Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes

Dara Gomes dos Santos

Espécies dioicas nativas de restinga: análise da estrutura anatômica do lenho e do comportamento fenológico

Rio de Janeiro
2017

Dara Gomes dos Santos

Espécies dioicas nativas de restinga: análise da estrutura anatômica do lenho e do comportamento fenológico

Dissertação apresentada, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Conservação e Utilização da Biodiversidade.

Orientadora: Prof.ª Dra. Cátia Henriques Callado

Rio de Janeiro

2017

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

S237 Santos, Dara Gomes dos.
Espécies dioicas nativas de restinga: análise da estrutura anatômica do lenho e do comportamento fenológico / Dara Gomes dos Santos. - 2017.
80f. : il.

Orientadora: Cátia Henriques Callado.
Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Inclui bibliografia.

1. Madeira - Anatomia - Teses. 2. Anatomia Vegetal - Teses. 3. Plantas lenhosas - Teses. 4. Restinga - Rio de Janeiro(RJ) - Teses. I. Callado, Cátia Henriques. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes. III.Título

CDU 581.4(815.3)

Rosalina Barros ***CRB-7 / 4204*** - Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

_____ _____

Assinatura Data

Dara Gomes dos Santos

Espécies dioicas nativas de restinga: análise da estrutura anatômica do lenho e do comportamento fenológico

Dissertação apresentada, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Conservação e Utilização da Biodiversidade.

Aprovada em 14 de julho de 2017

Orientadora:

Prof.ª Dra. Cátia Henriques Callado

Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes - UERJ

Banca examinadora:

_____

Prof.ª Dra. Thaís Jorge de Vasconcellos

Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes - UERJ

_____

Prof.ª Dra. Helena Regina Pinto Lima

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

_____

Prof.ª Dra. Claudia Franca Barros

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2017

DEDICATÓRIA

À minha família e amigos,
companheiros e incentivadores em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração à todos que me auxiliaram de alguma forma para que este trabalho fosse realizado e finalizado:

Primeiramente à minha querida mãe Inês que é meu exemplo e por todo pelo amor, carinho, confiança, apoio e incentivo que ela me proporcionou em todos os sentidos da minha vida que me possibilitou chegar até aqui;

À minha orientadora Cátia Henriques Callado pelo incentivo, carinho, confiança, cobranças necessárias, conhecimento, apoio e por estar presente sempre que necessário;

À toda a equipe do Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pelo auxílio quando necessário, pela união, pelo apoio e pelas risadas e festinhas alegres de sempre;

À Kelly Cristina Moreira dos Santos pelo apoio e incentivo de sempre desde os anos de graduação;

À Thaís Jorge de Vasconcellos por toda ajuda e disponibilidade quando necessária com os difíceis testes estatísticos;

Ao Marcelo Fraga Castilhori e ao João Victor de Souza Castelar pela ajuda nas coletas e campos iniciais;

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo para a finalização desse trabalho;

À UERJ por ter sido a minha segunda casa por seis anos onde cresci, amadureci e tive experiências que não teria em nenhum outro lugar. Vê-la abandonada e maltratada assim é triste demais;

Aos meus amigos Deborah, Marta, Rafael, Priscila, Bianca e Anderson que a Biologia me proporcionou;

Aos meus amigos da vida Juliana, Núria, Cléo e Camila;

À dança, em especial ao zouk, por me proporcionar alegrias, sensações e emoções indescritíveis, amigos, vivências, experiências, crescimento;

Á vida que é essa caixinha de surpresas boas e ruins e que nos ensina a cada experiência;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

RESUMO

SANTOS, D. G. *Espécies dioicas nativas de Restinga: análise da estrutura anatômica do lenho e do comportamento fenológico*. 80f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes, 2017.

Estudos relacionados a comparações anatômicas e fenológicas entre indivíduos produtores de flores pistiladas e estaminadas (espécies dióicas) ainda são raros na literatura, sendo, portanto, uma área de grandes indagações e possíveis descobertas. Com isso, a estrutura anatômica do lenho de *Clusia fluminensi*s Planch. & Triana e de *Schinus terebinthifolia* Raddi, duas espécies lenhosas dioicas e nativas de Restinga, foi descrita e comparada entre os dois grupos de indivíduos e entre as duas espécies. Além disso, o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo de *S. terebinthifolia* foi monitorado e analisado mensalmente por 21 meses. Para a caracterização anatômica da madeira foram obtidas amostras de nove indivíduos pistilados e nove estaminados de cada uma das espécies que foram processadas segundo as técnicas usuais para estudos de anatomia. Para o acompanhamento fenológico, foram selecionados e monitorados 36 indivíduos de *S. terebinthifolia*, sendo 20 pistilados e 16 estaminados. A estrutura anatômica do lenho das duas espécies não apresentou diferenças qualitativas entre os tipos de esporófitos, permitindo para ambas uma única descrição qualitativa e ratificando a homogeneidade do grupo de caracteres investigados em nível intraesporofítico. No entanto, dos 23 caracteres anatômicos quantitativos confrontados estatisticamente, seis apresentaram diferenças significativas entre os dois grupos de esporófitos em *C. fluminensis* e três caracteres apresentaram diferenças significativas em *S. terebinthifolia.* A análise comparativa interesporofítica realizada evidenciou os aspectos taxonômicos entre as duas espécies estudadas e revelou um padrão de variação para sete dos parâmetros anatômicos avaliados em que os indivíduos estaminados apresentam valores superiores aos pistilados. *S. terebinthifolia* foi classificada como espécie perenifólia com ritmo de fenofases semelhante entre esporófitos pistilados e estaminados. A fenologia reprodutiva foi sincrônica para os dois grupos de esporófitos e apresentou pico de intensidade de floração no mês de março e de frutificação em abril no sítio investigado.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Dioicia. Anatomia comparada. Fenologia.

ABSTRACT

SANTOS, D. G. *Restinga native dioecious species: anatomical structure analysis of the wood and phenological behavior*. 80 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcantara Gomes, 2017.

Studies related to anatomical and phenological comparisons among individuals producing pistillate and staminate flowers (dioecious species) are still rare in the literature and are, therefore, an area of great questions and possible discoveries. The anatomical structure of the wood of *Clusia fluminensis* Planch. Triana and *Schinus terebinthifolia* Raddi, two dioecious and native species of Restinga, were described and compared between the two groups of individuals and between the two species. In addition, the vegetative and reproductive phenological behavior of *S. terebinthifolia* was monitored and analyzed monthly for 21 months. For the wood anatomical characterization samples were obtained from nine pistillate and nine staminate individuals from each species that were processed according to the usual techniques for anatomy studies. For the phenological monitoring, 36 individuals of *S. terebinthifolia* were selected and monitored, of which 20 were pistilated and 16 were staminate. The wood anatomical structure of the two species didn't present qualitative differences between the sporophyte types, allowing both a single qualitative description and ratifying the group homogeneity of characters investigated at intrasporophytic level. However, of the 23 quantitative anatomical characters statistically confronted, six presented significant differences between groups of sporophytes in *C. fluminensis* and three characters showed significant differences in *S. terebinthifolia*. The intersporophytic comparative analysis evidenced taxonomic aspects between the species studied and revealed a variation pattern for seven of the anatomical parameters evaluated in which the staminate individuals presented higher values than the pistillate. *S. terebinthifolia* was classified as a perennial specie with a similar phenophase rhythm between pistillate and staminate sporophytes. The reproductive phenology was synchronous for the two groups of sporophytes and showed a peak of flowering intensity in the month of March and fruiting in April in the site investigated.

Keywords: Atlantic Forest. Dioecy. Comparative anatomy. Phenology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de *Clusia fluminensis* no Brasil 16

Figura 2 - Distribuição de *Schinus terebinthifolia* no Brasil 18

Figura 3 - Delimitação da Área de Proteção Ambiental de Maricá 24

Figura 4 - Delimitação do Parque Estadual da Ilha Grande 25

Figura 5 - Aspecto geral de indivíduos de *Clusia fluminensis*. 5A: indivíduo estaminado. 5B: indivíduo pistilado 26

Figura 6 - Aspecto geral do interior das flores de *Clusia fluminensis*. 6A: Flor pistilada - gineceu completo e estames reduzidos**.** 6B: Flor estaminada - estames completos e gineceu reduzido 27

Figura 7 - Aspecto geral de indivíduos de *Schinus terebinthifolia*. 7A: indivíduo pistilado. 7B: indivíduo estaminado 27

Figura 8 - Vista geral das flores de *Schinus terebinthifolia*. 8A: Secção longitudinal parcial da flor pistilada - gineceu completo e estames reduzidos. 8B: Secção longitudinal parcial da flor estaminada - estames completos e gineceu reduzido 27

Figura 9 - Fenofases vegetativas de *Schinus terebinthifolia* 30

Figura 10 - Fenofases reprodutivas de *Schinus terebinthifolia* 30

Figura 11 - Lenho de *Clusia fluminensis* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica 34

Figura 12 - Lenho de *Clusia fluminensis* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica 35

Figura 13 - Lenho de *Schinus terebinthifolia* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica 36

Figura 14 - Lenho de *Schinus terebinthifolia* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica 37

Figura 15 - Teste ANOVA Fatorial para os 23 caracteres anatômicos aferidos . 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indivíduos estudados de *Clusia fluminensis* e de *Schinus terebinthifolia* 28

Tabela 2 - Análise quantitativa dos caracteres anatômicos do lenho dos indivíduos pistilados e estaminados de *Clusia fluminensis* 40

Tabela 3 - Análise quantitativa dos caracteres anatômicos do lenho dos indivíduos pistilados e estaminados de *Schinus terebinthifolia* 42

Tabela 4 - Índices de mesomorfia, vulnerabilidade e condutividade de *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia* 44

Tabela 5 - Resultados do teste ANOVA Fatorial (F) para os caracteres anatômicos do lenho em relação aos tipos de esporófitos (pistilados e estaminados) e às espécies *Clusia fluminensis* e *Schinus terebinthifolia* 50

Tabela 6 - Resultados do teste de Tukey (*post-hoc* do teste ANOVA) realizado com os parâmetros anatômicos que apresentaram diferença estatisticamente significativa quando correlacionado Esporófito X Espécie 51

Tabela 7 - Índice de sincronia (Z) da espécie *S. terebinthifolia* 56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice de Fournier para a fenofase folhas jovens no período de setembro/2015 a maio/2017..... 52

Gráfico 2 - Índice de Fournier para a fenofase brotamento no período de setembro/2015 a maio/2017..... 53

Gráfico 3 - Índice de Fournier para a fenofase folhas adultas no período de setembro/2015 a maio/2017 53

Gráfico 4 - Índice de Fournier para a fenofase abscisão foliar no período de setembro/2015 a maio/2017 54

Gráfico 5 - Índice de Fournier para a fenofase floração no período de setembro/2015 a maio/2017 55

Gráfico 6 - Índice de Fournier para a fenofase frutificação no período de setembro/2015 a maio/2017dos indivíduos pistilados. 55

Gráfico 7 - Intensidade da frutificação dos indivíduos pistilados e proporção das formas dos frutos período de setembro/2015 a maio/2017..... 56

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	**RESTINGA**	14
1.1	***Clusia fluminensis* Planch. & Triana**	15
1.3	***Schinus terebinthifolia* Raddi**	17
1.4	**Anatomia do lenho**	18
1.5	**Fenologia**	20
2	**OBJETIVO**	22
2.1	**Objetivo geral**	22
2.2	**Objetivos específicos**	22
3	**MATERIAL E MÉTODOS**	23
3.1	**Área de estudo**	23
3.2	**Coleta de material botânico**	25
3.3	**Comportamento fenológico de *Schinus terebinthifolia***	28
3.4	**Processamento das amostras do lenho**	30
3.5	**Análises realizadas**	31
4	**RESULTADOS**	33
4.1	**Descrição anatômica do lenho**	33
4.1.1	*Clusia fluminensis*	33
4.1.2	*Schinus terebinthifolia*	35
4.2	**Análises intraesporofíticas do lenho**	38
4.2.1	*Clusia fluminensis*	38
4.2.2	*Schinus terebinthifolia*	38
4.3	**Análise interesporofítica do lenho**	44
4.4	**Análise do comportamento fenológico de *Schinus terebinthifolia***	51
4.4.1	Fenologia vegetativa	51
4.4.2	Fenologia reprodutiva	54
4.4.3	Índice de sincronia	56
5	**DISCUSSÃO**	57
	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO

A dioicia é um sistema esporofítico considerado raro por ocorrer em apenas 5 a 6% das Angiospermae (LIEBIG *et al.*, 2001; RENNER, 2014). Este sistema é caracterizado pela presença de dois grupos de esporófitos distintos em uma mesma espécie, um que apresenta flores estaminadas produtoras somente de micrósporos, e outro, que apresenta flores pistiladas e que, portanto, produzem somente megásporos (COCUCCI, 2006; MARIATH, SANTOS & BITTENCOURT, 2012).

Diversos trabalhos mostram a existência de relações e associações entre os indivíduos dióicos e fisiologia vegetativa e reprodutiva evidenciada por: formas diferenciadas de estabelecimento e distribuição no ambiente; crescimento e desenvolvimento; e longevidade das plantas (HOFFMAN & ALLIENDE, 1984; OBESO, 2002; SCARANO, 2002; MATALLANA *et al.*, 2005; SOARES *et al.*, 2007; SIGILIANO & FREITAS, 2009; CATTANEO *et al.*, 2013). Destaque especial tem sido atribuído à associação positiva da dioicia com espécies lenhosas e com frutos carnosos (MATALLANA *et al.*, 2005; SOARES *et al.*, 2007; SIGILIANO & FREITAS, 2009).

Neste sentido, acredita-se que a dioicia seja o sistema esporofítico mais derivado (CORREIA, 1983) e sua manutenção seja justificável por garantir a variabilidade genética gerada pela impossibilidade de auto-fecundação e favorecer a colonização em ambientes sob estresse, permitindo uma alocação diferenciada de recursos (especialização sexual) e a dispersão espacial diferenciada de esporófitos distintos (BAWA, 1980; MATALLANA *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2007; CHEN *et al.*, 2010; BARRET, 2010). Assim, os esporófitos pistilados estão, de modo geral, localizados em microsítios com recursos mais favoráveis e os esporófitos estaminados, em microsítios com recursos mais escassos (DAWSON & BLISS, 1989; CHEN*, et al.,* 2010). Estes fenômenos sugerem que este último seja mais resilientes sob condições de estresse (TOGNETTI, 2012). Por serem os produtores dos frutos, os esporófitos pistilados apresentam uma alocação anual de recursos maior para a reprodução do que os estaminados, levando-os a uma possível redução do crescimento vegetativo e, conseqüente, menor tamanho do esporófito adulto; florações menos frequentes e produção menor de flores (FUZETO,

BARBOSA & LOMÔNACO, 2001; LENZA & OLIVEIRA, 2005; AMORIM & OLIVEIRA, 2006; FARIA *et al.,* 2006; MATSUYAMA & SAKIMOTO, 2008). Nesse sentido, a elevada frequência de espécies dióicas nas restingas tem sido interpretada como uma possível resposta às fortes pressões bióticas e/ou abióticas próprias a esse ecossistema (SCARANO, 2002; LENZI & ORTH, 2004; MATALLANA *et al.*, 2005). Matallana *et al.* (2005) observaram uma proporção excepcionalmente elevada de plantas lenhosas dióicas (35%) em Restinga comparado a espécies lenhosas monóicas e hermafroditas.

Tendo em vista a necessidade de compreender a dinâmica natural de plantas dióicas, principalmente em ambientes ameaçados de extinção, este trabalho propõe o estudo comparativo intra e interespecífico da estrutura do lenho de espécies dioicas nativas de Restinga, *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (Clusiaceae) e *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae). Adicionalmente, a fenologia vegetativa e reprodutiva de *S. terebinthifolia* foi acompanhada e comparada entre indivíduos portadores de flores pistiladas e de flores estaminadas.

1 RESTINGA

As áreas de Restinga são geologicamente recentes, resultantes de transgressões e regressões consecutivas do mar, e caracterizadas como planícies arenosas costeiras (FREIRE, 1990; ASSUMPÇÃO & NASCIMENTO, 2000; KELECOM *et al.*, 2002). As comunidades vegetais nelas encontradas são constituídas por espécies provenientes de diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica. Essas espécies muitas vezes apresentam variações fenotípicas em resposta aos fatores ambientais mais adversos das restingas (ESEMANN-QUADROS, 2001; ALVES, CARDIN & KROFT, 2007; MARQUES *et al.*, 2012).

As restingas apresentam um mosaico de vegetações típicas e é considerado um ambiente de difícil estabelecimento para a fauna e flora por apresentar: baixa capacidade de retenção de água no solo; alta salinidade; ventos constantes; forte incidência solar; e altas temperaturas (ASSUMPÇÃO & NASCIMENTO, 2000; KELECOM *et al.*, 2002; MANTUANO, 2008). Assim, neste ecossistema o nível de endemismo é baixo e suas espécies são de modo geral consideradas plásticas e bem adaptadas às condições locais (ARAÚJO & HENRIQUES, 1984; ASSUMPÇÃO & NASCIMENTO, 2000; LIEBIG *et al.*, 2001; KELECOM *et al.*, 2002; MATALLANA *et al.*, 2005; MANTUANO, BARROS & SCARANO, 2006; MANTUANO, 2008).

No Brasil, as restingas são encontradas ao longo de todo o litoral, desde a costa do Pará até a costa do Rio Grande do Sul. As áreas de Restinga estão sob forte ação antrópica e compreendem um dos ecossistemas mais ameaçados dos trópicos (SCARANO, 2002). Para tentar reduzir a degradação dessas áreas foram criadas diversas Unidades de Conservação em áreas de Restinga. No estado do Rio de Janeiro, ocorrem, por exemplo: Área de Proteção Ambiental de Maricá, Parque Nacional Restinga de Jurubatiba, Reserva Ecológica Estadual da Juatinga, Parque Estadual da Ilha Grande, Reserva Biológica da Praia do Sul (RESTINGA NET, 2016).

Dentre as espécies arbustivo-arbóreas que ocorrem em restingas ao longo da costa brasileira, destacamos, neste trabalho, as espécies *Clusia fluminensis* Planch. & Triana e *Schinus terebinthifolia* Raddi. (ZAMITH & SCARANO, 2004) por serem

dioicas e de importância ecológica e econômica-medicinal, ocorrendo naturalmente em grande representatividade nas restingas do estado do Rio de Janeiro.

1.1 ***Clusia fluminensis*** **Planch. & Triana**

A espécie *Clusia fluminensis*, uma das selecionadas para este estudo e encontrada em Restingas, pertence à família Clusiaceae Lindley, denominada anteriormente como Guttiferae. Essa família apresenta distribuição mundial sendo representada por cerca de 37 gêneros e 1.610 espécies, dentre estas muitas apresentam valor econômico (HUTCHINSON, 1979). No Brasil, a família é representada por 12 gêneros e 126 espécies distribuídas em todos os Estados, ocorrendo em destaque na região Amazônica (ANDRADE *et al.*, 2002; FLORA DO BRASIL, 2017b).

Clusia L. é o gênero mais representativo da família, com quase 400 espécies registradas (STEVENS, 2016), apresentando uma ampla distribuição geográfica do sul dos Estados Unidos ao sul do Brasil (JUDD *et al.*, 1999; ANDRADE *et al.*, 2002; FLORA DO BRASIL, 2017b). O gênero pertence à subfamília Clusioideae Engler e à tribo Clusieae Choisy (STEVENS, 2016). Suas espécies sempre-verdes e dióicas (FERNANDES, 2007; STEVENS, 2016) são importantes em restauração de áreas degradadas, para fins ornamentais e medicinais (BECHARA, 2003; SILVA FILHO, 2012).

No Brasil, as espécies do gênero apresentam hábitos variados, podendo ser arbóreas, arbustivas, epífitas e/ou trepadeiras, e ocorrem em diferentes domínios fitogeográficos (ESEMANN-QUADROS, 2001; FERNANDES, 2007; LUTTGE & DUARTE, 2007). Além disso, o gênero apresenta grande importância na estruturação e funcionamento das restingas, mais especificamente nos cordões arenosos de cobertura vegetal descontínua (por exemplo: LEMOS *et al.,* 2001; PEREIRA, ARAUJO & PEREIRA*,* 2001; ZAMITH & SCARANO, 2004; OLIVEIRA & MAIA, 2005; DIAS, 2008; CORREIA & CREPALDI, 2011).

O gênero *Clusia* é o mais representativo em espécies lenhosas facilitadoras. Essas espécies favorecem o estabelecimento de outras em ambientes sob estresse,

localizadas no centro de moitas e servindo de abrigo para outras espécies (ZALUAR & SCARANO, 2000; SCARANO, 2002; BEDUSCHI & CASTELLANI, 2008).

Clusia fluminensis Planch. & Triana é uma espécie endêmica do Brasil, que apresenta distribuição restrita aos estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Figura 1) (FLORA DO BRASIL, 2017b). Seu período de floração ocorre de novembro a março (CORREIA, 1983) e apresenta importância em diversos setores: ornamental para o paisagismo e urbanização; econômico pela produção de lenha e utilização da madeira em construções; ecológico por ser uma espécie facilitadora; e biotecnológico pelos seus metabólitos secundários produzidos (PEREIRA, ARAUJO & PEREIRA, 2001; SCARANO, 2002; LOPES, COELHO & ANDREATA, 2004; ZAMITH & SCARANO, 2004; SILVA & PAIVA, 2012).

Os registros, até o presente momento, mostram que *C. fluminensis* apresenta distribuição restrita na Mata Atlântica, ocorrendo apenas em Floresta Pluvial e Restinga (FLORA DO BRASIL, 2017b).

Figura 1 - Distribuição de *Clusia fluminensis* no Brasil .

Fonte: Flora do Brasil, 2017b.

1.2 *Schinus terebinthifolia* Raddi

Schinus terebinthifolia, a outra espécie selecionada para este estudo e encontrada também em Restingas, pertence à família Anacardiaceae R. Br. e é representada por cerca de 81 gêneros e 800 espécies e é subdividida em cinco tribos: Anacardieae, Dobineae, Rhoeae, Semecarpeae e Spondiadeae (SOUZA & LORENZI, 2005; KUBITZKI, 2011). No Brasil, a família é representada por cerca de 14 gêneros e 53 espécies distribuídas em todo território brasileiro, tendo maior ocorrência na região Norte (FLORA DO BRASIL, 2017a). A família possui diversas espécies com importante valor econômico (LORENZI & MATOS, 2002).

