



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**Larissa da Silva Miranda**

**Comparação da Estrutura Fitossociológica e Diamétrica entre quatro tipologias de uma  
área florestal no município de Barcarena- PA**

**BELÉM-PA**

2019

---

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da  
Universidade Federal Rural da Amazônia

---

Miranda, Larissa da Silva

Comparação da Estrutura Fitossociológica e Diamétrica entre quatro tipologias de uma área florestal no município de Barcarena- PA / Larissa da Silva Miranda. – Belém, 2019. 59 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Gustavo Schwartz.

1. Manejo florestal - Barcarena 2. Manejo florestal - Estrutura horizontal 3. Manejo florestal - Floresta ombrófila I. Schwartz, Gustavo, *orient.* II. Título.

---

634.92098115

CDD

-

**Larissa da Silva Miranda**

**Comparação da Estrutura Fitossociológica e Diamétrica entre quatro tipologias de uma área florestal no município de Barcarena- PA**

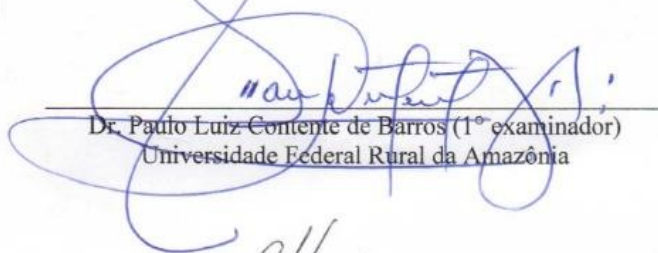
Defesa apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: ecologia e ecofisiologia de árvores.

27 de fevereiro de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



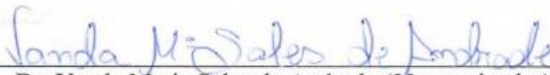
Gustavo Schwartz- Orientador  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Dr. Paulo Luiz Contente de Barros (1º examinador)  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Dra. Rosângela de Jesus Sousa (2º examinador)  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Dr. Vanda Maria Sales de Andrade (3º examinador)  
Universidade Federal Rural da Amazônia

Dr. Livia Gabrig Turbay Rangel Vasconcelos (Suplente)  
Universidade Federal Rural da Amazônia

*Dedico este trabalho aos familiares, em especial ao meu Pai Antônio Roberto e a minha Mãe Simone de Nazaré, por todo apoio e incentivo sempre me apoiaram e me incentivaram a crescer nesta jornada.*

## AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos por Deus, uma vez que Ele colocou pessoas tão especiais em mais esta etapa da minha vida. Obrigada Deus por estar sempre comigo, por tantas vezes me abençoar além do que posso merecer e pela fé que deposita em meu coração.

Aos meus pais Antônio Roberto Martins Miranda e Simone de Nazaré da Silva, meu infinito agradecimento por todo apoio e por serem a base de minha existência.

Ao meu padrinho Edson Luiz da Silva e Silva por todo apoio e preocupação, pelo amor de pai. Obrigada pelo esforço para que eu pudesse superar cada obstáculo e principalmente, pelo amor incondicional.

Agradeço aos meus familiares que foram pessoas importantes e fundamentais em todo esse processo de apoio e aprendizado.

O meu querido companheiro, Rodrigo, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Devido a sua amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado.

Ao professor e orientador Gustavo Schwartz que me fez enxergar que existe mais que pesquisadores e resultados por trás de uma dissertação. Obrigada por estar ao meu lado e pela confiança depositada.

Ao professor Paulo Contente, por todos os ensinamentos repassados: o senhor é uma grande referência profissional.

À professora Rosângela, que sempre acreditou no meu potencial estando disponível e disposta a ajudar, querendo que eu aproveitasse cada segundo dentro do mestrado para absorver algum tipo de conhecimento.

À Empresa Bungee Fertilizantes e ao Professor Mario Lopes da Silva Junior, pela estrutura disponibilizada para realização deste trabalho e apoio logístico.

A todos os estagiários, professores e colaboradores do Labecos, especialmente à professora Vanda Andrade que, com ensinamentos, orientação e amizade, me ajudou neste projeto e aos alunos Welton Barros e Beatriz Costa por todo apoio na construção deste trabalho.

Aos meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, especialmente à Larissa Vilas Boas, Mario Santos, Richard Rodrigues, Ellen Ribeiro, Bruno Bentes que tornaram mais leve meu trabalho. Foi bom poder contar com vocês!

Aos meus amigos do PET Solos. Obrigada por compartilharem momentos comigo desde a graduação.

Ao Sr. Eder Silva, na ajuda na confecção dos mapas.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudo.

Portanto meus amigos, este é meu muito obrigado a vocês. Cada momento, cada tempo dedicado aos estudos e trabalhos, valeram muito a pena.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo no município de Barcarena, Pará..... 18
- Figura 2.** Climatologia no município de Barcarena, Pará.**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3.** Mapa da área de vegetação localizada no município de Barcarena, Pará.....22
- Figura 4.** Curva cumulativa das espécies inventariadas na área florestal no município de Barcarena, Pará.....**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 5.** Valores de diversidade e uniformidade obtidos através dos índices de Shannon-Weaver e Pielou para na área florestal no município de Barcarena, Pará.....37
- Figura 6.** Comparação de médias pelo teste de Tukey ...**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 7.** Gráfico da distribuição por classe diamétrica das tipologias em função da densidade e área basal. ....**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 8.** Famílias botânicas com o maior número de espécies nas quatro florestas de estudo área de vegetação do município de Barcarena – PA.....**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 9.** Gráfico da Distribuição por classe diamétrica Geral em função do n° de árv/ha por G classe de diâmetro .....38
- Figura 10.** Gráfico da Distribuição por classe diamétrica das tipologias em função do n° de árv/ha e G (m<sup>2</sup>/há<sup>-1</sup>) .....42

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Área (ha) de cada Tipologia. ....	22
<b>Tabela 2.</b> Valores fitossociológicos das 20 espécies de maior VC da Floresta Ombrófila Densa Aluvial.....	30
<b>Tabela 3.</b> Valores fitossociológicos das 20 espécies de maior VC da Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 4.</b> Valores fitossociológicos das 20 espécies de maior VC da Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não Explorada.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 5.</b> Valores fitossociológicos das 20 espécies de maior VC da Floresta Secundaria. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Equações empregadas nos cálculos das variáveis fitossociológicas e estruturais da vegetação uma área florestal no município de Barcarena-PA.....	25
<b>Quadro 2.</b> Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade.....	26

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	12
1.1	HIPÓTESE	13
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	14
2.1	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	14
2.2	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA	15
2.3	VALOR DE COBERTURA E VALOR DE IMPORTÂNCIA	16
2.4	GRUPOS ECOLÓGICOS	17
2.5	DIVERSIDADE E SIMILARIDADE FLORÍSTICA	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	18
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
3.2	HISTÓRICO DA ÁREA	19
3.3	COLETA DE DADOS	20
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	23
3.4.1	Normalidade e teste t	23
3.4.2	Critérios de Avaliação para ajustes de modelo	23
3.4.3	Coeficiente de Determinação	23
3.4.4	Erro Padrão da Estimativa em Percentagem	24
3.4.5	Desvio Médio Percentual (DMP)	25
3.4.6	Estrutura Fitossociológica	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	27
4.1	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA HORIZONTAL	27
4.1.1	Floresta Ombrófila Densa Aluvial (FDA)	30
4.1.2	Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada	33
4.1.3	Floresta Secundaria (FS)	35
4.2	DIVERSIDADE	36
4.3	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	37
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	46
	REFERÊNCIAS	46

## RESUMO

. O objetivo deste trabalho foi analisar a estrutura horizontal bem como ajustar e selecionar diferentes funções de densidade de probabilidades (FDP), para descrever a distribuição diamétrica de todos os estratos da floresta em estudo. Para obtenção dos parâmetros foram implantadas 40 parcelas de 10 x 250 m via amostragem estratificada na área de estudo, na qual foram identificados quatro estratos diferentes, floresta secundária (FS), floresta ombrófila densa aluvial (FDA), floresta ombrófila densa de terra firme explorada (FDE), floresta ombrófila densa de terra firme não explorada (FDNE) ao serem inventariados indivíduos arbóreos com  $DAP \geq 10$  cm. Um total de 1940 indivíduos foi inventariado, distribuídos em 198 espécies e 57 famílias. A espécie com maior índice de valor de importância (IVI) foi *Pentaclethra macroloba* Wild e a família mais influente foi a Fabaceae. Foram ajustadas cinco funções matemáticas de distribuição diamétrica, sendo uma linear e quatro linearizadas. Os critérios de seleção dos modelos foram: significância da estatística F da Análise de Variância (ANOVA) da regressão; coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ); erro padrão da estimativa em porcentagem ( $S_{yx}\%$ ) e recalculado ( $S_{yxr}\%$ ), desvio médio percentual (DMP%) e análise gráfica dos resíduos em porcentagem ( $e_i\%$ ). A partir dos cálculos dos índices de Shannon-Weaver e Equabilidade de espécies de Pielou, com base no levantamento feito, é plausível afirmar que a área apresenta uma alta diversidade de espécies. Estudos como este devem ser realizados constantemente visando introduzir e avaliar a eficiência de outras funções densidade de probabilidade para a descrição da distribuição diamétrica de povoamentos em florestas ineqüilibradas.

Palavras chaves: Amazônia, modelos matemáticos, manejo florestal.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the horizontal structure as well as to select the different functions of density of probabilities (FDP), to describe a distribution of data in the forest. To obtain the parameters, 40 plots of 10 x 250 m were established through stratified sampling in the study area, in which four different strata were identified: secondary forest (FS), dense ombrophilous alluvial forest (FDA), logged dense ombrophylous forest (FDE), non-logged dense ombrophylous forest (FDNE), when individuals  $DBH \geq 10$  cm were inventoried. A total of 1940 individuals were inventoried, being distributed in 180 species and 43 families. The species with the highest importance value index (IVI) was *Pentaclethra macroloba* Wild and the most influential family was Fabaceae. Five mathematical functions of diameter distribution were adjusted, been one linear and four linearized. The selection criteria of the models were: F statistical significance from the analysis of variance (ANOVA) of the regression; determination coefficient adjusted ( $R^2_{aj.}$ ); standard error of the estimative in percentage ( $Sy_x\%$ ) and recalculated ( $Sy_{xr}\%$ ) and the mean deviation percentage (DMP%) and graphical analysis of the residuals in percentage ( $ei\%$ ). From the calculations of the Shannon- Weaner and species equitability of Pielou, based on the sampling done, it is possible to affirm that the area presents a high species diversity. Studies like this must be carried out constantly in order to introduce and evaluate the efficiency of other probability density functions for the description of the diameter distribution of stands in unequal forests.

Key-words: Amazon, mathematical models, forest management.

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são caracterizadas pela alta densidade de plantas e pela diversidade de espécies cujos ritmos de crescimento são diferentes (RANGEL et al., 2006; PUIG, 2008). De acordo com Cyneiros et al. (2017), em virtude dos ritmos distintos de crescimento e à grande variação de idade das árvores, a estrutura diamétrica apresenta configuração diferenciada entre tipologias florestais, estágios sucessionais e para espécies ou grupos de espécies quando analisados individualmente.

Dentre as técnicas que podem estimar a produção florestal, a mais importante e utilizada é o inventário florestal, que pode ser realizado em diferentes níveis de detalhamento, isto é, com a possibilidade de obtenção de diversas informações e em pontos distintos no tempo (SOARES et al., 2012).

Diante disso, a maior parte dos trabalhos de mensuração florestal vem sendo realizada por amostragem. Tal procedimento possibilita conhecer e analisar as estimativas de volume da população, no qual as informações do povoamento são obtidas através do inventário florestal (UBIALLI et al., 2009). Os inventários florestais são fundamentados nos métodos e processos de amostragem que tratam da forma de abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais, divididos em aleatório, sistemático ou misto. Estratificação da vegetação é utilizada quando se tem uma população muito heterogênea e deseja-se subdividi-la em subpopulações mais homogêneas a fim de facilitar a gestão de informações da floresta. (SANQUETTA et al., 2009). De acordo com Machado et al. (2013), a estratificação tipológica tem como objetivo obter informações particulares de cada tipo florestal, aplicada geralmente em florestas nativas. Em vista disso, essa estratificação torna-se uma ferramenta de grande aplicabilidade em estudos fitosociológicos.

Para entender a dinâmica da floresta é necessário caracterizar a vegetação e fazer análises estruturais (GAMA et al., 2003), para que se possa ter conhecimento sobre a relação, quantidade, distribuição e dimensão das espécies no ecossistema vegetal para prever comportamento e desenvolvimento da floresta no futuro (CARVALHO 1982; DARRIGO et al., 2016).

Os parâmetros fitossociológicos são de extrema relevância para o entendimento da dinâmica da floresta. Tais parâmetros são obtidos por meio do uso dos métodos ecológicos de avaliação, que buscam caracterizar a composição e distribuição das espécies pertencentes a uma comunidade florestal (CONCENÇO et al., 2013; SANTOS et al., 2015). Através dos parâmetros fitossociológicos, portanto, é possível conhecer o potencial de cada espécie, além de fornecer

informações sobre as suas características e especificidades, sendo fundamental para que haja o uso racional da floresta (VALÉRIO, et al., 2008).

Entretanto, para se caracterizar uma área florestal, é necessário fazer o estudo dos diferentes tipos de vegetação. De acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (2012), as tipologias florestais são descritas de acordo com os aspectos florísticos e fitoecológicos. Alguns exemplos são: áreas de reflorestamento; áreas de vegetação secundária; florestas ombrófilas e estacionais; formações com influências (fluvial e/ou lacustre); savana e refúgios.

Desta forma, este trabalho enfoca a seguinte questão científica: A). Há diferença na estrutura fitossociológica e na Riqueza entre as tipologias: floresta secundária (FS), floresta ombrófila densa aluvial (FDA), floresta ombrófila densa de terra firme explorada (FDE), floresta ombrófila densa de terra firme não explorada (FDNE)? B). Qual o comportamento da distribuição diamétrica para cada tipologia?

## **1.1 HIPÓTESE**

Se há diferença entre as tipologias estrutura fitossociológica sob o aspecto da densidade, área basal e riqueza, logo as mesmas diferem entre si.

Dado o processo de antropização ocorrido na área, a distribuição diamétrica não é balanceada em cada tipologia florestal.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar a estrutura horizontal e ajustar diferentes funções de densidade de probabilidades (FDP) para descrever a distribuição diamétrica de uma área florestal no município de Barcarena-PA.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar a estrutura horizontal em cada tipologia florestal;
- Determinar e Comparar diversidade florística (Índice de diversidade de Shannon-Wiener e Equabilidade de espécies de Pielou) em cada tipologia florestal;
- Testar modelos de distribuição diamétrica em cada tipologia florestal.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA**

No Brasil, vem sendo desenvolvidos diversos estudos com aplicação das funções densidade probabilidade em florestas equiâneas e inequiâneas. Inúmeros autores têm desenvolvido seus trabalhos com o objetivo de modelar a distribuição diamétrica dessas florestas, Stepka et al. (2010), Binoti et al. (2010), Téó et al. (2015), Orellana et al. (2014), Ebling et al. (2014), Kuchla et al. (2015). Santos et al. (2016).

