



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

**Luís Octávio Vieira Pereira**

**COMPARAÇÃO DA AMOSTRAGEM PELO MÉTODO DOS QUADRANTES COM  
O CENSO FLORESTAL, NA AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA HORIZONTAL DE  
UMA FLORESTA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Prof. Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti  
Orientador

Seropédica-RJ  
Novembro – 2014



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

**Luís Octávio Vieira Pereira**

**COMPARAÇÃO DA AMOSTRAGEM PELO MÉTODO DOS QUADRANTES COM  
O CENSO FLORESTAL, NA AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA HORIZONTAL DE  
UMA FLORESTA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

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

Prof. Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti  
Orientador

Seropédica, RJ  
Novembro -2014

**COMPARAÇÃO DA AMOSTRAGEM PELO MÉTODO DOS QUADRANTES COM  
O CENSO FLORESTAL, NA AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA HORIZONTAL DE  
UMA FLORESTA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

**Luís Octávio Vieira Pereira**

Comissão Examinadora

Monografia aprovada em 17 de novembro de 2014.

Prof. Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti  
UFRRJ/IF/DS  
Orientador

Prof. Dr. Paulo Sergio dos Santos Leles  
UFRRJ/IF/DS  
Membro

Prof.MSc. Juliana Galvão de Sousa Magalhães  
UFRRJ/IF/DS  
Membro

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha mãe, Regina de Fátima Vieira, por sempre acreditar e apoiar minhas decisões, permitindo que eu tivesse condições para chegar até aqui.

À minha namorada e amor de uma vida, Andressa Fabiane, pela paciência e prestatividade.

À Energia superior que criou e rege o universo.

À minha família que esteve presente nestes momentos de superação

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me proporcionado grande crescimento pessoal, além de um ensino de qualidade.

Ao Programa Ciência sem Fronteiras pela Bolsa de Graduação Sanduíche e ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica pelas bolsas obtidas durante a graduação.

Ao meu orientador, Professor Dr. Francisco José de Barros Cavalcanti, pela orientação, ensinamentos e paciência.

À Professora Dra. Silvia Regina Góí e ao Professor Dr. Marcos Gervásio, os quais me possibilitaram o contato com a pesquisa, pelos conselhos e disciplina ensinados durante a graduação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a confecção desse trabalho, em especial ao Gabriel da Silva Oliveira e ao Professor Dr. Marco Antônio Monte.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite e pelas contribuições.

Aos meus amigos durante minha jornada na Rural, Alex Viana, Carlos Silveira, Claire Vieira, Cléssio Gomes, Danilo Reis, Marcelo da Silva, Matheus Loçasso, Hamilton Gomes, Pablo Vieira, Paulo Veloso, Roberto Spá e Rodrigo Saraiva, pelos momentos de alegria, aprendizagem e amizade vividos durante a graduação.

## RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo comparar valores de parâmetros fitossociológicos estimados pelo método dos quadrantes com os valores verdadeiros registrados no Censo Florestal de uma área de floresta na Amazônia. Foram simuladas duas amostras sistemáticas com 392 pontos distribuídos em uma área de 1.000 hectares perfazendo uma intensidade amostral de 13,43% do total de árvores registradas no censo realizado nesta mesma área. Tanto no censo quanto nos inventários florestais consideraram-se apenas a população com DAP > 40 cm e uma lista de 60 espécies consideradas de valor comercial. Entre as amostragens e a população foram avaliados os desvios da densidade e dominância por hectare, assim como as variações dos seguintes índices: valor de cobertura, Simpson, Pielou, e Jaccard. Mesmo com 13,43% dos indivíduos da população considerada sendo amostrados, 10% do total de espécies não foram registradas em ambas as amostragens. Os desvios variaram entre 170% para mais e 100% para menos em relação à densidade e à dominância. Os índices de diversidade estimados por outro lado apresentaram-se consistentes, sendo o desvio máximo encontrado 2,5% para o índice de Pielou. Entre as 10 principais espécies em IVC no censo e nas amostragens nove foram coincidentes, ocorrendo, entretanto, alterações nas posições ocupadas por cada espécie. O índice de Jaccard estabeleceu que as populações estimadas e real apresentaram 90% de similaridade. A estimativa dos parâmetros estruturais qualitativos e quantitativos da população, através do método aplicado foi considerada satisfatória segundo este estudo, demonstrando que o método tem potencial para a avaliação estrutural de comunidades florestais de composição e porte comercial.

**Palavras-chave:** método de quadrantes, estrutura florestal, índices de diversidade

## ABSTRACT

The aim of this work was to compare the estimated values of phytosociological parameters obtained by point-centered quarter sampling method with the actual values recorded in the Forest Census of a forest area in the Amazon. It was simulated two systematic sampling following the point-centered method, in which 392 points were distributed through an area of 1.000 hectares comprising an sampling intensity of 13,43% of all trees registered by the census accomplished at this same area. The census and simulations of forest inventory considered only the population with DBH >40 cm and a list of 60 species which were considered of commercial value. Between the inventory samplings and actual population it was evaluated the deviations of abundance and dominance per hectare, as well as variations among the following indices: coverage value, Shannon-Weaver, Simpson, Pielou, e Jaccard. Even sampling 13,43% of the population individuals, 10% of all species were not recorded in the sample. Deviations varied from 170% for more till 100% for less in relation to abundance and dominance. The diversity indices, in the other hand, were consistent, being the maximum deviation found 2,5% to the Pielou index. Considering, for the census and for each sample, groups formed by the 10 main species about the coverage index, nine were common between these groups. The Jaccard index established that the estimated and actual populations had 90% of similarity. The estimative of population's qualitative and quantitative structural parameters through the applied method was considered satisfactory, depicting that this method has potential to structural evaluation of forest communities which have commercial composition and size.