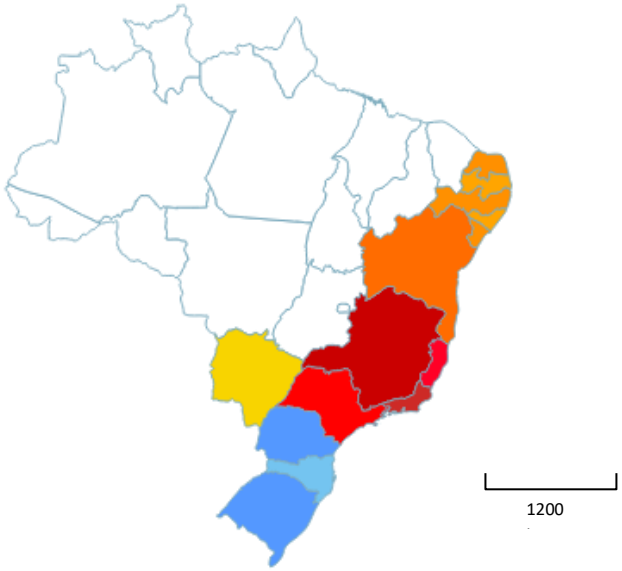
O gênero *Schinus* L., pertencente à tribo Rhoeae, não é endêmico do Brasil, mas é encontrado em todos os estados das regiões Sudeste e Sul e em alguns estados das regiões Nordeste e Centro-Oeste (FLORA DO BRASIL, 2017a), com espécies que apresentam hábito arbustivo e arbóreo (FLORA DO BRASIL, 2017a).

Schinus terebinthifolia Raddi. é nativa da América do Sul e apresenta ampla distribuição. No Brasil, a espécie ocorre nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste (Figura 2), sendo mais frequente ao longo do litoral (CARMELLO-GUERREIRO & PAOLI, 2002; GILBERTO & FAVORETO, 2011; FLORA DO BRASIL, 2017a). A espécie apresenta hábito arbustivo-arbóreo e chega a medir 15 metros de altura com até 30 centímetros de diâmetro a 1,30 m acima do solo e apresenta dois períodos de floração: de outubro a novembro e de fevereiro a abril (LENZI & ORTH, 2004; FILHO & SARTORELLI, 2015). Popularmente conhecida como aroeira–da-praia, pimenta-rosa, cambuí, aroeira-de-remédio, aroeira-mansa, aroeira-vermelha, *pepper tree* (mercado internacional), ou, apenas, aroeira, a espécie ocorre nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Pampa (GILBERTO & FAVORETO, 2011; FLORA DO BRASIL, 2017a).

A espécie *S. terebinthifolia* é de grande interesse em diversos setores da economia e medicina. Seu fruto, conhecido como pimenta-rosa, é uma iguaria utilizada na culinária tanto brasileira quanto estrangeira (FILHO & SARTORELLI, 2015). A espécie também apresenta importância medicinal e farmacológica pelos metabólitos secundários que produz em vários órgãos, sendo bastante conhecido e difundido o uso de suas cascas na medicina popular brasileira (BAGGIO & SEIXAS,

1988; GONÇALVES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2013; MIRANDA *et al.*, 2016). A espécie é utilizada em construções; como lenha e carvão; na arborização urbana e na restauração de áreas degradadas, devido ao seu pioneirismo, agressividade competitiva e plasticidade ecológica (BAGGIO& SEIXAS, 1988; CORREIA & CREPALDI, 2011; FILHO & SARTORELLI, 2015).

Figura 2 - Distribuição de *Schinus terebinthifolia* no Brasil.



Fonte: Flora do Brasil, 2017a.

1.3 **Anatomia do lenho**

Estudos anatômicos do lenho têm contribuído para a compreensão das relações ecológicas, filogenéticas, taxonômicas e tecnológicas de espécies lenhosas (BARRETA-KUIPERS, 1981; LENS *et al*., 2004; MARQUES *et al.*, 2012; SANTOS, 2013; LONGUI *et al*., 2014).

A utilização da anatomia do lenho com enfoque ecológico, visando uma comparação anatômica intraesporofítica ou interespecífica em diferentes ambientes, é um importante instrumento para a compreensão da estrutura e funcionamento das plantas em resposta às condições ambientais as quais estão expostas (LENS *et al*.,

2004; BARROS *et al.*, 2006; BAAS & WHEELER, 2011; MARQUES, 2012; FERNANDES, 2016).

Esemann-Quadros (2001), por exemplo, descreveu a estrutura anatômica do lenho de *Clusia criuva* Camb. e observou variação intraesporofítica nos caracteres anatômicos de indivíduos provenientes de cinco ambientes distintos da Mata Atlântica: Restinga arbórea, Floresta Ombrófila Densa montana, Floresta Ombrófila Densa das terras baixas, Floresta Ombrófila Densa submontana e Mata Ciliar. Em relação ao estudo do lenho de *Schinus terebinthifolia* Raddi., uma descrição anatômica foi encontrada na literatura (CURY, 2001) para indivíduos se desenvolvendo em Floresta Semidecidual da Mata Atlântica. A análise dos caracteres anatômicos do lenho tem evidenciado a variação intraesporofítica em espécies da Mata Atlântica e de seus ecossistemas associados no estado do Rio de Janeiro (por exemplo; CALLADO & SILVA-NETO, 2003; BARROS *et al.*, 2006; RIBEIRO & BARROS, 2006; NOVAES *et al.*, 2010; MARQUES *et al.,* 2007, 2012). Todavia, os trabalhos supracitados não relataram diferenças relacionadas aos esporófitos produtores de flores pistiladas em comparação aos esporófitos produtores de flores estaminadas.

A quantidade de estudos que comparam a formação da madeira de espécies dioicas, de forma intraesporofítica, tem aumentado na última década. Ariel & Roig (2016), por exemplo, observaram que ao longo do ano, indivíduos pistilados e estaminados de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (Araucariaceae) reagem de modo diferente à temperatura e à pluviosidade em relação ao crescimento radial e à consequente formação da madeira. Conclusões similares foram obtidas no trabalho de Olano *et al.* (2015) com a espécie *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae). Além disso, outros trabalhos mostram que indivíduos estaminados e pistilados reagem diferentemente a grandes concentrações de CO_2 em relação à fotossíntese (DAWSON & EHLERINGER, 1993; JONES, MACDONALDS & HENRY, 1999; WANG & CURTIS, 2001). Todavia, no que se refere à análise comparativa de estruturas anatômicas do lenho de espécies dióicas, pouco tem sido relatado na literatura. Como referência a este tipo de abordagem, observa-se somente os trabalhos de Zheng Xing-Feng & Cheng Hui-Ping (1998) e Dünisch, Reissman & Oliszeski (2004).

1.4 **Fenologia**

Segundo Lieth (1970), uma das definições clássicas de fenologia é: a arte de observar fases do ciclo de vida ou atividades de plantas e animais em suas ocorrências temporais ao longo dos anos.

Os estudos fenológicos em plantas contribuem para a compreensão dos ritmos das fases biológicas de floração, frutificação e alteração foliar. Esses estudos são realizados por meio das observações das fenofases vegetativas e reprodutivas ao longo dos anos (TALORA & MORELLATO, 2000; BENCKE & MORELLATO, 2002; COSTA, 2002). Os estudos fenológicos também são importantes para a compreensão do processo e sucesso reprodutivo de uma espécie, e para o conhecimento dos fatores ambientais que afetam o ciclo de vida de uma determinada planta (FISCH, NOGUEIRA & MANTOVANI, 2000; TONINI, 2011). Dentre os fatores que influenciam as fenofases, estão os abióticos como temperatura, radiação solar, fotoperíodo, precipitação, balanço hídrico (por exemplo: TALORA & MORELLATO, 2000; BULHÃO & FIGUEIREDO, 2002; RIVERA *et al.*, 2002; AMORIM, SAMPAIO & ARAÚJO, 2009).

Os indivíduos pistilados e estaminados de espécies dióicas podem apresentar ou não diferenças nos eventos fenológicos tanto reprodutivos quanto vegetativos devido às distintas demandas fisiológicas, tornando os estudos fenológicos de grande importância neste grupo de plantas (LENZI & ORTH, 2004; CESÁRIO & GAGLIANONE, 2008). Além disso, estudos mostram que é possível a mudança de um indivíduo pistilado para estaminado, e vice-versa, em resposta a inúmeros fatores como: intensidade luminosa, escassez de água e mudança de idade e tamanho (FREEMAN, HARPER & CHARNOV, 1980). Nesse sentido, a espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi foi selecionada para o acompanhamento da fenologia reprodutiva e vegetativa, neste trabalho.

Partindo das hipóteses que:

(1) a estrutura da madeira de espécies dióicas varia entre os esporófitos portadores de flores pistiladas e portadores de flores estaminadas;

(2) em espécies dioicas de grupos taxonômicos distintos e nativas de ambientes sob mesma pressão ambiental como a Restinga, as variações no lenho dos esporófitos pistilados e estaminados não se assemelham; e

(3) a fenologia vegetativa e reprodutiva de indivíduos pistilados e estaminados de mesma idade e crescendo sob mesmas condições ambientais, apresentam um mesmo ciclo sazonal e um mesmo comportamento sexual ao longo dos anos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

(1) Comparar a estrutura do lenho intra e interesporofítica de *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (Clusiaceae) e *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae), duas espécies dioicas e nativas de Restinga; e analisar o comportamento fenológico vegetativo e reprodutivo de esporófitos pistilados e estaminados de *S. terebinthifolia*, visando uma melhor compreensão da biologia desta espécie.

2.2 Objetivos específicos

(1) Descrever a estrutura anatômica do lenho de *C. fluminensis*;
(2) Descrever a estrutura anatômica do lenho de *S. terebinthifolia*;
(3) Comparar a estrutura anatômica do lenho de esporófitos portadores de flores pistiladas e estaminadas de *C. fluminensis;*
(4) Comparar a estrutura anatômica do lenho de esporófitos portadores de flores pistiladas e estaminadas de *S. terebinthifolia*;
(5) Comparar a estrutura anatômica do lenho interesporofítica de *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia*; e
(6) Comparar o comportamento fenológico, reprodutivo e vegetativo, de esporófitos pistilados e estaminados de *S. terebinthifolia*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

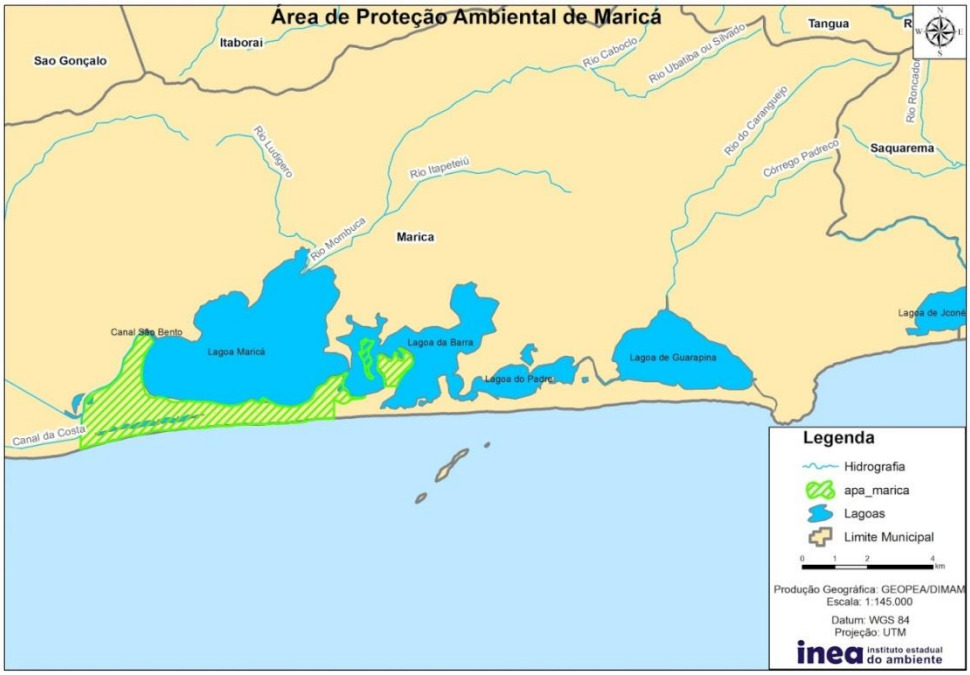
3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de restingas do estado do Rio de Janeiro. Uma área de restinga nativa e em bom estado de conservação localizada na Área de Proteção Ambiental de Maricá – APA de Maricá, onde foram amostrados os indivíduos de *Clusia fluminensis* e outra área de restinga plantada em 2009, com mínima intervenção antrópica, localizada no Parque Estadual da Ilha Grande – PEIG, onde foram amostrados os indivíduos de *Schinus terebinthifolia*.

A APA Maricá está localizada em área de Restinga no município de Maricá, no litoral leste do estado do Rio de Janeiro, na região da Costa do Sol. A APA Maricá é administrada pelo Instituto Estadual do Ambiente (Autorização de Pesquisa Científica nº 011/2013) e apresenta uma área total de 9,7 km (INEA, 2015) (Figura 3). A Restinga de Maricá apresenta dois cordões arenosos formados por transgressão marinha, separados por uma depressão, onde ocorre um brejo de água doce, a comunidade vegetal acompanha a topografia do terreno e se distribui em faixas estreitas e contínuas de vegetação, com plantas herbáceas e arbóreo-arbustivas baixas (PEREIRA, ARAUJO & PEREIRA, 2001). A amostragem foi realizada no seu cordão arenoso interno, que representa a formação mais antiga dessa restinga e onde a espécie se destaca na vegetação arbustiva aberta, por seu porte mais alto e por abrigar inúmeras espécies sob sua copa.

O ponto de amostragem de *C. fluminensis* está localizado entre o Oceano Atlântico e a Lagoa de Maricá sob as coordenadas geográficas: 22°52' a 22°54'S e 42°48' a 42°54'W. A região apresenta clima classificado como tropical quente e super úmido por Nimer (1972), com temperatura média anual de 23,2 °C, com máximas de 32,2 °C em fevereiro e mínimas, 15,1 °C em julho. A precipitação total anual média é de 1.230,8 mm, sendo o período mais intenso de chuvas de novembro a abril (PEREIRA, ARAUJO & PEREIRA, 2001).

Figura 3 - Delimitação da Área de Proteção Ambiental de Maricá.

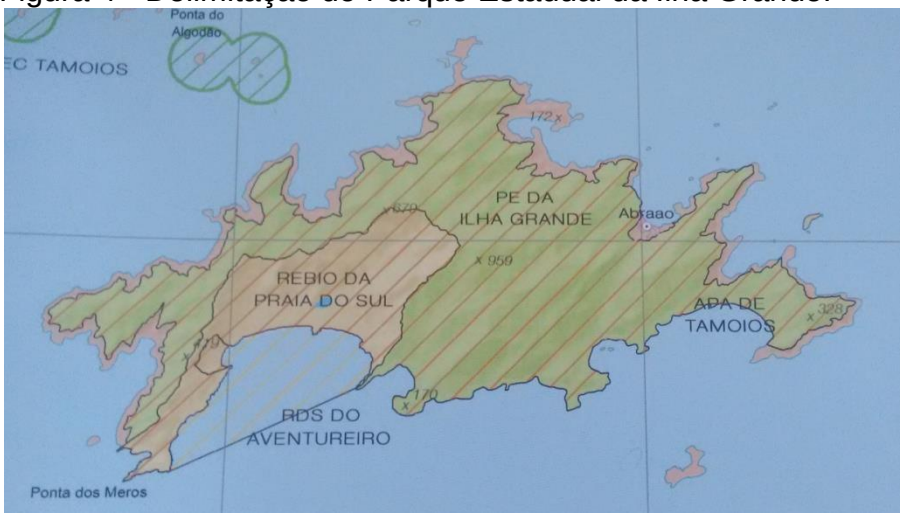


Fonte:http://geusoinearj.blogspot.com.br/2011/02/area-de-protecao-ambiental- de-marica.html.

O PEIG está localizado na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, litoral sul do estado do Rio de Janeiro, na Costa Verde. O PEIG é administrado pelo Instituto Estadual do Ambiente (Autorização de Pesquisa Científica nº 006/2016) e é a maior e principal Unidade de Conservação da Ilha Grande, apresentando 120,52 km de extensão, abrangendo cerca de 62% da Ilha.

O ponto de amostragem de *S. terebinthifolia,* situado sobre as coordenadas 23°10’ a 23°11’ S e 44°11’ W (MANÃO, 2011), localiza-se em área de restinga na Praia de Dois Rios que apresenta pequenas árvores, comunidades de plantas herbáceas e plantas de cobertura do solo (ALHO, SCHNEIDER & VASCONCELLOS, 2002), em área sob restauração desde 2009. A região apresenta clima classificado como tropical úmido Af de Koppen (ALVARES *et al.*, 2013). A temperatura média anual é de 21 ºC, com mínimas de 19,9 ºC e máximas de 27 ºC e com taxas pluviométricas anuais totais superiores a 2.242 mm nas baixadas próximas ao nível do mar, sendo janeiro o mês mais chuvoso e julho, o mais seco (BIDEGAIN & ABRAHÃO, 2013).

Figura 4 - Delimitação do Parque Estadual da Ilha Grande.



Fonte: Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro, INEA, 2015.

3.2 **Coleta de material botânico**

A definição de termos para classificar os indivíduos de espécies dióicas, nos dias atuais, ainda é controversa devido ao fato dos esporófitos não apresentarem sexualidade (MARIATH, SANTOS & BITTENCOURT, 2012). Neste trabalho foram adotados para os esporófitos de *Clusia fluminensis e Schinus terebinthifolia* os termos indivíduos pistilados, para os indivíduos produtores de flores pistiladas, e indivíduos estaminados, para os indivíduos produtores de flores estaminadas, a luz dos trabalhos de Cocucci (2006) e Mariath, Santos & Bittencourt (2012).

Para o estudo da anatomia do lenho de *C. fluminensis*, foram realizadas coletas durante o período reprodutivo da espécie, entre janeiro e março dos anos 2008, 2010 e 2013, a fim de identificar os esporófitos que seriam amostrados (Figura 5). Foram obtidas amostras de dezoito (18) indivíduos de *C. fluminensis*, sendo nove (9) portadores de flores pistiladas e nove (9), de flores estaminadas (Figura 6).

Para o estudo da anatomia do lenho de *S. terebinthifolia* também foram realizadas coletas durante o período reprodutivo da espécie, entre os meses de setembro e outubro de 2015, a fim de identificar os esporófitos que seriam amostrados (Figura 7). Foram obtidas amostras de dezoito indivíduos, sendo nove

portadores de flores exclusivamente pistiladas e nove, de flores exclusivamente estaminadas (Figura 8).

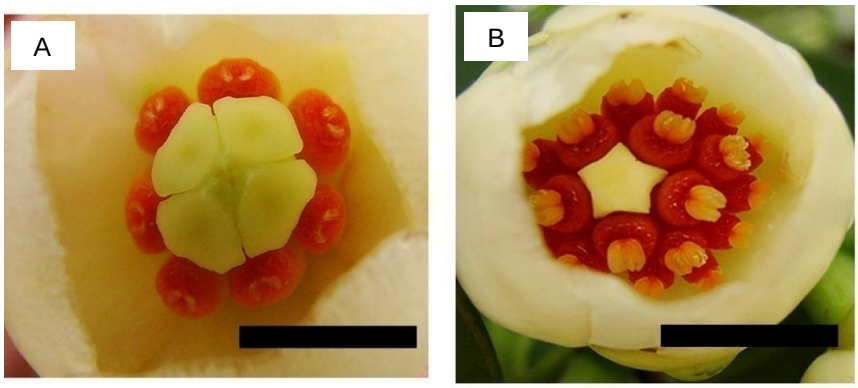
As amostras das duas espécies dioicas foram obtidas por método não destrutivo com a utilização da Sonda de Pressler, com exceção de duas amostras de *S. terebinthifolia*, *que* foram coletadas a partir de um ramo bem desenvolvido da árvore com a utilização de facão. As coletas de *C. fluminensis* foram realizadas a aproximadamente 114,17 cm (±28,31) de altura acima do solo e de *S. terebinthifolia*, a aproximadamente 65,72 cm (± 25,45) de altura acima do solo, devido à presença de bifurcações, que na maioria dos indivíduos se iniciavam próximas ao solo.

Além do lenho, foram amostrados ramos reprodutivos (flores/frutos) das duas espécies visando à determinação botânica e o registro em herbário. Os ramos foram prensados, desidratados em estufa (IBT, 1989) e foram registrados no Herbário da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (HRJ).

Figura 5 - Aspecto geral de indivíduos de *Clusia fluminensis.*

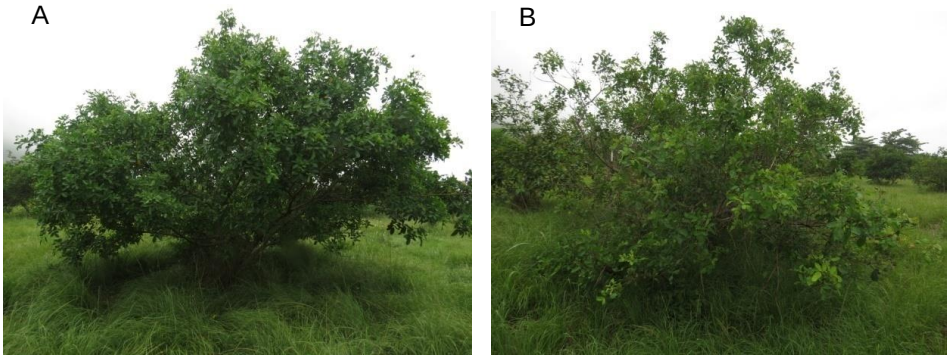
Legenda: 5A: indivíduo pistilado; 5B: indivíduo estaminado.

Figura 6 - Aspecto geral do interior das flores de *Clusia fluminensis*.



