sua área de ocorrência. Gradientes ambientais determinam a distribuição das espécies, interferindo na fisionomia e estrutura vegetacional. Como exemplo, a saturação do solo pode restringir o número e abundância de espécies que se estabelecem, além de interferir em processos bióticos. Espécies que dominam áreas inundáveis podem não ocorrer ou serem raras em ambientes não inundáveis. Porém, há espécies que habitam os dois tipos de ambientes, como *Protium icicariba* (DC.) Marchand, que ocorre tanto em floresta inundável quanto não inundável no sudeste brasileiro. A forma como ocorre a regeneração em uma floresta está relacionada a mecanismos que permitem o ingresso e o estabelecimento dos indivíduos, como a chuva e o banco de sementes, e o banco de plântulas. O entendimento da regeneração e reprodução também tem contribuição valiosa dos estudos fenológicos, que relacionam as atividades do ciclo de vida das plantas com a sua ocorrência temporal ao longo do ano. Foi feita uma análise da estrutura populacional, do padrão de distribuição espacial e do comportamento fenológico de uma população de *P. icicariba* em uma floresta inundável na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo. Verificou-se o padrão de distribuição espacial da população e a distribuição dos indivíduos adultos em classes de altura e diâmetro. Também foi realizada uma análise da distribuição de plântulas na área. Acompanhou-se o comportamento fenológico de *P. icicariba* em área inundável e não inundável para fins de comparação. A população apresentou baixa frequência e densidade na floresta inundável da restinga e foi observado o padrão "J" invertido para as classes de diâmetro. O levantamento das plântulas mostrou que os processos de germinação e estabelecimento estão ocorrendo, podendo-se inferir que a ausência de indivíduos adultos na primeira classe de altura possa ter ocorrido devido ao critério de inclusão de indivíduos na amostragem. Os valores de dominância e área basal indicaram pouca cobertura do solo por esta espécie. O padrão de distribuição encontrado foi o agregado, indicando um modelo característico de plantas zoocóricas. Com relação à fenologia, a ausência de floração e frutificação na restinga florestal inundável pode ter ocorrido devido a um ajuste fenológico por causa de uma condição ambiental desfavorável. A floração e

frutificação dos indivíduos da restinga arbustiva aberta não inundável seguiu padrões já relatados na literatura, com floração e frutificação ocorrendo nas épocas mais úmidas do ano. A correlação das fenofases se apresentou positiva e significativa somente para o comprimento do dia, sendo que já é esperado que quanto mais distante da linha do equador, maior a influência desta variável ambiental na fenologia.

Palavras chave: Distribuição espacial, fenologia, restinga florestal inundável, restinga arbustiva aberta.

ABSTRACT

Studies on the population structure and spatial distribution of a species reveal information about the population regeneration and the species situation in its area of occurrence. Environmental gradients determine the species distribution, interfering in the physiognomy and vegetation structure. As an example, soil saturation can restrict the number and abundance of species that fit, as well as interfere with biotic processes. Species that dominate flooded areas may not exist or be rare in non-floodable environments. However, there are species that inhabit both types of environments, such as *Protium icicariba* (DC.) Marchand, which can occupy both flooded and non-flooded forests in southeastern Brazil. The way regeneration occurs in a forest is related to the mechanisms that open up for the entry and establishment of individuals, such as rain and seed bank, and seedling bank. The understanding of regeneration and reproduction has also a valuable contribution from the phenological studies, which are related to plant life cycle activities with a long term temporal occurrence. We analyzed the population structure, spatial distribution pattern and phenological behavior of a *P. icicariba* population in a flooding forest of restinga in the State Park Paulo César Vinha, in Guarapari, Espírito Santo. We verified the spatial distribution pattern of the population and the adult individuals distribution in height and diameter classes. An analysis of seedlings distribution in the area was also carried out. The phenological behavior of *P. icicariba* was monitored in flooding and non-flooded areas for comparison purposes. The population showed low frequency and density in the flooding restinga and was observed in the inverted "J" pattern for the diameter classes. The seedling survey showed that the germination and establishment processes are occurring, and it can be inferred that an absence of adult individuals in a first height class may have occurred due to the inclusion criterion of kept in the sample. The values of dominance and basal area indicated little soil cover by this species. The distribution pattern was aggregated, indicating a characteristic model of zoocoric plants. With respect to phenology, an absence of flowering and fruiting in the flooding restinga may have occurred due to a phenological adjustment because of an unfavorable environmental condition. Flowering and fructification of the non-flooded open shrub showed similarity with the patterns reported in the literature, with this phenophases occurring during the wetter seasons of the year. The correlation of the phenophases was positive and significant

only for day length, and it is expected that the farther from the equator, the greater the environmental variable influence in the phenology.

Keywords: Spatial distribution, phenology, flooding forest of restinga, open shrub restinga.

SUMÁRIO

1. Introdução Geral.....	12
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1. Estrutura Populacional e Distribuição Espacial na Restinga.....	15
2.2. Fenologia Reprodutiva.....	20
3. Objetivos.....	24
4. Materiais e Métodos.....	25
4.1. Área de Estudo.....	25
4.2. Espécie Alvo.....	28
4.3. Análise Estrutural.....	30
4.4. Estrutura do Banco de Plântulas.....	31
4.5. Análise Fenológica.....	32
4.6. Correlação entre Variáveis Climáticas e Fenológicas.....	33
5. Resultados.....	34
6. Discussão.....	38
7. Conclusões.....	51
Referências.....	53

1. INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados à estrutura populacional e distribuição espacial de espécies podem fornecer informações sobre a regeneração das populações, bem como, a situação de uma determinada espécie no seu local de ocorrência (Souza & Coimbra, 2005), além de contribuir para a preservação da diversidade e o entendimento da organização de comunidades tropicais (Marques & Joly, 2000). Em comunidades florestais, por exemplo, o papel ecológico das árvores determina a arquitetura e o microclima, além de ser o principal componente da diversidade florestal (Pessoa & Araujo, 2014).

Remanescentes de florestas na América do Sul têm sido foco de diversos estudos de distribuição espacial, incluindo diferentes grupos de organismos trazendo, assim, importante contribuição para a ciência e políticas de conservação (Oliveira Filho *et al.*, 2013). A partir de análises da atual distribuição de espécies e sua estrutura populacional, podem-se prever mudanças na composição das espécies (Condit *et al.*, 1998). Neste cenário, os estudos podem ser expandidos para modelos de distribuição de espécies, em que são feitas estimativas da probabilidade de uma espécie poder ocorrer em determinados locais não registrados e de adequação de uma área para a espécie (Segurado & Araújo, 2004; Elith & Leathwick, 2009). As florestas tropicais estão inseridas entre os ecossistemas mais ricos em espécies do planeta, mas que devido à elevada taxa de desmatamento e degradação, tem sofrido com a perda de espécies, principalmente por causa da redução das áreas de ocorrência, isolamento de habitats e entrada de espécies invasoras (Antonini, 2007).

Gradientes ambientais, como aqueles estabelecidos por diferenças na saturação hídrica do solo e na salinidade, determinam a ocorrência das espécies, exibindo diferenças na fisionomia e na estrutura da vegetação (Marques & Oliveira, 2005). Em comunidades que sofrem com pulsos de inundação, a capacidade de adaptação fisiológica de uma espécie contribui para a seletividade das espécies permitindo que uma tenha vantagem sobre outras (Sarmiento *et al.*, 2013). A inundação define características abióticas particulares que intervêm significativamente nos processos bióticos, como a taxa de decomposição (Pagano & Durigan, 2000), a germinação e o recrutamento de indivíduos (Lobo & Joly, 2000),

de tal forma que acabam delimitando a distribuição espacial das espécies. Variações na frequência e intensidade da inundação do solo também podem resultar em modificações no comportamento de determinadas populações (Silva *et al.*, 2007a), assim como causar mudanças nas formas de crescimento, reprodução e estabelecimento das plantas (Marques & Oliveira, 2005). Desta forma, as espécies diferem em suas exigências ambientais, e cada espécie mostra uma resposta individualista a gradientes ambientais (Toledo *et al.*, 2012). A saturação hídrica do solo restringe o número e a abundância de espécies que se estabelecerão, favorecendo aquelas que são especialistas neste tipo de ambiente, assim como algumas espécies generalistas (Marques *et al.*, 2003). Espécies que são dominantes em áreas inundáveis podem não ocorrer ou serem mais raras em ambientes secos (Gomes *et al.*, 2004). Há ocorrência de espécies especialistas, preponderantes em áreas inundáveis no sudeste brasileiro, como *Calophyllum brasiliense* Cambess, *Tabebuia cassinoides* DC. e *Symphonia globulifera* L. f. (Kurtz *et al.*, 2013). Entretanto, há espécies que habitam os dois tipos de ambientes, como *Protium icicariba* (DC.) Marchand, que ocorre tanto em floresta inundável, quanto em florestas que não sofrem inundação no sudeste do Brasil (Kurtz *et al.*, 2013).

A maneira como uma floresta se regenera está relacionada a mecanismos que permitem o ingresso e o estabelecimento de novos indivíduos, como a chuva de sementes, o banco de sementes e o banco de plântulas (Avila *et al.*, 2013). A regeneração propriamente dita é representada pelas plântulas, que tem origem em sementes disseminadas recentemente ou naquelas que já existem no banco do solo (Araujo *et al.*, 2004b). O recrutamento destas plântulas conduz a floresta para estágios mais avançados de desenvolvimento. O entendimento da regeneração e reprodução das plantas tem como base os estudos fenológicos, que relacionam as atividades do ciclo de vida delas com a sua ocorrência temporal ao longo do ano (Morellato, 1995). Além disso, a fenologia contribui para o conhecimento da organização temporal de recursos dentro de comunidades, os ciclos de crescimento e interações planta-animal (Mantovani *et al.*, 2003). As atividades dos polinizadores e dispersores, além dos herbívoros e patógenos, que interagem com a comunidade vegetal são extremamente influenciadas pela fenologia, sendo muito importante o estudo dos ciclos das plantas para compreender a exploração de nichos pela fauna local (Marques & Oliveira, 2004). O período reprodutivo é considerado uma fase de

suma importância para a sobrevivência das espécies e para a dinâmica das populações, sendo uma adaptação da espécie aos seus polinizadores e dispersores, para que a liberação dos diásporos ocorra quando esses agentes tenham condições ótimas para atuar e para que necessidades específicas da germinação sejam atendidas (Mantovani & Martins, 1988; Janzen, 1976).

Assim, as plantas podem ser vistas como sistemas ideais para o entendimento de como os organismos percebem informações do ambiente e as integram de forma a regular seus programas genéticos (Taiz & Zeiger, 2013). Padrões fenológicos variam dentro de uma mesma espécie se forem avaliadas em diferentes ecossistemas, sendo vários os fatores que podem causar essas alterações fenológicas (Mantovani *et al.*, 2003). Por mais que as características fisionômicas, florísticas e estruturais se mantenham dentro da Mata Atlântica e seus ecossistemas associados, a fenologia é muito influenciada pelo clima, sendo que ecossistemas localizados em diferentes latitudes podem apresentar padrões fenológicos distintos (Marques & Oliveira, 2004; Morellato *et al.*, 2000). Além disso, espera-se que plantas submetidas a distintas condições hídricas do solo apresentem diferenças em seus padrões fenológicos (Marques & Oliveira, 2004).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTRUTURA POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL NA RESTINGA

O ecossistema restinga abrange quase toda a costa brasileira, sendo interrompido em alguns trechos pela foz de rios, como na Barra do Jucu e em Linhares, e também por costões rochosos e manguezais (Ferreira & Silva, 2014). No Espírito Santo, que conta com 400 km de costa, a vegetação de restinga remanescente gira em torno dos 10,5% (Fundação SOS Mata Atlântica & INPE, 2016). Esta vegetação se encontra conservada principalmente ao sul, no Parque Estadual Paulo Cesar Vinha, circundado pela Área de Proteção Ambiental de Setiba (Guarapari), e no Parque Municipal de Jacarenema (Vila Velha); já ao norte, na Reserva Biológica de Comboios, em Linhares, e no Parque Estadual de Itaúnas, em Conceição da Barra (Ferreira & Silva, 2014). As restingas têm sido foco de estudos bastante sistematizados, principalmente levantamentos florísticos e estruturais, que ressaltam a importância desses ecossistemas para a biodiversidade (Menezes *et al.*, 2010).

Os terrenos de restinga têm predominância de areias quartzosas marinhas, e nos trechos próximos a grandes rios se tem a entrada de areias fluviais (Pereira, 2003). A deposição de areia em algumas restingas, exceto nas áreas onde ocorrem as dunas, formou cordões paralelos a linha da praia, com alturas que podem atingir até 15 metros do nível do mar (Pereira, 2003). De acordo com as variações na topografia, as comunidades vegetais que compõem as restingas brasileiras podem ser não inundáveis (Pereira, 1990), periodicamente inundáveis (Pereira, 1990; Pereira & Gomes, 1994; Araujo *et al.*, 1998, Menezes *et al.*, 2010) e podem, ainda, ter o substrato inundado praticamente o ano todo, onde as taxas de anoxia e acidez do solo são maiores (Falkenberg, 1999). Todos estes tipos de comunidades apresentam desde vegetação herbácea, passando pela arbustiva, até a florestal (Pereira, 2003; Menezes & Araujo 2005). As variações topográficas, no nível do lençol freático e tempo de inundação influenciam a estrutura da vegetação, a diversidade e a composição florística (Monteiro *et al.*, 2014; Menezes *et al.*, 2010).