Conceitua-se como distribuição diamétrica o número de árvores por unidade de área (ha) existente em comunidade florestal por classe de diâmetro (DAP). Estas são classificadas e contabilizadas em intervalos de classe de diâmetro com uma determinada amplitude (RODRIGUES et al.,2016). Os modelos de distribuição diamétrica são importantes para fazer análise de tratamentos silviculturais.

Diante deste contexto, Machado et al. (2009a) afirmaram que a distribuição diamétrica é de extrema relevância no levantamento da estrutura horizontal de uma floresta, pois, permite caracterizar uma tipologia florestal, além de ser um indicador de crescimento das espécies e sobretudo fornecer subsídios para tomada de decisões e para o planejamento do manejo florestal sustentável.

Ainda segundo este autor, a melhor forma de descrever a estrutura diamétrica de uma floresta ou de uma espécie é por meio do emprego de funções de densidade probabilística (FDP) ou modelos de distribuição diamétrica (MDD).

Téó et al., (2015) corroboram com esta afirmação, salientando que a principal que a melhor forma de descrever a estrutura diamétrica de uma floresta ou de uma espécie é através da aplicação de funções de densidade probabilísticas (FDP), cujas distribuições admitem obter a probabilidade de as árvores incidirem dentro de classes de diâmetro em que haja um limite inferior e outro superior.

Existe inúmeras maneiras de se conhecer a estrutura da floresta para auxiliar em sua correta preservação ou conservação. Entre estas maneiras, sobressai-se a distribuição diamétrica, visto que ela é uma forte indicadora da estrutura florestal, servindo de auxílio para distinguir tipologias florestais além do fornecimento de base para identificar a intensidade da regeneração natural em grau de espécie, bem como para a floresta como um todo. Destaca-se ainda como medida do estoque em crescimento (SCOLFORO, 2006). A variável diâmetro, se correlaciona muito bem com outras variáveis importantes como altura, volume.

Lima e Leão (2013) enfatizaram a importância dos conhecimentos a respeito da estrutura diamétrica para o conhecimento de características da espécie e probabilidades de projeção através

do tempo, como o utilizado no presente estudo.

Além disso, com esses modelos, é possível estimar o crescimento e a produção da floresta por classe de diâmetro utilizando funções como a densidade (NOGUEIRA et al., 2005). Entretanto, a distribuição de diâmetros também está diretamente ligada à caracterização das tipologias florestais, estágios sucessionais, estados de conservação, grupos ecológicos de espécies e grupos de uso (RODRIGUES et al., 2016). Com isso, pode-se observar que a partir da análise da distribuição diamétrica é possível inferir sobre o passado e o futuro de povoamentos florestais, caracterizando o estoque de madeira antes de uma exploração e auxiliando a decisão de reposição florestal após a exploração (SANTANA, 2009).

## **2.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA**

A composição florística é o que ajuda a definir as características de uma comunidade vegetal (CARIM et al., 2007). Ademais, por meio da composição florística pode-se dividir as espécies em grupos ecológicos ou funcionais, como pioneiras, exigentes de luz, tolerantes à sombra e de clímax (GAMA et al., 2002). Esses agrupamentos ocorrem com espécies que apresentam as mesmas estratégias de estabelecimento e de crescimento, além de terem a luz como o fator que classifica os grupos (COELHO et al., 2003). Por isso, principalmente, em se tratando de florestas tropicais, a composição florística depende de fatores como intensidade luminosa, dispersão, fluxo e banco de sementes e tipos de solo, afinal, todos estes podem influenciar no crescimento e estabelecimento de espécies vegetais (COELHO et al., 2003). Os parâmetros fitossociológicos são obtidos por meio do uso dos métodos ecológicos de avaliação, que buscam caracterizar a composição e distribuição das espécies pertencentes a uma comunidade florestal (CONCENÇO et al., 2013; SANTOS et al., 2015). A descrição fitossociológica de um povoamento pode ser observada pela avaliação de parâmetros numéricos, expressando a estrutura horizontal da mesma. Além disso, os parâmetros quantitativos assumem uma posição importante no estudo de um ecossistema florestal (SOUZA; SOARES, 2013).

A estrutura horizontal da floresta é um aspecto que difere muito entre florestas primárias e secundárias, pois, uma floresta primária, por ter um estabelecimento mais antigo, apresenta, na maioria das vezes, maiores valores nos parâmetros que definem a estrutura horizontal (CARIM et al., 2007). Os parâmetros são: densidade, frequência, dominância e índice de valor de importância, sendo este último nada mais que o somatório dos valores relativos dos fatores fitossociológicos (densidade, frequência e dominância). (GAMA et al., 2002; KUCHLA et al., 2015). Tais parâmetros podem ser encontrados em Curtis e McIntosh (1951).



O parâmetro conhecido como densidade indica o número de indivíduos por unidade de área ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ). O parâmetro chamado dominância é a área basal, o qual está relacionado ao tamanho das unidades amostrais, indicando os incrementos e se houve ou não coleta da madeira anos antes. O terceiro parâmetro conhecido como frequência indica a distribuição dos indivíduos em uma determinada espécie, considerando-se uma área amostral, podendo ser uma distribuição regular ou não (SAWCZUK et al., 2014; GUEDES; KRUIPEK, 2016).

Ademais, por meio da estrutura horizontal, é possível conhecer a floresta de forma qualitativa, o que é de suma importância para aspectos ecológicos e econômicos. Além disso, a estrutura horizontal de uma floresta pode estar diretamente relacionada à capacidade de uma espécie em ocupar diferentes estratos verticais (CALLEGARO et al., 2016).

### **2.3 VALOR DE COBERTURA E VALOR DE IMPORTÂNCIA**

O valor de cobertura é o somatório da dominância relativa e densidade relativa. Isso pode refletir o grande porte dos indivíduos quando comparados, apresentando presença marcante (MACHADO et al., 2013). O índice de valor de cobertura também pode expressar a cobertura das espécies em relação a sua produção de biomassa e ao número de indivíduos por área, sendo que as espécies com os de maiores índices apresentam maior capacidade de competição (SANTOS et al., 2015).

O conhecimento da estrutura de uma floresta garante uma melhor compreensão do seu funcionamento. Nesse contexto, surge o índice de valor de importância (IVI), que representa a soma dos valores relativos de densidade, frequência e dominância (CURTIS; McINTOSH, 1951). Sua observação é uma das principais ferramentas para análise da estrutura horizontal de uma floresta, onde, as espécies que apresentam os maiores valores de importância são as mais adaptadas às condições ambientais do local (ESTIGARRIBIA et al., 2017).

Atualmente, o IVI vem sendo amplamente utilizado como forma de determinação da importância ecológica das espécies, garantindo assim, uma hierarquização referente ao grau de ocupação de uma espécie dentro do espaço florestal (QUEIROZ et al., 2017).

## 2.4 GRUPOS ECOLÓGICOS

Quanto aos grupos ecológicos ou funcionais, há um consenso dos nomes dados aos dois polos das espécies vegetais: as tolerantes e as intolerantes à sombra (COELHO et al., 2003). O primeiro polo é composto de espécies, nas quais, as sementes só podem germinar em clareiras no dossel da floresta, enquanto que, o segundo é composto de espécies cuja semente pode germinar sob o dossel da floresta na sombra (NASCIMENTO et al., 2012).

Vale ressaltar que as espécies que precisam de radiação solar, apresentam denominações diversas, tais quais: pioneiras, tolerantes à luz, secundárias, intolerantes à sombra e heliófilas (WHITMORE, 1984; FINEGAN, 1992). Além destas, há também espécies que conseguem crescer e se desenvolver sob o dossel da floresta, são denominadas de: clímax, primárias, tolerantes e esciófilas (WHITMORE, 1984; FINEGAN, 1992). Dessa forma, para planejar e utilizar racionalmente os recursos florestais, estudar a composição florística é de suma importância (CARVALHO, 1997), porque é a partir dela que se conhece aspectos relacionados à regeneração natural, o qual ocorre por meio das mudanças florísticas as quais acontecem durante as fases sucessionais (LOPES et al., 1989).

## 2.5 DIVERSIDADE E SIMILARIDADE FLORÍSTICA

Entende-se por diversidade florística o número das diferentes espécies que ocorrem em uma comunidade (KIMMINS, 1987). Entretanto, tal diversidade não representa de forma adequada uma comunidade, pois a importância e abundância das espécies variam entre os diferentes fragmentos florestais (REIS et al., 2007). Como solução para este problema, chamamos a diversidade de determinado local de diversidade alfa ( $\alpha$ ), sendo o número de espécies existentes em um determinado habitat e, diversidade beta ( $\beta$ ), sendo a substituição de espécies ao longo de um gradiente ambiental (MAGURRAN, 2004).

Uma das formas de calcular a diversidade  $\alpha$  de determinado fragmento florestal se dá por meio dos índices de heterogeneidade, sendo o mais comum entre eles, o Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ). Constantemente utilizado, incorpora tanto a riqueza quanto a equitabilidade, levando em conta a uniformidade das abundâncias das espécies (SHANNON; WEAVER, 1949).

A similaridade florística, também chamada de coeficiente de similaridade, se utiliza da diversidade  $\beta$ , a qual busca comparar a semelhança entre duas ou mais áreas distintas. Dentre os índices de similaridades existentes, destacam-se os coeficientes de Jaccard e de Sorensen, que

levam em conta a relação entre o número de espécies comuns e o número total de espécies encontradas em diferentes ambientes (MUELLER-DUMBOIS; ELLENBERG, 1974).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo localiza-se em uma ilha no Município de Barcarena, com extensão aproximada de 280 ha, sendo esta pertencente à microrregião metropolitana de Belém, Estado do Pará, entre as coordenadas geográficas de 1° 11' 30" e 1° 42' 00" de latitude sul e 48° 25' 15" e 48° 50' 10" de longitude oeste. De acordo com o IBGE, o município possui uma extensão territorial de 1.310,59 km<sup>2</sup> tendo como limites ao Norte a Baía de Guajará e o município de Belém, ao Sul os municípios de Moju e Abaetetuba, a Leste a Baía de Guajará e o município de Acará e a Oeste a Baía do Marajó (MUNICÍPIO DE BARCARENA, 2011).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Am, caracterizado por um clima tropical quente e úmido, chuvoso com curta estação seca, com temperatura média anual de 26 °C e com baixa amplitude térmica. A temperatura do ar média de todos os meses sempre maior que 18° C (megatérmico). As temperaturas médias das máximas e das mínimas anuais variam em torno de 31,5 °C e 22,5 °C, respectivamente. A precipitação pluviométrica com total anual de 2.587,7 mm, com estação chuvosa entre janeiro a junho, e menos chuvosa de julho a dezembro (SANTOS et al., 2003).

A vegetação é constituída essencialmente pela floresta equatorial subperenifolia (EMBRAPA, 1988a). Segundo Amaral e Neto (2002), a vegetação representada na ilha é composta por: a) florestas secundárias de terra firme (capoeira), b) mata primária de terra firme; c) mata de várzea primária, d) Igapó e e) campinas arenosas.

Na caracterização e classificação taxonômica do solo, foram empregadas características diferenciais para distinção de classes de solos e de unidades de mapeamento, segundo os critérios adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1988a e 1988b; EMBRAPA, 1999; ESTADOS UNIDOS, 1994). O relevo é predominantemente plano com declividades suaves em aproximadamente 5% da área (EMBRAPA, 1988a e 1988b; EMBRAPA, 1999).

No município de Barcarena destacam-se a presença de empresas ligadas à atividade minero-metalúrgica como as de beneficiamento de alumínio, implantadas desde a década de 1980 e em contínuo crescimento, decorrente de atividades minero-metalúrgicas e portuárias, sendo esta

última devido à criação do porto da Vila do Conde. Na década de 1990, novos empreendimentos industriais, como a Pará Pigmentos S/A e a Rio Capim Caulim e empreendimentos comerciais e de serviços, se instalaram em Barcarena (CHAGAS, 2013). Destacam-se ainda outras atividades produtivas como a agricultura e a pesca artesanal.

Desde a integração da Amazônia ao grande capital nacional e internacional, a partir da década de 1970 o município de Barcarena vem sofrendo uma série de transformações em sua dinâmica de ocupação e uso do território (FERREIRA et al., 2011).

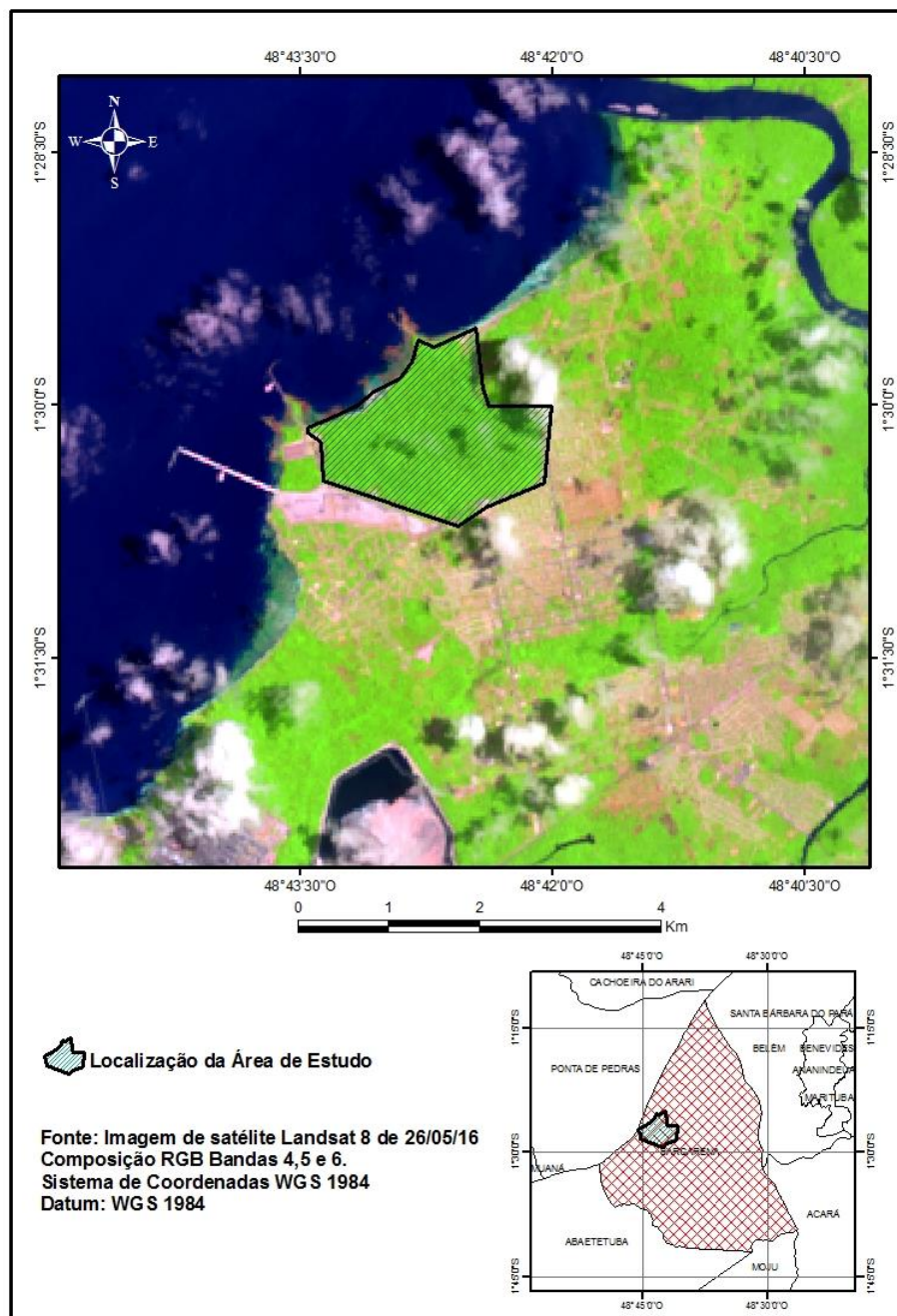
### **3.2 HISTÓRICO DA ÁREA**

A área de estudo teve alto grau de antropização associado diretamente à ocupação atual do município de Barcarena, ligada à implantação do complexo alumina/alumínio.