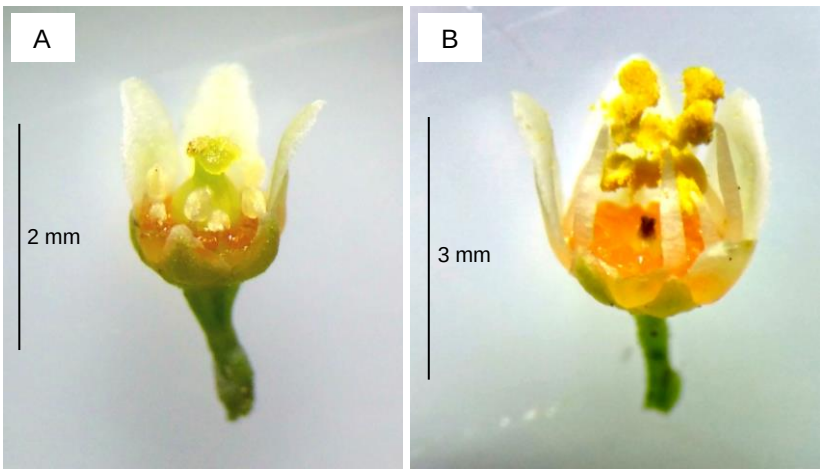
Legenda: 6A: Flor pistilada – gineceu funcional e estames reduzidos (androceu não-funcional)**.** 6B: Flor estaminada - estames desenvolvidos (androceu funcional) e gineceu não-funcional. Barra: 1 cm.
Fonte: Castro, 2010.

Figura 7 - Aspecto geral de indivíduos de *Schinus terebinthifolia.*



Legenda: 7A: indivíduo pistilado. 7B: indivíduo estaminado.

Figura 8 - Vista geral das flores de *Schinus terebinthifolia*.



Legenda: 8A: Secção longitudinal parcial da flor pistilada - gineceu funcional e estames reduzidos (androceu não-funcional)**.** 8B: Secção longitudinal parcial da flor estaminada - estames desenvolvidos (androceu funcional) e gineceu não-funcional.

Tabela 1- Indivíduos estudados de *Clusia fluminensis* e de *Schinus terebinthifolia*.

Clusia fluminensis			***Schinus terebinthifolia***		
Indivíduo	**Esporófito***	**Altura do indivíduo (m)**	**Indivíduo**	**Esporófito***	**Altura do indivíduo (m)**
1	Pistilado	4,0	1	Estaminado	3,5
2	Estaminado	2,0	2	Estaminado	3
3	Estaminado	3,0	3	Estaminado	2,5
4	Pistilado	5,0	4	Pistilado	2,5
5	Pistilado	4,0	5	Estaminado	2
6	Pistilado	3,0	6	Pistilado	2,5
7	Estaminado	2,0	7	Pistilado	3,5
8	Estaminado	4,0	8	Pistilado	3,5
9	Estaminado	3,0	9	Estaminado	3
10	Estaminado	5,0	10	Pistilado	3
11	Pistilado	4,5	11	Pistilado	2,5
12	Pistilado	2,5	12	Pistilado	3
13	Estaminado	3,5	13	Estaminado	3
14	Pistilado	4,5	14	Estaminado	3
15	Pistilado	3,0	15	Pistilado	2
16	Estaminado	4,5	16	Pistilado	2,5
17	Pistilado	4,5	17	Estaminado	2,5
18	Estaminado	6,0	18	Estaminado	2,5
Média pistilado (DP)		3,89 (±0,86)	**Média pistilado (DP)**		2,78 (±0,51)
Média estaminado (DP)		3,67 (±1,35)	**Média estaminado (DP)**		2,78 (±0,44)

Nota: *Esporófitos pistilados: esporófitos portadores de flores pistiladas. Esporófitos estaminados: esporófitos portadores de flores estaminadas.

3.3 **Comportamento fenológico de *Schinus terebinthifolia***

O comportamento fenológico foi investigado apenas para a espécie *Schinus terebinthifolia* devido ao fato dos indivíduos se desenvolverem em uma área de plantio de mesma idade e sem diferenças relativas à microssítios naturais comumente observados em condição natural de crescimento, permitindo assim uma melhor padronização na população amostrada.

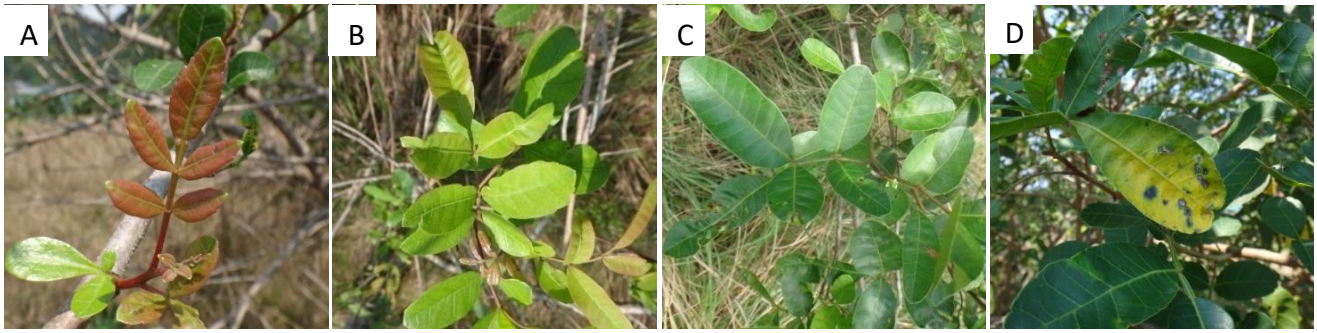
Para o estudo da fenologia vegetativa e reprodutiva de *S. terebinthifolia* foram demarcados, entre os meses de setembro e outubro do ano de 2015, período

reprodutivo, quarenta e um indivíduos da espécie, sendo destes vinte e dois pistilados e dezenove estaminados. Os indivíduos foram observados de setembro de 2015 a maio de 2017, totalizando 21 meses de análise.

Após a demarcação dos indivíduos se iniciou o monitoramento mensal, por observação direta, documentação fotográfica, com o auxílio das câmeras fotográficas Sony Cyber-shot Carl Zeiss e Canon SX40 HS, e documentação das fenofases observadas nas copas das árvores. Este monitoramento teve início em setembro de 2015 e se estendeu até maio de 2017. Em cada monitoramento foram realizadas observações qualitativas e semiquantitativas (BENCKE & MORELLATO, 2002) das fenofases. As observações qualitativas foram avaliadas pelas seguintes categorias das fenofases vegetativas: brotamento, folhas jovens, folhas adultas, folhas senescentes e abscisão foliar (Figura 9); e pelas seguintes categorias das fenofases reprodutivas: botões florais e flores em antese e fruto - verde, maduro e seco (Figura 10). Já as observações semiquantitativas foram feitas através da intensidade de cada uma das categorias, tanto da fenologia vegetativa, quanto da reprodutiva, seguindo o mesmo padrão de fenofases em avaliação. Para isso, foi utilizada a metodologia de Fournier (1974), que considera cinco categorias de intensidade (0 a 4) com intervalo de 25% de amplitude entre estas: (0) ausência da fenofase, (1) presença da fenofase entre 1 e 25%, (2) presença da fenofase entre 26 e 50%, (3) presença da fenofase entre 51 e 75% e (4) presença da fenofase entre 76 e 100%. Para o cálculo desse índice, somam-se os valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos da espécie divide-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro) e o valor obtido que corresponde a uma proporção, é multiplicado por 100, para ser transformado em um valor percentual.

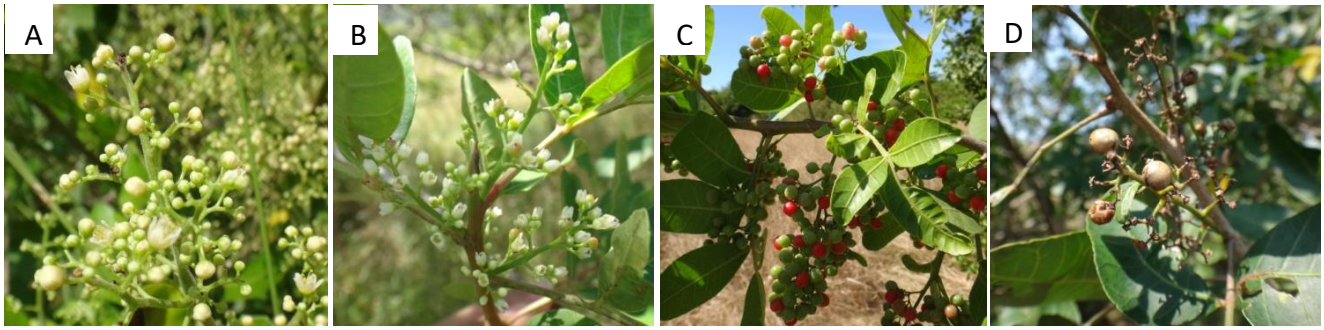
Dos 41 indivíduos monitorados mensalmente, cinco apresentaram fenologia reprodutiva diferente da marcação inicial em indivíduos pistilados ou estaminados. E, após quase dois anos de estudo, concluiu-se que não houve alteração de um tipo de esporófito para outro como foi pensado a princípio, mas sim que houve erro na marcação inicial desses indivíduos em pistilados e estaminados e por esse motivo esses cinco indivíduos (2 pistilados e 3 estaminados) foram retirados dos resultados do estudo totalizando assim 36 indivíduos avaliados.

Figura 9 - Fenofases vegetativas de *Schinus terebinthifolia*.



Legenda: Categorias das fenofases vegetativas. A: Fenofase brotamento foliar. B: Fenofase folhas jovens. C: Fenofase folhas adultas. D: Fenofase folhas senescentes.

Figura 10 - Fenofases reprodutivas de *Schinus terebinthifolia*.



Legenda: Categorias das fenofases reprodutivas. A: Fenofase frutificação - botões florais e flores em antese estaminadas. B: Fenofase frutificação - botões florais e flores em antese pistiladas. C: Fenofase frutificação – frutos imaturos e maduros. D: Fenofase frutificação – frutos secos.

3.4 **Processamento das amostras do lenho**

As dezoito amostras de lenho de *C. fluminensis* foram conservadas em mistura conservadora (solução contendo água destilada, glicerina, álcool e fenol - metodologia não publicada, desenvolvida por Walter Barbosa) e as dezoito amostras de *S. terebinthifolia* foram conservadas em sílica gel (WANG, WANG & ZOU, 1996).

Para o processamento do material coletado das duas espécies, as amostras foram utilizadas para confecção dos corpos de prova, em acordo com as especificações de Coradin & Muñiz (1992). Esses corpos de prova foram secionados com auxílio do micrótomo de deslize Leica SM 2000R nos planos transversal,

longitudinal tangencial e longitudinal radial, com espessuras que variaram entre 14 e 25 µm.

As seções histológicas foram clarificadas em hipoclorito de sódio e submetidas à coloração dupla por Azul de Astra e Safranina hidroalcoólica 1%, na proporção de 6:4 (BURGER & RICHTER, 1991). Posteriormente, foram desidratadas em série etílica ascendente, transferidas para xilol P.A. (JOHANSEN 1940; SASS 1958) e montadas em lâminas permanentes com resina sintética (Entellan®). Além disso, foram montadas lâminas permanentes com sessões histológicas sem clarificação e coloração.

Amostras do lenho de todos os indivíduos amostrados foram dissociadas pelo método de Franklin (1945), coradas por Safranina hidroalcoólica 50% (SASS, 1958) e montadas em lâminas semipermanentes com glicerina 50% (STRASBURGER, 1924).

3.5 **Análises realizadas**

As imagens do lenho das duas espécies estudadas foram obtidas utilizando câmera Q Collor R3 acoplada ao microscópio óptico Olympus BX41-BF-I-20 e a um computador provido do software Image Pro Plus Express 6.0, com escalas projetadas sob as mesmas condições ópticas das observações.

As descrições anatômicas, mensurações, contagens dos elementos celulares do lenho, assim como, as terminologias utilizadas, seguiram em linhas gerais as recomendações do IAWA Committee (1989).

Para as avaliações intraesporofíticas, os dados quantitativos obtidos foram submetidos inicialmente aos testes estatísticos de Levene & Shapiro-Wilk, para averiguar a homocedasticidade e normalidade dos dados, respectivamente, a um intervalo de confiança de 95%. De acordo com a distribuição, os dados foram submetidos aos testes t de Student ou Mann Whitney U, a fim de avaliar a similaridade dos caracteres anatômicos investigados entre os indivíduos selecionados. Todos os testes estatísticos estão sendo realizados com o programa Statistica 7®.

Além dos testes estatísticos, foram calculados para *C. fluminensis* e para *S. terebinthifolia*, os índices de Mesomorfia e Vulnerabilidade, segundo Carlquist (1977) e o índice de Condutividade, segundo Zimmermann (1983). Esses índices são utilizados para comparar a influência do ambiente sobre a estrutura da madeira e o transporte de água, avaliando a segurança e a eficiência nesse transporte. Segundo Carlquist (1977), valores de vulnerabilidade menores que 1 e de mesomorfia menores que 200 indicam uma planta com características de ambientes secos e mais vulneráveis à descontinuidade do transporte de água. Além disso, valores altos de condutividade indicam maior eficiência no transporte de água (CARLQUIST, 2001). Os valores encontrados foram submetidos também ao teste *t* de Student.

Para a avaliação interesporofítica foi realizado o teste estatístico ANOVA fatorial entre os caracteres anatômicos das duas espécies, *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia*, do mesmo ecossistema. Posteriormente, foi realizado o teste de Tukey como *post-hoc* do teste ANOVA.

Para a fenologia reprodutiva e vegetativa de *Schinus terebinthifolia* foram construídos gráficos de linha com o programa Excel® para representar as intensidades das fenofases dos indivíduos pistilados e estaminados. Além disso, foi calculado o índice de sincronia segundo Augspurger (1983) com o objetivo de avaliar o sincronismo das fenofases entre os indivíduos estudados, e quanto mais próximo o valor de Z encontrado for de um (1), maior o sincronismo. No presente trabalho esse índice foi calculado em dois períodos do tempo de monitoramento: setembro de 2015 a agosto de 2016 e setembro de 2016 a maio de 2017 para as fenofases: floração e frutificação para os esporófitos pistilados; floração para os esporófitos estaminados; e floração para os dois grupos de esporófitos reunidos.

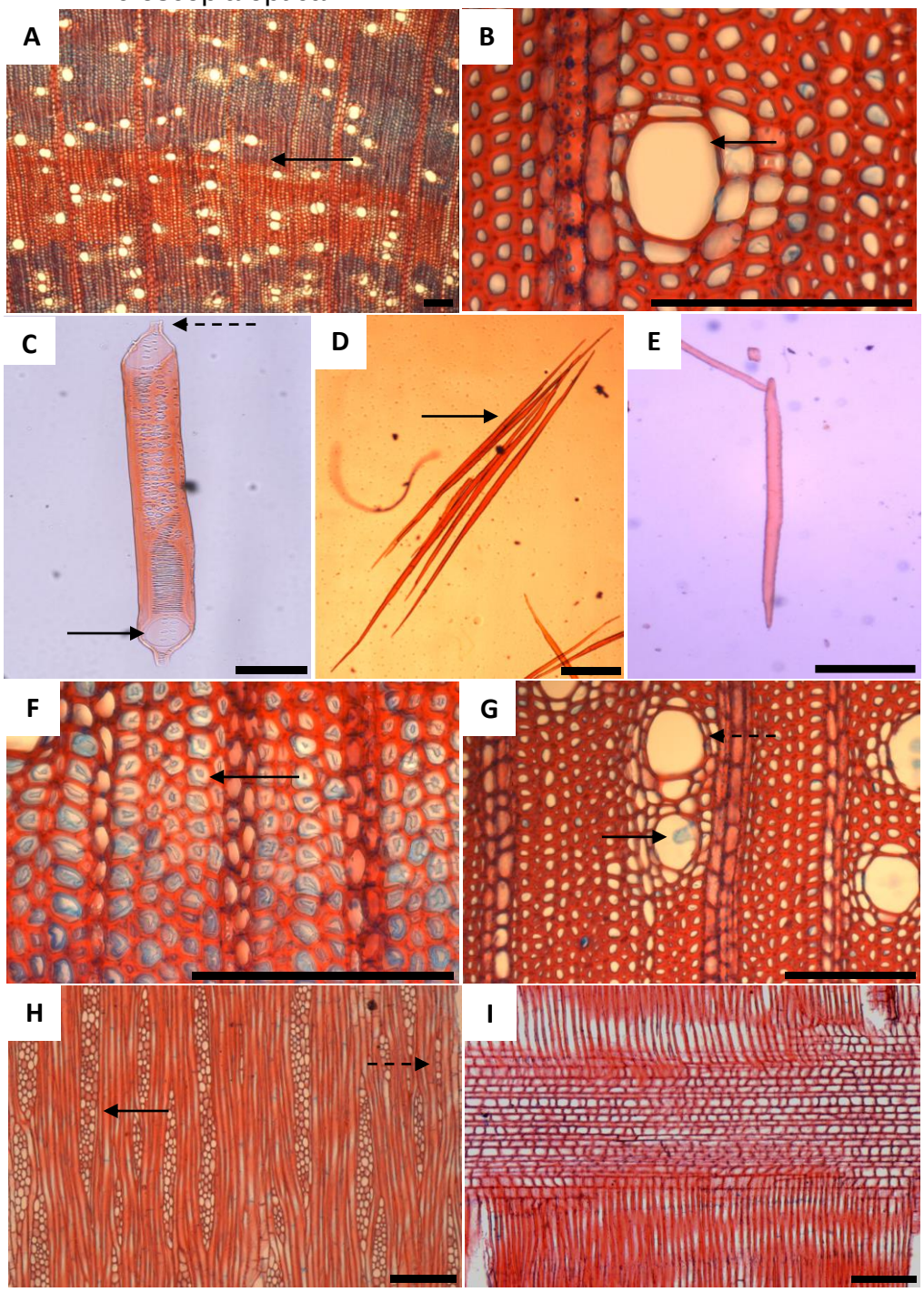
4 RESULTADOS

4.1 **Descrição anatômica do lenho**

4.1.1 *Clusia fluminensis*

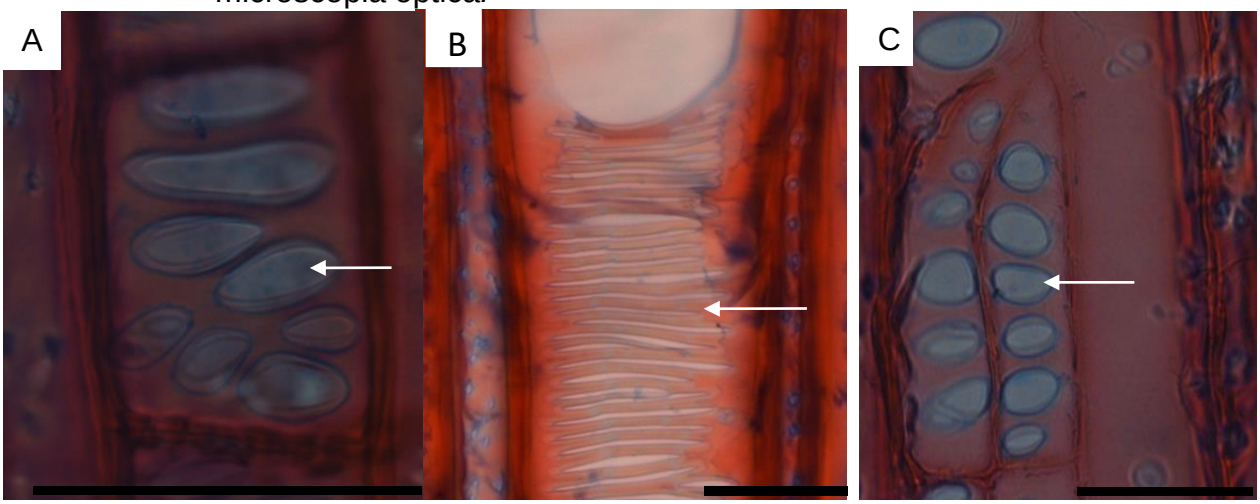
A estrutura anatômica do lenho dos indivíduos pistilados e estaminados de *Clusia fluminensis* foi caracterizada por apresentar: camadas de crescimento distintas, demarcadas pelo achatamento das fibras e espessamento radial das paredes das fibras no lenho tardio (Figura 11A). A porosidade é difusa, com elementos de vaso solitários em sua maioria (94,5%), com raros agrupamentos de dois a três elementos (Figura 11A). Os elementos de vaso apresentam arranjo de radial a diagonal, contorno de circular a oval (Figura 11B) e podem ou não apresentar apêndices, que quando presentes variam de curtos a longos (Figura 11C). As placas de perfuração são simples geralmente laterais (Figura 11C). As fibras são libriformes, com pontoações de aréolas reduzidas e com abertura de até 0,72 µm, localizadas apenas nas paredes radiais. As fibras possuem paredes de delgadas a espessas e podem ser estreitas, longas e com terminações afiladas (Figura 11D) ou mais largas com terminações não afiladas (Figura 11E); podem ser septadas ou não septadas (Figura 11D e 11H) e, ainda, podem ser gelatinosas, que formam faixas distintas ou ocorrem de forma dispersa (Figura 11F). O parênquima axial é paratraqueal, mais comumente vasicêntrico (Figura 11B e 11G) e aliforme, podendo, algumas vezes, unir vasos e formar um parênquima confluente. Os raios são unisseriados e multisseriados, com 2-5 células de largura (Figura 11H). São heterogêneos, formados por células eretas, quadradas e, raramente, procumbentes (Figura 11I). As pontoações intervasculares são escalariformes (Figura 12B) e as pontoações raio e parênquimo-vasculares são areoladas e de formato circular a oval (Figura 12A e Figura 12C).

Figura 11 – Lenho de *Clusia fluminensis* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica.