Alguns estudos mostram padrões estruturais e florísticos de florestas com substrato alagado no Brasil, como a estrutura oligárquica com predominância de

uma ou poucas espécies (Kurtz *et al.*, 2013), diversidade baixa (Marques & Joly, 2000) e melhores condições para desenvolvimento da vegetação (com alturas em torno de 20 a 25 m), relacionadas às boas condições hídricas ou à menor salinidade nos solos destas florestas (Marques *et al.*, 2003). A privação de oxigênio é a primeira condição adversa a se esperar em um ambiente com maiores taxas de água no solo, e o que determina a forma de sobrevivência da planta é um ajuste complexo da bioquímica e anatomia (Scarano, 1998). Além disso, uma planta pode ser intrinsecamente tolerante a um regime de inundação, mas suas sementes e plântulas podem ser altamente sensíveis (Scarano & Crawford, 1992). A tolerância de uma espécie à inundação será condicionada pela sobrevivência da sua semente e pela continuidade do crescimento nas condições anóxicas (Kozłowski, 1984). O processo de inundação causa uma diminuição nas trocas gasosas solo-atmosfera devido à baixa difusão do oxigênio na água, e o esgotamento deste gás propicia o surgimento de outros gases, que podem atingir níveis tóxicos para a planta (Ivanauskas *et al.*, 1997). Assim, tanto a germinação quanto o desenvolvimento do vegetal podem ser prejudicados, de acordo com a espécie e o tempo de inundação (Kozłowski, 1984). A saturação do solo, então, pode atuar como um fator preponderante na seleção e comportamento de espécies em determinados ecossistemas, visto que algumas só ocorrem em ambientes saturados hidricamente e outras apenas em solos bem drenados (Ivanauskas *et al.*, 1997).

Nas formações não inundáveis de restinga, caracterizadas por ilhas de vegetação circundadas por espaços desnudos de areia, as plantas estão sujeitas a alta incidência de luz solar, salinidade atmosférica, solo oligotrófico e pouca disponibilidade hídrica (Correia *et al.*, 2010). Esta formação também é conhecida como formação aberta de *Clusia*, visto que frequentemente a espécie *C. hilariana* Schtdl. é o arbusto central das moitas, facilitando o estabelecimento de outras espécies (Dias & Scarano, 2007). É possível observar moitas em que *C. hilariana* não é o indivíduo dominante, e isto ocorre devido ao fato de ter sido realmente outra espécie que se estabeleceu inicialmente na área aberta ou pode ter ocorrido a morte da *Clusia* dominante que permitiu o desenvolvimento de outra espécie (Correia *et al.*, 2010). No estudo de Pimentel *et al.* (2007), no Rio de Janeiro, *C. hilariana* e *P. icicariba* são co-dominantes na vegetação, sendo que a grande maioria das moitas que não são dominadas por *C. hilariana* apresentam predominância de *P. icicariba*.

A espécie *P. icicariba* habita tanto floresta inundável de restinga quanto formações abertas não inundáveis (Kurtz *et al.*, 2013). Nas restingas, esta espécie juntamente com *P. heptaphyllum* mostram um importante papel ecológico na estrutura das comunidades (Ferreira *et al.*, 2010). É comumente posicionada entre as dez espécies mais importantes no Espírito Santo (Thomazi & Silva, 2014; Ferreira & Silva, 2014) e no Rio de Janeiro (Araujo *et al.*, 2004a, Castro *et al.*, 2007; Correia *et al.*, 2010; Kurtz *et al.*, 2013). Já em formações inundáveis de restinga, o estudo na Restinga de Jurubatiba, no Rio de Janeiro (Kurtz *et al.*, 2013), mostra *P. icicariba* com terceiro maior valor de importância.

Os remanescentes altamente ameaçados da Floresta Atlântica, um dos *hotspots* de biodiversidade do mundo, são atualmente foco de diversos estudos sobre estrutura e distribuição de espécies vegetais, que vão desde áreas fragmentadas até habitats inteiros (Oliveira-Filho *et al.*, 2013). Estes estudos representam uma importante contribuição para a conservação visto que fornecem conhecimento sobre a distribuição dos organismos e as variações que ocorrem entres os remanescentes florestais. Além disso, apresentam também informações valiosas para se entender como está ocorrendo a regeneração em uma população arbórea (Souza & Coimbra, 2005), que são imprescindíveis para planos de conservação. Fatores bióticos e abióticos podem influenciar na distribuição etária e espacial das plantas, além de causar mudanças no número de indivíduos dentro de uma população ao longo do tempo (Souza & Coimbra, 2005; Marques & Joly, 2000).

Geralmente as populações de plantas apresentam uma predominância de indivíduos nas classes menores de diâmetro, e poucos nas maiores (Solbrig, 1981), formando o padrão “J” invertido. Este padrão é uma consequência das plântulas que permanecem nesta classe por um longo período de tempo até ocorrer algum fato, como a queda de uma árvore ou uma alta mortalidade dentro da população, que permita o crescimento rápido destas plântulas (Marques & Joly, 2000). Na maioria das populações de espécies tropicais, a mortalidade fica concentrada nos indivíduos mais jovens, devido à interação com outras plântulas e/ou adultos, ou pela presença de patógenos e herbívoros (Solbrig, 1981). Os indivíduos mais jovens sofrem bastante pressão seletiva, e a parcela da população que supera esses momentos mais sensíveis do desenvolvimento possui uma baixa taxa de mortalidade, sendo um padrão comum entre plantas e animais na natureza (Begon *et al.*, 2007). Para

estudar a distribuição etária de espécies arbóreas é conveniente o uso da altura e do diâmetro do caule, pois são bons indicativos da idade destes organismos, sendo o diâmetro um melhor indicativo da idade (Almeida & Cortines, 2008).

O dossel atual de uma floresta é formado por árvores que iniciaram seu ciclo de vida anos atrás e que mantém, logo abaixo de si, os sobreviventes resultantes de sucessivos períodos de regeneração (Silva *et al.*, 2007b). O potencial de regeneração das espécies (resiliência) é variável no tempo e espaço, podendo promover a restauração parcial ou completa da vegetação na área analisada (Schorn & Galvão, 2006). Ainda segundo Schorn & Galvão (2006), a forma como ocorre a regeneração natural depende de diversos fatores, dentre eles a extensão da perturbação, o quão próximos estão as fontes de propágulos, a disponibilidade de agentes de dispersão, a herbivoria das plântulas, e aspectos físicos e químicos do solo.

Dentre os mecanismos de regeneração da vegetação tem-se a chuva de sementes, o banco de sementes e o banco de plântulas (Araujo *et al.*, 2004b). De acordo com Chami *et al.* (2011), a chuva de sementes equivale à dispersão e a área abrangida por esse processo, até que haja o estabelecimento da plântula. As novas plantas em desenvolvimento em determinada área podem ser representadas pelo banco de sementes do solo, capaz de substituir os indivíduos adultos que morreram (Araujo *et al.*, 2004b). O banco de sementes é formado por sementes viáveis, produzidas na área e/ou trazidas de outro local (Begon *et al.*, 2007), sendo que o número de indivíduos ali presentes como propágulos dormentes supera o número de plantas (Chami *et al.*, 2011; Araujo *et al.*, 2004b). Assim, a chuva e o banco de sementes representam importante fonte de diásporos para ser recrutados. A regeneração propriamente dita é aquela que está em desenvolvimento no sub-bosque, ou seja, representada pelo banco de plântulas, originadas a partir das sementes e possibilitando o recrutamento para estágios mais avançados (Avila *et al.*, 2013). Estudos sobre levantamentos das plântulas são frequentemente subestimados, mas têm grande importância, pois fornecem conhecimento sobre o desenvolvimento das espécies e a forma como elas ocupam o espaço (Barreira *et al.*, 2002).

De modo geral, os indivíduos de uma população podem estar distribuídos na natureza de três formas básicas, segundo Begon *et al.* (2007): aleatória, quando há probabilidade igual de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço; regular (ou uniforme), quando são encontrados em intervalos similares; e agregada, quando se tem a formação de “manchas”.

A distribuição espacial pode ser influenciada tanto por fatores bióticos, como alelopatia e competição, quanto por fatores abióticos, como relevo, disponibilidade de água e intensidade de luz (Silva *et al.*, 2009). Uma tendência na formação de um padrão agregado pode ser visto em espécies que apresentam reprodução vegetativa e naquelas dispersas por zoocoria ou barocoria (Antonini & Nunes-Freitas, 2004). Um padrão uniforme pode ser encontrado em ambientes com recursos limitados, que causam uma competição muito forte; já os padrões aleatórios podem resultar de ambientes altamente homogêneos (Silva *et al.*, 2009). Muitos autores concordam que a distribuição aleatória no caso das plantas é bem rara, em virtude de a maioria das populações terem algum grau de agregação entre si (Legendre & Fortin, 1989).

Animais dispersores primários influenciam fortemente os padrões espaciais de sementes e plântulas, gerando um padrão agregado (Crawley, 1986). Há um gradiente relacionado à forma de dispersão das sementes por animais, indo desde as espécies que coletam sementes e as espalham ao acaso pela floresta, como aves e morcegos, até as espécies que têm o comportamento de depositar as sementes em locais específicos, como as formigas (Guevara & Laborde, 1993). Através da dispersão as sementes são distribuídas ao longo de diversos habitats, podendo ser depositadas em sítios particulares, mais apropriados para a germinação e para o estabelecimento de plântulas em novos ambientes, que influencia de forma direta na estrutura e dinâmica populacional (Machado, 2013).

2.2. FENOLOGIA REPRODUTIVA

A fenologia é conhecida como o estudo de eventos biológicos repetitivos correlacionados a fatores ambientais, e no caso dos vegetais abrange os padrões de floração, frutificação, queda e brotamento foliar (Antunes & Ribeiro, 1999; Talora & Morellato, 2000). O comportamento de florescimento e de frutificação das espécies é básico para compreender o sucesso reprodutivo das plantas, sendo primordial para entender a ecologia de um ecossistema ao longo do tempo (Beghini, 2008). Algumas características, como o tempo, a duração e o grau de sincronia das fenofases auxiliam na compreensão da organização temporal de recursos e da evolução de animais herbívoros, polinizadores e dispersores (Talora & Morellato, 2000; Mantovani *et al.*, 2003). Além disso, pode-se relacionar a fenologia com a estrutura, o funcionamento e a regeneração das comunidades (Pedroni *et al.*, 2002). Os estudos fenológicos são relevantes na determinação de períodos adequados para coleta de sementes e recuperação de áreas de formação secundária, assim como indicam as épocas mais apropriadas para aproveitar a regeneração natural em planos de manejo (Mantovani *et al.*, 2003).

A fase reprodutiva das plantas é o período mais susceptível às variações ambientais (Fisch *et al.*, 2000), isso por que o fenômeno fenológico é regulado por características endógenas associadas às variações do clima, principalmente (Bencke & Morellato, 2002). Nas regiões neotropicais, os fatores climáticos de pluviosidade, temperatura e comprimento do dia geralmente são relacionados aos eventos fenológicos (Morellato *et al.*, 1989; Marques & Oliveira, 2004; Pirani *et al.*, 2009), mas existem outros que também podem interferir, como o dano foliar, o estresse hídrico e o aborto de flores (Mantovani *et al.*, 2003). Dentre os fatores que mais marcam as respostas sazonais das plantas em geral, o fotoperiodismo e a vernalização estão entre os mais importantes (Taiz & Zeiger, 2013). Estudos mostram que plantas tropicais são sensíveis a pequenas mudanças no comprimento do dia (Morellato *et al.*, 2000), constituindo um importante fator em climas sazonais e não sazonais. A variação na irradiação atua como um fator próximo para iniciar e sincronizar o florescimento (Pedroni *et al.*, 2002). O sinal (Proteína FT) que evoca o início da floração é percebido pelas folhas e translocado via floema até aos meristemas apicais e ocorre sob fotoperíodos indutivos, que ativam a transcrição de

genes que darão origem às flores, por isso a íntima ligação da floração com os comprimentos dos dias (Taiz & Zeiger, 2013).

Em ambientes que são pouco sazonais, os fatores ambientais parecem ter menor influência sobre as fenofases; já nos ambientes sazonais, temperatura, comprimento do dia e pluviosidade correlacionam-se entre si, moldando as fenofases vegetais (Mantovani *et al.*, 2003). Padrões fenológicos podem variar dentro de uma mesma espécie que for avaliada em ecossistemas diferentes, sendo diversos os fatores que podem causar essas alterações (Mantovani *et al.*, 2003).

O momento de ocorrência dos eventos reprodutivos nas plantas é determinante para que a população tenha sucesso para assegurar a sobrevivência e estabelecimento dos indivíduos (Beghini, 2008). Segundo Santos & Takaki (2005), algumas plantas iniciam a floração estimuladas pela variação da irradiação solar e suas sementes são dispersas ao final da estação seca e início da chuvosa, reduzindo a mortalidade das plântulas, que é um estágio extremamente vulnerável. A época de desenvolvimento das flores e dos frutos é altamente adaptada ao período de atividade dos agentes de polinização e de dispersão, ao comportamento dos predadores de sementes e também às necessidades requeridas para que ocorra germinação (Fisch *et al.*, 2000; Mantovani *et al.*, 2003).

Estudos fenológicos em ecossistemas florestais são realizados tendo diferentes níveis de abordagem, como de populações (espécies) ou de comunidades (Talora & Morellato, 2000). Além disso, o caráter do estudo pode ser qualitativo (presença ou ausência da fenofase) ou quantitativo, quando as fenofases são avaliadas em termos de intensidade do evento, com aplicação de escalas (mais comum a utilização de cinco categorias de quantificação) que estimam essa intensidade (Fournier, 1974; Bencke & Morellato, 2002). Tem-se então dois métodos de estudo: Percentual de Intensidade de Fournier e o Índice de Atividade. O primeiro método foi proposto por Fournier (1974), e os valores obtidos em campo variam ao longo de uma escala com cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre cada uma delas, permitindo estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo. A partir disso, se faz, para cada mês observado, a soma dos valores de intensidade obtidos (para todos os indivíduos de cada espécie) e divide-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro); o valor encontrado

é então multiplicado por 100 para se tenha um valor percentual (Bencke & Morellato, 2002).

O Índice de Atividade é um método mais simplificado, no qual se constata apenas a presença ou ausência da fenofase no indivíduo, podendo indicar a porcentagem de indivíduos da população em questão que está manifestando o evento fenológico. Por meio deste método é possível estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população (Morellato *et al.*, 1990), tendo em mente que quanto maior o número de indivíduos exibindo a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia desta população. Assim, cada evento fenológico pode ser classificado como: assincrônico, com sincronia baixa e com sincronia alta (Bencke & Morellato 2002). Florescer em sincronia auxilia na atração dos polinizadores menos especializados, facilitando a reprodução cruzada, e a produção sincronizada de frutos pode aumentar a atração dos dispersores das sementes (Antunes & Ribeiro, 1999; Santos & Takaki, 2005). Já a falta de sincronia entre indivíduos de uma comunidade é importante para a manutenção de insetos herbívoros que são especialistas (Antunes & Ribeiro, 1999; Begnini, 2008). De acordo com Bencke & Morellato (2002) é recomendado que em estudos fenológicos populacionais sejam utilizados os dois métodos combinados para a análise e representação dos dados. Estudos têm destacado a importância de realizar as análises em níveis hierárquicos mais baixos para que se tenha um entendimento cada vez melhor dos padrões fenológicos (Pedroni *et al.*, 2002).

