



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



RENAN DA CUNHA RIBEIRO

**ABUNDÂNCIA E RARIDADE DE ESPÉCIES EM UMA FLORESTA
OMBROFILA ABERTA COM BAMBU NO ESTADO DO ACRE**

Belém– Pará

2018



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



RENAN DA CUNHA RIBEIRO

**ABUNDÂNCIA E RARIDADE DE ESPÉCIES EM UMA FLORESTA
OMBROFILA ABERTA COM BAMBU NO ESTADO DO ACRE**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Botânica tropical

Orientadora: Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda

Belém - Pará

2018

RENAN DA CUNHA RIBEIRO

**ABUNDÂNCIA E RARIDADE DE ESPÉCIES EM UMA FLORESTA
OMBROFILA ABERTA COM BAMBU, NO ESTADO DO ACRE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre

Orientadora: Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda

Aprovado em: 26 de fevereiro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda - Orientadora
Universidade Federal Rural da Amazônia

Dr. Antônio Elielson Sousa Rocha - 1º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi

Dr. João Ubiratan Moreira dos Santos - 2º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi

Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim - 3º Examinador
Museu Paraense Emílio Goeldi

AGRADECIMENTOS

A Deus por toda força e saúde concedida.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) pela oportunidade de formação nessa Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida e apoio à pesquisa.

Ao Grupo de Pesquisa Biodiversidade da Amazônia (BIOAMA) pela infraestrutura concedida, ensinamentos e tirada de dúvidas.

A minha orientadora, Prof^a Dr^a. Izildinha de Souza Miranda, pelos questionamentos, orientações e ensinamentos que foram fundamentais para a construção deste trabalho.

A minha Mãe pelo apoio emocional, moral e investimento financeiro na minha trajetória acadêmica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Representação gráfica da Lei da Frequência proposta por Raunkiaer (1918). Fonte: Modificado de Raunkiaer (1918)..... | 16 |
| Figura 2 - Principais modelos de abundância: a) o modelo geométrico; b) o modelo lognormal; c) o modelo da logsérie; d) o modelo da vara quebrada ("brokenstick"). Fonte: Whittaker (1965)..... | 18 |
| Figura 3 - Modelo para análise da abundância e raridade proposto por Hubbell (2013). A figura representa a abundância e raridade das 306 espécies de árvores e arbustos encontradas em 50 ha da floresta da Ilha do Barro Colorado, no Panamá. Fonte: Hubbell (2013)..... | 20 |
| Figura 4 - Localização da Flona do Macauã no Estado do Acre, Brasil. Os triângulos vermelhos indicam as localidades estudadas..... | 24 |
| Figura 5 - Boxplot da porcentagem de espécies raras no estrato 1 (Árvores) (A) e Estrato 2 (Arvoretas) (B) encontradas nos métodos de Hubbell, Martins e Kageyama; a linha horizontal dentro de cada caixa representa a média dos dados enquanto os vértices (dobradiças) representam o desvio padrão. As duas semirretas (bigodes) que saem de cada um dos lados opostos da caixa, ligam cada vértice aos valores mínimos e máximos do conjunto de dados os quais representam a amplitude dos mesmos..... | 28 |
| Figura 6 - Boxplot da porcentagem de espécies comuns encontradas nos diferentes estratos utilizando o método de Hubbell; a linha horizontal dentro de cada caixa representa a média dos dados enquanto os vértices (dobradiças) representam o desvio padrão. As duas semirretas (bigodes) que saem de cada um dos lados opostos da caixa, ligam cada vértice aos valores mínimos e máximos do conjunto de dados os quais representam a amplitude dos mesmos..... | 29 |
| Figura 7 - Boxplot da porcentagem de espécies raras encontradas nos diferentes estratos utilizando o método de Kageyama; a linha horizontal dentro de cada caixa representa a média dos dados enquanto os vértices (dobradiças) representam o desvio padrão. As duas semirretas (bigodes) que saem de cada um dos lados opostos da caixa, ligam cada vértice aos valores mínimos e máximos do conjunto de dados os quais representam a amplitude dos mesmos..... | 29 |
| Figura 8 - Padrão de distribuição de espécies comuns pelo método de Hubbell (A) e raras pelos três métodos (B)..... | 31 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Padrões de raridade e abundância relatados por Rabinowitz <i>et al.</i> (1986) para espécies na flora britânica e por Pitman <i>et al.</i> (1999) para o Parque Nacional Manu na Amazônia peruana..... | 19 |
| Tabela 2 - Localização dos transectos inventariados na FLONA do Macauã..... | 24 |
| Tabela 3 - Riqueza (No. de espécie) e abundância (No. de indivíduos) encontradas nos dois estratos dos 15 hectares inventariados na FLONA do Macauã, Estado do Acre..... | 27 |
| Tabela 4 - Porcentagem de espécies comuns e raras das árvores e arvoretas encontradas nos 15 hectares inventariados na FLONA do Macauã, Estado do Acre. Média e Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Variação (CV), valores do teste de normalidade de Shapiro-Wilk (S-W) e sua probabilidade (p)..... | 27 |
| Tabela 5 - Porcentagem média de Espécies comuns e raras nos dois diferentes estratos da área como um todo (15 hectares)..... | 30 |
| Tabela 6 - Comparação da porcentagem média de Espécies comuns e raras nas parcelas de 1 ha e nos 15 ha como um todo..... | 30 |

RESUMO

As espécies não possuem a mesma abundância nas comunidades ecológicas. Um padrão quase universal que vem sendo mostrado na literatura é que poucas espécies são comuns dentro de uma determinada área, outras moderadamente comuns e a grande maioria são espécies raras. Contudo, definir raridade e abundância ainda gera muita controvérsia no meio científico; esses conflitos configuram um sério problema, pois os resultados produzidos podem tanto refletir diferenças reais nos padrões de abundância e raridade quanto simplesmente serem apenas objetos de diferenças metodológicas. O presente trabalho visa determinar os padrões de abundância e raridade das espécies arbóreas de uma floresta ombrófila aberta com Bambu, localizada na Floresta Nacional do Macaúã (FLONA), no estado do Acre, utilizando para isso três medidas de raridade que serão analisadas sobre os dados de 15 diferentes hectares, inventariados em dois estratos florestais, constituídos por indivíduos com $CAP \geq 30$ (Estrato 1, árvores) e indivíduos que possuem $10 \leq CAP < 30$ (Estrato 2, arvoretas). Foi comparada a abundância e raridade entre três métodos de análises (Hubbell, Martins e Kageyama) e entre os dois estratos, além de comparar os resultados obtidos com resultados extraídos de vários inventários florísticos da Amazônia. Para descrever a abundância e raridade, foi realizada uma análise estatística descritiva. Para comparar a abundância e raridade entre os métodos e os dois estratos florestais foram realizadas uma análise de variância, em nível de 5%. Nos transectos foram inventariadas 513 e 8561 indivíduos. O método de Kageyama apresentou maior porcentagem de espécies raras em comparação ao método de Hubbell e Martins, tanto para árvores quanto para arvoretas. Os estratos apresentaram similares porcentagens de espécies comuns pelo método de Hubbell, único método aplicado para analisar espécies comuns. Ao considerar uma só lista de espécies, somando os 15 hectares inventariados, a porcentagem de espécies raras foi bastante similar entre os métodos de Hubbell e Kageyama, tanto no estrato 1 quanto no estrato 2; contudo, usando o método de Martins a porcentagem de espécies raras foi bem inferior. Existe diferença entre as porcentagens médias de espécies raras e comuns, por hectare, e os 15 ha, com se fosse uma área contínua. As médias por ha foram maiores que a soma dos 15 ha. Ao comparar com outras áreas da Amazônia, as porcentagens médias de espécies comuns encontradas variou muito; o método de Martins mostrou uma porcentagem de espécies menor do que Hubbell, enquanto o método de Kageyama uma porcentagem maior. O método de Hubbell, além de separar as espécies comuns das intermediárias e raras, foi também mais equilibrado frente aos demais métodos analisados.

Palavras-chave: Amazônia, Árvores, Densidade, Dominância

ABSTRACT

Species do not have the same abundance in ecological communities. An almost universal pattern that has been published in the literature and that few species are common within a given area, others moderately common and a great majority are rare species. However, defining rarity and abundance still generates much controversy in the scientific milieu; These conflicts are a serious problem, because the results produced can both reflect the actual differences in the patterns of abundance and rarity or simply are merely objects of methodological differences. The aim of this work is to determine the abundance and rarity patterns of tree species in an open tropical forest with bamboo, located in the Macauã National Forest (FLONA), in the state of Acre, using data of 15 different hectares inventoried in two forest strata, constituted by individuals with circumference at breast height ≥ 30 (Stratum 1, trees) and individuals with $10 \leq$ circumference at breast height < 30 (Stratum 2, sapling). We compared abundance and rarity in three methods of analysis (Hubbell, Martins and Kageyama) and between the two strata, in addition to comparing the results obtained with results extracted from several floristic inventories of the Amazon. To describe abundance and rarity, a descriptive statistical analysis was performed. In order to compare the abundance and rarity between the three methods and the two forest strata, a variance analysis was performed, at a level of 5%. At the transects, 513 species and 8561 individuals were inventoried. The Kageyama method presented a higher percentage of rare species compared to the Hubbell and Martins method, both for trees and for saplings. The strata presented similar percentages of common species by the Hubbell method, the only method applied to analyze common species. When considering a single list of species, considering the 15 hectares inventoried, the percentage of rare species was very similar between the Hubbell and Kageyama methods, both in stratum 1 and stratum 2; however, using the Martins method the percentage of rare species was much lower. There is a difference between the average percentages of rare and common species per hectare comparing to the 15 ha summed up as if it were a continuous area. The averages per ha were greater than the sum of the 15 ha. When comparing with other areas of the Amazon, the average percentages of common species showed great variation. The Martins method showed a percentage of species smaller than Hubbell, while Kageyama method showed the highest percentage. The Hubbell method, besides separating the common species of intermediate and rare, was also best in relation to the others analyzed methods.

Keywords: Amazon. Density. Dominance. Trees.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

| | |
|---|--------------------------------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. QUESTÕES, HIPÓTESES E OBJETIVOS | 13 |
| 2.1. Questões | 13 |
| 2.2. Hipóteses..... | 13 |
| 2.3. Objetivos..... | 13 |
| 2.3.1. Objetivo geral | 13 |
| 2.3.2. Objetivos específicos | 13 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 14 |
| 3.1. As florestas ombrófilas abertas com bambu | 14 |
| 3.2. Conceito de abundância e raridade | 15 |
| 3.3. Abundância e raridade dentro de um contexto histórico | 16 |
| 3.4. Causas relacionadas a abundância e raridade..... | 21 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 23 |
| 4.1. Área de Estudo..... | 23 |
| 4.2. Métodos de Amostragem | 24 |
| 4.3. Métodos de Análises | 25 |
| 5. RESULTADOS | 26 |
| 5.1 Descrição das amostras de 1 ha | 26 |
| 5.2. Abundância e raridade utilizando diferentes métodos | Erro! Indicador não definido. |
| 5.3. Abundância e raridade entre diferentes estratos | 27 |
| 5.4. Comparação entre transectos de 1 ha e a soma dos 15 há..... | 27 |
| 5.5. Padrão de raridade e abundância na Amazônia..... | 28 |
| 6. DISCUSSÃO | 30 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |

1. INTRODUÇÃO

As espécies não possuem a mesma abundância nas comunidades ecológicas. Um padrão que vem sendo mostrado na literatura é que em Florestas Tropicais poucas espécies são localmente comuns, outras moderadamente comuns e a maioria são raras (MAGURRAN, 2013). Essa dominância de poucas espécies vem se estabelecendo como uma das leis gerais da ecologia e poucas exceções são encontradas, o que a torna relevante para a realização de análises envolvendo a diversidade de espécies e outros parâmetros das comunidades (McGILL *et al.*, 2007). Esse fato também deixa claro que dentro de Florestas Tropicais Grande parte da diversidade ou riqueza de espécies é devido à presença de espécies raras e muito raras (HUBBELL, 2013).

O conhecimento sobre abundância e raridade tem implicações importantes para a política e conservação, planejamento, ações e para a gestão do espaço e uso de ferramentas de conservação, tais como as relações espécie-área, modelos de distribuição de espécies, monitoramento e medições alternativas para a biodiversidade (HEWITT; THRUSH; ELLINGSEN, 2016). Conhecer o nível de ameaça que as espécies sofrem após as ações humanas e quais espécies apresentam elevado grau de vulnerabilidade, facilitaria a determinação do nível de proteção que cada espécie deverá receber (JENKINS *et al.*, 2013). Por fim, descobrir as causas que levam as diferenças biológicas entre espécies raras e comuns podem ser determinantes para um entendimento mais aprofundado dos fatores ecológicos e evolutivos que geram padrões de raridade e, portanto, permitem maior eficácia no planejamento da conservação (FERREIRA *et al.*, 2015).