Legenda: A e B: seção transversal. A: Vista geral da madeira evidenciando o limite da camada de crescimento demarcada pelo achatamento radial e maior espessamento das paredes das fibras no lenho tardio. B: detalhe do contorno dos elementos de vaso de circular a oval. C-E: dissociação dos elementos celulares. C: detalhe do elemento de vaso com apêndices (seta tracejada) e das placas de perfuração simples terminais e laterais (seta simples). D: detalhe das fibras libriformes com extremidades afiladas. E: detalhe de fibra libriforme com extremidade arredondada (seta simples). F e G: seção transversal. F: detalhe das fibras gelatinosas (seta). G: detalhe do tilo (seta preta) e do parênquima axial vasicêntrico (seta branca). H: seção longitudinal tangencial, detalhe dos raios multisseriados (seta simples) e unisseriados (seta tracejada). I: seção longitudinal radial (Barra= 200 µm).

Figura 12 – Lenho de *Clusia fluminensis* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica.



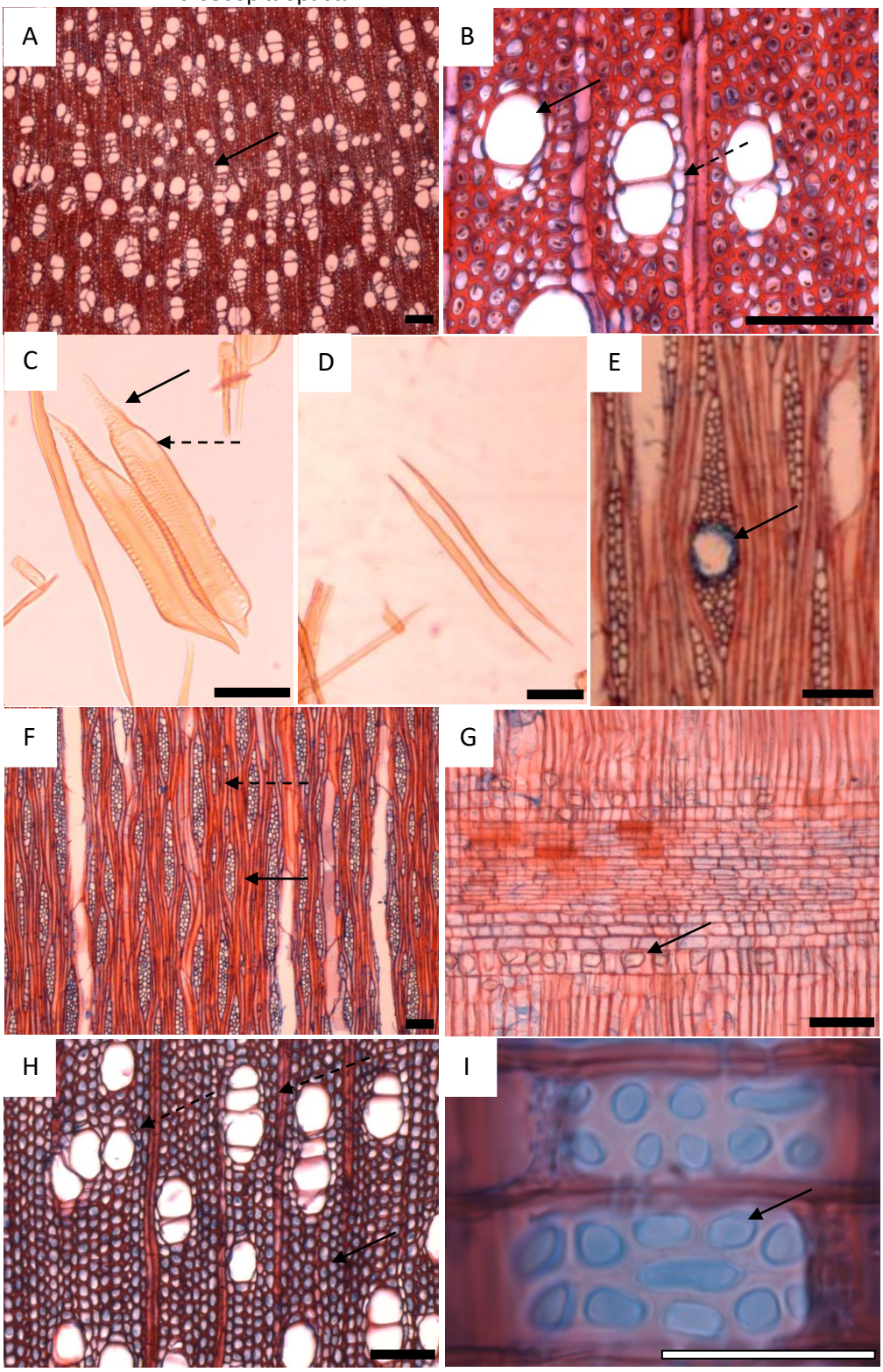
Legenda: A-C: seção longitudinal radial. A: detalhe das pontoações areoladas raio-vasculares. B: detalhe das pontoações intervasculares escalariformes. C: detalhe das pontoações areoladas parênquimo-vasculares. (Barra = 40 µm).

4.1.2 <u>*Schinus terebinthifolia*</u>

A estrutura anatômica do lenho dos indivíduos pistilados e estaminados de *Schinus terebinthifolia* foi caracterizada por apresentar: camadas de crescimento pouco distintas, demarcadas pelo achatamento das fibras no lenho tardio (Figura 13A). A porosidade dos elementos de vaso é difusa, sendo estes parcialmente solitários e parcialmente agrupados e múltiplos radiais de dois ou mais elementos de vaso (Figura 13H). Além disso, estes elementos apresentam arranjo de radial a diagonal, contorno de circular a oval (Figura 13B) e podem ou não apresentar apêndices, que quando presentes variam de curtos a longos (Figura 13C). As placas de perfuração são simples geralmente laterais (Figura 13C). As pontoações intervasculares são areoladas, poligonais ou circulares e com disposição alterna (Figura 14A) e as pontoações raio e parênquimo-vasculares são areoladas e de formato circular a oval (Figura 13I e Figura 14B). As fibras são libriformes (Figura 13D) e são septadas, com pontoações de até 1,25 µm e com aréolas reduzidas, localizadas nas paredes radiais e possuem paredes de delgadas a espessas. As fibras também podem ser gelatinosas formando faixas distintas (Figura 13H). O parênquima axial é paratraqueal, vasicêntrico (Figura 13B). Os raios são unisseriados e multisseriados, com 2-5 células de largura (Figura 13F). São heterogêneos onde o corpo dos raios é formado por células procumbentes e

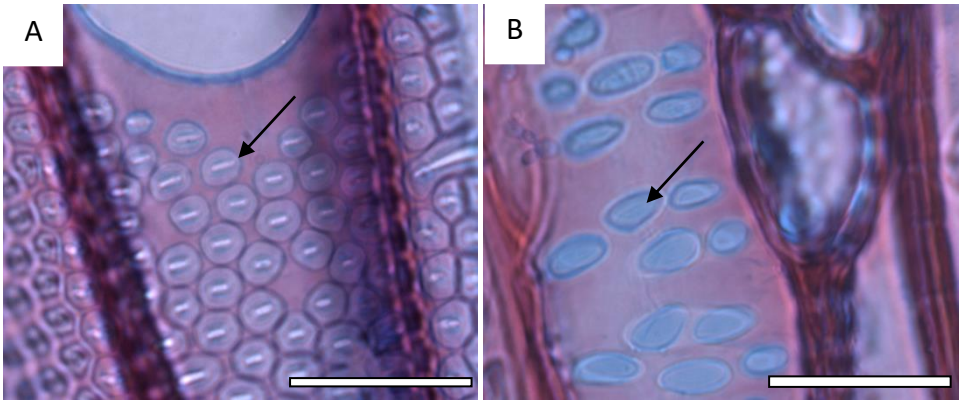
margem formada por células quadradas (Figura 13G). Ocorre a presença de canais resiníferos radiais (Figura 13E) e de cristais prismáticos nas células quadradas dos raios (Figura 13G).

Figura 13 – Lenho de *Schinus terebinthifolia* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica.



Legenda: A e B: seção transversal. A: Vista geral da madeira evidenciando o limite da camada de crescimento demarcada pelo achatamento radial das fibras no lenho tardio (seta simples). B: detalhe do contorno dos elementos de vaso de circular a oval (seta simples) e do parênquima axial vasicêntrico (seta tracejada). C-D: dissociação dos elementos celulares. C: detalhe do elemento de vaso com apêndices (seta simples) e das placas de perfuração simples laterais (seta tracejada). D: detalhe das fibras libriformes. E e F: seção longitudinal tangencial. E: parênquima radial com presença de canal resinífero radial. F: detalhe dos raios multisseriados (seta simples) e unisseriados (seta tracejada). G: seção longitudinal radial, detalhe da presença de cristais prismáticos nas células radiais quadradas. H: seção transversal, detalhe das fibras gelatinosas (seta simples) e do agrupamento de elementos de vaso (seta tracejada). I: seção longitudinal radial, detalhe das pontoações raio-vasculares areoladas e de formato circular a oval. (Barra preta: 200 µm e barra branca: 50 µm).

Figura 14 – Lenho de *Schinus terebinthifolia* evidenciando caracteres anatômicos sob microscopia óptica.



Legenda: A: seção longitudinal radial, detalhe das pontoações intervasculares areoladas, poligonais ou circulares com disposição alterna. B: seção longitudinal tangencial, detalhe das pontoações parênquimo-vasculares areoladas e de formato circular a oval. (Barra branca: 50 µm).

4.2 **Análises intraesporofíticas do lenho**

4.2.1 *Clusia fluminensis*

A estrutura anatômica do lenho de *Clusia fluminensis* não apresentou diferenças qualitativas entre os indivíduos estudados, demonstrando uma homogeneidade entre os dois tipos de esporófitos analisados. Entretanto, os testes estatísticos realizados evidenciaram diferenças quantitativas significativas entre os indivíduos pistilados e estaminados dessa espécie em seis dos vinte e três caracteres anatômicos analisados (Tabela 2): altura dos raios multisseriados, frequência de raios multisseriados/mm', frequência total de raios/mm', altura da série de parênquima axial (número de células), frequência de elementos de vasos/mm² e diâmetro tangencial dos elementos de vaso. Ressaltando que dos seis parâmetros que apresentaram diferença significativa entre os tipos de esporófitos, os indivíduos estaminados apresentaram valores mais elevados em relação aos pistilados em quatro: frequência de elementos de vaso/mm², diâmetro tangencial dos elementos de vaso, frequência total de raios/mm' e frequência de raios multisseriados/mm'.

Os índices de mesomorfia, vulnerabilidade e condutividade de *C. fluminensis* são apresentados na Tabela 4 e indicam maior vulnerabilidade, mesomorfia e condutividade nos indivíduos estaminados, sendo que somente o índice de condutividade apresentou diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de esporófitos estudados.

4.2.2 *Schinus terebinthifolia*

A estrutura anatômica do lenho de *Schinus terebinthifolia* não apresentou diferenças qualitativas entre os indivíduos pistilados e estaminados analisados, demonstrando uma homogeneidade entre esses dois tipos de esporófitos. Entretanto, os testes estatísticos evidenciaram diferenças quantitativas significativas entre os indivíduos pistilados e estaminados da espécie em três caracteres anatômicos do lenho dos vinte e três analisados (Tabela 3): comprimento das fibras (µm), diâmetro das fibras (µm) e lúmen das fibras (µm), sendo que os indivíduos

pistilados apresentaram valores mais elevados que os estaminados para todos esses parâmetros.

Os índices de mesomorfia, vulnerabilidade e condutividade de *S. terebinthifolia* são apresentados na Tabela 4 e indicam maior vulnerabilidade, mesomorfia e condutividade nos indivíduos pistilados, sendo que nenhuma diferença observada foi estatisticamente significativa entre os dois grupos de esporófitos estudados.

Tabela 2 - Análise quantitativa dos caracteres anatômicos do lenho dos indivíduos pistilados e estaminados de *Clusia fluminensis.*

Caracteres Anatômicos	Pistilado	Estaminado	Teste t		Teste Mann Whitney U	
	Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão	**Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão**	***t***	***p***	**U**	***p***
*Frequência de elementos de vaso/mm²	35 (48,68) 74 ± 8,36	37 (51,99) 64 ± 6,09	–	–	2770,50	0,00025
*Diâmetro tangencial dos elementos de vaso (µm)	42,29 (64,97) 100,66 ± 10,49	46,05 (72,27) 107,27 ± 12,17	–	–	16312,0	0,00000
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	529,88 (937,13) 1328,35 ± 163,36	513,24 (917,79) 1313,48 ± 162,37	1,25954	0,20848	–	–
Espessura da parede dos elementos de vaso (µm)	3,76 (5,15) 7,26 ±0,69	3,93 (5,19) 6,74 ± 0,51	–	–	22730,0	0,06117
Diâmetro da câmara das pontoações intervasculares (µm)	18,43 (37,44) 69,32 ± 9,67	20,06 (36,04) 62,54 ± 9,79	–	–	3619,00	0,21755
Diâmetro da abertura das pontoações intervasculares (µm)	13,37 (31,67) 63,34 ±9,39	14,79 (28,39) 53,39 ± 8,47	-1,31352	0,19069	–	–
Diâmetro da câmara das pontoações raio-vasculares (µm)	9,02 (14,76) 23,23 ± 3,24	8,89 (15,11) 21,41 ± 2,61	0,78039	0,43619	–	–
Diâmetro da abertura das pontoações raio-vasculares (µm)	6,86 (11,55) 20,47 ± 2,83	6,44 (11,88) 19,36 ± 2,55	0,82961	0,40787	–	–
Diâmetro da câmara das pontoações parênquimo-vasculares (µm)	8,71 (16,93) 26,94 ± 3,51	9,99 (16,87) 26,24 ± 3,42	–	–	3787,50	0,45265
Diâmetro da abertura das pontoações parênquimo-vasculares (µm)	6,43 (12,95) 23,66 ± 3,54	6,36 (13,27) 21,37 ± 3,34	–	–	3693,50	0,30776
Comprimento da fibra (µm)	763,86 (1516,01) 2285,92 ± 282,13	848,52 (1483,06) 1972,10 ± 224,68	–	–	23408,5	0,16748
Diâmetro da fibra (µm)	18,97 (33,08) 49,07 ±4,90	21,30 (32,69) 51,83 ± 4,59	-0,86995	0,38478	–	–
Lúmen da fibra (µm)	5,52 (15,08) 30,65 ± 4,48	6,68 (15,12) 30,29 ± 4,00	0,10622	0,91545	–	–

Caracteres Anatômicos	Pistilado	Estaminado	Teste t		Teste Mann Whitney U	
	Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão	**Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão**	***t***	***p***	**U**	***p***
Espessura da parede das fibras (µm)	4,02 (9,01) 14,85 ± 1,88	4,72 (8,78) 13,29 ± 1,56	–	–	23745,0	0,25579
Pontoações das fibras (µm)	0,47 (0,72) 1,08 ± 0,13	0,53 (0,72) 0,94 ± 0,10	–	–	3889,50	0,64610
Altura da série de parênquima axial (µm)	260,67 (800,27) 1418,75 ± 197,05	273,30 (782,02) 1435,30 ± 212,71	-0,76506	0,44464	–	–
*Altura da série de parênquima axial (número de células)	2 (5,06) 16 ± 2,58	2 (4,40) 13 ± 2,25	–	–	21414,0	0,00470
*Frequência total de raios/mm' (unisseriados e multisseriados)	3 (8,44) 13 ± 1,71	2 (9,86) 15 ± 1,81	–	–	9277,00	0,00000
*Frequência de raios/mm' (multisseriados)	3 (7,80)12 ± 1,62	3 (9,17)14 ± 1,58	–	–	8932,00	0,00000
Frequência de raios/mm' (unisseriados)	0 (0,60) 3 ± 0,59	0 (0,711) 3 ± 0,82	–	–	15067,0	0,25113
*Altura dos raios multisseriados (µm)	328,04 (1208,29) 3276,06 ± 511,73	293,33 (940,13) 2940,89 ± 444,85	–	–	19247,5	0,00001
Largura do raio (µm)	29,33 (60,53) 100,63 ± 16,51	31,99 (61,47) 107,48 ± 16,26	–	–	24896,5	0,76296
Largura do raio (número de células)	2 (3,08) 5 ± 0,78	2 (3,19) 5 ± 0,80	–	–	23165,5	0,11958

Nota:* caracteres anatômicos que evidenciaram diferença significativa para teste Mann-Whitney U com $p < 0,05$

Tabela 3 - Análise quantitativa dos caracteres anatômicos do lenho dos indivíduos pistilados e estaminados de *Schinus terebinthifolia.(continua)*

Caracteres Anatômicos	Pistilado	Estaminado	Teste t		Teste Mann Whitney U	
	Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão	**Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão**	***t***	***p***	**U**	***p***
Frequência de elementos de vaso/mm²	60 (91,37) 117 ± 12,94	58 (95,59) 144 ± 16,66	-1,89838	0,05926	–	–
Diâmetro tangencial dos elementos de vaso (µm)	62,98 (109,29) 165,32 ± 20,23	71,25 (109,47) 163,03 ± 16,73	–	–	25252	0,96501
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	389,79 (737,59) 1069,17 ± 136,37	399,05 (739,99) 1090,35 ± 137,65	-0,18581	0,85267	–	–
Espessura da parede dos elementos de vaso (µm)	3,05 (4,20) 5,95 ± 0,27	2,70 (4,28) 6,15 ± 0,33	–	–	23735	0,25210
Diâmetro da câmara das pontoações intervasculares (µm)	9,39 (12,21) 15,96 ± 1,24	9,19 (12,05) 15,49 ± 1,26	0,84078	0,40159	–	–
Diâmetro da abertura das pontoações intervasculares (µm)	3,44 (5,50) 7,97 ± 0,86	4,31 (5,56) 8,03 ± 0,70	–	–	3996,5	0,87835
Diâmetro da câmara das pontoações raio-vasculares (µm)	11,40 (16,13) 23,66 ± 2,74	11,10 (16,13) 23,31 ± 2,98	-0,00589	0,99530	–	–
Diâmetro da abertura das pontoações raio-vasculares (µm)	8,39 (12,71) 19,88 ± 2,60	8,00 (12,77) 19,43 ± 2,71	-0,14775	0,882704	–	–
Diâmetro da câmara das pontoações parênquimo-vasculares (µm)	11,70 (15,97) 22,41 ± 2,51	11,64 (16,49) 22,23 ± 2,51	-1,4198	0,15741	–	–
Diâmetro da abertura das pontoações parênquimo-vasculares (µm)	7,98 (12,40) 19,81 ± 2,33	7,21 (12,74) 19,13 ± 2,42	-0,95799	0,33936	–	–
*Comprimento da fibra (µm)	812,72 (1364,58) 1897,65 ± 219,53	701,68 (1307,70) 1846,92 ± 201,73	2,86189	0,004408	–	–
**Diâmetro da fibra (µm)	30,88 (44,46) 61,71 ± 5,71	31,22 (43,30) 62,21 ± 5,70	–	–	22445	0,03763
**Lúmen da fibra (µm)	14,95 (27,87) 42,87 ± 5,35	14,66 (25,71) 43,27 ± 5,30	–	–	22088,5	0,01942

Caracteres Anatômicos	Pistilado	Estaminado	Teste t		Teste Mann Whitney U	
	Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão	**Mínima (Média) Máxima ± Desvio Padrão**	***t***	***p***	**U**	***p***
Espessura da parede das fibras (µm)	4,52 (8,80) 12,22 ± 1,23	5,60 (8,80) 14,74 ± 1,35	0,01747	0,98606	–	–
Pontoações das fibras (µm)	0,68 (0,91) 1,22 ± 0,10	0,61 (0,90) 1,25 ± 0,13	–	–	3887	0,64097
Altura da série de parênquima axial (µm)	323,03 (740,54) 1305,67 ± 175,99	417,07 (742,76) 1196,52 ± 160,30	-0,13983	0,88885	–	–
Altura da série de parênquima axial (número de células)	2 (4,01) 9 ± 1,49	2 (4,07) 9 ± 1,51	–	–	24682	0,64760
Frequência total de raios/mm' (unisseriados e multisseriados)	6 (9,34) 14 ± 1,87	6 (9,38) 15 ± 1,81	–	–	15939	0,79149
Frequência de raios/mm' (multisseriados)	5 (8,22) 13 ± 1,81	4 (8,13) 12 ± 1,63	–	–	16038,5	0,87005
Frequência de raios/mm' (unisseriados)	0 (1,04) 4 ± 0,59	0 (1,25) 5 ± 1,03	–	–	15238	0,32985
Altura dos raios multisseriados (µm)	266,83 (556,57) 1183,90 ± 149,28	239,96 (588,26) 1231,79 ± 184,82	–	–	23436	0,17370
Largura do raio (µm)	31,99 (51,13) 82,65 ± 9,85	31,99 (52,45) 93,47 ± 10,21	–	–	23599,5	0,21428
Largura do raio (número de células)	2 (2,44) 4 ± 0,54	2 (2,41) 4 ± 0,53	–	–	24668,5	0,64058

Nota: *caracteres anatômicos que evidenciaram diferença significativa para teste T de Student com $p < 0,05$; ** caracteres anatômicos que evidenciaram diferença significativa para teste Mann-Whitney U com $p < 0,05$

Tabela 4 – Índices de mesomorfia, vulnerabilidade e condutividade de *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia.*

Indivíduos	Índices	Pistilados	Estaminados	*t* de Student	
				p	*t*
Clusia fluminensis	Vulnerabilidade	1,36	1,40	0,7114	-0,37662
	Mesomorfia	1.268,72	1.277,46	0,9150	-0,10846
	Condutividade	24.784,57	37.021,65	*0,0359	-2,29119
Schinus terebinthifolia	Vulnerabilidade	1,22	1,17	0,7039	0,38699
	Mesomorfia	906,84	876,61	0,7911	0,26931
	Condutividade	110.044,67	103.467,65	0,8102	0,24420

Nota:* representa uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

4.3 **Análise interespecífica do lenho**

O teste ANOVA fatorial avaliou as variáveis que influenciaram os parâmetros anatômicos aferidos: espécie (*Clusia fluminensis* e *Schinus terebinthifolia*) e tipo de esporófito (pistilado e estaminado).