**Keywords:** point-centered quarter method, forest structure, diversity indices

# SÚMARIO

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | <b>VII</b>  |
| <b>LISTA DE QUADROS</b> .....   | <b>VIII</b> |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....   | <b>IX</b>   |
| <b>LISTA DE ANEXOS</b> .....  | <b>X</b>    |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>1</b>    |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                       | <b>2</b>    |
| 2.1. SISTEMA SILVICULTURAL BRASILEIRO PARA O BIOMA AMAZÔNIA.....            | 2           |
| 2.2. INVENTÁRIO FLORESTAL.....  | 3           |
| 2.3. MÉTODO DE AMOSTRAGEM .....   | 4           |
| 2.4. ABORDAGEM DO MÉTODO.....   | 6           |
| 2.5. FITOSSOCIOLOGIA E ÍNDICES DE DIVERSIDADE .....                         | 6           |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....  | <b>7</b>    |
| 3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....                                     | 7           |
| 3.2. CENSO FLORESTAL.....   | 8           |
| 3.3. SIMULAÇÃO DA AMOSTRAGEM PELO MÉTODO DE QUADRANTES.....                 | 8           |
| 3.4. CÁLCULO DAS VARIÁVEIS .....  | 10          |
| 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....   | 11          |
| 3.6. CÁLCULO DOS ÍNDICES DE DIVERSIDADE.....                                | 12          |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                                      | <b>12</b>   |
| 4.1. INTENSIDADE AMOSTRAL.....  | 12          |
| 4.2. DENSIDADE TOTAL POR ÁREA ESTIMADA PARA POPULAÇÃO .....                 | 13          |
| 4.3. DENSIDADE, DOMINÂNCIA E ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA POR ESPÉCIE ..... | 13          |
| 4.1. DESVIOS DE DENSIDADE E DOMINÂNCIA POR ESPÉCIE: .....                   | 15          |
| 4.2. ÍNDICES DE DIVERSIDADE .....   | 19          |
| 4.2.1. <i>Índice de diversidade de Simpson</i> .....                        | 19          |
| 4.2.2. <i>Índice de similaridade de Jaccard</i> .....                       | 20          |
| <b>5. CONCLUSÕES</b> .....  | <b>20</b>   |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                  | <b>21</b>   |
| <b>ANEXO A</b> .....  | <b>26</b>   |
| <b>ANEXO B</b> .....  | <b>27</b>   |
| <b>ANEXO C</b> .....  | <b>28</b>   |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Localização da área de estudo, Senna Madureira, AC. ....   | 8  |
| Figura 2 - Grade de distribuição dos pontos-quadrantes. ....  | 9  |
| Figura 3 - Dispersão dos desvios relativos de densidade por espécie para Amostra 1 em função do índice de valor de cobertura calculado pelo censo. .... | 17 |
| Figura 4 - Dispersão dos desvios relativos de densidade por espécie para Amostra 2 em função do índice de valor de cobertura calculado pelo censo. .... | 17 |
| Figura 5 - Dispersão dos desvios relativos de dominância para as Amostras 1 e 2 em função do IVC calculado pelo censo. ....                             | 18 |



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1- Métodos que caracterizam as operações principais de um sistema silvicultural.....2

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Fisionomias vegetais identificadas por imagens de satélite Landsat 5. ....   | 8  |
| Tabela 2 - Valores verificados pelo censo e estimados pelas amostras 1 e 2 para densidade, dominância e índice de valor de cobertura em ordem crescente de acordo com IVC do censo. ....                          | 14 |
| Tabela 3 - Desvios percentuais de densidade e dominância com base no censo.....   | 15 |
| Tabela 4 - Resultado do teste T aplicado para determinar a ocorrência de diferenças significativas entre os conjuntos de valores estimados nas amostragens e obtidos pelo censo para densidade e dominância. .... | 19 |
| Tabela 5 - Valores dos Índices de diversidade reais e estimados.....  | 19 |

## LISTA DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| ANEXO A - Localização da área de estudo no interior das fazendas e principais composições florestais das propriedades..... | 26 |
| ANEXO B - Relação de nome vulgar e família das espécies consideradas comerciais.....                                       | 27 |
| ANEXO C - Curva espécie ponto utilizada na determinação da intensidade amostral do estudo.....                             | 28 |

## 1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 63% do bioma Amazônia está inserido em território brasileiro, o que corresponde a 4,2 milhões de Km<sup>2</sup> de uma das últimas áreas contínuas de floresta tropical úmida do planeta (BRASIL, 2008). Esta área, entre os anos de 1988 e 2004, foi responsável por 20% da madeira tropical produzida no mundo, o que deixa evidente sua importância econômica (CLEMENT e HIGUCHI, 2006).

Além de sua importância econômica a floresta amazônica tem também importante função ecológica, a qual vem sendo ameaçada constantemente pelo avanço do desmatamento ligado às políticas de desenvolvimento na região (FEARNSIDE, 2003, ALENCAR et al., 2004 e LAURANCE et al., 2004).

Apesar de a extração madeireira ser considerada uma atividade de baixo impacto quando comparado a atividades agropecuárias, esta ainda é responsável por distúrbios consideráveis à floresta (PERES *et al.*, 2010). A redução de tais impactos depende do estabelecimento e planejamento de sistemas produtivos de manejo sustentável embasados na análise da estrutura e composição florística da floresta (SOUZA *et al.*, 2006).

Neste aspecto uma das atribuições do Serviço Florestal Brasileiro é promover e gerenciar a concessão das florestas públicas de maneira a fomentar as melhores práticas de exploração possíveis. O decreto nº 6.063, de 20 de março de 2007, estabelece que as concessões sejam designadas em função de licitações, designando-se vencedora a proposta que se apresentar mais vantajosa no que se refere ao preço ofertado pelos produtos florestais a serem explorados e aos benefícios sociais e ambientais comprometidos. Neste âmbito os estudos estruturais e fitossociológicos florestais podem servir como ferramenta importante na avaliação do valor de lotes florestais à serem designados ao regime de concessão.

O método de pontos quadrantes é um dos métodos de amostragem mais utilizados nestes tipos de estudo (LOPES *et al.*, 2002; LENZA *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2013). Possui vantagens sobre o método de área fixa tais como: otimização de tempo por não se instalar parcelas e melhor cobertura espacial das unidades amostrais, acarretando maior representação da floresta (BRITO *et al.*, 2007).

