

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

WESLLEN SCHUHLI KIERAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

INFLUÊNCIA DA FAMÍLIA LAURACEAE NA DINÂMICA DE UM  
REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

CURITIBA

2017

WESLLEN SCHUHLI KIERAS

INFLUÊNCIA DA FAMÍLIA LAURACEAE NA DINÂMICA DE UM  
REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a conclusão da disciplina ENGF010 e requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Allan Libanio Pelissari

Co-Orientador: Prof.Dr. Sebastião do Amaral Machado.

CURITIBA

2017

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, fonte inspiradora e a base para a realização de todos meus sonhos.

À Universidade Federal do Paraná e ao Curso de Engenharia Florestal, que me proporcionaram uma formação de excelência.

Aos professores Décio José de Figueiredo e Sebastião do Amaral Machado pelo convívio e inspiração nestes anos de aprendizado no laboratório de Dendrometria.

Ao professor Allan Libanio Pelissari, por toda sua dedicação e ensinamentos durante sua orientação.

Aos amigos e colegas, Mateus Sanquetta, Vinicius Cysneiros e Yuri Accioly pelo auxílio na obtenção dos dados. Ao amigo e companheiro de estágio Felipe Carvalho, pela convivência ao longo do estágio.

Agradecimento especial a toda minha família, a minha mãe Nilmari de Fátima Schuhli Kieras, ao meu pai Claudinei Francisco de Andrade Kieras, pela educação e por estarem ao meu lado em busca da realização todos os meus sonhos. As minhas irmãs, Eloize e Laura pelo carinho, amor e prestígio ao longo desta caminhada.

A minha namorada Caroline Soares Kurek, pela paciência, compreensão, motivação e horas de estudos dedicados à nossa paixão pela futura profissão de Engenheiros Florestais.

## **DADOS DO ACADÊMICO**

Nome do Aluno: Wesllen Schuhli Kieras

GRR: 20137628

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar a influência das espécies da família Lauraceae na dinâmica de um remanescente arbóreo de Floresta Ombrófila Mista. Os dados utilizados na pesquisa provêm do censo realizado entre os anos de 2007 a 2016 no Capão da Engenharia Florestal, situado no Campus-III da Universidade Federal do Paraná, com área total de 15,2 hectares. Todas as árvores com Circunferência a Altura do Peito (CAP) superiores a 30 cm foram identificadas e mensuradas em intervalos de três anos. A dinâmica foi analisada por meio do acompanhamento do crescimento, do ingresso e da mortalidade entre os períodos de medição, enquanto a análise multivariada foi aplicada a partir da análise de agrupamento e da correlação canônica. A prognose da estrutura diamétrica foi obtida por meio de matriz de transição através da distribuição diamétrica em classes de 3 cm. Com base nos dados dos anos de 2010 e 2013 foi possível projetar a estrutura diamétrica para o ano de 2016, sendo esses valores submetidos ao teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (K-S), comparando as distribuições observadas com as estimadas. Foram encontradas dez espécies de Lauraceae, as quais apresentam distribuição diamétrica decrescente e um valor de importância (VI) de 9,51%, o que correspondeu a terceira família de maior VI no capão. Todas as espécies avaliadas apresentaram distribuição diamétrica decrescente. O maior incremento periódico em diâmetro foi observado na espécie *Cinnamomum sellowianum* (1,22 cm), enquanto a maior taxa anual de recrutamento e mortalidade foi observada para as espécies *Ocotea nutans* (4,5) e *Ocotea puberula* (4,4), respectivamente. Com a análise de agrupamento, foi possível verificar a formação de cinco grupos heterogêneos entre si. A correlação canônica encontrada foi de 0,5514, sendo essa considerada moderada e estatisticamente significativa, segundo o teste Lambda de Wilks ( $\lambda = 0,6058$  e p-valor  $< 0,0001$ ). O teste de K-S mostrou que as distribuições são estatisticamente aderentes ao nível de significância de 1%, e dessa forma foi possível projetar a distribuição diamétrica das Lauráceas para os anos de 2019 e 2022. Para o ano de 2019, houve acréscimo no número de indivíduos da família, enquanto em 2022 houve decréscimo da população. Isso pode decorrer por uma mudança ou transição da sucessão ecológica do capão no ano base da projeção

(2016). Portanto, a família Lauraceae apresenta uma dinâmica complexa, com grupos distintos entre si, e influência moderada sobre a dinâmica do remanescente avaliado. Os resultados indicaram que o modelo de projeção diamétrica por matriz de transição estima de forma confiável a distribuição diamétrica de Lauraceae para o fragmento avaliado.

Palavras-chave: Análise de agrupamento; Correlação canônica; Matriz de Transição; Sucessão Florestal; Floresta com Araucária.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização e delimitação do Capão da Engenharia Florestal.....	12
Figura 2 – Detalhe do caminhamento no bloco e do georreferenciamento.....	14
Figura 3 – Organização dos dados para análise de agrupamento.....	16
Figura 4 – Estrutura dos dados para análise de Correlação Canônica.....	17
Figura 5 – Matriz de probabilidade de transição.....	18
Figura 6 – Modelo de matriz de transição.....	19
Figura 7 – Valor de importância das famílias do fragmento avaliado.....	21
Figura 8 – Distribuição diamétrica das espécies de Lauraceae.....	22
Figura 9 – Dendrograma para a formação dos grupos.....	26
Figura 10 – Distribuição diamétrica 2016 – Lauraceae.....	29
Figura 11 – Prognose da distribuição diamétrica das Lauráceas.....	30
Figura 12 – Prognose da distribuição diamétrica da <i>Ocotea nutans</i> .....	32
Figura 13 – Prognose da distribuição diamétrica da <i>Nectandra lanceolata</i> .....	33
Figura 14 – Prognose da distribuição diamétrica da <i>Ocotea bicolor</i> .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dinâmica da família Lauraceae entre o período de mensuração.....	24
Tabela 2 – Histórico da análise de agrupamento.....	25
Tabela 3 – Pesos canônicos entre grupos de Lauraceae.....	27
Tabela 4 – Valores críticos do teste de Kolgomorov – Smirnov.....	31

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	2
2. OBJETIVOS .....	5
2.1. Objetivo geral .....	5
2.2. Objetivos específicos .....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
3.1. Lauraceae Juss .....	6
3.2. Dinâmica .....	7
3.3. Análise de Agrupamento ( <i>Cluster</i> ) .....	8
3.4. Correlação Canônica .....	9
3.5. Matriz de transição .....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
4.1. Caracterização da área de estudo .....	12
4.2. Base de dados .....	13
4.3. Coleta dos dados .....	13
4.4. Análise dos Dados .....	14
4.4.1. Análise de Agrupamento .....	15
4.4.2. Correlação Canônica .....	16
4.4.3. Matriz de transição .....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5.1. Estrutura Horizontal .....	20
5.2. Distribuição diamétrica .....	21
5.3. Dinâmica .....	23
5.4. Análise de Agrupamento ( <i>Cluster</i> ) .....	25
5.5. Correlação Canônica .....	27
5.6. Prognose da distribuição diamétrica .....	29
6. CONCLUSÕES .....	35
7. ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO DO TCC .....	36
REFERÊNCIAS .....	37
Apêndice 1 – Exemplo de ficha de campo .....	46
Anexo 1 – Valores críticos de D para o teste de Kolgomorov -Smirnov .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

Com a drástica redução da área com cobertura vegetal da Mata Atlântica sofrida nas últimas décadas, a pressão sobre os fragmentos florestais remanescentes é cada vez maior, tornando necessário a preservação desses ecossistemas. Com isso, é imprescindível o acompanhamento com pesquisas científicas que tragam respostas para minimizar a degradação florestal.

Nesse contexto, algumas áreas do setor florestal ganham significativo destaque, tais como a Conservação e o Manejo Florestal. A primeira está diretamente relacionada com a proteção da biodiversidade das florestas, enquanto o Manejo Florestal é responsável pelo gerenciamento sustentável dos recursos madeireiros e não madeireiros provenientes de florestas equiâneas ou inequiâneas.

Para compreender o comportamento dos remanescentes florestais, é imprescindível que o manejador florestal conheça os conceitos de dinâmica florestal e sucessão ecológica. Rossi (2007) descreve que a dinâmica das florestas é basicamente formada pelos componentes crescimento, mortalidade e recrutamento. Esses três componentes são fundamentais para a modelagem e a subsequente simulação e projeção do crescimento e da produção da floresta em longo prazo. Enquanto a sucessão ecológica, está relacionada com as modificações estruturais das espécies ao longo do tempo nos processos da comunidade, uma vez que a sucessão é direcional e previsível quando não é afetada por ações externas (ODUM, 1988).

A Floresta Ombrófila Mista apresenta alta diversidade de espécies arbóreas e famílias botânicas (CUBAS,2011), para as quais torna-se primordial os estudos de crescimento que comprovem o avanço sucessional. As famílias botânicas Lauraceae e Myrtaceae apresentam destaque dentro dessa tipologia, devido à representatividade na composição florística e, principalmente, pelo potencial ecológico e madeireiros (DALLA LANA *et al*, 2015).

Assim, há uma certa preocupação com o andamento de pesquisas que envolvem espécies nativas, seja qual for o bioma e a fisionomia em que elas pertencem, Com isso, algumas famílias são mais valorizadas do que outras no

meio acadêmico, seja pelo maior interesse econômico ou pela necessidade de conservação das espécies.

Neste trabalho, a escolha da família Lauraceae baseou-se em dois critérios: o primeiro em relação a importância econômica das Lauráceas, ao passo que o segundo aspecto envolve a importância ecológica da família dentro da fisionomia da Floresta Ombrófila Mista (EBLING, 2013). Dessa forma, a análise multivariada torna-se uma ferramenta indispensável para explicar a influência da Lauraceae na dinâmica da Floresta Ombrófila Mista, em que se possibilita avaliar fenômenos a partir de um grande número de variáveis, estabelecendo-se explicações lógicas entre os parâmetros avaliados (VICINI, 2005).

Alguns trabalhos descrevem a formação de grupos ecológicos dentro de uma fisionomia florestal a partir de análises multivariadas. Avila (2011) avaliou a presença de agrupamentos florísticos nos mecanismos de regeneração natural e a influência dos fatores ambientais sobre a distribuição das espécies em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil, utilizando a análise de agrupamento e a correlação canônica para explicar esses fenômenos. (Souza, 2014) propôs o reconhecimento de sete grupos de espécies subtropicais no Sul do Brasil com base na taxa de crescimento, na divisão (Angiosperma, gimnosperma e palmeiras) e na sucessão ecológica (tolerantes a sombra ou intolerantes). O autor utilizou inúmeros métodos para realizar a análise de agrupamento, incluindo-se o método *Ward*, baseado na distância euclidiana.

Vasconcelos (2016) realizou o agrupamento ecológico de espécies florestais na Amazônia Sul Ocidental com base em três estágios: (1) análise de *cluster* com variáveis de incremento periódico anual em diâmetro em alta, média e baixa competição, e o percentual de 95% da distribuição de frequência cumulativa dos diâmetros, utilizando-se o método *Ward*; (2) análise discriminante utilizando as variáveis do item (1) pelo método de *Fischer*; e (3) estágio subjetivo, utilizando-se características ecológicas das espécies.