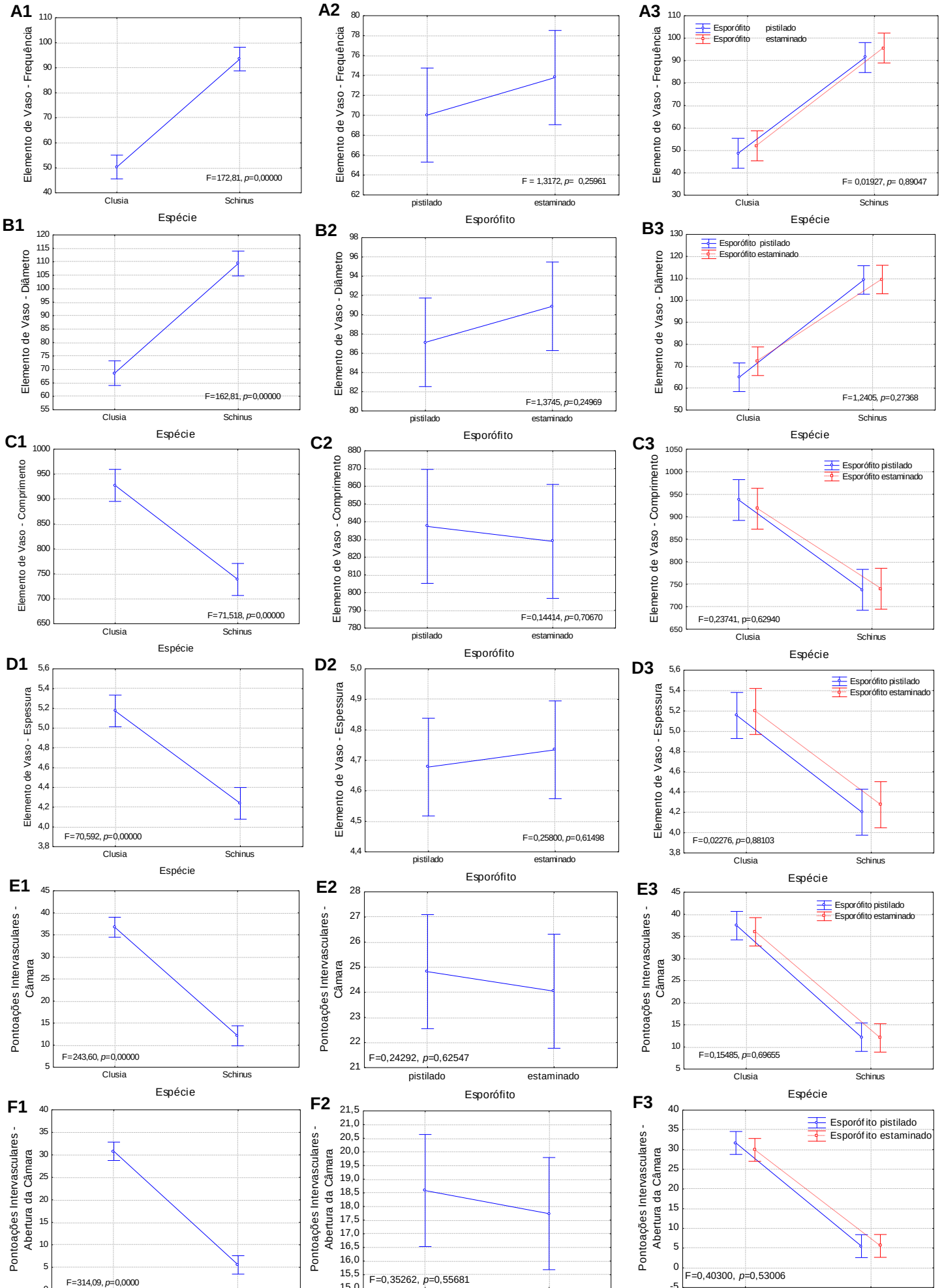
Dos 23 parâmetros anatômicos analisados, 17 apresentaram diferenças significativas entre as duas espécies (Tabela 5, Figura 15). Já em relação aos dois tipos de esporófitos, apenas no parâmetro frequência de raios (unisseriados e multisseriados) foi observada diferença significativa em que os indivíduos estaminados apresentaram valores superiores (Figura 15R2). Em relação ao confronto entre tipo de esporófito x espécie foram observadas diferenças significativas em três parâmetros: frequência de raios (unisseriados e multisseriados), frequência de raios (multisseriados) e altura dos raios multisseriados (Tabela 5, Figura 15R3, 15S3 e 15U3) em que os valores dos indivíduos estaminados foram superiores nos parâmetros relacionados a frêquencia de raios totais.

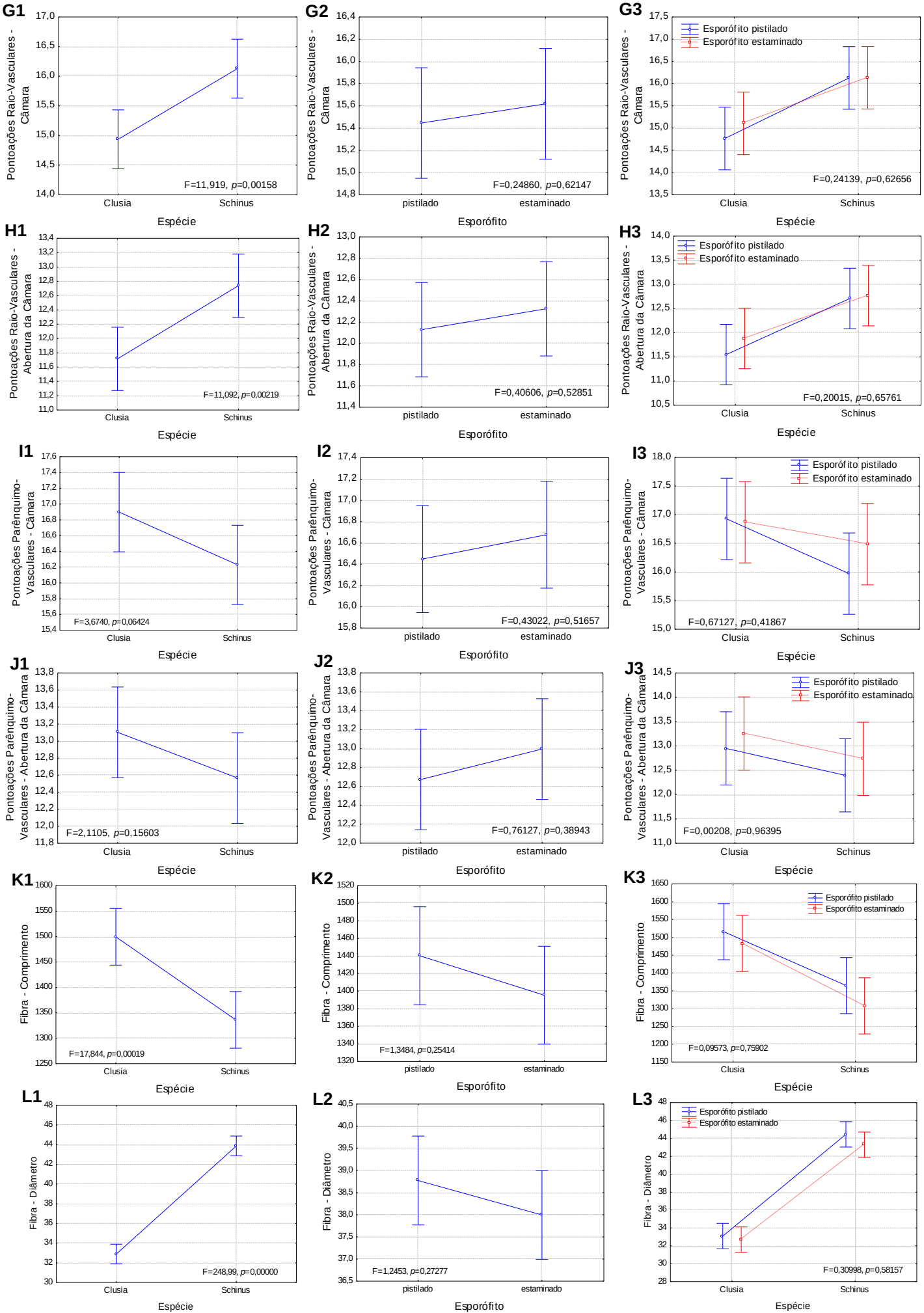
Além disso, foi observado em sete parâmetros analisados um padrão de variação em que indivíduos estaminados e pistilados de cada espécie se comportam de forma similar. Nos parâmetros freqüência de elementos de vaso (Figura 15A3), espessura da parede de elementos de vaso (Figura 15D3), abertura da pontoação raio-vascular (Figura 15H3), abertura da pontoação parênquimo-vascular (Figura 15J3), freqüência de raios (multisseriados e

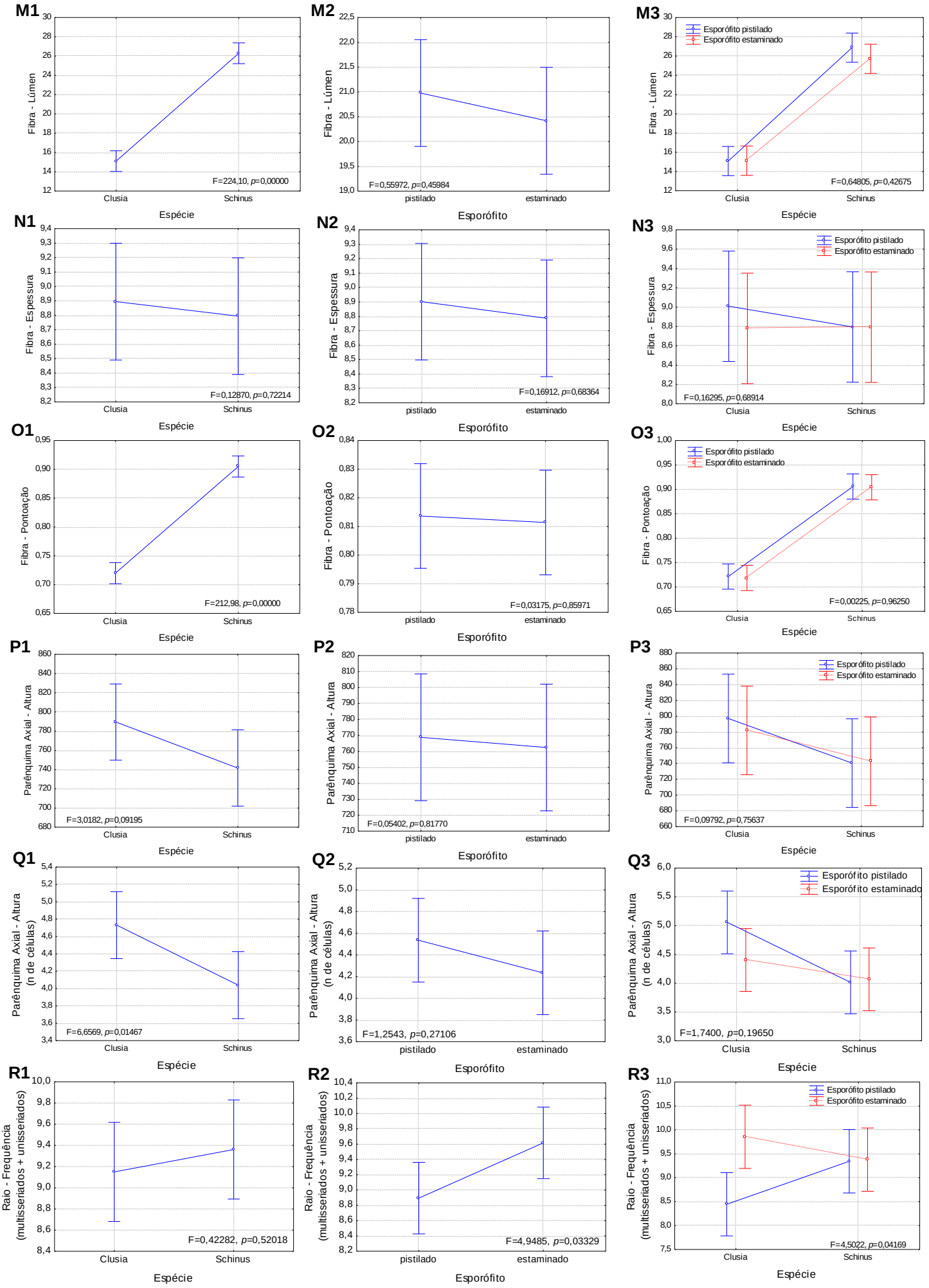
unisseriados) (Figura 15R3), freqüência de raios (unisseriados) (Figura 15T3) e largura dos raios (Figura 15V3) os indivíduos estaminados apresentam valores superiores aos pistilados em ambas às espécies.

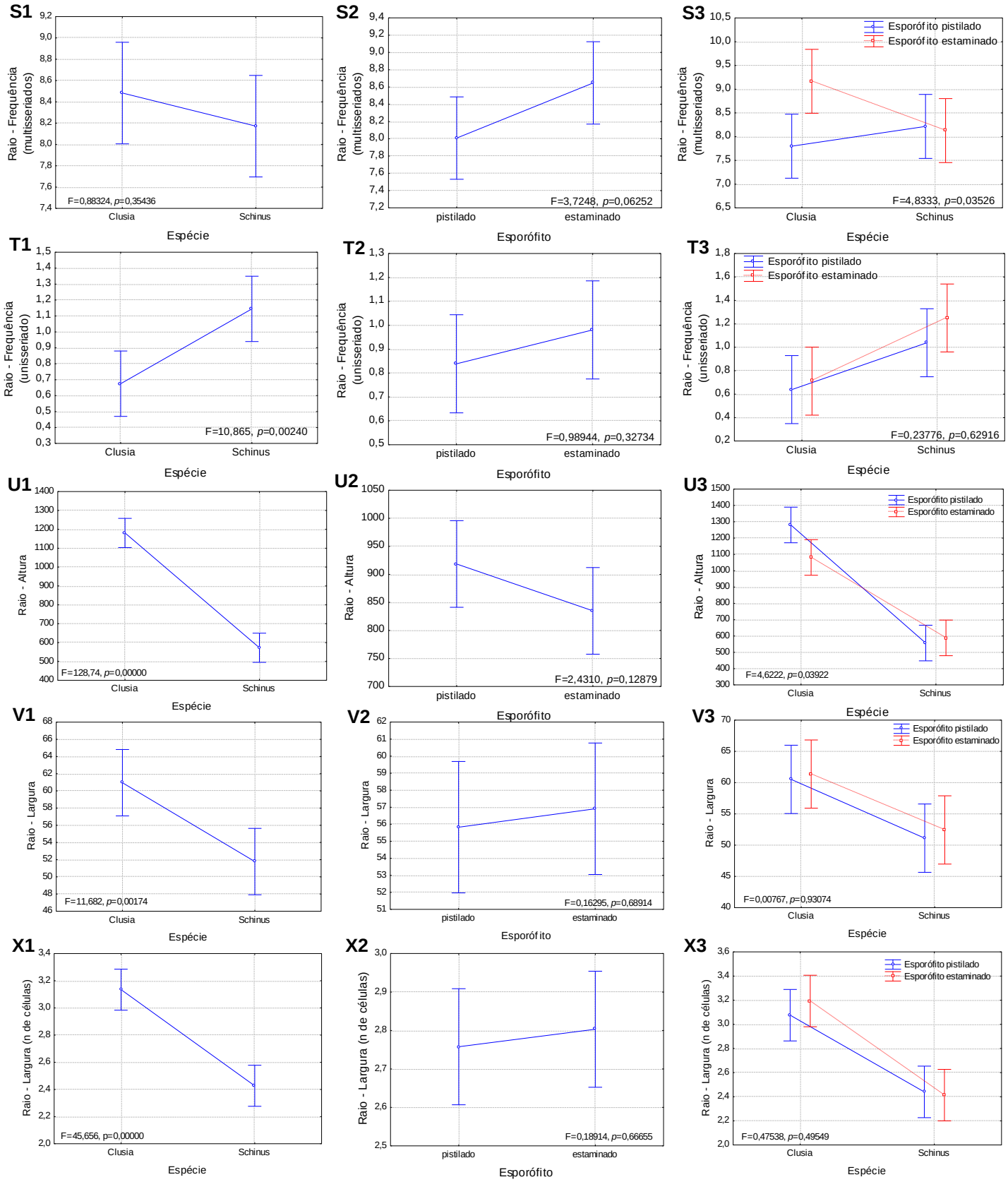
O teste de Tukey foi realizado nos três parâmetros anatômicos que apresentaram diferença significativa em relação ao confronto entre tipo de esporófito x espécie e mostrou qual fator influenciou na diferença que foi observada (Tabela 6).

Figura 15 - Teste ANOVA Fatorial para os 23 caracteres anatômicos aferidos (continua)




G1
Pontoações Raio-Vasculares - Câmara
F=11,919, p=0,00158
Clusia
Schinus
Espécie
G2
Pontoações Raio-Vasculares - Câmara
F=0,24860, p=0,62147
pistilado
estaminado
Esporófito
G3
Pontoações Raio-Vasculares - Câmara
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
F=0,24139, p=0,62656
Clusia
Schinus
Espécie
H1
Pontoações Raio-Vasculares - Abertura da Câmara
F=11,092, p=0,00219
Clusia
Schinus
Espécie
H2
Pontoações Raio-Vasculares - Abertura da Câmara
F=0,40606, p=0,52851
pistilado
estaminado
Esporófito
H3
Pontoações Raio-Vasculares - Abertura da Câmara
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
F=0,20015, p=0,65761
Clusia
Schinus
Espécie
I1
Pontoações Parênquimo-Vasculares - Câmara
F=3,6740, p=0,06424
Clusia
Schinus
Espécie
I2
Pontoações Parênquimo-Vasculares - Câmara
F=0,43022, p=0,51657
pistilado
estaminado
Esporófito
I3
Pontoações Parênquimo-Vasculares - Câmara
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
F=0,67127, p=0,41867
Clusia
Schinus
Espécie
J1
Pontoações Parênquimo-Vasculares - Abertura da Câmara
F=2,1105, p=0,15603
Clusia
Schinus
Espécie
J2
Pontoações Parênquimo-Vasculares - Abertura da Câmara
F=0,76127, p=0,38943
pistilado
estaminado
Esporófito
J3
Pontoações Parênquimo-Vasculares - Abertura da Câmara
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
F=0,00208, p=0,96395
Clusia
Schinus
Espécie
K1
Fibra - Comprimento
F=17,844, p=0,00019
Clusia
Schinus
Espécie
K2
Fibra - Comprimento
F=1,3484, p=0,25414
pistilado
estaminado
Esporófito
K3
Fibra - Comprimento
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
F=0,09573, p=0,75902
Clusia
Schinus
Espécie
L1
Fibra - Diâmetro
F=248,99, p=0,00000
Clusia
Schinus
Espécie
L2
Fibra - Diâmetro
F=1,2453, p=0,27277
pistilado
estaminado
Esporófito
L3
Fibra - Diâmetro
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
F=0,30998, p=0,58157
Clusia
Schinus
Espécie


M1
Fibra - Lúmen
F=224,10, p=0,00000
Clusia
Schinus
Espécie
M2
Fibra - Lúmen
F=0,55972, p=0,45984
pistilado
estaminado
Esporófito
M3
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
Fibra - Lúmen
F=0,64805, p=0,42675
Clusia
Schinus
Espécie
N1
Fibra - Espessura
F=0,12870, p=0,72214
Clusia
Schinus
Espécie
N2
Fibra - Espessura
F=0,16912, p=0,68364
pistilado
estaminado
Esporófito
N3
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
Fibra - Espessura
F=0,16295, p=0,68914
Clusia
Schinus
Espécie
O1
Fibra - Pontoação
F=212,98, p=0,00000
Clusia
Schinus
Espécie
O2
Fibra - Pontoação
F=0,03175, p=0,85971
pistilado
estaminado
Esporófito
O3
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
Fibra - Pontoação
F=0,00225, p=0,96250
Clusia
Schinus
Espécie
P1
Parênquima Axial - Altura
F=3,0182, p=0,09195
Clusia
Schinus
Espécie
P2
Parênquima Axial - Altura
F=0,05402, p=0,81770
pistilado
estaminado
Esporófito
P3
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
Parênquima Axial - Altura
F=0,09792, p=0,75637
Clusia
Schinus
Espécie
Q1
Parênquima Axial - Altura
(n de células)
F=6,6569, p=0,01467
Clusia
Schinus
Espécie
Q2
Parênquima Axial - Altura
(n de células)
F=1,2543, p=0,27106
pistilado
estaminado
Esporófito
Q3
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
Parênquima Axial - Altura
(n de células)
F=1,7400, p=0,19650
Clusia
Schinus
Espécie
R1
Raio - Frequência
(multisseriados + unisseriados)
F=0,42282, p=0,52018
Clusia
Schinus
Espécie
R2
Raio - Frequência
(multisseriados + unisseriados)
F=4,9485, p=0,03329
pistilado
estaminado
Esporófito
R3
Esporófito pistilado
Esporófito estaminado
Raio - Frequência
(multisseriados + unisseriados)
F=4,5022, p=0,04169
Clusia
Schinus
Espécie



Legenda: Gráficos A1 a X1 – Relação entre os valores quantitativos dos caracteres anatômicos analisados e as espécies. A2 a X2 – Relação entre os valores quantitativos dos caracteres anatômicos analisados e os tipos de esporófitos. A3 a X3 – Relação entre os valores quantitativos dos caracteres anatômicos analisados, as espécies e os tipos de esporófitos.

Tabela 5 - Resultados do teste ANOVA Fatorial (F) para os caracteres anatômicos do lenho em relação aos tipos de esporófitos (pistilados e estaminados) e às espécies *Clusia fluminensis* e *Schinus terebinthifolia*.