Embora o método de amostragem por quadrantes seja utilizado com frequência na estimativa de parâmetros estruturais da floresta, como densidade, dominância, frequência e diversos índices fitossociológicos, há uma escassez de trabalhos que analisem sua exatidão em relação ao censo. Em geral são utilizados outros métodos de amostragem de área fixa ou variável como referencial comparativo (MOSCOVICH *et al.*, 1999; SPARKS *et al.*, 2002; BRITO *et al.*, 2007)

Este trabalho teve como objetivo comparar valores obtidos do Censo Florestal com os valores estimados através da amostragem por pontos quadrantes, na estimativa da densidade e dominância e o índice de valor de importância por espécie dos indivíduos de interesse comercial. Analisaram-se também a diversidade, a equabilidade e a similaridade das amostras em relação aos valores da população.

Essa comparação é relevante, uma vez que informações mais acuradas acerca do potencial da floresta embasarão melhor as ofertas aos lotes de concessão florestal ou, no caso de comprovada a falta de exatidão na estimativa dos valores, o questionamento desse método de amostragem para análise da estrutura horizontal da floresta.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Sistema Silvicultural Brasileiro para o bioma Amazônia

Um sistema silvicultural engloba a totalidade das operações culturais que são executadas em uma floresta com o objetivo de fomentar a regeneração das espécies desejadas. Assim, um sistema silvicultural está correlacionado com as espécies, o meio físico e os objetivos do manejo florestal (TAYLOR, 1969).

Os sistemas silviculturais podem ser divididos em três operações principais, a saber: exploração da floresta previamente estabelecida, regeneração das áreas exploradas, e favorecimento à regeneração e à reposição do estoque de madeira explorável (SOUZA e SOARES, 2013).

O sistema pode ser ainda classificado de acordo com o intervalo em que ocorrem tais operações. São denominados policíclicos os sistemas cujos ciclos de corte têm escala temporal inferior à rotação da floresta e monocíclicos aqueles cuja exploração é executada coincidindo-se a rotação da floresta com o ciclo de corte aplicado (JARDIM [200-?])

Os métodos utilizados em cada uma das operações principais também podem ser utilizados na classificação dos sistemas silviculturais (Quadro 1)

**Quadro 1-** Métodos que caracterizam as operações principais de um sistema silvicultural.

| Operações   | Métodos        | Características  |
|-------------|----------------|--|
| Exploração  | Corte seletivo | Corte seletivo em uma área específica adotando um ciclo de corte           |
|             | Corte raso     | Corte raso em uma área distribuído em alguns anos ou em uma única operação |
| Regeneração | Alto fuste     | Regeneração natural via sementes   |
|             | Baixo fuste    | Regeneração natural via rebrota  |
|             | Artificial     | Mudas de viveiro   |
| Assistência | Seletiva       | Beneficia indivíduos e/ou espécies selecionados                            |
|             | Sistemática    | Beneficia o povoamento como um todo  |

**Fonte:** Adaptado de FAO (1989)

Os sistemas silviculturais utilizados no manejo das florestas tropicais do Brasil constituem-se de adaptações dos modelos clássicos desenvolvidos para as florestas temperadas (HIGUCHI, 1994). Estes sistemas apenas podem ser aplicados convenientemente quando embasados em estudos tanto dos aspectos ecológicos quanto das características

estruturais da floresta, garantindo deste modo o aproveitamento racional da área explorada (HOSOKAWA et al., 1998)

De acordo com Souza e Jardim (1993) os principais sistemas silviculturais utilizados no Brasil são: o sistema de corte raso, o sistema de enriquecimento, o sistema de seleção e o sistema de cobertura nos trópicos modificado.

Jonkers (1987) e Graff (1987) consideram o sistema de seleção o mais adequado para maioria das florestas tropicais úmidas americanas. Esse sistema baseia-se no corte seletivo de árvores de espécies com alto valor de mercado e com diâmetro a 1,30m do solo acima de um limite mínimo estipulado. Os indivíduos remanescentes por não atenderem este critério, garantem, então, a próxima colheita (THANG, 1987). O sistema de seleção constitui-se de um sistema policíclico, pois área é explorada periodicamente, removendo-se as árvores que atingem o diâmetro especificado. Os ciclos de corte são em geral determinados pelo período de tempo necessário para que novos indivíduos atinjam o diâmetro desejado sendo, porém algumas vezes escolhidos de forma arbitrária (FAO, 1989). O diâmetro limite de exploração por sua vez é estabelecido de acordo com utilização pretendida da madeira assim como com a distribuição diamétrica das árvores na floresta. Thang (1987) considera que se deve manter no mínimo 32 árvores saudáveis e em boa forma por hectare atendendo ao diâmetro a altura do peito entre 30 e 45 cm.

Segundo Graaf (1987) os seguintes princípios básicos precisam ser seguidos para que a aplicação do sistema de seleção seja bem sucedida.

- Integração entre exploração e tratamentos silviculturais
- Utilização das informações do inventário florestal como base para o planejamento das operações silviculturais e de exploração
- Restrição da extração de madeira da floresta de modo a minimizar as alterações em suas funções ecológicas
- Respeito a rotação definida de acordo com o incremento e a dimensão das toras.
- Legislação florestal que preveja e incentive o manejo de áreas florestadas.

## **2.2. Inventário Florestal**

O inventário florestal é definido como a utilização de fundamentos e procedimentos de amostragem com o objetivo de determinar ou estimar características tanto quantitativas quanto qualitativas de uma determinada floresta (SCOLFORO e MELLO, 2006).

De acordo com Péllico Netto e Brena (1997), os inventários florestais podem ser classificados de acordo com:

- Os objetivos: tático ou estratégico
- A abrangência: nacional ou regional
- A forma de obtenção de dados: censo, amostragem ou tabela de produção
- A abordagem da população no tempo: temporário ou contínuo
- O grau de detalhamento dos resultados: exploratórios, de reconhecimento ou detalhado.

A avaliação da composição da floresta é fundamental às atividades de manejo e deve ser realizada por meio de inventários florestais, aplicados especialmente às árvores lenhosas e com enfoque em seus dados dendrométricos. Os inventários florestais produzem os subsídios

indispensáveis ao planejamento das atividades de exploração e ao manejo, como por exemplo: as espécies passíveis de exploração, a intensidade e o ciclo ideal de extração e os tratamentos silviculturais a serem implementados (ARAUJO, 2006).

