



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

KARLA LIMA RIBEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NA FLORESTA
NACIONAL MÁRIO XAVIER, SEROPÉDICA - RJ**

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
FEVEREIRO – 2023



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

KARLA LIMA RIBEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NA FLORESTA
NACIONAL MÁRIO XAVIER, SEROPÉDICA - RJ**

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

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
FEVEREIRO – 2023

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NA FLORESTA
NACIONAL MÁRIO XAVIER, SEROPÉDICA - RJ**

KARLA LIMA RIBEIRO

APROVADA EM: 28/02/2023

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. MARCO ANTONIO MONTE – UFRRJ
Membro

Msc. JULIA MARTINS DIAS DE OLIVEIRA – SMMA
Membro

À minha família, Sueli e Ozéias.

À minha tia, Maria de Lurdes.

Ao meu amor, Welder.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, porque Ele fez e faz infinitamente mais do que peço e sonho. Sem Ele não teria chego até aqui;

Aos meus pais, Sueli e Ozéias e à minha tia Maria de Lurdes, pela compreensão, confiança, amor incondicional, exemplo de caráter e por sempre me mostrarem que estudar é o caminho para todas as boas alternativas na vida. Sempre amarei vocês;

Ao meu amor Welder, por ser o meu ouvinte, meu apoio, sempre me incentivar a ser uma pessoa melhor e me ajudar a alcançar os meus objetivos;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) por fornecer ensino de qualidade e estrutura durante seis anos de caminhada;

Ao meu orientador, Professor Emanuel José Gomes de Araújo, pelos ensinamentos, dedicação, confiança e experiências proporcionadas durante a graduação;

À banca examinadora, composta pelos professores Emanuel Araújo e Marco Monte e Julia pela disponibilidade e auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho;

À equipe do LAMFLOR, composta por Danilo, Júlia, Lucas e Bruno por toda parceria e aprendizado;

Às minhas primas Regina, Ana Paula, Reylane, Maria Eduarda e Rayssa, por sempre me ouvirem quando preciso e por tornar minha vida mais divertida;

Aos meus amigos da Célula UNIJOVEM, por todas as terças-feiras juntos e por vivenciarem a graduação comigo;

Aos meus amigos da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de Nova Iguaçu, Lucas, Dayane, Rosane, Lais, Clara, Bruno e Januzzi, por todo aprendizado, confiança e risadas durante o último ano;

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

RESUMO

A Floresta Nacional Mário Xavier (FLONA MX) está inserida no Bioma Mata Atlântica, com 496 hectares de área total, sendo mais de 50% de área composta por plantio de eucalipto e pastagem. Além disso, a área é considerada de reflorestamento. Seu histórico é marcado por intensas modificações antrópicas ao longo dos anos, o que modifica as características vegetacionais locais, não apresentando suas feições naturais, sendo a acumulação de registro de diversas atividades e usos, como plantios de espécies exóticas (*Eucalyptus robusta* Sm., *Eucalyptus saligna* Sm., *Eucalyptus botryoides* Sm., *Eucalyptus terecticornis* Sm., *Eucalyptus alba* Blume, *Eucalyptus paniculata* Sm., *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus rostrata* Cav) e nativas (*Lecythis pisonis* Cambess; *Joannesia princeps* Vell., *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, entre outras). Nesse sentido, é interessante entender o comportamento da distribuição espacial das espécies arbóreas, visto que poucos estudos utilizam índices espaciais para compreender a ecologia das populações e de comunidades em áreas que foram reflorestadas ou passaram por restauração florestal. A área de estudo localiza-se na FLONA MX, no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. Os dados foram obtidos através de um inventário florestal realizado em 13 parcelas (20x40m) distribuídas de forma aleatória (amostragem casual simples) no interior de cada talhão. Em cada unidade amostral foram mensuradas as variáveis diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura total (Ht) de todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm. Para a análise dos dados, foram consideradas apenas as espécies que apresentaram número de indivíduos igual ou superior a cinco. As espécies encontradas foram classificadas de acordo com o grupo ecológico e síndrome de dispersão. A partir dos dados mensurados, o padrão e a distribuição espacial das espécies foram obtidos através de seis índices espaciais: Índice de MacGuinnes, Índice de Fracker e Bischle, Índice de Payandeh, Índice Não Aleatorizado, Índice de Hazen e Índice de Morisita. De acordo com os resultados dos índices espaciais obtidos, podemos classificá-los em distribuição espacial uniforme, aleatório, tendência ao agrupamento e agregado. Foram mensurados 1.204 indivíduos arbóreos classificados em 33 espécies e 18 famílias. Com 54,7% das árvores avaliadas da espécie *Erythroxylum pulchrum* A.St.-Hil. (arco-de-pipa). Além disso, essa espécie se mostrou presente em todas as unidades amostrais estudadas. Para todas as espécies estudadas e índices espaciais aplicados, predominou-se o padrão de distribuição espacial agregado, onde os indivíduos vivem próximos uns dos outros. Isso pode ser resultado do agrupamento de recursos e condições, ou ainda da pouca capacidade de dispersão e tipo de dispersão, fazendo com que os indivíduos da mesma espécie fiquem próximos das matrizes. Para 90,9% das espécies estudadas e índices espaciais aplicados, predominou-se o padrão de distribuição espacial agregado. Esse resultado é explicado pela área da FLONA MX ter sido reflorestada. Sendo assim, para futuros projetos de manejo e restauração florestal é importante que sejam adotadas técnicas que garantam uma maior diversidade e que as espécies estejam espacialmente mais distribuídas na FLONA MX, considerando seus respectivos grupos ecológicos e tipo de dispersão.

Palavras-chave: padrão espacial; agregação de espécies; análise espacial; dispersão.

ABSTRACT

The Mário Xavier National Forest (FLONA MX) is part of the Atlantic Forest Biome, with a total area of 496 hectares, with more than 50% of the area consisting of eucalyptus plantations and pasture. In addition, the area is considered for reforestation. Its history is marked by intense anthropic modifications over the years, which modify the local vegetation characteristics, not showing its natural features, being the accumulation of records of various activities and uses, such as planting of exotic species (*Eucalyptus robusta* Sm., *Eucalyptus saligna* Sm., *Eucalyptus botryoides* Sm., *Eucalyptus tereticornis* Sm., *Eucalyptus alba* Blume, *Eucalyptus paniculata* Sm., *Eucalyptus citriodora* Hook and *Eucalyptus rostrata* Cav) and native (*Lecythis pisonis* Cambess; *Joannesia princeps* Vell., *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, among others). In this sense, it is interesting to understand the behavior of the spatial distribution of tree species, since few studies use spatial indices to understand the ecology of populations and communities in areas that were reforested or underwent forest restoration. The study area is located in FLONA MX, in the municipality of Seropédica, state of Rio de Janeiro. Data were obtained through a forest inventory carried out in 13 plots (20x40m) randomly distributed (simple random sampling) inside each stand. In each sampling unit, the variables diameter at 1.30 m from the ground (DBH) and total height (Ht) of all individuals with $DBH \geq 5$ cm were measured. For data analysis, only species with a number of individuals equal to or greater than five were considered. The species found were classified according to ecological group and dispersal syndrome. From the measured data, the pattern and spatial distribution of the species were obtained through six spatial indices: MacGuinnes Index, Fracker and Bischle Index, Payandeh Index, Non-Randomized Index, Hazen Index and Morisita Index. According to the results of the spatial indices obtained, we can classify them into uniform spatial distribution, random, clustering tendency and aggregate. A total of 1,204 tree individuals classified into 33 species and 18 families were measured. With 54.7% of the evaluated trees of the species *Erythroxylum pulchrum* A.St.-Hil. (arco-de-pipa). In addition, this species was present in all sample units studied. For all studied species and applied spatial indices, the aggregate spatial distribution pattern predominated, where individuals live close to each other. This may be the result of aggregation of resources and conditions, or even poor dispersal capacity and type of dispersion, causing individuals of the same species to stay close to the matrices. For 90.9% of the studied species and applied spatial indices, the aggregated spatial distribution pattern predominated. This result is explained by the fact that the FLONA MX area has been reforested. Therefore, for future forest management and restoration projects, it is important to adopt techniques that guarantee greater diversity and that the species are more spatially distributed in FLONA MX, considering their respective ecological groups and type of dispersion.