Caracteres Anatômicos	Espécie (Clusia/Schinus)		Esporófito (Pistilado/Estaminado)		Esporófito x Espécie	
	F	*p*	F	*p*	F	*p*
Frequência de elementos de vaso/mm²	172,81	0,0000*	1,1317	0,2596	0,0193	0,8905
Diâmetro tangencial dos elementos de vaso (µm)	162,81	0,0000*	1,3745	0,2496	1,2405	0,2737
Comprimento dos elementos de vaso (µm)	71,518	0,0000*	0,1441	0,7067	0,2374	0,6294
Espessura da parede dos elementos de vaso (µm)	70,592	0,0000*	0,2580	0,6149	0,0228	0,8810
Diâmetro da câmara das pontoações intervasculares (µm)	243,60	0,0000*	0,2429	0,6255	0,1549	0,6966
Diâmetro da abertura das pontoações intervasculares (µm)	314,09	0,0000*	0,3526	0,5568	0,4030	0,5301
Diâmetro da câmara das pontoações raio-vasculares (µm)	11,919	0,0015*	0,2486	0,6215	0,2414	0,6266
Diâmetro da abertura das pontoações raio-vasculares (µm)	11,092	0,0022*	0,4061	0,5285	0,2001	0,6576
Diâmetro da câmara das pontoações parênquimo-vasculares (µm)	3,6740	0,0642	0,4302	0,5166	0,6713	0,4187
Diâmetro da abertura das pontoações parênquimo-vasculares (µm)	2,1105	0,1560	0,7613	0,3894	0,0021	0,9640
Comprimento da fibra (µm)	17,844	0,0002*	1,3484	0,2541	0,0957	0,7590
Diâmetro da fibra (µm)	248,99	0,0000*	1,2453	0,2728	0,3099	0,5816
Lúmen da fibra (µm)	224,10	0,0000*	0,5597	0,4598	0,6481	0,4268
Espessura da parede das fibras (µm)	0,1287	0,7221	0,1691	0,6836	0,1630	0,6891
Pontoações das fibras (µm)	212,98	0,0000*	0,0318	0,8597	0,0023	0,9625
Altura da série de parênquima axial (µm)	3,0182	0,0920	0,0540	0,8177	0,0979	0,7564
Altura da série de parênquima axial (número de células)	6,6569	0,0147*	1,2543	0,2711	1,7400	1,9650
Frequência total de raios/mm' (unisseriados e multisseriados)	0,4228	0,5202	4,9485	0,0333*	4,5022	0,0417*
Frequência de raios/mm' (multisseriados)	0,8832	0,3544	3,7248	0,0625	4,8333	0,0353*
Frequência de raios/mm' (unisseriados)	10,865	0,0024*	0,9894	0,3273	0,2378	0,6292
Altura dos raios multisseriados (µm)	128,74	0,0000*	2,4310	0,1288	4,622	0,0392*
Largura do raio (µm)	11,682	0,0017*	0,1630	0,6891	0,0077	0,9307
Largura do raio (número de células)	46,656	0,0000*	0,1891	0,6666	0,4754	0,4955

Nota: *representa uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Tabela 6 - Resultados do teste de Tukey (*post-hoc* do teste ANOVA) realizado com os parâmetros anatômicos que apresentaram diferença estatisticamente significativa quando correlacionado Esporófito X Espécie.

Caracteres anatômicos		**Espécie**	**Esporófito**				
				{1} 8,4444	**{2} 9,8556**	**{3} 9,3444**	**{4} 9,3778**
Raio - Frequencia (multisseriado + unisseriado)	**1**	*C. fluminensis*	pistilado		0,021358*	0,224262	0,197523
	2	*C. fluminensis*	estaminado	0,021358*		0,684278	0,727252
	3	*S. terebinthifolia*	pistilado	0,224262	0,684278		0,999875
	4	*S. terebinthifolia*	estaminado	0,197523	0,727252	0,999875	
				{1} 7,8000	**{2} 9,1667**	**{3} 8,2167**	**{4} 8,1276**
Raio -Frequência (multisseriado)	**1**	*C. fluminensis*	pistilado		0,030895*	0,810096	0,896331
	2	*C. fluminensis*	estaminado	0,030895*		0,198765	0,139810
	3	*S. terebinthifolia*	pistilado	0,810096	0,198765		0,997581
	4	*S. terebinthifolia*	estaminado	0,896331	0,139810	0,997581	
				{1} 1280,4	**{2} 1081,5**	**{3} 556,57**	**{4} 588,26**
Raio – Altura	**1**	*C. fluminensis*	pistilado		0,060743	0,000165*	0,000165*
	2	*C. fluminensis*	estaminado	0,060743		0,000165*	0,000166*
	3	*S. terebinthifolia*	pistilado	0,000165*	0,000165		0,975113
	4	*S. terebinthifolia*	estaminado	0,000165*	0,000166	0,975113	

Nota: *representa uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

4.4 **Análise do comportamento fenológico de *Schinus terebinthifolia***

4.4.1 Fenologia vegetativa

O monitoramento da fenologia vegetativa ao longo de 21 meses mostrou que os indivíduos da espécie nunca ficaram completamente sem folhas e que apresentaram contínuo brotamento, principalmente, na parte dos ramos mais expostas ao sol.

Os indivíduos pistilados e estaminados de *S. terebinthifolia* apresentaram os valores mais baixos de intensidade da fenofase folhas jovens no mês de setembro, tanto no ano de 2015 quanto de 2016, enquanto que em dezembro de 2015, novembro de 2016 e janeiro de 2017 ambos os tipos de esporófitos apresentaram os picos de intensidade dessa fenofase (Gráfico 1).

Na fenofase brotamento foliar foi observada várias quedas de intensidade em: dezembro de 2015, abril de 2016, dezembro de 2016, fevereiro de 2017 e abril de 2017. Além disso, no mês de maio de 2016 houve um pico

de intensidade somente nos indivíduos estaminados, enquanto que os indivíduos pistilados apresentaram menor elevação da intensidade de brotamento nesse mesmo período (menor 17%) (Gráfico 2).

Em relação às folhas adultas, esta fenofase apresentou maior queda de intensidade no mês de janeiro dos anos de 2016 e 2017 e maiores elevações de intensidade, nos meses de julho de 2016, dezembro de 2016, fevereiro de 2017, abril de 2017 e maio de 2017, em ambos os tipos de esporófitos (Gráfico 3).

A fenofase abscisão foliar foi semelhante para os dois grupos de esporófitos, apresentando picos de intensidade nos meses de outubro de 2015, maio de 2016 e setembro de 2016. Além disso, a partir do mês de novembro de 2016, essa fenofase apresentou valores mais baixos e mais constantes (Gráfico 4).

Folhas senescentes foram observadas em todos os indivíduos ao longo de todo período de observação. No entanto, devido aos seus baixos valores não foram avaliadas pela metodologia de Fournier. Vale ressaltar que apenas no mês de janeiro de 2017 foi observada uma quantidade considerável de folhas senescentes em 58% dos indivíduos monitorados.

Gráfico 1 – Índice de Fournier para a fenofase folhas jovens no período de setembro/2015 a maio/2017.

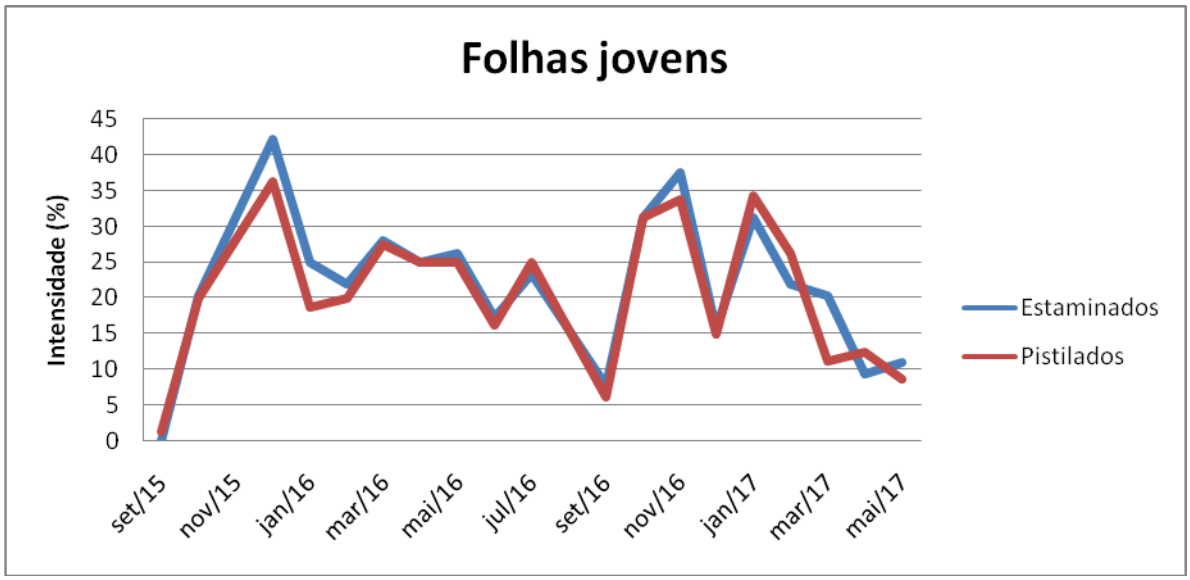


Gráfico 2 – Índice de Fournier para a fenofase brotamento no período de setembro/2015 a maio/2017.

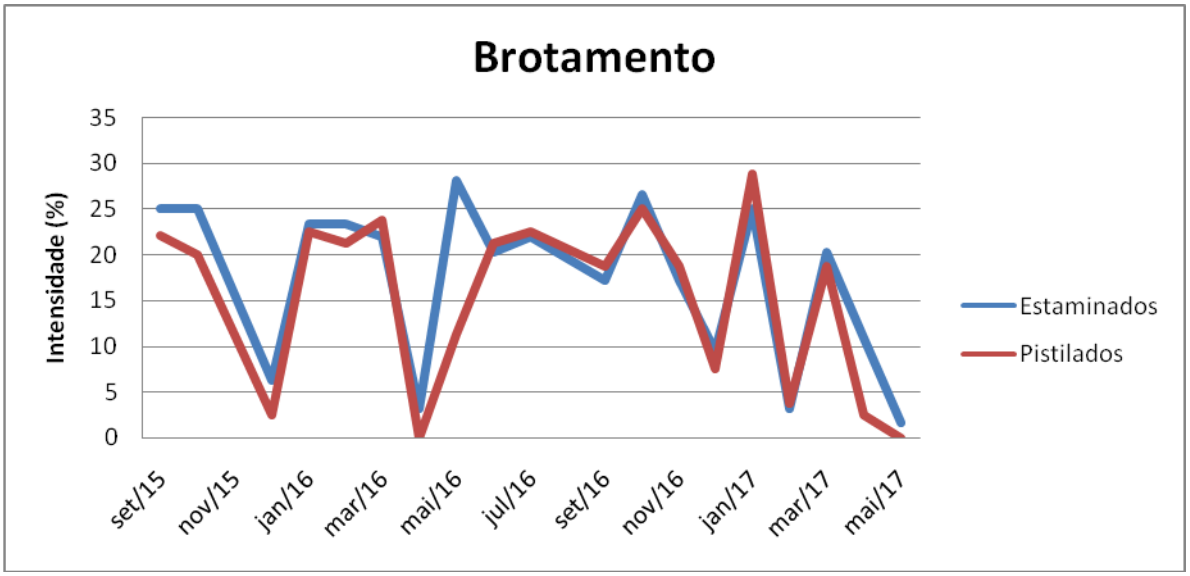


Gráfico 3 – Índice de Fournier para a fenofase folhas adultas no período de setembro/2015 a maio/2017.

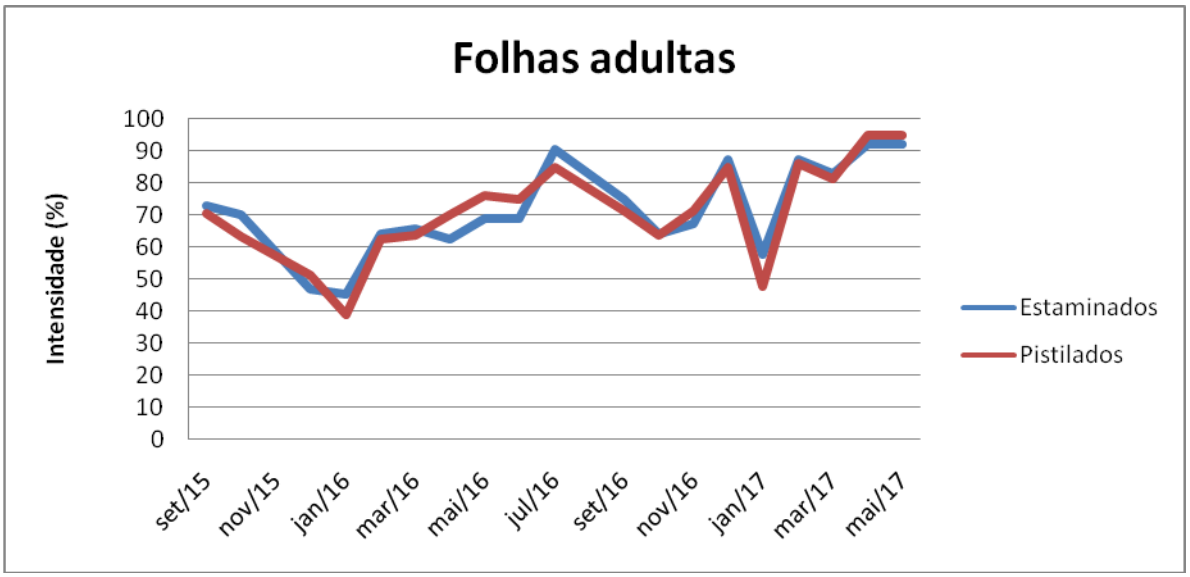
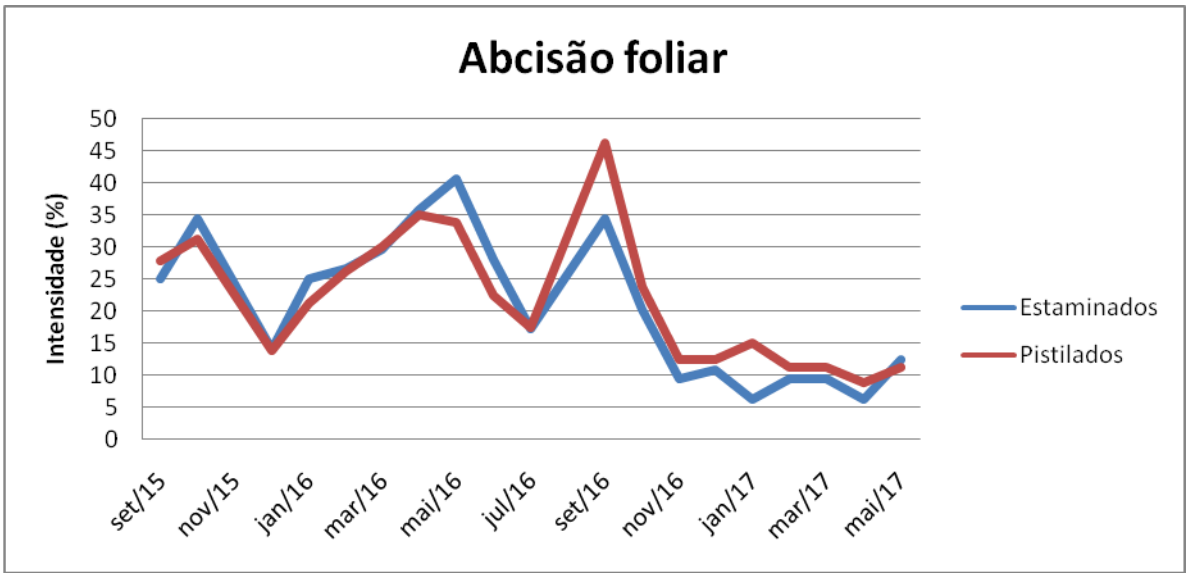


Gráfico 4 – Índice de Fournier para a fenofase abscisão foliar no período de setembro/2015 a maio/2017.



4.4.2 Fenologia reprodutiva

O período de floração de *S. terebinthifolia* ocorreu de janeiro a abril de 2016 e de fevereiro a abril de 2017, apresentando pico de intensidade no mês de março tanto no ano de 2016 como de 2017. Cabe destacar que 100% dos indivíduos estaminados apresentaram intensidade máxima desta fenofase em março de 2016. Outro aspecto importante, é que um segundo pico de floração ocorreu em novembro de 2016, com maior intensidade nos indivíduos estaminados (Gráfico 5).

A presença de frutos foi observada nos indivíduos pistilados durante todo o período de monitoramento, sendo os picos de intensidade máxima (100%) no mês de abril dos anos de 2016 e 2017, reunindo tanto frutos imaturos como maduros (Gráfico 6). O pico de intensidade de frutos imaturos ocorreu em abril, tanto em 2016 como em 2017. Os frutos maduros foram observados em maior intensidade no mês imediatamente posterior, maio de 2016 e de 2017 (Gráfico 7). Apesar de não ser em grandes quantidades, os frutos secos foram observados constantemente nos indivíduos pistilados em todos os meses de monitoramento, e, excetuando os meses de pico de frutificação. Estes eram os únicos tipos de frutos encontrados (Gráfico 7).

Gráfico 5 – Índice de Fournier para a fenofase floração no período de setembro/2015 a maio/2017.

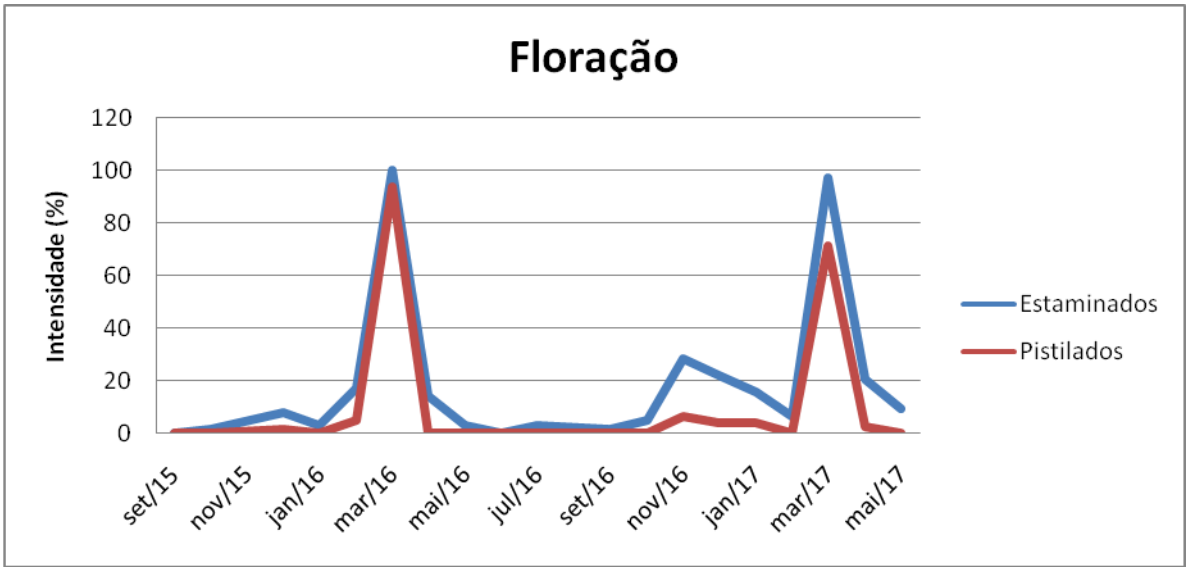


Gráfico 6 – Índice de Fournier para a fenofase frutificação no período de setembro/2015 a maio/2017dos indivíduos pistilados.

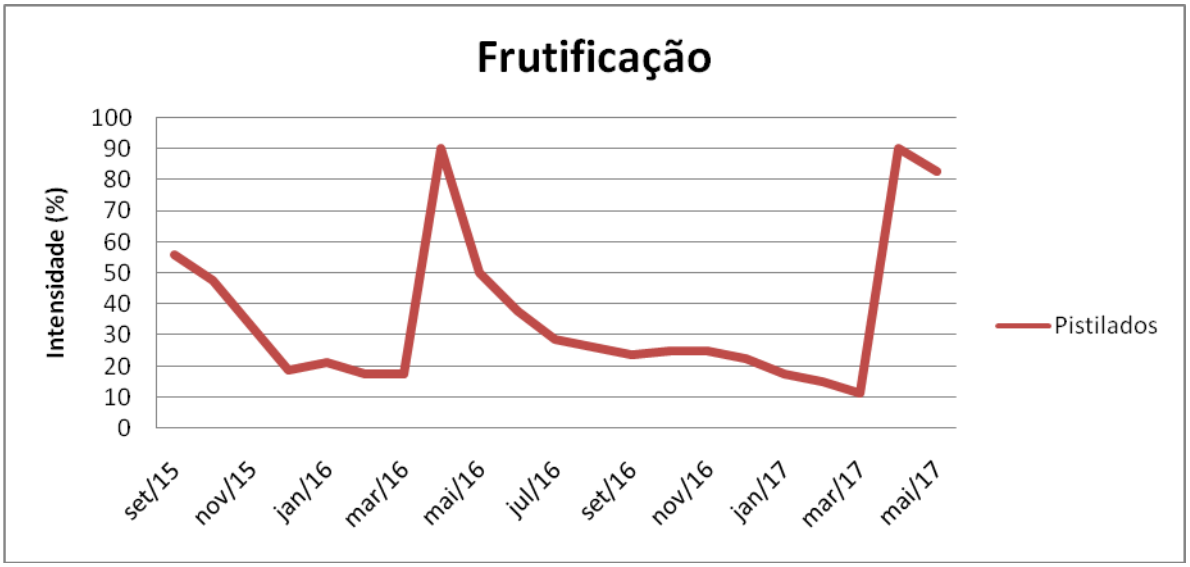
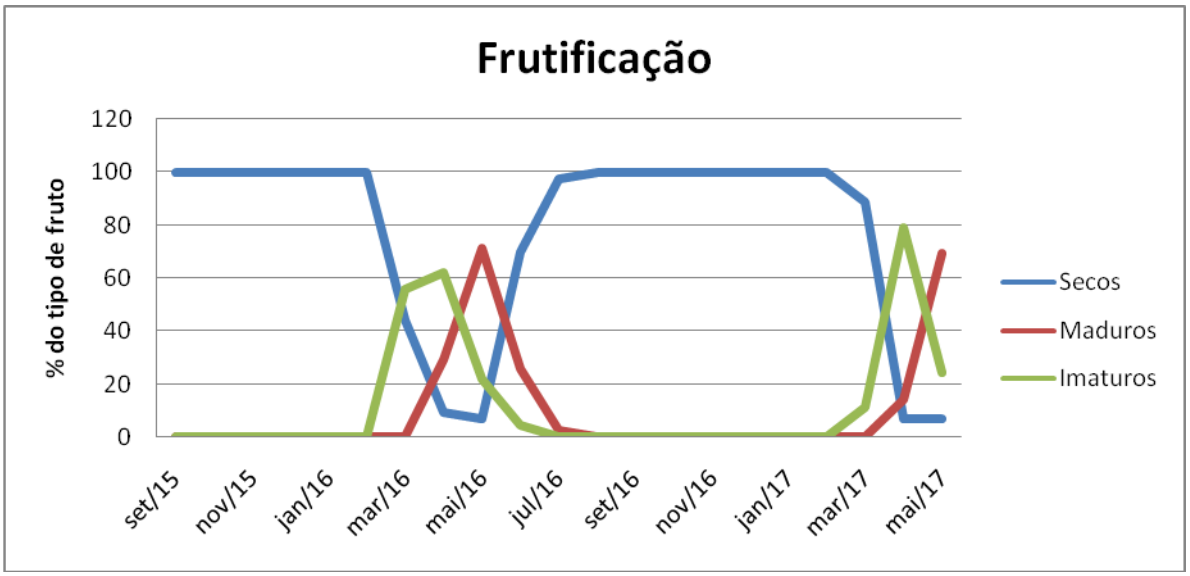


Gráfico 7 – Intensidade da frutificação dos indivíduos pistilados e proporção das formas dos frutos período de setembro/2015 a maio/2017.