Portanto, há inúmeros trabalhos que descrevem a aplicação de análise multivariada em diversas tipologias florestais, com o objetivo principal de formar grupos ecológicos a partir de um grande número de variáveis. Todavia, não há estudos envolvendo a família Lauraceae com a finalidade de explicar a dinâmica da Floresta Ombrófila Mista por meio de técnicas multivariadas. Dessa forma, o

presente trabalho busca preencher essa lacuna e corroborar as hipóteses levantadas por Klein (1974), em relação a importância e a fidelidade da família Lauraceae na formação das florestas com Araucária. Essas hipóteses foram levantadas a partir do conceito de Braun Blanquet sobre fidelidade, no qual as espécies são classificadas em cinco graus de fidelidade: Espécies exclusivas, espécies seletivas, espécies preferenciais, espécies indiferentes e espécies raras ou estranhas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Identificar e quantificar a influência das espécies arbóreas da família Lauraceae na dinâmica de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Verificar a existência de grupos homogêneos quanto a dinâmica de crescimento entre as espécies arbóreas de Lauraceae por análise de agrupamento;

- Correlacionar a dinâmica da família Lauraceae com a dinâmica da comunidade do fragmento avaliado por correlação canônica;

- Analisar a influência da família Lauraceae na dinâmica de crescimento de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista;

- Avaliar o avanço sucessional da comunidade florestal a partir da dinâmica da Lauraceae; e

- Avaliar as tendências futuras da estrutura diamétrica das Lauraceaes por meio da projeção, utilizando a matriz de transição.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Lauraceae Juss

A família Lauraceae Juss. pertence à ordem Laurales e forma, junto com as Canellales, Peperales e Magnoliales, um clado bem suportado entre as Angiospermas Basais (APG III, 2009). Segundo o levantamento de Quinet *et al.* (2015), no Brasil ocorrem 24 gêneros de Lauraceae, perfazendo um total de 441 espécies das quais 231 são endêmicas. O estado do Paraná possui 69 espécies de Lauraceae, distribuídas em 12 gêneros, das quais 29 ocorrem no bioma Mata Atlântica e 10 no Cerrado. (Quinet et al ,2015).

Lorenzi (2012) destacou que essa família constitui um dos grupos taxonômicos mais complexos, em função de sua elevada diversidade. Além disso, Klein (1966) salientou que as Lauráceas exercem um papel fundamental para a formação da Floresta Ombrófila Mista, na qual algumas espécies se tornam exclusivas desta vegetação, como por exemplo a *Ocotea Porosa* (Nees & Mart.) Barroso, e a *Cinnamomum sellowianum* (Nees) Kosterm.

A família Lauraceae também é popular entre as demais famílias devido sua importância econômica. Algumas espécies têm sido utilizadas pelas indústrias para a fabricação de diversos produtos, dos quais destacam-se: a culinária, principalmente com a utilização das folhas de *Laurus nobilis* L. e a casca das “canelas”, onde são produzidos inúmeros temperos e óleos essenciais. A espécie *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl é a mais conhecida para a indústria de perfumaria e medicamentos; enquanto que as marcenarias e construções a base de madeira utilizaram muito as espécies do gênero *Ocotea* sp. e *Nectandra* sp. entre o século XIX e XX, desta forma, o corte de algumas espécies do gênero *Ocotea* foi proibido, devido ao risco de extinção (MARQUES, 2001).

Apesar do alto valor da família Lauraceae em termos econômicos e ecológicos, não há informações suficientes para descrever o comportamento da dinâmica de crescimento de todas as espécies presentes na família. Entre os autores que realçam tal carência, destaque-se o estudo realizado por Alcântara (2010), no qual descreve a situação da Lauraceae após séculos de exploração

desordenada na região Amazônica, principalmente sob as espécies produtoras de óleos essenciais.

De um modo geral a maioria dos trabalhos desenvolvidos diretamente com a família Lauraceae envolvem a descrição botânica. Em contrapartida, há inúmeros trabalhos que descrevem a estrutura fitossociológica da Floresta Ombrófila Mista, que indiretamente abordam os aspectos ecológicos e dinâmicos relacionados a família Lauraceae. Dentre os trabalhos, destacam-se os realizados por Longhi e Brena (2001), Ligner (2007), Herrera *et al* (2009), Valeriano (2010), cujos autores descreveram o alto valor de importância da Lauraceae para a composição da estrutura dos fragmentos de Floresta Ombrófila Mista.

### **3.2. Dinâmica**

A dinâmica das florestas nativas é basicamente formada pelos componentes crescimento, mortalidade e recrutamento. Esses três componentes são fundamentais para a modelagem e subsequente simulação e projeção do crescimento e da produção de uma floresta em longo prazo (ROSSI, 2007).

O crescimento pode ser definido como uma mudança de magnitude de qualquer característica mensurável, como diâmetro, altura, volume, peso, biomassa, entre outros. O crescimento de árvores individuais pode ser entendido como o somatório da divisão, alongamento e engrossamento de suas células (IMANÑA *et al*, 2005).

O recrutamento refere-se às árvores medidas numa idade qualquer e que não foram mensuradas em uma idade anterior por não atingirem o critério de inclusão. Essa variável pode ser expressa em volume, área basal ou frequência por hectare e também só pode ser medida a partir de mensurações periódicas em parcelas permanentes (CAMPOS e LEITE, 2013).

Enquanto a mortalidade se refere ao número de árvores que foram mensuradas inicialmente e não removidas que morreram durante um determinado período de medição (SANQUETTA *et al.*, 2003). Dessa forma, o estudo da dinâmica pode possibilitar o entendimento dos processos por meio dos quais ocorrem as mudanças, em níveis de espécies e para toda floresta. (FIGUEREDO FILHO *et al.*, 2010).

Os estudos da dinâmica florestal são amplamente utilizados em florestas multiâneas devido sua praticidade para conhecer os hábitos de crescimento das espécies. Vários trabalhos já foram desenvolvidos com a finalidade de contribuir com a geração de informação sobre a dinâmica em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista. Entre eles, merecem destaque os estudos desenvolvidos por Longhi (1980), Durigan (1999), Schaah (2001), Sanquetta (2003), Lingner (2007), Figueiredo Filho et al. (2010), Mognon (2012), Canetti (2014), Orellana (2014) e Cubas (2016). Esses estudos buscaram avaliar a variação decorrente do crescimento, da mortalidade e do ingresso, para inferir sobre o avanço sucessional dos fragmentos, obtendo-se parâmetros que possibilitam avaliar o desenvolvimento das espécies da floresta como um todo.

É importante salientar que os processos dinâmicos apresentam variação entre remanescentes de Floresta Ombrófila Mista. Essas diferenças existentes entre os parâmetros são atribuídas aos fatores bióticos e abióticos que envolvem os ecossistemas florestais, resultando em diferentes condições de desenvolvimento (PICKETT *et al*, 2005).

### **3.3. Análise de Agrupamento (*Cluster*)**

Análise de agrupamento é uma técnica multivariada que engloba um esquema de classificação de objetos em grupos, com a finalidade de reunir indivíduos ou elementos em grupos homogêneos dentro e heterogêneos entre eles (VICINI, 2005). Os grupos ou *clusters* são constituídos por dendrogramas aglomerativos que, por meio da distância entre as amostras, é possível estabelecer similaridade entre os dados (MERA et al., 2012). A distância euclidiana é a medida de distância mais utilizada na análise de agrupamentos (BATISTA, 1990; LONGHI, 1997; VINICI, 2005; RODE, 2008).

Há uma infinidade de métodos para realizar a análise de agrupamento em florestas inequiâneas, como os não hierárquicos e hierárquicos. Os hierárquicos podem ser divisivos (TWINSPAN) e aglomerativos (ligação *Ward*, entre outras) (GERHARDT et al., 2001; CALLEGARO *et al*, 2015). Dentre os métodos hierárquicos, o método de *Ward* é utilizado com frequência em estudos florísticos, com o intuito de classificar as espécies em conforme a sucessão ecológica.

(BATISTA, 1990; LONGHI, 1997; GAMA, 2005; RODE, 2008; ALBUQUERQUE, 2015). Portanto, o método de Ward é uma das técnicas mais adequadas em análise de vegetação que utilizam grandes matrizes com dados heterogêneos (BLUM, 2006).

### **3.4. Correlação Canônica**

A análise de correlação canônica é um procedimento estatístico multivariado que permite verificar as correlações lineares existentes entre dois grupos ou conjuntos de variáveis ( $X$  e  $Y$ ). Essa análise consiste na obtenção de um par de variáveis latentes, denominadas variáveis estatísticas canônicas, que sejam combinações lineares das variáveis dos dois vetores ( $X$  e  $Y$ ) e que as informações contidas nos parâmetros estejam concentradas na correlação entre essas novas variáveis. (FERREIRA, 2008). Essa análise multivariada se mostra útil no campo da ecologia e manejo, por serem inúmeras as variáveis que afetam o estabelecimento, o crescimento e a permanência de espécies florestais em diferentes ambientes (RODE et al., 2011).

Ao contrário da regressão múltipla, que prevê uma única variável dependente a partir de um conjunto de variáveis independentes múltiplas, a correlação canônica simultaneamente prevê múltiplas variáveis dependentes a partir de múltiplas variáveis independentes (HAIR JUNIOR et al., 2009). A análise de correlação canônica foi descrita pela primeira vez por Hotelling (1936), o qual desenvolveu testes para avaliar a habilidade de leitura com alunos da sétima série.

No setor florestal essa técnica tem apresentado resultados satisfatórios, tais como os trabalhos de Trugilho et al. (2003), na identificação da qualidade da madeira de clones de eucalipto, por meio de suas características físicas e químicas; Protásio (2012), na análise de correlação canônica entre características de madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus*; e Castro (2013), na análise multivariada para seleção de clones de eucalipto destinados à produção de carvão vegetal.

### 3.5. Matriz de transição

A matriz de transição foi aplicada pela primeira vez na área florestal por Usher em 1966, que avaliou a dinâmica de um povoamento de *Pinus sylvestris* L. na Escócia. A matriz de transição é apropriada para análise de muitos fenômenos biológicos, principalmente em estudos relacionados com a dinâmica de florestas (ENRIGHT e OGDEN, 1979).

A matriz de transição, segundo Vanclay (1995), é um processo estocástico em que assume que uma árvore, em uma determinada classe de diâmetro, tem a probabilidade de mover-se para outra classe com base no seu estado atual. Durante um período de tempo, a árvore deverá permanecer em uma determinada classe, mover para outra ou morrer.

Apesar das grandes vantagens que o método traz, como a facilidade de projeção por meio da probabilidade de movimentação da distribuição diamétrica, a matriz de transição apresenta duas desvantagem: a primeira condiciona o uso da técnica em duas situações possíveis, como florestas primárias, onde a dinâmica e características de crescimento geral são constantes ou florestas secundárias cujo intervalo de projeção é curto a ponto que a mudança no crescimento possa ser representada por um segmento de reta. A segunda desvantagem está em desconsiderar possíveis medições anteriormente aos eventos em análise, uma vez que a técnica avalia o intervalo entre duas medições. (SCHNEIDER et al., 2000).

Dessa forma, a variabilidade de crescimento entre períodos, e seu efeito sobre o crescimento futuro do povoamento florestal, são desconsideradas. Contudo, a utilização do método de matriz de transição é essencial para realizar a prognose da distribuição diamétrica de florestas inequiâneas e equiâneas, sendo largamente utilizada por manejadores florestais, devido principalmente a sua facilidade e simplicidade.