Segundo o mesmo autor existem basicamente três tipos de inventários florestais destinados à exploração de uso sustentado:

1. Inventário de reconhecimento, ou diagnóstico cujo objetivo é analisar a composição e a estrutura da floresta, para determinar o potencial e a aptidão da área para o manejo. São realizados através de métodos de amostragem em bases estatísticas em que são mensuradas e avaliadas parcelas de áreas de floresta, e então se extrapola os resultados para a área total a ser manejada.

2. Inventário a 100% ou Censo Florestal, o qual visa determinar, com elevado grau de precisão, o estoque de madeira existente nas áreas sob manejo com a finalidade de subsidiar o planejamento da exploração.

3. Inventário contínuo, ou de monitoramento, que analisa e acompanha o desenvolvimento estrutural de uma floresta continuamente através de mensurações sucessivas dos indivíduos nos variados estágios de sucessão.

A realização de um inventário florestal constitui, então, a melhor maneira de reunir informações sobre uma floresta e, inferir sobre suas características correntes. Podendo ser realizado por meio de enumeração completa dos indivíduos ou por meio da mensuração de uma parcela representativa da população utilizando-se procedimentos de amostragem. As informações oriundas da execução de um inventário florestal tornam possível, por exemplo, determinar a viabilidade econômica dos empreendimentos florestais de interesse.

Apesar do censo com mapeamento de árvores gerar informações mais precisas, este demanda maiores gastos quando comparado aos inventários realizados por amostragem (SOUZA e SOARES, 2013).

Deste modo, por fornecer estimativas dos parâmetros associados à característica de interesse (MELLO e SCOLFORO, 2000) a um menor preço, o inventário florestal baseado em amostragem é a abordagem utilizada pelo Serviço Florestal Brasileiro para avaliação do valor mínimo de lotes florestais em leilão de concessão (BRASIL, 2007).

### **2.3. Método de Amostragem**

Os métodos de inventário para levantamento fitossociológicos podem ser classificados em duas categorias de acordo com a natureza de suas unidades de amostragem: uma de área fixa e outra de área variável. Nos métodos de área fixa as unidades de amostragem são parcelas de tamanho predefinido, já nos métodos de área variável, também denominados métodos de distância, as unidades são compostas por um conjunto de uma ou mais distâncias (COTTAM e CURTIS, 1956; MARTINS, 1991).

Ambos os métodos consideram a distribuição populacional espacialmente aleatória. Porém enquanto a seleção dos indivíduos pelo método de área fixa é proporcional à área da unidade e, conseqüentemente, à frequência dos indivíduos que ocorrem nesta área (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997), os métodos de distância, fundamentam-se na ocorrência de uma relação inversa entre a densidade dos indivíduos por área e as distâncias entre eles (MARTINS, 1991).

Segundo Cottam e Curtis (1956) as vantagens dos métodos de distância quando comparados aos de área fixa, incluem: maior eficiência na obtenção de resultados por homem-hora, maior flexibilidade e menor gasto com equipamentos e funcionários.

Um dos métodos de amostragem de área variável mais aplicado a estudos florestais é o método de quadrantes. Segundo este método, pontos são distribuídos sobre a linha de picada representando cada um o centro de quatro quadrantes. Estes quadrantes são delimitados pela própria linha de picada e por uma linha perpendicular a esta, a qual passa pelo ponto. Dentro de cada quadrante é mensurada a distância (Q) entre o ponto e a árvore mais próxima, registrando-se a espécie e o diâmetro da referida árvore (MARTINS, 1991).

Como demonstrado empírica e teoricamente, respectivamente por Cottam *et al.* (1953) e Morisita (1954) citados por Cottam e Curtis (1956), a média das quatro distâncias ( $\bar{Q}$ ) é igual à raiz quadrada da área média ( $\bar{M}$ ). Conhecendo-se a área média ocupada por árvore é possível estimar a densidade de indivíduos na floresta e então inferir sobre a dominância e volume tanto por espécies quanto por grupo de espécies.

O método de quadrantes assume uma população infinita de padrão espacial aleatório, da qual serão retiradas as amostras através de pontos de amostragem. Neste método ocorre uma distribuição discreta de probabilidades, seguindo a Lei de Poisson, pois se utiliza um grande número de unidades de amostragem com um pequeno número de indivíduos amostrados em cada uma. Deste modo os dados obtidos devem ser tratados para assumir uma distribuição normal e assim serem analisados através de métodos estatísticos paramétricos (Martins, 1991).

Embora a suficiência amostral seja um conceito amplamente utilizado em fitossociologia não há nenhum método que o determine satisfatoriamente (DIETVORST *et al.*, 1985). Neste contexto, o método mais comum para se estabelecer a intensidade amostral é o da espécie-área (CAIN, 1938), mesmo tendo em consideração que as curvas raramente atingem o nível de saturação, e a suficiência do tamanho da amostra é em geral realizada de acordo com análises subjetivas (DIETVORST *et al.*, 1985).

Segundo Gorenstein *et al.* (2007) o método de quadrantes superestima a densidade em florestas com padrão regular, e subestima a densidade em florestas com padrão agrupado. Em se tratando de das florestas tropicais, apesar destas apresentarem distribuição gregária quando se considera todas as classes de tamanho em conjunto, padrões aleatórios são esperados para as classes de maior diâmetro (CAPRETZ *et al.*, 2012).

Cottam *et al.* (1953) afirmam que em florestas com padrão espacial aleatório a precisão na estimativa da densidade depende do número de pontos amostrais estabelecidos, que deve ser estipulado em função da densidade da floresta, de modo que quanto menos densa seja a floresta maior seja o número de pontos necessários. Esta afirmação, entretanto, é questionada por Gorenstein *et al.* (2007) que estudando a influência do padrão espacial sobre a estimativa da densidade pelo método de quadrantes encontraram evidências de que para florestas com distribuição aleatória dos indivíduos a precisão da estimativa de densidade não está correlacionada à densidade da floresta. Segundo o mesmo estudo não ocorreram aumentos significativos na precisão da estimativa quando a intensidade amostral variou ente 50, 125 e 250 pontos.

Algumas das principais vantagens provenientes da aplicação do método de quadrantes, de acordo com Martins (1991) são:

- Facilidade de alocação dos pontos de amostragem no campo, pois estes seguem as linhas de picada;
- Redução do tempo gasto no campo em comparação com método de parcelas múltiplas;



- Eliminação da influência da forma da parcela nos resultados.