Keywords: spatial pattern; species aggregation; spatial analysis; dispersal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Floresta Nacional Mário Xavier	2
2.2. Distribuição Espacial de Espécies Arbóreas.....	3
2.3. Índices Espaciais	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo	6
3.2. Coleta de Dados.....	7
3.3. Classificação dos Grupos Ecológicos e Síndrome de Dispersão	8
3.4. Análise da Distribuição Espacial das Espécies.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1. Análise Descritiva.....	9
4.2. Padrão de Distribuição Espacial das Espécies	12
4.3. Aspectos Relacionados ao Manejo das Espécies	18
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional Mário Xavier (FLONA MX) está inserida no Bioma Mata Atlântica, com 496 hectares de área total, sendo mais de 50% de área composta por plantio de eucalipto e pastagem. De acordo com o IBGE (2023), a área é considerada de reflorestamento. Antes de se tornar uma Unidade de Conservação na categoria de Uso Sustentável, a área era um Horto Florestal criado durante o Governo de Getúlio Vargas na década de 1940. Segundo Souza (2017), o local foi escolhido estrategicamente por estar localizada próximo a Escola nacional de Agronomia, atual universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, tendo como principais objetivos à experimentação, demonstração e divulgação de práticas silviculturais, mas também a produção de mudas de essências nativas e exóticas, sendo até aquele momento subordinado a Seção de Silvicultura do Serviço Florestal, ligado ao Ministério da Agricultura.

Seu histórico é marcado por intensas modificações antrópicas ao longo dos anos, o que modifica as características vegetacionais locais, não apresentando suas feições naturais, sendo a acumulação de registro de diversas atividades e usos, como plantios de espécies exóticas (*Eucalyptus robusta* Sm., *Eucalyptus saligna* Sm., *Eucalyptus botryoides* Sm., *Eucalyptus tereticornis* Sm., *Eucalyptus alba* Blume, *Eucalyptus paniculata* Sm., *Eucalyptus citriodora* Hook e *Eucalyptus rostrata* Cav) e nativas (*Lecythis pisonis* Cambess; *Joannesia princeps* Vell., *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, entre outras) (ALVES; VARGAS, 2019). Nesse sentido, é interessante entender o comportamento da distribuição espacial das espécies arbóreas, visto que poucos estudos utilizam índices espaciais para compreender a ecologia das populações e de comunidades em áreas que foram reflorestadas ou passaram por restauração florestal.

A compreensão dos padrões de distribuição geográfica da flora é de grande importância para entender a dinâmica, comportamento e distribuição espacial das espécies de um determinado local (SOUZA; SOARES, 2013). O padrão de distribuição espacial determina a forma de ocorrência de uma espécie em uma floresta, sendo influenciada pelo comportamento ecológico dos agentes de fluxo gênico envolvidos, como o tipo de dispersão de sementes e a regeneração de plântulas (NASCIMENTO; CARVALHO; LEÃO, 2002).

A dispersão das espécies pode ser obtida matematicamente pelo emprego dos índices de agregação, que tem sido muito utilizado para caracterizar a biodiversidade. De maneira geral, os índices podem ser organizados em três grupos a partir do tipo de dados que se utilizam para o cálculo ou metodologia aplicada, como: métodos baseados no uso de unidades amostrais, ou seja, que utilizam dados de contagem de indivíduos nas unidades amostrais; métodos baseados em cálculos de distâncias, que requerem medida de distância ou ângulos; e métodos de uso de estatística de segunda ordem, necessitam das coordenadas cartesianas ou geográficas de todos os indivíduos que compõem a área estudada (LEDO et al., 2012).

Os indivíduos de uma espécie podem apresentar três tipos de distribuição espacial: aleatória, regular e em agregados. Cada padrão espacial observado revela um contexto florestal diferente, responde a causas e também gera certas consequências (LEGENDRE, 1993; HALPERN; SPIES, 1995). Quando a espécie está regularmente distribuída, os indivíduos se dispõem de forma aproximadamente equidistante. Quando apresenta características de agregado, os indivíduos estão localizados muito próximos uns dos outros. Nesse caso, essa característica pode ser resultado de interações sociais, agregamento de recursos e condições, ou ainda, da pouca capacidade de dispersão, fazendo com que os indivíduos fiquem próximos das matrizes. E quando a espécie está aleatoriamente distribuída, apresenta-se igual chance de que um indivíduo ocupe qualquer espaço da área, dessa forma a presença de um indivíduo não interfere na posição do próximo.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o padrão de distribuição espacial das espécies florestais na Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica, RJ.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Floresta Nacional Mário Xavier

A criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) em 2000 é a base para a organização e gestão das unidades de conservação no Brasil. Segundo, o SNUC, a unidade de proteção é o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo águas jurisdicionais com características naturais relevantes, estabelecidos pelo poder público na forma da lei, com objetivos de proteção e limites claros, sob um sistema especial de gestão (BRASIL, 2000). Uma das diretrizes do SNUC é subdividir as unidades de conservação em dois grupos: unidades de conservação integrais e unidades de uso sustentável.

A Floresta Nacional (FLONA) é uma das sete unidades de conservação incluídas no grupo de uso sustentável. De acordo com o SNUC, “Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas” (BRASIL, 2000). A FLONA Mário Xavier pertence ao grupo cujas unidades visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. Criada em 8 de outubro de 1986, com a publicação da Lei Federal nº 93.369, a área passou por diferentes usos e denominações até ser legalmente demarcada como unidade de proteção ambiental.

O desenvolvimento da área esteve, antes mesmo de ser uma Unidade de Conservação, vinculado com a atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. O primeiro uso da área foi como Horto Florestal de Santa Cruz, criado na década de 1940 para experimentar e difundir práticas silviculturais, além de produzir mudas nativas e exóticas para substituir o Horto da Gávea, contribuindo para o reflorestamento das Regiões do Rio de Janeiro e Minas Gerais (SOUZA 2017; SOUZA; VARGAS, 2020). O engenheiro agrônomo Mário de Figueiredo Xavier foi fundamental para o desenvolvimento do Horto. Atuou como administrador de 1945 a 1951 e como superintendente a partir de 1954, mesmo ano em que a área passou a se chamar Estação Experimental Florestal de Santa Cruz (SOUZA, 2017).

Por ter servido como horto florestal e posteriormente como estação experimental florestal, a atual FLONA Mário Xavier possui uma flora muito influenciada pelas ações antrópicas. Uma das primeiras atividades desenvolvidas pelo Horto Florestal foi a implantação, entre 1944 e 1946, de povoamentos de várias espécies de eucaliptos, destacando-se *Eucalyptus trautvittii*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus botryoides* e *Eucalyptus paniculata* (SOUZA, 2017). No período de 1946 a 1977 foram implantados talhões homogêneos com área de 1 ha, e espaçamento 2 x 2 m, de espécies dos gêneros: *Joannesia*, *Apuleia*, *Lafoensia*, *Adenantha*, *Pterogyne*, *Caesalpinia*, *Cariniana*, *Felicium*, *Schizolobium*, *Lonchocarpus*, *Platypodium*, *Pinus*, *Erythroxylum*, *Dillenia*, dentre outros. Além disso, entre 1952 e 1971 foram implantados talhões dos gêneros *Tecoma*, *Tabebuia*, *Hymenaea*, *Myroxylum*, *Myrocarpus*, *Paratecoma*, *Cedrela*, *Reputia* que funcionariam como porta-sementes, com espaçamento de 9,8 x 10 m (SOUZA, 2017).