No Brasil, foi estudado por Higuchi (1987), Sanquetta *et al.* (1996), Arce *et al.* (2001), Stepka (2009), Lana (2015), Machado (2017). Em relação a trabalhos que envolveram diretamente a projeção diamétrica da família Lauraceae, destaca-se o de Ebling (2013), no qual avaliou a ecologia e projeção diamétrica em três

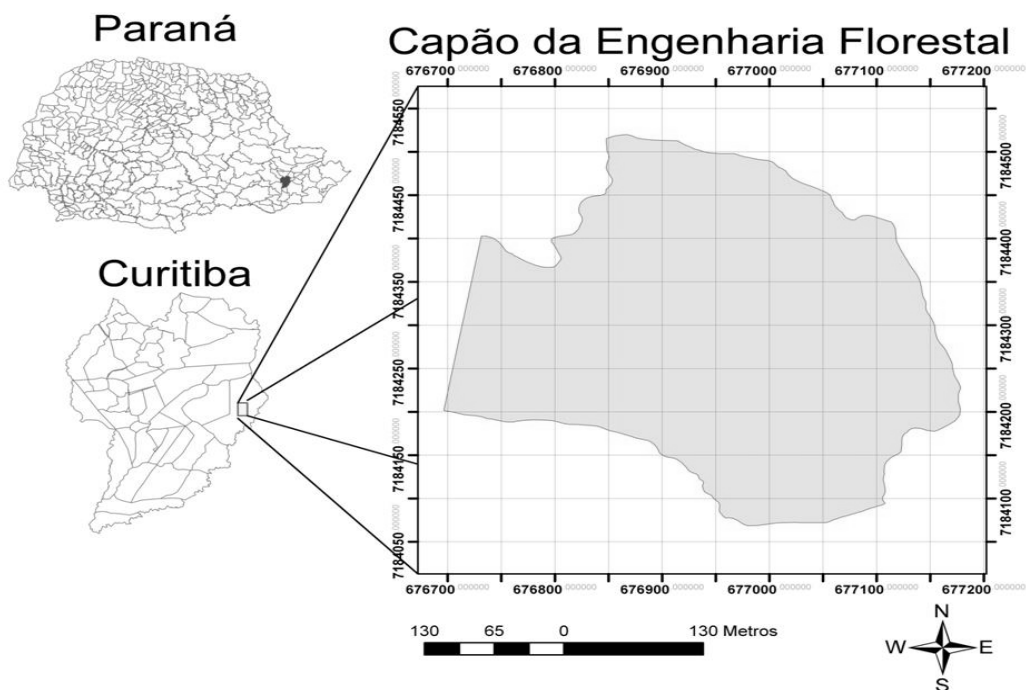
grupos ecológicos: a primeira para toda a comunidade arbórea da floresta; a segunda, de forma seletiva, para a família Lauraceae; e a terceira, para a *Araucaria angustifolia*. Segundo o autor a escolha da família Lauraceae se deu à sua representatividade ecológica e potencial para o manejo, avaliada por meio dos parâmetros fitossociológicos das espécies que a compõem.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende um fragmento da Floresta Ombrófila Mista, conhecido popularmente como Capão da Engenharia Florestal, situado no município de Curitiba–PR, entre as coordenadas 25°26'5" - 25°27'33" S e 49°14'16" – 49°14'33"W, com aproximadamente 900 m de altitude (FIGURA 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb (subtropical úmido mesotérmico), com verões frescos, invernos com geadas frequentes sem estação de seca. As temperaturas médias anuais nos meses mais quentes são inferiores a 22°C, enquanto nos meses frios são inferiores a 18°C, resultando em um temperatura média anual de 17°C (RONDON NETO et al., 2002).

FIGURA 1: Localização e delimitação do Capão da Engenharia Florestal.



Fonte: Czelusniak (2014).

A área do remanescente é de aproximadamente 15,24 ha, dos quais 12,96 ha são ocupados pela Floresta Ombrófila Mista e 2,28 ha por taquarais (RONDON

NETO et al., 2002). Esse fragmento se encontra em uma área com alto grau de antropização, favorecendo o desenvolvimento de espécies arbóreas pioneiras.

Os solos presentes no fragmento foram classificados como CAMBISSOLO HÚMICO Álico, CAMBISSOLO HÚMIDO distrófico, CAMBISSOLO gleissólico, GLEISSOLO HÁPLICO e NEOSSOLO FLÚVICO gleissólico (SANTOS, 2014).

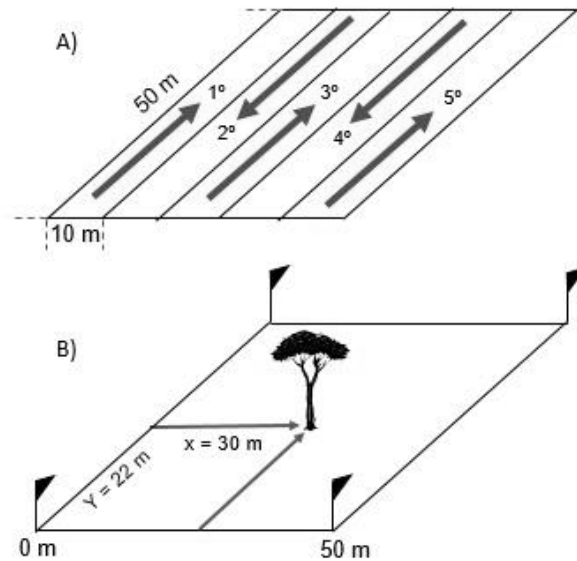
#### **4.2. Base de dados**

A base de dados é formada por 10.405 árvores provenientes de um inventário 100% (CENSO) realizado no Capão da Engenharia Florestal, entre os anos de 2007 a 2016, pelo Laboratório de Dendrometria (LADEN) da Universidade Federal do Paraná.

#### **4.3. Coleta dos dados**

A área do remanescente foi dividida em blocos de 50 m x 50 m, totalizando 70 blocos, sendo esses divididos em cinco sub-blocos de 500m<sup>2</sup> (10m x 50m), com o intuito de facilitar o caminhamento e o georreferenciamento das árvores (FIGURA 2). Dentro dos sub-blocos mediram-se todos os indivíduos com Circunferência à Altura do Peito (CAP)  $\geq$  30 cm, marcando-se o ponto de medição da circunferência com tinta azul. Cada árvore recebeu uma plaqueta numerada de forma sequencial dentro do bloco ao qual pertencia. As medidas de CAP foram obtidas com o auxílio de fitas métricas.

FIGURA 2: Detalhe do caminhamento no bloco (A) e do Georreferenciamento das árvores dentro do bloco.



Fonte: O autor (2017).

A mensuração de todas as árvores foi realizada em intervalos de três anos, sempre no mês de julho. A primeira mensuração foi efetuada no ano de 2007, enquanto, no ano de 2016, foi obtida a quarta mensuração do fragmento.

Para fins do levantamento, em todas as árvores foram coletadas as seguintes informações: A) espécie; B) número sequencial da árvore dentro de cada bloco; C) CAP a 1,3; D) coordenadas (X, Y) cartesianas de cada árvore; E) dossel: inferior, médio ou superior; F) qualidade do fuste: inclinado, tortuoso, levemente tortuoso ou reto; e G) estado fitossanitário: sem infestação, com infestação ou com infestação avançada (Apêndice 1).

A identificação das espécies foi realizada por especialistas, consulta a literatura e ao herbário da Escola de Florestas de Curitiba – EFC.

#### 4.4. Análise dos Dados

A análise dos dados iniciou-se com a digitalização e verificação dos dados coletados à campo. Em seguida, os dados foram submetidos ao processamento da estrutura horizontal do fragmento, utilizando os parâmetros populacionais por

espécie proposto por Mueller-dombois (1974), em que se obtêm as medidas abundância, densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância. A abundância consistiu no número de indivíduos de cada espécie presente na composição florística do fragmento; a densidade relacionou o número de indivíduos por hectare; A dominância expressou o grau de ocupação da espécie em relação a floresta; A frequência correlacionou a distribuição de cada espécie, em termos percentuais sobre a área; o valor de cobertura foi obtido pela soma das estimativas de densidade e dominância relativa, e o valor de importância foi expresso a partir da somatória dos valores relativos de densidade, dominância e frequência.

Após obter os parâmetros fitossociológicos, foi realizado o processamento da distribuição diamétrica e da dinâmica, obtendo-se o número de árvores por espécie presente no fragmento no período de mensuração ( $N^{\circ}$  árv); área basal por espécie; incremento periódico em diâmetro ( $IP_d$ ); incremento periódico anual em diâmetro ( $IPA_d$ ); incremento periódico em área basal ( $IP_G$ ) incremento periódico anual em área basal ( $IPA_G$ ); mortalidade (M) e ingresso (I). As variáveis de crescimento foram calculadas conforme as fórmulas (1). A dinâmica também foi avaliada com base na taxa de ingresso e mortalidade entre os períodos de mensurações.

$$\begin{aligned}
 IP_d &= d_f - d_i \\
 IPA_d &= \frac{IP_d}{P} \\
 IP_G &= G_f - G_i \\
 IPA_G &= \frac{IP_G}{P}
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 &\text{em que:} \\
 IP_d &= \text{Incremento Periódico em diâmetro (cm);} \\
 IPA_d &= \text{Incremento Periódico Anual em diâmetro (cm/ano);} \\
 d_f &= \text{DAP no final do período de crescimento avaliado (cm);} \\
 d_i &= \text{DAP no início do período de crescimento avaliado (cm);} \\
 IP_G &= \text{Incremento Periódico em área basal (m}^2\text{/ha);} \\
 IPA_G &= \text{Incremento Periódico Anual em área basal (m}^2\text{/ha);} \\
 G_f &= \text{área basal no final do período avaliado (m}^2\text{/ha);} \\
 G_i &= \text{área basal no início do período avaliado (m}^2\text{/ha);} \\
 P &= \text{intervalo de medição (anos).}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

#### 4.4.1. Análise de Agrupamento

A existência de grupos similares quanto a dinâmica de crescimento foi verificada por meio da análise de agrupamento (*Cluster*), no qual os valores de recrutamento, mortalidade e incremento periódico anual em diâmetro entre os períodos de avaliação foram transformados em distância euclidiana e agrupados

pelo método de ligação *Ward* para a elaboração do Dendrograma. O método de *Ward* tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido a sua minimização de variação interna (CALLEGARO, 2015).

Para realizar o agrupamento, a matriz de dados da Lauraceae foi estruturada em espécie, recrutamento, mortalidade e incremento periódico anual em diâmetro (cm), sendo todos estes valores relativos ao período total de mensuração. A FIGURA 3 demonstra a organização dos dados para posterior análise.

FIGURA 3: Organização dos dados da Lauraceae para análise de agrupamento

<b>Espécie</b>	<b>Rec</b>	<b>Mor</b>	<b>IPAd</b>
<i>n 1</i>	Rec1	Mor1	Inc1
<i>n 2</i>	Rec2	Mor2	Inc2
⋮	⋮	⋮	⋮
<i>n 10</i>	Rec10	Mor10	Inc10

**Rec:** Recrutamento. **Mor:** Mortalidade. **IPAd:** Incremento periódico anual em diâmetro

Fonte: O autor, (2017).

A análise de agrupamento foi realizada com auxílio do *software SAS/STAT® 9.0*, por meio do comando “proc *cluster* data =cluster m=ward out-tree all”. O número de grupos foi selecionado a partir do valor o *pseudo-t<sup>2</sup>* (valor máximo ou aquele imediatamente anterior), estabelecendo o valor de corte no dendrograma.

#### 4.4.2. Correlação Canônica

A técnica multivariada de correlação canônica (Rc) foi realizada considerando os dados observados no fragmento nas mensurações de 2010, 2013 e 2016, para verificar as correlações existentes entre a dinâmica da Floresta Ombrófila Mista como um todo, e a dinâmica dos grupos da família Lauraceae.

A abordagem da análise de correlação canônica buscou gerar combinações lineares ( $U_r$  e  $V_r$ ) de variáveis dependentes ( $X_p$ ) e independentes ( $Y_p$ ) para obter pares de correlação entre  $U$  e  $V$ . No presente trabalho, a variável dependente foi a dinâmica da Floresta Ombrófila Mista, enquanto as variáveis independentes foram formadas pela dinâmica de cada grupo de Lauraceae. A matriz de dados da correlação canônica foi estruturada conforme a FIGURA 4.