#### **2.4. Abordagem do Método**

Além do método utilizado, outro fator determinante na execução de um inventário é a forma de abordagem para alocação do conjunto de unidades amostrais dentro da população. A escolha da abordagem a ser utilizada é normalmente arbitrária e baseia-se prioritariamente no conhecimento da extensão da floresta e das fitofisionomias nela existentes, atribuindo menor grau de importância à precisão e ao custo do processo (HIGUCHI, 1987).

Existem dois tipos básicos de amostragem, a aleatória e a sistemática. Na amostragem aleatória simples todas as combinações de unidades amostrais da população devem possuir igual chance de compor a amostra, enquanto na amostragem sistemática somente a primeira unidade é escolhida aleatoriamente, sendo a escolha das demais unidades orientadas de forma única a partir desta primeira unidade (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Higuchi (1987), comparando a precisão entre a amostragem sistemática e aleatória aplicadas em um inventário florestal, utilizando a área basal como parâmetro de comparação e possuindo os dados de censo da área, constatou que a amostragem sistemática proporcionou um erro padrão menor.

O presente trabalho será realizado utilizando-se o método de quadrantes com abordagem sistemática, devido principalmente a grande extensão das áreas de empreendimentos florestais na Amazônia.

#### **2.5. Fitossociologia e Índices de Diversidade**

A fitossociologia analisa comunidades vegetais quantitativamente, estimando parâmetros de densidade e relações de dominância e importância relativas; permitindo ainda inferências sobre a distribuição espacial de cada espécie (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998). Neste sentido a análise da estrutura horizontal quantifica a participação de cada espécie na população estudada, podendo ser realizada através do cálculo, por espécie ou grupo de espécies, de um ou mais dos seguintes parâmetros quantitativos: densidade, dominância, frequência, valor de importância e valor de cobertura de cada espécie (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

A densidade avalia a participação de cada espécie ou grupo de espécies na composição da população estudada. Esse índice se refere ao número de indivíduos de cada espécie por unidade de área, podendo ser expresso de forma absoluta ou relativa ao número total de indivíduos de todas as espécies presentes na população (LAMPRECHT, 1962). Este parâmetro permite inferir sobre quantidade de indivíduos de determinada espécie, sem considerar o tamanho dos indivíduos ou mesmo sua distribuição espacial (MARTINS, 1991).

Por sua vez, a dominância expressa a influência exercida por cada espécie na comunidade, em função de sua biomassa. (SCOLFORO, 1993). O conceito foi concebido considerando a projeção da copa dos indivíduos sobre o solo como indicativo desta dominância. Entretanto, a dificuldade para obter essa medida fomentou estudos que culminaram com a determinação de estreita correlação entre esse parâmetro e a área basal dos fustes, facilitando assim a coleta dessa informação.

A dominância pode ser expressa de forma absoluta ou relativa. A primeira consiste na soma das áreas basais ou seccionais dos troncos à 1,30m do solo de todos os indivíduos da espécie presentes na amostra, por unidade de área. Enquanto a segunda é a razão percentual

entre a área basal total da espécie e a área basal total da população por unidade de área (MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974)

Através deste parâmetro é possível inferir sobre o potencial produtivo de determinada espécie em relação à área estudada, pois além de permitir o conhecimento do grau de ocupação da área da floresta para cada espécie, a área basal possui uma estreita relação com o volume de madeira da floresta, constituindo-se de uma informação valiosa para o desenvolvimento de planos de manejo.

A desidade e dominância são aspectos da composição florística com enfoques parciais. Deste modo o índice de valor de cobertura (IVC) foi calculado como uma forma de integrar estes dois aspectos (CURTIS e McINTOSH, 1950).

A diversidade refere-se a gama diversificada de espécies de organismos presentes em uma comunidade. Os índices de diversidade de espécies podem ser interpretados como descritores da estrutura de uma comunidade que consideram tanto a presença quanto a densidade das espécies nas comunidades estudadas (BROWER *et al.*, 1997).

Os índices de diversidade podem representar características diferentes de uma comunidade florestal, como por exemplo:

- Índice de Simpson: representa a probabilidade de que dois indivíduos extraídos ao acaso de uma comunidade de tamanho infinito pertençam a espécies distintas. O valor do índice é inversamente proporcional à diversidade e varia de zero a um.

- Índice de uniformidade de Pielou: expressa a relação entre a diversidade real e a diversidade máxima, variando de zero a um. Valor igual a zero significa que a população estudada é constituída por uma única espécie, enquanto valor igual a um deve ser interpretado como todas as espécies sendo igualmente representadas na população.

- Índice de Similaridade de Jaccard baseia-se na relação entre o número de espécies comuns às duas áreas diferentes e é expresso em porcentagem. É um índice qualitativo, uma vez que considera apenas as espécies presentes nas populações. O seu valor pode variar entre 0 e 100, sendo que valores mais próximos de 100 significam maior similaridade (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

Considerando-se o exposto evidencia-se que a análise estrutural de uma floresta natural é uma importante ferramenta para determinação de seu potencial econômico, pois possibilita uma melhor definição quanto à forma de utilização dos seus recursos (PINTO, 2000).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização da área de estudo**

A área de estudo utilizada no presente trabalho assim como as informações do Censo Florestal foram as mesmas utilizadas por Cavalcanti (2007). Localiza-se ao Norte do Município de Sena Madureira, no Estado do Acre, e abrange dez áreas quadradas contíguas de 100 hectares inseridas no interior de duas fazendas que possuem 7.885 hectares de extensão. A localização das fazendas se encontra na Figura 1.