Da área total da FLONA MX (496 ha), 87 ha são ocupados por espécies oriundas de plantios para restauração florestal em forma de talhões de espécies exóticas e talhões mistos. Na FLONA MX também estão presentes 7 talhões que se distinguem na paisagem, sendo estes: *Joannesia princeps* Vell. (andaçu), *Lecythis pisonis* Cambess. (sapucaia), *Mimosa*

caesalpiniiifolia Benth. (sabiá), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (sumaúma), eucaliptos jovens, eucaliptos antigos e talhões mistos. Além disso, ressaltam que os talhões do gênero *Eucalyptus* ocupam a maior parte da área, estando os 5 talhões de eucaliptos plantados na década de 1940 sobre processo progressivo de regeneração natural. Adicionalmente, na atualidade existem projetos de revegetação em fase de manutenção na área, tendo destaque um projeto implantado em 2013 com 1,7 ha utilizando espécies nativas da Mata Atlântica pela companhia de energia elétrica Furnas Centrais Elétricas S.A em razão da ampliação de uma subestação na zona oeste do Rio de Janeiro (ALVES; VARGAS, 2019).

2.2. Distribuição Espacial de Espécies Arbóreas

A distribuição espacial dos indivíduos arbóreos em uma floresta é uma das informações mais importantes para a estrutura populacional de espécies. Através dela, determina-se a forma e padrão de distribuição dos indivíduos de uma espécie na floresta. Além disso, o conhecimento da distribuição espacial de cada espécie ou de uma espécie determinada oferece informações extremamente necessárias para o manejo, silvicultura, dendrologia e ecologia de espécies (NASCIMENTO; CARVALHO; LEÃO, 2002).

Com o conhecimento da distribuição espacial das espécies arbóreas, pode-se subsidiar a conservação das espécies e seu manejo sustentável (HIGUCHI et al. 2011), e contribuir para a elaboração de modelos de restauração de áreas degradadas (FREITAS; MAGALHÃES, 2014). Desse modo, conhecer o padrão espacial das espécies permite investigar variáveis determinantes da configuração espacial, bem como a distribuição natural das espécies (DALMASO et al. 2012).

O conhecimento do padrão espacial de florestas tropicais se inclui como uma parte importante na análise de biodiversidade (STAUDHAMMER; LEMAY, 2001). Cada padrão espacial observado revela um contexto florestal diferente, responde a determinadas causas e também gera determinadas consequências (LEGENDRE, 1993; HALPERN; SPIES, 1995). Nas espécies com propagação vegetativa, há uma tendência a gerar uma forma coletiva. Da mesma maneira, a dispersão das sementes em distâncias curtas resulta na formação de juvenis, que devido a competição específica podem ter padrões espaciais aleatórios ou uniformes (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). Ambientes com recursos limitados, que apresentam competição rigorosa pela saturação dos sítios disponíveis, incitam padrões espaciais uniformes, bem como espécies com características alelopáticas. Por outro lado, padrões aleatórios figuram homogeneidade ambiental e padrões comportamentais não seletivos (MATTEUCI; COLMA, 1982).

Os indivíduos de uma espécie podem apresentar três tipos de distribuição espacial: aleatória, regular e em agregados. Cada padrão espacial observado revela um contexto florestal diferente, responde a causas e também gera certas consequências (LEGENDRE, 1993; HALPERN; SPIES, 1995). Quando a espécie está regularmente distribuída, os indivíduos se dispõem de forma aproximadamente equidistante. Quando apresenta características de agregado, os indivíduos estão localizados muito próximos uns dos outros. Nesse caso, essa característica pode ser resultado de interações sociais, agregamento de recursos e condições, ou ainda, da pouca capacidade de dispersão, fazendo com que os indivíduos fiquem próximos das matrizes. E quando a espécie está aleatoriamente distribuída, apresenta-se igual chance de que um indivíduo ocupe qualquer espaço da área, dessa forma a presença de um indivíduo não interfere na posição do próximo.

Alguns fatores ambientais podem influenciar na distribuição espacial das espécies arbóreas, como o clima, solo, altitude e topografia (RODRIGUES et al., 2007). A competição entre as espécies também pode influenciar a distribuição espacial. Além disso, a ação humana,

como a exploração madeireira, a expansão agrícola e a urbanização, também pode afetar a distribuição espacial das espécies arbóreas, causando fragmentação e perda de habitats, bem como a introdução de espécies exóticas invasoras.

2.3. Índices Espaciais

Os índices espaciais auxiliam na compreensão do padrão de distribuição espacial dos indivíduos arbóreos e a distribuição de frequências, sendo de muita importância para o manejo e conservação de espécies (SOUZA; SOARES; 2013).

Para realizar o estudo da distribuição espacial desenvolveram-se diversos índices, que tem sido muito utilizado para caracterizar a biodiversidade. De maneira geral, os índices podem ser organizados em três grupos a partir do tipo de dados que se utilizam para o cálculo ou metodologia aplicada, como: métodos baseados no uso de unidades amostrais, ou seja, que utilizam dados de contagem de indivíduos nas unidades amostrais; métodos baseados em cálculos de distâncias, que requerem medida de distância ou ângulos; e métodos de uso de estatística de segunda ordem, que necessitam das coordenadas cartesianas ou geográficas de todos os indivíduos que compõem a área estudada (LEDO et al., 2012).

Os métodos baseados no uso de unidades amostrais, são na maior parte válidos e práticos, entretanto os resultados são fortemente influenciados pelo tamanho da parcela, de modo a representar o padrão espacial somente naquela escala particular em que os dados foram coletados (PAYANDEH, 1970), como os índices de Payandeh, Morisita, MacGuinnes, Fracker e Brischle, Hazen e Não Aleatorizado.

Os métodos fundamentados em medidas de distância se opõem ao uso de parcelas. Sendo assim, além de eliminar o efeito do tamanho de parcelas, não necessitam da demarcação de áreas amostrais. Já os métodos que fazem uso de estatísticas de segunda ordem, descrevem a estrutura da correlação espacial do padrão de pontos baseando-se na distribuição de distâncias entre pares de pontos e aumento da distância de análises (LEDO et al., 2012).

Dentre os índices de agregação baseados no uso de unidades amostrais, podemos citar: Índice de MacGuinnes, Índice de Fracker e Brischle, Índice de Payandeh, Índice Não Aleatorizado, Índice de Hazen e Índice de Morisita.

O Índice de MacGuinnes (IGA_i) determina o padrão de distribuição espacial das espécies considerando as densidades esperada e observada (MCGUINNES, 1934; CALEGÁRIO et al., 1993):

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i}, \quad D_i = \frac{n_i}{u_t}, \quad d_i = -\ln\left(1 - \frac{u_i}{u_t}\right)$$

De modo que os resultados obtidos por meio deste índice, $IGA_i < 1$, a espécie tem padrão de distribuição espacial uniforme; se $IGA_i = 1$, a espécie tem padrão de distribuição aleatório; se $1 < IGA_i \leq 2$, o padrão tende ao agrupamento; e $IGA_i > 2$, evidencia padrão de distribuição agregado ou agrupado.

O Índice de Fracker e Brischle (K_i) utiliza a densidade observada e esperada, estimando o grau de agregação da espécie e é calculado pela seguinte expressão (FRACKER; BRISCHLE, 1944):

$$K_i = \frac{|D_i - d_i|}{d_i^2}$$

Se $K_i \leq 0,15$, o padrão de distribuição espacial da espécie é aleatório, se $0,15 < K_i \leq 1,0$, indica tendência ao agrupamento; e se $K_i > 1,0$, o padrão é agregado.

Segundo Payandeh (1970), o Índice de Payandeh (P_i) permite determinar a intensidade do desvio da aleatoriedade por meio relação entre a variância do número de árvores por parcela e a média do número de árvores. Diante disso, acredita-se que a localização aleatória das variáveis analisadas está associada à distribuição. O Índice de Payandeh é calculado da seguinte forma:

$$P_i = \frac{S_i^2}{M_i}; \quad M_i = \frac{\sum_{j=1}^{U_t} n_{ij}}{U_t}; \quad S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{U_t} (n_{ij} - M_i)^2}{U_t - 1}$$

Para a interpretação dos resultados considerou-se que: se $P_i < 1,0$ indica padrão aleatório; se $1 \leq P_i \leq 1,5$, indica tendência ao agrupamento e; se $P_i > 1,5$, indica agrupamento ou agregado.

