

**ESTRUTURA POPULACIONAL DE OITO ESPÉCIES
ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE TRANSIÇÃO ENTRE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E CERRADÃO,
NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU, SP.**

VANESSA RODRIGUES PEREIRA

Monografia apresentada ao Instituto de
Biociências, Campus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Luiz Alberto Blanco Jorge

BOTUCATU – SP

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

ESTRUTURA POPULACIONAL DE OITO ESPÉCIES
ARBÓREAS EM UM FRAGMENTO DE TRANSIÇÃO ENTRE
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E CERRADÃO,
NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU, SP.

VANESSA RODRIGUES PEREIRA

LUIZ ALBERTO BLANCO JORGE

Monografia apresentada ao Instituto de
Biociências, Campus de Botucatu, UNESP,
para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Luiz Alberto Blanco Jorge

BOTUCATU, SP

2014

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é avaliar a estrutura populacional de oito espécies arbóreas mais abundantes, dentre as dez que apresentaram os maiores índices de valor de importância (IVI), na comunidade de um dos cinco fragmentos de vegetação natural da Fazenda Experimental Edgardia, unidade da UNESP, localizada no Município de Botucatu – SP.

As espécies arbóreas foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios: i) quatro indicadoras de fase no mosaico de sucessão secundária, ou seja: *Astronium graveolens*, *Croton floribundus*, *Mabea fistulifera* e *Metrodorea nigra*; ii) quatro outras que também se encontram entre as dez de maior valor de importância e estão entre as oito mais abundantes: *Casearia sylvestris*, *Trichilia pallida*, *Copaifera langsdorffii* e *Ocotea velutina*. Em uma área amostral de dois hectares, os indivíduos com diâmetro à altura do peito $\geq 4,8$ cm foram medidos e mapeados utilizando GPS com antena de alta sensibilidade. Foram analisados os padrões de distribuição diamétrica, com base em histogramas de frequência de classes, e distribuição espacial das espécies e possíveis associações entre elas, com base na função K de Ripley.

As distribuições de diâmetros de duas espécies (*Trichilia pallida* e *Metrodorea nigra*) apresentaram um padrão em “J invertido”, indícios de que a regeneração se processou de maneira contínua. *Croton floribundus*, *Mabea fistulifera*, *Ocotea velutina*, *Astronium graveolens* e *Copaifera langsdorffii* mostraram um padrão de distribuição unimodal, característico de regeneração em ciclos. A classificação dos tamanhos dos indivíduos amostrados de *Casearia sylvestris* conformou uma distribuição retangular.

Na análise de distribuição espacial *Croton floribundus*, *Trichilia pallida*, *Mabea fistulifera*, *Casearia sylvestris* e *Metrodorea nigra* têm padrão agregado e, *Copaifera langsdorffii*, padrão aleatório. Já para *Ocotea velutina* e *Astronium graveolens*, o padrão de distribuição espacial depende da escala de análise. *Ocotea velutina* apresenta um padrão de distribuição agregado para um raio de distância entre 0 e 10 metros e distribuição aleatória a partir de 10 metros de distância entre os indivíduos. *Astronium graveolens* mostra distribuição agregada para intervalos de 0 a 5 metros e acima de 10 metros de distância, e aleatória para intervalos de 5 a 10 de distância entre indivíduos.

Na análise de dependência espacial se destacam os pares que apresentaram forte associação positiva em qualquer escala observada: *Metrodorea nigra* e *Copaifera*

langsdorffii; *Croton floribundus* e *Trichilia pallida*; e *Astronium graveolens*, *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina*, bem como associação negativa: *Metrodorea nigra* e *Mabea fistulifera*.

Com base nos dados de distribuição espacial e diamétrica pode-se afirmar que a área se encontra em processo de regeneração ambiental. Ademais, as associações das espécies em locais bem definidos indicam que uma porção da área (subárea 1) está em estágio de regeneração mais avançado que outra (subárea 2), compondo um mosaico com distintas fases de desenvolvimento de sucessão secundária. Tal disposição pode ser interpretada como reflexo do histórico de perturbação sofrido no local, pois há 50 anos, a subárea 1 apresentava cobertura de dossel contínua, enquanto que a subárea 2 era dominada por pastagem, com poucas árvores esparsas.

Palavras-chave: Distribuição de diâmetros; distribuição espacial; função K de Ripley.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Modelos ajustados para o padrão de distribuição de diâmetros em J invertido..... | 18 |
| Tabela 2. Modelos ajustados para o padrão de distribuição de diâmetros unimodal..... | 19 |
| Tabela 3. Estatísticas relacionadas às equações ajustadas para o padrão de distribuição de diâmetros em J invertido..... | 21 |
| Tabela 4. Estatísticas relacionadas às equações ajustadas para o padrão de distribuição de diâmetros unimodal..... | 22 |
| Tabela 5. Quadro resumo com as principais características das espécies. Grupos de Sucessão (GS): S = secundária; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia; P = pioneira. Características Silviculturais: D = decídua; S = semidecídua; P = perene; He = heliófila; Es = esciófila; Hi sel. = higrófila seletiva; Xe = xerófila..... | 34 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Área amostrada (em laranja) sobre fotografia aérea que apresenta sua localização no fragmento florestal estudado e sua posição em relação às duas faixas de parcelas contíguas (em vermelho) utilizadas no trabalho de Jorge et al. (2011), orientadas pela estrada que corta o fragmento (em preto). **a.** Fotografia de 1962; **b.** Fotografia de 2005.....17
- Figura 2.** Detalhe da área amostrada (em laranja) sobre fotografia de 2005, aérea que apresenta sua localização no fragmento florestal estudado e sua posição em relação às duas faixas de parcelas contíguas (em vermelho) utilizadas no trabalho de Jorge et al. (2011), orientadas pela estrada que corta o fragmento (em preto). **a.** Fotografia de 1962: **área 1-** formação vegetal fechada e **área 2-** formação vegetal aberta, servindo inclusive como local de pastagem ; **b.** Fotografia de 2005: forma uma vegetação contínua.....17
- Figura 3.** Distribuição de diâmetros: a. *Croton floribundus*; b. *Trichilia pallida*; c. *Mabea fistulifera*; d. *Ocotea velutina*; e. *Astronium graveolens*; f. *Copaifera langsdorffii*; g. *Casearia sylvestris*; h. *Metrodorea nigra*.....23
- Figura 4.** Distribuição espacial dos indivíduos de: a. *Croton floribundus*; b. *Trichilia pallida*; c. *Mabea fistulifera*; d. *Ocotea velutina*; e. *Astronium graveolens*; f. *Copaifera langsdorffii*; g. *Casearia sylvestris*; h. *Metrodorea nigra*.....24
- Figura 5.** Função L e envelope de confiança para: a. *Croton floribundus*; b. *Trichilia pallida*; c. *Mabea fistulifera*; d. *Ocotea velutina*; e. *Astronium graveolens*; f. *Copaifera langsdorffii*; g. *Casearia sylvestris*; h. *Metrodorea nigra*.....25
- Figura 6.** Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Croton floribundus* e *Trichilia pallida*; b. *Croton floribundus* e *Mabea fistulifera*; c. *Croton floribundus* e *Ocotea velutina*; d. *Croton floribundus* e *Astronium graveolens*; e. *Croton floribundus* e *Copaifera langsdorffii*; f. *Croton floribundus* e *Casearia sylvestris*; g. *Croton floribundus* e *Metrodorea nigra*.....27
- Figura 7.** Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Mabea fistulifera* e *Trichilia pallida*; b. *Mabea fistulifera* e *Ocotea velutina*; c. *Mabea fistulifera* e *Astronium graveolens*; d. *Mabea fistulifera* e *Copaifera*

langsdorffii; e. *Mabea fistulifera* e *Casearia sylvestris*; f. *Mabea fistulifera* e *Metrodorea nigra*.....28

Figura 8. Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Astronium graveolens* e *Trichilia pallida*; b. *Astronium graveolens* e *Ocotea velutina*; c. *Astronium graveolens* e *Copaifera langsdorffii*; d. *Astronium graveolens* e *Casearia sylvestris*; e. *Astronium graveolens* e *Metrodorea nigra*.....29

Figura 9. Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Metrodorea nigra* e *Trichilia pallida*; b. *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina*; c. *Metrodorea nigra* e *Copaifera langsdorffii*; d. *Metrodorea nigra* e *Casearia sylvestris*.....30

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVO | 3 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 3.1 O Ecótono Paulista..... | 4 |
| 3.2 Caracterização das formações florestais | 4 |
| 3.3 Padrões espaciais de espécies arbóreas..... | 5 |
| 3.4 Descrição das oito espécies mais abundantes na área de estudo | 6 |
| 3.5 Função K de Ripley..... | 11 |
| 3.6 Análise univariada e bivariada..... | 12 |
| 3.7 Funções para padrões multivariados | 13 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 4.1 Área de estudo..... | 15 |
| 4.2 Espécies..... | 15 |
| 4.3 Metodologia | 16 |
| 5. RESULTADOS | 21 |
| 5.1 Distribuição Diamétrico | 21 |
| 5.2 Distribuição Espacial | 22 |
| 6. DISCUSSÃO | 31 |
| 6.1 Distribuição Diamétrico | 31 |
| 6.2 Distribuição Espacial | 31 |
| 7. CONCLUSÃO | 35 |
| 8. REFERÊNCIAS | 36 |

1. INTRODUÇÃO

Em quase quatro séculos de exploração econômica, grande parte dos biomas que compõem a paisagem do Estado de São Paulo tem sido reduzidos para as ocupações de monoculturas agrícolas e urbana. No início da colonização europeia, a porção de Mata Atlântica em seu território era de 67,40%. Atualmente são 23,35% de remanescentes, incluindo os vários estágios de regeneração (Durigan, et al., 2004). Desses, apenas 8,03% estão protegidos em Unidades de Conservação (UC) (Schaffer, 2010). O Cerrado paulista ocupava, no início do século XIX, cerca de 18,2% da superfície do Estado (Victor, 1975 *apud* Cavassan, 2002). Em 1962, eram 13,7%, reduzido a menos de 7% de sua área original 30 anos depois e a menos de 1% em 2004, representado por fragmentos da cobertura original (Cavassan, 2002; Durigan et al., 2004). Sendo que de menos do 1% restante, apenas aproximadamente 0,51% estão protegidos em UCs estaduais (Durigan et al., 2004).

As UCs em sua maioria encontram-se próximas ao litoral, onde há o domínio de floresta ombrófila. Por outro lado, as áreas de mata de interior são as mais fragmentadas e ameaçadas. Segundo Schaffer (2010):

“os atuais fragmentos mostram-se insuficientes para a manutenção da biodiversidade e conforme o grau de fragmentação, os ecossistemas nativos são conduzidos a situações limites com o isolamento das últimas populações de fauna e flora, empobrecimento genético e o crescente efeito de borda sobre os remanescentes”.

Neste sentido, são imprescindíveis estudos que ampliem o conhecimento dos remanescentes florestais em florestas estacionais semidecíduais e cerrado a fim de propiciar a criação de estratégias de manejo e conservação dos mesmos.

A Fazenda Experimental Edgardia, localizada no município de Botucatu, interior de São Paulo, administrada pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, abrange uma área total de aproximadamente 1.200 hectares. A área, com cinco fragmentos, localiza-se em uma Área de Proteção Ambiental (APA) estadual na qual se encontra uma porção da cuesta basáltica do centro-oeste, bem como sua encosta, e área de recarga do aquífero guarani (Cassola, 2008).

O fragmento em estudo encontra-se no sudeste da Fazenda. Sofreu intensa intervenção antrópica com exploração seletiva de espécies arbóreas (última intervenção entre 1975 e 1980) e ocorrência de pastagem extensiva em uma porção do fragmento até

o início da década de 60. De acordo com um levantamento fitossociológico realizado por Jorge et al. (2011), a área é considerada um ecótono entre floresta estacional semidecídua e savana florestada (cerradão), muito comum nesta região devido a variação entremeada de solo pobre e fértil.

A partir do levantamento fitossociológico foram identificadas dez espécies com os maiores índices de valor de importância (IVI) do fragmento, das quais oito foram selecionadas para o presente estudo (*Astronium graveolens* Jacq., *Casearia sylvestris* Swartz., *Copaifera longsdorffii* Desf., *Croton floribundus* Spreng., *Mabea fistulifera* Mart., *Metrodorea nigra* A. St.-Hil. e *Ocotea velutina* (Nees) Rohwer, *Trichilia pallida* Sw.).

Conhecer a estrutura diamétrica e o padrão espacial das espécies vegetais é o ponto de partida para entender a dinâmica de populações e sua interação com o ambiente (de que forma as espécies utilizam os recursos disponíveis e a importância do uso no sucesso de estabelecimento e reprodução) (Condit et al., 2000; Capretz, 2004). Pode também ser utilizada para estabelecer diferenças entre impactos antrópicos e processos dinâmicos naturais (Silva et al., 2009). Neste sentido, dentre outros aspectos da estrutura populacional, foi enfatizado a distribuição espacial e diamétrica das oito espécies.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi analisar e descrever a distribuição diamétrica e os padrões espaciais de oito espécies arbóreas mais abundantes, dentre as dez que apresentaram os maiores índice de valor de importância (IVI), na comunidade do fragmento da Fazenda Experimental Edgardia, que caracteriza um ecótono entre floresta estacional semidecidual e savana florestada. Além disso, verificar se existe associação entre as espécies, com base na distribuição espacial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O ecótono paulista

Em área de transição ou ecótono, muito comum no oeste e norte do Estado, ocorrem mudanças entre habitats e ecossistemas distintos. Encontram-se nesses locais organismos de cada um dos ecossistemas superpostos e também característicos desta faixa de transição, ocorrendo apenas neste local (Durigan et al., 2004).