Os moradores da área e funcionários mais antigos das empresas afirmam que a floresta secundária em estudo tem possivelmente, 35 a 40 anos de idade. Essa área no passado, foi fonte de madeira de lenha e há registros de atividades agrícolas de subsistência e existência de queimadas.

Segundo Ribeiro (2007) na praia de Itupanema são encontrados restos de troncos e raízes de árvores em posição de vida como os gêneros de várzea *Pterocarpus* e *Mauritia* (buriti), assim como gêneros de mangue *Rhizophorae Avicennia*, em depósitos latossolos ricos em matéria orgânica.

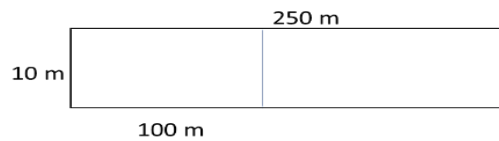
**Figura 1.** Localização da área de estudo no município de Barcarena, Pará.



### 3.3 COLETA DE DADOS

O sistema de amostragem utilizado baseou-se no método de área fixa e o processo de amostragem acidental estratificado, sendo instaladas 40 unidades de amostra (UAs), distribuídas em quatro estratos: a) Floresta Ombrófila Densa Aluvial, b) Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada, c) Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não Explorada e d) Floresta Secundária (Figura 2).

**Figura 2.** Esquemática dos níveis de amostragem das parcelas instaladas na área florestal, localizada no município de Barcarena, Pará.

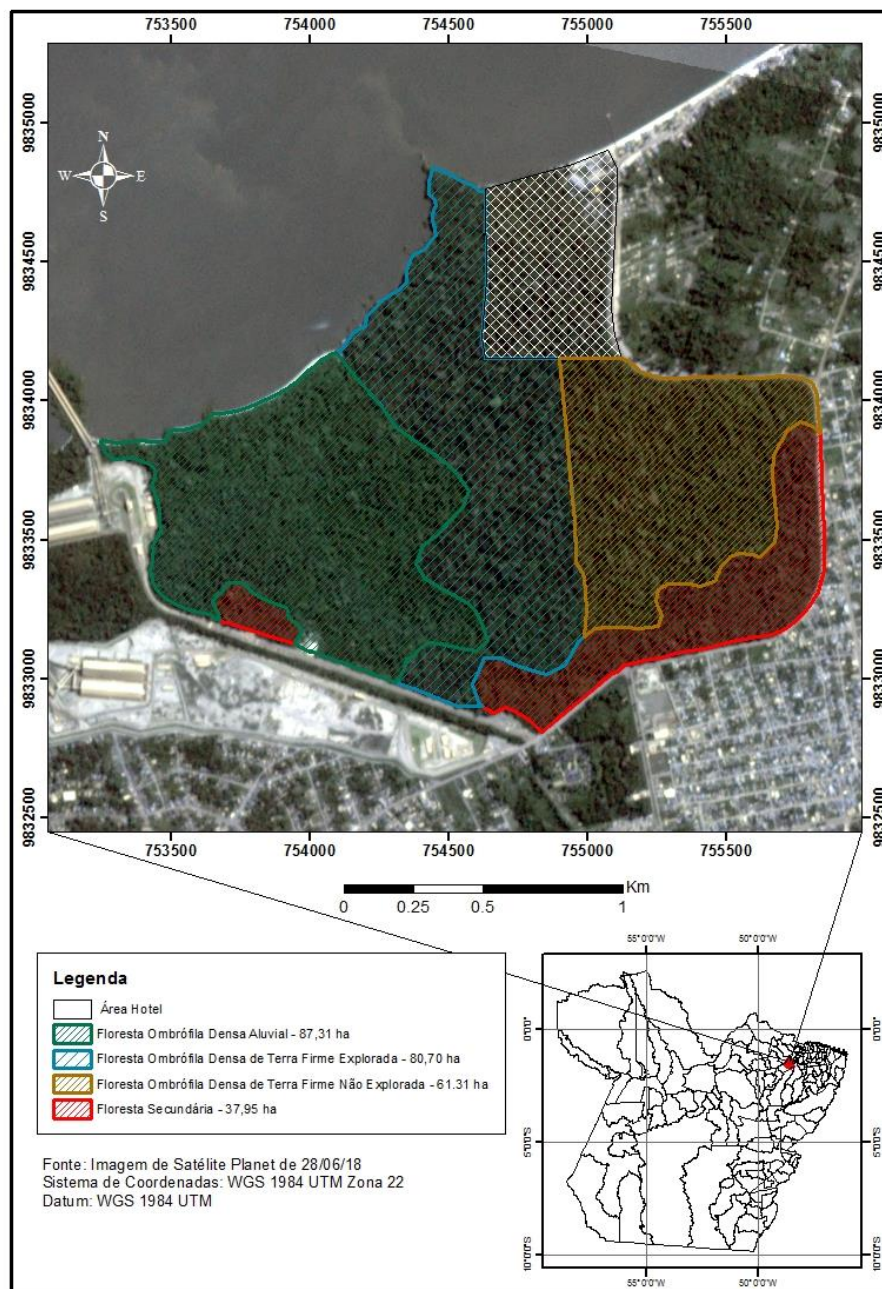


Fonte: Autores, 2018.

Os indivíduos foram identificados, tendo mensuradas as seguintes variáveis: DAP, altura total e altura comercial do fuste, feita através de estimativa visual e a qualidade do fuste, nome das espécies e famílias, mediante a realização de um levantamento florístico da área. Todas as parcelas foram numeradas, e todas as árvores com  $DAP \geq 10$  cm foram mensuradas, plaqueadas e pintadas com uma listra vermelha 1,30 m do solo.

As tipologias foram definidas de acordo com comportamentos texturais, espectrais, tonalidade e de composição florística identificados pelas imagens e em campo (Figura 3). Identificou-se a floresta de várzea pela presença de um córrego que passa na porção central do fragmento, apresentando composição florística diferenciada em termos estruturais. Essa tipologia foi classificada como Floresta Ombrófila Densa Aluvial e sua delimitação ocorreu através da confirmação em campo durante a amostragem.

**Figura 2.** Estratificação da vegetação por tipologia florestal, localizada no município de Barcarena, Pará.



As áreas por tipologia estão demonstradas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tipologias da floresta no município de Barcarena, Pará.

Floresta Ombrófila Densa Aluvial	87,31
Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada	80,70
Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não Explorada	61,31
Floresta Secundária	37,95
<b>Total</b>	<b>267,27</b>

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.4.1 Normalidade e teste t

Os dados da distribuição diamétrica foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Levene a 5% de significância. Para verificar se houve diferença estatística entre os modelos testados aplicou-se o teste t a 95% de probabilidade para a variável diâmetro. Ademais, foi realizado o exame da matriz de correlação Pearson, entre as variáveis dependentes e independentes e entre as independentes dos modelos selecionados para ajuste, com intuito de verificar o grau de associação entre essas variáveis, utilizando-se o Software Excel 2013.

Para a análise da estrutura diamétrica foi efetuada a relação do comportamento da distribuição diamétrica, na qual se estabeleceu, amplitude de 10 cm por classe diamétrica, sendo esta amplitude geralmente utilizada na maioria dos estudos de caracterização da estrutura florestal nas diferentes fitocinoses do bioma amazônico (PEREIRA et al., 2011; SILVA et al., 2016). De forma a testar a hipótese utilizou-se a modelagem diamétrica, onde foram selecionados para ajuste modelos matemáticos probabilísticos: Modelo Exponencial negativa de Meyer (MEYER, 1952), Modelo Polinomial de Goff e West (GOFF e WEST, 1975), Equação de PIERLOT (Hipérbole), potencial de Mervart.

Posteriormente realizou-se os ajustes dos modelos de regressão na forma linear pelo método dos mínimos quadrados ordinários, foi aplicada a análise de variância (ANOVA), com a finalidade de averiguar a existência de regressão entre a variável resposta e o modelo, por meio da análise de significância do teste F, a uma probabilidade de 95%. A seleção do melhor modelo foi feita considerando os seguintes critérios estatísticos: o maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$  %); o menor erro padrão residual da estimativa em percentagem ( $S_{yx}$  %) e erro padrão residual recalculado ( $S_{yxr}$  %) no caso dos modelos linearizados; e Desvio Médio Percentual (DMP%) mais próximo de zero. Estas medidas foram calculadas por meio das fórmulas dispostas em Schneider et al. (2009).

#### 3.4.2 Critérios de Avaliação para ajustes de modelo

As medidas de precisão utilizadas para a seleção do (s) melhor (es) modelo (s), são demonstradas a seguir:

#### 3.4.3 Coeficiente de Determinação

Esse parâmetro avalia o quanto da variação total da variável dependente (Diâmetro) é explicada pelo modelo que está sendo ajustado. Esse valor varia de 0 a 1 ou de 0 a 100%, sendo



que, quanto mais próximo de 1 ou 100%, melhor terá sido o ajuste (THOMAS, 2006). Este coeficiente é calculado, de acordo com Schneider et al. (2009), pela expressão:

$$R^2 = \left[ 1 - \left( \frac{SQ_{resíduo}}{SQ_{total}} \right) \right] \cdot 100$$

Em que  $R^2$  = coeficiente de determinação; SQ resíduo = soma de quadrados de resíduos da regressão; e SQ total = soma de quadrados totais da regressão.

Devido ao fato de se avaliar modelos simples e múltiplos, considerou-se o  $R^2$  ajustado para se comparar os modelos ajustados. A equação para determinar o coeficiente de determinação ajustado encontra-se abaixo:

$$R^2_{aj.} = R^2 - \frac{(K-1)}{(N-k)} \cdot (1 - R^2)$$

Onde:  $R^2_{aj.}$  = Coeficiente de Determinação Ajustado; K= número de variáveis independentes da equação; N= número de observações;  $R^2$ = coeficiente de determinação. Fonte: Schneider et al. (2009).

#### 3.4.4 Erro Padrão da Estimativa em Percentagem

Para Schneider et al. (2009), esse parâmetro é uma mediada de dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão, sendo preferido em comparações entre modelos o que tenha de erro padrão da estimativa mais próximo de zero.

A determinação do erro padrão da estimativa em percentagem é realizada através da seguinte fórmula:

$$Syx\% = \frac{\sqrt{QM_{resíduo}}}{\bar{Y}} \cdot 100$$

Onde:  $Syx\%$  = erro padrão da estimativa em porcentagem;  $\bar{Y}$  = média aritmética da variável dependente; QM = quadrado médio do resíduo, obtido na análise de variância. Fonte: Schneider et al. (2009).

Para modelos cuja natureza da variável resposta é diferente, pelo fato de sofrerem algum tipo de transformação, como no caso de modelos linearizados, é necessário recalculá-lo o erro (SILVA, 2011):

$$Syx\ rec.\ \% = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Y-Y_{est.})^2}{n-p-1}}}{Y_{real}} \cdot 100$$

Onde: Syxrec%= erro padrão da estimativa recalculado (m); Y= altura observada; Yest= altura estimada pelo modelo ajustado; n= número de observações; p= número de variáveis independentes e Y real= média da altura real. Fonte: Silva (2011).

### 3.4.5 Desvio Médio Percentual (DMP)

Segundo Nagashima (2010), essa medida verifica se há diferença entre um valor obtido ao se medir uma grandeza e um valor adotado que mais se aproxima do valor real, ou seja, o desvio é a diferença entre o valor real e o estimado. Silva (2011) afirma que quanto mais próximo de zero o valor do DMP, melhor será o ajuste da equação matemática. Foi utilizada a seguinte expressão para a determinação do DMP%:

$$DMP\% = \frac{\sum\left(\frac{E-O}{E}\right)}{n} \cdot 100$$

Onde: DMP= Desvio Médio Percentual;; E = valores estimados; O = valores observados n = número de observações.

Quando os resultados do DMP apresentam valores positivos, significa que o modelo subestima os valores reais; e, quando negativo, o modelo superestima os valores reais.

Em seguida para a validação dos modelos aplicou-se o teste Qui-quadrado ( $X^2$ ), dado pela fórmula abaixo:

$$X^2 = \sum\left(\frac{(O - E)^2}{E}\right)$$

Onde: O = frequência observada para cada classe, E = frequência esperada para aquela classe.