Conforme Calegário et al. (1993), o Índice Não Aleatorizado (R_i) é obtido pela razão entre a variância da distribuição do número de indivíduos da i -ésima espécie nas unidades amostrais e a média do número de indivíduos na amostragem, por espécie, isto é:

$$R_i = \frac{S_i^2}{M_i}$$

A significância do desvio da aleatoriedade, ou seja, o desvio do valor R_i de 1 é determinado pelo teste de qui-quadrado (X^2), que é obtido da seguinte forma:

$$X^2 = \frac{S_i^2}{M_i} (U_t - 1)$$

Assim, entende-se o valor de R_i da seguinte forma: analisa-se pelo X^2 se o valor obtido é estatisticamente diferente de 1, para 95% de probabilidade com $n - 1$ graus de liberdade, sendo n igual ao número total de unidades amostrais; caso R_i seja considerado estatisticamente maior que 1, entende-se que a i -ésima espécie tem padrão de distribuição espacial agrupado ou agregado; se R_i seja considerado estatisticamente menor ou igual a 1, conclui-se que a i -ésima espécie tem padrão de distribuição espacial aleatório.

Como citado por Barros e Machado (1984), o Índice de Hazen (IH_i) (1966) baseia-se na relação entre a variância e a média do número de árvores por parcela, para determinar o grau de agregação da espécie, assim:

$$IH_i = \frac{S_i^2}{M_i} (U_t - 1)$$

Os resultados são analisados pelo teste de Qui-quadrado (X^2), aos níveis de probabilidade de 99% e 75%, com $n - 1$ graus de liberdade. Sendo assim, valor de IH_i menor que o valor de tabelado de X^2 , ao nível de 0,75 de probabilidade, a i -ésima espécie tem padrão de distribuição não agrupado; caso o valor de IH_i , seja considerado estatisticamente maior que o valor de X^2 tabelado, a 99% de probabilidade, a i -ésima espécie tem padrão de distribuição agrupado; e se o valor de IH_i encontra-se no intervalo que tem como limite superior o X^2 tabelado, ao nível de probabilidade de 99%, e como limite inferior o X^2 tabelado, a 75% de probabilidade, o padrão de distribuição é considerado como tendência ao agrupamento.

O índice de Morisita (IM_i) (1959) é pouco influenciado pelo tamanho da unidade amostral e é relativamente independente da densidade, apresentando excelente detecção no grau de dispersão (VIEIRA, 2015). É estimado a partir da seguinte expressão:

$$IM_i = \frac{\sum_{j=1}^{U_t} n_{ij}(n_{ij}-1)}{n_i(n_i - 1)}$$

Se $IM_i = 1,0$, infere-se que a i -ésima espécie tem padrão de distribuição espacial aleatório; $IM_i > 1,0$, conclui-se que o padrão de distribuição espacial da i -ésima espécie é uniforme ou regular; e se $IM_i < 1,0$, o padrão de distribuição espacial é agregado, isto é, todos os indivíduos da espécie ocorreram numa única parcela. Entretanto, a significância dos valores de IM_i deve ser testada por meio da estatística F :

$$F_i = \frac{IM_i(n - 1) + U_t - n_i}{U_t - 1}$$

O valor de F_i é comparado com o F da tabela de distribuição com $U_t - 1$ graus de liberdade para o numerador e infinito para o denominador.

Em que: D_i = densidade observada da i -ésima espécie; d_i = densidade esperada da i -ésima espécie; n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; ln = logaritmo neperiano; U_i = número de unidades de amostra em que a i -ésima espécie ocorre; U_t = número total de unidades de amostras; S_i^2 = variância do número de árvores da i -ésima espécie; M_i = média do número de árvores da i -ésima espécie; n_{ij} = número de indivíduos da i -ésima espécie na j -ésima parcela; $j = 1, 2, \dots, U_t$.

Segundo o Ledo et al., (2012), o Índice de Morisita apresenta resultados mais confiáveis em florestas densas, em oposição aos índices de variância e média que apresentam um comportamento mais estável em parcelas com disposição mais regular dos indivíduos. Contudo, o Índice de Morisita indicará um padrão agregado quando se tem unidades de amostra com dimensão pequena, e pouca tendência à agregação para unidades de amostra com uma dimensão maior (LEDO et al., 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo

Este estudo foi realizado na Floresta Nacional Mário Xavier (FLONA MX), no município de Seropédica (22°44'0,62" S 43°42'33,25" O), estado do Rio de Janeiro, com área de 496 hectares. A FLONA MX foi criada pelo Decreto nº 93.369 de 08 de outubro de 1986 (BRASIL, 1986), e pertence à categoria de uso sustentável das Unidades de Conservação (SNUC, 2000).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, tropical com verões chuvosos e invernos secos (ALVARES et al., 2014). A precipitação média anual é de 1.143,4 mm. Os meses de maior pluviosidade são abril e novembro, com média de 201,2 e 207,60 mm, respectivamente. As menores taxas de precipitação são verificadas nos meses de maio e julho. A temperatura média anual é de 22,7 °C, sendo a média de fevereiro (25,7 °C) a mais elevada durante o ano e a de junho (20,1 °C) a mais baixa (INMET, 2023). Os dados climáticos foram obtidos da Estação Meteorológica Automática – EMA, denominada

Ecologia Agrícola na PESAGRO e do Pluviômetro Automático no centro de Seropédica, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, durante o ano de 2022.

A FLONA MX é composta por diferentes estratos de vegetação, em que foram realizados plantios de espécies nativas e exóticas quando a Unidade de Conservação ainda não havia sido criada. Com base em estudos anteriores e informações históricas, para a realização desse estudo foram considerados seis diferentes talhões para fins de representatividade.

O talhão 1, nomeado de “sapucaia”, caracteriza-se por apresentar um antigo plantio de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), porém atualmente possui maior frequência das espécies arco-de-pipa (*Erythroxylum pulchrum* St. Hil.), lanterneira (*Lophantera lactescens* Ducke) e eucalipto (*Eucalyptus* sp.). O talhão 2, nomeado “sabiá” possui um plantio antigo de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), com presença de espécies oriundas da regeneração natural. O talhão 3 (andá-açu) consiste em um antigo talhão de andá-açu (*Joannesia princeps* Vell.), porém apresenta poucos indivíduos presentes na área. O talhão 4 (sumaúma) é caracterizado por ser um antigo talhão de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). O talhão 5 (misto) caracteriza-se um plantio em linha de 50 espécies dentre nativas e exóticas. O talhão 6 (eucaliptos antigos) consiste em um plantio de eucalipto implantado nos anos 40, restando poucos indivíduos em estado avançado de senescência e com forte desenvolvimento da regeneração natural.