4.4.3 Índice de sincronia

Os índices de sincronia calculados da fenofase floração foram altos tanto para os indivíduos pistilados quanto para os estaminados (Tabela 7). O maior índice foi observado nos indivíduos pistilados no primeiro período analisado (Z=0,8908), enquanto que no segundo período desses indivíduos o valor encontrado foi menor. Em relação aos indivíduos estaminados, os índices calculados foram próximos entre si e superiores a 0,66 nos dois períodos. Para os dois grupos de esporófitos reunidos os índices de sincronia também foram altos (Tabela 7).

No que se refere à fenofase frutificação, os resultados dos cálculos dos índices de sincronia foram altos em ambos os períodos de análise (Tabela 7).

Tabela 7 - Índice de sincronia (Z) da espécie *S. terebinthifolia.*

Período	Pistilados		Estaminados	Pistilados + Estaminados
	Floração (Z)	Frutificação (Z)	Floração (Z)	Floração (Z)
2015/2016	0,8908	0,9072	0,6675	0,7413
2016/2017	0,6803	0,8804	0,6919	0,6541

5 DISCUSSÃO

O lenho de *Clusia fluminensis* apresentou características típicas da tribo Clusieae como: presença de elementos de vaso com placas de perfuração simples, parênquima axial paratraqueal e fibras septadas e ausência de traqueides (METCALFE & CHALK, 1950). Além disso, apresentou características comuns com *Clusia criuva* Camb., descrita quanto a anatomia do lenho, como portadora de: porosidade difusa; elementos de vaso com apêndices de curtos a longos, podendo apresentar pontoações escalariformes; tilos; duas formas distintas de fibras (mais estreitas e com extremidades afiladas e mais largas com extremidades arredondadas), fibras septadas e fibras gelatinosas (ESEMANN-QUADROS, 2001).

O lenho de *Schinus terebinthifolia* apresentou características comuns às descritas para a família Anacardiaceae, como: placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, parênquima paratraqueal vasicêntrico, raios heterogêneos, presença de canais resiníferos radiais, fibras septadas com pontoações simples e presença de fibras gelatinosas (METCALFE & CHALK, 1950). A anatomia do lenho de *S. terebinthifolia* descrita por Cury (2001) foi corroborada pela descrição anatômica qualitativa realizada neste trabalho. Todavia, independente do tipo de esporófito, os valores apresentados foram menores em relação ao comprimento dos elementos de vaso (380 µm) e das fibras (770 µm) e à altura dos raios (242 µm). A variação quantitativa do lenho relacionada a fatores ambientais tem sido frequentemente descrita na literatura (por exemplo: METCALFE & CHALK 1983; FAHN, WERKER & BAAS, 1986; WHEELER & BAAS 1991; DICKISON 2000; NOSHIRO & BAAS 2000; LIU & NOSHIRO 2003; MARQUES *et al*. 2012). De acordo com esses autores, quanto maiores à latitude e a altitude, e menor a disponibilidade de água, os elementos de vaso tornam-se mais curtos, estreitos ocorrendo com maior frequência, e as fibras apresentam-se mais curtas e com paredes mais espessas. As diferenças observadas em relação aos indivíduos de *S. terebinthifolia* estudados neste trabalho e em Cury (2001) podem estar relacionadas ao sítio de amostragem e indicam melhor disponibilidade de água para os indivíduos que se desenvolvem no PEIG.

Embora pouco considerada, a variação quantitativa do lenho tem sido investigada entre diferentes esporófitos de espécies dióicas (ZHENG & CHENG 1998; DÜNISCH, REISSMAN & OLISZESKI, 2004). Os custos reprodutivos são diferentes entre os indivíduos estaminados e pistilados. Estes últimos necessitam de maior alocação de recursos para a produção dos frutos, por ser este um processo metabolicamente exigente (WALLACE & RUNDEL, 1979; MATSUYAMA & SAKIMOTO, 2008). Autores como Obeso, Alvarez-Santullano & Retuerto (1998) e Chen *et al.* (2010) relacionam esse maior custo reprodutivo a um menor porte arbóreo dos indivíduos pistilados. No entanto, nem sempre a diferença em altura tem sido constatada entre os tipos de esporófitos (WALLACE & RUNDEL, 1979), resultado corroborado nas duas espécies aqui estudadas.

Dünisch, Reissman & Oliszeski (2004) observaram que não existem diferenças qualitativas, seja no lenho juvenil ou maduro entre indivíduos pistilados e estaminados de *Ilex paraguariensis* St. Hill (Aquifoliaceae). Embora os autores tenham observados diferenças quantitativas relacionadas aos elementos de vaso, estas não foram estatisticamente significativas. Ao contrário, Zheng & Cheng (1998), comparando 21 caracteres anatômicos do lenho de indivíduos estaminados e pistilados de três espécies distintas (*Bischofia javanica* Bl. - Euphorbiaceae, *Flacourtia rukan* Zoll., &. Mor. - Flacourtiaceae, *Nephelium lappaceum* L. - Sapindaceae), observaram diferenças quantitativas significativas em diversos dos parâmetros avaliados. Assim como nas espécies estudadas por Zheng & Cheng (1998), neste trabalho foi possível constar diferenças quantitativas significativas entre os esporófitos pistilados e estaminados de *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia*. Dos seis caracteres de *C. fluminensis* que variaram significativamente, quatro (diâmetro tangencial dos elementos de vaso, frequência de elementos de vaso, frequência total de raios e frequência de raios multisseriados) também foram observados em pelo menos uma das três espécies estudadas por Zheng & Cheng (1998). Em relação a *S. terebinthifolia*, os três caracteres relacionados às fibras que apresentaram diferença estatisticamente significativa, também foram observados em pelo menos uma das três espécies estudadas por Zheng & Cheng (1998). Assim como observado para *N. lappaceum* e *B. javanica* (ZHENG & CHENG, 1998)*, C. fluminensis e S. terebinthifolia* apresentam maior

frequência e maior diâmetro dos elementos de vasos em indivíduos estaminados.

O cálculo dos índices de Mesomorfia, Vulnerabilidade e/ou Condutividade utilizados para comparar a influência do ambiente sobre a estrutura da madeira e o transporte de água foi realizado por Novaes *et al.* (2010) para a espécie de Restinga *Mollinedia glabra* (Spreng.) Perkins (Monimiaceae) e foram observados valores para mesomorfia superiores a 200 e de vulnerabilidade, inferiores a 1. Além disso, Marques *et al.* (2012) compararam o lenho de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) em duas diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa e Restinga). Observaram que nos dois ambientes os índices de vulnerabilidade foram inferiores a 1, os de mesomorfia foram abaixo de 200 e os índices de condutividade foram mais altos na Floresta Ombrófila Densa. Estes autores concluíram que existe maior eficiência na condução hídrica nesta fitofisionomia quando comparada à Restinga. Posteriormente, no trabalho de Bächtold & Melo Júnior (2015), realizado em duas áreas de Restinga (Restinga arbustivo-arbórea e floresta de transição), foram calculados os mesmos índices para *Calophyllum brasiliense* Camb. (Calophyllaceae), mostrando que a espécie não é vulnerável e nem mesomórfica e que apresenta condutividade melhor na Restinga arbustivo-arbórea. Neste trabalho, os valores dos índices de mesomorfia e vulnerabilidade em *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia* foram superiores aos descritos por Carlquist (1977) para espécies desenvolvidas sob estresse hídrico, seja para indivíduos pistilados ou estaminados. Todavia, cabe destacar que as espécies não apresentaram um padrão único quando os diferentes grupos de esporófitos foram comparados. Em *C. fluminensis*, embora apenas o índice de condutividade tenha apresentado diferença estatística significativa, os valores de menor vulnerabilidade e maior mesomorfia e condutividade foram observados nos indivíduos estaminados. Em *S. terebinthifolia* uma relação inversa foi observada, todavia, nenhum dos índices apresentou diferença significativa entre os dois grupos de esporófitos. Nota-se ainda, que tanto na análise das espécies aqui estudadas como naquelas citadas da literatura (NOVAES *et al*., 2010; MARQUES *et al*., 2012; BÄCHTOLD & MELO JÚNIOR, 2015), não ocorre a formação de um padrão

típico desses índices para as espécies de Restinga, ou seja, de ambiente com baixa disponibilidade hídrica.

É comum encontrar variações em uma espécie quando comparada a sua estrutura em fitofisionomias distintas (ESEMANN-QUADROS, 2001; NOVAES *et al*., 2010; MARQUES *et al.*, 2012). No entanto, espécies distintas encontradas em um mesmo ambiente, por mais estressante que este possa ser, podem apresentar ou não as mesmas características (BARROS *et al*., 2006). No presente estudo, a comparação interespecífica entre *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia*, duas espécies de uma mesma fitofisionomia, mostrou que os aspectos taxonômicos entre estas as separam e que o ambiente e o tipo de sistema sexual não as aproximam. Além do mais, apesar de não ter sido confirmada estatisticamente, a variação observada em relação aos indivíduos estaminados apresentarem valores superiores aos pistilados nas duas espécies em sete parâmetros pode sugerir um determinado padrão que pode vir a ser mais investigado.

Espécies arbóreas e arbustivas perenifólias apresentam sua folhagem persistente e sempre verde o ano todo, enquanto que espécies decíduas apresentam perda de sua folhagem durante certo período do ano e, geralmente, por alguns meses (LORENZI, 1998; PEREIRA, 2005). Este trabalho corrobora os resultados obtidos por Azevedo, Ferreira & Pasin (2011) e Milani *et al.* (2013) que classificam *S. terebinthifolia* como uma espécie perenifólia. Durante o monitoramento fenológico, os indivíduos não ficaram inteiramente sem folhas, apresentaram folhas adultas constantemente e apresentaram surgimento contínuo de novas folhas principalmente na porção do caule mais exposta ao sol.

Estudos realizados pela Embrapa Florestas (2011) em Floresta Ombrófila Mista e por Milani *et al.* (2013) em Floresta Ombrófila Mista Aluvial sobre a fenologia vegetativa de *S. terebinthifolia* não apresentaram resultados corroborados pelo presente trabalho nas fenofases, o que pode estar relacionado aos diferentes ecossistemas em que a espécie foi estudada. Além disso, de um modo geral, a fenologia vegetativa de *S. terebinthifolia* não apresentou um padrão das fenofases no presente estudo.

Estudos relacionados ao comportamento fenológico reprodutivo de *S. terebinthifolia* apresentam resultados similares em relação aos períodos de

floração da espécie, que apresentam um pico entre os meses de janeiro e abril e outro, entre os meses de outubro e novembro, levando em consideração que nem todos os trabalhos vistos apresentaram o segundo pico de floração (LENZI & ORTH, 2004; CESÁRIO & GAGLIANONE, 2008; AZEVEDO, FERREIRA & PASIN, 2011; COGO, 2014). Os mesmos resultados foram observados para *S. terebinthifolia* neste estudo, sendo que o pico de floração de janeiro a abril foi mais intenso do que o segundo pico, que foi observado apenas em novembro de 2016.

O período de frutificação foi similar entre os dados observados neste trabalho e nos da literatura, que ocorre no período de dezembro a junho (LENZI & ORTH, 2004; CESÁRIO & GAGLIANONE, 2008; AZEVEDO, FERREIRA & PASIN, 2011; EMBRAPA FLORESTAS, 2011; MILANI *et al.,* 2013; COGO, 2014). Tal semelhança também foi observada nos picos de intensidade de frutificação, que ocorreram no mesmo período observado para *S. terebinthifolia* no presente trabalho. Vale ressaltar que no trabalho de Cesário e Gaglianone (2008), assim como neste trabalho, *S. terebinthifolia* apresentou frutificação ao longo de todo o período de estudo e que ambos os trabalhos foram realizados em ambiente de Restinga.

Azevedo, Ferreira & Pasin (2011), comparando o comportamento fenológico de indivíduos pistilados e estaminados de *S. terebinthifolia*, observaram diferença em relação ao brotamento foliar dos meses de abril e maio que ocorreu apenas nos indivíduos estaminados. Resultado semelhante foi encontrado no presente trabalho em abril de 2016, no qual só houve brotamento foliar nos indivíduos estaminados. No mês de maio do mesmo ano, embora os dois grupos de indivíduos tenham apresentado brotamento foliar, a intensidade dessa fenofase foi maior nos indivíduos estaminados. A ausência de brotamento foliar em abril, assim como a menor intensidade desta fenofase em maio pode ser relacionada à frutificação nos indivíduos pistilados. A frutificação apresentou maior intensidade em abril de 2016, com pico de maturação dos frutos em maio de 2016. Essa relação pode indicar a alocação de recursos para a produção e maturação dos frutos nos indivíduos pistilados, em detrimento da alocação para a renovação foliar (OBESO, 2002). Essa mesma hipótese de alocação de recursos diferenciada foi observada no trabalho de Santos *et al.* (2007) em que a produção de óleo essencial em *S.*

terebinthifolia foi menor nos indivíduos pistilados apenas durante o período de frutificação e no trabalho de Chagas *et al.* (2013), em que determinadas substâncias fenólicas foram produzidas somente em inflorescências estaminadas de *Cecropia Loefl.* (Urticaceae).

Embora o comportamento fenológico de *Clusia fluminensis* não tenha sido acompanhado neste trabalho, a espécie também é classificada como perenifólia (LEMOS *et al*., 2001), com período de floração de novembro a janeiro (CORREIA, 1983) e frutificação de junho a setembro (CORREIA, LIMA & SILVA, 2013).

O índice de sincronia de Augspurger (1983) foi calculado no trabalho de Cesário e Gaglianone (2008) para os indivíduos pistilados e estaminados de *Schinus terebinthifolia* em duas áreas de Restinga. Os autores obtiveram como resultado, índices com Z maior que 0,7 e similares entre os dois grupos de esporófitos. No presente trabalho, o índice de sincronia da floração foi alto para ambos os grupos de esporófitos e os indivíduos pistilados apresentaram-se mais sincrônicos que os estaminados em um dos dois períodos analisados. Além disso, a floração nos indivíduos estaminados ocorre de forma difusa ao longo dos períodos de observação (Z= 0,6675 e 0,6919), enquanto que nos pistilados, a floração é concentrada no mês de março (Z= 0,8908 e 0,6803). Os índices altos de sincronia da floração calculados para os dois grupos de esporófitos reunidos demonstra que além de serem sincrônicos isoladamente, são também sincrônicos como população. O índice de sincronia de frutificação também apresentou um resultado alto (Z= 0,9072 e 0,8804), devido a frutificação ocorrer durante todos os meses em vários indivíduos simultaneamente, evidenciando que a espécie é sincrônica tanto para a floração, quanto para a frutificação.

CONCLUSÃO

- Os resultados apresentados neste trabalho mostraram que o lenho de *Clusia fluminensis* e de *Schinus terebinthifolia* são homogêneos em relação aos caracteres anatômicos qualitativos analisados. Tal circunstância possibilitou uma descrição qualitativa única, independente dos tipos de esporófitos.
- Os resultados quantitativos obtidos indicaram diferenças significativas entre o lenho de indivíduos pistilados e estaminados das duas espécies de estudo. Sendo que *C. fluminensis* foi a espécie estudada que apresentou maior número de diferenças estatísticas significativas entre o lenho de indivíduos pistilados e estaminados.
- Embora não tenham sido registradas diferenças significativas na comparação interespecífica dos dois grupos de esporófitos entre *C. fluminensis* e *S. terebinthifolia*, foi possível observar um padrão de variação semelhante para sete parâmetros. As diferenças significativas observadas nesta análise evidenciam os aspectos taxonômicos entre as duas espécies estudadas.
- Em relação à fenologia, *Schinus terebinthifolia* pode ser classificada como uma espécie perenifólia. De modo geral, apresenta comportamento fenológico similar entre indivíduos pistilados e estaminados na área de estudo e que não sofreram alteração de um tipo de esporófito para outro ao longo do período de monitoramento. Cabe destacar que o período em que as fenofases vegetativas se expressaram variou entre as diferentes fitofisionomias investigadas, enquanto que, as fenofases reprodutivas se assemelharam aos resultados obtidos em outros estudos, independente da fitofisionomia.
- Em abril e maio de 2016 uma relação foi observada entre uma queda do brotamento foliar dos indivíduos pistilados, um aumento desta fenofase nos indivíduos estaminados e a uma maior intensidade da fenofase frutificação dos indivíduos pistilados. Essa ligação pode ser explicada pela diferente alocação de recursos nos indivíduos pistilados para a

produção e maturação dos frutos, em detrimento da alocação para a renovação foliar.

- *S. terebinthifolia* apresentou alta sincronia na frutificação dos indivíduos pistilados e alta sincronia na floração dois tipos de esporófitos separadamente (pistilados e estaminados) e deles reunidos.

Em relação às hipóteses que foram estabelecidas para o presente trabalho, pode-se dizer que todas foram aceitas, pois a estrutura da madeira de espécies dióicas variou entre os esporófitos pistilados e estaminados das duas espécies dioicas do estudo; as variações no lenho dos esporófitos pistilados e estaminados em espécies dioicas de grupos taxonômicos distintos e nativas de ambientes sob mesma pressão ambiental não se assemelham; e, a fenologia vegetativa e reprodutiva de indivíduos pistilados e estaminados de *Schinus terebinthifolia* com mesma idade e crescendo sob mesmas condições ambientais, apresentou um mesmo ciclo sazonal e um mesmo comportamento sexual ao longo dos anos de estudo.

REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R.; SCHNEIDER, M. & VASCONCELLOS, L. A. Degree of threat to the biological diversity in the Ilha Grande State Park (RJ) and guidelines for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 62, nº. 3, p. 375-385. 2002.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Z 22: 711–728. 2013.

ALVES, R. J. V.; CARDIN, L. & KROFT, M. S. Angiosperm disjunction “Campos rupestres-restingas”: a re-avaluation. Acta Botanica Brasilica, 21(3): 675-685. 2007.

AMORIM, F. W. & OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. Revista Brasileira de Botânica 29(3): 353-352. 2006.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. B.; ARAÚJO, E. L. Fenologia e Espécies Lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. R. Árvore , Viçosa-MG, v.33 , n.3 , p.491-499. 2009.

ANDRADE, V. C. DE; MARIZ, G.; CAVALCANTI, L. H. & ANDRADE, L. H. C. Distribuição das espécies do gênero *Clusia* L. (Clusiaceae) Pernambuco. In: Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (Org.) Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco, Recife. Pernambuco: SECTMA – FUNDAJ. 2002.

ARAUJO, D. S. D. & HENRIQUES, R. B. P. Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: Lacerda, L. D.; Araujo, D. S. D.; Cerqueira, R. & Turcq, B. (Orgs.).Restingas: origem, estrutura, processos. Universidade Federal Fluminense/ CEUFF. Niterói.159-193. 1984.

ARIEL, H. M. & ROIG, J. F. A. Sex-related climate sensitivity of Araucaria araucana Patagonian forest-steppe ecotone.Forest Ecology and Management 362. 130–141. 2016.

ASSUMPÇÃO, J. & NASCIMENTO, M. T. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. Acta Botanica Brasilica 14(3): 301-315. 2000.

AUGSPURGER, C. K. Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. Oikos 40:189-196. 1983.

AZEVEDO, C. P. M. F.; FERREIRA, P. C. & PASIN, L. A. A. P. Fenologia reprodutiva de S*chinus terebinthifolius* Raddi em área de recuperação ambiental. *Anais Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 9. 2011.

BAAS, P. Y WHEELER, E. A. Wood anatomy and climate change. Chapter 6. En: T. Hodkinson, M. Jones, S. Waldren y J. Parnell (Eds). *Climate Change*, *Ecology and Systematics.* Systematic Association Special Volume Series. 2011.

BÄCHTOLD, B. A. & MELO JÚNIOR, J. C. F. Plasticidade morfológica de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Calophyllaceae) em duas formações de restinga no sul do Brasil. Acta Biológica Catarinense. 2(2):21- 32. 2015.

BAGGIO, A. J.; SEIXAS J. R. Possibilidades de *Calliandra calothyrsus* c Cassio siamea para plantios energéticos no noroeste do Paraná: resultados preliminares. In: Congresso Florestal do Paraná, 2., 1988, Curitiba. Anais dos resumos. Curitiba: Instituto Florestal do Paraná, p.28. 1988.

BARRET, S. C. H. Understanding plant reproductive diversity. Philosophical Transactions of the Royal Society B 365 99-109. 2010.

BARETTA-KUIPERS, T. Wood anatomy of Leguminosae: Its relevance to taxonomy. em Polhill, R.M. & Raven, P.H. (Eds.). Advances in legumes systematics I. Kew, Royal Botanic Gardens. p. 677-705. 1981.