### 3.4.6 Estrutura Fitossociológica

**Quadro 1** - Equações empregadas nos cálculos das variáveis fitossociológicas e estruturais da vegetação uma área florestal no município de Barcarena- PA

Variável	Equação	Autor
Frequência absoluta (FA)	$FAi = \left(\frac{ui}{ut}\right) * 100$ <p>FAi = frequência absoluta da i-ésima espécie, dada em percentagem; ui = número de unidades de amostragem em que a i-ésima espécie está presente; ut = número total de unidades de amostragem;</p>	Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).
Frequência relativa (FR%)	$FRi = (FAi / \sum_{i=1}^p FAi) * 100$ <p>FRi = frequência relativa da i-ésima espécie, em percentagem;</p> <p>p = número total de espécies amostradas.</p>	Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).
Densidade absoluta (DA)	$DAi = \frac{ni}{A}$ <p>i = 1... p espécies;</p> <p>DAi = densidade absoluta da i-ésima espécie;</p> <p>ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;</p> <p>A = área em hectares da unidade de amostragem ou da amostra;</p>	Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).
Densidade relativa (DR%)	$DRi = (DAi / \sum_{i=1}^p DAi) * 100$ <p>DRi = densidade relativa da i-ésima espécie;</p> <p>p = número total de espécies amostradas.</p>	Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).
Dominância absoluta (DoA)	$DoAi = Gi/a$ <p>i = 1... p espécies;</p> <p>DoA = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>/ha;</p> <p>Gi = área basal da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup>/ha;</p> <p>a = área em hectares da unidade de amostragem ou da amostra;</p>	Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

<p>Dominância relativa (DoR%)</p>	$DoR = \left( \frac{DoAi}{\sum_{i=1}^p DoAi} \right) * 100$	<p>Mueller-Dombois &amp; Ellenberg (1974).</p>
	<p>DoRi = dominância relativa da i-ésima espécie, em percentagem;</p> <p>p = número total de espécies amostradas.</p>	
<p>Índice de Valor de Importância (IVI)</p>	$IVI_i = FRi + DRi + DoRi;$	<p>Cottam &amp; Curtis (1956); Mueller-Dombois &amp; Ellenberg (1974).</p>
	<p>IVIi = índice do valor de importância para i-ésima espécie.</p>	

**Quadro 2** - Equações utilizadas nos cálculos dos índices de diversidade e equabilidade.

Índice	Equação	Autor
<p>Índice de Diversidade Shannon (H')</p>	$H' = - \sum \frac{ni}{N} \cdot \ln \frac{ni}{N}$	<p>Felfili e Rezende (2003)</p>
	<p>H' = Índice de Shannon, ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados; e ln = logaritmo neperiano.</p>	
<p>Índice de Equabilidade (J')</p>	$J' = \frac{H'}{\ln S}$	<p>Pielou (1966)</p>
	<p>J' = índice de equabilidade de Pielou da comunidade; H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver da comunidade; S = número total de espécies amostradas; e ln = logaritmo neperiano.</p>	

## 4 RESULTADOS

### 4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA HORIZONTAL

A divisão da área em quatro florestas possibilitou a identificação de quatro tipologias no local: Floresta Ombrófila Densa Aluvial (FDA), com 87,31 hectares, Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada (FDE), com 80,70 hectares e Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não Explorada (FDNE), com 61,31 hectares, Floresta Secundária (FS) 37,95 totalizando um total de 267,27 hectares.

Em virtude da grande variedade de espécies encontradas nas quatro tipologias avaliadas, apenas parâmetros fitossociológicos das dez espécies de maior IVI foram apresentados, tendo em vista a maior objetividade e redução na extensão das tabelas.

Foram amostrados 1.940 indivíduos, que representam 361,35 indivíduos por hectare, com área basal de 1041,385 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, distribuídos em 198 espécies. Foram identificadas 98; 116; 114 e 122 espécies, respectivamente, nas florestas FDA, FDE, FDNE e FS. A organização estrutural das espécies representadas pelos parâmetros fitossociológicos demonstra a relação das espécies em ordem decrescente de valor de importância (IVI) e seus respectivos parâmetros fitossociológicos (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das principais espécies em uma área florestal no município de Barcarena-PA. Onde: DA= Densidade Absoluta (%); DR= Densidade Relativa (%); FA= Frequência Absoluta (%); FR= Frequência Relativa (%); DoA= Dominância Absoluta (m<sup>2</sup>/ha), DoR= Dominância Relativa (%); IVI= Índice de Valor de Importância (%).

Table 2. Phytosociological parameters of the main species in a forest area in the municipality of Barcarena-PA. Where: DA = Absolute Density (%); DR = Relative Density (%); AF = Absolute Frequency (%); RF = Relative Frequency (%); DoA = Absolute Dominance (m<sup>2</sup> / ha), DoR = Relative Dominance (%); IVI = Importance Value Index (%).

Nome científico	N	g	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	1978	0,10	7,77	7,4	6,13	28	70,0	0,78	7,03	27,72
<i>Virola michelii</i> Heckel	1149	0,07	2,92	4,3	3,56	25	62,5	0,29	2,65	22,90
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	2726	0,05	5,27	10,2	8,44	23	57,5	0,53	4,77	23,57
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2165	0,06	4,82	8,1	6,71	23	57,5	0,48	4,36	22,86
<i>Protium crenatum</i> Sandwith	1176	0,04	1,86	4,4	3,64	24	60,0	0,19	1,69	21,78
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1283	0,10	4,76	4,8	3,97	22	55,0	0,48	4,31	21,09
<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	1042	0,06	2,32	3,9	3,23	21	52,5	0,23	2,10	19,28
<i>Inga calantha</i> Ducke	1844	0,07	4,82	6,9	5,71	19	47,5	0,48	4,36	19,19
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	775	0,21	6,14	2,9	2,40	19	47,5	0,61	5,56	18,49
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	802	0,03	0,95	3,0	2,48	18	45,0	0,10	0,86	16,12

As espécies de maiores valores de frequência relativa (FR), que também apresentaram os maiores valores de importância (IVI), destacaram-se *Pentaclethra macroloba* (3,57%), *Tapirira guianensis* (2,67%), *Inga calantha* (2,39 %), *Eschweilera coriácea* (2,88) e *Protium crenatum* (1,57%) (Tabela 2). Tais espécies apresentaram maior domínio de hábitat, ou seja, são as espécies mais importantes e representativas da floresta em estudo. Segundo Pereira et al., (2011) a influência das espécies que se apresentam em maiores frequências como o observado no presente estudo são de extrema relevância nos processos básicos de equilíbrio da vegetação, ou seja, tal parâmetro funciona como um indicador da importância ecológica.

Verificando os valores apresentados para as dez espécies com maior IVI com diversos estudos na Amazônia, atentou-se que a área amostrada nos quatro estratos observados refletiu um comportamento típico quanto à riqueza de indivíduos nas famílias botânicas, sendo este bastante similar em outro trabalho na região amazônica que também encontraram grande número de indivíduos oriundos das famílias Fabaceae, Lecythidaceae (CONDÉ; TONINI, 2013).

As particularidades de como cada espécie ocupa as diferentes dimensões de nicho nas florestas podem ser os fatores determinantes das diferenças de abundância de indivíduos encontradas neste estudo (WHITMORE, 1990). Entre as dez espécies com maior abundância de indivíduos, destaca-se a *Tapirira guianensis* Aubque não é endêmica, é nativa e pertence à família Anacardiaceae. Seus domínios fitogeográficos são Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal e o tipo de vegetação em que a espécie ocorre é em área antrópica, cerrado (lato sensu), floresta ciliar ou galeria e floresta de terra estacional semidecidual, floresta ombrófila e restinga (SILVA-LUZ; PIRANI, 2015). É válido ressaltar que além de mostrarem um grande número de indivíduos, também figuraram entre as espécies com 28,62 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> área

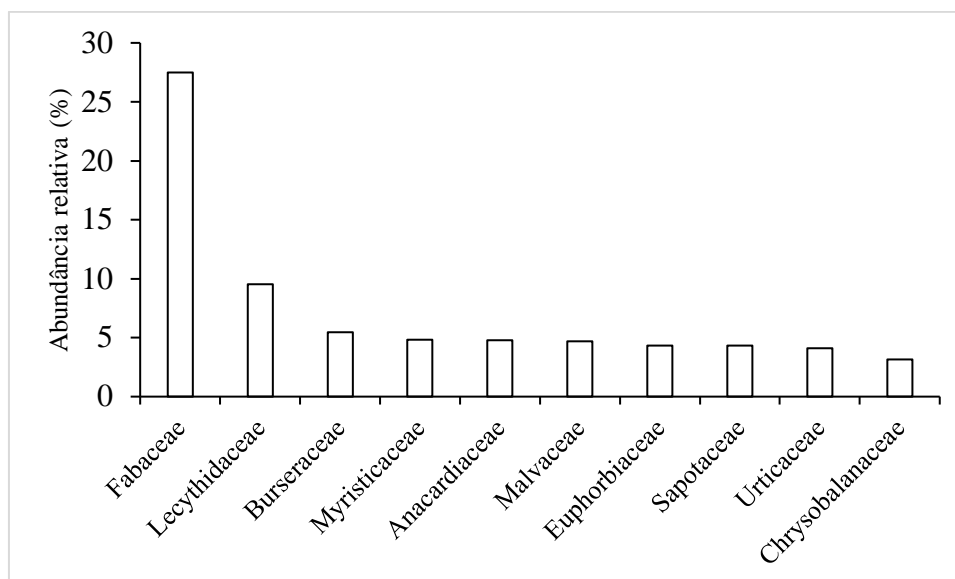
As famílias Fabaceae, Lecythidaceae, Burseraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae e Anacardiaceae mostraram os maiores valores abundância de indivíduos. O fato da família Fabaceae ser a primeira em riqueza de espécies, abundância de indivíduos e área basal confirma a supremacia da família na Floresta Amazônica (RIBEIRO et al. 1999), inclusive nos processos de sucessão secundária, conforme mostram Gama et al. (2002) e Baar et al. (2004).

Em estudo feito na Estação Experimental de Curuá-Una – PA em uma área de 100 ha, Barros (1986) também encontrou um número semelhante de espécies ao encontrado no presente estudo (188).

Almeida et al. (2004), encontraram em floresta manejada em Santarém – PA 175 espécies distribuídas em 38 famílias, e, assim como no presente estudo, a família que apresentou o maior número de espécies foi Fabaceae.

No presente estudo, Fabaceae obteve 26,5 indivíduos por hectare, tal família tem sido evidenciada como uma das famílias com maior número de espécies, conforme demonstram outros estudos também realizados na Amazônia (CARIM et al., 2008; PEREIRA et al., 2011; CONDÉ; TONINI, 2013; DIONISIO et al., 2016).

**Figura 4** – Abundância relativa por família com o maior número de espécies em todos os estratos.



#### 4.1.1 Floresta Ombrófila Densa Aluvial (FDA)

FDA representa a maior área da área de estudo, quando comparado às demais florestas. Encontrou-se, nesse estrato, grande variabilidade e distribuição de espécies, entretanto, é válido ressaltar que a espécie *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze teve a maior representatividade. Segundo Lorenzi (2002) o pracaxi é uma planta característica de mata de galeria e várzeas inundáveis da mata pluvial amazônica, no qual na grande maioria é natural uma dispersão um tanto descontínua e irregular característica típica de florestas de várzeas. Em vista disso, como citado em Crespi e Guerra (2013), a partir desta espécie podem ser extraídos óleos vegetais, os quais possuem alto valor nutritivo e energético e com várias aplicabilidades na indústria, sem que seja necessária a sua derrubada.

As espécies *Dipteryx polyphylla* (15,96), *Symphonia globulifera* (15,89) apresentaram os maiores valores de importância, perfazendo um total de 22% (Tabela 3). A espécie *Dipteryx polyphylla*, apesar de baixa densidade e frequência, teve maior Valor de Importância (VI), devido à sua alta Dominância.

A ucuúba, *Virola surinamensis* (Rol. ExRottb.) Warb, é uma espécie que apresenta populações ameaçadas pela exploração madeireira e apresentou uma densidade elevada (4,7%) e indivíduos grandes. A mesma foi mencionada por Almeida et al. (2004) como sendo comum em quatro florestas de várzea estudadas no estuário amazônico.

A espécie *Carapa guianensis* (andiroba) é uma espécie que apresenta uso múltiplo, a cor de sua madeira é parecida com o mogno (*Swietenia macrophylla* King.) (COSTA et al., 2007; GONZAGA, 2006). Por meio destas obtém-se um óleo utilizado na medicina tradicional com funções cicatrizantes, anti-inflamatórias, anti-helmínticas, e no mercado internacional na

preparação de sabão, cosméticos e velas, e na indústria de cosméticos, além da casca que tem uso medicinal contra febre, vermes, bactérias e tumores (SHANLEY; MEDINA, 2005)

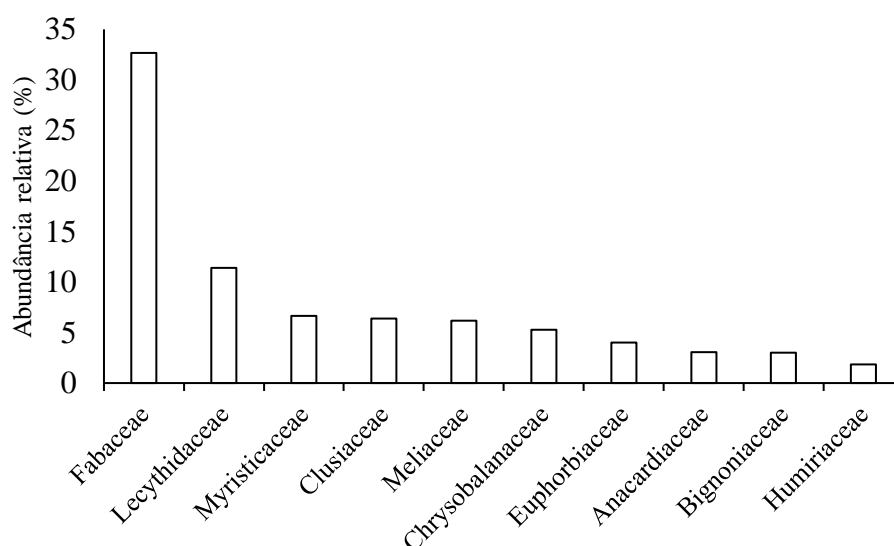
É indispensável comentar a presença de espécies madeireiras que ocorrem no presente estudo, *Carapa guianensis*, *Symphonia globulifera*, *Virola surinamensis*. De acordo com Queiroz (2004), em estudo realizado no braço norte do rio Amazonas, no estado do Amapá, encontrou um total de 116 espécies, também encontrou essas mesmas espécies madeireiras entre outras. Em meio as espécies potenciais, a *Symphonia globulifera* pode ser utilizada em construção de casas pela comunidade local.

**Tabela 3.** Valores fitossociológicos das 10 espécies de maior IVI do estrato 4 da Floresta Ombrófila Densa Aluvial.

Nome científico	N	g	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Lueheopsis rosea</i> (Ducke) Burret	35	0,14	0,14	22,4	10,47	10	100	1,45	10,08	40,18
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	70	0,05	0,10	18,0	8,41	9	90	1,06	7,40	35,27
<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl.	35	0,07	0,07	4,8	2,24	8	80	0,57	3,94	28,73
<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez.	35	0,11	0,11	5,2	2,43	7	70	0,32	2,20	24,88
<i>Apeiba albiflora</i> Ducke	454	0,03	0,42	4,4	2,06	7	70	0,11	0,77	24,28
<i>Aspidosperma carapanauba</i> Pichon	70	0,07	0,15	2,8	1,31	6	60	0,48	3,31	21,54
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	35	0,10	0,10	5,2	2,43	6	60	0,12	0,83	21,09
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	35	0,01	0,01	5,6	2,62	6	60	0,09	0,63	21,08
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	279	0,09	0,75	4,4	2,06	6	60	0,15	1,01	21,02
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A. Howard	35	0,25	0,25	3,2	1,50	6	60	0,21	1,47	20,99

ABs = Abundância Absoluta; ABr = Abundância Relativa (%); DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância Relativa (%); Fab = Frequência Absoluta; FaR = Frequência Relativa (%); IVI = Índice de Valor de Importância

**Figura 5.** Abundância relativa das famílias no Estrato IV.





Fabaceae, Lecythidaceae e Myristicaceae foram as famílias mais ricas em número de indivíduos por hectare nesse estrato, fato esse que pode está atribuído aos mecanismos adaptativos na estrutura radicular para fixação de nitrogênio de algumas espécies em áreas inundáveis (ALMEIDA et al., 2004; CARIM et al., 2008). Maués et al. (2011) obteve os seguintes resultados Fabaceae, Malvaceae e Arecaceae estão como as mais ricas em espécies em florestas de várzea (RABELO et al., 2000; GAMA et al., 2002; BATISTA, 2008).