A transição entre o cerrado e a floresta estacional semidecídua, é geralmente gradual, pois possuem fisionomias muito parecidas, podendo ser identificadas apenas pelas composições florísticas distintas (Durigan et al., 2004; Veloso et al., 2012). Ocorre em regiões onde as áreas de solo fértil são entremeadas por manchas de solos pobres (Durigan et al., 2004). Ambas ocorrem em clima estacional com dois períodos predominantes (Veloso et al., 2012).

Segundo Durigan et al. (2004):

“As espécies se distribuem em proporções variáveis, formando um dossel mais alto à medida que aumentam proporcionalmente as árvores de espécies florestais e vice-versa. Ao sofrer os efeitos das queimadas ou do desmatamento, a recobertura nessas áreas se dá primeiramente pela rebrota das espécies de cerrado. Pouco a pouco, as espécies florestais também começam a se regenerar e o resultado final desse processo é o reestabelecimento das fisionomias originais, isto é, da mistura que existia anteriormente. Não se sabe ao certo se este estágio é uma condição definitiva: alguns autores acreditam que, após a regeneração das espécies de cerrado e de floresta, o ecossistema tende a continuar se modificando, passando pelo processo de sucessão ecológica. O ponto máximo dessas transformações seria a eliminação das espécies de cerrado pelas espécies florestais, que passariam a ocupar todo o ambiente. Algumas evidências apontam para a possibilidade de essa mistura de espécies já ser a condição final de regeneração da vegetação, ao menos enquanto as condições dos solos e do clima permanecem inalteradas”.

3.2 Caracterização dos tipos de vegetação

A floresta estacional semidecídua é marcada pela semideciduidade da folhagem da cobertura florestal, uma resposta fisiológica em decorrência do clima (entre

20% a 50% das árvores caducifólias do conjunto florestal). Este tipo é constituído por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pelos) e cujas folhas adultas são esclerófilas ou membranáceas decíduais. Na zona tropical, os solos são areníticos distróficos e ocorrem acentuada seca hiberna e intensas chuvas de verão (Veloso et al., 2012).

O cerradão é um subgrupo da savana (Cerrado) de formação com fisionomia típica e característica restrita a áreas areníticas lixiviadas com solos profundos, ocorrendo em clima tropical. Apresenta sinúrias lenhosas de fanerófitos tortuosos com ramificação irregular, providos de macrófitos esclerófitos perenes ou semidecíduos, ritidoma esfoliado corticoso rígido ou córtex maciamente suberoso, com órgãos de reserva subterrâneos ou xilopódios, cujas alturas variam de 6 a 8 m, podendo ultrapassar 10 m em alguns locais (Veloso et al., 2012).

3.3 Padrões espaciais de espécies arbóreas

A estrutura horizontal e os padrões de distribuição encontrados nas populações arbóreas são condicionados por fatores abióticos e bióticos, nos quais seus indivíduos e, em alguns casos seus ancestrais, vem sendo submetidos ao longo dos tempos. Isso pode ser visualizado como uma expressão das oportunidades de crescimento vivenciadas por cada membro da população durante seu desenvolvimento (Hutchings, 1997).

Os fatores ambientais são inúmeros, os mais importantes englobam a luminosidade, disponibilidade de água, temperatura, nutrientes e oxigenação do solo em condições suficientes para ocorrer a germinação e o crescimento do indivíduo (Capretz, 2004). Os fatores bióticos envolvem principalmente a intensidade da competição intraespecífica e interespecífica, o que se dá em vários aspectos, desde a competição por recursos ambientais, até o comportamento dos predadores de sementes e plântulas (os quais podem aumentar a taxa de mortalidade ou diminuí-la, caso atuem como dispersores secundários) (Crawley, 1997).

O padrão de distribuição da população no ambiente pode ser de três tipos: (1) aleatória, na qual os organismos são distribuídos ao acaso, ou seja, há uma probabilidade igual de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço, sem comportamento seletivo; (2) agrupada, na qual os indivíduos sobrevivem mais em locais particulares do ambiente (favoráveis) ou quando a presença de um indivíduo dá origem a outro (reprodução com baixa dispersão); e (3) regular, na qual interações negativas

entre indivíduos (como, por exemplo, a competição por alimento ou espaço) resultam em espaçamento uniforme entre os indivíduos (Ludwig & Reynolds, 1988; Begon, 2007).

3.4 Descrição das oito espécies mais abundantes na área de estudo

Astronium graveolens Jacq.

Astronium graveolens Jacq. conhecida popularmente como guaritá, caju-do-campo e ron-ron, pertence a Família Anacardiaceae. É uma planta secundária, dióica, decídua, heliófila ou esciófita e de agrupamento descontínuo. Distribui-se no Sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais até Rio Grande do Sul. É encontrada geralmente em terrenos rochosos e secos. (Lorenzi, 2002)

A altura varia de 15 a 25 metros, podendo chegar a 35 metros. O tronco é liso e varia de 40 a 60 centímetros de diâmetro. As folhas compostas são imparipinadas, sustentadas por longo pecíolo, com folíolos glabros, de tamanhos desiguais e dotados de cheiro característico. Inflorescências em panículas axilares e terminais com flores amareladas (Lorenzi, 2002).

A floração ocorre de agosto a setembro com a planta totalmente despida de suas folhas. A polinização é realizada por pequenos insetos, principalmente abelhas (*Plebeia* sp). A frutificação acontece de outubro a novembro, e a dispersão das sementes dá-se por anemocoria (Lorenzi, 2002).

Casearia sylvestris Swartz.

Esta espécie é conhecida como cafezeiro-do-mato e pertence à família Salicaceae. Ocorre em todo o território Brasileiro, preferindo floresta primária alterada, onde existe menor incidência de luz (Carvalho, 2007), mas também pode se tornar invasora de pastagem cultivada após desmatamento (Pott & Pott, 1994). Por outro lado, Lorenzi (2002) afirma que a mesma pode ser encontrada também em vegetação secundária da encosta atlântica. Embora existam divergências quanto à preferência do habitat da planta, é certo que a planta é capaz de sobreviver em ambientes distintos. Ademais, segundo Carvalho (2007), *Casearia sylvestris* ocorre naturalmente em diversos tipos de solo.

São classificados de arvoretas a árvores, normalmente com fuste de até 5 metros, contudo já foram encontrados indivíduos de até 20 metros de altura. A ramificação é dicotômica e simpódica. A copa é baixa, densifoliada, fastigiada arredondada, com folhagem verde escura. Ramos com extremidade glabra a pubescente, com lenticelas esparsas ou numerosas. As folhas são simples e dísticas. Por ocupar diferentes ambientes, as folhas apresentam morfologia variada com relação à forma, textura e tamanho (Carvalho, 2007).

As inflorescências são sésseis, reunidas em pequenas umbelas curto pedunculadas. As flores são pequenas, podem ter coloração branca, “esverdeadas” ou creme. As sementes são glabras envolvidas por fruto de cápsula ovoide, vermelha e com cálice persistente (Carvalho, 2007).

É uma espécie hermafrodita, com floração de maio a dezembro e frutificação de agosto a dezembro, para o Estado de São Paulo (Carvalho, 2007). É polinizada principalmente por abelhas sem ferrão (Meliponinae) e dispersão zoocórica (Pott & Pott, 1994).

Copaifera longsdorffii Desf.

Copaifera longsdorffii Desf. conhecida também como copaíba, pertence à família Fabaceae – Caesalpinioideae. É uma planta secundária e perenifólia (Freitas & Oliveira, 2002). Distribui-se desde o nordeste da Argentina até a Venezuela, sendo encontrado em todo o território brasileiro. Aparece normalmente em solos bem drenados e, de maneira geral, cresce melhor em solos de matas ciliares e semidecíduas, do que em solo de cerrado (Machado, 1990).

A árvore pode chegar aos 35 metros de altura. As inflorescências são paniculadas, terminais, multifloras, com uma média de 125 flores. As flores são hermafroditas, monoclamídeas, com cálice formado por quatro sépalas livres (sendo uma mais larga), branco-esverdeadas, opacas, com cerca de 0,5 centímetros de diâmetro e produção intensa de odor desde a abertura (Freitas & Oliveira, 2002).

A brotação está presente ao longo do ano, com maior intensidade entre agosto e novembro. Floração de novembro a março, iniciando-se com a estação chuvosa. A frutificação ocorre de dezembro a setembro, com dispersão por aves (ornitocoria) (Lorenzi, 2002). As flores são zigomorfas, de odor suave e adocicado, oferecem néctar e pólen como recurso. É visitada por vários insetos, principalmente por vespas e abelhas,

sendo consideradas as polinizadoras mais efetivas: *Apis mellifera*, *Scaptitrigona cf. depiles* e *Trigona spiles* (Freitas & Oliveira, 2002).

Croton floribundus Spreng.

Popularmente conhecida como capixingui, pertence à família Euphorbiaceae. É uma espécie monóica, decídua ou semidecídua, heliófila, pioneira e de crescimento agregado. Ocorre em matas secundárias da floresta semidecídua, no interior da mata primária que sofreu interferência antrópica durante extração de madeira, sobretudo nas bordas. Pode ser encontrada em todo território brasileiro, principalmente nos estados de Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Paraná. (Lorenzi, 2002).

Apresenta dicogamia a nível de indivíduo, funcionando como árvores femininas e como masculinas em tempos distintos, e autocompatibilidade rara, embora seja uma espécie arbórea colonizadora que pode atingir altos níveis de polinização cruzada sem apresentar barreira rígida contra autofertilização (Passos, 1995).

Perde as folhas nos períodos de junho a outubro e janeiro a fevereiro, ocorrendo a rebrota de julho a novembro (Passos, 1995). A floração ocorre durante os meses de outubro a dezembro, com maturação dos frutos entre janeiro e fevereiro (Lorenzi, 2002).

Encontra-se comumente em alta densidade populacional, sendo a polinização por vento frequente em estágios iniciais de sucessão. Os principais polinizadores efetivos são: Syrphidae – *Ornidia obesa* e *Palpada spp.* As moscas podem fazer tanto polinização cruzada quanto autopolinização (Passos, 1995). A dispersão dos frutos é do tipo explosiva (autocoria) (Lorenzi, 2002).

Mabea fistulifera Mart.

Planta de porte arbóreo, conhecida como mamoninha ou canudo-de-pito, pertence à família Euphorbiaceae. É decídua ou semidecídua, heliófila, seletiva xerófita, pioneira, de dispersão agregada, havendo raramente indivíduos isolados (Lorenzi, 2002; Vieira, 1991). É encontrada em vegetação secundária de terrenos arenosos, principalmente do cerrado e transição para a floresta semidecídua, e vegetação secundária da encosta atlântica. É rara no interior de mata primária densa. Distribui-se nas regiões do Sudeste, Centro-Oeste, os estados de Pará, Acre e Bahia (Lorenzi, 2002).

É lactescente, de 4 a 15 metros de altura, com tronco de 20 a 30 centímetros de diâmetro, revestido por casca pardacenta com riditioma estriado. Folhas alternas, simples, estreitamente ovaladas, elípticas a oblongo-elípticas, com estípulas, margens serradas e membráceas. Inflorescências em panículas terminais. A flor feminina é pedicelada, monoclamídea, constituída, mais comumente, por cinco sépalas livres e filiformes. As sépalas se alternam com glândulas nectaríferas existentes no receptáculo. O ovário é súpero, trilocular, tricarpelar e com placentação axial. Frutos globosos, tricocas, ferrugíneos-tomentosos no pericarpo, carúncula situada no hilo da semente, sendo uma semente por coca (Vieira, 1991).

Floresce durante os meses de janeiro a abril, com maturação dos frutos de setembro a outubro. As sementes são dispersas por autocoria (Lorenzi, 2002).

Metrodorea nigra A. St.-Hil.

Conhecida como carrapateira ou chupa-ferro, esta espécie pertence à família Rutaceae. É perenifólia, esciófita, seletiva higrófila. Apresenta dispersão irregular e bastante descontínua, ocorrendo quase sempre em baixa densidade populacional. Ocorre preferencialmente em várzeas, fundo de vales e início de encostas úmidas, quase que exclusivamente no interior da mata primária densa. Está distribuída no Sul do País, Bahia até o Paraná, tanto na floresta pluvial atlântica como na floresta semidecídua do planalto Meridional (Lorenzi, 2002).

A altura varia de 4 a 8 metros, possui copa densa e baixa, com tronco entre 20 a 30 centímetros de diâmetro (Lorenzi, 2002). As folhas são compostas, com folíolos subsésseis, elípticos a obovados, glabros, cartáceos a coriáceos. As flores são hermafroditas, violetas ou púrpura escuro, pentâmeras com simetria radial e dicogâmicas com protandria (Pombal & Morellato, 2000). Os frutos são cápsulas deiscentes, com síndrome de dispersão por autocoria, subglobosa, lenhosa e com sementes duras (Pombal e Morellato 2000; Lorenzi, 2002).

A fenofase de floração acontece entre os meses de setembro a fevereiro. Os frutos amadurecem de março a abril. A polinização é realizada por dípteros, com *Pseudoptiloleps nigripoda* (Muscidae) e *Fannia sp.* (Fanniidae), os polinizadores mais frequentes. Estes polinizadores visitam praticamente todas as flores de uma mesma inflorescência antes de passar para a próxima. *M. nigra* é auto-incompatível, frutificando exclusivamente por fecundação cruzada (Pombal & Morellato, 2000).

Ocotea velutina (Nees) Rohwer

A planta é semidecídua, heliófita seletiva e xerófita. Endêmica do Brasil ocorre nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, nos estados da Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Norte do Paraná. Geralmente é encontrada em topo de encostas e em terrenos de boa drenagem natural, tanto no interior de floresta primária densa como nas formações secundárias. Pertence à família Lauraceae e é conhecida como canela-amarela (Lorenzi, 2002).