Baseado na frequência dos ciclos tem-se quatro classes de modelos fenológicos para floração e frutificação: contínua (com pausas esporádicas e breves), subanual (fenofase em mais que um ciclo por ano), anual (apenas um maior ciclo por ano), e supra-anual (um ciclo mais extenso que um ano) (Begnini, 2008). Quanto à duração, as fenofases podem ser categorizadas em: curta (2 a 4 semanas de duração), intermediária (de 5 a 20 semanas) ou longa (mais de 20 semanas de duração) (Machado, 2013). Segundo Janzen (1975), nas florestas tropicais é muito frequente o padrão anual de floração e frutificação, de modo que haja fornecimento de recursos florais para os diversos polinizadores.

O intervalo das observações em campo pode variar, sendo semanal, quinzenal ou mensal (Mantovani *et al.*, 2003). Porém, é desaconselhável o uso de

intervalos muito longos na coleta de dados, pois há o risco de não se observar eventos que se manifestam em curto espaço de tempo. Para uma observação satisfatória dos eventos fenológicos, uma amostra de dez indivíduos por espécie e avaliações quinzenais, seriam suficientes para caracterizar fenologicamente uma comunidade florestal (Fournier & Charpantier, 1975).

A Mata Atlântica e seus ecossistemas associados, dentre eles a restinga, guardam entre si uma forte relação, sendo que características florísticas e estruturais são mantidas (Marques & Oliveira, 2004). Como dito anteriormente, a fenologia é fortemente determinada pelo clima, e ecossistemas da Mata Atlântica localizados em latitudes diferentes podem apresentar comportamentos fenológicos distintos. Dentre os estudos abordando a fenologia de comunidades em restinga, no litoral sudeste, pode-se citar Talora & Morellato (2000), Morellato *et al.* (2000), Bencke & Morellato (2002), Machado (2013); no nordeste, Viana *et al.* (2006) e no sul, Marchioretto *et al.* (2007), Marques & Oliveira (2004). Já sobre estudos de abordagem populacional em restinga, têm-se os trabalhos de Cesário & Gaglianone (2008), que trabalharam com *Schinus terebinthifolius* Raddi no RJ, e Nogueira & Arruda (2006) que estudaram a fenologia de *Sophora tomentosa* L. no sul do Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Analisar a estrutura populacional, padrão de distribuição espacial e o comportamento fenológico de uma população de *P. icicariba* em uma floresta inundável na restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.

2.2. ESPECÍFICOS

1. Identificar qual é o padrão de distribuição espacial da população de *P. icicariba* na área estudada;
2. Analisar como se dá a distribuição dos indivíduos adultos em classes de altura e diâmetro;
3. Verificar se a regeneração por meio de plântulas está ocorrendo;
4. Identificar o comportamento fenológico de *P. icicariba*;
5. Comparar o comportamento fenológico de *P. icicariba* em formações vegetais de restinga inundável e não inundável.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma área de floresta de restinga inundável e em outra de restinga arbustiva aberta não inundável, no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo ($20^{\circ}33'-20^{\circ}38'S$ e $40^{\circ}23'-40^{\circ}26'W$), com área de 1.500 ha (Cepemar, 2007) (Figura 1). O Parque se insere em uma região de alta importância para a conservação da biodiversidade do *hotspot* Mata Atlântica (Cepemar, 2007).

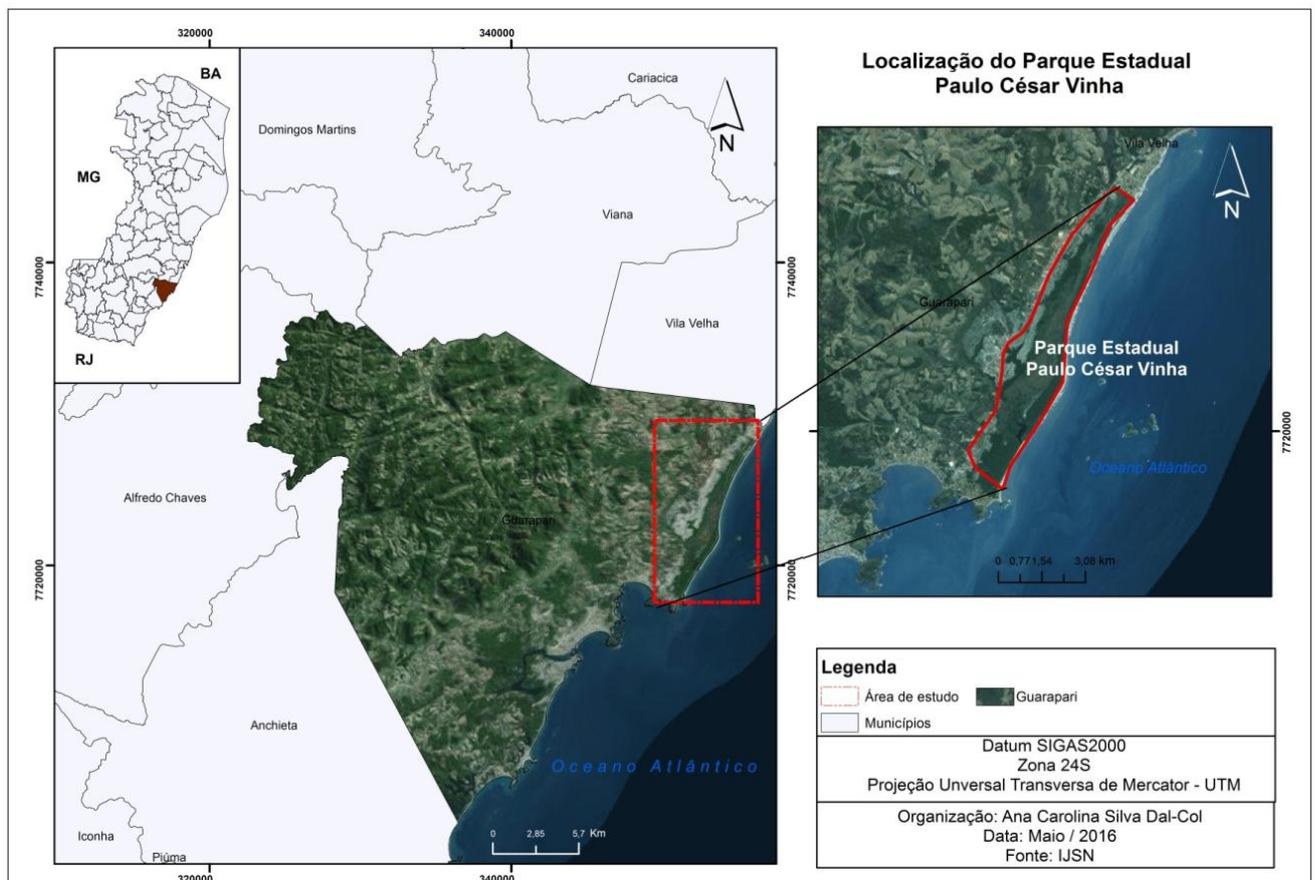


Figura 1: Localização do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), se enquadra no tipo AW - quente e úmido. A temperatura média anual é de $25^{\circ}C$ e a precipitação média anual é de 1.800 mm/ano (Incaper, 2011). Os meses de outubro a janeiro são os mais chuvosos, sendo o mês de agosto geralmente seco e os outros parcialmente secos (Incaper, 2013). Na Figura 2 estão apresentados os dados médios da série histórica da estação meteorológica convencional do Incaper,

localizada no município de Vitória-ES, para temperatura e pluviosidade. Optou-se por utilizar os dados desta estação, visto que é a mais próxima da área de estudo, distante 40 Km do Parque, e por apresentar mesma isoietas (linha que representa pontos de igual pluviosidade) (Cepemar, 2007).

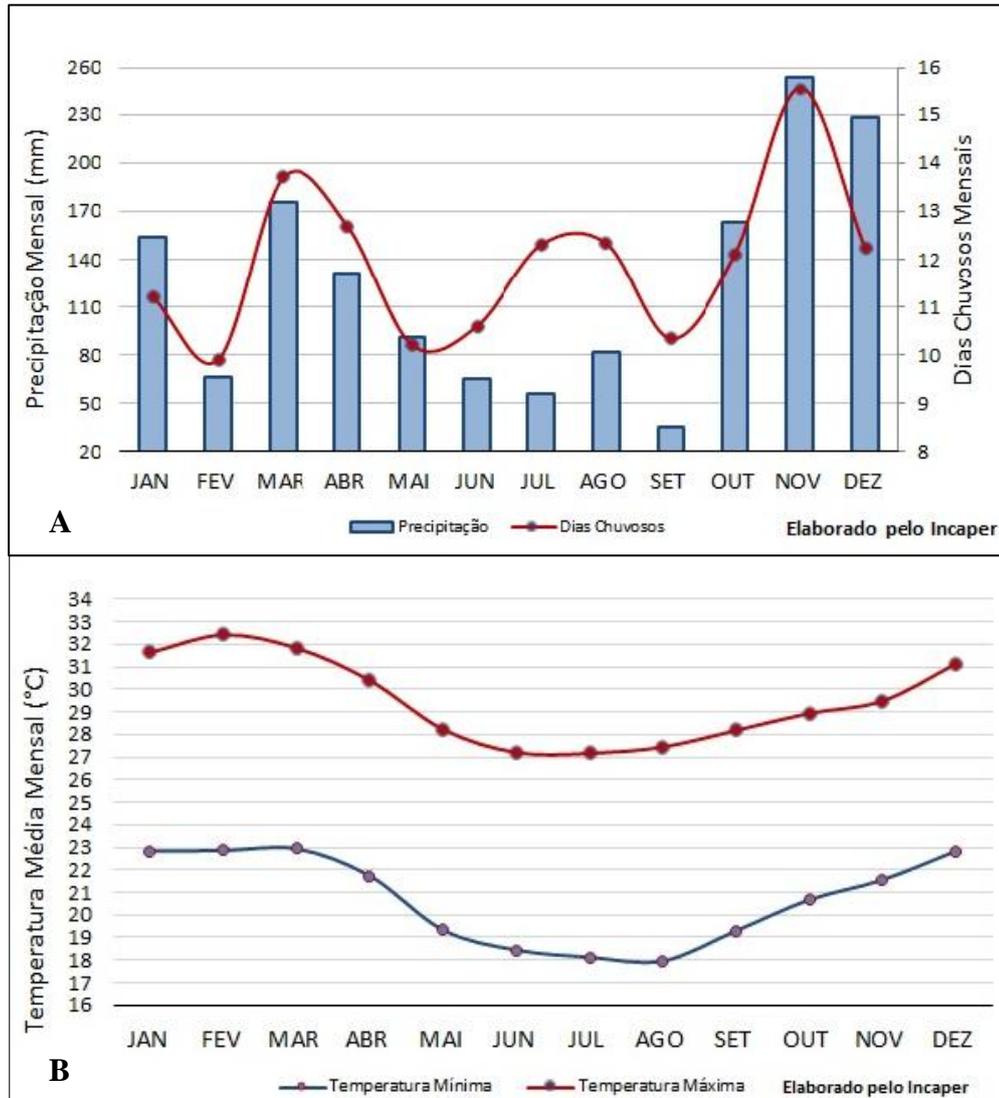


Figura 2: Dados médios da série histórica (período de 1984 a 2014) da estação meteorológica convencional localizada no município de Vitória, Espírito Santo (Ilha de Santa Maria). (A) Média mensal da temperatura mínima e máxima. (B) Média mensal da precipitação e número de dias chuvosos.

A formação de restinga florestal inundável (Pereira, 2003) (Figura 3), também chamada de floresta periodicamente inundada, caracteriza-se por apresentar água no substrato nos períodos de maior intensidade pluviométrica. Esta formação ocorre

em quase toda a extensão do Parque, e conta com árvores que podem alcançar 20 m de altura (Cepemar, 2007). Com relação aos sedimentos, estes são classificados como Terraços Marinheiros Holocênicos, depositados durante o recuo do mar; o solo é do tipo Glei Húmico, pouco profundo, mal drenado, com horizonte A rico em matéria orgânica e os seguintes horizontes sofrendo grande influência do lençol freático (Cepemar, 2007).



Figura 3: Formação de restinga florestal inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo. Fonte: Dal col, A. C. S.

Por outro lado, a vegetação estabelecida sobre solo arenoso, em que o lençol freático encontra-se bem mais afastado da superfície, é conhecida como formação arbustiva aberta não inundável (Pereira, 2003) (Figura 4-A), ou formação aberta de *Clusia*. Esta vegetação é caracterizada, principalmente, pela organização em forma de moitas (Figura 4-B). Tem-se um indivíduo de maior porte no centro da moita, sendo no Espírito Santo e Rio de Janeiro geralmente um representante do gênero *Clusia* (Pereira, 2003). Os sedimentos desta formação vegetal são Depósitos Flúvio-Marinheiros Holocênicos, resultantes do acúmulo de sedimentos formados pela ação de processos fluviais e marinhos, encontrados nas planícies costeiras (Cepemar,

2007). O solo é essencialmente quartzoso de textura arenosa e profundo Cepemar, 2007).