Segundo Wittmann et al. (2006), Fabaceae é uma das famílias mais representativas nas florestas de várzea, da região oriental, central e ocidental da Amazônia. As inundações sazonais do solo influenciam na germinação das sementes, estabelecimento e dominância das espécies arbóreas e o grande sucesso no processo de adaptação de algumas espécies da família Fabaceae, pode estar associada ao mecanismo de fixação do nitrogênio, através da associação com bactérias diazotróficas; como o nitrogênio pode ser um nutriente escasso na floresta de várzea, este tipo de adaptação favorece o crescimento e desenvolvimento das espécies (SANTOS; JARDIM, 2006).

#### 4.1.2 Floresta Ombrófila Densa Não Explorada

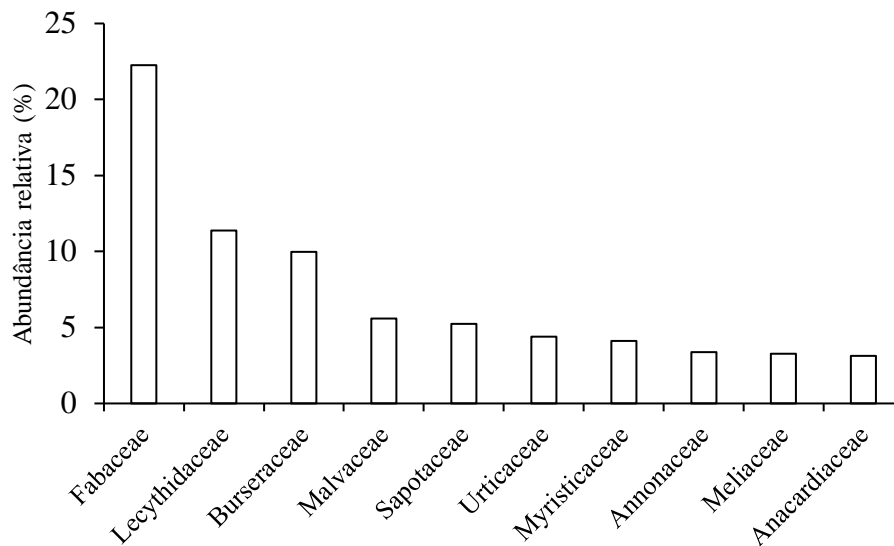
A abundância deste estrato foi de 301 indivíduos ha<sup>-1</sup>, sendo que as dez espécies que apresentaram maior abundância foram, respectivamente, *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori, *Protium crenatum* Sandwith, *Virola michelii* Heckel, *Tapirira guianensis* Abl., *Lecythis idatimon* Aubl., *Theobroma subincanum* Mart., *Guatteria punctata* (Aubl.) R.A.Howard, *Cecropia engleriana* Sneathl., *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni, sendo os maiores valores de Abundância Absoluta (Aabs) e Abundância Relativa (Arel), nesta ordem, 17,2 e 10,4. Os maiores valores de Dominância Absoluta (Dabs) e Dominância Relativa (Drel), nesta ordem, e 10,75 e 13 como expreso na tabela 4:

**Tabela 4.** Valores fitossociológicos das 10 espécies de maior IVI do estrato 2 da Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não Explorada. (ABs= Abundância Absoluta; ABr= Abundância Relativa (%); DoA= Dominância Absoluta; DoR= Dominância Relativa (%); Fab= Frequência Absoluta; FaR= Frequência Relativa (%); IVI= Índice de Valor de Importância (%)).

Nome científico	N	g	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	687	0,10	2,93	11,2	6,76	9	90	1,17	6,65	34,47
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	343	0,18	2,53	5,6	3,38	9	90	1,01	5,74	33,04
<i>Virola michelii</i> Heckel	319	0,08	1,08	5,2	3,14	8	80	0,43	2,45	28,53
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	294	0,05	0,55	4,8	2,90	7	70	0,22	1,24	24,71
<i>Protium crenatum</i> Sandwith	270	0,04	0,41	4,4	2,66	7	70	0,17	0,94	24,53
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	221	0,27	2,44	3,6	2,17	6	60	0,97	5,52	22,56
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	172	0,27	1,91	2,8	1,69	6	60	0,76	4,32	22,00
<i>Inga calantha</i> Ducke	221	0,11	0,99	3,6	2,17	6	60	0,39	2,23	21,47

<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	270	0,08	0,93	4,4	2,66	5	50	0,37	2,11	18,25
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	147	0,13	0,80	2,4	1,45	5	50	0,32	1,81	17,75

**Figura 6.** Abundância relativa das famílias no Estrato II Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não Explorada.



#### 4.1.2 Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada

Essa tipologia representa 30% da área inventariada, no qual foram medidos 410 indivíduos arbóreos, com média de 227 indivíduos por hectare, tendo sido identificadas 116 espécies e 42 famílias. Os parâmetros fitossociológicos encontrados estão apresentados na Tabela 3.

*E. coriácea* apresentou o maior IVI, sendo o tamanho grande das árvores representada pela dominância relativa (13,01 %), fator determinante nesse resultado, já que contribui com maior parte do IVI. Souza et al. (2006) em estudos realizados em uma floresta Ombrófila densa de terra firme na Amazônia Oriental também apresentaram a *E. coriácea* como a espécie de maior importância relativa consequentemente. De acordo com Oliveira (2000), é importante na composição florística e estrutural da floresta de terra firme na Amazônia.

A espécie *Protium crenatum* apresentou alta densidade, seu valor de cobertura se assemelha ao de *E. coriácea*, sendo igual a 3,69%. Diante disso, são as duas espécies que mais se destacam nessa tipologia.

Outra espécie que se destacou é conhecida e utilizada pelos extrativistas *Hymenaea courbaril* (Jatobá), destacou-se pelo fato de apresentar apenas três ind. ha<sup>-1</sup> sendo portanto, considerada uma espécie rara e naturalmente de baixa densidade (CLAY et al., 2000).

A abundância total dessa tipologia foi de 75,5 ind. ha<sup>-1</sup>, sendo que as cinco espécies que apresentaram maior abundância foram, respectivamente, *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori, *Goupia glabra* Aubl, *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni., *sterculia* Excelsa Mart., *Virola Michellii heckel* sendo os maiores valores de Abundância Absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>) e Abundância Relativa (Arel), nesta ordem, 4,3 e 5,7, como expresso na tabela 4: Os maiores valores de Dominância Absoluta (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) e Dominância Relativa (Drel), nesta ordem, 13 e 4,9.

Segundo Souza et al. (2006) em seu estudo de análise estrutural floresta ombrófila densa de terra não explorada também encontrou *E. coriácea* como a espécie de maior importância relativa, podemos inferir que tal espécie é de extrema relevância na composição florística da área inventariada, visto que, está presente em todas as tipologias.

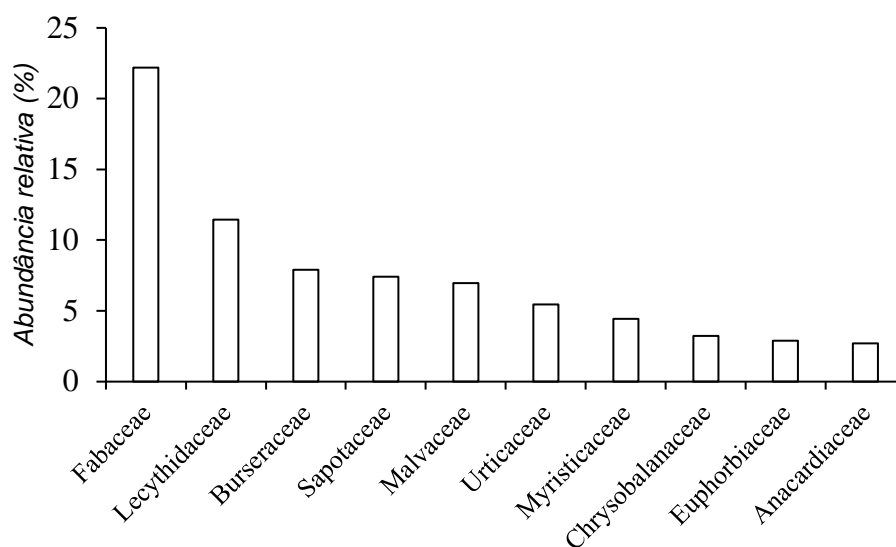
A maioria das espécies ocorreu em baixas densidades por hectare, o que confere a essas espécies menor importância na vegetação. Esse conhecimento em termos de densidade absoluta (ind ha<sup>-1</sup>) possibilita a construção de sistema de manejo sustentável, tal como melhores tratamentos silviculturais visando estimular e regularizar a regeneração das comerciais e potenciais raras e de baixa densidade absoluta (SOUZA et al., 2006)

**Tabela 5.** Valores fitossociológicos das 10 espécies de maior IVI do estrato 3 da Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada.

ABs= Abundância Absoluta; ABr= Abundância Relativa (%); DoA= Dominância Absoluta; DoR= Dominância Relativa (%); Fab= Frequência Absoluta; FaR= Frequência Relativa (%); IVI= Índice de Valor de Importância (%)

Nome científico	N	g	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Protium crenatum</i> Sandwith	581	0,05	0,10	7,2	4,55	9	90	0,33	2,03	32,19
<i>Virola michellii</i> Heckel	516	0,06	0,01	6,4	4,04	9	90	0,39	2,39	32,14
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	775	0,11	0,37	9,6	6,06	8	80	1,08	6,62	30,89
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	355	0,05	0,63	4,4	2,78	7	70	0,22	1,36	24,71
<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	226	0,03	1,09	2,8	1,77	7	70	0,09	0,57	24,11
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	387	0,19	2,44	4,8	3,03	6	60	0,92	5,67	22,90
<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	226	0,17	0,77	2,8	1,77	6	60	0,48	2,93	21,57
<i>Inga macrophylla</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	323	0,02	2,93	4	2,53	6	60	0,08	0,51	21,01
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T.D. Penn.	291	0,17	0,11	3,6	2,27	5	50	0,62	3,80	18,69
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	258	0,14	2,53	3,2	2,02	5	50	0,45	2,76	18,26

**Figura 7.** Abundância relativa das famílias no Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Explorada



#### 4.1.3 Floresta Secundaria (FS)

Esta floresta abrange uma área de 37,95 hectares (14,19%) do total inventariado. Nela foi mensurado um total de 541 indivíduos, perfazendo 437 indivíduos por hectare, tendo sido identificadas 122 espécies e 40 famílias. Os parâmetros fitossociológicos encontrados estão apresentados na Tabela 6.

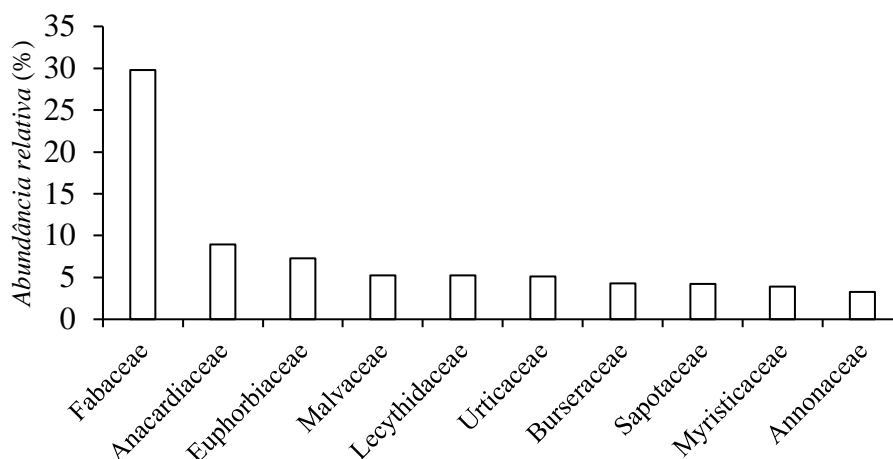
A espécie *Inga calantha* e *Tapirira guianensis* apresentaram o maior valor de importância, o qual foi influenciado, principalmente, pela sua elevada abundância relativa (ind.ha<sup>-1</sup>). Araújo et al. (2007) assegurou que essa espécie é frequente em floresta secundaria, em seu trabalho em uma área de transição na Amazônia Mato-grossense este gênero *Inga* apresentou o maior número de espécies, assim como, no presente estudo.

**Tabela 6.** Valores fitossociológicos das 10 espécies de maior IVI do estrato 1 da Floresta Secundaria

Nome científico	N	g	G	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Dipteryx polyphylla</i> Huber	1130	0,20	6,84	14	6,25	10	100	2,74	13,47	39,91
<i>Pentaclethra maculosa</i> (Willd.) Kuntze	1969	0,04	2,28	24,4	10,89	10	100	0,91	4,49	38,46
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	968	0,09	2,62	12	5,36	10	100	1,05	5,16	36,84
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	1130	0,16	5,75	14	6,25	9	90	2,30	11,32	35,86
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. Ex Rottb.) Warb.	1033	0,13	4,08	12,8	5,71	9	90	1,63	8,02	34,58
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. Ex A.Juss) Müll.Arg.	549	0,13	2,20	6,8	3,04	9	90	0,88	4,33	32,45
<i>Allantoma lineata</i> (Mart. ex O.Berg) Miers	904	0,11	3,10	11,2	5,00	8	80	1,24	6,10	30,37
<i>Macrobim trifoliolado</i>	936	0,05	1,49	11,6	5,18	7	70	0,59	2,92	26,03
<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	710	0,10	2,29	8,8	3,93	6	60	0,92	4,51	22,81
<i>Parahancornia fasciculata</i> (Poir.) Benoist	194	0,26	1,55	2,4	1,07	5	50	0,62	3,04	18,04

ABs= Abundância Absoluta; ABr= Abundância Relativa (%); DoA= Dominância Absoluta; DoR= Dominância Relativa (%); Fab= Frequência Absoluta; FaR= Frequência Relativa (%); IVI= Índice de Valor de Importância (%).

**Figura 8.** Abundância relativa das famílias do estrato 1 da Floresta Secundaria.



## 4.2 DIVERSIDADE

De acordo Gama et al. (2003), em trabalho realizado em uma floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará, encontrou um índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) para a vegetação estudada foi 2,68, valor esse inferior ao encontrado nesse estudo. No entanto, Maués et al. (2011) encontrou valores altos do índice de Shannon ( $H'$  nat./indivíduo=4,8) em uma floresta de várzea na área de proteção ambiental ilha do Combu. O índice de diversidade de Shannon ( $H' = 3,02 \text{ nat.ind}^{-1}$ ) foi similar ao valor registrado por Batista e Jardim (2013).