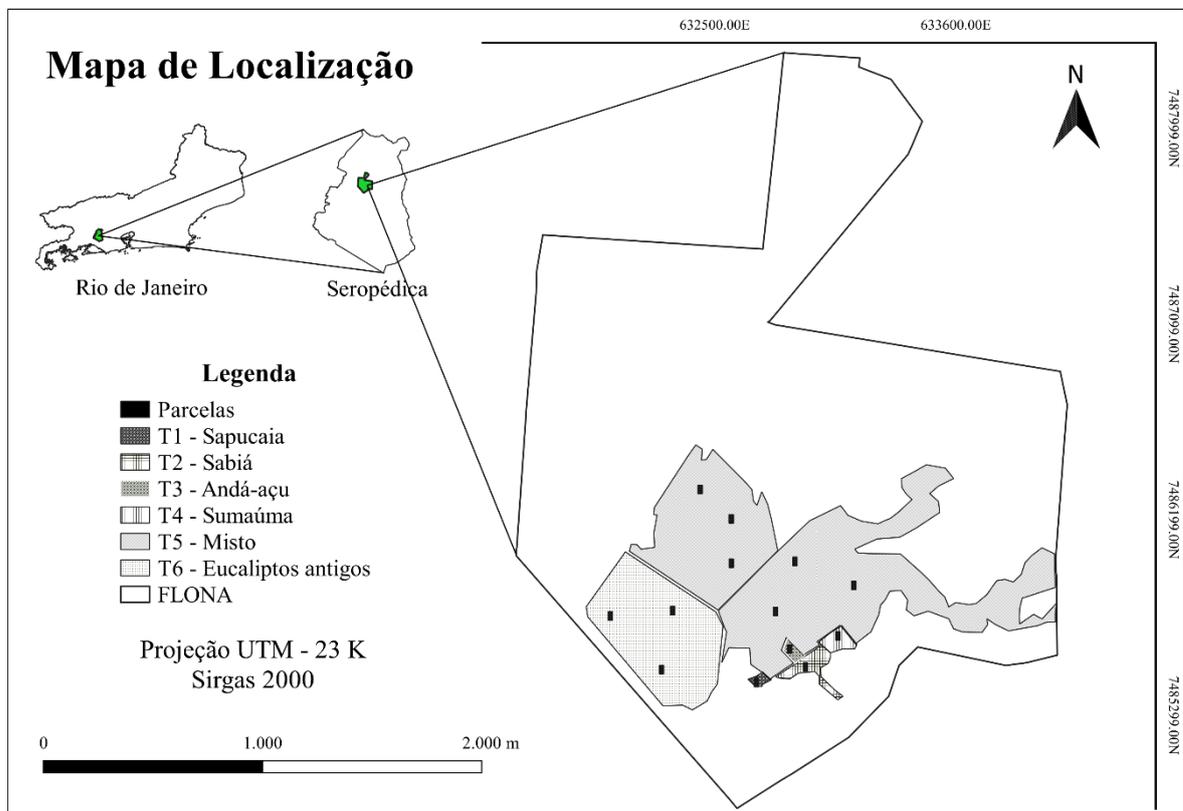


Figura 1. Localização e distribuição dos talhões e das parcelas na Floresta Nacional Mário Xavier, município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

3.2. Coleta de Dados

Os dados foram obtidos através de um inventário florestal realizado em 13 parcelas (20x40m) distribuídas de forma aleatória (amostragem casual simples) no interior de cada talhão. Foram alocadas uma parcela nos talhões 1, 2, 3 e 4, três parcelas no talhão 6 e seis

parcelas no talhão 5. Em cada parcela foram mensuradas, com o auxílio de uma fita métrica e vara hipsométrica, as variáveis circunferência a 1,30 m do solo (CAP), que posteriormente foi convertida para Diâmetro a 1,30 do solo (DAP) e altura total (Ht) de todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm. Cada indivíduo teve sua identificação botânica realizada em nível de espécie, gênero e família, seguindo a classificação da Angiosperm Phylogeny Group III (2009).

3.3. Classificação dos Grupos Ecológicos e Síndrome de Dispersão

A classificação dos grupos ecológicos e da síndrome de dispersão foi baseada nos trabalhos de Lorenzi (1992), Santana et al. (2004), Peixoto (2004), Souza (2007) e Carvalho (2008). Para a classificação dos grupos ecológicos, foram adotados quatro grupos: pioneira, secundária inicial e secundária tardia, segundo Gandolfi et al. (1995), e clímax (SWAINE; WHITMOR, 1988). As espécies pioneiras são aquelas dependentes de luz, desenvolvendo-se em clareiras ou nas bordas das florestas. As secundárias iniciais são espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa. As secundárias tardias são espécies que se desenvolvem no sub-bosque sob sombra leve ou densa. E, por fim, as espécies clímax são aquelas que se encontram no último estágio de sucessão.

Para a caracterização das síndromes de dispersão das espécies seguiu-se os critérios propostos por Van der Pijl (1982), sendo empregadas as seguintes categorias: autocórica, anemocórica e zoocórica.

3.4. Análise da Distribuição Espacial das Espécies

Para a análise dos dados, foram consideradas apenas as espécies que apresentaram número de indivíduos igual ou superior a cinco. A partir dos dados mensurados, o padrão e a distribuição espacial das espécies foram obtidos através de seis índices espaciais: Índice de MacGuinnes (Equação 1), Índice de Fracker e Bischle (Equação 2), Índice de Payandeh (Equação 3), Índice Não Aleatorizado (Equação 4), Índice de Hazen (Equação 5) e Índice de Morisita (Equação 6).

$$IGA_i = \frac{n_i}{U_t \left[\ln \left(1 - \frac{U_i}{U_t} \right) \right]} \quad (1)$$

$$K_i = \frac{|D_i - d_i|}{d_i^2} \quad (2)$$

$$P_i = \frac{S_i^2}{M_i} \quad (3)$$

$$R_i = \frac{S_i^2}{M_i} \quad (4)$$

$$IH_i = \frac{S_i^2}{M_i} (U_t - 1) \quad (5)$$

$$IM_i = \frac{\sum_{j=1}^{U_t} n_{ij}(n_{ij}-1)}{n_i(n_i-1)} \quad (6)$$

Em que: IGA_i = Índice de MacGuines; n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; U_t = número total de unidades de amostras; ln = logaritmo neperiano; U_i = número de unidades de amostra em que a i -ésima espécie ocorre; K_i = Índice de Fracker e Brischle; D_i = densidade observada da i -ésima espécie; d_i = densidade esperada da i -ésima espécie; R_i = Índice Não Aleatorizado; P_i = Índice de Payandeh; S_i^2 = variância do número de árvores da i -ésima espécie; M_i = média do número de árvores da i -ésima espécie; X_i^2 = teste de qui-quadrado; IH_i = Índice de Hazen; IM_i = Índice de Morisita e n_{ij} = número de indivíduos da i -ésima espécie na j -ésima parcela.

Para os Índices Não Aleatorizado e Hazen foi aplicado o teste de qui-quadrado (X_2) para obter o desvio da aleatoriedade. E interpreta-se os resultados dos índices de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Padrão de distribuição espacial de cada índice espacial (SOUZA; SOARES, 2013).

Índice	Padrão de distribuição espacial				
	N. Agrup.	Unifor.	Aleat.	T. Agrup.	Agreg.
MacGuinnes	-	$IGA_i < 1$	$IGA_i = 1$	$1 < IGA_i \leq 2$	$IGA_i > 2$
Fracker e Brischle	-	-	$K_i \leq 0,15$	$0,15 < K_i \leq 1,0$	$K_i > 1,0$
Payandeh	-	-	$P_i < 1,0$	$1 \leq P_i \leq 1,5$	$P_i > 1,5$
Aleatorizado	-	-	$X_{calc.}^2 \geq X_{tab.}^2$	-	$X_{calc.}^2 < X_{tab.}^2$
Hazen	$IH_i < X_{tab.0,75}^2$	-	-	$X_{tab.0,99}^2 > IH_i > X_{tab.0,75}^2$	$IH_i > X_{tab.0,99}^2$
Morisita	-	$IM_i > 1,0$	$IM_i = 1,0$	-	$IM_i < 1,0$

Em que: N. Agrup = Padrão de distribuição espacial não agrupado; Unifor. = Padrão de distribuição espacial uniforme; Aleat. = Padrão de distribuição espacial aleatório; T. Agrup = Tendência ao agrupamento; Agreg. = Padrão de distribuição espacial agregado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise Descritiva

Nas unidades amostrais foram mensurados 1.204 indivíduos arbóreos classificados em 33 espécies e 18 famílias. Das árvores avaliadas, mais que a metade (54,7%) são da espécie *Erythroxylum pulchrum* A.St.-Hil. (arco-de-pipa). Conforme a Tabela 2, em relação ao grupo ecológico, 9 espécies foram classificadas como secundária tardia, 13 como secundária inicial, 2 como clímax, 8 como pioneiras e uma não foi possível identificar. E em relação a síndrome de dispersão, foram classificadas 16 espécies como zoocórica, 9 como autocórica, 4 como anemocórica, 2 como autocórica e zoocórica, uma como autocórica e anemocórica e uma não foi possível identificar.

Tabela 2. Lista das espécies com família, nome científico, nome vulgar, grupo ecológico (GE) e síndrome de dispersão (SD), em que ST = Secundária tardia; P = Pioneira; SI = Secundária Inicial; C = Clímax; NI = Não Identificado; Aut. = Autocórica; Zoo. = Zoocórica; Ane. = Anemocórica.