Mede em torno de 10 metros, os ramos são angulosos e auretomentosos. As folhas são de alternas a subpostas, elíptica ou obovada, ápice agudo, base cuneada, face abaxial glabrescente, tomentosa sobre as nervuras, reticulação subdensa, nervura primária imersa, secundária plana, face abaxial tomentosa, reticulação subdensa, nervuras salientes, sem domácias. Inflorescências axilares ou subterminais e flores unissexuadas (Brotto et al., 2013).

Apresenta ampla dispersão (ornitocoria), porém em baixa densidade populacional. Floresce durante os meses de abril a maio e frutifica durante os meses de setembro a outubro (Lorenzi, 2002).

Trichilia pallida Sw.

Conhecida como murici ou catiguá, família Meliaceae, é uma planta secundária tardia ou clímax, semidecídua, heliófila, seletiva higrófila, característica de matas de galerias e florestas úmidas. Pode ser encontrada em toda região Sudeste e Centro-Oeste, Paraná, Bahia, Acre, Amazônia, Pará, Roraima e Rondônia. Ocorre em cerrado *lato sensu*, mata ciliar ou de Galeria, floresta estacional semidecidual e floresta ombrófila. Possui ampla dispersão, porém descontínua e esparsa ao longo de sua área de distribuição, com frequência baixa (Lorenzi, 1998).

Apresenta copa globosa, tronco ereto com altura variável (4 a 25 metros) e diâmetro entre 15 a 25 centímetros. As folhas são compostas imparipinadas, trifoliadas ou unifoliadas. As inflorescências são em fascículos axilares, com flores unissexuadas (geralmente dióicas) (Lorenzi, 1998). Apresentam frutos capsulares deiscentes e sementes encobertas parcialmente por arilo vermelho ou vermelho-alaranjado. O tamanho do fruto varia de 0.5 a 0.8 centímetros (Morellato, 2004).

A floração pode ocorrer em mais de um episódio por ano, geralmente nas estações secas. Foi observado por Morellato (2004) a fenofase de março a maio em 1989 e de abril a junho em 1990. A frutificação acontece entre os meses de abril a dezembro, com fruto maduro durante todo o período. Os principais polinizadores são moscas do gênero *Syrphidae*, mas também atraem uma grande variedade de insetos visitantes, como vespas e abelhas que podem agir como polinizadores. Os dispersores são exclusivamente aves de pequeno e médio porte, os mais comuns são *Chiroxiphia caudata* e *Manacus manacus*. A fertilização cruzada obrigatória aponta como a principal força seletiva no padrão de floração na espécie (Morellato, 2004).

3.5 Função K de Ripley

Um dos métodos estatísticos mais apropriados para estudo de padrões espaciais em florestas é aquele em que se utiliza a função K de Ripley, sobretudo quando os dados são apresentados sob a forma de mapas de vegetação, com todas as coordenadas das árvores conhecidas (Capretz, 2004). A partir de um círculo de raio r centrado em cada árvore, a função K conta o número de vizinhos presentes dentro dele. Assim, podem ser computadas todas as distâncias entre todas as árvores em um mapa para investigar o seu padrão. (Haase, 1995; Kuuluvainen & Rouvinen, 2000). É possível detectá-lo em diferentes escalas variando o tamanho do raio (Capretz, 2004).

Esta flexibilidade em relação à escala de distâncias é o principal fator que difere a função K de outros métodos, o que tem levado ao aumento de sua utilização nos últimos anos. Além disso, a função de K tem a vantagem de investigar o padrão segundo altura e diâmetro, e identificar o nível de dependência espacial entre grupos de quaisquer árvores, como espécies diferentes ou árvores de diferentes tamanhos (Capretz, 2004).

A análise é feita graficamente para facilitar a visualização dos desvios em relação à hipótese nula, através de um gráfico cuja abcissas representam r e as ordenadas a função transformada $L(r)$ da função K (Ripley, 1979; Kuuluvainen & Rouvinen, 2000; Capretz, 2004). A função é definida como:

$$K(r) = \lambda^{-1} \text{ (n}^\circ \text{ médio de indivíduos no entorno de qualquer indivíduo)}$$

Sendo λ a densidade de indivíduos (nº de indivíduos por unidade de área). Com frequência se define a função K dizendo que $\lambda K(r)$ é o número médio de indivíduos dentro de um círculo de raio r no entorno de um indivíduo típico do padrão. Para tanto, $K(r)$ descreve as características do processo de pontos a muitas escalas (tantas como diferentes valores de r consideremos). A forma mais simples λ e $K(r)$ é:

$$\hat{\lambda} = \frac{N}{A} \hat{K}(r) = \frac{1}{\hat{\lambda}} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i} I(d_{ij} < r)$$

em que N é o número de pontos do padrão, A é a superfície da área de estudo e $I(d_{ij} < r)$ é a função indicadora, que toma o valor de 1 se a distância entre os pontos i e j é menor do que r e 0 em caso contrário.

3.6 Análise univariada e bivariada

Ao estudar o padrão espacial é necessário distinguir entre o mapa de árvores (padrão espacial observado) e o modelo (processo que gerou o padrão espacial). Um mapa de árvores específico é uma única realização particular de um processo espacial, resultante de interação de inúmeros processos ecológicos, enquanto o modelo é o padrão considerado aleatório para qualquer escala espacial. Os modelos testados são os de completa aleatoriedade espacial (CAE), para o caso univariado, e de completa independência espacial (CIE), para o caso bivariado (Capretz, 2004).

Na análise de dados univariados, considera somente a localização de um evento, ignorando qualquer outra informação acerca dele (Dixon, 2002). Com a função bivariada é possível investigar a relação espacial entre dois grupos de árvores, como por exemplo, duas espécies competidoras em potencial, ou as árvores de duas classes de tamanho distintas. Este teste avalia a independência entre grupos gerados, e sua interpretação análoga à função univariada (Barot et al., 1999).

O modelo é simulado quinhentas vezes com base no número de árvores verificadas no campo e para cada mapa resultante, calcula-se a função K. Os valores máximos e mínimos de cada cálculo são armazenados para cada distância r . Tais valores são utilizados para obter os limites inferior e superior do envelope (Capretz, 2004).

Assim, se os valores observados estiverem dentro de tais envelopes, que oscilam ao redor do valor zero da transformada $L(r)$, é possível dizer que o padrão espacial é aleatório. Para valores fora do envelope de confiança, se os valores forem positivos indicam tendências em direção à agregação (univariada) ou associação (bivariada), e valores negativos remetem ao regular (univariada) ou repulsão (bivariada) (Capretz, 2004).

É importante ressaltar que a observação de uma dependência espacial (atração ou repulsão) não significa necessariamente que a presença de um grupo influencia ecologicamente no outro. É com base nesta observação que é possível investigar se há uma afinidade entre os nichos ecológicos, ou mesmo alguma relação de cooperação ou competição (Capretz, 2004).

3.7 Funções para padrões multivariados

A ferramenta mais comumente utilizada para a análise de padrões com marcas discretas é a função K-cruzada (K-cross). A função $\lambda_j K_{ij}(r)$, em que $K_{ij}(r)$ é a função K-cruzada e λ_j é a intensidade do padrão de tipo j , proporciona o número médio de pontos de tipo j dentro de um raio r no entorno de qualquer ponto de tipo i . Os estimadores de $K_{ij}(r)$, assim como os mecanismos para corrigir o efeito de borda são similares aos de $K(r)$. Em um padrão com n tipos diferentes de marcas se poderia calcular até n^2 funções K_{ij} diferentes. De um ponto de vista prático, sem dúvida há que se distinguir as autênticas funções K-cruzadas ($K_{ij}(r)$ quando $i \neq j$) das funções K univariadas. Como as análises de dependência entre padrões se realizam sempre entre pares de marcas, independentemente do número diferente dessas, é frequente denominar a função K-cruzada como K bivariada ou $K_{12}(r)$. No caso de padrões infinitos, sem limites, $K_{12}(r) = K_{21}(r)$; sem dúvida nos padrões dentro de uma área limitada o efeito de borda afeta de forma não simétrica as duas funções, pelo que o habitual pode ser empregar a função bivariada de Lotwick & Silverman (1982), $K^*_{12}(r)$, um estimador ponderado dos dois anteriores. Sob a hipótese de independência (a hipótese nula é que os processos são independentes, o valor teórico esperado para $K^*_{12}(r) = \pi r^2$, independentemente de como seja a estrutura espacial do padrão que cada tipo de marca carrega. Por tanto, igual ao caso da função K univariada, se pode e se deve trabalhar com a função $L^*_{12}(r) = (K^*_{12}(r) / \pi)^{1/2}$. No caso em que se cumpra a hipótese nula, $L^*_{12}(r) = r$, pelo que se pode testar se $L^*_{12}(r) - r = 0$ a cada distância r . Valores de $L^*_{12}(r) - r > 0$ indicam atração entre os dois

processos a distância r , valores < 0 indicam repulsão. Igual ao caso da função univariada, valores críticos de $L_{12}^*(r) - r = 0$ são calculados também com simulação Monte Carlo (de la Cruz Rot, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A Fazenda Experimental Edgardia, que pertence a Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, localizada no município de Botucatu-SP, possui uma área aproximada de 1.200 hectares (figura 1). Inclui em seus limites cinco fragmentos de vegetação natural de Floresta Estacional Semidecídua e transição de floresta para savana florestada (cerradão) (Jorge & Sartori, 2002), entremeadas por faixas de pastagens e culturas agrícolas. Situada na cuesta basáltica e sobre áreas de recarga do Aquífero Guarani, comporta alguns dos maiores remanescentes em bom estado de conservação da região de Botucatu (Cassola, 2008). Encontra-se nas coordenadas geográficas 22°47’30” a 22°50’ latitude S e 48°26’15” a 48°22’30” longitude Oeste. O clima é do tipo tropical com duas estações bem distintas: chuvosa e quente (setembro a março) e outra seca e fria (abril a agosto) (Jorge et al., 2011).

O fragmento em estudo possui 111,29 hectares de vegetação, dos quais a maior parte está localizada na Fazenda e uma pequena área em propriedade vizinha. No passado, o fragmento sofreu significativas ações antrópicas, uma parte da área amostrada era utilizada como pastagem no início da década de 60 (figura 2a). Além disso, ocorreu exploração seletiva das árvores com importância econômica, sendo a última intervenção ocorrida entre os anos 1975 a 1980 (Jorge et al., 2011).

4.2 Espécies

As espécies foram selecionadas com base em um levantamento fitossociológico realizado anteriormente no fragmento, na qual foram verificadas aquelas com os maiores índices de valores de importância (IVI) (Jorge et al., 2011). Nesse estudo, dentre as dez de maiores IVI, oito foram analisadas, sendo quatro delas avaliadas como indicadoras do desenvolvimento da sucessão secundária, na qual o fragmento se encontra (*Croton floribundus* Spreng., *Mabea fistulifera* Mart., *Astronium graveolens* Jacq. e *Metrodorea nigra* A. St-Hil.) e outras quatro que também ocorrem de maneira abundante no remanescente (*Trichilia pallida* Sw., *Ocotea velutina* (Ness)Rohwer, *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Casearia sylvestris* Swartz).

4.3 Metodologia

Todos os indivíduos das espécies de interesse e com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 4,8 centímetros foram medidos e mapeados em área retangular contínua de dois hectares, amostrada no centro do fragmento (Figuras 1 e 2). O mapeamento foi realizado com base na metodologia descrita por Figueiredo & Cunha (2007), utilizando-se GPS com antena de alta sensibilidade, o que permitiu captar os sinais dos satélites mesmo sob cobertura das copas das árvores.