Entretanto Macedo (1996) para floresta de várzea não-explorada no estuário amazônico obteve um  $H' = 2,76$ . Diante disso é possível analisar que os valores de diversidade são influenciados pelo histórico da área. Tais valores similares indicam que algumas espécies estão com altas densidades e outras com baixo número de indivíduos, e os valores acima desses são devidos à inclusão de outros hábitos além do arbóreo (MAUÉS et al., 2011)

O índice de diversidade de Shannon da FDE foi (3,09) valor este que está abaixo dos limites esperados para florestas tropicais, que variam de 3,83 a 5,85 (KNIGHT, 1975), e inferior ao valor obtido por Dionisio et al. (2016), em seu estudo de fitossociologia de um fragmento de floresta nativa no município de Caroebe/RR, ( $H' = 3,39$ ). Salomão et al. (2007), avaliando florestas exploradas em Altamira e Vitória do Xingu ( $H' = 4,04$  e  $H' = 3,86$ , respectivamente).

Já para FDNE verificou-se ( $H' = 3,2$ ) e o índice de Uniformidade de Pielou ( $J = 0,96$ ), Vieira et al. (2015) também encontraram valor superior de  $H'$  e  $H_{\text{máx}}$  para a floresta não manejada na comunidade de Santo Antônio, localizada no Pará, em um valor de 4,52 e 5,21, respectivamente.

De acordo com Santos e Jardim (2006), “a diversidade é comprovada pelo índice de equabilidade que é diretamente proporcional e que por sua vez correlaciona a diversidade e o maior valor que esta pode alcançar”, ratificando, dessa forma, com o que foi averiguado no presente estudo.

Na tipologia FS o índice de equabilidade de Pielou ( $J = 0,92$ ), encontrado nesse estudo, comprovado por outros estudos realizados na Amazônia, nesses, os valores variam de 0,75 a 0,92 (OLIVEIRA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2015). Esta alta uniformidade está relacionada à homogeneidade de abundância entre as espécies amostradas, seguindo o padrão considerado normal em florestas tropicais secundárias, em suas fases intermediárias de sucessão (FONSECA et al., 2013). Os valores do índice de diversidade de Shannon e índice de Uniformidade de Pielou anteriormente podem ser observados na figura 4 abaixo. Para Santos e Jardim (2006), “a diversidade é comprovada pelo índice de equabilidade que é diretamente proporcional e que por sua vez correlaciona a diversidade e o maior valor que esta pode alcançar”, confirmando, por conseguinte, os resultados encontrados com no presente estudo.

**Tabela 7.** Valores de diversidade e uniformidade obtidos através dos índices de Shannon-Weaner e Pielou para na área florestal no município de Barcarena, Pará.

ESTRATOS	(H')	(J')
FDA	4,16	0,87
FDNE	4,37	0,92
FDE	4,29	0,91
FS	3,80	0,83

### 4.3 DISTRIBUIÇÃO DIAMETRICA

Quando considerados todos os estratos da floresta em estudo, a distribuição diamétrica, foi a seguinte: a função polinomial de segundo grau e a terceiro grau foram as que tiveram melhor ajuste, com base no baixo valor do erro padrão da estimativa recalculado apresentado por ela, tendo em vista que obteve-se os valores calculados do teste Qui-quadrado com 11,11 e 23,8 menor que o tabelado 25, portanto, a distribuição diamétrica observada da floresta segue a distribuição da função Polinomial, ou seja, significa que o número de indivíduos por hectare observado e estimado não diferem estatisticamente a 5% de significância, pelo teste. E esta, por conseguinte, apresentou uma boa aderência quando comparada com as demais gerando estimativa muito próxima aos valores reais.

Por conseguinte a função matemática que apresentou melhor ajustamento aos dados do estratos analisados, sendo recomendada para estudos da distribuição diamétrica, foi a função log

$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2$ , pelo fato de gerar medidas de precisão mais satisfatórias em relação aos demais, com o valor de  $R^2_{aj}$ , indicando que a equação explica 94,06% da variação de  $n^\circ$  de árv/há ; o  $S_{xy}\%$  indica que os valores de diâmetros estimados pela função oscilam, em média, 20,32% em relação aos valores médios reais; o resultado para o  $DMP\%$  mostra, a equação superestimando em apenas 20,3% os valores reais de  $n^\circ$  de árv/há e coeficientes significativos com p valor  $< 0,001$ . E esta, por conseguinte, apresentou uma boa aderência quando comparada com as demais gerando estimativa muito próxima aos valores reais.

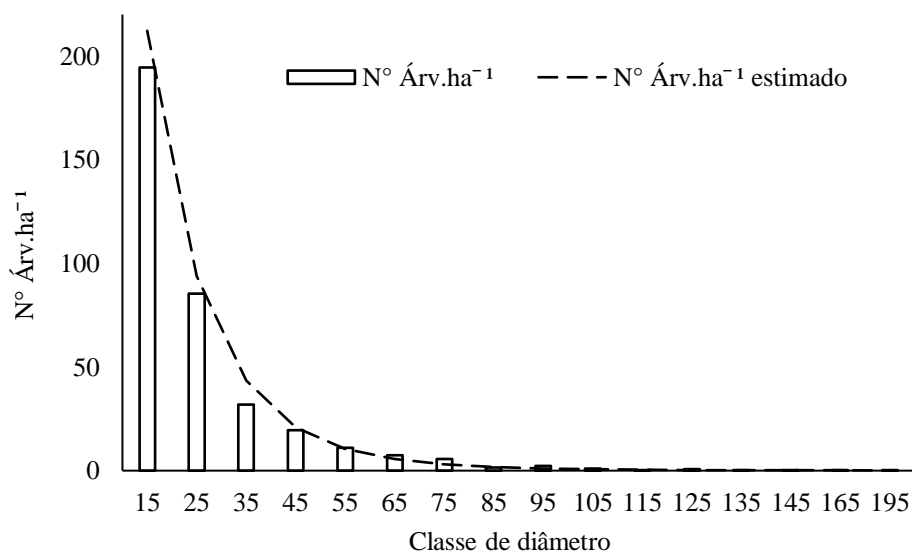
Por meio dos resultados das estatísticas de ajuste e precisão, as funções com melhor desempenho apresentaram altos valores de  $R^2_{aj}\%$ , e valores relativamente menores  $S_{yxr}\%$ , sendo semelhantes aos estudos encontrados por Machado *et al.* (2009a) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba. No entanto, algumas FDP, apresentaram valores muito altos para  $s_{yxr}\%$ , os quais podem ser atribuídos à baixa frequência média nas classes diamétricas. Téó et al. (2015), afirma que algumas FDP, em alguns casos, apresentaram valores muito altos para  $s_{yxr}\%$ , como a grande maioria do estudo, tais erros podem ser atribuídos à baixa frequência média nas classes diamétricas.

Convém salientar que, por meio dos critérios citados acima, observa-se que a pierlot apresentou o pior desempenho para descrever a distribuição diamétrica quando considerados todas as funções testadas, pois, teve os ajustes menos precisos com um  $S_{yxr}\%$  424,08, a função hiperbólica é relativamente nova e foi introduzida na área florestal por Leite et. (2010).

Diante de tal resultado é importante ressaltar que o procedimento adotado para estimação dos parâmetros das funções influencia na descrição do ajuste da mesma, outro ponto relevante é a escolha dos intervalos para agrupar os dados de diâmetro entre as classes, que também influencia numa boa ou não distribuição.

Santos et al. (2016), afirmam que uma das justificativas para o baixo desempenho no ajuste da distribuição pode estar relacionado por ambas às funções apresentarem baixa flexibilidade aos dados observados por depender apenas de dois parâmetros (média e desvio padrão), outro fator é provavelmente o método usado para obtenção dos parâmetros das funções, que acaba por sua vez influenciando no ajuste e o tipo de curva que o modelo apresentará.

**Figura 9.** Gráfico da Distribuição por classe diamétrica geral em função do  $n^\circ$  de árv/ha por classe de diâmetro.



A estrutura diamétrica da floresta em estudo foi caracterizada por árvores de pequeno porte nas menores classes de diâmetro, indicando tendências de distribuição balanceada. Fato esse que é atribuído a alta capacidade de regeneração das espécies vegetais. Portanto, o conhecimento sobre a estrutura diamétrica de uma floresta tem sido uma importante ferramenta na tomada de decisão de áreas com potencial de corte de madeira de forma sustentável e um elemento imprescindível para auxiliar na construção de um plano de manejo (SANTOS et al., 2016).

**Tabela 8.** Valores das medidas de precisão das funções de probabilidade de diâmetros ajustadas aos dados do Geral, da Floresta, localizado no município de Barcarena, PA ( $b_i$ = coeficientes de regressão estimados;  $R^2_{aj}\%$ = Coeficiente de determinação ajustado;  $Syxr\%$ = Erro padrão da estimativa em porcentagem recalculado;  $Syx\%$  = Erro padrão da estimativa  $DMP\%$ = Desvio médio percentual;  $F$ = valor calculado do teste F;  $V^{(1)}$ = erro padrão da estimativa em porcentagem ; \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p\ valor \leq 0,01$ )).

Nº	Equações	Coefficientes	valor-P	$R^2_{aj}\%$	$Syxr\%$	$DMP\%$	F	$X^2$
1	$\log y = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 2,20231$	< 0,001	88,74	143,44	44,29	119,2**	199
		$b_1 = -0,0204$	< 0,001					
2	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2$	$b_0 = 2,89334$	< 0,001	94,06	20,32	20,3	119,8**	11,1
		$b_1 = -0,03919$	< 0,001					
		$b_2 = 0,00009$	0,0028					
3	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2 + b_3 x_3^3$	$b_0 = 2,51212$	< 0,001	94,37	35,32	16,77	84,8**	23,8
		$b_1 = -0,02116$	0,176					
		$b_2 = -0,00011$	0,4947					
		$b_3 = 0$	0,2154					
4	$N = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 77,71534$	0,003	33,02	183,66(1)	3504,77	8,39**	335,4
		$b_1 = -0,59594$	0,0117					



5	$\log y = b_0 + b_1 \log x_1$	$b_0 = 6,79639$	$< 0,001$	90,48	424,08	36,08	143,48**	254,2
		$b_1 = -3,44694$	$< 0,001$					

As medidas de precisão dos modelos ajustados em todos os estratos da floresta apresentaram valores de coeficiente de determinação ( $R^2_{aj.}$ ) variando de 33,02 a 94,37%; com erro padrão da estimativa em percentagem ( $S_{y_{rx}}$ ) variando de 20,32 % a 424,08. Todos os modelos ajustados apresentaram F altamente significativo, evidenciando a existência de regressão, ou seja, as variáveis respostas podem ser estimadas através da(s) variável(is) independente(s) dos diferentes modelos ajustados.

Por meio dos resultados das estatísticas de ajuste e precisão, as funções com melhor desempenho apresentaram altos valores de  $R^2_{aj.}$ , e valores relativamente menores  $S_{y_{rx}}$ , sendo semelhantes aos estudos encontrados por Machado *et al.* (2009) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba. No entanto, algumas FDP, apresentaram valores muito altos para  $s_{y_{rx}}$ , os quais podem ser atribuídos à baixa frequência média nas classes diamétricas. Téó *et al.* (2015), afirma que algumas FDP, em alguns casos, apresentaram valores muito altos para  $s_{y_{rx}}$ , como a grande maioria do estudo, tais erros podem ser atribuídos à baixa frequência média nas classes diamétricas.

**Tabela 9.** Valores das medidas de precisão das funções de probabilidade de diâmetros ajustadas aos dados do estrato 1, Floresta Secundaria, localizado no município de Barcarena, PA ( $b_i$ = coeficientes de regressão estimados;  $R^2_{aj.}$ = Coeficiente de determinação ajustado;  $S_{y_{rx}}$ = Erro padrão da estimativa em porcentagem recalculado;  $S_{yx}$ % = Erro padrão da estimativa DMP%= Desvio médio percentual; F= valor calculado do teste F; V;  $(1)$ = erro padrão da estimativa em percentagem ; \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p \text{ valor} \leq 0,01$ )).

Nº	Equações	Coeficientes	valor-P	$R^2_{aj.}$	$S_{y_{rx}}$	DMP%	F	$X^2$
1	$\log y = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 1,97382$	$< 0,001$	78,13	205,65	36,62	43,8**	1024,7
		$b_1 = -0,01653$	$< 0,001$					
2	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2$	$b_0 = 2,94292$	$< 0,001$	98,12	61,71	3,314	315,7*	14,7
		$b_1 = -0,04337$	$< 0,001$					
		$b_2 = 0,00014$	$< 0,001$					
3	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2 + b_3 x_3^3$	$b_0 = 2,51212$	$< 0,001$	94,36	62,03	2,873	213,5*	29,7
		$b_1 = -0,02116$	0,1760					
		$b_2 = -0,00011$	0,4947					
		$b_3 = 0$	0,2154					
4	$N = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 101,7574$	0,0171	23,99	199,6	-854,5	4,78*	185
		$b_1 = -0,83985$	0,0512					
5	$\log y = b_0 + b_1 \log x_1$	$b_0 = 5,95409$	$< 0,001$	96,34	39,3	7,02	316,91*	69,1
		$b_1 = -2,926$	$< 0,001$					

Denota-se que as funções 1 e 4 no ranqueamento apresentaram os piores ajustes aos dados, na qual a análise do teste do  $X^2$  demonstrou que os valores estimados pelas funções pré-selecionadas diferem estatisticamente dos valores reais de altura, onde os valores calculados (1024,7 e 185,0) de  $X^2$  foram superiores ao valor tabelado (21), houve aceitação da hipótese alternativa ( $H_1$ ), que as frequências estimadas pelas funções não seguem a distribuição observada. Fato este comprovado pela superestimativa do DMP.

Uma das justificativas para o baixo desempenho no ajuste da distribuição pode estar relacionado por ambas às funções apresentarem baixa flexibilidade aos dados, outro fator é provavelmente o método usado para obtenção dos parâmetros das funções, que acaba por sua vez influenciando no ajuste e o tipo de curva que o modelo apresentará. Em contrapartida, a função 5 foi que melhor se ajustou aos dados para esse estrato analisado, sendo acompanhada pela função 2, as duas funções obtiveram os melhores valores do erro padrão da estimativa recalculado (39,3 e 61,71) tais também apresentaram maiores coeficientes de determinação, sendo estes de 98,12 e 96,34, respectivamente. Os valores de coeficientes de determinação calculados estão em um limite aceitável de utilização.

Apesar da função 5 ter apresentado a melhor precisão do ajuste, não é possível ser recomendada em virtude dos elevados valores do erro padrão da estimativa ( $Syxr\%$ ) apresentado por ela. O bom ajuste destas funções pode ser justificado possivelmente pelos coeficientes bem mais consistentes para as estimativas da distribuição diamétrica. A escolha dos intervalos para agrupar os dados de diâmetro entre as classes, que também influencia numa boa ou não distribuição.