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	GE	SD
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Gonçalo-alves	ST	Aut.
Bignoniaceae	<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Ipê-cinco-chagas	ST	Aut.
	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueira	P	Zoo.
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Esporão-de-galo	P	Zoo.
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	SI	Aut./Zoo.
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	Arco-de-pipa	SI	Zoo.
	<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	cocão	C	Zoo.
Euphorbiaceae	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Anda-açu	P	Aut./Zoo.
	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg.	Seringueira	C	Zoo.
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro	P	Zoo.
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim-bravo	SI	Aut.
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz	Pau-ferro	SI	Aut.
	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	Copaíba	ST	Zoo.
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Sabiá	P	Aut.
	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Angico-vermelho	P	Aut.
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Marcbr	Pau-jacaré	SI	Aut./Ane.
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	SI	Ane.
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	SI	Zoo.
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucaia	SI	Zoo.
Malpighiaceae	<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Lanterneira	ST	Ane.
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Sumaúma	ST	Ane.
	<i>Basiloxylon brasiliensis</i> (Allemão) K. Schum	Farinha-seca	SI	Aut.
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Carrapeta	ST	Zoo.
	<i>Trichilia hirta</i> L.	Catiguá	ST	Zoo.
Myrtaceae	<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Eucalipto-limão	P	Aut.
	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	NI	NI

Tabela 2. Continuação...

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	GE	SD
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Grumixama	SI	Zoo.
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Maria-faceira	ST	Zoo.
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Pau-d'alho	SI	Ane.
	<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	Limão-do-mato	SI	Aut.
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	SI	Zoo.
Rutaceae	<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	Laranjeira-brava	P	Zoo.
Salicaceae	<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	Café-bravo	ST	Zoo.

4.2. Padrão de Distribuição Espacial das Espécies

Para os índices Não Aleatorizado, Hazen e Morisita, todas as espécies apresentaram padrão de distribuição espacial agregado. O índice de Payandeh apresentou apenas a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril) com tendência ao Agrupamento, as outras espécies apresentaram agregamento de seus indivíduos. O índice de MacGuinnes apresentou tendência ao agrupamento de duas espécies, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Marcbr (Pau-jacaré) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril), para as outras espécies apresentou distribuição espacial agregado. Através desse índice, não foi possível obter o padrão de distribuição espacial da espécie *Erythroxylum pulchrum* (arco-de-pipa), pois como ela aparece em todas as parcelas (tabela 3), inviabilizou o cálculo a densidade esperada da espécie, já que o logaritmo neperiano de zero não existe. O mesmo aconteceu para o índice de Fracker e Brischle para essa espécie, indicando uma limitação na utilização desses índices. Além dessa espécie, o índice de Fracker e Brischle também apresentou tendência ao agrupamento para a espécie *Piptadenia gonoacantha* (Pau-jacaré) e aleatoriedade para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril), para as outras espécies indicou agregamento de seus indivíduos.

De acordo com os resultados encontrados, para todas as espécies estudadas e índices espaciais aplicados predominou-se o padrão de distribuição espacial agregado, conforme a Tabela 4 e Figura 2. No padrão de distribuição espacial agregado, os indivíduos vivem próximos uns dos outros. Isso pode ser resultado do agregamento de recursos e condições, ou da pouca capacidade de dispersão e tipo de dispersão, fazendo com que os indivíduos da mesma espécie fiquem próximos das matrizes. Além disso, padrões agregados são fortes evidências de limitação da capacidade de dispersão das espécies (CONDIT et al., 2000).

De acordo com Freitas e Magalhães (2014), o padrão de distribuição agregado é comum em florestas tropicais, indicando uma força de atração, onde a chance de ocorrência de um indivíduo é maior com presença de outros do mesmo grupo taxonômico ou pela disponibilidade de um recurso comum (SILVA et al., 2008; CAIN et al., 2011).

No caso deste estudo, a FLONA MX, mesmo antes de sua criação, recebeu diversos plantios de espécies exóticas e nativas, o que pode influenciar na distribuição espacial das espécies, visto que comparado a florestas naturais, ainda é pouco tempo para as espécies implantadas terem um comportamento espacial diferente.

Apesar dos índices MacGuinnes e Fracker e Brischle não conseguirem calcular o padrão de distribuição espacial da espécie *Erythroxylum pulchrum* (arco-de-pipa), Gandra (2008) observou padrão de distribuição espacial agregado para essa espécie pelo Índice de MacGuinnes na Reserva Particular do Patrimônio Natural Porangaba, localizada no município de Itaguaí, RJ. Além disso, a área do estudo de Gandra (2008) apresenta vegetação em diferentes estádios de regeneração, situação semelhante a FLONA MX.

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, vulgaremente conhecida como tamboril, foi a única que apresentou padrão de distribuição espacial aleatório para o Índice de Fracker e Brischle. Este resultado pode ser explicado por essa espécie apresentar cinco indivíduos distribuídos em quatro unidades amostrais e como este índice estima o grau de agregação através da densidade observada e esperada, tendenciou para a aleatoriedade. Entretanto, segundo Poli et al. (2021), essa espécie possui síndrome de dispersão zoocórica, ou seja, espera-se uma distribuição espacial de forma agregada, pois as sementes são depositadas em micro-sítios de alimentação dos animais (BERNASOL; LIMA-RIBEIRO, 2010).

As espécies arbóreas *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Marcbr (pau-jacaré), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico-branco), *Lophanthera lactescens* Ducke

(lanterneira), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (sumaúma) e *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'algo) foram classificadas como anemocóricas, ou seja, suas sementes são disseminadas pelo vento, e apresentaram agregamento e tendência ao agrupamento dos seus indivíduos. Entretanto, Bernasol e Lima-Ribeiro (2010), associam a anemocoria com o padrão de distribuição espacial aleatória, visto que as plantas adultas disseminam suas sementes ao acaso, sem a deposição proposital em determinados ambientes. Resultado semelhante foi encontrado por Almeida e Cortines (2008), na Reserva Particular do Patrimônio Natural Rio das Pedras em Mangaratiba, Rio de Janeiro, onde a espécie *Piptadenia gonoacantha*, utilizando o Índice de Morisita, apresentou padrão de distribuição espacial agregado. Já para a espécie *Ceiba pentandra*, BELEM (1997) encontrou uma distribuição aleatória, porém para este estudo, pode ter apresentado padrão de distribuição espacial agregado por conta do plantio dessa espécie realizado a mais de 55 anos na área estudada (ALVES; VARGAS; 2019) e também por ser de origem amazônica, dificultando sua regeneração natural em outros biomas.

Para as espécies que possuem síndrome de dispersão autocórica (27,3% das espécies estudadas) e apresentaram padrão de distribuição espacial agregado, Bernasol e Lima-Ribeiro (2010) diz que se espera uma distribuição espacial de forma agregada, pois as sementes são depositadas em locais específicos, ou seja, no entorno da planta-mãe.

Através do conhecimento do padrão de distribuição espacial das espécies, pode-se ter um melhor entendimento sobre a dinâmica da floresta, de modo a contribuir para a definição de estratégias de manejo e conservação, como a escolha de medidas de enriquecimento ou o controle de espécies. Além da possibilidade de ser um dos parâmetros para avaliar uma área reflorestada ao longo dos anos.

Tabela 3. Índices espaciais de espécies amostradas na Floresta Nacional Mário Xavier, RJ, em que n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; U_i = número de unidades de amostra em que a i -ésima espécie ocorre; d_i = densidade esperada da i -ésima espécie; D_i = densidade observada da i -ésima espécie; S_i^2 = variância do número de árvores da i -ésima espécie; M_i = média do número de árvores da i -ésima espécie; IGA_i = Índice de MacGuines para a i -ésima espécie; K_i = Índice de Fracker e Brischle para a i -ésima espécie; P_i = Índice de Payandeh para a i -ésima espécie; R_i = Índice Não Aleatorizado para a i -ésima espécie; IH_i = Índice de Hazen para a i -ésima espécie e IM_i = Índice de Morisita para a i -ésima espécie.