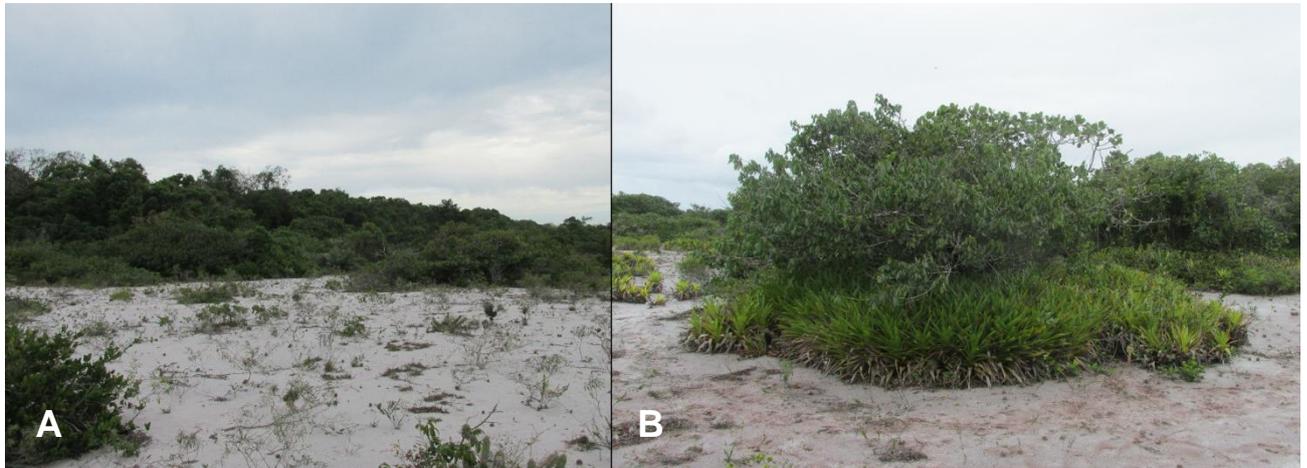


Figura 4: Formação de restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo. A - visão geral, mostrando ao fundo a formação florestal; B - moita. Fonte: Dal col, A. C. S.

4.2. ESPÉCIE ALVO

P. icicariba, também conhecida como almescla, é uma espécie arbórea, dioica (Matallana *et al.*, 2005) e com altura que pode variar de 8 a 14 metros (Ferreira *et al.*, 2010; Siani *et al.*, 2004). É nativa e endêmica das restingas do sudeste do Brasil (Daly, 2016). Possui duas variedades, *Protium icicariba* (DC.) Marchand var. *icicariba* (com ocorrência nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo) e *Protium icicariba* var. *talmonii* Daly (restrita ao estado da Bahia) (Daly, 2016). A variedade *icicariba* foi analisada no presente trabalho.

Pertence à família Burseraceae, que possui alta capacidade de exsudar resinas aromáticas e voláteis, usadas com diferentes finalidades, como repelente de insetos e na medicina tradicional (Rüdiger *et al.*, 2007). Esta família possui aproximadamente 650 espécies distribuídas em 18 gêneros (Daly, 2009), sendo *Protium* o maior e mais heterogêneo na região neotropical (Siani *et al.*, 2004), compreendendo cerca de 135 espécies (Khalid, 1983). A distribuição ocorre desde ambientes de desertos até florestas úmidas (Daly, 2009).

Esta espécie possui folhas compostas, pecioladas e imparipenadas. Os folíolos são coriáceos, acuminados e variam de três a cinco, podendo chegar a sete folíolos (Ferreira *et al.*, 2010). A coloração é verde escura na face superior e mais clara na inferior (Ferreira *et al.*, 2010). O padrão de venação é penínérveo, sendo bastante desenvolvido nas nervuras centrais e secundárias na face inferior. As numerosas flores (Figura 5) são dispostas em racemos simples, axilares, quase sésseis, geralmente brancas, variando de amarelo a esverdeado, com cálice persistente (Siani *et al.*, 2004). O fruto é do tipo drupóide, de formato ovóide-oblíquo, coriáceo, contendo de 4 a 5 sementes pretas embebidas numa polpa branca, aromática (Siani *et al.*, 2004). Quando imaturos os frutos são verdes, e ao amadurecer adquirem cor vermelha (Figura 6).



Figura 5: Inflorescências de *P. icariba* no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. Fonte: Dal col, A. C. S.



Figura 6: Frutos de *P. icicariba* no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.

Fonte: Dal col, A. C. S.

4.3. ANÁLISE ESTRUTURAL

Foram demarcadas 14 parcelas de 125 m² (de 5 m x 25 m), totalizando 0,175 ha de área amostrada em floresta inundável de restinga (Figura 7). Em cada uma das parcelas registrou-se o número de indivíduos de *P. icicariba*, assim como a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) de cada um dos indivíduos amostrados. O critério de inclusão foi a circunferência do tronco à altura do peito igual ou superior a 15,7 cm (DAP = 5 cm).

Para a avaliação do padrão de distribuição da espécie foi calculado o Índice de Dispersão de Morisita (I_d) (Brower & Zar, 1984), de acordo com a seguinte fórmula:

$$I_d = n \left[\frac{\sum x_i^2 - \sum x_i}{(\sum x_i)^2 - \sum x_i} \right]$$

em que n é o número de parcelas amostradas e x_i o número de indivíduos em cada parcela amostrada.

A significância do Índice de Dispersão de Morisita foi testada por meio do teste F para significância do I_d ($g_l = n-1$; $p < 0,01$) (Poole, 1974). Neste caso, se o índice de Morisita for menor do que 1, a população apresenta um padrão uniforme; se for maior que 1, um padrão agregado; e, se for igual a 1, o padrão é aleatório (Brower & Zar, 1984). Para a caracterização da estrutura da população foram analisados os parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade e dominância absolutas (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974).

4.4. ESTRUTURA DO BANCO DE PLÂNTULAS

A avaliação do banco de plântulas de *P. icicariba* foi realizada em 70 subparcelas de 2 m X 2 m na floresta inundável da restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, totalizando 280 m² de área amostrada. Estas subunidades foram implementadas em 14 unidades amostrais de 5 m x 25 m (sendo 5 subparcelas em cada unidade amostral citada, espaçadas entre si por 3 m), anteriormente locadas para o estudo de fitossociologia da comunidade arbórea (Figura 7). Foram tomados os devidos cuidados para que as plântulas não fossem pisoteadas durante a realização do estudo.

As plântulas contabilizadas no estudo foram aquelas com altura igual ou maior do que 20 cm (Araujo *et al.*, 2004b; Chami *et al.*, 2011). Foram consideradas três classes de tamanho (CT): 1 - de 20 a 50 cm de altura; 2 - de 51 a 100 cm de altura e 3 - >100 cm de altura (Chami *et al.*, 2011). Para determinar a origem (semente ou de um órgão vegetativo), o solo foi cuidadosamente removido para verificar se a plântula estava ligada a outras plantas ou se havia um diâmetro basal desproporcionalmente grande em relação à altura (indicando rebrotas) (Correia *et al.*, 2010).

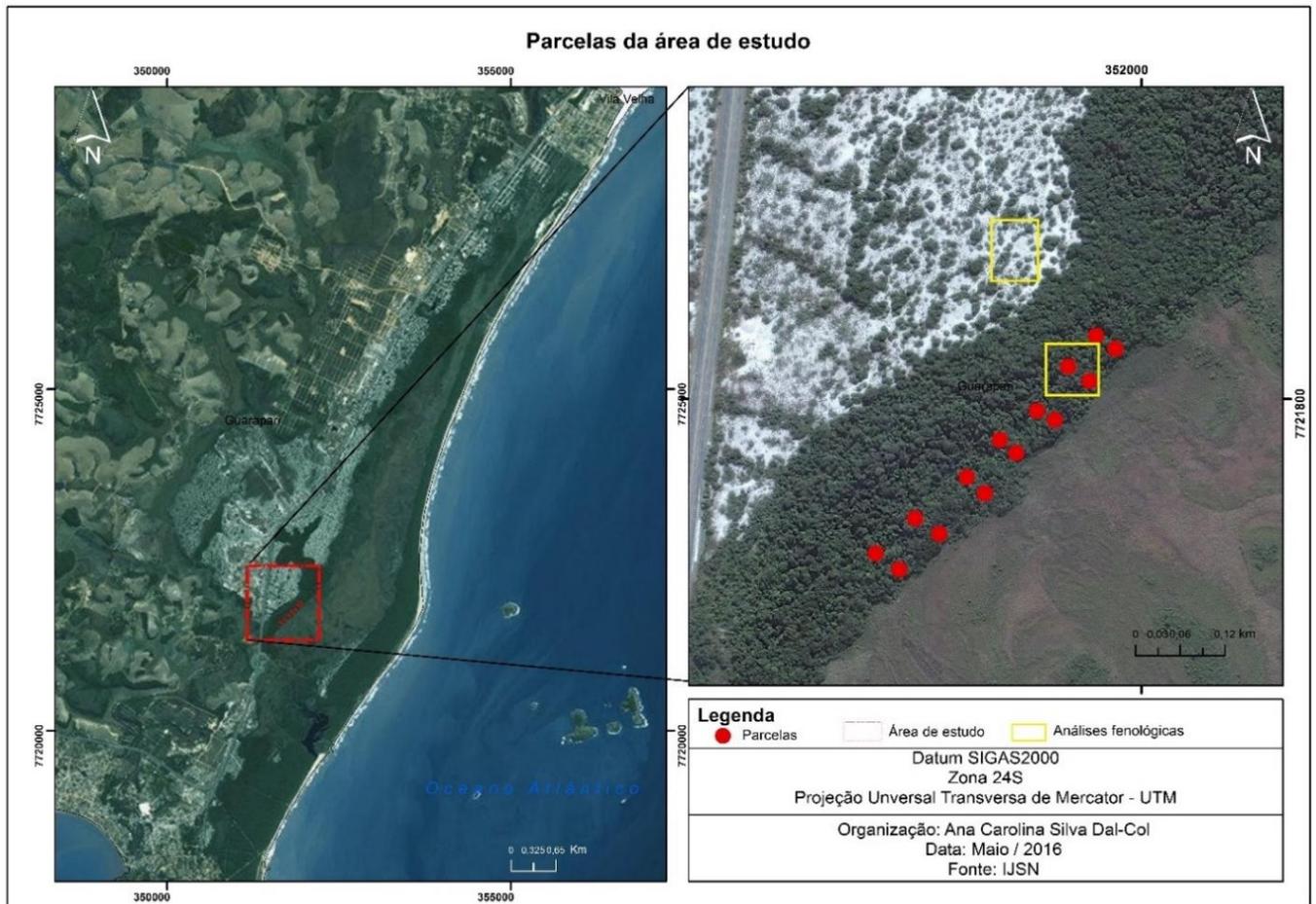


Figura 7: Localização das parcelas na área de estudo, Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo.

4.5. ANÁLISE FENOLÓGICA

Os eventos fenológicos foram observados quinzenalmente, durante 12 meses (outubro de 2015 a novembro de 2016), em duas amostras: uma com dez indivíduos da floresta de restinga inundável, e outra também com dez indivíduos presentes em formação arbustiva aberta não inundável (Figura 7), para fins de comparação entre os ambientes. Cada indivíduo foi identificado, etiquetado, e teve sua altura medida.

As fenofases foram observadas com auxílio de binóculo e câmera fotográfica, e registradas em caderno de campo e por meio de fotografias. As fenofases observadas foram floração e frutificação, do início até o final de cada uma, e foram caracterizadas quanto à intensidade em cada indivíduo (Fournier, 1974), com a utilização de cinco categorias de quantificação (0 - ausência da fenofase; 1 - de 1 a

25% da planta apresentando a fenofase; 2 - de 26 a 50%; 3 - de 51 a 75%; 4 - de 76 a 100%). Também foi estimado o índice de atividade, que indica a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando o evento fenológico e a sincronia entre eles (Bencke & Morellato, 2002), sendo classificado como assincrônico (< 20% de indivíduos na fenofase), sincronia baixa (20-60% de indivíduos na fenofase) e sincronia alta (> 60% dos indivíduos na fenofase). A floração foi definida como o período em que as árvores apresentassem botões até a antese das últimas flores, e a frutificação como o período de aparecimento dos primeiros frutos até o amadurecimento (Morellato-Fonzar, 1987).

4.6. CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E FENOLÓGICAS

Os dados fenológicos foram correlacionados com dados meteorológicos de precipitação ocorrida (mm), temperatura média (°C), umidade relativa média do ar (%) e insolação total (horas), de outubro de 2015 a novembro de 2016, referentes ao período de realização do estudo (exceto os dados de insolação total, provenientes de List, 1971). Estes dados foram obtidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Expansão Rural (Incaper), referente à estação de Vitória (Lat: 20,3156 S; Long: 40,3172 W; altitude: 9 m), que é a estação (localizada em litoral) mais próxima do município de Guarapari. As correlações foram feitas por meio do coeficiente de correlação de Spearman, que é o recomendado quando os dados não apresentam distribuição normal (Zar, 1999), comprovado pelo Teste de Normalidade.

5. RESULTADOS

Foram amostrados 11 indivíduos de *P. icicariba* na formação florestal inundável, estando presentes em cinco das 14 parcelas analisadas. O valor do Índice de Dispersão de Morisita (I_d) foi de 3,309 ($F = 2,776$; $p < 0,01$), indicando um padrão agregado para a espécie ($I_d > 1$; Brower & Zar, 1984).

Na primeira classe de altura não houve nenhum indivíduo incluído, sendo que a maioria (dez indivíduos) ficou localizada nas classes superiores de altura, que variou de 6,1 a 12 m de altura (Figura 8 - A). Com relação ao diâmetro, os indivíduos se localizaram principalmente no intervalo de classe de 5,0 a 10 cm (Figura 8 - B). A frequência absoluta foi de 35,7%, e a densidade foi de 62,86 ind/ha, ou seja, menos que um indivíduo por m^2 . O valor de dominância absoluta foi de $0,526 \text{ cm}^2/m^2$ e a área basal média de $83,62 \text{ cm}^2$.

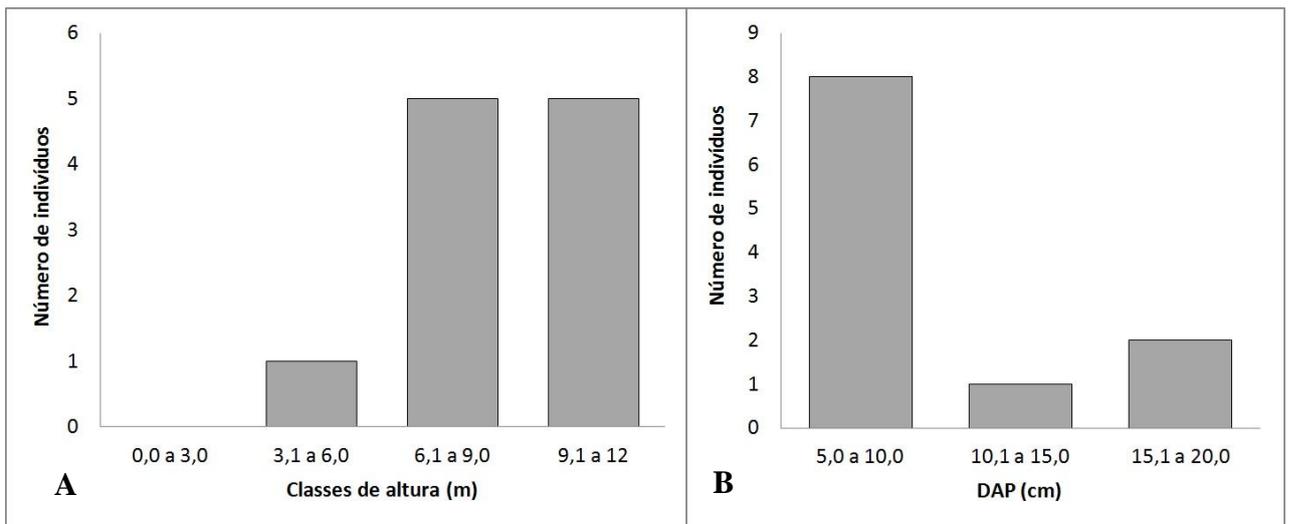


Figura 8: Distribuição da população de *P. icicariba* em classes de altura (A) e em DAP (B), na floresta inundável de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.