Definir raridade e abundância ainda gera muita controvérsia no meio científico, no contexto da biologia de populações e comunidades o termo raro é geralmente empregado no sentido de restrito e pode representar uma variedade de particularidades distintas, relacionadas a diversos parâmetros ambientais como abundância, distribuição geográfica, ocupação de habitat, persistência temporal, grau de ameaça, endemismo e distinção taxonômica (GASTON, 1994; LI *et al.*, 2015). Por outro lado, as espécies comuns geralmente são caracterizadas por possuírem elevada frequência, além de serem muito abundantes em comparação com espécies raras (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 2016).

Vários métodos para se medir a raridade tem sido utilizado na literatura, um deles foi proposto por Rabinowitz, (1981) quando sugeriu que a raridade poderia ocorrer sob combinações de três atributos ligados às espécies: a) amplitude geográfica (ampla ou estreita); b) especificidade de habitat (larga ou restrita); c) abundância local (abundante em certo lugar ou escassa em qualquer lugar). As combinações mais extremas de raridade (amplitude geográfica estreita, especificidade de habitat restrita e abundância escassa) são as espécies endêmicas. Nesse extremo de raridade, as espécies costumam estar muito próximas da extinção (RABINOWITZ, 1981). Pesquisas recentes que objetivam descrever padrões de raridade e abundância voltados a estudos de conservação têm seguido a metodologia de Rabinowitz (CAIAFA & MARTINS, 2010; FONTANA & SEVEGNANI, 2012; MATTHEWS; BORGES; WHITTAKER, 2014; FERREIRA *et al.*, 2015, HEWITT; THRUSH; ELLINGSEN, 2016).

Considerar as espécies raras com abundância média de até um indivíduo por hectare (≤ 1 ind. ha^{-1}) é um método mais simples e por isso, bastante aplicado para se determinar abundância de espécies em escalas locais, porém não se enquadrando nesse caso escalas maiores (MARTINS, 1991). Também para escala local, mas observando o sucesso genético das espécies, foi proposto que as espécies raras seriam aquelas com ≤ 5 ind. ha^{-1} (KAGEYAMA & LEPSCH CUNHA, 2001). Para a execução de um plano de manejo florestal sustentável são consideradas raras as espécies de árvores com ≤ 3 ind. $100 ha^{-1}$ da Unidade de Produção Anual, em cada Unidade de Trabalho, considerando apenas a abundância de indivíduos com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) superior ao Diâmetro Mínimo de Corte (SEMA PARÁ, 2015).

Hubbell (2013) propôs outra forma de se medir raridade comparando a abundância coletiva das espécies de árvores. Nesse caso as espécies são distribuídas em ordem de abundância, esse método classifica as primeiras espécies que em conjunto atingirem 50% da abundância total como sendo comuns as 50% menos abundantes como raras e o restante como espécies intermediárias. Usando esse método em uma escala superior a local, as espécies comuns são chamadas de espécies hiperdominantes (TER STEEGE *et al.*, 2013; HUBBELL, 2013). Outro termo que também vem sendo utilizado nesse contexto são as chamadas espécies Oligarcas ou Oligárquicas, conjunto limitado de espécies que se destacam pelos padrões de abundância e frequência representando a maioria dos indivíduos dentro de grandes áreas (ARELLANO *et al.*, 2017).

Essa disparidade de métodos e propostas para definir raridade e abundância configura um sério problema em relação ao estudo desses parâmetros, pois os resultados produzidos podem tanto refletir diferenças reais nos padrões de raridade e abundância em comunidades biológicas quanto simplesmente serem apenas objetos de diferenças na escala das observações ou de categorização desses parâmetros (GOERCK, 1997).

2. QUESTÕES, HIPÓTESES E OBJETIVOS

2.1. Questões

A raridade das espécies é dependente dos diferentes métodos de análise?

A raridade é a mesma nos diferentes estratos florestais?

A abundância e raridade das florestas ombrófilas abertas com bambu da FLONA de Macauã é similar à de outras florestas de terra firme na Amazônia?

2.2. Hipóteses

A definição de raridade depende do método de análise.

A raridade difere entre os estratos florestais.

A abundância e raridade das florestas ombrófilas abertas com bambu da FLONA de Macauã é similar à de outras florestas de terra firme na Amazônia.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo geral

Avaliar a abundância e raridade de dois diferentes estratos florestais utilizando três métodos de análises.

2.3.2. Objetivos específicos

Comparar abundância e raridade entre dois diferentes estratos florestais.

Comparar os resultados dos três métodos utilizados.

Comparar a abundância e raridade das florestas ombrófilas abertas com bambu da FLONA de Macauã com outras florestas de terra firme na Amazônia

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. As florestas ombrófilas abertas com bambu

A região amazônica representa a maior floresta tropical do mundo, cobrindo 5,3 milhões de km². Essa região engloba grande parte das florestas tropicais remanescentes no mundo, as quais, em sua maioria se encontram no Brasil, cobrindo uma área de mais de 3 milhões de km² (MMA, 2010). Muito de sua flora ainda permanece desconhecida mesmo com todos os inventários florísticos já realizados na região nos últimos anos (TER STEEGE *et al.*, 2013; SLIK *et al.*, 2015).

A Amazônia Brasileira é composta por diferentes fitofisionomias, entre elas a floresta ombrófila, antigamente denominada pluvial tropical (*Tropical Rain Forest*), essa floresta é caracterizada principalmente por suas chuvas abundantes e frequentes, além de uma vegetação composta por folhas largas e perenes. Estas florestas podem ser distinguidas em três tipos: a) Florestas ombrófilas densa, b) mista e c) aberta (IBGE, 2012).

As florestas ombrófilas abertas receberam essa denominação pelo projeto RADAMBRASIL e foram consideradas por anos como áreas de transição entre a floresta amazônica e áreas extra-amazônicas (VELOSO *et al.*, 1975), essas floresta recebem essa denominação devido aos claros, ocasionados por suas quatro faciações florísticas (com palmeiras, cipós, sororoca e bambu) que alteram a fisionomia ecológica da Floresta Ombrófila Densa, além de sua fitomassa e de seu fitovolume de recobrimento, que vão diminuindo gradativamente de densidade, apresentam um gradiente climático com mais de 60 dias secos por ano; ocorrem sobre terrenos areníticos do cenozóico e do terciário, geralmente revestidos por comunidades florestais com grande abundância de palmeira, bambu, cipó e/ou sororoca (IBGE, 2012); por isso, as faciações recebem o nome do grupo dominante.

No sudoeste da Amazônia Brasileira ocorrem extensas áreas de florestas nativas caracterizadas pela presença significativa de bambus especificamente do gênero *Guadua* *G. Weberbaueri* Pilgeee *G. sarcocarpa* Londoño & P. M. Peterson (OLIVIER & PONCY, 2009), a tal ponto que são conhecidas como florestas com bambu, popularmente chamadas de Tabocal. Essas florestas são encontradas em mais de 50% do estado do Acre e em parte do sudoeste do estado do Amazonas, sendo consideradas florestas ombrófilas abertas Submontanas, situadas acima de 100 m de altitude e algumas vezes chegando a cerca de 600 m (IBGE, 2012).

As florestas Ombrófilas Abertas com bambu apresentam estruturas caracterizadas por uma menor densidade de árvores, os bambus afetam fortemente a estrutura e dinâmica dessas florestas, enfraquecendo a habilidade competitiva de espécies com menor capacidade de adaptação, causando diminuição na densidade de árvores, área basal total, e riqueza florística (GRISCOM & ASHTON, 2006; GRISCOM; DALY; ASHTON, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2013). A diversidade de espécies de árvores pode ser até 60% menor do que em manchas de florestas sem bambu (SILVEIRA, 2001; GRISCOM; DALY; ASHTON, 2007; CARVALHO *et al.*, 2013).

A presença do bambu também reduz entre 29 e 39% a biomassa aérea da floresta e entre 30 e 50% a capacidade de armazenamento de carbono (MEDEIROS *et al.*, 2013). Mesmo restritas ao sudoeste da Amazônia, as florestas com bambu possuem grande relevância biológica principalmente na região do Acre, onde predominam; apesar disso, a insuficiência de estudos científicos para compreender sua dinâmica pode prejudicar os esforços locais de exploração florestal sustentável e comprometer a economia acreana, que tem hoje como carro chefe a exploração manejada de essências madeireiras nativas (FERREIRA, 2014).

3.2. Conceito de abundância e raridade

Um dos principais objetivos da ecologia é compreender os aspectos que determinam a distribuição e a abundância das espécies; espécies comuns são caracterizadas por apresentarem elevado índice de frequência e por serem muito abundantes, já as espécies raras são pouco abundantes e podem apresentar distribuição restrita e, às vezes, agregada (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 2016). O termo raro descreve um amplo arranjo de padrões de amplitude geográfica, preferências por habitat e tamanho populacional, que são os principais parâmetros para se medir raridade (CAIAFA, 2008).

Estudos sobre raridade e abundância normalmente geram controvérsia, desde o trabalho pioneiro de Rabinowitz (1981), pesquisas sobre as densidades populacionais e a distribuição espacial das espécies vêm crescendo consideravelmente (KUNIN & GASTON, 1993; HAY *et al.*, 2000; NASCIMENTO; LONGHI; BRENA, 2005; SOARES *et al.*, 2009; MATTHEWS; BORGES; WHITTAKER, 2014).

Em florestas tropicais, muitas espécies coexistem, porém, um padrão que vem se estabelecendo nessas florestas demonstra que a menor parte das espécies são comuns e a maior parte é rara e muito rara (PITMAN *et al.*, 2001). Nos últimos anos espécies

abundantes em escalas maiores que a local têm sido chamadas de Hiperdominantes (TER STEEGE *et al.*, 2013; HUBBELL, 2013; FAUSET *et al.*, 2015).

3.3. Abundância e raridade dentro de um contexto histórico

Questões envolvendo raridade e abundância tem sido conhecidas no meio científico desde os escritos de Alfred Russel Wallace em 1878, antes mesmo de a Ecologia ser reconhecida como ciência no início do século XX (HUBBELL, 2013).

O primeiro a estabelecer uma lei ecológica envolvendo essa questão foi Raunkiaer (1918); ele sumarizou os dados de frequência de diferentes estudos, em diversas áreas da Europa, e descobriu que se o número total de distribuições de frequência das espécies for dividido em cinco classes de frequências (considerando frequência como o percentual de parcelas onde a espécie ocorre), a distribuição de frequência das espécies será um J-invertido (Figura 1). Esse padrão encontrado por Raunkiaer passou a ser considerado como “Lei da Frequência”.

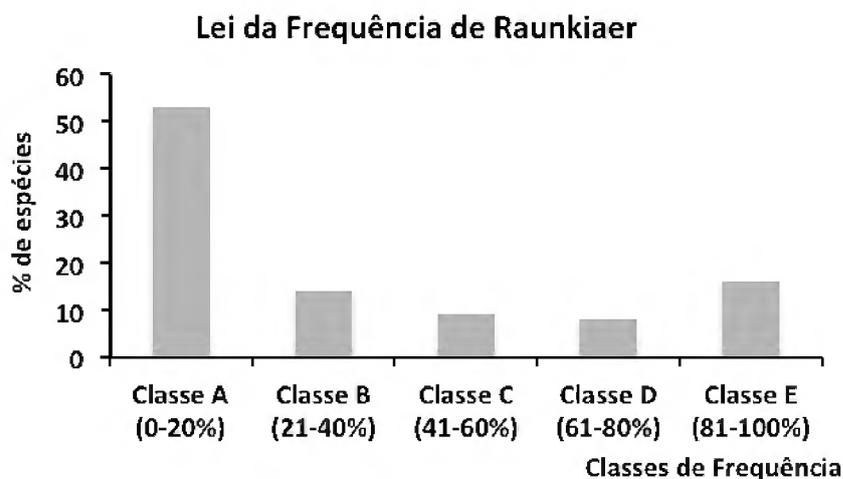


Figura 1. Representação gráfica da Lei da Frequência proposta por Raunkiaer (1918). Fonte: Modificado de Raunkiaer (1918).