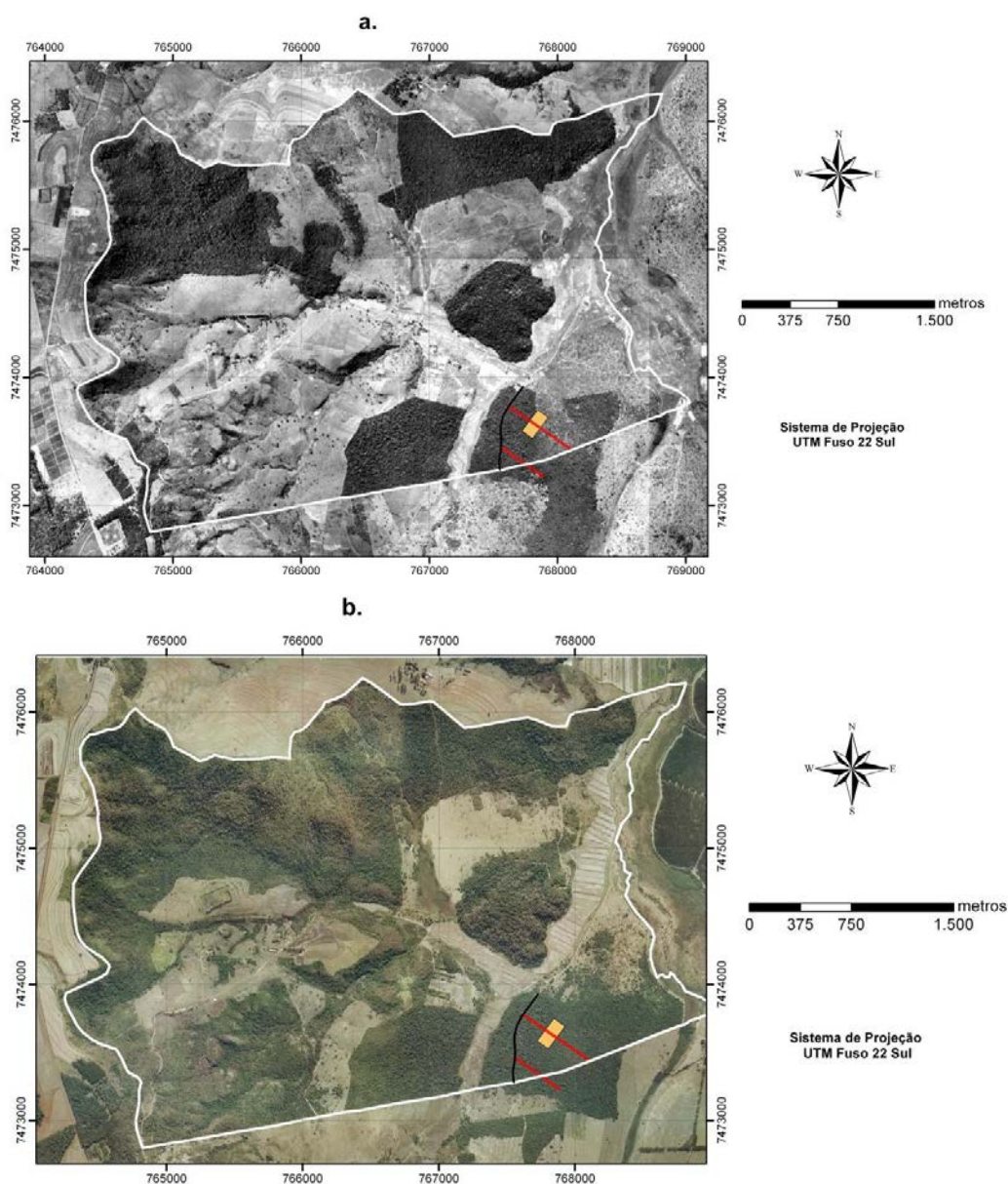


Figura 1. Área amostrada (em laranja) sobre fotografia aérea que apresenta sua localização no fragmento florestal estudado e sua posição em relação às duas faixas de parcelas contíguas (em vermelho) utilizadas no trabalho de Jorge et al. (2011),

orientadas pela estrada que corta o fragmento (em preto). **a.** Fotografia de 1962; **b.** Fotografia de 2005.

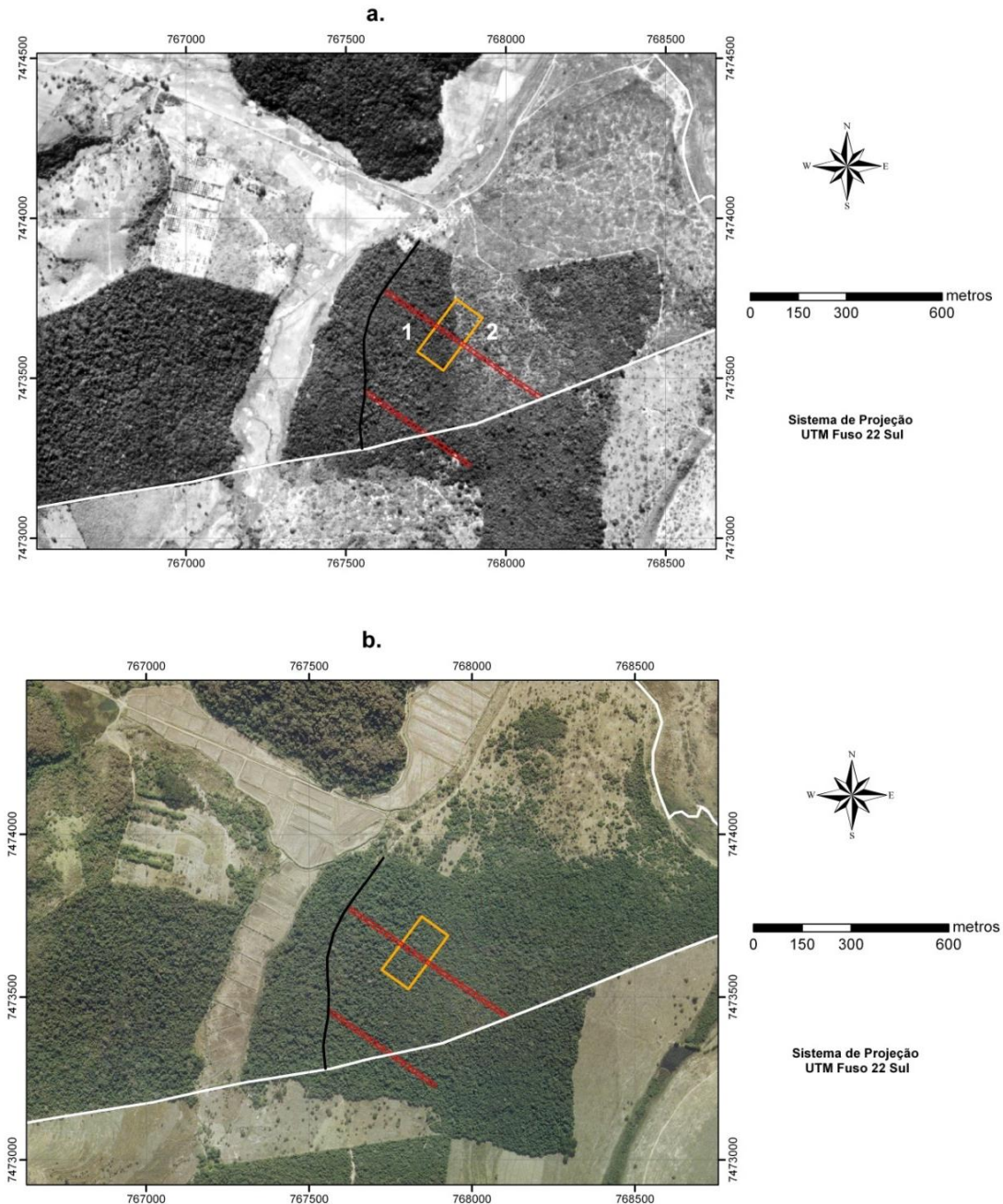


Figura 2. Detalhe da área amostrada (em laranja) sobre fotografia de 2005, aérea que apresenta sua localização no fragmento florestal estudado e sua posição em relação às duas faixas de parcelas contíguas (em vermelho) utilizadas no trabalho de Jorge et al. (2011), orientadas pela estrada que corta o fragmento (em preto). **a.** Fotografia de 1962: **área 1**- formação vegetal fechada e **área 2**- formação vegetal aberta, servindo inclusive como local de pastagem ; **b.** Fotografia de 2005: forma uma vegetação contínua.

Foram geradas distribuições diamétricas das oito espécies avaliadas. As frequências observadas por classe de diâmetro foram computadas. Procurando-se descrever de maneira mais detalhada o comportamento das distribuições de diâmetro que mostraram um padrão em J invertido, ajustaram-se três modelos exponenciais (Tabela 1). O melhor ajuste permitiu indicar se o decréscimo do número de árvores relacionadas a uma distribuição específica se aproximou a uma progressão geométrica uniforme - tipo I, crescente - tipo II ou decrescente - tipo III.

Tabela 1. Modelos ajustados para o padrão de distribuição de diâmetros em J invertido.

| Tipo | progressão geométrica | modelo exponencial | modelo linearizado |
|-------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| I | Uniforme | 1. $N_i = ae^{bd_i}$ | 1. $\ln N_i = b_0 + b_1d_i$ |
| II | Crescente | 2. $N_i = ae^{bd_i^2}$ | 2. $\ln N_i = b_0 + b_1d_i^2$ |
| III | Decrescente | 3. $N_i = ae^{bd_i^{1/2}}$ | 3. $\ln N_i = b_0 + b_1d_i^{1/2}$ |

N_i = número de indivíduos na classe i ; d_i = centro da classe de diâmetros i ; a , b = coeficientes dos modelos exponenciais; b_0 , b_1 = coeficientes dos modelos linearizados.

Tendo como base os modelos linearizados (Tabela 1), usaram-se as equações lineares como funções de auto-iniciação para o ajuste das equações não lineares no ambiente do software estatístico R, sendo os valores iniciais dos coeficientes a , b , assumidos respectivamente por e^{b_0} , b_1 .

Quando as frequências observadas de uma determinada espécie apontaram para um padrão de distribuição de diâmetros unimodal, empregaram-se quatro modelos (Tabela 2) adaptados para seu uso na presente pesquisa. Os modelos linearizados foram ajustados. Selecionou-se a melhor equação em função do coeficiente de determinação (R^2), erro padrão de estimativa (s_{yx}) e significância dos coeficientes. Após derivar o antilogaritmo da equação escolhida, descreveu-se a distribuição estimada.

Tabela 2. Modelos ajustados para o padrão de distribuição de diâmetros unimodal.

| Modelo | modelo linearizado |
|-----------------------------------|---|
| 1. $N_i = ad_i^b e^{cd_i}$ | 1. $\ln N_i = b_0 + b_1 \ln d_i + b_2 d_i$ |
| 2. $N_i = ad_i^b e^{cd_i^2}$ | 2. $\ln N_i = b_0 + b_1 \ln d_i + b_2 d_i^2$ |
| 3. $N_i = ad_i^b e^{cd_i^{1/2}}$ | 3. $\ln N_i = b_0 + b_1 \ln d_i + b_2 d_i^{1/2}$ |
| 4. $N_i = ad_i^b e^{cd_i^\gamma}$ | 4. $\ln N_i = b_0 + b_1 \ln d_i + b_2 d_i^\gamma$ |

N_i = número de indivíduos na classe i ; d_i = centro da classe de diâmetros i ; a , b , c = coeficientes dos modelos não lineares; b_0 , b_1 , b_2 = coeficientes dos modelos linearizados; γ = potência.

Dentre outras estatísticas, a qualidade do ajuste das equações utilizadas para descrever as distribuições diamétricas, tanto para as que apresentaram um padrão em J invertido como unimodal, foi medida pelo índice de ajustamento (IA), calculado pela fórmula:

$$IA = 100 \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \right]$$

em que:

y_i = frequência absoluta observada na classe i ;

\hat{y}_i = frequência absoluta esperada na classe i ;

\bar{y}_i = frequência média nas n classes.

O estudo de distribuição espacial envolve a utilização de sistema de informações geográficas (SIG) e os métodos de estatísticas espaciais. Essas ferramentas ainda não operam em um único ambiente computacional, sendo necessária a integração de software (Fook, 2005). Assim, as informações das coordenadas geográficas de mapeamento foram descarregadas no programa ArcInfo v.10.1. Por meio da edição de

dados, os indivíduos foram separados por espécies em arquivos distintos e cada indivíduo foi acrescido de seu respectivo DAP, com base nas anotações em campo. Posteriormente, os dados foram passados para o ambiente do software R, que auxiliou na análise dos padrões de distribuição espacial, utilizando-se para isso o pacote “spatstat” (Baddeley, 2010).

Para determinar o padrão de distribuição dos indivíduos de cada uma das oito espécies empregou-se a função L, que é uma transformada da função K de Ripley univariada ($L(r) = (K(r) / \pi)^{1/2}$). Para a função univariada, a hipótese nula é a da completa aleatoriedade espacial (testar se $L(r) - r = 0$ a cada distância r). A hipótese foi testada no “spatstat” por 500 simulações Monte Carlo para $\alpha = 0,01$. Os resultados são descritos por meio dos gráficos em que o eixo das ordenadas corresponde ao valor estimado e transformado de K (L estimado) e o eixo das abscissas corresponde à distância em metros (escala). Quando a função empírica (L estimado – linha sólida) supera o valor teórico esperado (envelope com área na cor cinza) do limite de confiança no qual se assume que os pontos são completamente aleatórios, significa agrupamento; já num padrão aleatório, a função empírica (L estimado) deve estar dentro dos limites de confiança; no padrão regular, a função (L estimado) está abaixo do envelope do limite de confiança.

Os testes do padrão de interação entre as espécies foram realizados com a utilização da função bivariada K_{12} proposta por Lotwick & Silverman (1982) e a correspondente função L_{12} proposta por Diggle (1983). Os valores observados de L_{12} foram comparados com os valores teóricos obtidos para um valor nulo da hipótese de independência que corresponde à ausência de interação entre os dois tipos de pontos. O modelo nulo (hipótese de independência espacial) foi gerado com 500 simulações para $\alpha = 0,01$, utilizando-se o pacote “spatstat”.

5. RESULTADOS

5.1 Distribuição Diamétrica

Analisando-se as distribuições de diâmetros (Tabelas 3 e 4, Figura 3), das oito espécies mais abundantes no fragmento de vegetação natural em estudo, além de estarem incluídas na lista das dez de maior valor de importância, verificou-se que para duas delas (*Trichilia pallida* e *Metrodorea nigra*) ocorreu um padrão em J invertido. Outras cinco espécies (*Croton floribundus*, *Mabea fistulifera*, *Ocotea velutina*, *Astronium graveolens* e *Copaifera langsdorffii*) apresentaram um padrão de distribuição unimodal. A classificação dos tamanhos dos indivíduos amostrados de *Casearia sylvestris* conformou uma distribuição retangular.

As equações usadas na descrição das distribuições em J invertido para *Trichilia pallida* e *Metrodorea nigra*, foram ajustadas a partir do modelo 2 e foram selecionadas em função do nível de significância dos coeficientes, dos valores do erro padrão de estimativa (syx) e do índice de ajustamento – IA % (Tabela 3). A seleção de equações relacionadas ao modelo 2 mostra que a diminuição dos indivíduos nas classes aconteceu obedecendo a uma progressão geométrica crescente.