Na análise de plântulas foram amostrados 36 indivíduos. A maioria ficou localizada na primeira classe de altura (Figura 9). Houve coincidência na ocorrência de plântulas nas mesmas regiões em que ocorreram indivíduos adultos. A frequência absoluta de plântulas foi de 27,19% e a densidade foi de $0,13 \text{ ind}/m^2$.

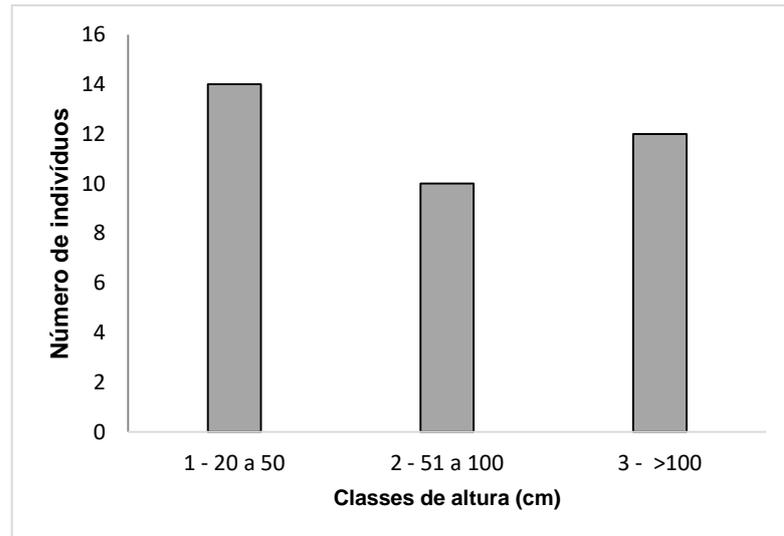


Figura 9: Distribuição de plântulas de *P. icariba* em classes de altura, em restinga florestal inundável do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES.

Na restinga florestal inundável, o início da floração foi registrado em dois indivíduos, no início de mês de novembro de 2016, e a frutificação não foi observada nesse período.

Os picos de floração (época em que o maior número de indivíduos apresentou a fenofase) na restinga de fisionomia arbustiva aberta não inundável ocorreram entre os meses de outubro a janeiro de 2015 e agosto e novembro de 2016. A frutificação aconteceu entre os meses de dezembro e março, sendo que no ano de 2016 a frutificação se iniciou em outubro. A análise do percentual de Intensidade de Fournier encontra-se na Figura 10 - A.

O Índice de Atividade mostrou baixa sincronia para a floração e falta de sincronia na frutificação nos indivíduos analisados. Para floração e frutificação houve correlação positiva moderada com insolação total. Já com precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar não houve correlação com nenhuma das fenofases (Tabela 1). Os dados climáticos podem ser observados na Figura 10 - B e C.

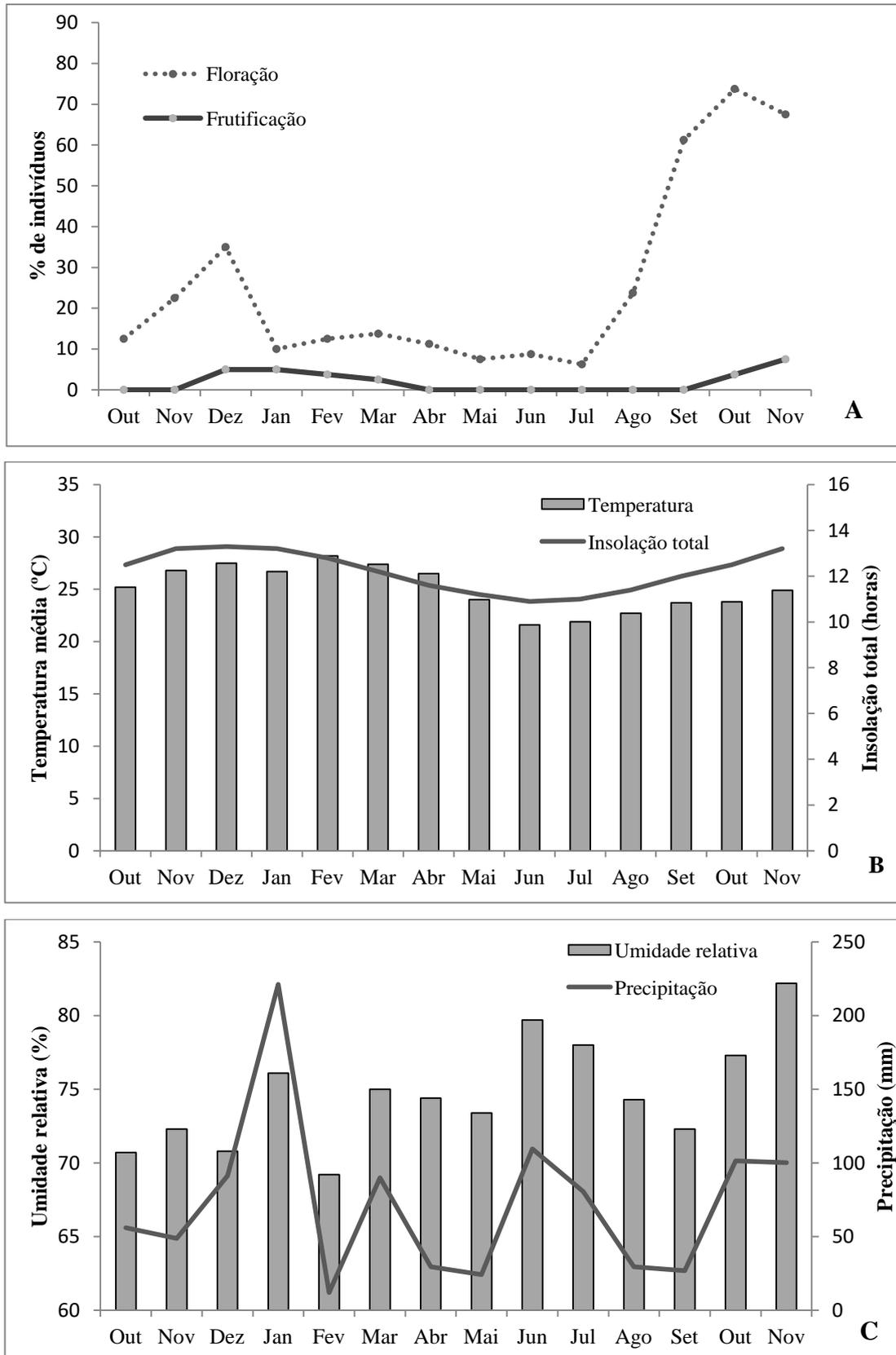


Figura 10: Gráficos do Percentual de Intensidade de Fournier para floração e frutificação de *P. icariba* (A) e de variáveis climáticas (B e C).

Tabela 1: Correlações de Spearman (r_s) entre as fenofases de *P. icicariba* e os fatores climáticos (precipitação ocorrida, temperatura média, umidade relativa média do ar e insolação total) na restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, Espírito Santo ($p < 0,05$).

Fenofase	Precipitação	Temperatura média	Umidade relativa	Insolação total
Floração	$r_s=0,0110$; $p=0,970$ ^{ns}	$r_s=0,1518$; $p=0,604$ ^{ns}	$r_s=-0,0859$; $p=0,770$ ^{ns}	$r_s=0,5387$; $p=0,046$ *
Frutificação	$r_s=0,3542$; $p=0,213$ ^{ns}	$r_s=0,3294$; $p=0,250$ ^{ns}	$r_s=0,0952$; $p=0,745$ ^{ns}	$r_s=0,7337$; $p=0,003$ *

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

6. DISCUSSÃO

A espécie *P. icicariba* é mencionada para áreas de restinga, tanto em fisionomias arbustivas abertas inundável e não inundável, como em florestal inundável (Montezuma & Araujo, 2007; Kurtz *et al.*, 2013; Cepemar, 2007). Na Tabela 2 tem-se uma comparação dos valores de frequência desta espécie em diferentes estudos realizados no sudeste do Brasil.

Tabela 2: Valores de frequência de *P. icicariba* em estudos realizados no sudeste do Brasil.

Formação de restinga	Localidade	Frequência absoluta (%)	Referência
Florestal inundável	Parque Estadual Paulo César Vinha - ES	35,7	Presente estudo
Floresta inundável	Parque Estadual Paulo César Vinha - ES	33,33	Cepemar (2007)
Florestal inundável	Jacarenema	0,36 e 1,83*	Magnago (2009)
Florestal inundável	Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - RJ	5,94*	Kurtz <i>et al.</i> (2013)
Arbustiva aberta inundável	Parque Estadual de Itaúnas - ES	6	Monteiro <i>et al.</i> (2014)
Arbustiva aberta inundável	Área de Proteção Ambiental de Setiba - ES	90	Ferreira <i>et al.</i> (2010)
Arbustiva aberta não inundável	Área de Proteção Ambiental de Setiba - ES	82	Thomazi & Silva (2014)
Arbustiva aberta não inundável	Parque Estadual Paulo César Vinha - ES	44	Ferreira & Silva (2014)
Arbustiva aberta não inundável	Restinga da Marambaia - RJ	0,8	Castro <i>et al.</i> (2007)

* valor de frequência relativa

De acordo com a Tabela 2, vê-se que esta espécie possui valores de frequência absoluta discretamente menores nas formações de restinga inundável, mas ainda assim não se pode afirmar este fato, pois há exceções, visto que os valores encontrados nos outros estudos são muito variados. Esta espécie tem um caráter generalista quanto ao conteúdo de água no solo (Kurtz *et al.*, 2013), ou seja, percebe-se que ela se desenvolve bem desde as formações arbustivas até as florestais, tanto inundáveis quanto não inundáveis. O valor de densidade absoluta encontrado na área de estudo foi igual a 62,86 ind/ha, ou seja, menos que um indivíduo por m². No estudo de Montezuma & Araujo (2007), em restinga arbustiva aberta inundável, *P. icicariba* se destacou pela elevada densidade, igual a 2567,55 ind/ha. Uma menor frequência e densidade da espécie no ambiente florestal inundável pode se dar pela interação com outras espécies vegetais, assim como a fatores ambientais que podem ser limitantes, interferindo em processos ecofisiológicos do desenvolvimento da planta. A inundação conduz processos que influenciam na qualidade do solo como meio para o desenvolvimento das plantas, havendo diminui o da troca gasosa entre o solo e ar, devido   baixa difusão do oxig nio na  gua (Ivanauskas *et al.*, 1997). Assim, o desenvolvimento da planta pode ser comprometido de alguma maneira, levando-se em conta a espécie e o tempo total de inunda o (Kozlowski, 1984).

A maioria dos indivíduos de *P. icicariba* ficou localizada nas maiores classes de altura. A ausência de indivíduos na primeira classe de altura pode ser explicada pelo critério de inclusão na amostra (circunferência do tronco igual ou superior a 15,7 cm), que pode ter excluído aqueles indivíduos com altura correspondente   da primeira classe, ou seja, que ainda não haviam atingido a circunferência do tronco igual ou superior a 15,7 cm. No levantamento de plântulas foram encontrados 36 indivíduos, com maior concentra o na primeira classe de altura (20 a 50 cm). Observou-se alguns folíolos predados (Figura 11), sendo que de acordo com Solbrig (1981), a maioria das popula es de espécies tropicais tem mortalidade concentrada nas classes menores de altura. Porém, percebe-se que esta preda o não impede que as plântulas se desenvolvam. Diversos fatores, bióticos e abióticos, influenciam no estabelecimento, recrutamento e distribui o espacial de plântulas. As sementes e plântulas, quando localizadas abaixo da planta mãe, sofrem com a mortalidade provocada por predadores especialistas que se concentram na área ocupada pelas

plântulas (Lobo-Faria, 1998). Alguns trabalhos mostram que existem micro-sítios mais favoráveis ao desenvolvimento das plântulas, seja em ambientes afastados da copa da planta mãe ou em clareiras (Lobo-Faria, 1998). Houve uma distribuição homogênea das plântulas nas classes de altura, mostrando que os processos de germinação e estabelecimento estão de fato ocorrendo na área analisada. Observou-se que a origem das plântulas se dá por meio de sementes, pois à medida que se retirava o solo em torno da plântula, percebia-se que elas possuíam raiz própria, não estando conectadas a outro indivíduo. Segundo Correia *et al.* (2010), os regenerantes desta espécie são originados quase que em sua totalidade por meio de sementes. A frequência absoluta das plântulas (27,19%) foi menor do que a de adultos (35,7%), podendo este fato ser relacionado à menor área amostrada para as plântulas do que para os adultos, visto que, ao longo da realização do levantamento, percebeu-se muitas plântulas fora das subparcelas de estudo. A densidade das plântulas foi de menos que um indivíduo por m², semelhante à densidade dos adultos, considerada baixa.



Figura 11: Plântula de *P. icariba* com folíolos predados em restinga florestal inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. Fonte: Dal col, A. C. S.