Contudo, muitos autores criticaram a Lei da Frequência, especialmente por dois motivos: 1) porque a frequência nem sempre corresponde à abundância, especialmente para as espécies que apresentam algum grau de agregação; e, 2) por questões metodológicas, tais como o tamanho, tipo e o número de repetições das amostras, especialmente quando se considera diferenças entre os tipos vegetacionais (ROMELL, 1930; PRESTON, 1948; McINTOSHI, 1962). Utilizar o número de indivíduos e não a

frequência para análises de abundância e raridade foi então sendo considerada a forma mais complexa e segura para uma descrição matemática dos dados ecológicos (MAGURRAN, 2013).

Vários autores propuseram modelos matemáticos para descrever a abundância e raridade e os principais deles foram reunidos por Whittaker (1965), que considerou quatro tipos de modelos básicos (Figura 2): 1) o modelo geométrico proposto por Motomura, que melhor representa as comunidades que possuem uma espécie com grande abundância e baixa abundância para as demais espécies; 2) o modelo da logsérie proposto por Fisher e colaboradores, que melhor representa as comunidades com algumas espécies com grande abundância e a maioria das espécies com abundância muito pequena; 3) o modelo lognormal proposto por Preston, que representa bem as comunidades com poucas espécies com grande e pequena abundância e a maioria das espécies possui abundância intermediária; e, 4) o modelo da vara quebrada ("brokenstick") proposto por MacArthur, adequado às comunidades onde a abundância é semelhante entre as espécies, ou seja, a equibilidade é grande.

Determinar o que é raro ou abundante dentro de uma região ainda gera muitas controvérsias na literatura, Rabinowitz *et al.* (1986) determinaram raridade para plantas das ilhas britânicas com base em três parâmetros: a) tamanho da população local, b) preferência de habitat e c) distribuição geográfica. Tendo em vista esses três parâmetros, as espécies foram distribuídas em uma matriz de oito categorias possíveis, das quais sete categorias possuíam algum grau de raridade. Rabinowitz *et al.* (1986) mostraram que 36% das espécies não tiveram nenhum componente de raridade, sendo relativamente abundantes em uma variedade de habitats; e, entre as categorias de raridade, de longe, a mais importante foi a especificidade do habitat estreito (59% das espécies), seguido de pequena escala geográfico (15%) e tamanho da população local pequena (7%).

As espécies que apresentam ampla distribuição geográfica, baixa exigência de habitat e tamanho populacional grande são as menos raras ou vulneráveis, por outro lado, as espécies mais vulneráveis são aquelas que apresentam distribuição geográfica restrita, baixa plasticidade de habitat e pequeno tamanho populacional (CAIAFA & MARTINS, 2010).

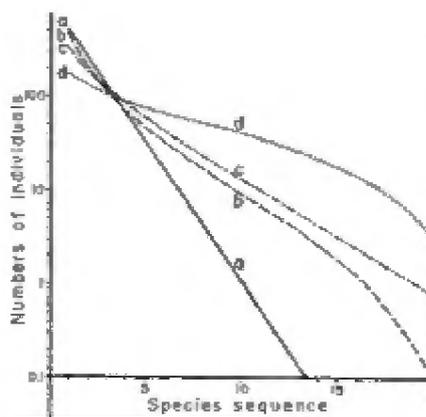


Figura 2. Principais modelos de abundância: a) o modelo geométrico; b) o modelo lognormal; c) o modelo da logsérie; d) o modelo da vara quebrada ("brokenstick"). Fonte: Whittaker (1965).

Em um estudo realizado no Parque Nacional de Manu, no Peru, Pitman *et al.* (1999) ampliaram a visão sobre a diversidade tropical, documentando precisamente a raridade de centenas de espécies de árvores tropicais. Os autores concluíram que a maioria das espécies de árvores na região são generalistas de habitat, ocorrem em grandes áreas da planície amazônica em baixas densidades, mas de grandes dimensões populacionais absolutas. Um indivíduo por hectare foi utilizado como a linha divisória entre abundância e raridade, ou seja, utilizaram uma medida de comparação que contrasta espécies com abundância média de $\leq 1 \text{ ind. ha}^{-1}$ com aquelas que possuem $> 1 \text{ ind. ha}^{-1}$, determinando assim a linha divisória entre abundância e raridade. Contudo, a metodologia utilizada por Pitman *et al.* (1999), para constituir as oito classes possíveis de raridade proposta por Rabinowitz *et al.* (1986) foi fortemente criticada por Ricklefs (2000), uma vez que o conceito de raridade muda nas diferentes escalas geográficas estudadas (Tabela 1). Apenas recentemente pesquisadores de áreas como ecologia e biogeografia vem intensificando pesquisas direcionadas a este assunto nas mais variadas escalas (HUBBELL *et al.*, 2008; HUBBELL, 2013; TER STEEGE *et al.*, 2003, 2013, 2016).

No trabalho de Hubbell *et al.* (2008) foi estimado para a Amazônia brasileira 11.210 espécies de árvores com ($\text{DAP} \geq 10$) e dessas, 3.248 espécies apresentam mais de 1 milhão de indivíduos, determinando um certo grau de dominância na região; em contraste, outras 5.308 espécies são representadas por menos de 10.000 indivíduos, por isso, consideradas raras, sendo que a metade dessas espécies, as mais raras, correm risco de serem extintas.

Tabela 1. Padrões de raridade e abundância relatados por Rabinowitz *et al.* (1986) para espécies na flora britânica e por Pitman *et al.* (1999) para o Parque Nacional Manu na Amazônia peruana. Fonte: Modificado de Ricklefs (2000).

| | Distribuição geográfica | | Ampla | | Estreita | |
|-------------------|-------------------------------|-----------------|-------|----------|----------|----------|
| | Amplitude de habitat | | Larga | Restrita | Larga | Restrita |
| Rabinowitz | Tamanho das Populações | Grandes | 36% | 44% | 4% | 9% |
| | | Pequenas | 1% | 4% | - | 2% |
| Pitman | Tamanho das Populações | Grandes | 78% | 14% | - | - |
| | | Pequenas | 6% | 2% | - | - |

No trabalho de Hubbell (2013) o autor apresentou a seguinte proposta para classificar as espécies em comuns, intermediárias e raras: primeiro, ordenar as espécies quanto à abundância, da mais abundante para a menos abundante; segundo, classificar 50% das espécies menos abundantes como raras; terceiro, classificar as espécies mais abundantes, que somam 50% de todos os indivíduos, como espécies comuns; quarto, classificar as demais espécies como intermediárias. Sobre os dados do inventário de árvores realizado sobre 50 ha, na Ilha do Barro Colorado, no Panamá, Hubbell (2013) encontrou 9 espécies comuns, o que representa apenas 0,03% das espécies, e 103 espécies raras (50% das espécies), o que compõem apenas 0,6% do total de indivíduos (Figura 3); os dados do Barro Colorado confirmam o amplo domínio em abundância de poucas espécies no ambiente florestal.

A dicotomia existente ao separar espécie com $> 1 \text{ ind.ha}^{-1}$ e espécies com $\leq 1 \text{ ind.ha}^{-1}$ configura o padrão mais utilizado na determinação de abundância e raridade em comunidades locais, porém esse método não é tão representativo em populações globais (HUBBELL, 2013). Espécies muito comuns (elevada densidade de indivíduos por área) não necessitam de grandes áreas, ao contrário, as espécies muito raras (baixa densidade de indivíduos por área) requerem áreas muito extensas (milhares de hectares) para a manutenção de sua população; Uma espécie no limite da raridade, que a literatura aponta como sendo de 1 árvore adulta por hectare, exige cerca de 500 hectares para representar uma população mínima, viável geneticamente (KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1998).

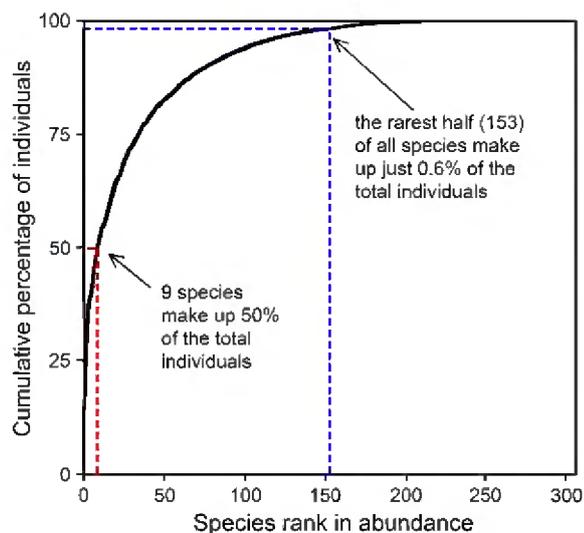


Figura 3. Modelo para análise da abundância e raridade proposto por Hubbell (2013). A figura representa a abundância e raridade das 306 espécies de árvores e arbustos encontradas em 50 ha da floresta da Ilha do Barro Colorado, no Panamá. Fonte: Hubbell (2013).

Em um estudo internacional mais abrangente, que envolve a Amazônia brasileira e da Guiana, Ter Steege *et al.* (2013) reuniram e padronizaram a abundância de ~ 5000 espécies arbóreas, identificadas em 1170 parcelas de uma rede internacional (Amazon Tree Diversity Network = ATDN), estimaram a abundância total de árvores com DAP \geq 10 em cerca de 390 bilhões de árvores distribuídas em torno de 16 mil espécies, das quais 227 espécies são responsáveis por possuírem aproximadamente metade de toda a abundância da região, essas espécies foram chamadas de espécies hiperdominantes; elas possuem grande distribuição geográfica, porém normalmente dominância restrita a uma ou duas regiões. Devido ao seu grande número de indivíduos devem persistir e se manter mesmo com a perda da biodiversidade, em contraste com aproximadamente 11 mil espécies mais raras, as quais representam em torno de 0,12% do total de árvores da região. Esse grande número estimado, de espécies raras, estão sob extrema ameaça de extinção, podendo desaparecer antes mesmo de serem observadas e descritas (TER STEEGE *et al.*, 2013).

Uma descrição sobre as tendências espaciais e temporais na acumulação dos dados de todas as espécies de árvores coletadas e depositadas em herbários foi descrita por Ter Steege *et al.* (2016). Os autores encontraram 530.025 coleções exclusivas de árvores da Amazônia, que datam entre 1.707 e 2.015, pertencentes a um total de 11.676 espécies, distribuídas em 1.225 gêneros e 140 famílias, apoiando com isso a estimativa

recente de 16.000 espécies de árvores amazônicas com base em dados da ATDN (TER STEEGE *et al.*, 2013).

As florestas da bacia amazônica mantêm a maior biodiversidade do planeta, porém o número de espécies de árvores nessa região permanece desconhecida, nenhuma lista de verificação de todas as árvores da Amazônia foi compilada, e estimativas do tamanho real dessa flora ainda são muito contestadas, já que os dados são escassos, embora as técnicas de extrapolação são abundantes (FAUSET *et al.*, 2015). As últimas estimativas tem apontado para aproximadamente 16.000 espécies (TER STEEGE *et al.* 2013); essa estimativa têm sido creditada como plausível por muitos autores (HUBBELL, 2013; BAKER *et al.*, 2014; PIMM *et al.*, 2014; FAUSET *et al.*, 2015; SLIK *et al.*, 2015., HARTE & KITZES, 2015), mas também sofre algumas críticas (RICKLEFS, 2015; FUNG; VILLAIN; CHISHOLM, 2015), em especial quando confrontado por estimativas não-paramétricas, que foram sugeridas por um revisor anônimo, que prevê consideravelmente menor diversidade de espécies de plantas na região: de 6000 a 7000, no caso de árvores amazônicas (FUNG; VILLAIN; CHISHOLM, 2015; RICKLEFS, 2015; TER STEEGE *et al.*, 2016).

3.4. Causas relacionadas a abundância e raridade

A ecologia de comunidades vem buscando entender quais características ecológicas são responsáveis por determinar a diferenciação das espécies em raras e comuns, já que essas informações ainda representam um desafio para a ecologia (LI *et al.*, 2015).

As principais causas apontadas para a grande abundância de indivíduos de uma espécie das florestas tropicais são: um grande investimento fisiológico, o sucesso reprodutivo, a alta capacidade de dispersão das sementes, e alta tolerância à variação ambiental, o que permite à espécie habitar ambientes bem diversificados (PITMAN *et al.*, 2001). Em uma floresta subtropical da China, Li *et al.* (2015) verificaram que as espécies cuja abundância aumentou em função do tempo apresentaram maiores taxas de fotossíntese, concentrações de fósforo e nitrogênio foliar, área foliar específica, condutividade hidráulica, potencial hídrico foliar na antemanhã e ponto de perda de turgescência em comparação às espécies cuja abundância permaneceu inalterada ou diminuiu.