As equações utilizadas na descrição das distribuições unimodais para *Croton floribundus*, *Mabea fistulifera*, *Ocotea velutina*, *Astronium graveolens* e *Copaifera langsdorffii*, foram ajustadas respectivamente a partir dos modelos 2, 1, 4, 4 e 1 e foram selecionadas em função do nível de significância dos coeficientes, dos valores do erro padrão de estimativa (syx), do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) e do índice de ajustamento – IA % (Tabela 4).

Tabela 3. Estatísticas relacionadas às equações ajustadas para o padrão de distribuição de diâmetros em J invertido.

| Distribuição | Modelo | A | b | syx | n° iterações | IA(%) |
|--------------------------|--------|--------------|-------------|--------|--------------|-------|
| <i>Trichilia pallida</i> | 1 | 260,239418** | -0,27586** | 1,9990 | 6 | 98,82 |
| | 2 | 88,440622*** | -0,01583*** | 0,8968 | 4 | 94,34 |
| | 3 | 2830,120475 | -1,62969** | 2,8720 | 10 | 94,29 |
| <i>Metrodorea nigra</i> | 1 | 626,920492 . | -0,49463** | 3,7620 | 9 | 91,00 |
| | 2 | 127,843453** | -0,03717** | 2,8770 | 6 | 97,41 |
| | 3 | 15947,741390 | -2,54225** | 4,2850 | 15 | 84,89 |

*** P ≤ 0,001; ** P ≤ 0,01; * P ≤ 0,05; . P ≤ 0,1.

Tabela 4. Estatísticas relacionadas às equações ajustadas para o padrão de distribuição de diâmetros unimodal.

| Distribuição | Modelo | b_0 | b_1 | b_2 | γ | syx | R^2_{ajust} | IA (%) |
|-------------------------------|--------|-------------|-------------|--------------|----------|--------|---------------|--------|
| <i>Croton floribundus</i> | 1 | -9,55245*** | 7,06202*** | -0,42328*** | 1 | 0,1014 | 0,9928 | 97,98 |
| | 2 | -4,62301** | 3,25689*** | -0,00505*** | 2 | 0,0850 | 0,9949 | 99,50 |
| | 3 | -8,13890** | 14,77750** | -7,37980** | 1/2 | 0,1827 | 0,9766 | 93,47 |
| <i>Mabea fistulifera</i> | 1 | -5,16013* | 6,52235** | -0,64644*** | 1 | 0,1918 | 0,9786 | 96,73 |
| | 2 | -0,89075 | 2,29086* | -0,01108** | 2 | 0,2359 | 0,9677 | 95,03 |
| | 3 | -1,05920 | 15,02790*** | -9,51500*** | 1/2 | 0,1913 | 0,9787 | 96,04 |
| <i>Ocotea velutina</i> | 1 | -0,84583 | 2,94025 . | -0,29244* | 1 | 0,3364 | 0,8695 | 91,20 |
| | 2 | 1,64965 | 0,73802 | -0,00427* | 2 | 0,3754 | 0,8375 | 84,84 |
| | 3 | 0,72890 | 7,36100* | -4,62700* | 1/2 | 0,3194 | 0,8824 | 93,66 |
| | 4 | 481,54000** | 50,62000** | -489,24000** | 0,085 | 0,3077 | 0,8909 | 95,20 |
| <i>Astronium graveolens</i> | 1 | -1,52944 | 2,65426 | -0,17303 | 1 | 0,1465 | 0,9614 | 97,72 |
| | 2 | 1,10459 | 0,84413 | -0,00180 | 2 | 0,2138 | 0,9177 | 94,63 |
| | 3 | -1,49870 | 6,37560 | -3,26850 | 1/2 | 0,1130 | 0,9770 | 98,72 |
| | 4 | 10,12200* | 11,37610 . | -16,77620 . | 0,3 | 0,0999 | 0,9820 | 99,02 |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> | 1 | -5,28260* | 3,96967* | -0,18584* | 1 | 0,1736 | 0,9777 | 97,44 |
| | 2 | -1,16236 | 1,49285 | -0,00145* | 2 | 0,2425 | 0,9564 | 97,25 |
| | 3 | -6,30100* | 9,04300* | -3,98200** | 1/2 | 0,1828 | 0,9752 | 94,46 |

*** $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$; * $P \leq 0,05$; . $P \leq 0,1$.

5.2 Distribuição Espacial

O mapeamento das árvores permitiu verificar a distribuição dos indivíduos das oito espécies dentro da área de dois hectares amostrada (Figura 4). Assim pode-se determinar o padrão de distribuição espacial das espécies (Figura 5). *Croton floribundus*, *Trichilia pallida*, *Mabea fistulifera*, *Casearia sylvestris* e *Metrodorea nigra* mostram nitidamente uma distribuição agregada dos indivíduos, em função de que para essas cinco espécies a linha que descreve a função L supera o valor teórico esperado, ou seja, o envelope de confiança (área de cor cinza).

Para *Copaifera langsdorffii* a função empírica (L estimado) está dentro dos limites de confiança, indicando padrão aleatório de distribuição. O padrão de distribuição espacial para *Ocotea velutina* e *Astronium graveolens* depende da escala de análise. *Ocotea velutina* apresenta um padrão de distribuição agregado para um raio de distância entre os indivíduos entre 0 e 10 metros e distribuição aleatória para indivíduos que apresentem uma distância maior do que 10 metros entre eles. *Astronium graveolens* mostra distribuição agregada para intervalos de 0 a 5 metros e acima de 10 metros de

distância entre indivíduos, assim como apresenta distribuição aleatória para intervalos de 5 a 10 de distância entre indivíduos.

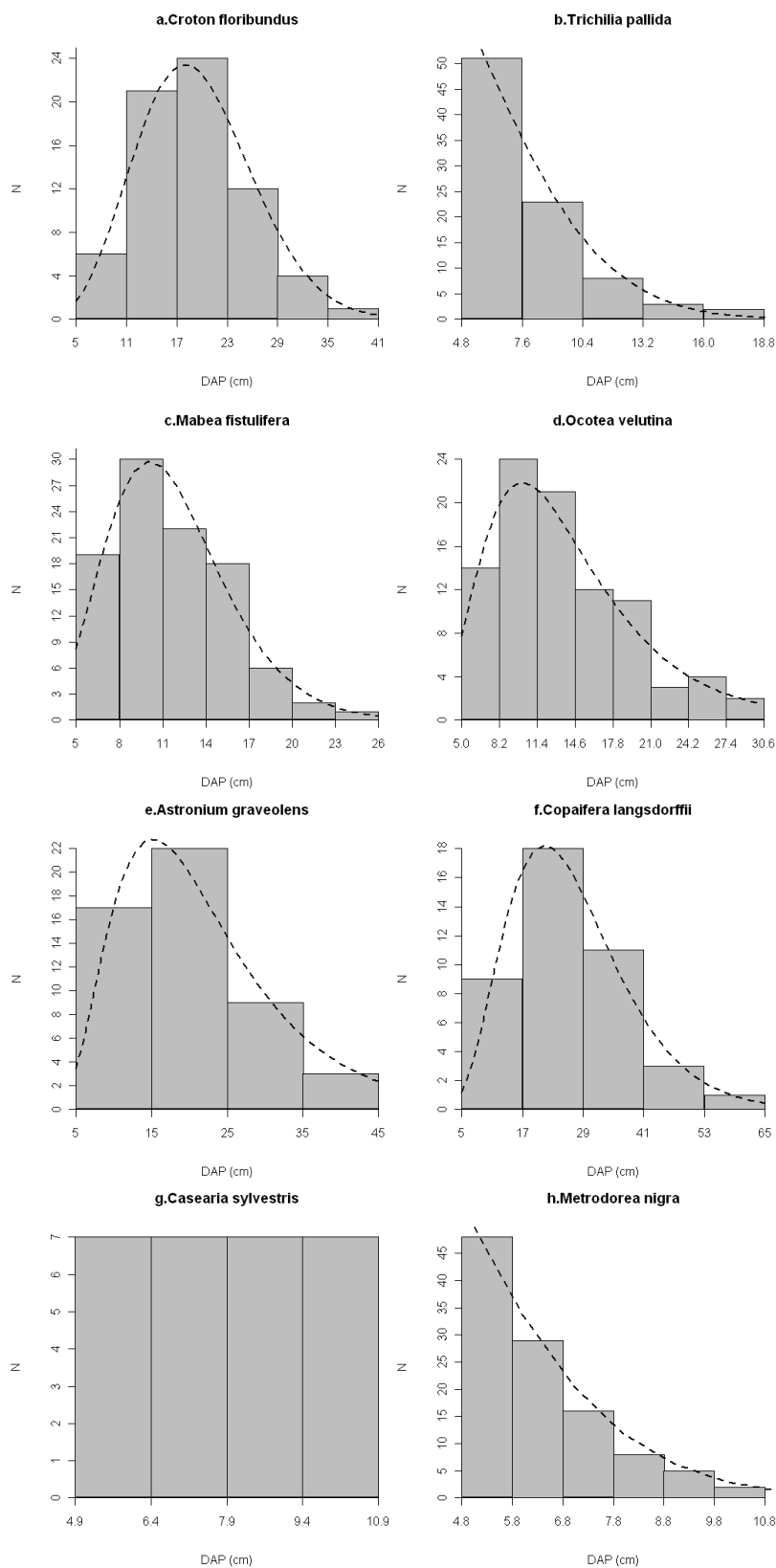


Figura 3. Distribuição de diâmetros: a. *Croton floribundus*; b. *Trichilia pallida*; c. *Mabea fistulifera*; d. *Ocotea velutina*; e. *Astronium graveolens*; f. *Copaifera langsdorffii*; g. *Casearia sylvestris*; h. *Metrodorea nigra*.

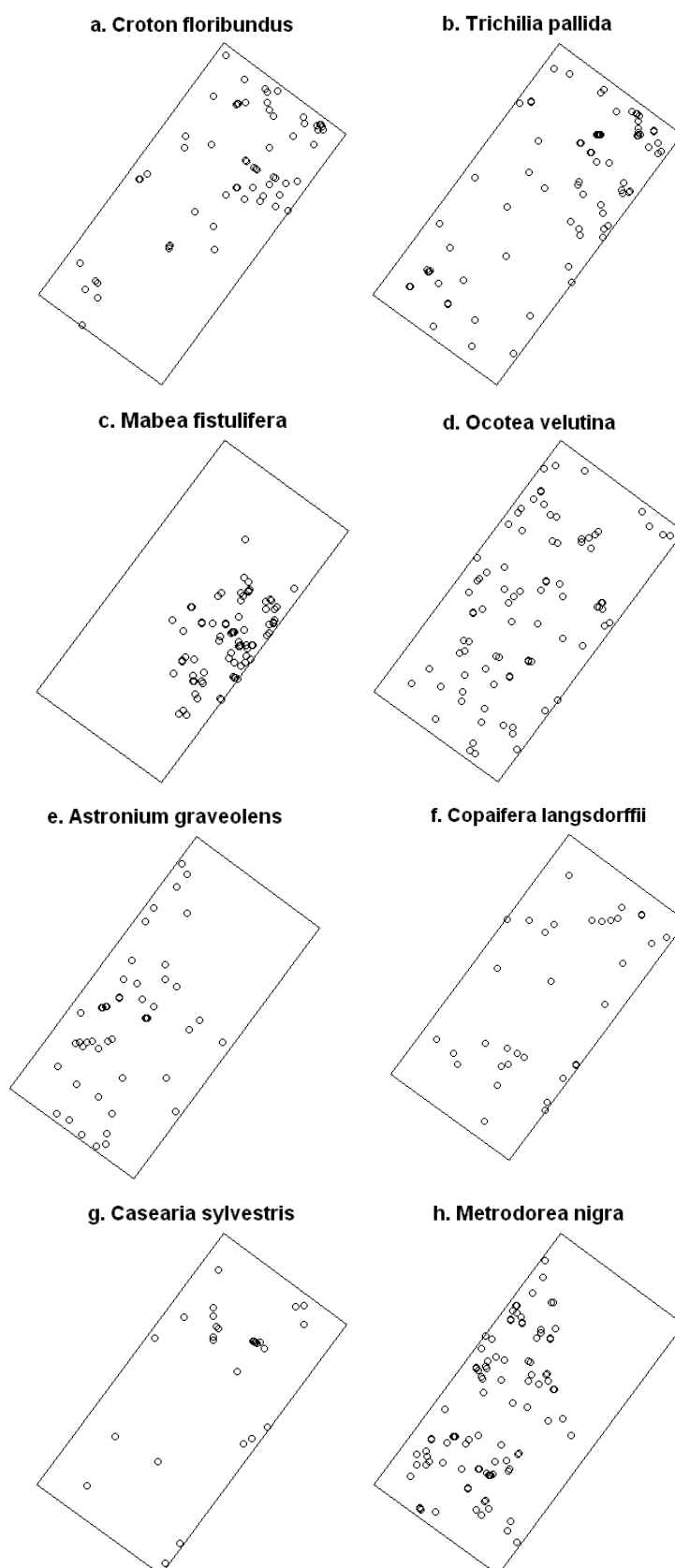


Figura 4. Distribuição espacial dos indivíduos de: a. *Croton floribundus*; b. *Trichilia pallida*; c. *Mabea fistulifera*; d. *Ocotea velutina*; e. *Astronium graveolens*; f. *Copaifera langsdorffii*; g. *Casearia sylvestris*; h. *Metrodorea nigra*.