Com relação aos diâmetros dos adultos, foi observado um padrão “J” invertido nas classes. De acordo com Solbrig (1981), boa parte das populações de plantas apresenta uma distribuição com predominância de indivíduos nas classes menores de diâmetro, formando o padrão “J” invertido. Assim, ocorre a permanência de plântulas (classes inferiores) até que haja a oportunidade para que estas cresçam (Marques & Joly, 2000). De maneira geral, o diâmetro do tronco guarda uma proporcionalidade com a idade da árvore (Martins, 1993). Desta forma, populações que possuem classes de DAP mais elevados estão em período de sucessão mais avançado do que aquelas que possuem menor DAP. Segundo Antonini & Nunes-Freitas (2004), os indivíduos com maiores valores de DAP seriam aqueles reprodutivamente maduros e com potencial de manter o estoque de sementes na área, sendo que os indivíduos jovens iriam manter a população, mesmo que houvesse elevada taxa de mortalidade dos mesmos até seu estabelecimento. De maneira geral, ecologistas utilizam o tamanho (diâmetro) para indicar a saúde da população, porém, não se pode concluir que a distribuição de tamanho por si só seja um bom indicador de tendências futuras da população, visto que distribuição de tamanho também é afetada por outras variáveis demográficas que variam enormemente entre as espécies (Condit *et al.*, 1998). É válido ressaltar também que, em florestas tropicais, a mortalidade de árvores não é influenciada diretamente pelo diâmetro das mesmas (Pessoa & Araujo, 2014).

A partir de um padrão de “J” invertido, tanto para as classes de altura quanto de diâmetro, pode-se inferir que uma determinada fisionomia florestal estudada se encontra em desenvolvimento em direção a uma etapa mais avançada (Lopes *et al.*, 2002), visto que existe uma “reserva” de indivíduos jovens que irão suceder aqueles que já se encontram em estádios de vida mais longevos. Este padrão foi observado no presente estudo apenas para as classes de diâmetro; e para as classes de altura não foi observado. Assim, poderia indicar que houve alguma interrupção no recrutamento e reprodução da espécie (Souza & Coimbra, 2005). Porém, a análise de plântulas mostra que os processos de reprodução, recrutamento e germinação das sementes estão ocorrendo. De acordo com Felfili (1993), a partir da análise de estruturas diamétricas e de alturas, algumas inferências podem ser feitas sobre a ecologia de cada espécie e da comunidade como um todo, sendo possível avaliar se as espécies estão continuamente se regenerando ou não, ou se há um estoque de

plântulas que no futuro irá manter a abundância que é vista atualmente para determinada espécie.

O valor de dominância absoluta e área basal média obtidos foram considerados baixos e indicam pouca cobertura do solo por esta espécie. A baixa dominância pode ser explicada pelos baixos valores de circunferência dos indivíduos. Rocha *et al.* (2015) também encontraram baixos valores para esta variável em *P. icicariba* presentes em uma formação arbustiva aberta inundável no ES. Esta espécie foi registrada por Kurtz *et al.* (2013) na Restinga de Jurubatiba - RJ, como a terceira em valor de importância e por Monteiro *et al.* (2014) na restinga arbustiva aberta inundável do Parque Estadual de Itaúnas - ES com 13º em valor de importância. Segundo Ferreira *et al.* (2010), a ocorrência de espécies que possuem elevados valores de importância, pode significar elevada área basal e/ou densidade de seus indivíduos.

O padrão de distribuição agregado para esta espécie também foi verificado no estudo de Ferreira *et al.* (2010). O tipo de distribuição agregado é característico de plantas que são dispersas por animais ou por autocoria (Antonini & Nunes-Freitas, 2004), estando relacionado com o número de sementes que são produzidas e com a duração do período de frutificação (Janzen, 1976).

A espécie *P. icicariba* possui frutos carnosos e com presença de arilo, adaptados para o consumo de animais, além de haver uma tendência de que sejam produzidos durante a estação mais úmida do ano (Figura 10 - A), caracterizando um modo de dispersão zoocórico (Gomes *et al.*, 2010). De fato, esta espécie é zoocórica (Garbin *et al.*, 2014) e este modo de dispersão pode ter influenciado o padrão de distribuição agregado, já que frutos e sementes são deixados por seus dispersores próximos à planta mãe. De acordo com Guevara & Laborde (1993), a existência de sementes sob as árvores pode estar relacionada com a observação de que a grande parte da defecação de sementes e regurgitação por aves frugívoras ocorre quando as aves estão empoleiradas ou imediatamente após a decolagem, em vez de ocorrer durante o voo. Além disso, as aves ao utilizarem frutos como recurso alimentar realizam a dispersão em locais onde elas permanecem, como ninhos e poleiros (Urbanetz *et al.*, 2003) e as sementes depositadas no solo por meio das fezes, faz com que após a germinação haja uma maior agregação entre os

indivíduos das quais as sementes são oriundas (Antonini, 2007). Segundo Machado (2013), em estudo na restinga de Jurubatiba - RJ, os frutos de *P. icicariba* são consumidos por cinco espécies diferentes de aves, sendo *Zonotrichia capensis* (conhecido como Tico-tico), que também ocorre no Espírito Santo (Simon, 2009), a espécie que mais consumiu os frutos da árvore. Ainda no estudo de Machado (2013), os frutos desta espécie foram os que apresentaram maior concentração de açúcares dentre as espécies estudadas, mostrando que *P. icicariba* atua como uma fonte direta de alimento para a avifauna. Na análise da distribuição de plântulas, notou-se que muitas estavam próximas entre si e também localizadas nas mesmas parcelas em que houve registro dos indivíduos adultos, corroborando uma distribuição agregada. Legendre & Fortin (1989) consideram que os seres vivos não se distribuem de forma aleatória nem uniforme na natureza, ou seja, eles se agrupam em manchas. Condições fitossociológicas e edáficas podem influenciar na formação de grupos devido às interações com outras plantas e com animais (Souza & Coimbra, 2005).

O padrão de distribuição espacial de uma espécie depende da interação da densidade de sementes dispersadas e da probabilidade de sobrevivência ao longo do tempo destas sementes (Augspurger, 1983). Quando estas duas funções concordam entre si, é possível prever uma distribuição agregada. De acordo com Braz & de Mattos (2010), *P. icicariba* lança suas sementes durante a estação úmida e sua porcentagem de germinação foi maior que 60%, e em tempo moderado, no estudo realizado na Restinga de Jurubatiba. Esta espécie apresenta um período de dispersão de aproximadamente quatro meses, sendo que quanto maior for o tempo de dispersão, maior a chance de as sementes encontrarem um ambiente com condições adequadas para germinação (Braz & de Mattos, 2010).

Na formação florestal inundável, o início da floração foi observado somente no início de novembro de 2016, após um ano de observações, e a frutificação não foi observada. Segundo Piña Rodrigues & Piratelli (1993), dentro de uma espécie há variação da época de florescimento de acordo com o local e as condições climáticas, sendo necessário que haja ajustes nas taxas de produção e dispersão de sementes para que aconteça o estabelecimento da planta (Marques & Oliveira, 2008). A sazonalidade na produção de frutos frequentemente é relacionada à sazonalidade do clima, visto que as flutuações na radiação, no regime hídrico e nutrientes afetam

diretamente esta etapa do ciclo de vida da planta (Marques & Oliveira, 2004). Algumas espécies apresentam mecanismos de escape para evitar que suas plântulas encontrem fatores determinantes de mortalidade, sendo o controle fenológico uma estratégia que pode afastar temporalmente a plântula de algum fator estressante (Lobo-Faria, 1998). Variações na frequência de recrutamento, com espécies gerando novos indivíduos e outras apenas esporadicamente é um cenário comum em florestas tropicais. A duração e o grau de sincronia das fenofases têm importantes consequências na quantidade e qualidade de recursos para polinizadores, dispersores e predadores, além de interferir no funcionamento, estrutura e regeneração da floresta (Pedroni *et al.*, 2002).

Em estudo realizado por Lobo-Faria (1998) com *P. heptaphyllum*, verificou-se que esta espécie frutifica na estação chuvosa, irregularmente (alterna anos com grande produção de sementes com anos de ausência ou baixa frutificação) e de maneira maciça, formando um banco de indivíduos jovens que sobrevivem por muitos anos e compensam declínios sofridos em anos anteriores. Ainda no estudo de Lobo-Faria (1998), constatou-se que as sementes de *P. heptaphyllum* não possuem condições de germinar em situações restritas de oxigênio, chamando a atenção o fato de que esta espécie dispersa suas sementes na época chuvosa e que suas populações se regeneram exclusivamente por meio de sementes. A maior chance de germinação pode estar associada à presença de micro-sítios mais favoráveis à ocorrência da germinação, onde não se tem grande saturação hídrica. No presente estudo, pode-se inferir que com *P. icicariba* ocorra um processo semelhante ao de *P. heptaphyllum*, em que a ausência de frutificação no período analisado aconteceu devido a alguma condição ambiental não estar favorável à dispersão e germinação de sementes, ou seja, houve um controle fenológico para evitar que as sementes não enfrentassem altas taxas de mortalidade. Pode ocorrer uma deficiência de recursos em função de eventos de frutificações anteriores, acontecendo então um padrão supra-anual de frutificação (Pedroni *et al.*, 2002). Por outro lado, a frequência irregular de frutificação é considerada uma estratégia de adaptação para reduzir a predação de sementes através da saciação dos predadores, em que a alternância da grande e baixa produção de sementes regularia a população de predadores (Janzen, 1975; Pedroni *et al.*, 2002; Begon *et al.* 2007). A sincronização da floração é mais frequente quando se tem um ambiente homogêneo ao longo tempo, sendo

que a ausência de sincronia é favorecida pela heterogeneidade espacial e temporal (Janzen, 1976). Esta área de estudo pode ser considerada como temporalmente heterogênea, visto que apresenta água no substrato de acordo com a sazonalidade das chuvas.

Além de fatores climáticos, processos endógenos da planta, como hormônios, também devem influenciar a periodicidade das fenofases de espécies na mata atlântica (Talora & Morellato, 2000). A evolução de sistemas internos e externos à planta que controlam a floração e a frutificação permite que haja uma regulação destas fenofases para que ocorram em épocas ótimas e garantam o sucesso reprodutivo da espécie (Taiz & Zeiger, 2013), e a sincronia destes eventos dentro de uma mesma espécie favorece também o intercruzamento.

Os picos de floração ocorridos na área arbustiva aberta não inundável seguiram padrões já relatados na literatura. De acordo com estudos fenológicos de *P. icicariba*, vê-se que esta espécie produz flores no período em que é esperado um aumento da pluviosidade. Segundo o estudo de Ferreira *et al.* (2010), esta espécie produz flores a partir de setembro, sendo que inflorescências ainda podem ser encontradas em janeiro, e o amadurecimento dos frutos acontece entre janeiro e fevereiro. Em trabalho realizado em dunas litorâneas da Bahia (Viana *et al.*, 2006), viu-se que a floração de *P. icicariba* foi intensa e ocorreu entre os meses de novembro a março. Em trabalho realizado nas formações arbustivas abertas de restinga no Rio de Janeiro (Machado, 2013), esta espécie apresentou a floração em novembro, seguindo até janeiro, e a frutificação aconteceu de dezembro a março, e de janeiro a fevereiro; e em Zamith & Scarano (2004), a frutificação se deu entre os meses de dezembro a março. A grande ocorrência de espécies em flor no período de setembro a novembro nos neotrópicos está relacionada principalmente com o comprimento do dia (Ter Steege & Persuad 1991; Morellato *et al.*, 2000), que coincide também com o aumento da umidade e chuvas, associado à transição da estação seca para a estação chuvosa (Morellato *et al.*, 1989). Segundo Lima *et al.* (2008), as primeiras chuvas e o aumento da temperatura no final da estação seca aceleram a decomposição de matéria orgânica, que disponibilizam mais nutrientes para as espécies que estão entrando no período de reprodução.

O começo da estação chuvosa relaciona-se ao pico de abundância de insetos, que representa uma abundante oferta de polinizadores para as plantas, podendo garantir o sucesso na formação de frutos, e o fornecimento de alimento rico em proteínas para as aves que se reproduzem na mesma época (Mikich & Silva, 2001). Como citado anteriormente, *P. icicariba* apresenta frutos drupoides, de casca avermelhada e arilo branco, com elevadas quantidades de carboidratos, e são consumidos principalmente por aves (Machado, 2013). As flores são zigomorfas e de coloração amarelada, que dentre outras cores, atrai principalmente as abelhas (Faegri & van der Pijl, 1979), o recurso floral oferecido é o néctar (Machado, 2013), tendo como síndrome de polinização a melitofilia, como constatado por Viana *et al.* (2006). De fato, foram observadas abelhas nas inflorescências (Figura 12), principalmente no início do mês de setembro do ano de 2016, coincidindo com a época de aumento de chuvas na região. A organização das flores em inflorescências aumenta a visibilidade para os visitantes florais além de concentrar os recursos (Rodarte *et al.*, 2008).



Figura 12: Visitantes florais observados em *P. icicariba* em restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. Fonte: Dal col, A. C. S.

Houve correlação significativa da floração para o fator ambiental comprimento do dia (insolação total), assim como nos trabalhos de Talora & Morellato (2000), Mori *et al.* (1982), Machado (2013) e Marchioretto *et al.* (2007). Segundo Mantovani & Martins (1988), a floração ocorrendo na época chuvosa coincide com temperaturas

mais altas e fotoperíodos mais longos. Estudos realizados no sul do Brasil mostram uma maior correlação dos eventos fenológicos com temperatura e comprimento do dia do que com a precipitação (Azambuja, 2009), visto que existe uma maior amplitude destas variáveis nas regiões subtropicais. Ou seja, as variáveis ambientais que terão maior influência na ocorrência de fenofases serão aquelas que mais apresentam variação ao longo do ano. A periodicidade fenológica será então uma resposta às variações de fotoperíodo, temperatura e precipitação características de cada região (Beghini, 2008). No presente trabalho não se observou uma correlação significativa dos dados de temperatura e comprimento dos dias.

A relação da fenologia das plantas tropicais com o comprimento do dia tende a aumentar à medida que há um afastamento da linha equatorial (Ter Steege & Persaud, 1991). As espécies vegetais possuem a capacidade de detectar mudanças sazonais na duração do dia e as respostas fotoperiódicas específicas são estreitamente influenciadas pela latitude da qual a planta é proveniente (Taiz & Zeiger, 2013). Segundo Fisch *et al.* (2000), em locais em que não se tem restrição hídrica durante o ano, a temperatura e o comprimento do dia serão mais importantes. Na restrição a precipitação não é considerada um fator determinante na ocorrência de fenofases se comparada a outros fatores climáticos, pois há predomínio de solos arenosos, que permitem que a água de chuva atravesse facilmente suas camadas e não seja retida (Machado, 2013).