FIGURA 4: Estrutura dos dados para análise da correlação canônica

n	bloco	Ano	Dinâmica Floresta			Dinâmica Grupo 1			.....	Dinâmica Grupo n		
			RecFlor	MorFlor	IncFlor	RecG1	MortG1	IncG1		RecGn	MortGn	IncGn
1	1	2010										
2	2	2010										
...	...	2010										
70	70	2010										
71	1	2013										
72	2	2013										
...	...	2013										
140	70	2013										
141	1	2016										
142	2	2016										
...	...	2016										
210	70	2016										

**n**: número sequencial das variáveis; **Bloco**: parcelas alocadas no fragmento; **Ano**: ano da respectiva mensuração (Repetição); **RecFlor**: Recrutamento da floresta em seu respectivo bloco; **MorFlor**: Mortalidade da floresta em seu respectivo bloco; **IncFlor**: Incremento periódico anual em diâmetro (cm) da floresta em seu respectivo bloco; As dinâmicas dos grupos foram formulados na mesma maneira que a floresta, entretanto, considerou apenas as espécies de seu respectivo grupo.

Fonte: O autor (2017).

Após a confecção da matriz, os dados foram submetidos ao processamento com o auxílio do *software SAS/STAT® 9.0*, obtendo-se os pares canônicos, os quais possibilitam responder o quão forte é a influência da família Lauraceae na dinâmica da Floresta Ombrófila Mista, ao passo que quanto maior o peso canônico em um determinado grupo de espécies, maior é sua influência na dinâmica da FOM. Adicionalmente, para verificar a significância da correlação canônica, utilizou o teste multivariado de Lambda de Wilks (aproximação da distribuição de F).

#### 4.4.3. Matriz de transição

Conforme recomendado por Azevedo et al., (1995), a probabilidade de transição para cada intervalo de medição foi obtida dividindo-se o número de árvores que morreram, mudaram de classe ou permaneceram na mesma classe pelo número de árvores naquela classe no início do período de crescimento. Assim, a distribuição diamétrica do povoamento a ser projetada do tempo  $t$  para  $t+0$  e a situação do povoamento no tempo  $t+0$  podem ser totalmente determinadas pela situação no tempo  $t$  e pelo ingresso ocorrido no intervalo de tempo em que se usou o modelo em sua forma matricial, conforme a FIGURA 5.

Foram definidos intervalos de classe de 3 cm, com o intuito de obter estimativas mais precisas, conforme descrito por Ebling et al. (2012), os quais mencionam que, em menores intervalos de classe as estimativas se tornam mais precisas, tanto no método da Matriz de transição quanto no da razão de movimentação. A matriz de transição foi aplicada em nível de família (Lauraceae) e para as espécies de Lauraceae de maior frequência.

FIGURA 5: Matriz de probabilidade de transição.

$$G = \begin{matrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \\ i_4 \\ i_5 \\ \vdots \\ i_n \\ m_1 \end{matrix} \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & a_n \\ m_1 & m_2 & m_3 & m_4 & m_5 & \dots & m_n \end{bmatrix}$$

em que:

$G$  =matriz de probabilidade de transição;

$i_n$  =  $i$ -ésima classe de diâmetro;

$a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$  = probabilidade de uma árvore viva permanecer na mesma classe diamétrica ( $a_i$ ), mudar para a classe diamétrica subsequente ( $b_i$ ), ou ainda mudar duas classes ( $c_i$ ); e

$m_i$  = probabilidade das árvores morrerem no período estudado.

A projeção da estrutura da floresta para um período de tempo foi obtida pela multiplicação de probabilidade de transição pelo número de árvores no período atual, somado ao número de árvores ingressas (BUONGIOMO & MICHIE, 1980), como segue:

$$Y_{t+\Delta t} = G \cdot Y_{it} + I_{it} \quad (2)$$

em que:

$Y_{t+\Delta t}$  = número de árvores projetadas;

$G$  = probabilidade de transição por classe diamétrica; e

$Y_{it}$  = número de árvores ingressas ou recrutadas.

Em relação a equação (2) tem-se o modelo de transição conforme a FIGURA 6.

FIGURA 6: Modelo de matriz de transição.

$$\begin{bmatrix} Y_{1t+\Delta t} \\ Y_{2t+\Delta t} \\ Y_{3t+\Delta t} \\ \vdots \\ Y_{nt+\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & a_n \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ Y_{3t} \\ \vdots \\ Y_{nt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{1t} \\ I_{2t} \\ I_{3t} \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix}$$

A prognose da distribuição diamétrica foi realizada para os períodos equivalentes as medições realizadas, em intervalos de três anos, partindo-se dos dados de 2010 e 2013. Dessa forma, foi possível projetar a distribuição diamétrica para o ano de 2016, comparando os valores observados com os estimados. Para isso, foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Esse teste visou avaliar a aderência de duas distribuições, ou seja, a observada em 2016 e a projetada para o ano de 2016. O valor de K-S, compreende a maior distância entre a frequência observada acumulada e a frequência estimada acumulada para cada classe, conforme a fórmula (3).

$$D = \sup^* |Fo(x) - Fe(x)| \quad (3)$$

Em que:

$Fo(x)$  = frequência observada acumulada para cada classe;

$Fe(x)$  = frequência estimada acumulada para cada classe; e

D = distância crítica de K-S, sendo que o menor D entre as distribuições, indica o melhor ajuste.

A significância do teste foi dada pela fórmula (4):

$$D_{calc} = \frac{D}{N}$$

Em que:

D = valor de maior divergência da distribuição; e

N = número total de árvores

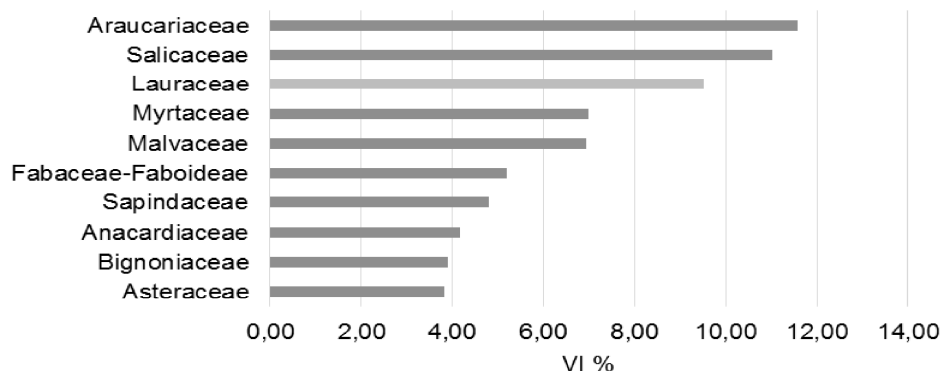
O valor de D-tabelado foi calculado segundo a tabela descrita por Siegel (1981), conforme o Anexo 1. Assim, para  $D_{calc}$  maior que D-tabelado, as distribuições não são consideradas estatisticamente aderentes, ao passo que, para  $D_{calc}$  menor que D-tabelado, as distribuições são estatisticamente aderentes.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Estrutura Horizontal**

A família Lauraceae obteve o terceiro maior valor de importância para o fragmento avaliado, com 9,51%, sendo inferior em termos de valor de importância da Salicaceae (11,02%) e Araucariaceae (11,56%), conforme a FIGURA 7.

FIGURA 7: Valor de importância das famílias do fragmento avaliado.



Fonte: O autor (2017).

Alguns autores encontraram resultados semelhantes a este trabalho, entre eles destaca-se Kozera (2006) e Cubas (2011), os quais descreveram que a família Lauraceae está entre as principais em termos de riqueza de espécies arbóreas para a Floresta Ombrófila Mista. Canalez (2006), ao avaliar a dinâmica da estrutura das Lauráceas entre o período de 1995 a 2004, concluiu que a família representa aproximadamente 25% do índice de valor de importância da comunidade florestal, composta de árvores com DAP acima de 10 cm.

Ao todo, foram identificadas 11 espécies da família Lauraceae, que corresponderam a um total de 1.022 indivíduos para o ano de 2016, com destaque para a espécie *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, que representou 40,4% dessa população, resultando em uma densidade de 28 indivíduos por hectare. Essa mesma espécie apresentou distribuição heterogênea no fragmento analisado, estando presente em 91,4% dos blocos avaliados, indicando o alto potencial de regeneração da espécie. Esses resultados comprovam o relatado por Carvalho (2002), que descreve a *Ocotea puberula* como uma das espécies secundárias mais comuns no planalto Sul-brasileiro, presente em fases intermediárias e avançadas da sucessão secundária.

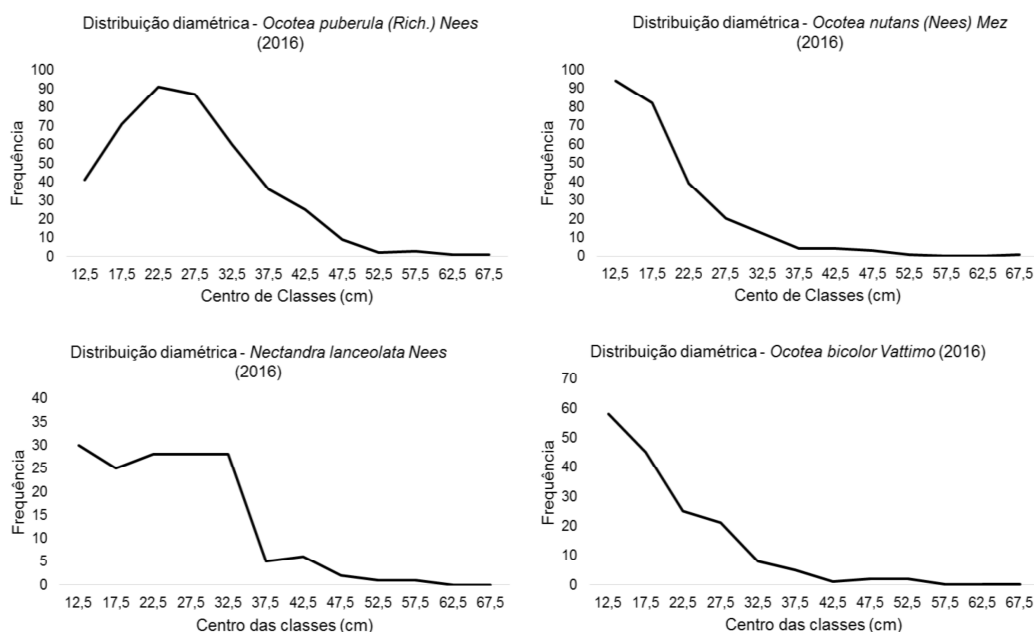
## 5.2. Distribuição diamétrica

As espécies da família Lauraceae apresentam distribuição diamétrica exponencial negativo (J-invertido), típica da estrutura de florestas mistas

inequidiais, percebendo-se a existncia de poucas rrvoreas com mais de 60 cm de DAP, enquanto as maiores frequncias de indivduos s3o observadas nas primeiras classes diamtricas.

Ao nvel de espccie, foi possvel avaliar a distribuio diamtrica da *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Ocotea nutans* (Ness.) Mez, *Nectandra lanceolata* Ness. e *Ocotea bicolor* Vattimo, conforme a FIGURA 8. No foi possvel avaliar a distribuio das demais espccies, devido 3 baixa frequncia de indivduos.

Figura 8: Distribuio diamtrica das espccies da famlia Lauraceae de maior frequncia.



Fonte: O autor, (2017).

Observa-se que a *O. nutans* e a *O. bicolor* apresentaram distribuio em “J-invertido”, com alta taxa de rrvoreas ingressas. A *N. lanceolata* apresentou distribuio decrescente (J-invertido), porcm de forma menos acentuada, enquanto a *O. puberula* apresentou forma unimodal e forte assimetria a esquerda. O modelo de distribuio em J invertido sugere que as populaes que compem uma comunidade s3o estveis e autoregenerativas e que existe um balanço entre mortalidade e o recrutamento dos indivduos. (SILVA, 2004).