Já a raridade das espécies de plantas tem sido atribuída a restrições imposta por requerimentos ambientais específicos para seu estabelecimento, a presença de

herbívoros e predadores de sementes, limitações na dispersão de sementes e competição interespecífica por recursos como nutrientes e luz (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 2016). Outra questão é o fato de as espécies raras serem mais susceptíveis a alterações ambientais, tanto devido ao fato de possuírem um pequeno tamanho populacional e, como consequência, maior chance de extinção, quanto à sua menor tolerância às condições microclimáticas associadas à ambientes alterados (MEIER; BRATTON; DUFFY, 1995).

4. MATERIAI E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional (FLONA) do Macauã, uma Unidade de Conservação de Manejo Sustentável, com área de 173.475 ha, criada através do Decreto 69.189/88 de 21 de junho de 1988, localizada no município de Sena Madureira, Estado do Acre, Brasil (Figura 4).

A FLONA do Macauã faz parte de um conjunto de Áreas Protegidas do Médio e Alto Purus com grande importância para a conservação de significativas amostras dos ecossistemas da ecorregião Sudoeste da Amazônia brasileira, englobando o Estado do Acre e a parte oriental do Estado do Amazonas, pertencente à grande área sedimentar que separa os Escudos das Guianas e do Brasil Central, onde afloram sedimentos mesozóicos e cenozóicos (MMA, 2016). Localiza-se na Depressão da Amazônia Central, num setor mais dissecado, onde realçam feições morfológicas do tipo colina e canais de drenagem poucos aprofundados, relevos ondulados ou suavemente ondulados (GATTO, 1991). É banhada pelo Rio Macauã, afluente do Rio Iaco, que por sua vez desemboca no Rio Purus. O Rio Macauã situa-se numa planície fluvial de área aplainada resultante de acumulação fluvial, periódica, geralmente comportando meandros abandonados com solos classificando-se como Podzólico vermelho amarelo eutrófico ou álico, com muita argila, de drenagem moderada a imperfeita (BRASIL, 1976).

O clima da região é caracterizado como tropical úmido, apresentando precipitação média anual entre 2000 e 2250 mm, com longa estação chuvosa, mas significativa estação seca, a temperatura média anual é entre 22 a 24°C, apresentando no inverno o fenômeno das friagens com fortes quedas de temperatura (temperatura mínima noturnas pode atingir 12°C; os meses de seca, entre maio e setembro, podem apresentar déficit hídrico, principalmente nos meses de julho e agosto (MMA, 2016).

A vegetação da FLONA do Macauã é classificada como Floresta ombrófila Aberta com Bambu (IBGE, 2012), situada acima de 100 m de altitude. As florestas ombrófilas abertas com bambu apresentam estruturas caracterizadas por uma menor densidade de árvores. (GRISCOM & ASHTON, 2003, GRISCOM; DALY; ASTON, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2013).

Em cada transecto foram medidas todas as árvores que apresentavam circunferência a altura do peito (CAP) maior ou igual a 30; esses indivíduos compuseram o estrato 1, ou estrato arbóreo. Dentro de cada transecto foi instalado um sub-transecto de 5 X 1000 m, onde foram inventariados todas as arvoretas que possuíam $10 \leq \text{CAP} < 30$; esses indivíduos compuseram o estrato 2, ou estrato das arvoretas.

A identificação das espécies foi realizada em campo por um parataxonomo e posteriormente as amostras botânicas foram enviadas para o Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), onde foram identificadas e herborizadas, sendo que as duplicatas foram depositadas no Herbário da Fundação Zoobotânica da Universidade Federal do Acre.

4.3. Métodos de Análises

A raridade das espécies foi analisada levando em consideração cada um dos hectares inventariados e também a área total dos 15 hectares. A porcentagem de espécies raras foi analisada considerando três medidas diferentes: (1) a medida de raridade proposta por Hubbell (2013) que considera raras 50% das espécies menos abundantes; (2) a medida amplamente utilizada no Brasil, que considera espécies raras como aquelas que possuem $\leq 1 \text{ ind. ha}^{-1}$ (MARTINS, 1991); e, (3) a medida proposta por Kageyama & Lepsch-Cunha (2001) que considera as espécies raras aquelas com $\leq 5 \text{ ind. ha}^{-1}$; esta medida será denominada apenas por Kageyama neste trabalho.

A abundância das espécies foi considerada apenas pelo método de Hubbell (2013), pois entre as três medidas, é o único que propõem uma medida para esse grupo de espécies, aquelas mais abundantes que irão compor 50% dos indivíduos.

Para descrever a abundância e raridade por hectare, foi utilizada uma análise estatística descritiva, considerando a média, desvio padrão e coeficiente de variação; a normalidade dos dados foi testada utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Para comparar os diferentes métodos de medição e estratos, foi utilizada uma análise de variância (ANAVA) a 5% de probabilidade de erro, utilizando os hectares inventariados como repetições. A análise descritiva também foi realizada para a área total dos 15 hectares. Todas as análises foram realizadas na plataforma R 3.3.1 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, AT).

Por fim, os resultados obtidos na FLONA de Macauã foram comparados com várias outras áreas de florestas ombrófilas da Amazônia (Apêndice 1).

5. RESULTADOS

5.1 Descrição das amostras de 1 ha

O estrato 1 (Árvores) apresentou um total de 358 espécies (105 ± 13.01 ; média \pm desvio padrão) e 5929 indivíduos (395 ± 85.90); o estrato 2 (Arvoretas) apresentou um total de 331 espécies (64.46 ± 8.86) e 3032 indivíduos (373 ± 70.53). A distribuição dos dados foi normal nos dois estratos estudados, tanto para a riqueza quanto para a abundância, segundo o teste de Shapiro-Wilk (Tabela 3).

Tabela 3. Riqueza (No. de espécie) e abundância (No. de indivíduos) encontradas nos dois estratos dos 15 hectares inventariados na FLONA do Macauã, Estado do Acre.

| Hectare | Estrato 1 (Árvores) | | Estrato 2 (Arvoretas) | |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | Riqueza | Abundância | Riqueza | Abundância |
| 1 | 109 | 387 | 72 | 262 |
| 2 | 96 | 396 | 57 | 150 |
| 3 | 94 | 422 | 60 | 172 |
| 4 | 116 | 383 | 69 | 229 |
| 5 | 115 | 457 | 78 | 289 |
| 6 | 134 | 607 | 86 | 373 |
| 7 | 100 | 248 | 54 | 157 |
| 8 | 113 | 417 | 61 | 206 |
| 9 | 108 | 349 | 66 | 169 |
| 10 | 120 | 346 | 64 | 140 |
| 11 | 91 | 284 | 59 | 124 |
| 12 | 110 | 316 | 55 | 113 |
| 13 | 88 | 404 | 64 | 243 |
| 14 | 89 | 476 | 65 | 236 |
| 15 | 102 | 437 | 57 | 169 |
| Média \pm DP | 105.66 \pm 13.01 | 395.26 \pm 85.90 | 64.46 \pm 8.86 | 202.13 \pm 70.53 |
| Shapiro-Wilk | 0.95 | 0.95 | 0.90 | 0.92 |
| (p-valor) | (0.61) | (0.62) | (0.12) | (0.23) |

5.2. Abundância e raridade utilizando diferentes métodos

As porcentagens de espécies comuns e raras apresentaram distribuições normais nos dois estratos e no caso das raras nos três métodos analisados. Nas arvoretas não foi possível aplicar o método de Martins e as porcentagens de espécies raras do método de Hubbell já é reduzido a 50% pelo próprio método, por isso não houve variação. Já a porcentagem de espécies comuns só pode ser determinada pelo método de Hubbell e variou mais no estrato das arvoretas (Coeficiente de Variação= C.V. = 32%), (Tabela 4).

No estrato das árvores o método de Kageyama apresentou maior porcentagem de espécies raras ($82,49 \pm 5,34$) em comparação ao método de Hubbell ($50,00 \pm 0,00$) e Martins ($37,99 \pm 5,76$) (ANAVA, $F= 253,6$, $p = 0,001$).

Entre as arvoretas também não houve similaridade entre os métodos em relação às espécies raras, nesse caso o método de Kageyama detectou maior porcentagem de espécies ($66,43 \pm 7,02$) em relação ao método de Hubbell ($50,00 \pm 0,00$) (ANAVA, $F= 75,15$, $p = 0,001$).

Tabela 4. Porcentagem de espécies comuns e raras das árvores e arvoretas encontradas nos 15 hectares inventariados na FLONA do Macauã, Estado do Acre. Média e Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Variação (CV), valores do teste de normalidade de Shapiro-Wilk (S-W) e sua probabilidade (p).

| Método | Média + DP | CV | S-W (p) |
|-------------------------|-------------|------|-------------|
| Árvores Comuns | | | |
| Hubbell | 15.42± 2.58 | 0.16 | 0.92 (0.24) |
| Árvores raras | | | |
| Hubbell | 50.00± 0 | 0 | - |
| Kageyama | 82.48± 5.33 | 0.06 | 0.95 (0.63) |
| Martins | 37.98±5.76 | 0.15 | 0.95 (0.64) |
| Arvoretas Comuns | | | |
| Hubbell | 16.15± 5.31 | 0.32 | 0.93 (0.36) |
| Arvoretas raras | | | |
| Hubbell | 50.00± 0 | 0 | - |
| Kageyama | 66.43± 7.02 | 0.1 | 0.95 (0.60) |

5.3. Abundância e raridade entre diferentes estratos

De acordo com o método de Hubbell os estratos apresentam similares percentagens de espécies comuns (ANAVA, $F= 1,03$, $p = 0,31$). A porcentagem de espécies raras é reduzida a 50% pelo próprio método.

Já no método de Kageyama os estratos não apresentaram similaridades para as espécies raras (ANAVA, $F= 49,64$, $p = 0,001$), sendo bem maior nas árvores ($82,48 \pm 5,33$) do que nas arvoretas ($66,43 \pm 7,02$)(Tabela 4).

5.4. Comparação entre transectos de 1 ha e a soma dos 15 ha

Ao considerar os 15 hectares inventariados somados, a porcentagem de espécies raras foi bastante similar entre os métodos de Hubbell e Kageyama, tanto no estrato 1

quanto no estrato 2; contudo, usando o método de Martins a porcentagem de espécies raras foi bem inferior (Tabela 5).

Ao comparar as porcentagens das espécies considerando a soma dos 15 transectos inventariados com a média encontrada por cada hectare, as porcentagens de espécies raras e comuns foram diferentes. Hubbell apresentou uma porcentagem média de espécies comuns maior nos transectos de 1 ha do que na soma dos 15 ha, tanto no estrato 1 (15, 42 vs. 9,2) quanto no estrato 2 (16,15 vs. 7,8) (Tabela 5). O mesmo ocorreu com as espécies raras, cuja porcentagem média foi maior na média de 1 ha do que na soma dos 15 ha; isso ocorreu tanto nos métodos de Martins quanto no método de Kageyama; e, tanto no estrato 1 quanto no estrato 2 (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação da porcentagem média de Espécies comuns e raras nas parcelas de 1 ha e nos 15 ha como um todo.

| Estratos | Espécies | Amostras | Métodos | | |
|-----------|----------|----------|---------|---------|----------|
| | | | Hubbel | Martins | Kageyama |
| Árvores | Comuns | 1 ha | 15.42 | - | - |
| | | 15 ha | 9.2 | - | - |
| | Raras | 1 ha | 50.0 | 37.98 | 82.48 |
| | | 15 ha | 50.0 | 15.64 | 46.08 |
| Arvoretas | Comuns | 1 ha | 16.15 | - | - |
| | | 15 ha | 7.8 | - | - |
| | Raras | 1 ha | 50.0 | - | 66.43 |
| | | 15 ha | 50.0 | - | 48.64 |

5.6. Padrão de raridade e abundância na Amazônia

Levando em consideração o método de Hubbell, as porcentagens médias de espécies comuns encontradas em diferentes florestas de terra firme na Amazônia variou muito (15.87 ± 6.88). Em relação às espécies raras as porcentagens de espécies do método de Hubbell já é reduzido a 50% pelo próprio método, e os métodos de Martins ($27,8 \pm 12,8$) e Kageyama ($59,5 \pm 24,3$) também variaram muito; contudo, o método de Martins mostrou uma porcentagem de espécies menor do que Hubbell, enquanto o método de Kageyama uma porcentagem maior (Figura 8; Apêndice 1).

Nenhum dos métodos mostrou relação significativa com o tamanho da área amostral. Hubbell para espécies comuns ($r = -0.17$, $p = 0.07$), Martins para espécies raras ($r = -0.07$, $p = 0.44$), Kageyama para espécies raras ($r = -0.18$, $p = 0.58$).