Diversas respostas das plantas, além do florescimento, são controladas pela duração do dia, como a formação de órgãos de reserva, a reprodução assexuada e indução de dormência (Taiz & Zeiger, 2013). São muitas as espécies que florescem durante os longos dias do verão, e acreditava-se que esta correlação do florescimento com a duração dos dias acontecia por conta do acúmulo de carboidratos provenientes da fotossíntese que ocorria, porém, Garner & Allard (1920) demonstraram que era a duração do dia o fator determinante do florescimento. A partir disto as plantas, de acordo com as espécies, puderam ser enquadradas em categorias: as plantas de dias curtos, que florescem apenas em dias curtos (ou tem o florescimento acelerado nestes dias), e as plantas de dias longos, que florescem somente em dias longos, ou mais rapidamente nos dias longos (Corbesier & Coupland, 2005). Segundo Taiz & Zeiger (2013), as plantas de

dias longos podem efetivamente medir o aumento na duração dos dias de primavera ou início de verão e então retardar a produção de suas flores até que a duração crítica dos dias (quando a duração do dia excede determinado valor em cada ciclo de 24 horas) seja atingida. A espécie *P. icicariba* pode ser caracterizada como uma planta de dia longo, visto que inicia a sua floração antes ou um pouco após o equinócio de primavera, em setembro.

A frutificação de espécies arbóreas responde também a estímulos ambientais, além dos fatores bióticos como polinizadores e dispersores. De acordo com Antunes & Ribeiro (1999), espécies zoocóricas produzem frutos na estação mais úmida, visto que nesta época os frutos teriam maior duração e seriam mais atrativos aos seus dispersores. Além disso, a dispersão ocorre quando as condições ambientais são mais propícias à dispersão, germinação e estabelecimento das plântulas (Janzen, 1975). No estudo de Marchioretto *et al.* (2007) em restinga no sul do Brasil, houve correlação entre frutificação e aumento de temperatura e comprimento do dia. A correlação positiva também foi vista no trabalho de Marques & Oliveira (2004), sendo provável que os fatores determinantes da época de frutificação estejam relacionados com a etapa posterior de germinação das sementes.

Observou-se grande ocorrência de aborto de flores (Figura 13) e de alguns frutos ao longo do período de análise. Este fenômeno é considerado comum, já que muitas espécies comumente produzem frutos maduros somente a partir de uma pequena porção de suas flores (Stephenson, 1981; Bawa & Webb, 1984). A produção e manutenção de flores é altamente custosa para as plantas, e é de se esperar que um excesso de flores traga limitações para a planta ou reflita vantagem adaptativa (Freitas *et al.*, 2010).



Figura 13: Flores abortadas de *P. icicariba*, em restinga arbustiva aberta não inundável no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. Fonte: Dal col, A. C. S.

Segundo Stephenson (1981), a ocorrência de aborto de flores e frutos jovens permite que as plantas combinem a quantidade de frutos e sementes de acordo com os recursos disponíveis no ambiente. Alguns autores sugerem que a principal causa dos abortos em flores seja o insucesso da polinização (Bawa & Webb, 1984), mas, não se deve pensar que apenas as flores não polinizadas serão abortadas ou que a polinização estabeleça de fato o início da formação de frutos. O aborto contínuo de frutos imaturos indica que não necessariamente apenas a polinização esteja envolvida, mas também a existência de outros fatores (Bawa & Webb, 1984). São várias as causas que limitam a produção de frutos e sementes, como o número de flores polinizadas, condições do tempo, predação e habilidade da planta-mãe em oferecer os recursos necessários ao desenvolvimento (Stephenson, 1981).

O primeiro fator considerado com influente no aborto de flores é o insucesso da polinização devido à limitação pelo polinizador (Bawa & Webb, 1984). As hipóteses traçam uma baixa produção de frutos e sementes por conta de uma eventual escassez de polinizadores ou por causa da transferência inadequada de pólen. A qualidade e quantidade de pólen que chega ao estigma influencia na elevada produção de flores de acordo com Bawa & Webb (1984), e seria uma forma

de garantir a posterior produção de frutos, visto que a dinâmica da polinização, a insuficiência de transferência de pólen e a redução de polinizadores podem atrapalhar esta etapa do desenvolvimento da planta.

A limitação de recursos é considerada o fator preponderante no aborto de frutos. De acordo com Lloyd (1980), a regulação do número de flores e frutos é feita de acordo com o investimento da planta-mãe ao ajustar a quantidade de recursos disponíveis. As variações na quantidade e tamanho de frutos entre indivíduos de uma espécie ou entre ciclos reprodutivos podem ser causadas por uma heterogeneidade temporal e espacial de recursos no ambiente (Janzen, 1978). A competição por recursos que ocorre dentro da própria planta, como em ovários de uma mesma inflorescência, também pode ser responsável pelo aborto de flores (Bawa & Webb, 1984). Essas parecem ser as mais frequentes e intuitivas explicações (Freitas *et al.*, 2010).

Por fim, o aborto de flores pode ainda ser atribuído a conflitos inerentes ao sucesso reprodutivo das flores masculinas e femininas. Por exemplo, a aptidão masculina é regulada pela exportação de grãos de pólen (Kudo & Harder 2005). Já a aptidão feminina, que é expressa pela fecundação dos óvulos, requer um menor número de visitas de polinizadores para atingir seu máximo; dessa forma, as plantas produziriam uma quantidade maior de flores do que apenas o necessário para gerar frutos, para compensar a função masculina (Freitas *et al.*, 2010). Segundo Opler & Bawa (1978), a quantidade de grãos de pólen produzido em árvores tropicais é bem maior que o número de óvulos disponíveis. Assim, a desproporção aumenta as chances de polinização mesmo que haja perda de material polínico (Covre & Guerra, 2016).

7. CONCLUSÕES

Observa-se que a população estudada possui baixa frequência e densidade na floresta inundável da restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, podendo ser este fato relacionado a processos de interação com outras espécies e fatores ambientais. Além disso, foi observado o padrão “J” invertido, que indica um desenvolvimento da população em direção a uma etapa mais avançada, apenas para as classes de diâmetro; e não para as classes de altura. Porém, o levantamento de plântulas de *P. icariba* mostrou que os processos de germinação e estabelecimento estão ocorrendo na área analisada. Pode-se inferir que a ausência de indivíduos adultos na primeira classe de altura possa ter ocorrido devido ao critério de 15,7 cm de circunferência do tronco para inclusão na amostragem: os indivíduos com até três metros de altura podem ser aqueles com menos de 15,7 cm de circunferência. Os valores de dominância e área basal indicaram pouca cobertura do solo por esta espécie na área de estudo, entretanto, esta espécie é relatada em outros trabalhos como tendo consideráveis valores de importância, sendo que o gênero *Protium* possui papel ecológico importante na descrição e composição das comunidades vegetais das restingas do Brasil. A baixa dominância pode ser explicada pelos pequenos valores de circunferência (DAP) dos indivíduos.

O padrão de distribuição encontrado foi o agregado, indicando um modelo característico de plantas que são dispersas por animais. Esta espécie é zoocórica e pode servir como fonte de alimentação direta para a avifauna. Por meio da análise da distribuição das plântulas, notou-se que elas estavam localizadas muito próximas dos indivíduos adultos, corroborando uma distribuição agregada. Além disso, a regeneração se dá por meio de sementes, visto que ao remover o sedimento em torno da plântula não se via conexão com outra planta, que poderia indicar uma reprodução vegetativa. Apesar da predação observada nas plântulas, percebe-se que isto não impede que elas desenvolvam.

Com relação à fenologia, a ausência de floração e frutificação observada no ambiente de restinga florestal inundável pode ter ocorrido devido a um ajuste fenológico resultante de condição ambiental desfavorável à posterior germinação das sementes ou estabelecimento das plântulas. Comportamento semelhante a este já foi relatado para outra espécie do mesmo gênero em estudo. A floração dos

indivíduos da restinga arbustiva aberta não inundável ocorreu como já relatado na literatura, com floração e frutificação ocorrendo nas épocas mais úmidas do ano. Nesta época do ano, que coincide com os períodos de maiores comprimentos dos dias, é quando se tem condições ambientais mais favoráveis tanto para a polinização (aumento da atividade de polinizadores e maior indução da floração) quanto para a dispersão (germinação e estabelecimento de plântulas). A correlação das fenofases se apresentou positiva e significativa apenas para o comprimento do dia, sendo que já é esperado que quanto mais distante da linha do equador, maior a influência desta variável ambiental na fenologia. Em ambientes como a restinga, não se espera que a pluviosidade tenha tanta influência, visto que é uma condição que acaba não interferindo muito na fenologia por conta do constante escoamento que a água sofre no sedimento arenoso da restinga.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.S. & CORTINES, E. 2008. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. **Floresta e Ambiente**, 15: 18-23.

ANTONINI, R. D. 2007. **Frugivoria e dispersão de sementes por aves em duas espécies de *Miconia* (Melastomataceae) em uma área de Mata Atlântica na Ilha de Marambaia, RJ**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 78p.

ANTONINI, R. D. & NUNES-FREITAS, A. F. 2004. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Miconia prasina* D.C. (Melastomataceae) em duas áreas de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ, Sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 18(3): 671-676.

ANTUNES, N. B. & RIBEIRO, J. F. 1999. Aspectos Fenológicos de Seis Espécies Vegetais em Matas de Galeria do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34(9): 1517-1527.

ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A.; PIMENTEL, M.C.P. 2004a. Flora e estrutura de comunidades no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para formação aberta de *Clusia*. p. 59-76. In: C.F.D. Rocha; F.A. Esteves & F.R. Scarano (eds.). **Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história e conservação**. Rima Editora, São Carlos.

ARAUJO, D.S.D.; SCARANO, F.R.; SA, C.F.C.; KURTZ, B.C.; ZALUAR, H.L.T.; MONTEZUMA, R.C.M. & OLIVEIRA, R.C. 1998. Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. p. 39-62. In: F. A. Esteves (ed.). **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro, NUPEM-UFRJ.

ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BARROS, P. L. C.; BRENA, D. A. 2004b. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Florestalis**, 66: 128-141.

- AUGSPURGER, C.K. 1983. Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. **Oikos**, 40(2): 189-196.
- AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; GASPARIN, E.; LONGHI, S. J. 2013. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Cerne**, Lavras, 19(4): 621-628.
- AZAMBUJA, A. C. 2009. **Demografia e fenologia reprodutiva de *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Arecaceae) em Arambaré, Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 47 p.
- BARREIRA, S.; SCOLFORO, J. R. S.; BOTELHO, S. A.; Mello, J. M. 2002. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, 61: 64-78.
- BAWA, K. S. & WEBB, C. J. 1984. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. **American Journal of Botany**, 71(5): 736-751.
- BEGNINI, R. M. 2008. **O Jerivá - *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae) - fenologia e interações com a fauna no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Santa Catarina. 103 p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 752p.
- BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, P. C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, 25(3): 269-275.
- BRAZ, M. I. G. & DE MATTOS, E. A. 2010. Seed dispersal phenology and germination characteristics of a drought-prone vegetation in southeastern Brazil. **Biotropica**, 42(3): 327-335.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2nd ed. W.C. Brown Publishers, Iowa.

CASTRO, D. N.; SOUZA, M.; MENEZES, L.F.T. 2007. Estrutura da formação arbustiva aberta não inundável na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, 5(2): 75-77.

CRAWLEY, M.J. 1986. **Plant Ecology**. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

CEPEMAR. 2007. **Plano de manejo do Parque Estadual Paulo César Vinha**. Relatório Técnico COM RT.

CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. 2008. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta Botanica Brasilica**, 22(3): 828-833.

CHAMI, L. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; KIELSE, P.; LÚCIO, A. D. 2011. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, 41(2): 251-259.

CONDIT, R.; SUKUMAR, R.; HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. 1998. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. **The American Naturalist**, 152: 495-509.

CORBESIER, L. & COUPLAND, G. 2005. Photoperiodic flowering of *Arabidopsis*: Integrating genetic and physiological approaches to characterization of the floral stimulus. **Plant Cell Environment**, 28: 54–66.

CORREIA, C. M. B.; DIAS, A. T. C.; SCARANO, F. R. 2010. Plant-plant associations and population structure of four woody plant species in a patchy coastal vegetation of Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, 33(4): 607-613.

COVRE, C. & GUERRA, T. M. 2016. Espécies Melitófilas da restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha, Espírito Santo. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.) 38(2):73-90.

DALY, D. C. 2009. Burseraceae. p. 116-117. In: Giulietti, A. M.; Rapini, A.; Andrade, M. J. G.; Queiroz, L. P. DE; Silva, J. M. C. D. (eds.). **Plantas raras do Brasil**. Belo Horizonte: Conservação Internacional, Universidade Estadual de Feira de Santana.

DALY, D.C. 2016. *Burseraceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6595>>. Acesso em: 26 de outubro de 2016.

DIAS, A.T.C. & SCARANO, F.R. 2007. *Clusia* as nurse plant. p.55-72. In: ***Clusia – a woody neotropical genus with remarkable plasticity and diversity*** (U. Lüttge, ed.). Springer, Heidelberg.

ELITH, J. & LEATHWICK, J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across time and space. ***Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics***, 40: 677-697.

FALKENBERG, D.B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. ***Insula***, 28:1-30.

FELFILI, J.M. 1993. Structure and dynamics of a gallery forest in Central Brazil. Tese de Doutorado. Oxford University, Oxford.

FERREIRA, L. C.; THOMAZI, R. D.; OLIVEIRA, D. A. C.; SILVA, A. G. 2010. Estrutura populacional e padrão espacial de *Protium icicariba* (DC.) Marchand na Área de Proteção Ambiental de Setiba, Espírito Santo, sudeste do Brasil. ***Natureza on line***, 8(1): 39-45.

FERREIRA, P. F. & SILVA, A. G. 2014. A vegetação arbustiva aberta em regeneração espontânea dentro de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, numa restinga após impacto de extração de areia. ***Natureza on line***, 12(2): 51-60.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA JR, L. R.; MANTOVANI, W. 2000. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba - SP). ***Revista de Biociências de Taubaté***, 6(2): 31-37.