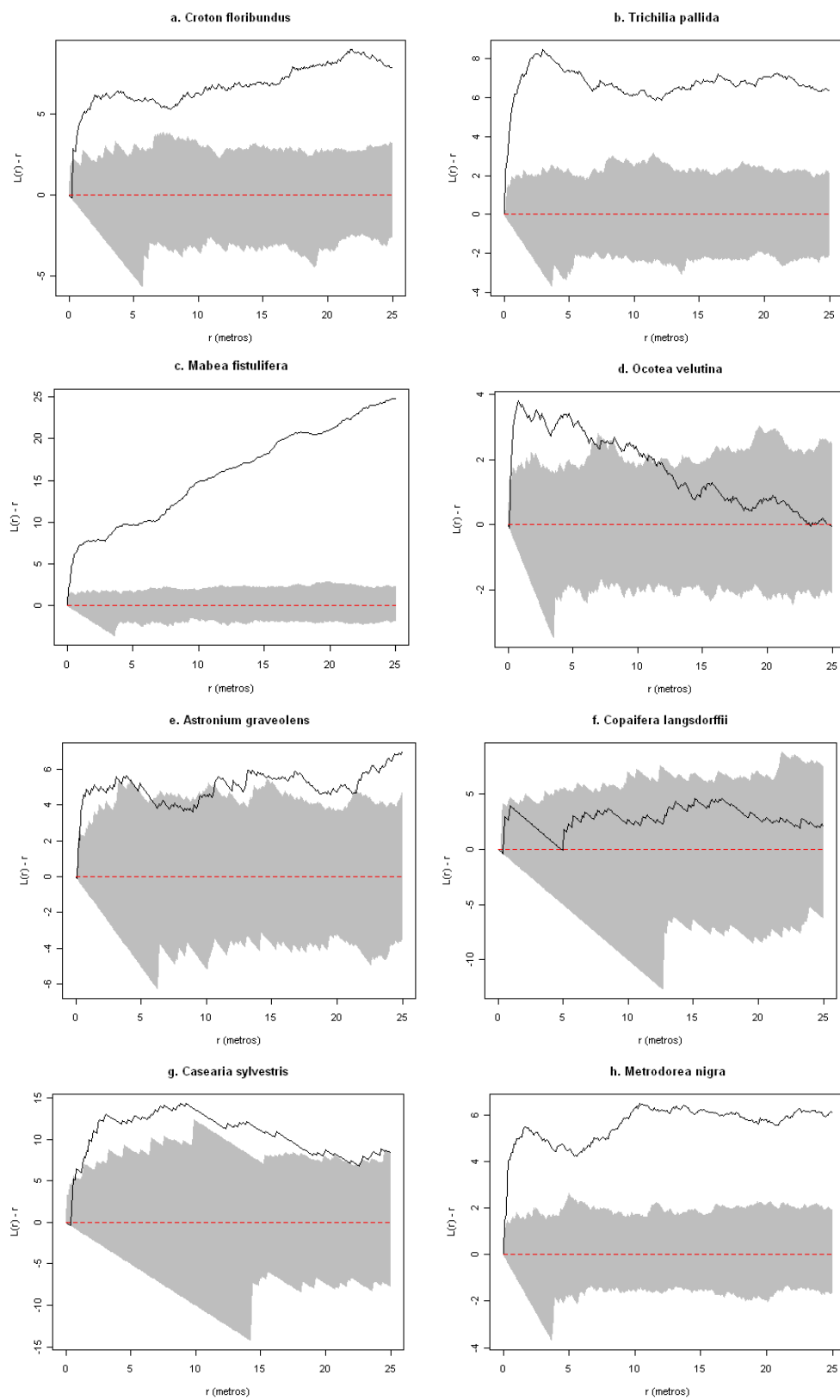


Figura 5. Função L e envelope de confiança para: a. *Croton floribundus*; b. *Trichilia pallida*; c. *Mabea fistulifera*; d. *Ocotea velutina*; e. *Astronium graveolens*; f. *Copaifera langsdorffii*; g. *Casearia sylvestris*; h. *Metrodorea nigra*.

Além da distribuição espacial das espécies, também foi verificado a distribuição pareada das quatro indicadoras do desenvolvimento da sucessão secundária (*Astronium graveolens*, *Croton floribundus*, *Mabea fistulifera* e *Metrodorea nigra*), conforme estudo de Jorge et al. (2011), e as demais espécies estudadas (*Casearia sylvestris*, *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea velutina* e *Trichilia pallida*). Ao todo foram 22 comparações pareadas conforme mostram as figuras 6, 7, 8 e 9.

A análise de dependência espacial entre *Croton floribundus* e as demais espécies (figura 6) ocorreu em sua maior parte dentro do envelope de confiança (indicando não existir interação) e acima do valor esperado para a função L (mostrando associação positiva (atração) entre as espécies). Foram observadas para *Mabea fistulifera*, *Ocotea velutina* e *Copaifera langsdorffii* atração a partir dos 15 metros de raio; *Casearia sylvestris* a partir dos 10 metros; e a partir dos 23 metros para *Metrodorea nigra*. Já para *Trichilia pallida* foi verificado uma interação positiva para qualquer distância de raio.

Comparando-se a distribuição de *Mabea fistulifera* com as demais espécies (figura 7) observa-se uma atração em qualquer escala para *Trichilia pallida* e *Ocotea velutina*, com a função K12 (L12 estimado) próxima ao limite do envelope de confiança. Em relação a *Casearia sylvestris*, a função oscila dentro e fora do envelope de confiança, indicando uma tendência à associação positiva entre as espécies. Para *Astronium graveolens* e *Copaifera langsdorffii*, foi observada independência espacial, com K12 (L12 estimado) predominantemente dentro do envelope de confiança, com distribuição agregada nos primeiros 5 metros de raio. Já *Metrodorea nigra*, que apesar de se apresentar de uma forma semelhante como as demais espécies (atração até os 5 metros), se comporta de forma inibitória em relação à *Mabea fistulifera* a partir os 10 metros de raio.

Astronium graveolens tem uma interação bem definida (considerando a análise em qualquer escala) com as demais espécies (figura 8). Constata-se independência espacial para *Trichilia pallida*, *Copaifera langsdorffii* e *Casearia sylvestris*; e associação positiva para *Ocotea velutina* e *Metrodorea nigra*.

Metrodorea nigra apresenta uma forte associação com *Ocotea velutina* e *Copaifera langsdorffii*, independência espacial a partir dos 5 metros de raio para *Trichilia pallida* e fraca atração para *Casearia sylvestris*, que oscila dentro e fora do envelope dependendo da escala analisada (figura 9).

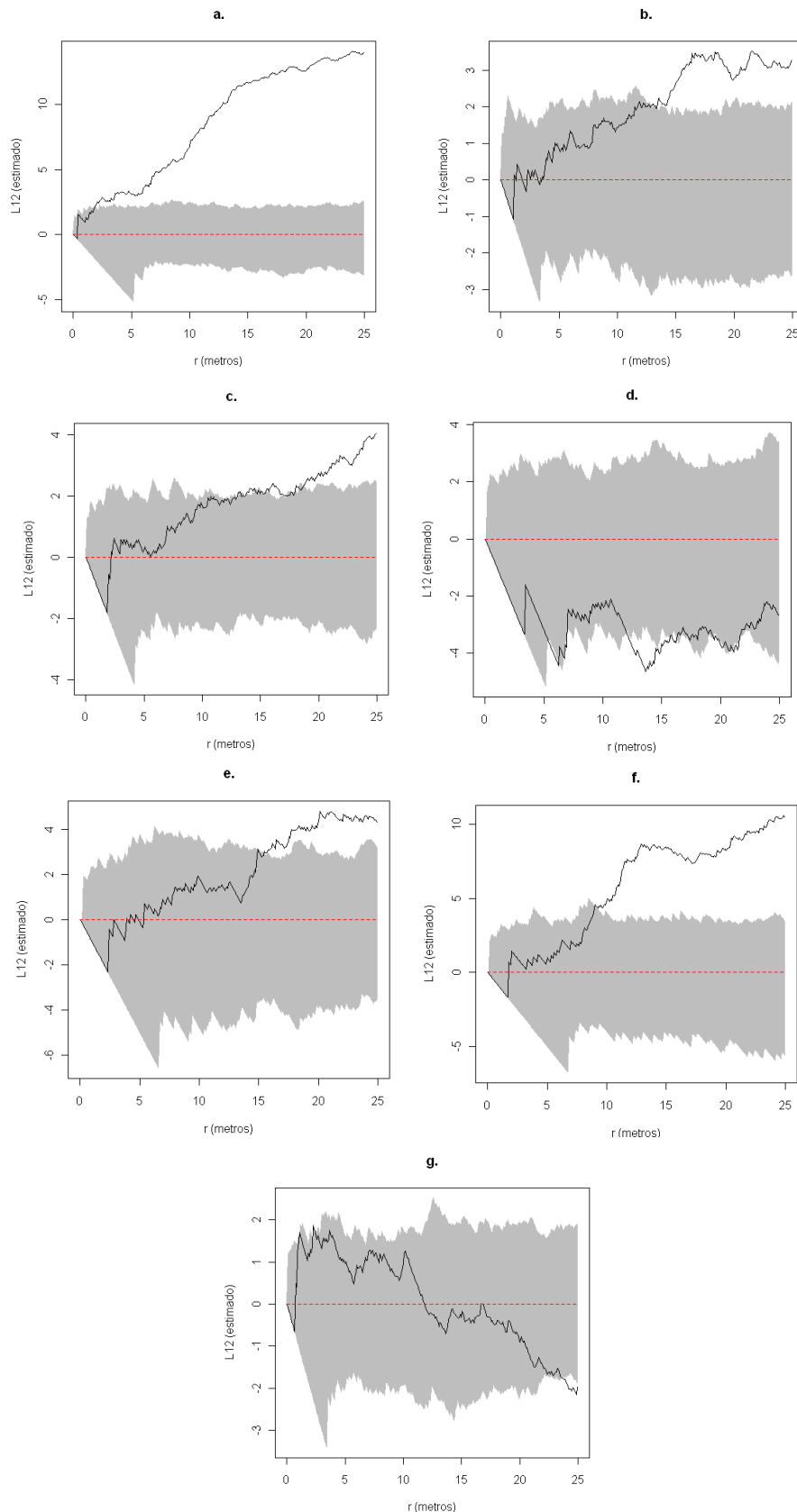


Figura 6. Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Croton floribundus* e *Trichilia pallida*; b. *Croton floribundus* e *Mabea fistulifera*; c. *Croton floribundus* e *Ocotea velutina*; d. *Croton floribundus* e *Astronium graveolens*; e. *Croton floribundus* e *Copaifera langsdorffii*; f. *Croton floribundus* e *Casearia sylvestris*; g. *Croton floribundus* e *Metrodorea nigra*.

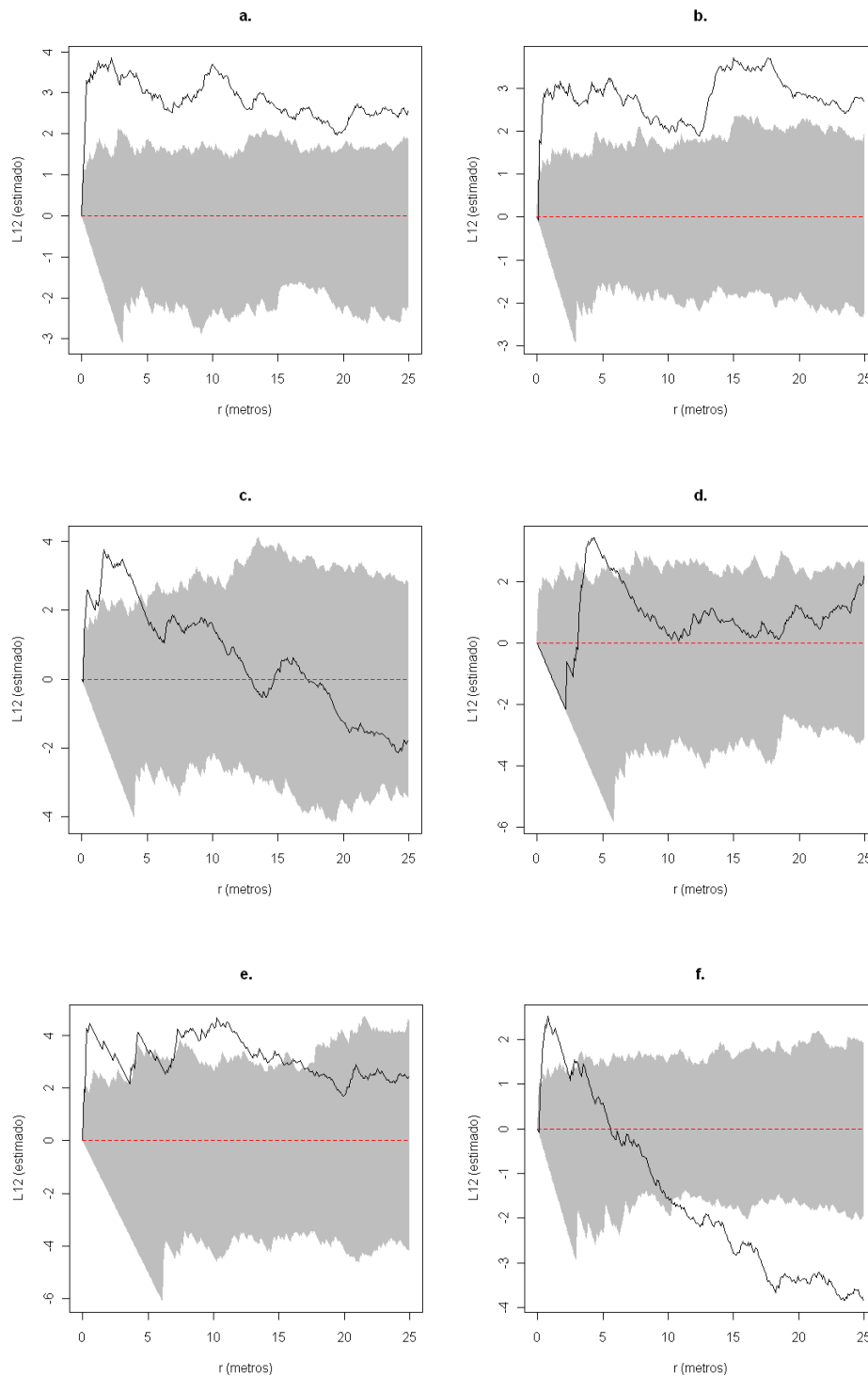


Figura 7. Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Mabea fistulifera* e *Trichilia pallida*; b. *Mabea fistulifera* e *Ocotea velutina*; c. *Mabea fistulifera* e *Astronium graveolens*; d. *Mabea fistulifera* e *Copaifera langsdorffii*; e. *Mabea fistulifera* e *Casearia sylvestris*; f. *Mabea fistulifera* e *Metrodorea nigra*.