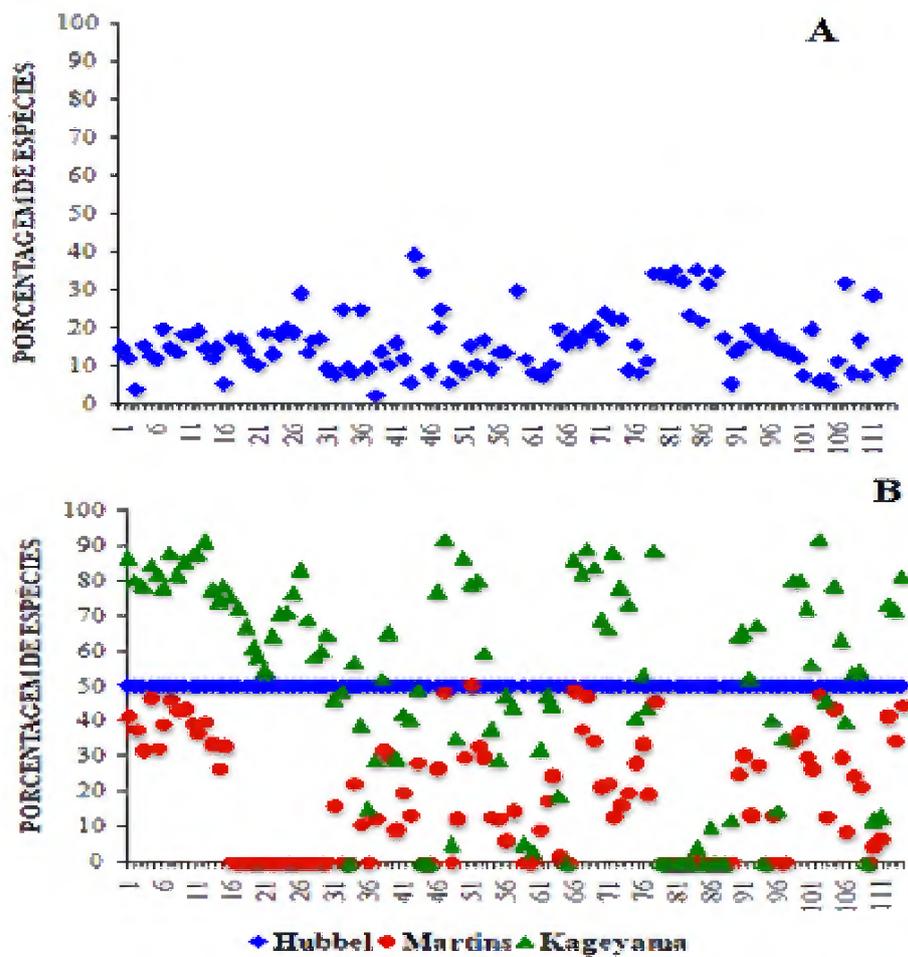


Figura 8. Padrão de distribuição de espécies comuns pelo método de Hubbell (A) e raras pelos três métodos (B).

6. DISCUSSÃO

Na FLONA do Macauã, o número de espécie coletados foram baixos em relação a outros estudos em florestas de terra firme na região amazônica; enquanto na Flona do Macauã foram encontrados uma média de 395 indivíduos e 106 espécies com DAP > 10, Oliveira & Amaral (2004) encontraram média de 771 indivíduos e 239 espécies na Estação Experimental ZF-2 em Manaus; Condé & Tonini (2013) encontraram 454 indivíduos e 165 espécies no município de Caracará, no estado de Roraima; Silva *et al.* (2014) encontraram 462 indivíduos e 123 espécies em Laranjal do Jarí, no Sudoeste do Estado do Amapá. O menor número de espécies e indivíduos pode ser devido a influencia do bambu na floresta, que enfraquece o poder de competição de muitas espécies, principalmente aquelas com baixa capacidade de adaptação, reduzindo assim a riqueza e a abundância de árvores no local (FERREIRA, 2014).

O bambu apresenta rápido crescimento e grande agressividade na ocupação do sub-bosque das florestas, especialmente naquelas naturalmente mais abertas, e isso está relacionado à ampla teia de rizomas sob o solo que, ao menor sinal de abertura no dossel da floresta, lançam seus numerosos colmos que irão ocupar rapidamente o espaço disponível, impedindo assim o crescimento de outras espécies e justificando a menor riqueza dessas florestas (SILVEIRA, 2001; GRISCOM; ASHTON, 2006; ROCKWELL *et al.*, 2014).

Comparando o estrato das arvores com outras áreas de florestas abertas com bambu do Estado do Acre, a FLONA do Macauã apresentou um número elevado espécies. Oliveira *et al.* (2015) encontraram uma média de 286 indivíduos e 65 espécies no município de Cruzeiro do Sul; Silveira (2001) encontrou 295 indivíduos e 96 espécies na Reserva Extrativista Chico Mendes no município de Xapuri; Almeida (2016) encontrou 179 indivíduos e 48 espécies na Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade. Embora a riqueza de espécies de arvores tenha sido maior na FLONA do Macauã, está dentro dos limites esperados para essas florestas, uma vez que a redução na diversidade de espécies de árvores em florestas com bambu varia entre áreas, podendo chegar a 60% em comparação com manchas de florestas sem bambu (SILVEIRA, 2001; GRISCOM; DALY; ASHTON, 2007; CARVALHO *et al.*, 2013).

A porcentagem de espécies comuns de Hubbell não difere entre os estratos, mas a variação é muito grande entre os diferentes tipos de florestas da Amazônia. Essa questão

pode estar relacionada à heterogeneidade de habitat a qual é considerada um dos principais fatores que influenciam a diversidade de espécies em comunidades naturais (TUOMISTO *et al.*, 2003). Variações entre sítios, principalmente em termos de regime hidrológico, solo, composição florística e estrutura da vegetação, definem paisagens heterogêneas em diferentes escalas espaciais (TEWS *et al.*, 2004). As florestas tropicais, em especial na Amazônia, são caracterizadas por apresentarem elevada diversidade e baixa similaridade de espécies entre locais, sendo isto associado ao pequeno número de espécies comuns entre escalas locais. Já diferença na riqueza e composição de espécies entre locais é atribuída à diversidade beta, resultante da heterogeneidade de habitats e da limitação de dispersão das espécies (MATOS; FERREIRA; SALOMÃO, 2013).

Na FLONA do Macauã assim como em outras florestas da Amazônia, o método de Hubbell mostrou uma porcentagem de espécies raras (50% das espécies) intermediária entre os métodos de Martins, que considera bem menos espécies raras, e o método de Kageyama, que considera bem mais espécies raras. Vários fatores podem ter influenciado esses resultados, tais como as condições específicas do transecto e a heterogeneidade de habitats na região (SILVA; DINIZ; MELO, 2010). A heterogeneidade do habitat pode também ter influenciado a maior variação encontrada no método de Kageyama.

A segurança na avaliação do que realmente está levando uma espécie a ser considerada rara, pode depender não somente do método que se utiliza para esse fim, mas também de outros parâmetros, como uma correta amostragem, perfeitamente randômica, que funcionaria como uma réplica acurada do universo estudado (PRESTON, 1948).

Um erro de amostragem, tanto sob o critério de inclusão de espécies como em relação ao aspecto espacial amostral, pode levar a interpretações bastante distantes do real padrão de abundância e raridade das espécies envolvidas. Uma espécie pode ser considerada rara simplesmente pelo fato de que o critério de inclusão não permitiu amostrar os seus indivíduos mais jovens, que podem ser até relativamente abundantes; ou por outro lado, pode ser considerada rara porque a área amostral não foi suficientemente grande para englobar um número de representantes que permitisse analisar criteriosamente seu real padrão de abundância e raridade (NEGRELLE, 2001).

Como o método de Martins é muito utilizado na literatura, e ele detecta bem menos espécies raras que os demais métodos, deve então ser considerado com cautela, uma vez que este método induz a uma menor preocupação com a conservação das

espécies, já que a grande maioria das espécies não são raras. Uma linha divisória entre abundância e raridade definida por 1 indivíduo por hectare, pode fornecer informações não tão precisas sobre a raridade de espécies em uma determinada área já que uma parcela para gerar informações realmente adequadas sobre a distribuição de espécies raras, teria que ser muito ampla ou bem maior do que em um hectare, de modo a obter resultados mais precisos sobre a real distribuição e abundância das espécies (FERREIRA *et al.*, 2015).

Os diferentes resultados apresentados por cada um dos métodos sugerem que a determinação da abundância e raridade de espécies não pode ser creditada somente a escolha e aplicação de um determinado método, já que vários são os fatores que determinam a raridade de uma espécie. Certas características individuais das espécies como, por exemplo, a biologia reprodutiva, habilidades para dispersão, competição, interação com as variáveis abióticas, podem ser capazes de determinar a raridade de uma maneira mais próxima da realidade do que um método utilizado de maneira inadequada (FONTANA; SEVEGNANI, 2012).

A determinação da raridade de uma espécie deve levar em consideração as características auto-ecológicas além de outros fatores como uma escala amostral adequada ou fatores relacionados à regeneração, por exemplo, associado a diversas outras questões podem ser fundamental para a real compreensão da abundância e raridade de espécies dentro de uma determinada área ou região ecológica (NEGRELLE, 2001).

Os resultados diferentes apresentados pelos métodos acabam gerando muitas dúvidas no que diz respeito as estimativas de raridade de espécies na Amazônia, e isso muitas vezes leva a incerteza em relação aos resultados de raridade na região, os quais acabam sendo considerados como aproximações brutas por causa dessas incertezas, por isso Hubbell (2013) sugeriu esse novo método, que realmente se mostrou mais equilibrado ao ser comparado com o método de Martins e Kageyama.

Vale ressaltar que os métodos destacam fortemente as espécies raras, deixando uma lacuna sobre o que são espécies comuns. Apenas o método de Hubbell define espécies comuns. Talvez separar as espécies em três categorias (Comuns, raras e intermediárias) como em Hubbell (2013) e Ter Steege *et al.* (2013), mesmo que para diferentes tamanhos de áreas, seja um caminho para homogeneizar as análises de abundância e raridade. As espécies comuns também são muito importantes, especialmente nesse momento em que as florestas tropicais sofrem uma imensa perda de

biodiversidade devido às mudanças antrópicas atualmente frequente (MOUILLOT *et al.*, 2013). Provavelmente serão as espécies comuns que irão sobreviver diante desse cenário de perda de habitats e modificações do tipo de uso da terra (FONTANA & SEVEGNANI, 2012).

Embora as porcentagens médias de espécies raras não tenham apresentado nenhuma relação com o tamanho da área amostral, quando investigado em conjunto várias áreas de florestas de terra firme da Amazônia, na FLONA do Macauã a porcentagem média foi maior quando considerado 1 ha do que quando considerado 15 ha, e essa relação ocorreu em todos os métodos analisados. Esse resultado também foi encontrado quando analisado as espécies comuns pelo método de Hubbell, independente do estrato inventariado. Essas diferenças ocorrem não apenas devido ao tamanho da amostragem, mas também pelas diferentes escalas espaciais; muitas espécies amostradas em um único hectare, tanto podem realmente ser altamente especialistas, estando limitadas por micro condicionantes ambientais sendo corretamente categorizadas como raras, como podem acabar sendo resultados do uso de uma escala espacial inadequada (NEGRELLE, 2001).