É natural que haja variação em relação a inclinação da curva de distribuição, devido principalmente as diferentes taxas de crescimento entre as espécies e suas características ecológicas.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Machado (2010), ao ajustar funções de densidade de probabilidade para descrever a distribuição diamétrica de quatro espécies de Lauraceae. Sendo que esta pesquisa foi desenvolvida no mesmo fragmento e com as mesmas espécies do presente estudo.

### 5.3. Dinâmica

A comunidade da família Lauraceae aumentou 5,86% entre o período de avaliação (2007 – 2016), com destaque para a espécie da *Ocotea nutans* (Nees) Mez, com aumento de 18,35% na população em relação a primeira mensuração, enquanto a *Ocotea puberula* apresentou maior mortalidade, resultando em decréscimo de 4,82% na população da espécie. Esse evento está correlacionado com a mudança das características do fragmento, como a possível redução das clareiras, favorecendo o desenvolvimento de espécies mais tardias. Segundo Whitmore (1989), as espécies pioneiras e secundárias em fase inicial de sucessão, à exemplo da *O. puberula*, distingue de outras espécies com características semelhantes, devido sua incapacidade de germinar no sub-bosque.

A espécie que obteve o maior incremento periódico diamétrico foi a *Cinnamomum sellowianum* (Ness) Kosterm, com 1,2159 cm/ano, mas é importante salientar que essa espécie apresentou apenas um indivíduo. A espécie com menor incremento em diâmetro foi a *Cinnamomum amoenum* (Ness.) Kosterm. EBLING Ebling (2012) descreveu que a espécie *C. glaziovii* apresentou o maior incremento entre as avaliadas, com 0,322 cm/ano. Entretanto, os valores encontrados para as espécies: *Cryptocarpa ashersoniana* Mez. (0,160 cm/ano), *Ocotea pulchella* (Ness.) Mez. (0,182 cm/ano), *Ocotea puberula* (0,256 cm/ano) e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Ness. (0,289 cm/ano), são inferiores aos do presente estudo.

Em relação a área basal, a família apresentou aumento considerável entre as mensurações, passando de 36,25 m<sup>2</sup> (2,38 m<sup>2</sup>/ha) em 2007 para 51,02 m<sup>2</sup> (3,35 m<sup>2</sup>/ha) em 2016. As demais informações estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Dinâmica da família Lauraceae entre o período de mensuração (2007-2016).

Espécie	Nº Arv 2007	Nº Arv 2016	Rec	Mor	Increm
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	433	413	2,4	4,4	0,4185
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	218	258	4,5	0,4	0,3739
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	130	141	1,9	0,8	0,5558
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	142	158	2,6	1	0,3833
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Nees	12	24	1,3	0,3	0,4613
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	11	11	0,2	0,2	0,5924
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Ness) Kosterm.	7	8	0,1	0,2	0,4584
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	4	6	0,4	0,2	0,3841
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Ness) Kosterm.	1	2	0,1	0	0,261
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees at Mart) Kosterm.	1	1	0	0	1,2159
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Ness) Kosterm.	1	1	0	0	0,1528

**Nº Arv:** Número de árvores da espécie em sua respectiva mensuração **Rec:** Recrutamento relativo ao período de mensuração; **Mor:** Mortalidade em relação ao período de mensuração; **Imcrem:** Incremento período anual em diâmetro (cm).

Fonte: O autor (2017).

Schaaf et al. (2005), analisando o crescimento de Floresta Ombrófila Mista no Paraná em estágio secundário avançado, salientam que as Lauráceas constituem as espécies com maior crescimento diamétrico, demonstrando sua adaptação nas florestas nativas, mesmo em formações florestais alteradas. Dessa forma, o aumento da comunidade de Lauraceae no fragmento deve-se principalmente ao avanço sucessional do fragmento, visto que o valor de importância da família aumenta ao longo do tempo, conforme descrito por Ebling (2013).

Portanto, a família apresentou uma dinâmica complexa, com características diferenciadas para cada espécie, algumas com maior taxa de

ingresso enquanto outras com maior taxa de mortalidade. Esse comportamento foi o resultado das características ecológicas específicas de cada espécie.

#### 5.4. Análise de Agrupamento (*Cluster*)

A análise de *Cluster* pelo método *Ward* definiu cinco grupos de espécies heterogêneas entre elas e homogêneas dentro de cada grupo, os quais se diferenciaram em relação à dinâmica (recrutamento, mortalidade e incremento periódico anual em diâmetro). Entretanto, com base na análise de agrupamento em conjunto com a dinâmica, foram delimitados cinco grupos de espécies.

O ponto de corte (linha vertical) foi obtido na coluna do “pseudo- $t^2$ ” (PST2), sendo determinado a partir do primeiro maior valor, em relação ao valor subsequente. Nesse caso, o primeiro maior valor encontrado foi igual a 9,2 e, conseqüentemente, o valor anterior (2,4) determinou o ponto de corte. O valor de corte definido no dendrograma foi de 0,0253, que correspondeu ao valor encontrado na linha do “pseudo- $t^2$ ” de 2,4 da coluna do “*Semi-Partial R squared*” (SPRSQ)”, conforme o ilustrado na tabela 2. A *Cinnamomum sellowianum* foi retirada da análise por conter apenas um indivíduo e não apresentou variabilidade.

Tabela 2: Histórico da análise de agrupamento.

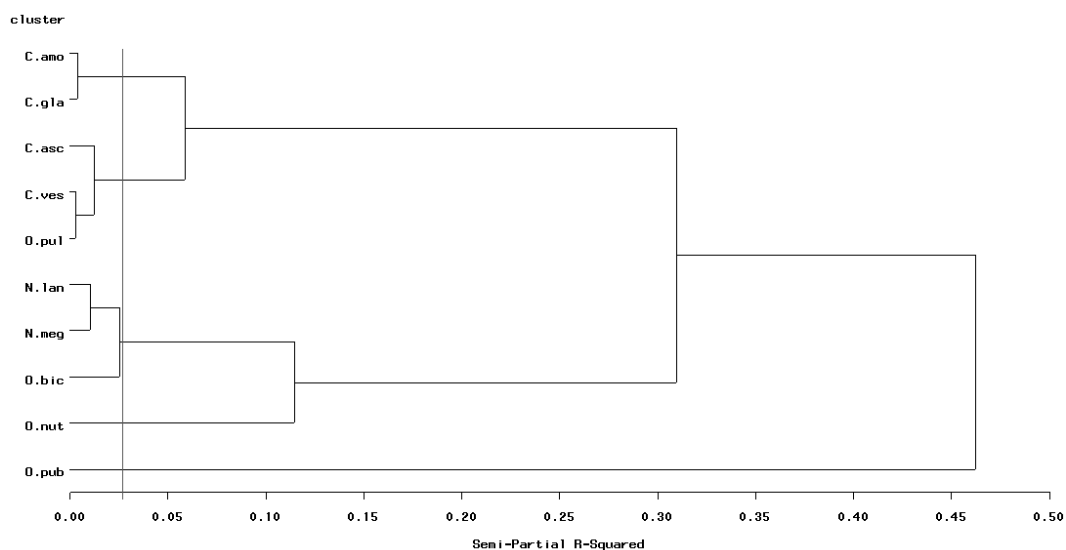
NCL	Clusters Joined		FREQ	RMS		SPRSQ	RSQ	ERSQ	CCC	PSF	PST2
				STD							
9	C .ves	O .pul	2	0,1453	0,0028	0,997	.	.	.	45,3	.
8	C .amo	C .gla	2	0,1717	0,0038	0,993	.	.	.	43,1	.
7	N .lan	N .meg	2	0,2836	0,1050	0,983	.	.	.	28,8	.
6	C .asc	CL9	3	0,2418	0,0125	0,970	.	.	.	26,3	4,5
5	CL7	O .bic	3	0,3705	<b>0,0253</b>	0,945	.	.	.	21,5	2,4
4	CL8	CL6	5	0,3862	0,0587	0,886	.	.	.	15,6	9,2
3	CL5	O .nut	4	0,6206	0,1148	0,772	.	.	.	11,8	6,4
2	CL4	CL3	9	0,7182	0,3095	0,462	0,586	-1,1	.	6,9	9,5
1	CL2	O .pub	10	0,9234	0,4622	0,000	0	0	.	.	6,9

**NCL:** Número do agrupamento; **Cluster Joined:** união dos grupos; **FREQ:** Frequência; **RMS SRD:** Desvio padrão total do quadrado médio; **SPRSQ:** R<sup>2</sup> parcial; **RSQ:** Coeficiente de correlação; **ERSQ:** Valor esperado do R<sup>2</sup>; **CCC:** Critério de agrupamento cúbico; **PSF:** Pseudo t; **PST2:** Pseudo t<sup>2</sup>.

Fonte: O autor (2017).

A FIGURA 9 representa o dendrograma obtido da análise de agrupamento. Na ordenada estão as espécies, enquanto na abcissa estão os valores correspondentes ao R<sup>2</sup> parcial. Os grupos foram definidos da seguinte forma: **Grupo 1:** *Cinnamomum amoenum* + *Cinnamomum glaziovii*; **Grupo 2:** *Cryptocarya aschersoniana* + *Cinnamomum vesiculosum* + *Ocotea pulchella*; **Grupo 3:** *Nectandra lanceolata* + *Nectandra megapotamica* + *Ocotea bicolor*; **Grupo 4:** *Ocotea nutans*, e; **Grupo 5:** *Ocotea puberula*.

Figura 9: Dendrograma dissimilaridade pelo método de Ward, para formação dos grupos de espécies de Lauraceae.



**C. amo:** *Cinnamomum amoenum*; **C.gla:** *Cinnamomum glaziovii*; **C.asc:** *Cryptocarya aschersoniana*; **C.ves:** *Cinnamomum vesiculosum*; **O.pul:** *Ocotea pulchella*; **N.lan:** *Nectandra lanceolata*; **N.meg:** *Nectandra megapotamica*; **O.bic:** *Ocotea bicolor*; **O. nut:** *Ocotea nutans*; **O.pub:** *Ocotea puberula*.

Fonte: O autor (2017).

É importante salientar que, tanto a *O. nutans* quanto a *O. puberula*, ficaram isoladas não formando grupos, indicando que elas possuem uma dinâmica bem distinta das demais, sendo a primeira caracterizado pelo elevado índice de árvores ingressos (4,5) ao longo das mensurações, enquanto a segunda foi caracterizada pela alta mortalidade (4,4) no período de mensuração.

O grupo formado pelas espécies *Nectandra lanceolata*, *Nectandra megapotamica* e *Ocotea bicolor* foram caracterizadas pela proximidade do incremento periódico anual em diâmetro entre as mesmas.

### 5.5. Correlação Canônica

Com a formação dos grupos de espécies de Lauraceae, foi possível avaliar a correlação canônica entre a dinâmica desses grupos e a dinâmica do fragmento como um todo.

A correlação canônica encontrada foi de 0,5514, em que a dinâmica da família Lauraceae explicou moderadamente a dinâmica da Floresta Ombrófila mista para o fragmento avaliado. Segundo o teste de Lambda de Wilks, o presente teste foi estatisticamente significativo, obtendo-se um valor de 0,6058 (p-valor < 0,0001). Os pesos das correlações estão descritos na tabela 3.

Tabela 3: Pesos canônicos entre a dinâmica dos grupos de Lauraceae em relação a dinâmica do Fragmento de Floresta Ombrófila Mista.

Variável Grupos	Dinâmica Fragmento
Rec G1	-0,0483
Mor G1	0,0000
Increm G1	0,1351
Rec G2	0,0847
Mor G2	0,0223
Increm G2	0,1077
Rec G3	0,0747
Mor G3	0,2521
Increm G3	0,2734
Rec G4	0,0073
Mor G4	0,0954
Increm G4	0,2080
Rec G5	-0,0112
Mor G5	0,3806
Increm G5	-0,0594

**Rec G1...G5:** Correlação entre o recrutamento dos respectivos grupos de Lauraceae em relação a dinâmica do Fragmento; **Mor G1...G5:** Correlação entre a mortalidade dos respectivos grupos de Lauraceae em relação a dinâmica do Fragmento; **Increm G1...G5:** Correlação entre o

Incremento periódico anual em diâmetro dos respectivos grupos de Lauraceae em relação a dinâmica do Fragmento.