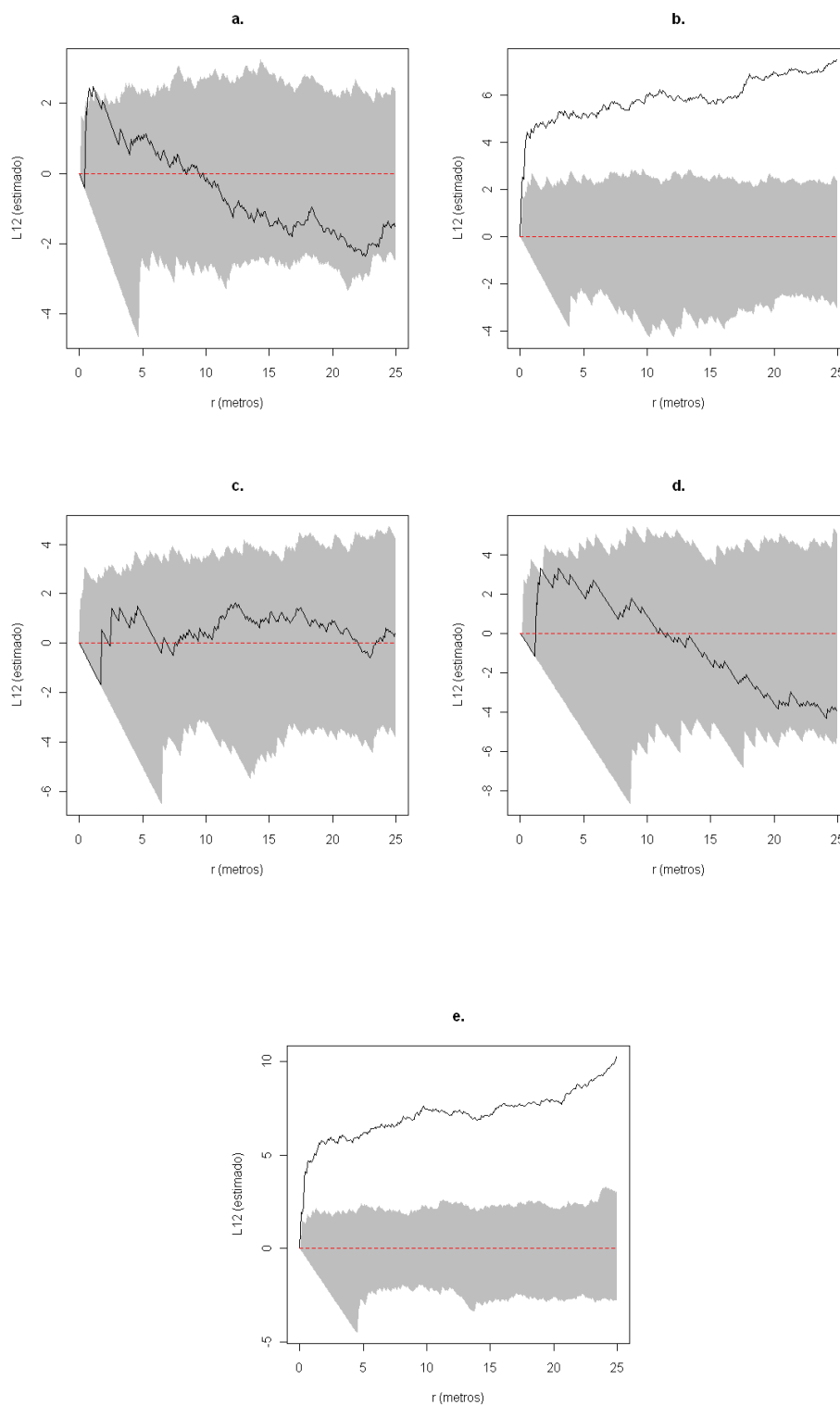


Figura 8. Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Astronium graveolens* e *Trichilia pallida*; b. *Astronium graveolens* e *Ocotea velutina*; c. *Astronium graveolens* e *Copaifera langsdorffii*; d. *Astronium graveolens* e *Casearia sylvestris*; e. *Astronium graveolens* e *Metrodorea nigra*.

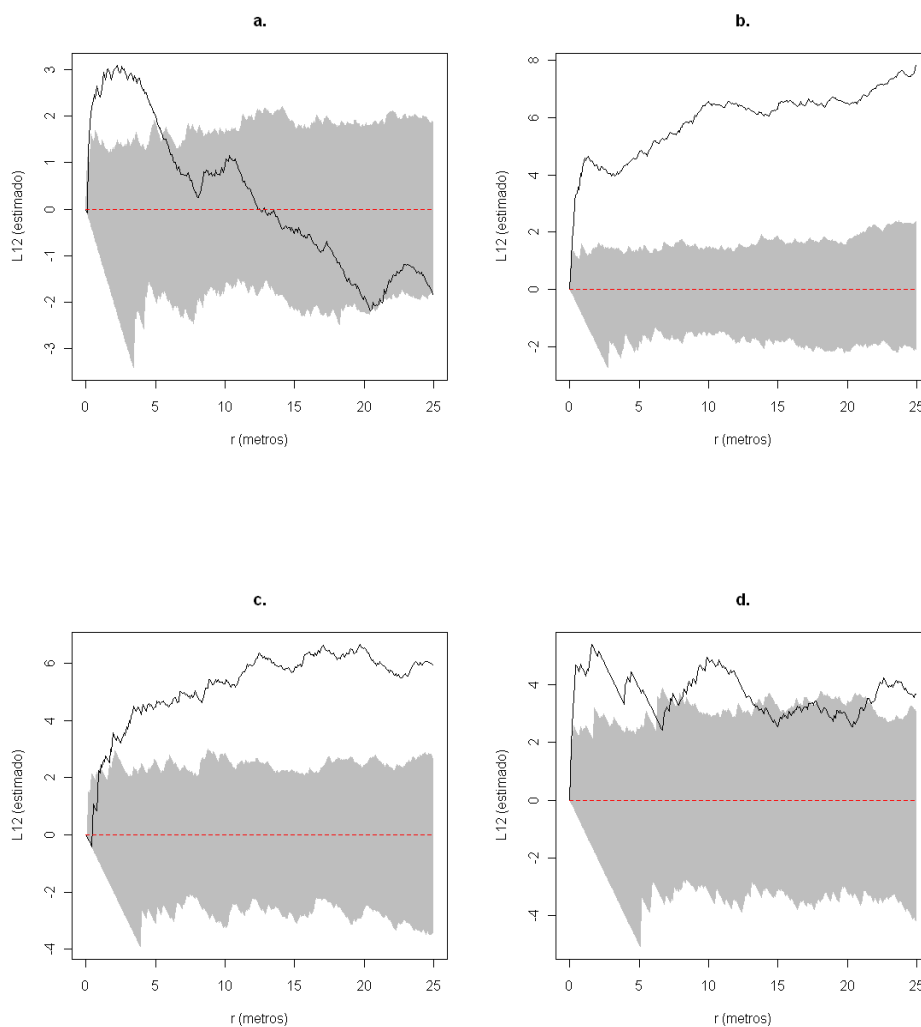


Figura 9. Análise da dependência espacial com a função K_{12} (L_{12} estimado) para árvores de: a. *Metrodorea nigra* e *Trichilia pallida*; b. *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina*; c. *Metrodorea nigra* e *Copaifera langsdorffii*; d. *Metrodorea nigra* e *Casearia sylvestris*.

6. DISCUSSÃO

6.1 Distribuição Diamétrica

A análise da distribuição diamétrica, organizado em histogramas de frequência nas classes de diâmetros, pode ser útil para retratar acontecimentos dos quais o fragmento tenha sofrido, como exploração seletiva, não estabelecimento de plantas e o estágio de regeneração da espécie (Silva Jr & Silva, 1988). Das oito espécies observadas, *Astronium graveolens*, *Copaifera langsdorffii*, *Croton floribundus*, *Mabea fistulifera* e *Ocotea velutina* apresentaram distribuição unimodal, indicando regeneração intermitente, fato que pode ser atribuído a características intrínsecas de cada espécie (Silva et al., 2012) e a expressão de oportunidades vivenciadas pelos indivíduos (Hutchings, 1997).

Metrodorea nigra e *Trichilia pallida* apresentaram o padrão de “J-invertido”, com uma maior concentração dos indivíduos na menor classe diamétrica, indicando uma regeneração contínua. Além disso, ao considerar as características intrínsecas: *Trichilia pallida*, uma espécie secundária, característica de florestas úmidas, heliófila ou luminosidade difusa (Lorenzi, 1998); e *Metrodorea nigra*, característica de sub-bosque, adaptada à sombra e áreas úmidas (Lorenzi, 2002); espera-se que a área apresente tais condições ambientais, ao menos o mínimo suficiente para que ocorra o alto recrutamento das mesmas.

Ademais, nenhuma espécie apresenta interrupções entre as classes de diâmetros, mostrando que têm conseguido completar seu ciclo e que o fragmento está em processo de recuperação (Carvalho & Nascimento, 2009). Um reflexo positivo das mudanças de utilização do mesmo, que deixou de sofrer perturbações antrópicas, como extração de madeiras e pastagens, e passou a ser preservado.

6.2 Distribuição Espacial

A distribuição espacial pode ser influenciada, *a priori*, de acordo com o tipo de dispersão. O padrão agregado, geralmente está relacionado à zoocoria ou à autocoria (Greig-Smith, 1964 *apud* Bernasol & Lima-Ribeiro, 2010), uma vez que são maiores as chances de ocorrerem próximos aos sítios de alimentação, para zoocoria, ou ao redor da

planta mãe, no caso de dispersão explosiva (autocoria) ou por gravidade (barocoria). Já para o padrão aleatório, o esperado é que a dispersão seja pelo vento (anemocoria), uma vez que a ocorrência se dá ao acaso (Greig-Smith, 1964 *apud* Bernasol & Lima-Ribeiro, 2010). Contudo, não quer dizer que o tipo de dispersão vá predizer o tipo de padrão de distribuição espacial da espécie, pois ela está subordinada também a outros fatores bióticos e abióticos, como predação de sementes, ocorrência preferencial em ambientes específicos, características ecológicas da espécie e o histórico de perturbação do local (Chini et al., 2012).

As espécies que apresentaram distribuição agregada foram: *Casearia sylvestris*, *Croton floribundus*, *Mabea Fistulifera*, *Metrodorea nigra* e *Trichilia pallida*. *Astronium graveolens* (tabela 5) foi predominantemente agregada (com distribuição aleatória apenas para os intervalos entre 5 a 10 metros). Todas as espécies apresentam dispersão zoocórica ou autocórica, com exceção de *Astronium graveolens*, com dispersão anemocórica, o que pode estar relacionado com sua dispersão aleatória entre 5 a 10 metros e ao padrão pouco agregado (próximo ao limite superior do envelope de confiança).

Por outro lado, *Copaifera langsdorffii* e *Ocotea velutina* apresentaram resultado diferente do esperado, com padrão aleatório em qualquer escala e aleatório a partir dos 10 metros, respectivamente, mesmo ambas tendo dispersão zoocórica. O fato relembra que o tipo de dispersão não condiciona a distribuição espacial sozinha, mas em conjunto com muitos outros fatores. Além da dispersão, a distribuição espacial depende também da densidade do banco de sementes, do histórico de perturbação da área, características ambientais favoráveis (iluminação, umidade e solo) e características fisiológicas (tolerância à dessecação, tipo de dormência e viabilidade) para que ocorra a germinação e o desenvolvimento da planta. Para inferir mais especificamente quais fatores podem estar envolvidos neste processo seria necessário estudo sobre germinação e desenvolvimento das plantas no local.

Na análise de dependência espacial pareada (interespecífica), foram destacados os pares que demonstraram forte associação positiva (atração): *Metrodorea nigra* e *Copaifera langsdorffii*; *Croton floribundus* e *Trichilia pallida*; e *Astronium graveolens*, *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina*; e associação negativa para: *Metrodorea nigra* e *Mabea fistulifera*. Para as demais relações interespecíficas, não foram observadas dependência espacial ou apenas uma fraca associação dependendo da escala analisada.

As associações podem estar relacionadas com características ambientais preferenciais ocupadas pelas espécies, como observado para *Metrodorea nigra* e *Copaifera langsdorffii*; *Croton floribundus* e *Trichilia pallida*; *Astronium graveolens*, *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina* ocupando *habitat* semelhantes de acordo com a literatura.

M. nigra e *C. langsdorffii* são seletivos higrófilos e tolerantes à sombra ou pouca luz, indicando locais de menor distúrbio e vegetação arbórea mais estruturada (Machado, 1990; Freitas & Oliveira, 2002; Lorenzi, 2002). *C. floribundus* e *T. pallida* são heliófilos e seletivos higrófilos. *C. floribundus* é típica de interior de mata primária que tenha sofrido interferências antrópicas ou em clareiras de matas secundárias e *T. pallida* é comum em matas de galeria ou ciliar (Lorenzi, 1998; 2002). *Astronium graveolens*, *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina* podem ser encontradas no interior de mata primária densa ou até mesmo secundária, onde não há grande incidência luminosa (Lorenzi, 2002).