7. CONCLUSÃO

A determinação de abundância e raridade de espécies foi dependente do método que se utiliza. O método de Kageyama apresentou maior porcentagem de espécies raras em comparação ao método de Martins e Hubbell, tanto para árvores quanto para arvoretas. Em relação aos estratos o método de Hubbell apresentou porcentagem de espécies comuns similares entre árvores e arvoretas, sendo este o único método aplicado para analisar espécies comuns. Já para às espécies raras os estratos não apresentaram similaridade pelo método de kageyama, diferente do método de Hubbell que tem as porcentagens de espécies raras já reduzido a 50%, por isso sem variação. Ao comparar abundância e raridade de espécies entre diferentes florestas de terra firme na Amazônia as porcentagens médias de espécies comuns encontradas variou muito pelo método de Hubbell, o mesmo em relação às espécies raras na qual o método de Martins mostrou uma porcentagem de espécies menor do que Hubbell, enquanto o método de Kageyama uma porcentagem maior e se mostrando bem mais heterogêneo que os outros dois. O método de Hubbell, além de separar as espécies comuns das intermediárias e raras, foi também mais equilibrado em comparação aos demais métodos analisados, um método bem organizado em relação à ordenação de espécies em categorias de raridade pode determinar resultados mais próximos do real padrão de distribuição e abundância das espécies dentro de uma área ou região ecológica assim como a relação com outros fatores que determinam raridade como as características auto-ecológicas das espécies e a heterogeneidade ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. S. **Florística, estrutura e diversidade genética do *Guadua weberbaueri* Pilger em floresta ombrófila aberta na Amazônia**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, 2017.
- ARELLANO, G.; JORGENSEN, P. M.; FUENTES, A. F.; LOZA, M. I.; TORRES, V.; MARCÍA, M. J. The role of niche overlap, environmental heterogeneity, landscape roughness and productivity in shaping species abundance distributions along the Amazon–Andes gradient. **Global Ecology**, v. 26, n. 2, p. 191-202, 2017.
- BAKER, T. R.; PENNINGTON, R. T.; MAGALLON, S.; GLOOR, E.; LAURANCE, W. F.; ALEXIADES, M. Fast demographic traits promote high diversification rates of Amazonian trees. **Ecology letters**, v. 17, n. 5, p. 527-536, 2014.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. Oxford: Blackwell Science, 2016.
- BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.19 Rio Branco**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1976. V. 12.
- CAIAFA, A. N. **A raridade de espécies arbóreas na Floresta Ombrófila Densa Atlântica: uma análise de metadados**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade de Campinas, Campinas, 2008.
- CAIAFA, A. N.; MARTINS F. R. Forms of rarity of tree species in the southern Brazilian Atlantic rain forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 9, p. 2597-2618, 2010.
- CARIM, M. D. J. V.; GUIMARÃES, J. R.; TOSTES, L. D. C. L.; TAKIYAMA, L. R.; WITTMANN, F. Composição, estrutura e diversidade florística em floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental, Amapá, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 37, n. 4, p. 419-426, 2015.
- CARVALHO, A. L.; NELSON, B. W.; BIANCHINI, M. C.; PLAGNOL, D.; KUPLICH, T. M.; DALY, D. C. Bamboo-dominated forests of the Southwest Amazon: detection, spatial extent, life cycle length and flowering waves. **PlosOne**, v. 8, p.e54852, 2013.
- CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, p. 247-260, 2013.
- DIONISIO, L. F. S.; FILHO, O. S.; CRIVELLI, B. R.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, M. H. S.; CARVALHO, J. O. P. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Revista Agro**, v. 10, p. 243-252, 2016.
- FAUSET, S.; JOHNSON, M. O.; GLOOR, M.; BAKER, T. R.; MONTEAGUDO, A. M.; BRIENEN, R. J. W. Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature communications**, 6:6857, 2015.
- FERREIRA, L. V.; PRANCE, G. T. Structure and species richness of low-diversity flood plain Forest on the Rio Tapajós, Eastern Amazonia, Brazil. **Biodiversity & Conservation**, v. 7, n. 5, p. 585-596, 1998.

FERREIRA, E. J. L. O bambu é um desafio para a conservação e o manejo de florestas no sudoeste da Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 66, n. 3, p. 46-51, 2014.

FERREIRA, T. S.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; MANTOVANI, A.; MARCON, A. K.; SALAMI, B.; MISSIO, F. F.; BUZZI JUNIOR, F.; BENTO, M. A.; ANSOLIN, R. D. Formas de raridade de árvores em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil. **Scienti Forestalis**, v. 43, n. 108, p. 931-941, 2015.

FONTANA, C.; SEVEGNANI, L. Quais são as espécies arbóreas comuns da floresta estacional decidual em santa catarina?. **Revista de estudos ambientais**, v. 14, n. 1, p. 74-88, 2012.

FUNG, T.; VILLAIN, L.; CHISHOLM, R. A. Analytical formulae for computing dominance from species-abundance distributions. **Journal of Theoretical Biology**, v. 386, p.147-158, 2015.

GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L. D.; CALEGÁRIO, N.; LANA, G. C. Phytosociology of two open ombrophylous Forest phytocenosis Codó municipality, State of Maranhão, Brazil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 465-477, 2007.

GASTON, K. **Rarity**. London: Chapman and Hall, 1994.

GATTO, L. C. S. Relevô. Pp. 47-60. In: IBGE. **Geografia do Brasil, Região Norte**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.v. 3, p. 47-60.

GOERCK, J. Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil. **Conservation Biology**, v. 11, n. 1, p. 112-118, 1997.

GRISCOM, B. W.; ASHTON, P. M. S. A. Self-perpetuating bamboo disturbance cycle in a neo-tropical forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n.5, p. 587-597, 2006.

GRISCOM, B. W.; ASHTON, P. M. S. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Peru. **Forest Ecology and Management**, v. 175, n.1, p. 445-454, 2003.

GRISCOM, B. W.; DALY, D. C.; ASHTON, P. M. Floristics of bamboo-dominated stands in lowland terra-firma forests of southwestern Amazonia. **The Journal of the Torrey Botanical Society**, v.134, n.1, p.108-125. 2007.

HARTE, J.; KITZES, J. Inferring regional-scale species diversity from small-plot censuses. **PloSone**, v. 10, n. 2, p. e0117527, 2015.

HAY, J. D. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 3, p. 341-347, 2000.

HEWITT, J. E.; THRUSH, S. F.; ELLINGSEN, K. E. The role of time and species identities in spatial patterns of species richness and conservation. **Conservation Biology**, v. 30, n. 5, p. 1080-1088, 2016.

HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. **Conservation Biology: The Science Scarcity and Diversity**, p. 205-231, 1986.

HUBBELL, S. P. Diversity of canopy trees in a neotropical Forest and implications for conservation. **Tropical rain forest: ecology and management**, p. 25-41, 1983.

HUBBELL, S. P.; HE, F.; CONDIT, R.; BORDA-DE-ÁGUA, L.; KELLNER, J.; TERSTEEGE, H. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, Supplement 1, p. 11498-11504, 2008.

HUBBELL, S. P. Tropical rain forest conservation and the twin challenges of diversity and rarity. **Ecology and evolution**, v. 3, n. 10, p. 3263-3274, 2013.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira - Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos**. 2^a. Edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Manuais Técnicos em Geociências, n. 1.

JENKINS, C. N.; PIMM, S. L.; JOPPA L. N. Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n.28, p. E2602-E2610, 2013.

KAGEYAMA, P.; LEPSCH-CUNHA, N. M. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. In: GARAY, I.; DIAS, B. F. S. **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**, p. 199-214, 2001.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

KUNIN, W. E.; GASTON, K. J. The biology of rarity: patterns, causes and consequences. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 8, n. 8, p. 298-301, 1993.

LI, R.; ZHU, S.; CHEN, H.Y.H.; JOHN, R.; ZHOU, G.; ZHANG, D.; ZHANG, Q.; YE, Q. Are functional traits a good predictor of global change impacts on tree species abundance dynamics in a subtropical forest? **Ecology Letters**, v. 18, n. 11, p. 1181-1189, 2015.

LIMA FILHO, D. A.; REVILLA, J.; AMARAL, I. A.; MATOS, F. D. A.; COELHO, L. S.; RAMOS, J. F.; SILVA, G. B.; GUEDES, J. O. Aspectos florísticos de 13 hectares da área de Cachoeira Porteira-PA. **Acta Amazonica**, v. 34, p. 415-423, 2004

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: UFPR. Tradução de Dana Moiana Vianna. 2013, 261p

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246 p.

MATOS, D. C.; FERREIRA, L. V.; SALOMÃO, R. P. Influence of geographical distance in richness and composition of tree species in a tropical rain forest in Eastern Amazonia. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 357-367, 2013.

MATTHEWS, T. J.; BORGES, P. A. V.; WHITTAKER, R. J. Multimodal species abundance distributions: a deconstruction approach reveals the processes behind the pattern. **Oikos**, v. 123, n. 5, p. 533-544, 2014.

- MCGILL, B. J.; ETIENNE, R. S.; GRAY, J. S.; ALONSO, D.; ANDERSON, M. J.; BENECHA, H. K. Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. **Ecology letters**, v. 10, n. 10, p. 995-1015, 2007.
- McINTOSH, R. P. Raunkiaer's " Law of frequency". **Ecology**, v. 43, n. 3, p. 533-535, 1962.
- MEDEIROS, H.; CASTRO, W.; SALIMON, C. I.; SILVA, I. B. D.; SILVEIRA, M. Tree mortality, recruitment and growth in a bamboo dominated forest fragment in southwestern Amazonia, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, n.2, p. 29-34, 2013.
- MEIER, A. J.; BRATTON, S. P.; DUFFY, D. C. Possible ecological mechanisms for loss of vernal-herb diversity in logged eastern deciduous forests. **Ecological Applications**, v. 5, p. 935-946, 1995.
- MMA. **Plano de manejo das florestas nacionais de macauã e São Francisco**. Brasília: MMA/IBIO, 2016.
- MMA. **Plano de manejo reserva biológica do Jaru**. Brasília: MMA/IBIO, 2010.
- MOUILLOT, D.; DAVID, R. B.; BARALOTO, C.; RENE, J. C.; MIREILLE, G.; VIVIEN, H.; KULBICKI, M. Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. **PLoS Biol**, v.11, n.5, p. e1001569, 2013.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2005.
- NEGRELLE, R.B. Espécies raras da Floresta Pluvial Atlântica?. **Biotemas**, v. 14, n. 2, p. 7-21, 2001.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.
- OLIVEIRA, E. K. B.; NAGY, A. C. G.; BARROS, Q. S.; MARTINS, B. C.; JÚNIOR, L. S. M. Composição florística e fitossociológica de fragmento florestal no sudoeste da Amazônia. **Enciclopédia biosfera**, v. 11, n. 21; p. 2126, 2015.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R. M. Composition and floristic-structural diversity of a hectare of terra firme dense forest in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 627-641, 2008.
- OLIVIER, J.; PONCY, O. A. Taxonomical revision of *Guadua weberbaueri* Pilg And *Guadua sarcocarpa* Londono & PM Peterson (Poaceae). **Candollea**, v. 64, n. 2, p. 171-178, 2009.
- PIMM, S. L.; JENKINS, C. N.; ABELL, R.; BROOKS, T. M.; GITTLEMAN, J. L.; JOPPA, L. N.; RAVEN, P. H.; ROBERTS, C. M.; SEXTON, J.O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**, v. 344, n. 6187, p. 1246752, 2014.

- PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. The Vegetation Types of the Brazilian Amazon. *Key Environments: Amazonia*. Oxford: Pergamon Press, p. 109-145, 1985.
- PITMAN, N. C.; TERBORGH, J.; SILMAN, M. R.; NUNES, P. Tree species distributions in upper Amazonian forest. *Ecology*, v. 80, n. 8, p. 2651-2661, 1999.
- PITMAN, N. C.; TERBORGH, J. W.; SILMAN, M. R.; NUÑEZ, P.; NEILL, D. A.; CERO, C. E.; PALACIOS, W. A.; AULESTIA, M. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, v. 82, p. 2101-2117, 2001.
- PRESTON, F. W. The commonness and rarity of species. *Ecology*, v. 29, n. 3, p. 254-283, 1948.
- RABINOWITZ, D. Seven forms of rarity and their frequencies in the flora of the British Isles. In: SOULE, M. E. (ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland: p. 182-204, 1986
- RABINOWITZ, D. Seven forms of rarity. In: SYNGE, H. (Ed.). **The Biological Aspects of Rare Plant Conservation**. New York: p. 205-207, 1981.
- RAUNKIAER, C. Recherches statistiques sur les formations vegetales. *Biol. Medd.*, v.1, p. 1-80, 1918.
- RICKLEFS, R. E. How tree species fill geographic and ecological space in eastern North America 2015. *Ann Bot*, v.115, p. 949-959, 2015.
- RICKLEFS, R. E. Rarity and diversity in Amazonian forest trees. **Trends in ecology & evolution**, v.15, n.3, p. 83-84, 2000.
- ROCKWELL, C. A.; KAINER, K. A.; D'OLIVEIRA, M. V. N.; STAUDHAMMER, C. L.; BARALOTO, C. Logging in bamboo-dominated forests in southwestern Amazonia: Caveats and opportunities for smallholder forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 315, p.202-210, 2014.
- ROMELL, L. G. Comments on Raunkiaer's and Similar Methods of Vegetation Analysis and the "Law of Frequency". *Ecology*, v. 11, n. 3, p. 589-596, 1930.
- SEMA PARÁ. Secretário de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará. Instrução Normativa no. 05 de 2015. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, 11 de set. 2015. 32969, p. 37-57.
- SILVA, R. J.; DINIZ, S.; MELLO, F. Z. Heterogeneidade do Habitat, Riqueza e Estrutura da Assembléia de Besouros Rola-Bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em Áreas de Cerrado na Chapada dos Parecis, MT. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 934-940, 2010
- SILVA, W. A. S.; CARIM, M. D. J. V.; DA SILVA GUIMARÃES, J. R.; TOSTES, L. D. C. L. Composição e diversidade florística em um trecho de floresta de terra firme no sudoeste do estado do Amapá, Amazônia oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 3, p. 31-36, 2014.