**Tabela 10.** Valores das medidas de precisão das funções de probabilidade de diâmetros ajustadas aos dados do estrato 2, Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme Não explorada, localizado no município de Barcarena, PA

Nº	Equações	Coefficientes	teste t	R <sup>2</sup> aj. %	Syx %	DMP %	F		
1	Log N= b0 + b1 X1	b0 =	2,15181	< 0,001	88,89	111,31	19,54		
		b1 =	-	0,01878				< 0,001	97,05 *
2	Log N= b0 + b1 X1 + b2 X2 <sup>2</sup>	b0 =	2,65968	< 0,001	93,54	26,78	10,17		
		b1 =	-	0,03465				< 0,001	87,9 *
		b2 =	0,00009	0,0136693 66					
3	Log N= b0 + b1 X1 + b2 X2 <sup>2</sup> + b3 X3 <sup>3</sup>	b0 =	2,36863	0,0001108 3	93,52	66,26	9,04		
		b1 =	-	0,2858463 26				58,7 **	
		b2 =	0,01903	-					0,6046215 39

		b3 =	0,3501546 0,00000 08					
4	$N = b_0 + b_1 X_1$	b0 =	74,5742 4	0,0036454 66	37,82	150	684,72	8,29 **
		b1 =	- 0,66514	0,0149453 15				
5	$\text{Log } N = b_0 + b_1 \log X_1$	b0 =	5,67973	< 0,001	90,96	153,83	16,05	121,77 **
		b1 =	- 2,75436	< 0,001				

Na análise das funções pré-selecionados, os coeficientes de determinação das cinco apresentam valores que variaram de 37,82% a 93,54%, somente a função 4 apresentou um resultado não satisfatórios para modelagem da distribuição diamétrica levando em consideração o  $R^2_{aj}$ . e quanto ao erro padrão da estimativa em percentagem diferenças são grandes entre os valores, os mesmos estão variando de 26,78 a 153,8 %. Téó et al. (2015) ajustou modelos de distribuição diamétrica de um fragmento de floresta ombrófila mista em Lebon Régis, SC e obteve por meio dos resultados das estatísticas de ajuste e precisão, altos valores de  $R^2_{aj}$ . Em vista disso, os coeficientes de determinação gerados através da modelagem dos dados para o estrato 2 do presente estudo foram satisfatórios, com exceção da função 4, sendo estes inferiores ao encontrados no trabalho citado.

Portanto, a Função Polinomial de Grau 2, apresentou melhores resultados, considerando os critérios estatísticos na modelagem da distribuição diamétrica, tendo  $R^2_{aj}$  Superior aos demais,  $S_{yxr}\%$  na faixa de 26,78%, DMP próximo de zero e distribuição residual não tendenciosa para o estrato 2. Com isto, está função é recomendada para estimativa dos diâmetros.

Para esta função o valor  $X^2$  calculado (14,07), menor que o valor tabelado (21), ou seja, não houve diferença significativa entre os valores observados e os estimados pela FDP. Este teste foi utilizado para verificar se os números de indivíduos por hectare observados não são diferentes dos estimados a um nível de 5% de probabilidade de confiança.

**Tabela 11.** Valores das medidas de precisão das funções de probabilidade de diâmetros ajustadas aos dados do estrato 3, Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme explorada, localizado no município de Barcarena, PA

Nº	Equações	Coefficientes	valor-P	$R^2_{aj}\%$	$S_{yxr}\%$	DMP%	F	$X^2$
1	$\log y = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 1,93465$ $b_1 = -0,00617$	< 0,001 < 0,001	76,1	37,7	4,68	36,02**	93,9
2	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2$	$b_0 = 1,99354$ $b_1 = -0,0145$ $b_2 = 0,00007$	< 0,001 0,0027 0,0388	83,9	30,52	2,7	29,6**	53
3		$b_0 = 2,36863$	0,0001	95	21,08	0,75	58,7**	18,6

	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2 + b_3 x_3^3$	$b_1 = -0,01903$ $b_2 = -0,00011$ $b_3 = 0$	0,2858 0,6046 0,3502					
<b>4</b>	$N = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 89,16206$ $b_1 = -0,67412$	< 0,001 0,0098	45,35	41,04	7,32	10,13**	-0,1
<b>5</b>	$\log y = b_0 + b_1 \log x_1$	$b_0 = 2,09537$ $b_1 = -0,37505$	< 0,001 < 0,001	93,16	24,53	1,34	150,90**	28

Com base nos critérios estatísticos utilizados anteriormente foi constatado que a função matemática que apresentou melhor ajustamento aos dados no estrato 3, foi a função 3 sendo recomendada para distribuição diamétrica da área em estudo, pelo fato de gerar medidas de precisão mais satisfatórias em relação aos demais, com o valor de  $R^2_{aj}$ . Isto indica que a equação explica 95 % que de todas as variações que ocorrem na variável dependente são de responsabilidade deste modelo; o  $S_{xyr}\%$  indica que os valores de diâmetros estimados pela equação variam, em média, 21,8% em relação aos valores médios reais.

**Tabela 11.** Valores das medidas de precisão das funções de probabilidade de diâmetros ajustadas aos dados do estrato 4 Floresta Ombrófila Densa Aluvial, localizado no município de Barcarena, PA.

Nº	Equações	Coefficientes	valor-P	$R^2_{aj}\%$	$S_{xyr}\%$	DMP%	F	$X^2$
<b>1</b>	$\log y = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 2,65164$ $b_1 = -0,02693$	< 0,001 < 0,001	91,05	16,14	-12,98	82,4 **	12,2
<b>2</b>	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2$	$b_0 = 1,99354$ $b_1 = -0,0145$ $b_2 = 0,00007$	0,0003 0,0521 0,5262	90,29	18,21	-13,07	38,21**	6,6
<b>3</b>	$\log y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2 + b_3 x_3^3$	$b_0 = 2,42333$ $b_1 = -0,00243$ $b_2 = -0,00063$ $b_3 = 0$	0,0268 0,9665 0,5937 0,5398	89,28	19,59	-11,66	23,20**	13
<b>4</b>	$N = b_0 + b_1 x_1$	$b_0 = 157,08611$ $b_1 = -2,025$	0,0023 0,0082	60,54	94,17	-300,9	13,27	71,1
<b>5</b>	$\log y = b_0 + b_1 \log x_1$	$b_0 = 5,75859$ $b_1 = -2,73340$	< 0,001 0,0001	87,52	118,6	21,43	57,10**	76,1

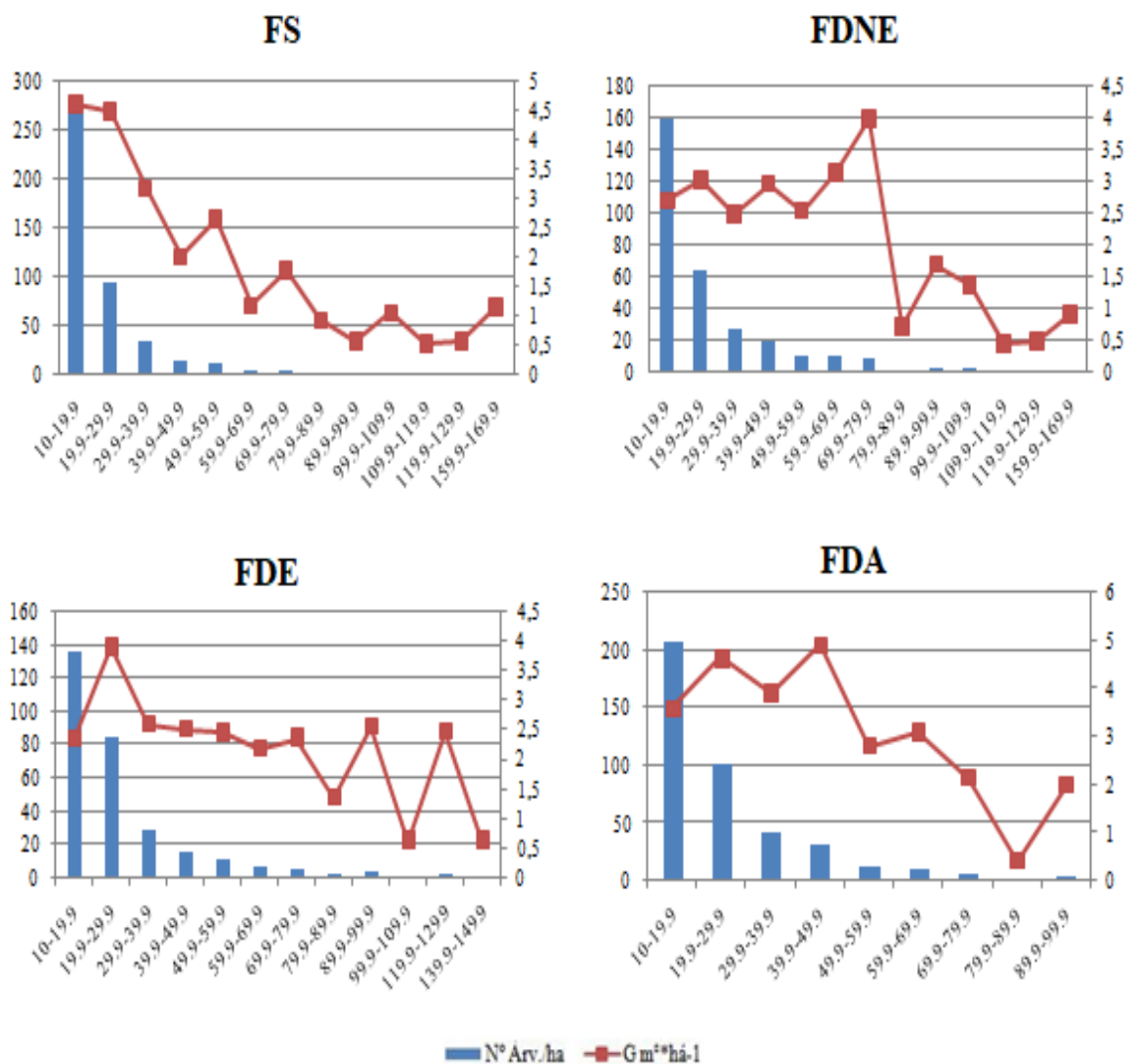
Ao se aplicarem os critérios utilizados para a seleção das funções, verificou-se que a melhor estimativa do nº de árv/ha dos estratos analisados foi a função matemática  $\log y = b_0 + b_1 x_1$ , com  $R^2_{aj}$  indicando que 91,05% da variação nº de árv/ha é explicada pela equação selecionada; o resultado de  $S_{xy}\%$  mostra que os valores de estimados pela equação oscilam, em média, em torno de 16% em relação aos valores reais; o DMP% mostra que a equação superestima em 12,2% os valores reais de nº de árv/ha e coeficientes significativos com p valor < 0,001. Portanto nesse para este estrato está é a função recomendada.

A particularidade de ajuste gerada pela função exponencial desenvolvida neste estrato difere do observado em estudos conduzidos por Téo et. Al., (2015) de modelagem da distribuição diamétrica de um fragmento de floresta ombrófila mista em Lebon Régis, SC no qual, a função exponencial, apresentou o pior desempenho com um  $S_{yx}$ % de 30,61.

No entanto tal resultado, é muito semelhante aos encontrados no trabalho de Gama et al. (2003), no qual foi observado que a função matemática que melhor desenvolveu foi a exponencial por apresentar os melhores desempenhos, com valor muito alto de  $R^2_{aj}$  e valor baixo para  $S_{yx}$  (%) resultados esses semelhantes ao encontrado nesse estudo.

Tal função é considerada flexível pelo fato de seus parâmetros serem facilmente correlacionados com características da floresta e pela simplicidade de ajuste, é importante salientar que a mesma é amplamente utilizada na área florestal (CAMPOS; LEITE, 2013).

**Figura 10.** Gráfico da distribuição por classe diamétrica das tipologias em função do n° de árv/há e G ( $m^2/há^{-1}$ ).



Observa-se que no gráfico de FS, há uma grande quantidade de indivíduos jovens, consequentemente, mais finos, porém com um alto valor de área basal. Isso é explicado pelo fato de que apesar de jovens, são muitos os indivíduos finos ocupando uma área. Assim como existem poucos indivíduos mais grossos e que apresentam valores menores de área basal, o que pode ser explicado pelo fato de que são poucos os indivíduos mais grossos. Porém, ainda assim, existem indivíduos grossos que tem elevada área basal, isso ocorre porque o grau de ocupação destes é grande. A mesma explicação pode ser dada para indivíduos no intervalo entre 69,9 e 79,9 cm de DAP, em FDNE. Estes apresentam alto grau de ocupação por não serem tão finos e ocuparem uma área expressiva.

Para o gráfico de FDE, existem poucos indivíduos em uma classe intermediária de DAP, o que pode ser explicado pela própria exploração da floresta, afinal, uma área não explorada, como em FDNE, os indivíduos nessa mesma classe intermediária de DAP, têm altos valores de área

basal. Para a FDA, são muitos indivíduos finos e poucos grossos, com a maior área basal em um intervalo intermediário de DAP.

## 5 CONCLUSÃO

A hipótese de que a distribuição diamétrica não é balanceada em cada tipologia florestal foi refutada. As tipologias florestais estudadas apresentaram padrão típico de distribuição para florestais naturais, com maior concentração de indivíduos nas classes de diâmetros iniciais, configurado uma curva do tipo decrescente. Mesmo, tendo ocorrido o processo de antropização a florestas se mantêm balanceadas.

A diversidade da floresta é alta, visto que foram encontradas famílias predominantes na maioria das florestas amazônicas.

Dessa Forma, trabalhos como este devem ser realizados constantemente visando introduzir e avaliar a eficiência de outras funções densidade de probabilidade para a descrição da distribuição diamétrica de povoamentos em florestas inequiâneas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 4, p. 513-524, 2004.

AMARAL, P.; NETO, M. A. Manual Florestal Comunitário na Amazônia Brasileira: Situação Atual, Desafios e Perspectivas. Brasília: **Instituto Internacional de Educação do Brasil – IIEB**, 2002.

ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian Caatinga - A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, p. 15-28, 2007.

BAAR, R.; CORDEIRO, M. R.; DENICH, M.; FÖLSTER, H. Floristic inventory of secondary vegetation in agricultural systems of East-Amazonia. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 3, p. 501-528, 2004.

BARROS, P. L. C. de. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira**. Curitiba, 146p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. 1986.

BATISTA, F. J.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura da regeneração natural arbórea de uma floresta de várzea na Reserva Extrativista Chocoaré-Mato Grosso, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 3, p. 139-145, 2013.

BATISTA, F. J. **Análise florística e estrutural de florestas de várzea da Resex Chocoré-Mato Grosso, Pará, Brasil**. 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

BINOTI, D. H. B; LEITE, H. G; NOGUEIRA, G. S; SILVA, M. L. M; GARCIA, S. L. R; CRUZ, J. P. Uso da função Weibull de três parâmetros em um modelo de distribuição diamétrica para plantios de eucalipto submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p.147-156, 2010.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; LONGHI, S. J.; LONGHI, R. V.; BIALI, L. J. Composição das categorias sucessionais na estrutura horizontal, vertical e diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista Montana. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 4, p. 350-358, 2016.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2013. 605p.