FOURNIER, L. A. 1974. Un método cuantitativo para La medición de características fenológicas en árboles. ***Turrialba***, 24: 422-423.

FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia e las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, 25(1): 45-48.

Fundação SOS Mata Atlântica & INPE. 2016. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2014-2015**; relatório técnico. São Paulo. 70 p.

FREITAS, L.; WOLOWSKI, M. & SIGILIANO, M.I. 2010. Ocorrência de limitação polínica em plantas de Mata Atlântica. **Oecologia Australis**, 14: 251-265.

GARBIN, M. L., SÁNCHEZ-TAPIA, A., CARRIJO, T. T., SANSEVERO, J. B. B., SCARANO, F. R. 2014. Functional traits behind the association between climbers and subordinate woody species. **Journal of Vegetation Science**, 25: 715-723.

GARNER W.W. & ALLARD H.A. 1920. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal of Agricultural Research**, 18: 553 - 606.

GOMES, B.Z.; MARTINS, F.R. & TAMASHIRO, J.Y. 2004. Estrutura do cerradão e da transição entre cerradão e floresta paludícola num fragmento da International Paper do Brasil Ltda. em Brotas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, 27(2): 249-262.

GOMES, V.S.D.M., BUCKERIDGE, M.S., SILVA, C.O., SCARANO, F.R., ARAUJO, D.S.D. & ALVES, M.A.S. 2010. Availability peak of caloric fruits coincides with energy-demanding seasons for resident and non-breeding birds in restinga, an ecosystem related to the Atlantic forest, Brazil. **Flora**, 205: 647-655.

GUEVARA, S. & LABORDE, J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetatio**, 107: 319-338.

INCAPER. 2011. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER – 2011- 2013, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Guarapari. Planejamento e programação de ações – 2011. Disponível em: http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Centro_cerrano/Guarapari.pdf. Acesso em 18 de março de 2016.

INCAPER. 2013. **Caracterização Climática dos Municípios**. Disponível em: http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/caracterizacao/guarapari_carac.php.

Acesso em 18 de março de 2016.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. 1997. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, 20(2):139-153.

JANZEN, D.H. 1975. **Ecology of plants in the tropics**. London: Edward Arnold. 66p.

JANZEN, D.H. 1976. Why bamboos take so long to flower. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 7: 347-391.

JANZEN, D.H. 1978. Seedling patterns of tropical trees. p. 83-128. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMAM, M.H. **Tropical trees as living systems**. Cambridge, Cambridge University Press.

KHALID, S. A. 1983. Chemistry of Burseraceae. In: Waterman PG, Grundon MF (ed). **Chemistry and chemical taxonomy of Rutales**. New York: Academic Press, pp. 281-299.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica. 479 p.

KOZLOWSKI, T.T. 1984. Responses of wood plants to flooding. In: **Flooding and plant growth** (T.T. Kozlowski, Coord.). Academic Press, London, p.129-163.

KUDO, G. & HARDER, L.D. 2005. Floral and inflorescence effects on variation in pollen removal and seed production among six legume species. **Functional Ecology**, 19(2): 245-254.

KURTZ, B. C.; GOMES, J. C.; SCARANO, F. R. 2013. Structure and phytogeographic relationships of swamp forests of Southeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 27(4): 647-660.

LEGENDRE, P. & FORTIN, M.J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**, 80: 107-138.

LIMA, A.L.A.; RODAL, M.J.N. & LINS E SILVA, A.C.B. 2008. Phenology of tree species in a fragment Atlantic forest in Pernambuco - Brazil. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, 2: 68-75.

LIST, R.J. (Ed.). 1971. Smithsonian meteorological tables. 6 ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 527p.

LLOYD, D. G. Sexual strategies in plants. 1. An hypothesis of serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. **New Phytol.**, 86: 69-79.

LOBO, P.C. & JOLY, C.A. 2000. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. p. 143-167. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitaó Filho (eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, Universidade de São Paulo.

LOBO-FARIA, P. C. 1998. **Estratégias adaptativas de espécies arbóreas típicas de ambiente com solo hidricamente saturado: uma abordagem morfológica, bioquímica e ecofisiológica**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 146 p.il.

LOPES, W. P.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. 2002. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 16(4): 443-456.

MACHADO, N. C. 2013. **Aspectos fenológicos de espécies arbóreas e arbustivas em formações vegetacionais abertas no parque nacional da restinga de Jurubatiba, Carapebus, Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais e conservação). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 83 p.

MAGNAGO, L. F. S. 2009. **Gradiente vegetacional e pedológico em floresta de restinga no Espírito Santo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 122 p.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji-Guaçú, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, 11: 101-112.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, R.A.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R.O. 2003. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. **Revista Árvore**, 27(4): 451-458.

MARCHIORETTO, M. S.; MAUHS, J. & BUDKE, J. C. 2007. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 21(1): 193-201.

MARQUES, M. C. M. & JOLY, C. A. 2000. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista brasileira de Botânica**, 23(1): 107-112.

MARQUES, M. C. M. & OLIVEIRA, P.E. A. M. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 27: 713-723.

MARQUES, M. C. M. & OLIVEIRA, P.E. A. M. 2005. Características reprodutivas das espécies vegetais da planície costeira. p: 169-188. In: Marques, M.C.M.; Britez, R.M. (Orgs), **História Natural e Conservação da Ilha do Mel**. Editora da UFPR, Curitiba.

MARQUES, M C. M. & OLIVEIRA, P. E. A. M. 2008. Seasonal rhythms of seed rain and seedling emergence in two tropical rainforests in Southern Brazil. **Plant Biology**, 10:596-623.

MARQUES, M.C.M.; SILVA, S.M. & SALINO, A. 2003. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 17: 495-506.

MARTINS, F.R. 1993. **Estrutura de uma floresta mesófila**. 2ª ed., UNICAMP.

MATALLANA, G., WENDT, T., ARAUJO, D.S.D. & SCARANO, F.R. 2005. High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. **American Journal of Botany**, 92:1513-1519.

MENEZES, L. F. T.; ARAUJO, D. S. D.; NETTESHEIM, F. C. 2010. Estrutura comunitária e amplitude ecológica do componente lenhoso de uma floresta de restinga mal drenada no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 24(3): 825-839.

MIKICH, S. B & SILVA, S. M. 2001. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, 15(1): 89-113.

MONTEIRO, M. M.; GIARETTA, A.; PEREIRA, O. J.; MENEZES, L. F. T. 2014. Composição e estrutura de uma restinga arbustiva aberta no norte do Espírito Santo e relações florísticas com formações similares no sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, 65(1): 061-072.

MONTEZUMA, R.C.M. & ARAUJO, D.S.D. 2007. Estrutura da vegetação de uma restinga arbustiva inundável no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisa, 58:157-176.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In: LEITÃO FILHO, H.F. E MORELLATO, L.P.C. (Orgs.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana**: Reserva de Santa Genebra. Campinas: UNICAMP, 1995. p.187-192.

MORELLATO, L.P.C., RODRIGUES, R.R., LEITÃO FILHO, H.F. & JOLY, C.A. 1989. Estudo comparativo de species arbóreas de Floresta de Altitude e Floresta Mesófila Semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, 12: 85-98.

MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI, A., BENCKE, C.C., ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. **Biotropica**, 32: 811-823.

MORELLATO-FONZAR, L. P. C. 1987. **Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiaí, SP**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 232 p.

MORI, S.A.; LISBOA, G. & KALLUNKI, J.A. 1982. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. **Revista Theobroma**, 12: 217-230.

MUELLER-DOMBOIS D. & ELLENBERG H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons.

NOGUEIRA, E.M.L. & ARRUDA, V.L.V. 2006. Fenologia reprodutiva, polinização e sistema reprodutivo de *Sophora tomentosa* L. (Leguminosae - Papilionoideae) em restinga da praia da Joaquina, Florianópolis, sul do Brasil. **Biotemas**. 19(2):29-36.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A.; EISENLOHR, P.V. & NEVES, D.R.M. 2013. Delving into the variations in tree species composition and richness across South American subtropical Atlantic and Pampean forests. **Journal of Plant Ecology**, 1-23.

OPLER, P.A. & BAWA, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, 32: 812-821.

PAGANO, S.N. & DURIGAN, G. 2000. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. p. 109-123. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho (eds.). **Matas ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, O.J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba, Guarapari, E.S. p. 207-219 In: **Anais do II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: estrutura, função e manejo**. Aguas de Lindoia, 1990. São Paulo, ACIESP. v.3.

PEREIRA, O.J. 2003. Restinga: origem, estrutura e diversidade. p.177-179. In: Jardim, M.A.G.; Bastos, N.N.C. & Santos, J.U.M. (Eds.) **Desafios da Botânica Brasileira no Novo Milênio: Inventário, Sistematização e Conservação da Diversidade Vegetal**. Belém: MPEG, UFRA; Embrapa, Brasil/:Museu Paraense Emílio Goeldi.

PEREIRA, O.J. & GOMES, J.M.L. 1994. Levantamento florístico das comunidades vegetais de restinga no município de Conceição da Barra, ES. p. 67-78. In: **Anais do**

III Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Brasileira. Serra Negra, 1993. Sao Paulo, ACIESP. v. 3.

PESSOA, S. V. A. & ARAUJO, D. S. D. 2014. Tree community dynamics in a submontane forest in southeastern Brazil: growth, recruitment, mortality and changes in species composition over a seven-year period. **Acta Botanica Brasilica**, 28(2): 190-197.

PIMENTEL, M.C.P., BARROS, M.J., CIRNE, P., MATTOS, E.A., OLIVEIRA, R.C., PEREIRA, M.C.A., SCARANO, F.R., ZALUAR, H.L.T. & ARAUJO, D.S.D. 2007. Spatial variation in the structure and floristic composition of “restinga” vegetation in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, 30:543-551.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PIRATELLI, A.J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.47-81.

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M. & PEDRONI, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT. **Acta Botanica Brasílica**, 23: 1096-1109.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 25(2): 183-194.

POOLE, R.W. 1974. **An Introduction to Quantitative Ecology**. McGraw-Hill, Inc., New York.

ROCHA, R.T.; BRUNO, A.S.; SILVA, A.G. 2015. O ponto quadrante na descrição da vegetação entre as moitas de uma formação arbustiva aberta inundável numa restinga do Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Natureza on line**, 13(2): 56-62.

RODARTE, A. T. A.; SILVA, F. O. D. & VIANA, B. F. 2008. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 22(2): 301-312.

RÜDIGERA, A. L.; SIANI, A. C.; VEIGA JR. V. F. 2007. The chemistry and pharmacology of the South America genus *Protium* Burm. f. (Burseraceae). **Pharmacognosy Reviews**, 1: 93-104.

SARMENTO, B. M.; CORRÊA, B. S.; LOURES, L.; DE MOURA, A. S. 2013. Avaliação do desenvolvimento de mudas nativas em uma área paludosa, no município de Inconfidentes, MG. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, 5(2), caderno I: 63-82.

SCARANO, F.R. 1998. A comparison of dispersal, germination and establishment of woody plant subject to distinct flooding regimes in Brazilian flood-plane forests estuarine vegetation. **Oecologia Brasiliensis**, 4:177-194.

SCARANO, F.R. & CRAWFORD, R.M.M. 1992. Ontogeny and the concept of anoxia-tolerance: the case of the Amazonian leguminous tree *Parkia pendula*. **Journal of Tropical Ecology**, 8: 349-352.

SCHORN, L. A. & GALVAO, F. 2006. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. **Floresta**, 36(1): 59-74.

SEGURADO, P. & ARAÚJO, M. B. 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. **Journal of Biogeography**, 31: 1555-1568.

SIANI, A. C.; GARRIDO, I. S.; MONTEIRO, S. S.; CARVALHO, E. S.; RAMOS, M. F. S. 2004. *Protium icicariba* as a source of volatile essences. **Biochemical Systematics and Ecology**, 32: 477- 489.

SILVA, A.C.; BERG, E. V. D.; HIGUCHI, P. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. 2007a. Composição florística de florestas inundáveis das regiões sudeste e sul do Brasil. **Revista brasileira de Botânica**, 30(2): 257-269.

SILVA, K. E.; MARTINS, V. S.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. p. 216-244. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/885268>>. Acesso em: 15 dezembro de 2016.

- SILVA, W.C., L.C. MARANGON, R.L.C. FERREIRA, A.L.P. FELICIANO & R.F. COSTA-JR. 2007b. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no Município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, 17: 321-331.
- SIMON, J. E. 2009. **A Lista das Aves do Estado do Espírito Santo**. XVII Congresso Brasileiro de Ornitologia. Aracruz. p. 55-88.
- SOLBRIG, O.T. 1981. Studies on the population biology of the genus *Viola*. II. The effect of plant size on fitness in *Viola sororia*. **Evolution**, 35:1080-1093.
- SOUZA, J.P. & COIMBRA, F.G. 2005. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Qualea parviflora* Mart. em um Cerrado sensu stricto. **Bioscience Journal**, 21: 65-70.
- STEPHENSON, A. G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 12:253-279.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2013. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p.
- TALORA, D.C. & MORELLATO, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 23: 13-26.
- TER STEEGE, H. & PERSAUD, C. A. 1991. The phenology of Guyanese timber species: a compilation of a century of observations. **Vegetatio**, 95: 177-198.
- THOMAZI, R. D. & SILVA, A. G. 2014. Florística, diversidade e estrutura horizontal e vertical de uma área de vegetação arbustiva aberta numa planície arenosa costeira do Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Natureza on line**, 12(1): 10-18.
- TOLEDO, M.; PEÑA-CLAROS, M.; F BONGERS; ALARCÓN, A.; BALCÁZAR, J.; CHUBIÑA, J.; LEAÑO, C.; LICONA, J.C.; POORTER, L. 2012. Distribution patterns of tropical woody species in response to climatic and edaphic gradients. **Journal of Ecology**, 100: 253–263.
- URBANETZ, C.; OLIVEIRA, V. M.; RAIMUNDO, R. L. G. 2003. **Padrão espacial, escala e síndromes de dispersão**. Disponível em:

<http://www2.ib.unicamp.br/profs/fsantos/relatorios/ne211r3a2003.pdf>. Acesso em: 07 de dezembro de 2016.

VIANA, B. F.; SILVA, F. O.; KLEINERT, A. M. P. 2006. A flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica**, 29(1): 13-25.

ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. 2004. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 18: 161-176.

ZAR, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4^a ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.