SILVEIRA, M. **A floresta aberta com bambu no sudoeste da Amazônia: Padrões e processos em múltiplas escalas**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

SLIK, J. W.; RODRÍGUEZ, V. A.; AIBA, S. I.; LOAYZA, P. A.; ALVES, L. F.; ASHTON, P.; BALVANERA, P. An estimate of the number of tropical tree species. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.112, n.24, p. 7472-7477, 2015.

SOARES, C. P. B.; RODELLO, C. M.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; SOARES, V. P.; SILVA, G. F. Comparison between sampling procedures for rare forest species and aggregated spatial distribution pattern. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 545-553, 2009.

TER STEEGE, H.; PITMAN, N. C.; SABATIER, D.; CASTELLANOS, H.; HOUT, P. V. D.; DALY, D. C. A spatial model of tree α -diversity and tree density for the Amazon. **Biodiversity & Conservation**, v. 12, n. 11, p. 2255-2277, 2003.

TER STEEGE, H.; VAESSEN, R. W.; CÁRDENAS-LÓPEZ, D.; SABATIER, D.; ANTONELLI, A.; OLIVEIRA, S. M.; PITMAN, N. C. A.; JORGENSEN, P. M.; SALOMÃO, R. P. The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. **Scientific reports**, v. 6, 2016.

TERSTEEGE, H.; PITMAN, N. C.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R. P.; GUEVARA, J. E. et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science**, v. 342, n.6156, p. 1243092, 2013.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGES, K.; WICHMANN, M. C.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of biogeography**, v. 31, n. 1, p. 79-92, 2004.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. **Science**, v. 299, n. 5604, p. 241-244, 2003.

VELOSO, H.P.; GOES, F. L.; LEITE, P. F.; SILVA, S. B.; FERREIRA, H. C.; LOUREIRO, R. L.; TEREZO, E. F. M. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos – estudo fitogeográfico. In: **BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. Folha, NA. 20 Boa Vista e parte das folhas NA. 21 Tumucumaque, NB. 20 Roraima e NB. 21**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral, 1975.p. 305-335.

WHITTAKER, R. H. Dominance and diversity in land plant communities. **Science**, v. 147, p. 250-260, 1965.

Apêndice 1 – Distribuição de espécies comuns e raras pelo método de Hubbel, Martins e Kageyama em diferentes florestas da Amazônia.

| Local | Vegetaçã ¹ Conforme o autor | Área (ha) | Medida dos indivíduos inventariados | Nº de Espécies | Hubbell % Esp. Comuns | Hubbell % Esp. Raras | Martins % Esp. Raras | Kageyama % Esp. Raras | Referência ² |
|-------|--|--------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 73 | 5,47 | 50 | - | 75,34 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 57 | 17,54 | 50 | - | 71,92 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 60 | 16,66 | 50 | - | 66,66 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 69 | 14,49 | 50 | - | 60,86 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 79 | 11,39 | 50 | - | 58,22 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 87 | 10,34 | 50 | - | 54,02 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 53 | 18,86 | 50 | - | 64,15 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 61 | 13,11 | 50 | - | 70,49 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 66 | 18,18 | 50 | - | 71,21 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 64 | 20,31 | 50 | - | 76,56 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 59 | 18,64 | 50 | - | 83,05 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 55 | 29,09 | 50 | - | 69,09 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 65 | 13,84 | 50 | - | 58,46 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 65 | 16,92 | 50 | - | 60 | Este trabalho |
| AC | FOA | 0,5 | 10 ≤ CAP < 30 | 57 | 17,54 | 50 | - | 64,91 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | CAP ≥ 30 | 109 | 14,67 | 50 | 41,28 | 86,23 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | CAP ≥ 30 | 96 | 12,5 | 50 | 37,5 | 80,2 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | CAP ≥ 30 | 94 | 3,79 | 50 | 31,91 | 78,72 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | CAP ≥ 30 | 116 | 15,51 | 50 | 46,55 | 84,48 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | CAP ≥ 30 | 115 | 13,04 | 50 | 32,17 | 81,73 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | CAP ≥ 30 | 133 | 12,03 | 50 | 39,09 | 78,19 | Este trabalho |

| | | | | | | | | | |
|----|-----|------|--------------------|-----|-------|----|-------|-------|-------------------------------|
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 100 | 20 | 50 | 46 | 88 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 113 | 15,04 | 50 | 43,36 | 81,41 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 108 | 13,88 | 50 | 43,51 | 85,18 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 120 | 18,33 | 50 | 39,16 | 87,5 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 92 | 18,47 | 50 | 36,95 | 87,5 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 110 | 19,09 | 50 | 40 | 90,9 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 88 | 14,77 | 50 | 32,95 | 77,27 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 89 | 12,35 | 50 | 26,96 | 74,15 | Este trabalho |
| AC | FOA | 1 | $CAP \geq 30$ | 102 | 14,7 | 50 | 32,35 | 78,43 | Este trabalho |
| AC | FOA | 15 | $CAP \geq 30$ | 360 | 9,21 | 50 | 15,64 | 46,08 | Este trabalho |
| AC | FOA | 15 | $10 \leq CAP < 30$ | 331 | 7,85 | 50 | - | 48,64 | Este trabalho |
| AC | FTF | 1 | $DAP \geq 10$ | 43 | 13,95 | 50 | 30,23 | 65,11 | Oliveira <i>et al.</i> (2015) |
| AC | FTF | 0,25 | $DAP \geq 10$ | 43 | 13,95 | 50 | 30,23 | 65,11 | Oliveira <i>et al.</i> (2015) |
| AM | FTF | 0,05 | $CAP < 30$ | 30 | 20 | 50 | - | - | Oliveira e Amaral (2005) |
| AM | FTF | 0,05 | $CAP < 30$ | 244 | 8,60 | 50 | 28,27 | 40,98 | Oliveira e Amaral (2005) |
| AM | FTF | 0,05 | $CAP < 30$ | 170 | 15,88 | 50 | 32,94 | 52,94 | Oliveira e Amaral (2005) |
| AM | FTF | 0,05 | $DAP > 5$ | 58 | 17,24 | 50 | - | 12,06 | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 29 | 34,48 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 29 | 34,48 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 30 | 33,33 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 17 | 35,29 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 37 | 32,43 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 102 | 23,52 | 50 | - | 3,92 | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 31 | 35,48 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | $DAP > 15$ | 128 | 21,8 | 50 | - | 10,15 | Prance <i>et al.</i> (1976) |

| | | | | | | | | | |
|---------|------|------|--------------|-----|-------|----|-------|-------|---------------------------------|
| AM | FTF | 0,08 | DAP > 15 | 25 | 32 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FTF | 0,08 | DAP > 15 | 20 | 35 | 50 | - | - | Prance <i>et al.</i> (1976) |
| AM | FDTF | 1 | DAP ≥ 10 | 20 | 25 | 50 | - | - | Amaral <i>et al.</i> (2000) |
| AM | FOD | 1 | DAP ≥ 10 | 20 | 25 | 50 | - | 15 | Oliveira <i>et al.</i> 2008 |
| AM | FDTF | 1 | DAP ≥ 20 | 98 | 20,4 | 50 | 47,95 | 91,83 | Silva & Gama (2008) |
| AM | FTF | 1 | DAP ≥ 10 | 20 | 25 | 50 | - | 5 | Oliveira & Amaral (2004) |
| AM | FTF | 1 | DAP ≥ 20 | 97 | 19,58 | 50 | 47,42 | 91,75 | Silva <i>et al.</i> (2008) |
| AM | FTF | 1 | DAP ≥ 10 | 30 | 16,66 | 50 | - | - | Machado (2009) |
| AM | FTF | 1 | DAP ≥ 10 | 51 | 7,84 | 50 | 3,92 | 11,76 | Merona <i>et al.</i> (1992) |
| AM | FTF | 1,2 | DAP > 5 | 161 | 8,69 | 50 | 34,78 | 71,42 | Pinheiro <i>et al.</i> (2010) |
| AM | FTF | 1,5 | CAP ≥ 10 | 165 | 4,84 | 50 | 29,69 | 63,03 | Irume <i>et al.</i> (2013) |
| AM | FTF | 2 | DAP ≥ 10 | 246 | 6,91 | 50 | 43,49 | 78,45 | Brito (2010) |
| AM | FTF | 2,5 | DAP ≥ 10 | 46 | 6,54 | 50 | 13,04 | 45,65 | Fuchs (2015) |
| AM | FOD | 3 | DAP ≥ 10 | 44 | 9,09 | 50 | 22,72 | 56,81 | Lima Filho <i>et al.</i> (2001) |
| AM | FOD | 3,3 | CAP ≥ 25 | 133 | 6,01 | 50 | 27,81 | 48,87 | Lima <i>et al.</i> (2012) |
| AM | FTF | 4 | DAP ≥ 10 | 586 | 12,45 | 50 | 29,86 | 72,01 | Silva <i>et al.</i> (1992) |
| AP | FOD | 1 | DAP ≥ 10 | 20 | 30 | 50 | - | 5 | Pereira <i>et al.</i> (2010) |
| AP | FOD | 3,4 | CAP ≥ 33 | 93 | 13,97 | 50 | 13,97 | 44,08 | Carim <i>et al.</i> (2013) |
| AP | FOD | 14 | DAP ≥ 10 | 101 | 11,88 | 50 | - | 2,97 | Carim <i>et al.</i> (2015) |
| Bolivia | FTF | 1 | DAP ≥ 10 | 122 | 11,47 | 50 | 44,26 | 81,14 | Quintana (2005) |
| Equador | FTF | 1 | DAP ≥ 5 | 52 | 15,38 | 50 | 13,46 | 51,92 | Valencia <i>et al.</i> (1994) |
| Equador | FTF | 1 | DAP ≥ 10 | 40 | 20 | 50 | 27,5 | 67,5 | Valencia <i>et al.</i> (1994) |
| MA | FTF | 0,5 | CAP ≥ 10 | 17 | 5,88 | 50 | 11,76 | 35,29 | Araujo e Pinheiro (2012) |
| MA | FOAP | 9 | 5 ≤ DAP < 15 | 23 | 34,78 | 50 | - | - | Gama <i>et al.</i> (2007) |
| MA | FOAC | 12 | DAP ≥ 15 | 23 | 39,13 | 50 | - | - | Gama <i>et al.</i> (2007) |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|---------------|-----|-------|----|-------|-------|--------------------------------------|
| MA | FOD | 0,376 | CAP \geq 30 | 30 | 10 | 50 | 30 | 86,66 | Mendes <i>et al.</i> (2015) |
| MA | FOD | 0,761 | CAP \geq 30 | 24 | 8,33 | 50 | 50 | 79,16 | Mendes <i>et al.</i> (2015) |
| MT | FTF | 1 | DAP \geq 10 | 48 | 8,33 | 50 | 18,75 | 43,75 | Malheiros <i>et al.</i> (2009) |
| MT | FTF | 1 | DAP \geq 10 | 35 | 11,42 | 50 | 45,71 | 88,57 | Malheiros <i>et al.</i> (2009) |
| MT | FTF | 1 | CAP \geq 15 | 115 | 5,21 | 50 | 25,21 | 64,34 | Araujo <i>et al.</i> (2009) |
| MT | FTF | 1 | CAP \geq 15 | 35 | 11,42 | 50 | 8,57 | 40 | Ivanauskas <i>et al.</i> (2004) |
| MT | FTF | 1 | CAP \geq 15 | 41 | 31,7 | 50 | 24,39 | 53,65 | Ivanauskas <i>et al.</i> (2004) |
| MT | FTF | 1 | CAP \geq 15 | 37 | 8,1 | 50 | 21,62 | 54,05 | Ivanauskas <i>et al.</i> (2004) |
| MT | FOAP | 2 | DAP \geq 2 | 53 | 16,98 | 50 | 13,2 | 37,73 | Soares <i>et al.</i> (2009) |
| MT | FOD | 18,5 | CAP \geq 45 | 92 | 7,60 | 50 | 23,91 | 44,56 | Ferreira Junior <i>et al.</i> (2008) |
| PA | FDTF | 1 | DAP $>$ 10 | 58 | 10,34 | 50 | 1,72 | 18,96 | Lima Filho <i>et al.</i> (2004) |
| PA | FTF | 1 | CAP \geq 30 | 106 | 14,15 | 50 | 34,9 | 80,18 | Silva <i>et al.</i> (1987) |
| PA | FTF | 1 | DAP \geq 10 | 122 | 13,11 | 50 | 36,06 | 80,32 | Salomão <i>et al.</i> (1988) |
| PA | FTF | 1,5 | DAP \geq 5 | 154 | 7,79 | 50 | 26,62 | 56,49 | Carim <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOD | 3 | DAP \geq 5 | 36 | 8,33 | 50 | 11,11 | 38,88 | Ferreira e Prance (1997) |
| PA | FOAP | 1 | DAP \geq 5 | 37 | 16,21 | 50 | 13,51 | 40,54 | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOAC | 1 | DAP \geq 5 | 34 | 17,64 | 50 | - | 14,7 | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOD | 1 | DAP \geq 5 | 34 | 14,7 | 50 | - | 35,29 | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOD | 4,9 | DAP \geq 5 | 34 | 17,64 | 50 | - | - | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOD | 24,3 | DAP \geq 30 | 58 | 10,34 | 50 | 8,62 | 29,31 | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOAP | 24,3 | DAP \geq 30 | 37 | 16,21 | 50 | 20 | 42,22 | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| PA | FOAPC | 24,3 | DAP \geq 30 | 50 | 12 | 50 | 13,51 | 40,54 | Salomão <i>et al.</i> (2007) |
| RO | FTF | 1 | DAP \geq 1 | 196 | 9,18 | 50 | 12,75 | 29,08 | Andrade <i>et al.</i> (2017) |
| RO | FTF | 30 | DAP \geq 1 | 196 | 9,18 | 50 | 12,75 | 29,08 | Andrade <i>et al.</i> (2017) |