Fonte: O autor (2017).

A maior correlação canônica para a variável incremento foi encontrada para o Grupo 3, formada pela *Nectandra lanceolata*, *Nectandra megapotamica* e *Ocotea bicolor*, com 0,2734. Portanto, esse grupo de espécies apresentou maior influência sobre a dinâmica da Floresta Ombrófila Mista em termos de incremento, sendo esses valores mais próximos da média encontrada para o fragmento.

Em relação a variável recrutamento, os valores encontrados foram baixos, indicando que a taxa de recrutamento do fragmento é diferente da taxa de recrutamento da família Lauraceae. O Grupo 2 formado pelas espécies: *Cryptocaria aschersoniana*, *Cinnamomum vesiculosum* e *Ocotea pulchella*, apresentaram os maiores valores para o recrutamento (0,0847).

O Grupo 5, representado pela espécie *Ocotea puberula*, apresentou a maior correlação canônica para a variável mortalidade, com 0,3806, indicando que a espécie apresentou maior influência que as demais em relação ao índice de mortalidade do fragmento avaliado.

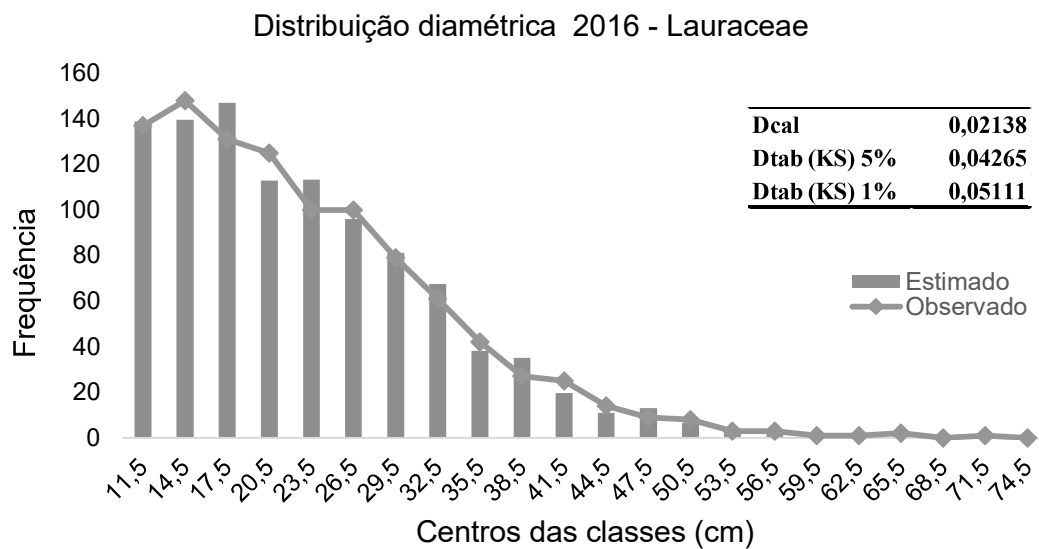
É importante salientar que, apesar de valores baixos, esses são resultados importantes no contexto científico, uma vez que não há trabalhos desenvolvidos com essa família envolvendo análise de correlação canônica. Por outro lado, com o avanço da sucessão ecológica do fragmento, esses resultados podem apresentar maior correlação quando comparado com a dinâmica da floresta ombrófila mista estudada

No presente trabalho, apenas a terceira espécie foi encontrada, com um indivíduo, entretanto, há uma tendência de que as espécies de Lauraceae consideradas secundárias iniciais e tardias aumentem a mortalidade, ao passo que outras espécies, como a *C. sellowianum*, comecem a se desenvolver e aumentar sua população, indicando o avanço sucessional. (KLEIN, 1974).

## 5.6. Prognose da distribuição diamétrica

A primeira projeção foi realizada para o ano de 2016, partindo-se dos dados de 2010 e 2013, conforme descrito na FIGURA 10. Esse procedimento permitiu avaliar a eficiência e aderência da modelagem, uma vez que se tem os dados reais e estimados para o ano de 2016

Figura 10: Avaliação entre a distribuição estimada e observada de Lauraceae para o ano de 2016.

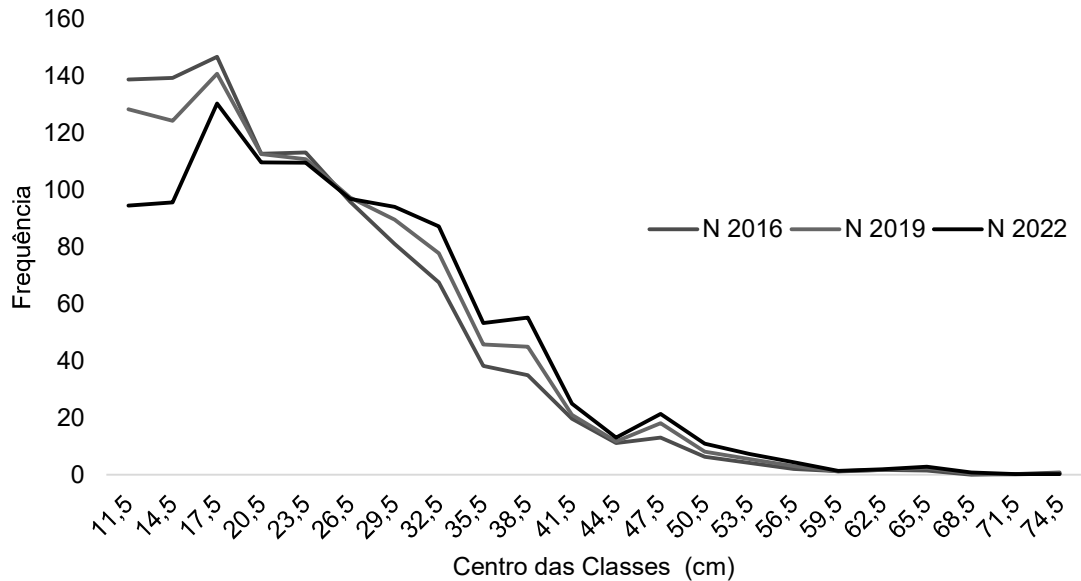


Fonte: O autor (2017).

O teste de K-S mostrou que as distribuições foram estatisticamente aderentes, a um nível de significância de 1%.

Com a confirmação da validação dos dados, foi possível realizar as projeções para os anos de 2019 e 2022, tomando como ponto de partida os dados de 2013 e 2013, formando a matriz de probabilidade para as projeções. Os resultados obtidos estão ilustrados na FIGURA 11.

Figura 11: Prognose da distribuição diamétrica da família Lauraceae.



Fonte: O autor, (2017).

Para o ano de 2019, houve acréscimo no número de indivíduos da família, enquanto em 2022 houve decréscimo da população. Isso pode decorrer da mudança ou transição da sucessão ecológica do capão no ano base da projeção (2016). Segundo Ebling et al. (2013), esse decréscimo, associado ao crescimento da população remanescente, indica avanço sucessional.

Os maiores erros de estimativa estejam distribuídos nas primeiras classes diamétricas, devido principalmente aos vetores de ingresso. Stepka (2010) também descreveu que o método apresenta algumas desvantagens, como, por exemplo, o fato de as projeções realizadas tomarem como base somente os dados das duas medições em que foram construídas, dependendo somente do estado presente da floresta. Isso demonstra certa inflexibilidade do modelo, uma vez que possíveis mudanças no padrão de crescimento da floresta não seriam contempladas. Outra limitação é que o período de projeção só pode ser múltiplo do período que a matriz de probabilidade foi construída.

Apesar de realizar as estimativas para a família como um todo, é evidente que dentro da própria família há comportamento diferenciado, como descrito na análise de agrupamento e consolidado quando analisamos a dinâmica da família,

onde se têm diferentes taxas de incremento, assim como diferentes taxas de ingressos e mortalidade entre as espécies.

Nesse contexto, foi possível modelar a matriz de transição para quatro espécies de maneira independente, sendo elas: *O. puberula*, *O. nutans*, *N. lanceolata* e *N. bicolor*. Entretanto, o teste de K-S mostrou que a *O. puberula* não apresenta aderência para os dados modelados (tabela 4), reforçando a discussão de que essa espécie apresenta comportamento diferenciado das demais, principalmente por se tratar de uma espécie secundária inicial, ao contrário das demais classificadas como secundárias tardias ou clímax.

Esses resultados comprovam o encontrado na análise de agrupamento, onde a espécie formou um clado isolado dos demais grupos, devido principalmente à variável mortalidade. A exemplo do que foi discutido anteriormente, a taxa de mortalidade elevada da *O. puberula* está associada à sua incapacidade de germinar em sub-bosque, evidenciando que há uma possível alteração da estrutura vertical do fragmento e, conseqüentemente, da sucessão ecológica do fragmento.

Tabela 4: Valores críticos do teste de Kolmogorov-Smirnov

<b>Espécie</b>	<b>N</b>	<b>D cal</b>	<b>D tab (0,01)</b>
<i>Ocotea puberula</i>	413	0,1093	0,0842 **
<i>Ocotea nutans</i>	258	0,0586	0,0102 ns
<i>Nectandra lanceolata</i>	141	0,0355	0,1373 ns
<i>Ocotea bicolor</i>	158	0,0379	0,1297 ns

**N:** Número de observações; **D cal:** valor crítico calculado; **D tab:** valor crítico tabelado. (\*) significativo ao nível de probabilidade de 99%.

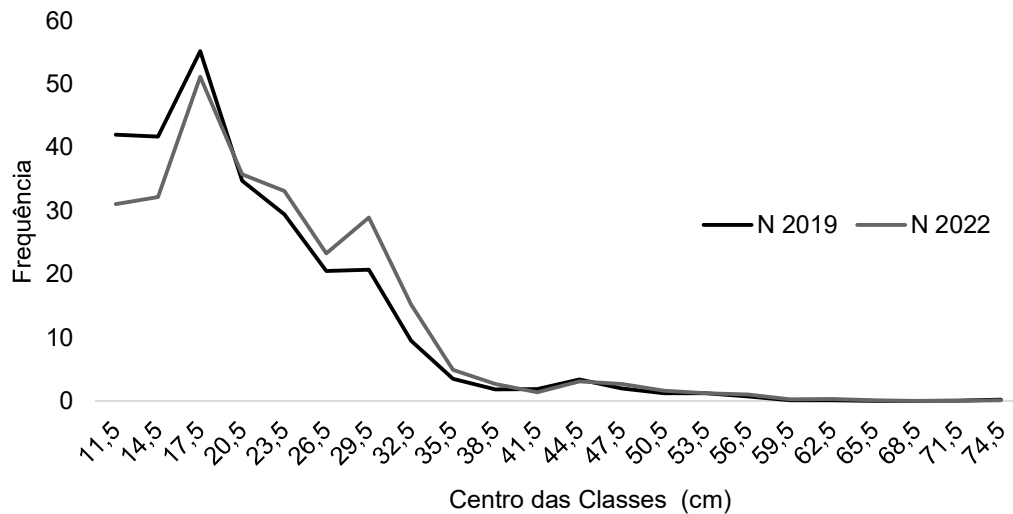
Fonte: O autor (2017).