A área de estudo é predominantemente composta por Floresta Aberta e sua localização no interior das fazendas está ilustrada no mapa de composições florestais das propriedades (ANEXO A). Figura 1 A descrição e importância relativa de cada fisionomia presente nas fazendas são apresentadas na Tabela 1



**Figura 1** - Localização da área de estudo, Senna Madureira, AC.

**Tabela 1** - Fisionomias vegetais identificadas por imagens de satélite Landsat 5.

| Tipologia  | Área (ha)       | % Fazenda   |
|--|-----------------|-------------|
| Desmatamento   | 100,11          | 1%          |
| Floresta Ombrófila Aberta Aluvial com palmeiras (Aap) + Floresta Ombrófila Densa Aluvial Dossel Emergente (Dae)          | 246,84          | 3%          |
| Floresta Ombrófila Aberta Aluvial com palmeiras (Aap) + Floresta Ombrófila Densa Aluvial Dossel Uniforme (Dau)           | 120,55          | 2%          |
| Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas com bambus (Abb) + Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Dossel emergente (Dbe) | 4.087,41        | 52%         |
| Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas Dossel emergente (Dbe) + Floresta Ombrófila Aberta Terras Baixas com bambus (Abb) | 3.278,79        | 42%         |
| Pastagens (Ap) + Vegetação secundária antrópica (Vs)   | 51,48           | 1%          |
| <b>Total</b>   | <b>7.885,18</b> | <b>100%</b> |

**Fonte:** FUNTAC (2002)

### 3.2. Censo Florestal

Para a realização do inventário florestal a 100%, foram abertas picadas paralelas na direção norte-sul, distantes 50 m entre si. Em cada picada, foram colocadas balizas a cada 25 m, com a respectiva metragem em relação à origem, para posterior registro das coordenadas y de cada árvore. A coordenada x de cada árvore foi obtida por meio do número da picada e da distância de cada árvore em relação a ela.

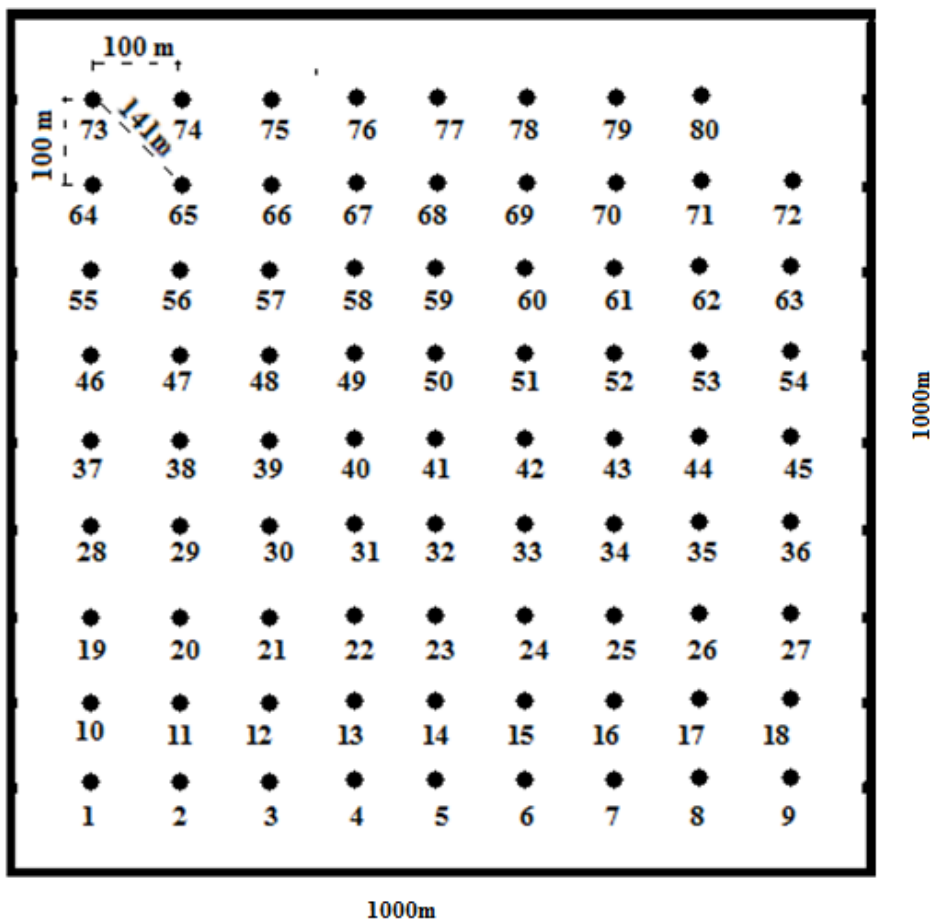
Foi considerada neste estudo a população de árvores com DAP  $\geq 40$  cm, de uma lista de 60 espécies consideradas comerciais por empresários locais (ANEXO B). Segundo Cavalcanti *et al.* (2011), nos 1.000 ha onde o Censo Florestal foi realizado, registraram-se 11.673 árvores das espécies consideradas. Essa população apresentou as médias de densidade de 11,67 árvores/ha, área basal de 4,04 m<sup>2</sup>/ha e volume de 31,50 m<sup>3</sup>/ha.

### 3.3. Simulação da amostragem pelo método de quadrantes

O número de pontos de quadrantes a serem simulados por amostra na área total de estudo foi definido como 400 com base em uma curva espécie ponto (Anexo C), plotada com

os dados de da simulação de 800 pontos quadrantes distribuídos de maneira equidistante nos 1 000 hectares da área de estudo.

Com base nas falsas coordenadas UTM x e y utilizadas na realização do censo e na intensidade amostral definida para o trabalho foi gerada no software ArcMap10 uma grade de 80 pontos numerados ordenadamente e distantes entre si 100m na horizontal e na vertical (Figura 2 - Grade de distribuição dos pontos-quadrantes. Esta grade foi sobreposta sobre cada uma das dez áreas de 100 hectares componentes da área de estudo e utilizada como base para simulação das amostras. A amostra 1 foi realizada considerando apenas os 40 pontos aos quais foram atribuídos valores ímpares e a amostra 2 os 40 pontos restantes. De acordo com esta distribuição sistemática os pontos de ambas as amostras mantiveram entre si as distâncias de 200m na horizontal e 141m na vertical.



**Figura 2** - Grade de distribuição dos pontos-quadrantes.

Dos 400 pontos alocados para cada uma das amostras, oito tiveram de ser excluídos do processamento por serem considerados discrepantes ao passo que se encontravam em uma região de afloramento rochoso. A intensidade amostral final para cada amostra foi de 392 pontos quadrantes a qual representa uma intensidade amostral de 13,43% do total de árvores registradas no censo.