CARIM, M. J. V.; JARDIM, M.A.G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientiae Forestalis**, v.36, n.79, p.191-201, 2008.

CARIM, S.; SCHWARTZ, G.; SILVA, M. F. F. da. Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. **Acta bot. Bras**, v. 21, n. 2, p. 293-308, 2007.



CARVALHO, J. O. P. de. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal.** In: **Curso de manejo florestal sustentável**, 1, Curitiba. Tópicos em manejo florestal sustentado. Colombo. Embrapa- CNPF, p.43-58, 1997.

CARVALHO, J. O. P. de. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará.** 1982. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1982.

CHAGAS, C. A. N. **O mito da cidade aberta: vila dos cabanos, urbanização e planejamento urbano na Amazônia.** Belém: GAPTA/UFPA, 2013.

CLAY, J. W.; SAMPAIO, P.T.B; CLEMENT. C.R. **Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização.** 1º ed. Manaus/AM. INPA. 409 p. 2000.

COELHO, R. de F. R.; ZARIN, D. J.; MIRANDA, I. S.; TUCKER, J. M. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no município de Castanhal, Pará. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 33, n. 4, p. 563-582, 2003.

CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I. V. T.; SANTOS, S.A.; GALON, L. Phytosociological Surveys: Tools for Weed Science? **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 469-482, 2013.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 247-260, 2013.

COSTA, G. F.; SALLA, L.; MARENCO, R. A. Trocas gasosas e potencial hídrico em *Carapaguianensis* Aubl. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 156- 158, 2007.

COTTAM, G.; CURTIS, J.T. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, Durhan, v.37, p.451-460, 1956.

CRESPI, B. GUERRA, G. A. D. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém- PA. **Rev. Bras. De Agroecologia**. v. 8, n. 3, p. 176-189, 2013.

CURTIS, J. T.; McINTOSH, R. P. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. **Ecology**, v. 32, p. 476-496, 1951.

CYNEIROS, V. C.; AMORIM, T. de A.; MENDONÇA JUNIOR, J. de; GAUI, T. D; MORAES, J. C. R. de; BRAZ, M. D.; MACHADO, S. do A. Distribuição Diamétrica de espécies da Floresta ombrófila densa no sul do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p.1-10, 2017.

DARRIGO, M. R.; VENTICINQUE, E. M.; SANTOS, F. A. M. dos. Effects of reduced impact logging on the forest regeneration in the central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 360, p. 52–59, 2016.

DIONISIO, L. F. S.; FILHO, O. S. B.; CRIVELLI, B. R. de S.; GOMES, J.F.; OLIVEIRA, M. H. S. de; CARVALHO, J. O. P. de. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Revista agro@mbiente on-line**, v. 10, n. 3, p. 243-252, 2016.

DESP, Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Estatística municipal: Barcarena. Belém: IDESP, 2011.

EBLING, A. A.; PELISSARI, A. L.; ABRAO, S. F.; BAMBERG, R. Prognose da estrutura diamétrica de remanescente de floresta com Araucária utilizando a função densidade de probabilidade Weibull. **Agroambiente**, v. 8, p. 112-118, 2014.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 1988a. 67 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas do solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1988b. 54 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 3).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. **Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy**. 6.ed. Washington, D.C., 1994. 306 p

ESTIGARRIBIA, F.; APARÍCIO, W. C da. S.; GALVÃO, F. G.; PEREIRA, L. C. B.; GAMA, R. C. Estrutura da vegetação de fragmentos florestais no Campus da Universidade Federal do Amapá – Brasil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 3, p. 17-22, 2017.

FELFILI, J.M. & REZENDE, R.P. 2003. Conceitos e métodos em fitossociologia. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília

FERREIRA, D. L. N., SILVA, C. N., LOPES, L. H. **Sensoriamento remoto e análise multitemporal da ocupação humana e do uso do solo no município de Barcarena-PA (2000-2009)**. In: NAHUM, JO. S. (org). Dinâmicas territoriais e políticas no município de Barcarena no Estado do Pará. Belém: Açáí, 2011, p. 105-125.

FINEGAN, B. 1992. **Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforestia. Turrialba: Centro Agronomico Tropical de investigacion y Ensenanza- CATIE**, 153p.

FONSECA, S. N.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. Estrutura e Diversidade da Regeneração Arbórea em uma Floresta Secundária Urbana (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 307 - 315, 2013.

GAMA VASCONCELLOS, J.; ALVARENGA, S. B.; BENTES, M. G. de M.; SOARES, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003.

GAMA VASCONCELOS, J.; ALVARENGA, S. B.; BENTES, M. G. de M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 559-566, 2002.

GOFF, F. G.; WEST, D. Canopy understory interactions effect on forest populations structure. **Forest Science**. V. 21, n. 2, p. 98-108. 1975.

GONZAGA, A. L. **Madeira**: uso e conservação. Brasília: IPHAN/MONUMENTA, 2006. 246 p.

GUEDES, J.; KRUPK, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa do estado de São Paulo. **Acta Biológica Catarinense**, v. 3, n. 1, p. 12-24, 2016.

IBGE Diretoria de Geociências Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. MANUAL TÉCNICO DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA. **Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** - 2012.

. P. Forest e

KIMMINS, J **ecology**.New York: MacMillan, 1987. 531 p.

KNIGHT, Dennis H. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. **Ecological monographs**, v. 45, n. 3, p. 259-284, 1975.

KUCHLA, W. J.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R.; LISBOA, G. dos S. Florística, estrutura horizontal e distribuição diamétrica em área de transição de cerrado e floresta aluvial no município de Campos de Júlio – MT. **Ambiência Guarapuava**, v.11, n.1, p. 13 – 30, 2015.

LEITE, H. G. et al. Avaliação do ajuste das funções Weibull e hiperbólica a dados despovoamentos de eucalipto submetidos a desbaste. **Revista Árvore** , v.34, n.2, p.305-311, 2010.

LIMA, J. P. C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**. v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LOPES, J. do C. A.; CARVALHO, J.O.P; SILVA, J.N.M.; COUTINHO, S. C. 1989. **Composição florística de uma floresta secundária três anos após o corte raso da floresta primária**. Belém: Embrapa - CPATU, Boletim de pesquisa, 100. 25p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa:Plantarum, 2002. v.2, 368p.

MACEDO, D. S. M. S. **Estrutura e manejo de uma floresta de várzea do estuário amazônico**. 1996. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1996.

MACHADO, S. do A.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; NASCIMENTO, R. G. M.; TÉO, S. J.; MIGUEL, E. P.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R. da. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2428 - 2434, 2009.

MACHADO, S. do A.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M. AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; MENEGAZZO, C. S. Comparação dos parâmetros fitossociológicos entre três estratos de um fragmento de floresta ombrófila mista. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 365-372, jul./set. 2013.

MAGURRAN, A.F. 2004.**Measuring Biological diversity**. Blackwell, Oxford.

MAUÉS, B. A. R.; JARDIM, M. A. G.; BATISTA, F. J.; MEDEIROS, T. D. S.; QUARESMA, A. C. Composição florística e estrutura do estrato inferior da floresta de várzea na área de proteção ambiental Ilha do Combu, município de Belém, Estado do Pará. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 669-677, 2011.

MEYER, H. C. Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, Washington, DC, v. 50, p. 85 - 92, 1952.

MUELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974. 547 p.

NAGASHIMA, H. N. **Laboratório de Física I**. São Paulo: UNESP, 2010. 104 p.

NASCIMENTO, R. G.M.; MACHADO, S. do A.; FILHO, A. F.; HIGUCHI, N. Modelo de projeção por classe diamétrica para florestas nativas: enfoque na função probabilística de Weibull. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 70, p. 209-219, 2012.

NOGUEIRA, E.; NELSON, B.; FEARNSIDE, P. Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 208, p. 261-286, 2005

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R. M. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 627-642, 2008.

OLIVEIRA, A.A. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra firme: histórico com enfoque na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 30, n.4, p. 543-567, 2000.

OLIVEIRA, E. K. B. de.; NAGY, A. C. G.; BARROS, Q. S.; MARTINS, B. C.; MURTA JÚNIOR, L. S. Composição florística e fitossociológica de fragmento Florestal no sudoeste da Amazônia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 21 - 27, 2015.

ORELLANA, E.; FIGUEIREDO FILHO, A.; NETTO, S. P.; DIAS, A. N. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**. v. 38, p. 297-308, 2014.

PEREIRA, L. A.; PINTO SOBRINHO, F. de A.; COSTA NETO, S. V. da. Florística e estrutura de uma mata de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Rio Iratapuru, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 1, p. 113-122, 2011.

PIELOU, E. C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, v.10, n.2, p.370-383, 1966.

PUIG, H. **Floresta tropical úmida**. São Paulo: Ed. da UNESP, 2008. 496 p.

QUEIROZ, J. A. L. de. **Fitossociologia e distribuição diamétrica em floresta de várzea do estuário do Rio Amazonas no Estado do Amapá**. 101f. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

QUEIROZ, W. T. de; SILVA, M. L.; JARDIM, F. C. S.; VALE, R. VALENTE, M. D. R.; PINHEIRO, J. Índice de valor de importância de espécies arbóreas da floresta nacional do tapajós via análises de componentes principais e de fatores. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 47-59, 2017.

Rabelo, F.G.; Zarin, D.J.; Oliveira, F.A.; Jardim, F.C.S. 2000. Diversidade, composição florística e distribuição diamétrica do povoamento com DAP > 5 cm em região de estuário no Amapá. *Revista de Ciências Agrárias*, 37: 91–112.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 15 maio 2014.

RANGEL, M. S.; CALEGARIO, N.; MELLO, A. A. de; COSTA LEMOS, P. Melhoria na prescrição do manejo para floresta natural. **Cerne**, v. 12, n. 2, p. 145–156, 2006.

REIS, H.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de.; FILHO, A. T. de. O.; MELLO, J. M. de. Análise da composição florística, diversidade e similaridade de fragmentos de mata atlântica em Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 280-290, 2007.

RIBEIRO, F. C. P. **Palinórfos aquáticos (diatomáceas) em sedimentos lamosos de intermaré da praia de Itupanema, Município de Barcarena, Pará**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007. 76p. (Dissertação em Botânica Tropical).

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L.C. 1999. **Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus, INPA/ DFID.

RODRIGUES, A.L. et al. Dinâmica e modelagem autológica da distribuição da espécie invasora *Ligustrum lucidum* W. T. Ainton em floresta nativa. **Scientia Forestalis**, v.43, p.665-674, 2016.

SALOMÃO, R. de P.; VIEIRA, I. C. G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N. de A.; ALMEIDA, S. S. de ; AMARAL, D. D. do; MENEZES, M. P. M. de. 2007. **The forests of Belo Monte on the great curve of the Xingu River, Eastern Amazon**. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, 2: 57-153.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 2. ed. Curitiba; Multi-Graphic e editora, 2009. 270 p.

SANTANA, A. C. et al. **Caracterização do mercado de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros da região Mamuru-Arapiuns**, 2009. (Relatório de Pesquisa, 1).

SANTOS, G. C dos; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**. v. 36, n. 4, p. 437 - 446, 2006.

SANTOS, M. V.; FERREIRA, E. A.; FONSECA, D. M. da; FERREIRA, L. R.; SANTOS, L. D. T.; SILVA, D. V. Levantamento fitossociológico e produção de forragem em pasto de capim-gordura. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 62, n.6, p. 561-567, nov-dez, 2015.

SANTOS, P. L. dos; RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A.; SILVA, J. M. L. da; SANTOS, E. da S.; ROLIM, P. A. M. **Zoneamento agroecológico do município de Barcarena, Estado do Pará**. 1 ed. 35p. Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 156. 2003.



SANTOS, G. C.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 437-446, 2006.

SANTOS, R. O.; ABREU, J. C.; LIMA, R. B.; APARÍCIO, P. S.; SOTTA, E. D.; LIMA, R. C. Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v.6, n.2, p.24-31, 2016.

SAWCZUK, A. R.; FILHO, A. F.; DIAS, A. N.; WATZLAWICK, L. F.; STEPKA, T. F. Alterações na estrutura horizontal, no período de 2002-2008, em floresta ombrófila mista no centro-sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 149-160, jan.-mar., 2014.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. 2. ed. rev. e ampl.-Santa Maria: Facos, 2009. 294 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393 p

SHANLEY, P.; MEDINA, G. 2005. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, IMAZON. 300 pp.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W., 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana. University of Illinois Press. 117pp.

SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SANTOS, N. T.; AZEVEDO, C. P. Structure of 15 hectares permanent plots of terra firme dense forest in Central Amazon. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 603-615, 2016.

SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S.; COLPINI, C.; TRAVAGIN, D. P.; HOSOKAWA, R. T.; SCOLFORO, J. R. S. Prognose da produção de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. pela aplicação

da função de distribuição Sb de Johnson. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 853-863, set./out. 2011.

SILVA-LUZ, C. L., PIRANI, J. R. 2015. **Anacardiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4408>>.

SOARES, C. P. B., PAULA NETO, F. de., SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2013, 322p.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. de; LEITE, H. G.; YARED, J. A. G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.75-87, 2006.

STEPKA, T. F.; LISBOA, G. S.; KURCHAIDT, S. S. Funções Densidade de Probabilidade para a estimativa da distribuição diamétrica em povoamento de Eucalyptus sp na região centrosul do Paraná. **Ambiência**, v. 7 n.3, p. 429-439, 2010.

TÉO, S. J.; MARCON, F.; SCHNEIDER, C. R.; SANTOS, F. B.; CHIARELLO, K. M. A.; FIORENTIN, L. D. Modelagem da distribuição diamétrica de um fragmento de floresta ombrófila mista em Lebon Régis, SC. **Floresta** (online), v. 45, p. 337-348, 2015.

THOMAS, C.; ANDRADE, C. M.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 16, n. 3, p. 319-327. 2006.

UBIALLI, J. A; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. do A; ARCE, J. E. Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense. **Acta amazonica**.v. 39, n. 2, p. 305 – 314, 2009.

VALÉRIO, A.F.; WATZLAWICK, L.F.; SAUERESSING, D.; PUTON, V.; PIMENTEL, A. Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma Floresta Ombrófila Mista Montana, município de Irati, PR – Brasil. Revista. Acadêmica. **Ciência. Agrária**, v. 6, n. 2, p. 137-147. 2008.

VIEIRA, D. dos S; GAMA, J. R. V; OLIVEIRA, M. L. R de; RIBEIRO, R. B. da S. Análise Estrutural e Uso Múltiplo de Espécies Arbóreas em Florestas Manejadas no Médio Vale do Rio Curuá-Una, Pará. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 3, p. 465 – 476, jul./set. 2015.

WHITMORE, T.C. 1984. **Tropical rain forest of the far east**. (2.ed.) Oxford- England: Oxford Clarendon. Press, 226p.

Whitmore. T.C. 1990. **An Introduction to tropical rain forests**. Oxford University Press, New York.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L.; WORBES, M. Trees species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 8, p. 1334-1347, 2006.