As demais espécies avaliadas apresentaram aderência ao teste de K-S para matriz de transição e, dessa maneira, se obteve a prognose da distribuição diamétrica para os anos de 2019 e 2022. A *O. nutans*, como descrita anteriormente, apresentou alto índice de árvores ingressos nos períodos de mensurações, de tal maneira que as projeções mostraram um aumento constante tanto para o ano de 2019 e 2022. Dessa forma, estima-se aumento de 4,65% na

população de *O. nutans* para o ano de 2022 em relação ao ano de 2016, conforme apresentado na FIGURA 12.

Houve diferença em relação a movimentação das classes diamétricas entre a primeira e a segunda projeção. Todavia, o montante final foi o mesmo número de indivíduos para ambas as projeções.

Figura 12: Prognose da distribuição diamétrica da *O. nutans*

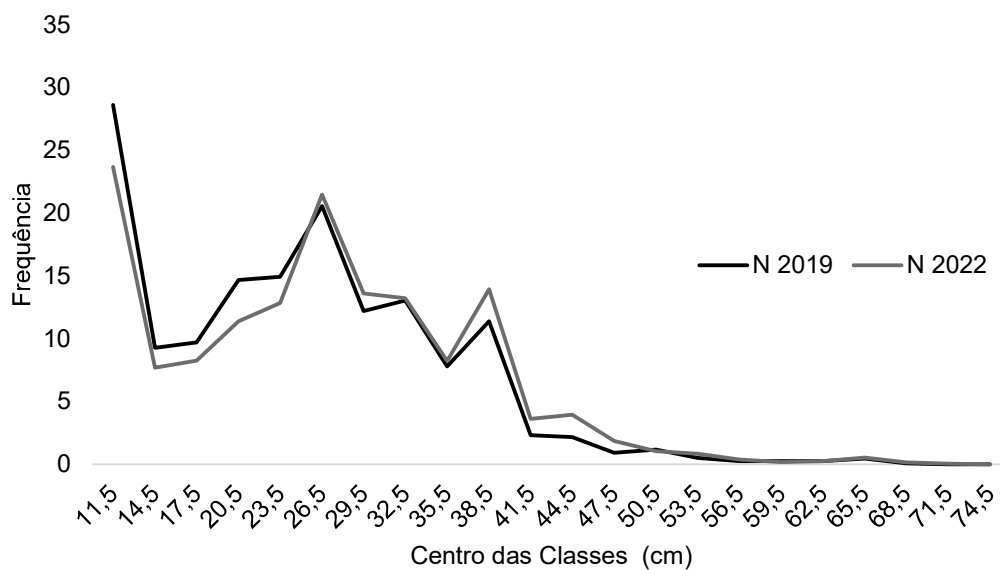


Fonte: O autor (2017).

A *N. lanceolata* apresentou comportamento um pouco diferente da espécie anterior, visto que, para o ano de 2019, estimou-se aumento de 3,33% na população da espécie em relação ao ano de 2016, entretanto, houve decréscimo de 0,72% para o ano de 2022. Esse resultado indicou que a espécie possui uma dinâmica muito variável em relação ao estado atual do fragmento avaliado. As estimativas das projeções estão evidenciadas na FIGURA 13.

A *N. lanceolata* foi caracterizada pela alta movimentação entre as classes diamétricas, pois a espécie apresentou o maior incremento diamétrico entre as espécies projetadas por matriz de transição.

Figura 13: Prognose da distribuição diamétrica da *N. lanceolata*

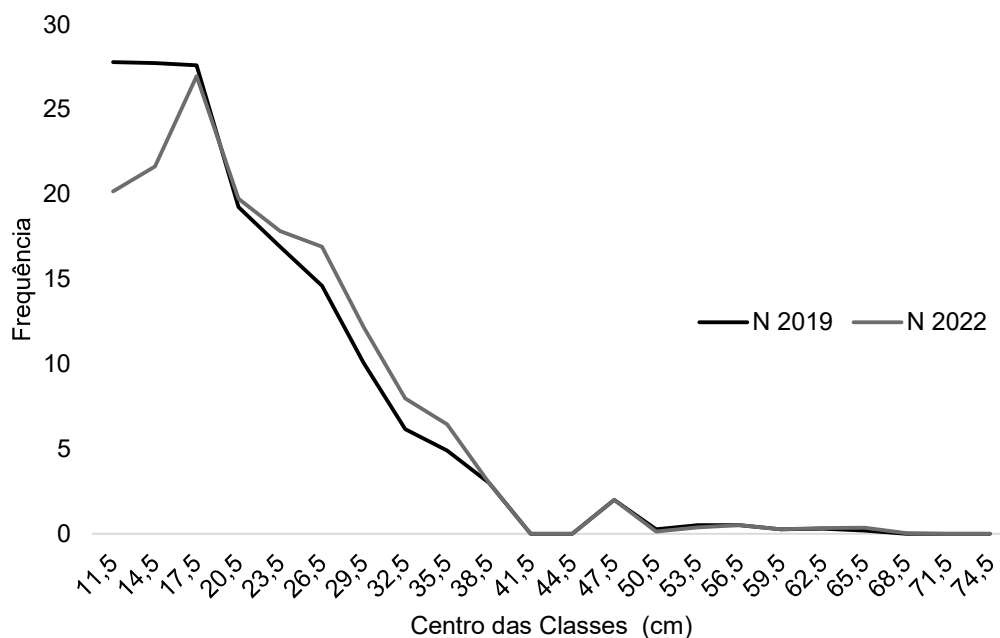


Fonte: O autor (2017).

Os dados obtidos para a espécie *O. bicolor* foram semelhantes ao da *N. lanceolata* em termos populacionais (FIGURA 14), ou seja, a *O. bicolor* também apresentou aumento para o ano de 2019 na ordem de 2,53 %, enquanto para o ano de 2022 houve decréscimo da população de 0,63 em relação ao ano de 2016.

É importante salientar que houve alta discrepância entre as projeções nas primeiras classes diamétricas, devido a utilização do vetor ingresso ao longo das estimativas.

Figura 14: Prognose da distribuição diamétrica da *O. bicolor*



Fonte: O autor (2017).

As projeções para todas as espécies mostraram que há diferenças entre os comportamentos e que, para chegar a conclusões mais claras, é necessário utilizar a ferramenta de forma isolada, ou seja, realizar a prognose de maneira independente para cada espécie.

De maneira geral, esses resultados mostraram que a família Lauraceae possui tendência de aumento em termos de densidade ao longo dos anos e, conseqüentemente, irá aumentar a sua influência sobre a dinâmica do fragmento avaliado. Todavia, não se recomenda realizar projeções para longos períodos, uma vez que pode ocasionar erros de estimativa, tanto para aumento como para decréscimo no número de indivíduos.

## 6. CONCLUSÕES

A família Lauraceae apresenta influência moderada sobre a dinâmica do remanescente de Floresta Ombrófila Mista.

No fragmento estudado, as espécies da família Lauraceae estão distribuídas em cinco grupos quanto a dinâmica de crescimento, com características próprias de crescimento, recrutamento e mortalidade.

As espécies apresentam distribuição diamétrica decrescente, com dinâmica diferenciada entre elas. Houve redução da população da *Ocotea puberula* e um aumento do número de indivíduos com característica clímax.

A matriz de transição projetada de forma confiável a distribuição diamétrica da família Lauraceae para o fragmento avaliado. Todavia, para resultados mais concisos, é necessário modelar a matriz de maneira independente para cada espécie.

## **7. ANÁLISE CRÍTICA DO DESENVOLVIMENTO DO TCC**

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso seguiu as normas estabelecidas pela comissão orientadora de estágios (COE), bem como, atendeu os requisitos mínimos de uma monografia da área florestal.

De modo geral, todo o planejamento da COE e as normas, ajudam o aluno a desenvolver o trabalho com clareza. Todavia, seria interessante dividir a organização do TCC em dois semestres, sendo o primeiro para planejar e desenvolver a metodologia do trabalho, e o segundo para processar e descrever os resultados.

Outro ponto importante, é em relação a reunião obrigatório, na qual, é realizada no início do semestre, tornando-se para muitos alunos inviável a presença, pois muitos alunos estão estagiando em regiões distantes. Dessa forma, seria ideal realizar a reunião na semana que antecede o início do semestre.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, de. J. M.; WATZLAWICK, L. F.; KOEHLER, H. S.; LONGHI, S. J.; Análise de agrupamento florístico de Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.8, n.3, p.27-36, 2015

ALCÂNTARA, I.M.; YAMAGUCHI, K.K.L.; SILVA, J.R.A.; VEIGA-JÚNIOR, V.F. Composição química e atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas e caule de *Rodostemonodaphne parvifolia* Madriñán (Lauraceae). **Acta Amazônica**. V.40, n.3, p. 567-572, 2010.

APG III, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-121.

ARCE, J. E.; PIZATTO, W.; SANQUETTA, C. R.; WENDLING, J. L. G.; MAESTRI, R. Utilização das matrizes de transição na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 27, n.1/2, p. 83-98, 2001.

AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; GASPARIN, E. Agrupamentos florísticos na regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 331-342, 2011.

AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 2 p. 187-199, 1995.

BATISTA, J. ANÁLISE MULTIVARIADA NO PLANEJAMENTO DE EXTENSÃO FLORESTAL SUBSÍDIOS PARA UMA POLÍTICA DE

REOCUPAÇÃO DE ÁREAS. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

BLUM, C.T. A FLORESTA OMBRÓFILA DENSA NA SERRA DA PRATA, PARQUE NACIONAL SAINT-HILAIRE/LANGE, PR – CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLÓGICA E AMBIENTAL DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba.

CAMPOS, J. C. C e LEITE, H. G. **MENSURAÇÃO FLORESTAL: PERGUNTAS E RESPOSTAS**. 4º ed. Viçosa –MG, Editora UFV, 2013 605p;

CANALEZ, G.G.; DALLA CORTE, A.P.; SANQUETTA, C.R. Dinâmica da estrutura da comunidade de Lauráceas no período 1995-2004 em uma floresta de Araucária no Sul do estado do Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 357-367. 2006.

CANETTI, A.; RUY, C. C.; MATTOS de, P. P.; BRAZ, E. M. Dinâmica de crescimento de espécies de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Colombo, PR. **Pesq. Flor. Bras.** n. 55, p.55-66, jul/dez. 2014.

CALLEGARO, R.M.; LONGHI, S. J.; ANDRZEJEWSKI, C. Variações estruturais entre grupos florísticos de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana em Nova Prata – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 337-349, 2015.

CARVALHO, P.E.R. **Canela Guaicá**. Embrapa Florestas, Colombo-PR, 2002. 11p. (Circular Técnica, 62).

CASTRO, A. F. N. M.; CASTRO, R. V. O.; CARNEIRO, A. de C. O.; LIMA de, J. E.; SANTOS dos, R. C.; PEREIRA, B. L. C.; ALVES, I. S. N. Análise multivariada para seleção de clones de eucalipto destinados à produção de carvão vegetal. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.6, p.627-635, 2013.

CUBAS, R. **FLORÍSTICA, ESTRUTURA E DINÂMICA EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO NORTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**. Irati, PR - UNICENTRO, 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual do Centro – Oeste, PR.

CUBAS, R.; WATZLAWICK, L. F.; FIGUEIREDO FILHO, A. Incremento, Ingresso, Mortalidade em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Três – Barras – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 889-900, 2016.

DALLA LANA, M. ; NETTO PÉLLICO, S. ; CORTE, A. P. D. ; SANQUETTA, C. R. ; EBLING, A. A. . Prognose da Estrutura Diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **FLORAM - Revista Floresta e Ambiente** , v. 22, p. 71-78, 2015.

DURIGAN, M. E. **FLORÍSTICA, DINÂMICA E ANÁLISE PROTEICA DE UMA DE UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SÃO JOÃO DO TRIUNFO – PR**. 1999. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

EBLING, A. A. **DINÂMICA E PROJEÇÃO DIAMÉTRICA EM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA**. RS. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati 2012.