### 3.4. Cálculo das variáveis

Os parâmetros utilizados no presente estudo serão densidade, dominância e valor de cobertura, uma vez que seu objetivo é a comparação com o censo, no qual o cálculo da frequência e de parâmetros dependentes desta não é possível.

A densidade absoluta ( $D_e$ ) também denominada densidade total por área ( $DTA$ ) foi calculada conforme Martins (1991) dividindo-se a unidade de área (ha) pela área média ocupada por cada árvore na amostra.

$$DTA = \frac{10000}{Am}$$

Onde:

$DTA$  = densidade total por área;

$Am$  = área média ocupada por árvore na amostra em metros.

A área média ( $Am$ ), por sua vez, foi calculada elevando-se ao quadrado a média geométrica dos valores de distância de todas as árvores amostradas ( $dm$ ). Martins (1991) afirma que as distâncias apresentam uma distribuição fundamentada em Poisson e, portanto fez-se uso dos logaritmos naturais destes valores para normalizá-los e calcular distância média por meio da média geométrica dos valores de distâncias através da fórmula (SPIEGEL, 1976)

$$dm = e^{(\ln d_1 + \ln d_2 + \ln d_3 + \dots + \ln d_n)/n}$$

$$Am = dm^2$$

Onde:

$dm$  = média geométrica das distâncias

$\ln$  = logaritmo natural;

$d_i$  = valores de distâncias individuais;

$n$  = número de distâncias medidas;

Ainda segundo Martins (1991) a densidade absoluta para cada espécie foi calculada multiplicando-se a densidade total por área da população pela razão entre o número de indivíduos da espécie e o número total de indivíduos.

A área basal ( $G$ ) segundo Machado e Figueiredo Filho (2006) refere-se ao grau de ocupação do terreno florestal, sendo comumente expressa em área basal por hectare. Durigan (2009) destaca a área basal como o melhor descritor para a caracterização estrutural de uma comunidade e para a realização de comparação entre as comunidades. Segundo o autor, este atributo relaciona-se diretamente com a biomassa da vegetação. Sua obtenção, de acordo com Machado e Figueiredo Filho (2006), é dada pela somatória das áreas transversais de todas as árvores existentes neste referido hectare, isto é:

$$G = \sum_{i=1}^n g_i$$

Onde:

$G$  = área basal por hectare;

$g_i$  = área transversal de cada árvore.

Das equações utilizadas para o cálculo da área transversal de cada árvore será utilizado (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2006):

$$g_i = \frac{\pi d_i^2}{4}$$

Onde:

$d_i$  = diâmetro à altura do peito (1,30m);

De acordo com Martins (1991), a área basal média da espécie é a soma das áreas basais individuais da espécie dividida pelo número amostrado de indivíduos da espécie. Já a dominância da espécie é a área basal média da espécie multiplicada pela densidade por área da espécie.

Seguindo esta lógica, o cálculo da área basal por hectare de cada espécie do povoamento (Dom) foi calculado através da multiplicação da área basal média dos indivíduos de uma mesma espécie pela densidade total por área desta espécie conforme as fórmulas abaixo:

$$ABT_j = \sum_i^n g_{ij} ; \quad ABM_j = \frac{ABT_j}{n_j} ; \quad D_j = ABM_j \times DTA_j$$

Onde:

$ABT_j$  = área basal total da espécie j ;

$ABM_j$  = área basal média da espécie j ;

$DTA_j$  = densidade total por área da espécie j ;

$Dom_j$  = Dominância expressa em área basal por hectare da espécie j ;

$n_j$  = número de indivíduos medidos pertencentes à espécie j

O índice de valor de cobertura foi calculado pela soma dos valores relativos da densidade e dominância.

### 3.5. Análise estatística

A dominância, a densidade e o índice de valor de cobertura por espécie calculados para cada uma das amostras foram comparados com os valores reais da população gerando dados de desvio relativo segundo a relação simples abaixo:

$$Dr = \frac{Ve - Vr}{Vr}$$

Onde:

$Dr$  = desvio relativo

$Ve$  = valor estimado pela amostra

$Vr$  = valor real da população

Para testar a ocorrência de diferenças significativas entre os conjuntos de valores estimados nas amostras e obtidos pelo censo para densidade e dominância realizou-se o teste  $t$  a 5% de significância (ZAR, 1996).

### 3.6. Cálculo dos índices de diversidade

O cálculo dos índices de Pielou e Simpson foram efetuados segundo MAGURRAN (1988), de acordo com as equações abaixo:

- Índice de Pielou:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde:

$J'$  = índice de uniformidade de Pielou;

$H'$  = Índice de Shannon-Weaver.

$S$  = número de espécies inventariadas;

$\ln$  = logaritmo natural.

- Índice de Simpson

$$D = \sum_{i=1}^S \frac{ni.(ni-1)}{N.(N-1)}$$

Onde:

$D$  = índice de diversidade de Simpson;

$S$  = número de espécies na área amostrada;

$ni$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie;

$N$  = número total de indivíduos;

O índice de Jaccard foi calculado conforme descrito por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974):

$$ISJ = \frac{c}{a+b-c} . 100$$

Onde,

$ISJ$  = índice de similaridade de Jaccard;

$a$  = número de espécies da comunidade  $a$ ;

$b$  = número de espécies da comunidade  $b$ ;

$c$  = número de espécies comuns a ambas as comunidades.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

### 4.1. Intensidade amostral

Com intensidade amostral de 400 pontos, 90% das 60 espécies comerciais presentes na área foram registradas, ocorrendo um acréscimo de apenas cinco por cento considerando-se o dobro de intensidade amostral, ou seja, considerava-se 800 pontos quadrantes. Vale ressaltar que três espécies possuem densidade tão baixa na área que não foram registradas nem nas maiores intensidades amostrais.

Cada uma das amostras realizadas deixou de registrar 10% das espécies presentes na população mesmo tendo se adotado uma intensidade amostral alta (13,43%), levando-se em consideração que inventários florestas na Amazônia em geral possuem menos de 1% de intensidade amostral. O mesmo foi constatado por Machado (1988), na comparação entre o Censo Florestal e o inventário realizado pelo método da área fixa na Floresta Nacional do Tapajós.

Essa constatação não deve, portanto, ser considerada como debilidade do método e sim como uma realidade em função da alta diversidade florística da região.