| | | | | | | | | | |
|----|-----|------|---------------|-----|-------|----|-------|-------|-------------------------------|
| RO | FTF | 1 | DAP > 10 | 119 | 15,96 | 50 | 48,73 | 85,71 | Absy <i>et al.</i> (1987) |
| RO | FTF | 1 | DAP > 10 | 139 | 17,98 | 50 | 37,41 | 82,01 | Absy <i>et al.</i> (1987) |
| RO | FTF | 1 | DAP > 10 | 110 | 16,36 | 50 | 47,27 | 89,09 | Absy <i>et al.</i> (1987) |
| RO | FTF | 1 | DAP > 10 | 137 | 18,97 | 50 | 34,3 | 83,94 | Absy <i>et al.</i> (1987) |
| RO | FTF | 1 | DAP > 10 | 135 | 20,74 | 50 | 20,74 | 68,88 | Absy <i>et al.</i> (1987) |
| RO | FTF | 1 | DAP > 10 | 128 | 17,18 | 50 | 22,65 | 66,4 | Absy <i>et al.</i> (1987) |
| RO | FTF | 1 | CAP \geq 10 | 45 | 24,44 | 50 | 13,33 | 88,22 | Miranda (2000) |
| RO | FTF | 1 | CAP \geq 10 | 45 | 22,22 | 50 | 15,55 | 77,77 | Miranda (2000) |
| RO | FTF | 1 | CAP \geq 10 | 45 | 22,22 | 50 | 20 | 73,33 | Miranda (2000) |
| RR | FTF | 1 | DAP > 10 | 36 | 13,88 | 50 | 5,55 | 47,22 | Alarcon e Peixoto (2007) |
| RR | FOD | 9 | DAP \geq 10 | 165 | 2,42 | 50 | 31,51 | 52,12 | Condé e Tonini (2013) |
| RR | FOD | 0,54 | DAP \geq 15 | 45 | 15,55 | 50 | 33,33 | 80 | Dionisio <i>et al.</i> (2016) |

¹Tipos de Vegetação: FOA = Floresta Ombrófila Aberta

FTF = Floresta de Terra Firme

FDTF = Floresta Densa de Terra Firme

FOD = Floresta Ombrófila Densa

FOAP = Floresta Ombrófila Aberta de Palmeira

FOAC = Floresta Ombrófila Aberta de Cipó

FOAPC = Floresta Ombrófila Aberta de Palmeira e de Cipó

²Referências do Apêndice 1:

ABSY, M. L.; PRANCE, G. T.; BARBOSA, E. M. Inventário florístico de floresta natural na área da estrada Cuiabá-Porto Velho (BR-364). *Acta Amazonica*, v. 17, p. 85-122, 1987.

ALARCÓN, J. G. S.; PEIXOTO, A. L. Florística e fitossociologia de um trecho de um hectare de floresta de terra firme, em Caracaraí, Roraima, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*, v. 2, n. 2, p. 33-60, 2007.

- AMARAL, I. L.; MATOS, F. D.; LIMA, J. Composição florística e parâmetros estruturais de um hectare de floresta densa de terra firme no rio Uatumã, Amazônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 3, p. 377-392, 2000.
- ANDRADE, R. T.; PANSINI, S.; SAMPAIO, A. F.; RIBEIRO, M. S.; CABRAL, G. S.; MANZATTO, A. G. Fitossociologia de uma floresta de terra firme na Amazônia Sul-Occidental, Rondônia, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 2, p. 36-43, 2017.
- ARAUJO, R. A.; COSTA, R. B.; FELFILI, J. M.; KUNTZ, I.; SOUSA, R. A. T. M.; DORVAL, A. Floristics and structure of a Forest fragmentat a transitional zone at the Amazon in Mato Grosso State, Municipality of Sinop. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 865-877, 2009.
- ARAUJO, N. A.; PINHEIRO, C. U. B. Composição florística e fitossociologia das matas de aterrados do lago formoso no município de Penalva, baixada maranhense, Amazônia Legal Brasileira. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, n. 1, p. 01-10, 2012.
- BRITO, J. M. **Estrutura e composição florística de uma floresta de baixio de terra firme da reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2010.
- CARIM, S.; SCHWARTZ, G.; SILVA, M. F. F. Species richness, structure, and floristic composition of a 40 yearsold secondary forest in Eastern Amazon. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 2, p. 293-308, 2007.
- CARIM, M. J. V.; GUILLAUMET, J. L. B.; GUIMARÃES, J. R. S.; TOSTES, L. C. L. Composição e Estrutura de Floresta Ombrófila Densa do extremo Norte do Estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 1-10, 2013.
- CARIM, M. D. J. V.; GUIMARÃES, J. R.; TOSTES, L. D. C. L.; TAKIYAMA, L. R.; WITTMANN, F. Composição, estrutura e diversidade florística em floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental, Amapá, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 37, n. 4, p. 419-426, 2015.
- 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.
- DE LA QUINTANA, D. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico pré-andinodel sector Del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). **Ecología em Bolivia**, v. 40, n. 3, p. 418-442, 2005.
- DIONISIO, L. F. S.; FILHO, O. S. B.; CRIVELLI, B. R. S.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, M. H. S.; CARVALHO, J. O. P. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Revista Agro**, v.10, n. 3, p. 243-252, 2016.

- FERREIRA JÚNIOR, E. V.; SOARES, T. S.; COSTA, M. F. F.; SILVA, V. S. M. Floristic composition, diversity and similarity of a submontane semideciduous tropical forest in Marcelândia-MT. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 673-679, 2008.
- FERREIRA, L. V.; PRANCE, G. T. Structure and species richness of low-diversity flood plain Forest on the Rio Tapajós, Eastern Amazonia, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 585-596, 1998.
- FUCHS, F. A. A. L. **Composição florística e fitossociológica da vegetação de turfeira tropical amazônica, no município de Barcelos-AM.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Florestais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.
- GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L.; CALEGÁRIO, N.; LANA, G. C. Phytosociology of two open ombrophylous Forest phytocenosis Codó municipality, State of Maranhão, Brazil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 465-477, 2007.
- IRUME, M. V.; MORAES, M. L. C. S.; ZARTMAN, C. E.; AMARAL, I. L. Floristic composition and community structure of epiphytic angiosperms in a terra firme forest in central Amazonia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 2, p. 378-393, 2013.
- IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. Structure of patch of Amazonian forest in the alto rio Xingu basin. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 275-299, 2004.
- LIMA FILHO, D. A.; MATOS, F. D. A.; AMARAL, I. L.; REVILLA, J.; COELHO, L. S.; RAMOS, J. F.; SANTOS, J. L. Inventário florístico de floresta ombrofila densa de terra firme, na região do rio Urucu Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 4, p. 565-579, 2001.
- LIMA FILHO, D. A.; REVILLA, J.; AMARAL, I. L.; MATOS, F. D. A.; COELHO, L. S.; RAMOS, J. S.; SILVA, G. B.; GUEDES, J. O. Aspectos florísticos de 13 hectares da área de Cachoeira Porteira-PA. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 3, p. 415-423, 2004.
- LIMA, R. B. A.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, R. K. S. Fitossociologia de um trecho de floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari, Carauari, Amazonas. **Scientia Plena**, v. 8, n. 1, 2012.
- LISBOA, P. B.; MACIEL, U. N.; SILVA, A. S. L. Diversidade florística e estrutura em floresta densa da bacia do Rio Juruá-AM. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 8, n. 2, 1992.

- MACHADO, K. S. S. **Estrutura e composição florística de uma floresta de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2009.
- MALHEIROS, A. F.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J. Structural analysis of tropical rain forest in Alta Floresta city, Mato Grosso, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 539-548, 2009.
- MENDES, E. R.; ROCHA, A. E.; REGO, C. A. R. M.; COSTA, B. P. Levantamento de florística e fitossociológico das trilhas ecológicas da área de proteção ambiental do maracanã, ilha de São Luís–MA. **Pesquisa em Foco**, v. 20, n. 1, p. 70-93. 2015.
- MÉRONA, J. M.; PRANCE, G. T.; HUTCHINGS, R. W.; SILVA, M. F.; RODRIGUES, W. A.; UEHLING, W. E. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 4, p. 493-534, 1992.
- MIRANDA, I. S. Análise florística e estrutural da vegetação lenhosa no rio comemoração, Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 30, n. 3, p. 393-422, 2000.
- NASCIMENTO, M. T.; PROCTOR, J.; VILLELA, D. M. Forest structure, floristic composition and soils of na Amazonian monodominant Forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 54, n. 1, p. 1-38, 1997.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Floristic and phytosociology of a slope forest in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 1-16, 2005.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R. M. Composition and floristic-structural diversity of a hectare of terra firme dense forest in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 627-641, 2008.
- OLIVEIRA, E. K. B.; NAGY, A. C. G.; BARROS, Q. S.; MARTINS, B. C.; JÚNIOR, L. S. M. Composição florística e fitossociológica de fragmento florestal no sudoeste da Amazônia. **Enciclopédia biosfera**, v.11, n.21; p. 2126, 2015.
- PEREIRA, L. A.; SOBRINHO, F. A. P.; DA COSTA NETO, S. V. 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.

- PINHEIRO, E. S.; MARTINOT, J. F.; CAVALCANTE, D. G.; MACEDO, M. A.; NASCIMENTO, A. Z. A.; MARQUES, J. P. C. Paisagem, estrutura e composição florística de um parque urbano em Manaus, Amazonas. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 61, n. 3, 2010.
- PRANCE, G. T.; RODRIGUES, W. A.; SILVA, M. F. Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme km 30 da estrada Manaus-Itacoatiara. **Acta Amazonica**, v. 6, n. 1, p. 9-35, 1976.
- SALOMÃO, R. P.; SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. Inventário ecológico em floresta tropical pluvial de terra firme, serra norte, Carajás, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 4, n. 1, 1988.
- SALOMÃO, R. P.; VIEIRA, I. C. G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N. D. A.; ALMEIDA, S. S. D.; AMARAL, D. D. D.; MENEZES, M. P. M. D. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 2, n. 3, p. 55-153, 2007.
- SILVA, A. P. F. F.; GAMA, M. M. B. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Aberta em área de assentamento rural no distrito de Jaci Paraná, Porto Velho, Rondônia. **Ambiência**, v. 4, n. 3, p. 435-452, 2009.
- SILVA, K.; MATOS, F. D.; FERREIRA, M. M. Floristic composition and phytosociology of tree species in the Phenological Site of the Embrapa Western Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 213-222, 2008.
- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A.; OLIVEIRA, J. Estudos botânicos na área do projeto ferro carajás. 5. Aspectos florísticos da mata do rio gelado, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 3, n. 1, 1987.
- SOARES, P. **Levantamento fitossociológico de regeneração natural em reflorestamento misto no noroeste de Mato Grosso**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiaba, 2009.
- VALENCIA, R.; BALSLEV, H.; MIÑO, G. P. Y. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. **Biodiversity & Conservation**, v. 3, n. 1, p. 21-28, 1994.