Ebling, Angelo Augusto ; Péllico Netto, S. ; WATZLAWICK, L. F. ; MIRANDA, R. O. V.; ABRAO, S. F. . Ecologia e projeção diamétrica de três grupos arbóreos em remanescente de Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS. **Floresta**, v. 43, p. 261-270, 2013.

ENRIGHT, N.; OGDEN, J. Applications of Transition Matrix Models in Forest Dynamics: Araucaria in Papua New Guinea and Nothofagus in New Zealand. **Journal of Ecology**, London, v.4, p.3-23, jan./dez. 1979.

FERREIRA, D.F. **Estatística Multivariada**. Lavras: UFLA, 2008. 662p.

FIGUEIREDO FILHO, A. ; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. CRESCIMENTO, MORTALIDADE, INGRESSO E DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA. FLORESTA, Curitiba, v. 4, n.4, p. 763 – 776, 2010.

GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L.; MARTINS, S. V.; SOUZA, D. R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme no estado do Pará. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.607-616, 2005

GERHARDT, E. J. et al. CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA NA CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIOS E POVOAMENTOS DE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA (BERT.) O KTZE., BASEADA EM FATORES FÍSICOS E MORFOLÓGICOS D SOLO E NO CONTEÚDO DE NUTRIENTES DA SERAPILHEIRA CIÊNCIA FLORESTAL. Santa Maria, v. 11, n. 2p. 41-57, 2001.

HAIR JUNIOR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HERRERA, H. A. R.; ROSOT, N. C.; ROSOT, M. A. D.; OLIVEIRA, Y. M. M. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na reserva florestal Embrapa/Epagri. Caçador. SC – Brasil. **Floresta**. Curitiba, v. 39, n. 3, p. 485-500, 2009.

HIGUCHI, N. O uso da cadeia de Markov para projetar a distribuição de frequência (diâmetro e mortalidade) em uma Floresta Tropical Úmida de Terra Firme. In: ENCONTRO SOBRE SILVICULTURA E MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA, 1987, Manaus, Anais... Manaus: INPA/IBDF, 1987, p. 118.

HOTELLING, H. **Relations between two sets of variables, biometrika**. pg 321-377. 1936.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores. Comunicações técnicas florestais**, Brasília, UFB. v. 7, n. 1, 2005. 43 p.

QUINET, A.; BAITELLO, J.B.; MORAES, P.L.R. 2015. Lauraceae In: Forzza, R.C. et al. (eds.). Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br> Acesso em 11/08/2017

KLEIN, R.M. Importancia e fidelidade das Lauraceas na "Formação Araucana" do Estado de Santa Catarina. **Insula**, V.7,p.1-19. 1974.

KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. O.; SILVA, S. M.; Composição Florística da Floresta Ombrófila Mista Montana do Parque Municipal do Barigui, Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, 2006.

LONGHI, S. J. A ESTRUTURA DE UMA FLORESTA NATURAL DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERT.) O. KTZE, NO SUL DO BRASIL. Curitiba. 1980. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

LONGHI, S.J. **AGRUPAMENTO E ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DE COMUNIDADE FLORESTAIS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PASSO FUNDO – RS**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

LORENZI, H.; SOUZA, V.C. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

MACHADO, S. do A. ; SANTOS, A. A. P. dos ; NASCIMENTO, R. G. M. ; Augustynczik, A. L. D. ; ZAMIN, N. T. . Modelagem da distribuição diamétrica de

quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, p. 12, 2010.

MACHADO, S. A. ; CYSNEIROS, V. C. ; NASCIMENTO, R. G. M. ; SCHIMIDT, L. N. ; Martins, A. P. M. . Projeção da Estutura Diamétrica de Grupos Ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e ambiente**, v. 24, p. 1-10, 2017.

MARQUES, C.A. Importância econômica da família Lauraceae. **Floresta e Ambiente**. V.8, p. 195-206. 2001.

MERA, A. G.; ORELLANA, J. A.; PEREA, E. L.; CRUZ, J. C. de La, VERA, C. T.; BENAVIDES, F. V. Patrones de distribución de lãs comunidades de cactáceas em lãs vertientes occidentales de lós Andes Peruanos. **Caldasia**, v. 34, n.2, p. 257-275, 2012.

MOGNON, F.; DALLAGNOL, F.; SANQUETTA, C.; CORTE, A. P.; MAAS, G. Uma década de dinâmica florística e fitossociológica em Floresta Ombrófila Mista Montana no Sul do Paraná. REA – **Revista de estudos ambientais (Online)**. V.14, n. 1, p. 43-59, 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Ed. Guanabara; 1988.

ORELLANA, Enrique; FIGUEIREDO FILHO, Afonso; NETTO, Sylvio Péllico; DIAS, Andrea Nogueira. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de floresta ombrófila mista. Rev. Árvore [online]. 2014, vol.38, n.2, pp.297-308. ISSN 1806-9088.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L. **Vegetation dynamics in: van der Maarel, E. (Ed.) Vegetatio Ecology. Black well Publishing, Oxford, UK p. 172-198, 2005**

PROTÁSIO, T. de P.; TRUGILHO, P. F.; NEVES, T. A.; VIEIRA, C. M. M. Análise de correlação canônica entre características de madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 317-326, set. 2012

RODE, R. AVALIAÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E DE UMA VEGETAÇÃO ARBÓREA ESTABELECIDADA SOB UM POVOAMENTO DE *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* DE 60 ANOS. 159f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

RODE R., FIGUEIREDO FILHO, A., MACHADO, S. A., GALVÃO F. Grupos Florísticos e Espécie Discriminantes em Povoamento de *Araucaria angustifolia* e uma Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.319-327, 2011.

RONDON NETO, R. M.; KOZERA, C.; ANDRADE, R. DO R. DE; CECY, A. T.; HUMMES, P. A.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; MACIEL, M. DE N. M.; SOUZA, M. K. F. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba, PR – Brasil. **Revista Floresta**. Curitiba, v.32, n.1, p. 3-16,. 2002.

ROSSI, L. M. B.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. Modelagem de recrutamento em florestas. **Revista Floresta**, v.37, p.275-291, 2007.

SANTOS, A. A. P dos. AVALIAÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA URBANA. 2014 130 f: il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014

SANQUETTA, C. R., BRENA D. A., ÂNGELO, H., MENDES, J. B. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal**, v.6, n.1, p.65-78, 1996.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; EISFELD, R. de L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de *Araucaria angustifolia* (Bert). O. Ktze no estado do Paraná. **Revista Ciências Exatas**, Guarapuava, PR, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO FILHO, A.; SANQUETTA, C. R.; GALVÃO, F. Incremento diâmetro e em área basal no período de 1979 – 2000 de espécies arbóreas de um Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.2. p. 271-290. 2005.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequidâneas heterogêneas**. Santa Maria, Rio Grande do Sul. UFSM, 2000, 195 p.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica**. Editora McGraw Hill do Brasil, São Paulo –SP, 1981.

SILVA, E. F.L.P.; **Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas**. Monografia – UNICAMP, Campinas-SP, 17 pg. 2004.

SOUZA, A. F.; FORGIARINI, C.; LONGHI, S. J.; OLIVEIRA, J. M. Detecting ecological groups from traits: a classification of subtropical tree species based on ecological strategies. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo –SP, 2014.

STEPKA, T. F.; DIAS, A. N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; SAWCZUK, A. R. Prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista com os métodos razão de movimentos e matriz de transição. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 327, 2010.

STEPKA, T. F. MODELAGEM DA DINÂMICA E PROGNOSE DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE UM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA POR MEIO DA MATRIZ DE TRANSIÇÃO E RAZÃO DE MOVIMENTAÇÃO. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Centro – Oeste. 138 f, Irati-PR, 2009.

VALERIANO, D. D. B. DINÂMICA DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALTO MONTANA. CAMPOS DO JORDÃO. SP. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VANCLAY J.K.; Growth models for tropical forests: a synthesis of models and methods. **Forest Science** 1995; V.41, n.1, p. 7-42.

VASCONCELOS N, E. L.; AZEVEDO, C.; RIBAS, L.; OLIVEIRA d, M. N. Ecological and functional clustering of florestal species in the South western Amazonia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.6, p.1083-1090, 2016

VICINI, L. ANÁLISE MULTIVARIADA DA TEORIA À PRÁTICA. 2005. 215 f. Monografias (especialização) Universidade Federal de Santa Maria, UFSM - Santa Maria.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology** V.70, p.536-538. 1989.

## Apêndice 1 – Exemplo de ficha de campo

Bloco	Faixa	Y	X	Nº	Bif	Nome Científico	CAP (2013)	CAP (2016)	Fuste (2016)	Estrato (2016)	Fitossanitário (2016)	Copa (2016)	XX	YY
A3	2	49	14	28	A	<i>Lithrea brasiliensis</i> March.	64,2	65,6	2	3	3,5	3	676714,3	7184199
A3	2	49	15	29	A	<i>Lithrea brasiliensis</i> March.	63,9	71,1	2	3	3,5	3	676715,3	7184199
A3	2	49	19	31	A	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	45,5	47	2	3	3	3	676719,1	7184199
A3	2	49	19	31	B	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	44,2	46,2	2	3	3	3	676719,1	7184199
A3	2	49	20	32	A	<i>Lithrea brasiliensis</i> March.	44,9	48,7	3	3	3	2	676720	7184198,5
A3	3	50	26	34	A	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	36,5	38,2	2	2	3	3	676726,1	7184199,6
A3	3	49	27	35	A	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	73,3	76	3	3	3	3	676727,1	7184199
A3	3	49	22	33	A	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	70,2	72,8	2	3	3	3	676721,6	7184198,8
A3	4	48	36	38	A	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	52,6	55,7	2	3	3,5	3	676735,9	7184198
A3	4	48	33	36	A	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	34,5	39,7	1	2	3	3	676732,6	7184197,5
A3	4	47	35	39	A	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	45,6	47,1	3	2	3	3	676735,1	7184197
A3	4	47	35	39	B	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	68,7	70,9	3	3	3,5	3	676735,1	7184197
A3	4	47	39	42	A	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	40,2	44,1	2	2	3,5	3	676739,3	7184197
A3	5	49	45	102	A	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	37,9	39,2	2	2	3	3	676744,8	7184199,1
A3	5	49	40	44	A	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	42,5	45	3	2	3	3	676740,2	7184199
A3	5	49	45	49	A	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	44,8	48,4	2	2	3	3	676744,6	7184199
A3	5	49	45	49	B	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	46,6	48,3	1	2	3	3	676744,6	7184199
A3	5	48	49	50	A	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	98,7	101,6	2	3	3,5	3	676748,6	7184198
A3	5	48	46	48	A	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	48,5	Morta	3	2	4	1	676746,2	7184197,5
A3	5	47	40	43	A	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	41,4	43,3	2	2	3,5	3	676740,1	7184197

**Y e X** Coordenada carteziana da respectiva árvore; **Nº**: Número sequencial da árvore no bloco; **Bif**: Bifurcação; **XX e YY**: Coordenadas cartezianas no plano (área de estudo). **Obs**: Na ficha de campo consta o CAP do ano anterior para conferência à campo, minimizando erros de mensuração.

## Anexo 1 – Valores críticos de D para o teste de Kolmogorov-Smirnov

282 - ESTATÍSTICA NÃO-PARAMÉTRICA

Tábua E. Valores Críticos de  $D$  na Prova de Kolmogorov-Smirnov para uma Amostra\*

Tamanho da amostra ( $N$ )	Nível de significância para $D = \text{máximo }  F_0(X) - S_N(X) $				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,19	0,21	0,23	0,27
Mais de 35	$\frac{1,07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{N}}$

\* Adaptado de Massey, F. J., Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *J. Amer. Statist. Ass.*, 46, 70 com permissão do autor e do editor.

SIEGEL, S. Estatística não paramétrica. Editora McGraw Hill do Brasil, São Paulo, 1981.