Metrodorea nigra e *Mabea fistulifera*, que apesar de disporem agrupadas quando muito próximas, se inibem a partir dos 10 metros. Essa variação pode acontecer pelo fato de ambas serem agregadas entre si (intraespecificamente) e por isso a curta distância dar essa falsa impressão, mas na verdade tem preferências distintas quanto a luminosidade e disponibilidade de água. Além disso, *M. nigra* é típica de mata primária densa, enquanto que *M. fistulifera* é típica de mata secundária e rara em mata primária densa (Lorenzi, 2002). Pode-se inferir então, que *M. nigra* tem maiores chances de ser encontrada em locais onde a estrutura vegetal apresenta estágio sucessional mais avançado que em locais dos quais *M. fistulifera* se encontra.

As associações positivas e negativas das espécies podem ser indicadores de que a área possui distintas fases de desenvolvimento sucessional, compondo um mosaico. Sendo possível dividi a mesma em duas subáreas, quanto aos estágios sucessionais: subárea 1: estágio de regeneração secundária mais avançada – indicado pela associação positiva entre *Astronium graveolens*, *Metrodorea nigra* e *Ocotea velutina*, espécies adaptadas tanto à mata primária densa quanto à secundária inicial e; subárea 2: estágio de regeneração secundária menos avançada que subárea 1 – indicada pela associação positiva entre *Croton floribundus* e *Trichilia pallida*. Além da associação negativa observada entre *Metrodorea nigra* e *Mabea fistulifera*, que reforça a presença de um mosaico de fases do desenvolvimento sucessional.

Obviamente essas áreas são contínuas e se confundem ao longo do fragmento, não sendo fácil afirmar visualmente as diferenças. Ademais, fazendo o resgate histórico da fotografia de 1962 (figura 2a) (Jorge et al, 2011), pode-se perceber que a área 2 (correspondente a subárea 2), onde antes era um local de pastagem, era muito mais perturbado que a área 1 (correspondente a subárea 1), que continha um estrato arbóreo mais estruturado. Tal fato pode ser interpretado como resquício do passado de perturbações antrópicas no fragmento, que felizmente tem se regenerado após cerca de três décadas em preservação.

Tabela 5. Quadro resumo com as principais características das espécies.

Em Grupos de Sucessão (GS): S=secundária; SI=secundária inicial; ST=secundária tardia; P= pioneira. Em Características Silviculturais: D=decídua; S=semidecídua; P=perene; He=heliófila; Es=esciófila; Hi sel.=higrófila seletiva; Xe=xerófila.

| Espécies | GS | Características Silviculturais | Habitat Preferencial | Dispersão | Distribuição espacial |
|-------------------------------|----|--------------------------------|---|----------------------|-----------------------|
| <i>Astronium graveolens</i> | S | D, He/Es, Hi sel. | interior de floresta; solo rochoso e seco | Anemocoria | agregado |
| <i>Casearia sylvestris</i> | - | P, He/Es, Hi sel. | floresta primária densa; locais pouca luz; tolerante a diferentes ambientes | Zoocoria | agregado |
| <i>Copaifera langsdorffii</i> | SI | P, semi He, Hi sel. | mata ciliar ou floresta estacional semidecídua; solos bem drenados | Zoocoria | aleatório |
| <i>Croton floribundus</i> | P | D/S, He, Hi sel. | interior de floresta primária | Autocoria e Zoocoria | agregado |
| <i>Mabea fistulifera</i> | P | D/S, He, Xe sel. | quase exclusiva em floresta secundária; solo rochoso, | Autocoria | altamente agregado |
| <i>Metrodorea nigra</i> | ST | P, Es, Hi sel. | interior de floresta primária densa; locais umidos e de sombra | Autocoria | altamente agregado |
| <i>Ocotea velutina</i> | S | S, He sel., Xe | topo enconstas, bem drenado | Zoocoria | aleatório |
| <i>Trichilia pallida</i> | SI | S, He, Hi sel. | mata ciliar ou galeria | Zoocoria | altamente agregado |

7. CONCLUSÃO

O estudo de distribuição espacial e diamétrica das oito espécies dentre as dez consideradas de maior importância ecológica na comunidade do fragmento da Fazenda Experimental Edgardia permite concluir os seguintes pontos:

- 1) O perfil das regenerações (contínuas ou em ciclos) e os histogramas sem interrupções nas classes de diâmetros evidenciam que o fragmento está se regenerando, proporcionando um ambiente favorável para o estabelecimento das espécies.
- 2) A análise das associações positivas e negativas entre as espécies indicam que uma porção da área (subárea 1) encontra-se em estágio de regeneração mais avançado que outra (subárea 2), compondo um mosaico com distintas fases de desenvolvimento de sucessão secundária.
- 3) Tal mosaico sucessional pode ser interpretado como reflexo do histórico de perturbação sofrido no local, onde, há cerca de 50 anos atrás, a subárea 1 apresentava cobertura de dossel contínua, enquanto que a subárea 2 era dominada por pastagem e poucas árvores esparsas.

Esses conhecimentos promovem um estímulo à continuidade da preservação do fragmento, que mesmo após um histórico intenso de perturbações, até por volta dos anos 80, vem mostrando recuperação satisfatória.

8. REFERÊNCIAS

- BADDELEY, A. **Analysing spatial point patterns in R**. Version 4.1. Perth: CSIRO and University of Western Australia, 2010.
- BAROT, S.; GIGNOUX, J.; MENAUT, J. Demography of savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. **Ecology**, v. 80, p. 1987-2005, 1999. Disponível em: <<http://millsonia.free.fr/publications/barot99Ecology.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2014.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed., [s.l.] Ed. Artmed, 2007, p. 165-167.
- BERNASOL, W. P.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. **Hoehnea**, v. 32, n. 2, p. 181-198, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v37n2/v37n2a01.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.
- BROTTO, M. L.; CEVI, A. C.; SANTOS, E. P. O gênero *Ocotea* (Lauraceae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 3, p. 495-525, 2013. Disponível em: <<http://rodriguesia-seer.jbrj.gov.br/index.php/rodriguesia/article/view/ID%20694/301>>. Acesso em: 27 mar. 2014.
- CAPRETZ, R. L. **Análise dos padrões espaciais de árvores em quatro formações florestais do estado de São Paulo, através de análises de segunda ordem, como a função K de Ripley**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-20062005-154919/>>. Acesso em: 5 maio 2014.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de floresta atlântica submontana (Silva Jardim – RJ, Brasil). **Rev. Árvore**, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v33n2/a14v33n2.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2014.
- CARVALHO, P. E. R. **Circular Técnica 138**. Colombo: Embrapa, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/Circular138.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2014.
- CASSOLA, H. **Aspectos da estrutura fitossociológica e silvigenética em fragmentos de floresta estacional semidecídua com diferentes histórias de perturbação em Botucatu, SP**. 2008. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-16072008-121520/>>. Acesso em: 25 abr. 2014.
- CAVASSAN, O. O cerrado do Estado de São Paulo. In: KLEIN, A. L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro**. São Paulo: Unesp, 2002. Cap. 8, p. 93-94.
- CHINI, C. C.; MARCON, A. K.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M. Estrutura populacional de três espécies arbóreas/arborescentes em uma floresta ombrófila mista altomontana no planalto serrano catarinense. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4º, 2012, CIETEP. **Anais: Curitiba, 2012**. Disponível em:

<<http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/01-Conservacao/CN-Artigo-13.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

CONDIT, R.; ASHTON, P.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J. V.; LEE, H. S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, N.; SUKUMAR, R.; YAMAKURA, T. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, v. 288, p. 1414-1418, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/288/5470/1414>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

CRAWLEY, M. J. The structure of plants communities. In: _____. **Plant ecology**. 2 ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 1997, p. 475-531.

DE LA CRUZ ROT, M. Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas. **Ecossistemas**, v. 3, p. 20-40, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54015303>> Acesso em: 27 jun. 2014.

DIGGLE, P. J. **Statistical analysis of spatial point patterns**. London: Academic Press, 1983.

DIXON, P. M. Ripley's K function. In: EL-SHAARAWI, A. H. (Ed). **Encyclopedia of Environmetrics**. Iowa: Iowa State University, v. 3, p. 1796-1803, 2002. Disponível em: <http://www.public.iastate.edu/~pccaragea/S40608/Notes/Dixon_Ripley_K.pdf>. Acesso em: 11 maio 2014.

DURINGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. A vegetação dos Remanescentes de Cerrado no Estado de São Paulo. In: Bitencourt, M.D.; Mendonça, R.M. (Ed). **Viabilidade de conservação dos remanescentes de cerrado no estado de São Paulo**. São Paulo: Ed. Annablume. C ap 2. 2004.

FIGUEIREDO, E. O.; CUNHA, R. M. Levantamento das árvores com coordenadas apropriadas com GPS de alta sensibilidade. In: FIGUEIREDO, E. O.; BRAZ, E. M., D'OLIVEIRA, M. V. N., editores técnicos. **Manejo de precisão em florestas tropicais: modelo digital de exploração florestal**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007.

FOOK, K. D. **Integração da estatística espacial em ambientes GIS**. 2005. Monografia (Monografia de Qualificação em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/~karla/qualificacao.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Rev. Bras. Bot.**, v. 25, n. 3, set 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042002000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 mar. 2014.

GREIG-SMITH, M. A. P. **Quantitative plant ecology**. 2 ed. London: Buther Worths, 1964.

HAASE, P. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K function: Introduction and methods of edge correction. **J. Veget. Sci.**, v. 6, p. 575-582, 1995. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/3236356/pdf>>. Acesso em: 10 maio 2014.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plants population. In: CRAWLEY, M. J. (Ed). **Plant Ecology**. 2 ed. Oxford: Blackwell Publishing, 1997, p.325-358.

JORGE, L. A. B., SARTORI, M. S. Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na Fazenda Experimental Edgardia, em Botucatu-SP. **Rev. Árvore**, v. 26, n. 5, p. 585–592, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622002000500009>. Acesso em: 20 mar. 2014.

JORGE, L. A. B.; FONSECA, R. C. B; ARRUDA, A. A. Secondary succession dynamics of a tropical forest fragment in southeastern Brazil In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 5º, 2011, Santa Maria. **Anais: Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2011**, p.70 – 81.

KUULUVAINEN, T.; ROUVINEN, S. Post-fire understory regeneration in boreal *Pinus sylvestris* forest sites with different fire stories. **J. Veget. Sci.** v. 11, p. 801-812, 2000.

LORENZI H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 1998. v. 2.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. v. 1.

LOTWICK, H. W.; SILVERMAN, B. W. Methods for analyzing spatial processes of several types of points. **J. Stat. Soc. Sér. B**, v. 44, p. 406-413, 1982.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. John Wiley & Sons, New York, 1988.

MACHADO, J. W. B. **Relação origem/solo e tolerância à saturação hídrica de *Copaifera langsdorffii* Desf.** 1990. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000029104>> Acesso em 20 abr. 2014.

MORELLATO, L. P. C., Phenology, Sex Ratio, and Spatial Distribution Among Dioecious Species of *Trichilia* (Meliaceae). **Plant Biol.**, v. 6, p. 491–497, 2004. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1055/s-2004-817910/abstract> >. Acesso em: 22 mar. 2014.

PASSOS, L.C. **Fenologia, polinização e reprodução de duas espécies de *Croton* (Euphorbiaceae) em mata semidecídua**. 1995. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000093648>>. Acesso em: 19 mar. 2014

POMBAL E. C. P.; MORELLATO L. P. C. Differentiation of floral color and odor in two fly pollinated species of *Metrodorea* (Rutaceae) from Brazil. **Plant Syst. Evol.**, v. 221, p. 141-156, 2000. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01089290>>. Acesso em: 2 abr. 2014.

POTT, A.; POTT, V. J. (Org.). **Plantas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA - CPAP / Brasília: EMBRAPA - SPI, 320p. 1994.

RIPLEY, B. D. Test of ‘randomness’ for spatial point patterns. **J. Stat. Soc. B**, v. 41, n. 3, p. 368-374, 1979. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2985065>>. Acesso em: 7 maio 2014.

SCHAFFER, W. B (Ed.) Um retrato dos estados. In: Brasil. Ministério do Meio Ambiente (Org.) **Mata Atlântica: patrimônio natural dos brasileiros**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010. Cap. 7, p. 164-170. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/984>>. Acesso em: 29 maio 2014.

SILVA JUNIOR, M. C. S.; SILVA, A.F. Distribuição dos diâmetros dos troncos das espécies mais importantes do cerrado na estação florestal de experimentação de Paraopeba (EFLEX) MG. In: CONGRESSO DE NACIONAL DE BOTÂNICA, 37º, Ouro Preto, 1998. p. 107-125. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33061988000100006>. Acesso em: 19 ago. 2014

SILVA, K. E.; MARTINS, V. S.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2009. p. 216-244. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/885268>>. Acesso em: 11 maio 2014.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; FERT NETO, J.; HESS, A. F. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista Montana secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciê. Florestal**, v. 22, p. 193-206, 2012. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/5091/3084>>. Acesso em: 22 ago. 2014.

VELOSO, H. P.; FILHO, L. C. O.; VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J. E. M. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamento**. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) & Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2ª revisão ampliada, 2012.

VICTOR, M. A. M. **A devastação florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975. p. 47.

VIEIRA, M. F. **Ecologia de polinização de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae) na região de Viçosa, MG**. 1991. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000035044>>. Acesso em: 18 mar. 2014