BARROS, C. F.; MARCON-FERREIRA, M. L.; CALLADO, C. H.; LIMA, H. P.; DA CUNHA, M.; MARQUETE, O. e GONÇALVES COSTA, C. Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da reserva biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. Rodriguésia 57 (3): 443-460. 2006.

BAWA, K. S. Evolution of Dioecy in Flowering Plants. Annual Review of Ecology and Systematics,Vol. 11, pp. 15-39. 1980.

BECHARA, F, C. Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no parque florestal do rio vermelho, Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado (Biologia Vegetal), Santa Catarina. UFSC. 136p. 2003.

BEDUSCHI, T. & CASTELLANI, T. T. Estrutura populacional de *Clusia criuva* Cambess. (Clusiaceae) e relação espacial com espécies de bromélias no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. Biotemas, 21 (2): 41-50. 2008.

BENCKE, C. S. C. & MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Revista Brasileira de Botânica*, v.25 (3), p.269-275. 2002.

BIDEGAIN, P. & ABRAHÃO, J. R. Plano de manejo (fase 2) do Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG), Resumo executivo. 98 p. 2013.

BULHÃO, C. F. & FIGUEIREDO, P. S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. Revista Brasileira de Botânica 25:361-369. 2002.

BURGER, L. M. & RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel. 154 p.a. 1991.

CALLADO, C. H.; SILVA-NETO, S. J. Anatomia do lenho de três espécies do gênero *Simira* Aubl. (Rubiaceae) da Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro.Rodriguésia. V.54(83), p. 23-33. 2003.

CARLQUIST, S. Ecological factors in Wood evolution: a floristic approach. Journal of Botany, 64(7): 887-896. 1977.

_____. Comparative wood anatomy: systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood. 2a ed. Sprinder, New York, USA. 448p. 2001.

CARMELLO-GUERREIRO, S. M. e PAOLI, A. A. S. Ontogeny and structure of the pericarp of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). *Braz. Arch. Biol. Tech*., 45, 73-79. 2002.

CARVALHO, M. G.; MELO, A. G. N.; ARAGÃO, C. F. S.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L. *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity. Rev Bras Pl Med (Botucatu) 15:158-169. 2013.

CASTRO, L. F. Variação fenotípica da lâmina foliar de *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (clusiaceae) uma espécie dióica das restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), UERJ, Rio de Janeiro. 56 f. 2010.

CATTANEO, N.; PAHR, N.; FASSOLA, H.; LEPORATI, J. & BOGINO, S. Sex-related, growth-climate association of *Araucaria angustifólia* in the neotropical ombrophilous woodlands of Argentina.Dendrochronologia 31, 147-152. 2013.

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

CHAGAS, J. F. N.; VIANNA FILHO, M. D. M.; PESSOA, L. M.;PINTO, A. C.; COSTA, S. S. Aspectos químicos e ecológicos de espécimes femininos e masculinos de embaúbas (*Cecropia* Loefl., Urticaceae). *Rev. Virtual Quim.,* 1 (1), Data de publicação na Web: Janeiro de 2013.

CHEN, L.; ZHANG, S.; ZHAO, H.; KORPELAINEN, H. & LI, C. Sex-related adaptive responses to interaction of drought and salinity in *Populus yunnanensis*.Plant, Cell and Environment, 33, 1767–1778. 2010.

COCUCCI, A. E. La embriologia e los sistemas reproductivos de Angiospermae. Os Avanços da Botânica no início do século XXI. Mariath, J. E. A.; Santos, R. P. p. 97-102. Sociedade Botânica do Brasil, ISBN: 8560428003. Brazil. 2006.

COGO, M. R. M. Fenologia do subperíodo reprodutivo de *Lithraea molleoides, Schinus terebinthifolius* e *Helietta apiculata* em Santa Maria, RS. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, UFSM. 49p. 2014.

CORADIN, V. T. R.; MUÑIZ, G. M. B. 1992. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. Brasília: IBAMA. 19 p. v.15.

CORREIA, M. C. R. Contribuição da Biologia Floral e do Sistema de reprodução de *Clusia fluminensis* Pl. & Tr. (Guttifereae). Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Biológicas (Botânica), UFRJ, Rio de Janeiro. 94 f. 1983.

CORREIA, G. G. S. & CREPALDI, M. O. S. Taxas de crescimento e mortalidade de espécies em áreas em restauração, Parque Estadual De Itaúnas, ES. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental. 2011.

CORREIA, M. C. R.; LIMA, H. A.; SILVA, R. C. P. Caracterização dos frutos, sementes e plântulas de espécies de Clusiaceae das restingas do Rio de Janeiro. *Rodriguésia* 64(1): 061-073. 2013.

COSTA, F.A.P.L. Fenologia de árvores tropicais. *La insignia*. 2002.

CURY, G. Descrição da estrutura anatômica do lenho e sua aplicação na identificação de espécies arbóreas do cerrado e da mata atlântica do estado de São Paulo. Dissertação da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz De Queiroz. 2001.

DAWSON, T. E. & BLISS, L. C. Patterns of water use and the tissue water relations in the dioecious shrub, *Salix arctica*: the physiological basis for habitat partitioning between the sexes. Ecologia 79:332–343. 1989.

DAWSON, T. E. & EHLERINGER, J. R. Gender-specific physiology, carbon isotope discrimination, and habitat distribution in boxelder, *Acer negundo*. Ecology 74: 798–815. 1993.

DIAS, A. T. C. O papel das espécies da restinga aberta arbustiva de *Clusia* no funcionamento do ecossistema. Tese de Doutorado (Ecologia), Rio de Janeiro. UFRJ, 112p. 2008.

DICKINSON, W. C. Integrative Plant Anatomy. Academic Press, San Diego, California. 207p. 2000.

DÜNISCH, O.; REISSMAN, C. B. & OLISZESKI, A. Variability of vessel characteristics in the xylem of *Ilex paraguariensis* (Maté-tree) from South Brazil. IAWA J. 25(4): 449-458. 2004.

EMBRAPA FLORESTAS. Monitoramento da fenologia vegetativa e reprodutiva de espécies nativas dos biomas brasileiros: Aroeira- vermelha. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Colombo. 2011.

ESEMANN-QUADROS, K. Anatomia do lenho de *Clusia criuva* Camb. (Clusiaceae): órgãos, hábitos e ambientes. Tese apresentada a Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Botânica – São Paulo, SP. 2001.

FAHN, A.; WERKER, E.; BAAS, P. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. Israel Academy of Sciences and Humanities. 25-1779. 1986.

FARIA, A. P. G.; MATALLANA, G.; WENDT, T.; SCARANO, F. R. Low fruit set in the abundant dioecious tree *Clusia hilariana* (Clusiaceae) in a Brazilian restinga. Flora. 201:606-611. 2006.

FERNANDES, J. K. C. Estudo comparativo do xilema secundário de espécies de *Urbanodendron* mez e contribuição da anatomia do lenho à taxonomia a família Lauraceae Juss. Dissertação de mestrado em Botânica, UFFRJ. Rio de Janeiro, 114p. 2016.

FERNANDES, S. D. C. Morfologia, anatomia, histoquímica e aspectos fisiológicos da lâmina foliar de espécies de *Clusia* (Clusiaceae). Dissertação de Mestrado em Botânica. Brasília. Universidade de Brasília, 134p. 2007.

FILHO, E. M. C. & SARTORELLI, P. A. R. Guia de Árvores com Valor Econômico. Ipsis Gráfica e Editora. São Paulo. 139 p. 2015.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA, L. R. J.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba – SP). *Revista biociências*, v.6, n.2, p.31-37. 2000.

FLORA DO BRASIL. 2017a. Anacardiaceae *in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15471>. Acesso em: 07 Jun. 2017.

FLORA DO BRASIL. 2017b. Clusiaceae *in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB6834>. Acesso em: 07 Jun. 2017.

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

FRANKLIN, L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood. Resin composites, and a new macerating method for wood. Nature, v. 155, p. 51. 1945.

FREEMAN, D. C.; K. T. HARPER & E. L. CHARNOV. 1980. Sex change in plants: Old and new observations and new hypotheses. Oecologia 47: 222–232. 1980.

FREIRE, M. S. B. Levantamento florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal. Acta Botanica Brasilica 4: 41-59. 1990.

FUZETO, A. P.; BARBOSA, A. A. A.; LOMÔNACO, C. *Cabralea canjerana* subsp. *Polytricha* (ADRI. Juss.) PENN. (Meliaceae), uma espécie dióica. Acta Botanica Brasilica 15(2): 167-175. 2001.

GILBERTO, B. E FAVORETO, R. *Schinus terebinthifolius* Raddi. Revista Fitos Vol.6 - nº01. 2011.

GONÇALVES, F. G.; ZANINI, S. F.; FEITOSA, M. L.; GONÇALVES, E. P. M.; COLNAGO, G. L. Efeito da pimenta rosa associada a diversas dosagens de antibióticos em frangos de corte. Ciência Rural, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1503-1509. 2012.

HOFFMAN, A. J. & ALLIENDE, M. C. Interactions in the patterns of vegetative growth and reproduction in woody dioecious plants. Oecologia (Berlin) 61:109-114. 1984.

HUTCHINSON, J. 1979. Evolution and Phylogeny of Flowering Plants. Dicotyledons: Fact and Theory. Londres: Academic Press.

IAWA Committee. List of microscopic features for hardwood identification. International Association of Wood Anatomists Bulletin, v. 10(2), p. 219-332. 1989.

IBT - INSTITUTO DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo. 62 p. 1989.

INEA. Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro. Metalivros. 1ª edição. 172 p. 2015.

JOHANSEN, D. A. Plant Microtechnique. New York, McGraw-Hill Book Company Inc., 523 p. 1940.

JONES, M.H.; MACDONALD, S. E.; HENRY, G. H.R. Sex- and habitat-specific responses of a high arctic willow, *Salix arctica*, to experimental climate change. Oikos 87:129–138. 1999.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A. & STEVENS, P. F. Plants systematic – a phylogenetic approach. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. 1999.

KELECOM, A.; REIS, G. L.; FEVEREIRO, P. C. A.; SILVA, J.G.; SANTOS, M. G.; MELLO NETO, C. B.; GONZALEZ, M. S.; GOUVÊA, R. C. S. & ALMEIDA, G. S. S. A multidisciplinary approach to the study of the fluminense vegetation, Anais da Academia Brasileira de Ciências 74(1): 171–181. 2002.

KUBITZKI, K. Introduction to Sapindales. In: Kubitzki, K. (Ed) The families and genera vascular plants. Flowering plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae. Springer Verlag. Berlin. P. 1-3. 2011.

LEMOS, M. C.; PELLENS, R.; LEMOS, L. C. Perfil e florística de dois trechos de Mata Litorânea no Município de Maricá - RJ. Acta Botanica Brasilica 15(3): 321-334. 2001.

LENS, F.; LUTEYN, J. L.; SMETS, E.; JANSEN, S. Ecological trends in the wood anatomy of Vaccinioideae (Ericaceae s.l.). *Flora* 199: 309–319. 2004.

LENZA, E. & OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de Tapirira guianensis Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. Revista Brasileira de Botânica, V.28, n.1, p.179-190. 2005.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schnus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Biotemas, 17 (2): 67-89. 2004.

LIEBIG, M.; SCARANO, F. R.; MATTOS, E. A.; ZALUAR, H. L. T.; & LÜTTGE U. Ecophysiological and floristic implications of sex differentiation in the dioecious neotropical CAM tree *Clusia hilariana* Schltdl. Trees 15: 278–288. 2001.

LIETH, H. Phenology in productivity studies, p. 29. In *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*,D. Reichle, ed. Heidelberg: Springer-Verlag. 1970.

LIU, J. & NOSHIRO, S. Lack of latitudinal trends in wood anatomy of *Dodonaea viscosae* (Sapindaceae), a species with a worldwide distribution. American Journal of Botany, 90(4): 532-539. 2003.

LONGUI, E. L.; ASSAD, A.;ARZOLLA, F. A. R. D. P.; VILELA, F. E. S. P.; BAITELLO, J. B.; LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B. Ecological Wood Anatomy of *Ocotea Curucutuensis.* IAWA Journal 35 (4), 356-362. 2014.

LOPES, R. C.; COELHO, M. A. N., & ANDREATA, R. H. P. Plantas ornamentais ocorrentes na Mata Atlântica do Morro Alto Mourão, Niterói/Maricá, Rio De Janeiro. Publicações avulsas do Museu Nacional, número 101, Museu Nacional, UFRJ. 2004.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. v. 2. Ed. Plantarum, São Paulo -Brazil. 1998.

LORENZI, H. & MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: Plantarum. p. 49-59. 2002.

LÜTTGE, U. & DUARTE, H. M. Morphology, Anatomy, Life Forms and Hydraulic Architecture In: Lütge, U (Ed.). Clusia: A Woody Neotropical Genus of Remarkable Plasticity and Diversity. Ecological Studies, Vol 194. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2: 17-30. 2007.

MANÃO, C. Y'G. Composição Florística e Estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de um trecho de floresta submontana na vertente sudeste do Parque Estadual da Ilha Grande, Angra dos Reis/RJ. Dissertação de mestrado em Botânica. UERJ. 2011.

MANTUANO, D. G.; BARROS, C. F.; SCARANO, F. R. Leaf anatomy variation within and between three "restinga" populations of *Erythroxylum ovalifolium* Peyr. (Erythroxylaceae) in Southeast Brazil. Revista Brasileira de Botânica, v. 29, p. 209-215. 2006.

MANTUANO, D. G. Crescimento clonal em *Neoregelia cruenta* na restinga de Jurubatiba: estrutura populacional, plasticidade morfo-anatômica e integração fisiológica. Tese de Doutorado em Botânica. Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 104 p. 2008.

MARIATH, J. E. A.; SANTOS, R. P. & BITTENCOURT JR, N, S. In: Appezzato-da-Glória, B.; Carmello-Guerreiro, S. M. Anatomia Vegetal. Minas Gerais, Editora UFV, capítulo 13, p:305-346. 2012.

MARQUES, P. A.; CALLADO, C. H.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. Variação Intraespecífica do lenho de *Eugenia uniflora* L. em duas diferentes fitofisionomias do Complexo Vegetacional Atlântico. Floresta e Ambiente, 19(4): 483-496. 2012.

MARQUES, P. A; ARAÚJO, G. U. C.; CALLADO, C. H.; BARROS, C. F. Anatomia do lenho de três espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae) de mata e restinga. Revista Brasileira de Biociências, Nota científica, v. 5, supl. 1, p. 801-803. 2007.

MARTINS, R. L. M.; WENDT, T.; MARGIS, R. & SCARANO, F. R. Reproductive Biology. In: Lütge, U. Clusia: A Woody Neotropical Genus of Remarkable Plasticity and Diversity. Ecological Studies, Vol 194. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 5: 72-116. 2007.

MATALLANA, G.; WENDT, T.; ARAUJO, D. S. D.; SCARANO, F. R. High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. American Journal of Botany. 92(9): 1513-1519. 2005.

MATSUYAMA, S. & SAKIMOTO, M. Allocation to Reproduction and Relative Reproductive Costs in Two Species of Dioecious Anacardiaceae with Contrasting Phenology. Annals of Botany 101: 1391–1400. 2008.
METCALFE, C. R. & CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons. Oxford. Clarenton Press. v. I, p. 476- 487. 1950.

METCALFE, C. R., & L. CHALK.. Anatomy of the Dicotyledons. Wood structure and conclusion of the general introduction. Vol. II. 1983.

MILANI, J. E. F.; RODERJAN, C. V.; KERSTEN, R. E.; GALVÃO, F. Fenologia vegetativa e reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial – Araucária (PR). Estud Biol. 35(85):135-142. 2013.

MIRANDA, M. L.; FIRMO, W. C. A.; PEREREIRA, L. P. L. A.; DIAS, C. N.; CASTRO, N; G.; OLEA, R. S. G.; MORAES, D. F. C.; SILVEIRA, L. M. S. Controle de qualidade de amostras comerciais de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) adquiridas em mercados públicos da cidade de São Luís-MA. Biota Amazônia. Macapá, v. 6(1), p. 83-90. 2016.

NIMER, E. Climatologia da região Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Geografia 34:3-48. 1972.

NOSHIRO, S. & BAAS, P. Latitudinal trends in wood anatomy within species and genera case study in *Cornus* S.L. (Cornaceae). American Journal of Botany 87: 145- 156. 2000.

NOVAES, F. S.; CALLADO, C. H.; PEREIRA-MOURA, M. V.LIMA, H. R. P. Wood anatomy of *Mollinedia glabra* (Spreng.) Perkins (Monimiaceae) in two Restinga Vegetation Formations at Rio das Ostras, RJ, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 82(4): 915-924. 2010.

OBESO, J. R.; ALVAREZ-SANTULLANO, M.; RETUERTO, R. Sex ratios, size distributions, and sexual dimorphism in the dioecious tree *Ilex aquafolium* (Aquafoliaceae). American Journal of Botany, 85(11): 1602-1608. 1998.

OBESO, J. R. The costs of reproduction. *New Phytologist* 155: 321-348. 2002.

OLANO, J. M.; GARCÍA-CERVIGÓN, A. I.; ARZAC, A. & ROZAS, V. Intra-annual wood density fluctuations and tree-ring width patterns are sex- and site-dependent in the dioecious conifer *Juniperus thurifera* L. Trees 29: 1341–1553. 2015.

OLIVEIRA, J. C. & MAIA, V. C. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos na restinga de Grumari (Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.63, n.4, p.669-675. 2005.
PEREIRA, M. C. A.; ARAUJO, D. S. D. & PEREIRA, O. J. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá – RJ, Revista brasileira de Botânica, São Paulo, v.24(3), p.273-281. 2001.

PEREIRA, A. B. A vegetação como elemento do meio físico. Revista Nucleus, v.3, n.1. 2005.

RENNER, S. The relative and absolute frequencies of angiosperm sexual systems: dioecy, monoecy, gynodioecy, and an updated online database. American Journal of Botany 101: 1588–1596. 2014.

RESTINGA NET. http://www.restinga.net/default.asp. Acesso em: 4 Junho 2016.

RIBEIRO, M. L. R. C. & BARROS, C. F. Variação intraspecifica do lenho de *Pseudopiptadenia contorta* (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima (Legumonosae Mimosoideae) de populações ocorrentes em remanescentes de Floresta Atlântica. Acta Botanica Brasilica 20:839-844. 2006.

RIVERA, G.; ELLIOTT, S.; CALDAS, L. S.; NICOLOSSI, G.; CORADIN, V. T.; BORCHERT, R. Increasing day-length induces spring flushing of of tropical dry forest trees in the absence of rain. Trees. Volume 16(7), p 445-456. 2002.

SANTOS, A. C. A., ROSSATO, M., AGOSTINI, F., DOS SANTOS, P. L., SERAFINI, L.A., MOYNA, P., DELLACASSA, E.: Avaliação química mensal de três exemplares de *Schinus terebinthifolius* Raddi. Rev Bras Biociências. 5: 1011-1013. 2007.

SANTOS, K. C. M. Anatomia do Lenho de Espécies de *Stryphnodendron* Mart. (Leguminosae-Mimosoideae). Dissertação de mestrado em Botânica, UERJ. Rio de Janeiro, 69p. 2013.

SASS, J. E. Elements of botanical microtechnique. New York–London: McGraw Hill Book Company Inc. 222 p. 1958.

SCARANO, F. R. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. Annals of Botany 90: 517-524. 2002.

SIGILIANO, M. I. & FREITAS, L. Sistemas sexuais de espécies arbóreas em Mata Atlântica Montana. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil. 2009.

SILVA, M. C. A. & PAIVA, S. R. Antioxidant activity and flavonoid content of *Clusia fluminensis* Planch. & Triana, Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 84, n.3, p. 609-616. 2012.

SILVA FILHO, A. C. C. Atividade citotóxica de fungos endofíticos associados à *Clusia arrudae* Planchon & Triana (Clusiaceae). Minas Gerais: Dissertação, 98 p. 2012.

SOARES, A. S. C. P.; DE ARAÚJO, D. S. D.; DE SÁ, C. F. C.; SCARANO, F. R. Distribuição e frequência dos sistemas sexuais das angiospermas da Floresta Semidecídua de Búzios, RJ. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2007.

SOUZA V.C. & LORENZI H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado na APG II. Ed. Plantarum, Nova Odessa, Brasil. 2005.

STEVENS, P. F. Angiosperm Phylogeny Website. Versão 12, 2012. Acessado em 29/05/2016.

STRASBURGER, E. Handbook of Practical Botany. New York: MacMillan. 532 p. 1924.

TALORA, D. C. & MORELLATO, L. P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 23:13-26. 2000.

TOGNETTI, R. Adaptation to climate change of dioecious plants: does gender balance matter? Tree Physiology 32: 1321-1324. 2012.

TONINI, H. Phenology of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) in South of Roraima state. Cerne, Lavras, v. 17, n. 1, p. 123-131. 2011.

WALLACE, C. S.; RUNDEL, P. W. Sexual Dimorphism and Resource Allocation in Male and Female Shrubs of *Simmondsia chinensis*. Oecologia (Berl.) 44, 34-39. 1979.

WANG, X. D.; WANG, Z. P; ZOU Y. P. An improved procedure for the isolation of nuclear DNA from leaves of wild grapevine dried with silica gel. Plant Molecular Biology Reporter, 14 (4): 369-373. 1996.

WANG, X.; CURTIS, P. S. Gender-specific responses of *Populus tremuloides* to atmospheric CO2 enrichment. New Phytologist 150:675–684. 2001.

WHEELER, E. A. & BAAS, P. A survey of the fóssil record for Dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. IAWA Bulletinn.s.,Vol 12 (3): 275-332. 1991.

ZALUAR H. L. T. & SCARANO, F. R. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In: Esteves FA, Lacerda LD, eds. Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras. Rio de Janeiro: NUPEM-UFRJ, 3±23. 2000.

ZAMITH, L. R. & SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Acta Botanica Brasilica 18(1): 161-176. 2004.

ZHENG, X. F. & CHENG, H. P. Structural comparison of dioecious wood among three species of the broadleaved trees. Acta Botanica Yunnanica, 20(4): 424-428. 1998.

ZIMMERMANN, M. H. Xylem structure and the ascent of sap.Berlin: Springer-Verlag. 1983.