Espécie	n_i	U_i	D_i	d_i	S_i^2	M_i	IGA_i	K_i	P_i	R_i	IH_i	IM_i
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	658	13	50,62	-	745,59	50,62	-	-	14,73	14,73	176,77	1,25
<i>Genipa americana</i> L.	83	3	6,38	0,26	406,76	6,38	24,33	88,94	63,71	63,71	764,51	10,18
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	36	5	2,77	0,49	44,19	2,77	5,70	9,69	15,96	15,96	191,50	6,13
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	35	6	2,69	0,62	38,40	2,69	4,35	5,41	14,26	14,26	171,14	5,68
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	27	4	2,08	0,37	21,41	2,08	5,65	12,64	10,31	10,31	123,70	5,30
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	25	6	1,92	0,62	6,91	1,92	3,11	3,40	3,59	3,59	43,12	2,30
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	24	4	1,85	0,37	21,81	1,85	5,02	10,93	11,81	11,81	141,75	6,64
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	23	3	1,77	0,26	15,36	1,77	6,74	21,89	8,68	8,68	104,17	5,19
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz	21	1	1,62	0,08	33,92	1,62	20,18	239,64	21,00	21,00	252,00	13,00
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	20	1	1,54	0,08	30,77	1,54	19,22	227,63	20,00	20,00	240,00	13,00
<i>Basiloxylon brasiliensis</i> (Allemão) K. Schum	19	1	1,46	0,08	27,77	1,46	18,26	215,63	19,00	19,00	228,00	13,00
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	19	4	1,46	0,37	7,27	1,46	3,97	8,09	4,97	4,97	59,68	3,65
<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	19	2	1,46	0,17	24,77	1,46	8,75	46,39	16,95	16,95	203,37	11,63
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	16	5	1,23	0,49	10,69	1,23	2,54	3,16	8,69	8,69	104,25	7,15
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	16	1	1,23	0,08	19,69	1,23	15,38	179,61	16,00	16,00	192,00	13,00
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	14	4	1,08	0,37	5,08	1,08	2,93	5,24	4,71	4,71	56,57	4,43

Tabela 3. Continuação...

Espécie	n_i	U_i	D_i	d_i	S_i^2	M_i	IGA_i	K_i	P_i	R_i	IH_i	IM_i
<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	13	3	1,00	0,26	9,17	1,00	3,81	10,72	9,17	9,17	110,00	9,17
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	13	1	1,00	0,08	13,00	1,00	12,49	143,59	13,00	13,00	156,00	13,00
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Marcbr	13	6	1,00	0,62	1,67	1,00	1,62	0,99	1,67	1,67	20,00	1,67
<i>Trichiila hirta</i> L.	13	5	1,00	0,49	2,83	1,00	2,06	2,18	2,83	2,83	34,00	2,83
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	11	4	0,85	0,37	2,97	0,85	2,30	3,54	3,52	3,52	42,18	4,02
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg.	11	3	0,85	0,26	6,14	0,85	3,23	8,48	7,26	7,26	87,09	8,51
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	10	4	0,77	0,37	1,86	0,77	2,09	2,97	2,42	2,42	29,00	2,89
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	8	1	0,62	0,08	4,92	0,62	7,69	83,56	8,00	8,00	96,00	13,00
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	8	3	0,62	0,26	2,09	0,62	2,35	5,13	3,40	3,40	40,75	5,11
<i>Sequoiaria langsdorfii</i> Moq.	8	4	0,62	0,37	1,26	0,62	1,67	1,83	2,04	2,04	24,50	2,79
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	7	3	0,54	0,26	1,44	0,54	2,05	4,01	2,67	2,67	32,00	4,33
<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	7	1	0,54	0,08	3,77	0,54	6,73	71,55	7,00	7,00	84,00	13,00
<i>Eucalyptus</i> sp.	6	2	0,46	0,17	1,27	0,46	2,76	10,55	2,75	2,75	33,00	5,20
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	6	2	0,46	0,17	1,27	0,46	2,76	10,55	2,75	2,75	33,00	5,20
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	5	4	0,38	0,37	0,42	0,38	1,05	0,12	1,10	1,10	13,20	1,30
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	5	2	0,38	0,17	0,92	0,38	2,30	7,80	2,40	2,40	28,80	5,20
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	5	2	0,38	0,17	1,26	0,38	2,30	7,80	3,27	3,27	39,20	7,80

Tabela 4. Padrão de distribuição espacial da i-ésima espécie obtidos pelos índices espaciais, em que IGA_i = Índice de MacGuines para a i-ésima espécie; K_i = Índice de Fracker e Brischle para a i-ésima espécie; P_i = Índice de Payandeh para a i-ésima espécie; R_i = Índice Não Aleatorizado para a i-ésima espécie; IH_i = Índice de Hazen para a i-ésima espécie e IM_i = Índice de Morisita para a i-ésima espécie.

Espécie	Padrão de Distribuição Espacial					
	IGA_i	K_i	P_i	R_i	IH_i	IM_i
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	-	-	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Genipa americana</i> L.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Basiloxylon brasiliensis</i> (Allemão) K. Schum	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Zanthoxylum acuminatum</i> (Sw.) Sw.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.

Tabela 4. Continuação...

Espécie	Padrão de Distribuição Espacial					
	IGA_i	K_i	P_i	R_i	IH_i	IM_i
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Marcbr	T.Agr.	T.Agr.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Trichilia hirta</i> L.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	T.Agr.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Eucalyptus</i> sp.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	T.Agr.	Aleat.	T.Agr.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.	Agreg.

Em que: Agreg. = Padrão de distribuição espacial agregado; Agrup. = Padrão de distribuição espacial agrupado; T.Agr. = Padrão de distribuição espacial indicando tendência ao agrupamento; Aleat. = Padrão de distribuição espacial aleatório; Agreg. = Padrão de distribuição espacial agregado.

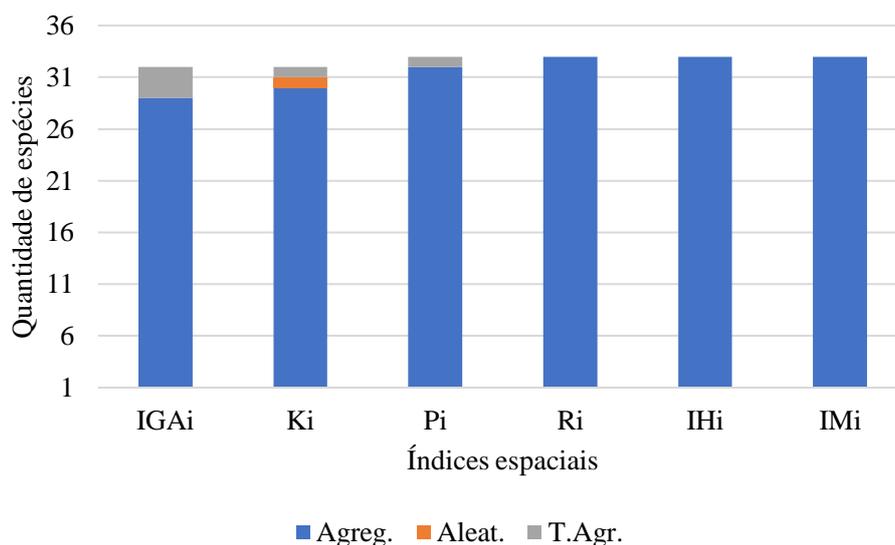


Figura 2. Gráfico da relação entre a quantidade de espécies e tipo de distribuição espacial por índice espacial.

4.3. Aspectos Relacionados ao Manejo das Espécies

A espécie *Erythroxylum pulchrum* (arco-de-pipa) apresentou o maior número de indivíduos da sua espécie (54,7%), resultado semelhante foi encontrado por Domiciano (2010) em um fragmento florestal em Seropédica, onde essa espécie apresentou maior densidade relativa, representando 17,4% dos indivíduos encontrados na área amostrada.

Segundo o Plano de Manejo da Floresta Nacional Mário Xavier (ICMBIO, 2022), no talhão nomeado “eucaliptos antigos”, predominam as espécies de rápido crescimento em conjunto com plantios de eucaliptos, em avançado estado de senescência com poucos exemplares em bom estado, permitindo a penetração de luz e, portanto, acelerando o processo de regeneração natural, que vem dando lugar às espécies nativas mais adaptadas, principalmente o arco-de-pipa.

Além disso, de acordo com Alves e Vargas (2019), as árvores de espécies como o arco-de-pipa (*Erythroxylum pulchrum*) e pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) foram plantadas nas áreas compostas por talhões de espécies mistas, com o intuito de enriquecer o componente vegetal da área e regenerar áreas afetadas por queimadas, um dos grandes problemas que afetam a FLONA MX, o que auxilia na agregação da espécie.

De acordo com Carvalho et al. (2006), essa espécie tem síndrome de dispersão zoocórica. Entretanto, ao observar as condições apresentadas pela espécie na área de estudo, também aparenta ter síndrome de dispersão autocórica, visto que durante as idas ao campo para coletar os dados do inventário florestal, pôde-se perceber que as sementes da *Erythroxylum pulchrum* que caíam no solo germinavam em poucos dias, o que evidencia que a espécie está bem habituada às condições edafoclimáticas do local.

Diante disso, pode-se observar que a espécie arco-de-pipa tem características dominantes na área, devido a sua distribuição de forma concentrada e contínua, necessitando de pesquisas mais aprofundadas sobre a espécie, como o seu comportamento, sua forma de dispersão na FLONA MX e sua vantagem na regeneração natural em relação as outras espécies. A partir disso, será possível definir estratégias de manejo dessa espécie, visando o seu controle, de forma que favoreça a regeneração e propagação das demais.

5. CONCLUSÃO

Para 90,9% das espécies estudadas e índices espaciais aplicados, predominou-se o padrão de distribuição espacial agregado. Esse resultado é explicado pela área da FLONA MX ter sido reflorestada. Sendo assim, para futuros projetos de manejo e restauração florestal é importante que sejam adotadas técnicas que garantam uma maior diversidade e que as espécies estejam espacialmente mais distribuídas na FLONA MX, considerando seus respectivos grupos ecológicos e tipo de dispersão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S.; CORTINES, E. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. **Floresta e Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 18 - 23, 2008.

ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.

ALVES, A. G.; VARGAS, K. B. Espacialização fitofisionômica de espécies arbóreas da Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica - RJ. **Revista Continentes**, v. 8, n. 15, p. 28–55, 2019.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

BARROS, P. L. C.; MACHADO, S. A. **Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia brasileira**. Curitiba, PR, FUPEF. 1984. 44 p.

BELEM, M. Structure and dynamics of two gallery forests in the Biosphere Reserve of the Hipopotamous Pool; Burkina Faso, West Africa. In: INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON ASSESMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCED TO GALLERY FORESTS, 1997, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 1997. p.329-337.

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. 37, n. 2, p. 181-198, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 93.369, de 8 de outubro de 1986**. 1986.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. 2000.

CAIN, M. L.; Bowman, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 661 p.

CALEGÁRIO, N.; SOUZA, A. L. de; MARANGON, L. C.; SILVA, A. F. da. Estimativas de parâmetros de distribuição e de associação de espécies vegetais nativas regeneradas no sub bosque de *Eucalyptus*, no Município de Belo Oriente, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 146-161, 1993.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 3, n. 20, p. 727-740, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 593 p.

CONDIT, R.; ASHTON, P. S.; 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**, Washington, v.288, n.5470, p.1414-1418, 2000.

DALMASO, C. A.; INOUE, M. T.; OLIVEIRA FILHO, P. C. de; MARCELINO, V. R.; POTKER, G. S. Análise dos padrões espaciais de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer na Floresta Nacional de Irati (PR). **Revista Ambiente**, v.8, p. 559-570, 2012.

DOMICIANO, A. de O. **Estrutura e Composição Florística do Estrato Arbóreo de um Fragmento Florestal no Município de Seropédica - RJ**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

FRACKER, S.; BRISCHLE, H. Measuring the local distribution of shrubs. **Ecology**, Washington, v. 25, p. 283-303, 1944.

FREITAS, W. K. de; MAGALHÃES, L. M. S. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual da Serra da Concórdia, RJ. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 259 - 270, 2014.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GANDRA, M. F. **Estrutura e Composição Florística do estrato arbóreo em um trecho de Floresta Atlântica na RPPN Porangaba, no município de Itaguaí, Rio de Janeiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

HALPERN, C. B.; SPIES, T. A. Plant species diversity in natural and managed forests of the pacific northwest. **Ecological Applications**, Pasadena, v. 5, n. 4, p. 913-934, 1995.

HAZEN, W. E. Analysis of spatial pattern in epiphytes. **Ecology**, Washington, v.47, n.4, p. 634-635, 1966.

HIGUCHI, P; SILVA, A. C. da; BERG, E. van den; PIFANO, D. S. Associações espaciais entre indivíduos de diferentes espécies de *Miconia spp.* Ruiz & Pav. (Melastomataceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 381-389, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados de Informações Ambientais**: vegetação. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>. Acesso em: 08 mar. 2023.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos da Estação Meteorológica Automática (EMA) no ano de 2022**. Rio de Janeiro: INMET, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/dadoshistoricos/2022>. Acesso em: 08 mar. 2023.

LEDO, A.; CONDÉS, S.; MONTES, F. Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. **Revista Peruana de Biología**, Lima, v. 19, n. 1, p. 113-124, 2012.

LEGENDRE, P. Spatial autocorrelation: Trouble or new paradigm? **Ecology**, Washington, v.74, n.6, p. 1659-1673, 1993.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley & Sons, 1988. 337p.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. 1 ed. Washington: OEA, 1982, 168p.

MCGUINNES, W. G. **The relation between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semiarid region**. *Ecology*, Washington, v. 15, n. 3, p. 263-283, 1934.

MMA/ICMBIO. **Plano de Manejo da Floresta Nacional Mário Xavier**. Rio de Janeiro: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2022.

MORISITA, M. Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns. **Memoires of the Faculty of Sciences, Kyushu University, Series E. Biology**. v.2, n.4, p.215-235, 1959.

NASCIMENTO, N. A. do; CARVALHO, J. O. P. de; LEÃO, N. V. M. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionada ao manejo de florestas naturais. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, PA, v. 2, n. 37, p. 175-194, 2002.

PAYANDEH, B. Comparison of methods for assessing spatial distribution of trees. **Forest Science**, Bethesda, v. 16, n. 3, p. 312-317, 1970.

PEIXOTO, G. L., MARTINS, V.S., SILVA, A. F.; SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 151-160, 2004.

POLLI, A.; ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, L. A. de; PASTORINI, L. H. Caracteres Morfofuncionais em diásporos de espécies florestais nativas. **Pesquisas, Botânica**, v. 1, n. 75, p. 131-142, 2021.

RODRIGUES, L. A.; CARVALO, D. A. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p.25-35, 2007.

SANTANA, C. A. A., LIMA, C. C. D., & MAGALHÃES, L. M. S. Estrutura horizontal e composição florística de três fragmentos secundários na cidade do Rio de Janeiro. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 443-451, 2004.

SILVA, M. A.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; CZANCK JÚNIOR, L.; ANDRADE, I. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 311 - 316, 2008.

SOUZA, A. L. de; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Minas Gerais, Editora UFV, 2013. 20 p.

SOUZA, P. B.; MARTINS, S. V.; COSTALONGA, S. R.; COSTA, G. O. Florística e estrutura da vegetação arbustiva-arbórea do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus Grandis* W. Hill Ex Maiden em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v. 3, p. 533-543, 2007.

SOUZA, R. L. N. **Restauração da mata atlântica: potencialidades, fragilidades e os conflitos ambientais na Floresta Nacional Mário Xavier, Seropédica/RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SOUZA, T. R. R. S.; VARGAS, K. B. **Flona Mário Xavier: entre histórias e memórias**. Seropédica: Programa de Extensão Guarda Compartilhada Flona Mário Xavier, 2020.

STAUDHAMMER, C. L.; LEMAY, V. M. Introduction and evaluation of possible índices of stand structural diversity. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v.31, n.15, p. 1105- 1115, 2001.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v.75, p. 81-86, 1988.

PIJL, L. van der. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlim, Springer-Verlag, 1982. 634 p.

VIEIRA, D. S. **Padrão espacial de espécies arbóreas no Baixo Rio Tapajós**. 2015. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.