#### **4.2. Densidade total por área estimada para população**

Os valores de densidade total por área estimados para a população analisada foram de 12,47 e 12,72 árvores por hectare para as amostras 1 e 2 respectivamente, apresentando um desvio absoluto de 0,8 árvores por hectare para a primeira e de 1,05 para a segunda em relação ao censo que determinou uma densidade total por área de 11,67 árvores por hectare. Este desvio representa uma superestimativa da densidade total por área da população da ordem de 6,7% para a amostra 1 e 9% para a amostra 2.

Estes valores são inferiores aqueles obtidos por Moscovich *et al.* (1999) ao compararem o método dos quadrantes com o da área fixa em uma floresta de *Araucária angustifolia*, ocasião na qual a superestimativa do método dos quadrantes foi de 26,6%.

Os resultados, entretanto se aproximaram dos desvios relativos encontrados por Bonetes (2003) ao estimar índices fitossociológicos em uma floresta ombrófila mista pelo método de área fixa com intensidade amostral de 4%. Neste trabalho verificou-se para amostras com parcelas de 200 e 400 m<sup>2</sup>, ambas distribuídas sistematicamente, a ocorrência de desvios percentuais de 8,06% e 6,77% respectivamente.

#### **4.3. Densidade, dominância e índice de valor de cobertura por espécie**

Os parâmetros densidade, dominância e índice de cobertura estimados para cada amostra e calculadas através do censo são apresentados em ordem decrescente de seus índices de valor de cobertura reais na Tabela 2.

Comparando-se o censo com a amostra 1 constata-se que entre as 10 principais espécies em IVC 9 são coincidentes (*Hura crepitans* L.; *Ceiba pentandra* Gaerth.; *Sapium marmieri* Hub.; *Castilla ulei* Warb.; *Pouteria* sp.; *Dipteryx odorata* Willd.; *Myroxylon balsamum* (L.) Harms; *Terminalia* sp. e *Clarisia racemosa* Ruiz) ocorrendo, entretanto, alterações na posição ocupada por cada espécie. Quando a comparação é feita em relação à amostra 2 o número de espécies coincidentes se mantém, porém a espécie *Pseudolmedia multinervis* Mildbr. passa a figurar entre as 10 de maior IVC enquanto a espécie *Myroxylon balsamum* (L.) Harms deixa de fazer parte deste grupo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Aguiar (2003) ao comparar o método de parcelas com o de pontos quadrantes na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa. Nesse estudo verificou-se que entre as dez principais espécies em IVI, sete eram coincidentes, porém, não necessariamente na mesma ordem.



**Tabela 2** - Valores verificados pelo censo e estimados pelas amostras 1 e 2 para densidade, dominância e índice de valor de cobertura em ordem crescente de acordo com IVC do censo.

| Espécie                                       | Censo |       |       | Amostra 1 |       |       | Amostra 2 |       |       |
|---|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|   | De    | Dom   | IVC   | De        | Dom   | IVC   | De        | Dom   | IVC   |
| <i>Hura crepitans</i> L.                      | 0,796 | 0,590 | 21,72 | 0,946     | 0,639 | 22,74 | 0,974     | 0,623 | 22,11 |
| <i>Ceiba pentandra</i> Gaerth.                | 0,723 | 0,339 | 14,80 | 0,779     | 0,344 | 14,40 | 0,755     | 0,323 | 13,43 |
| <i>Sapium marmieri</i> Hub.                   | 0,778 | 0,205 | 11,90 | 0,700     | 0,181 | 9,908 | 0,844     | 0,214 | 11,59 |
| <i>Castilla ulei</i> Warb.                    | 0,648 | 0,146 | 9,286 | 0,732     | 0,177 | 10,07 | 0,779     | 0,192 | 10,57 |
| <i>Pouteria</i> sp.                           | 0,612 | 0,150 | 9,090 | 0,668     | 0,172 | 9,431 | 0,544     | 0,133 | 7,359 |
| <i>Micropholis melinoniana</i> Pierre         | 0,338 | 0,225 | 8,578 | 0,437     | 0,263 | 9,747 | 0,341     | 0,186 | 6,982 |
| <i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms          | 0,545 | 0,134 | 8,103 | 0,589     | 0,152 | 8,313 | 0,519     | 0,123 | 6,945 |
| <i>Terminalia</i> sp.                         | 0,484 | 0,119 | 7,187 | 0,628     | 0,151 | 8,617 | 0,576     | 0,136 | 7,693 |
| <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz e Pav.          | 0,460 | 0,124 | 7,119 | 0,581     | 0,151 | 8,243 | 0,519     | 0,139 | 7,312 |
| <i>Pseudolmedia multinervis</i> Mildbr.       | 0,503 | 0,101 | 6,907 | 0,493     | 0,095 | 6,219 | 0,625     | 0,128 | 7,880 |
| <i>Ceiba samauma</i> K.Schum.                 | 0,337 | 0,121 | 5,958 | 0,334     | 0,112 | 5,326 | 0,398     | 0,134 | 6,230 |
| <i>Phyllocarpus</i> sp.                       | 0,328 | 0,117 | 5,798 | 0,334     | 0,115 | 5,402 | 0,365     | 0,135 | 5,994 |
| <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.       | 0,340 | 0,113 | 5,779 | 0,310     | 0,122 | 5,390 | 0,349     | 0,110 | 5,291 |
| <i>Amburana acreana</i> Duckei                | 0,337 | 0,113 | 5,768 | 0,406     | 0,137 | 6,492 | 0,349     | 0,130 | 5,754 |
| <i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber           | 0,417 | 0,084 | 5,719 | 0,326     | 0,065 | 4,162 | 0,373     | 0,085 | 4,909 |
| <i>Brosimum</i> sp.                           | 0,298 | 0,123 | 5,686 | 0,294     | 0,111 | 4,994 | 0,373     | 0,177 | 7,041 |
| <i>Astronium lecointei</i> Ducke              | 0,357 | 0,085 | 5,233 | 0,318     | 0,073 | 4,282 | 0,381     | 0,105 | 5,441 |
| <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.        | 0,250 | 0,111 | 4,971 | 0,302     | 0,136 | 5,648 | 0,276     | 0,126 | 5,082 |
| <i>Cedrela odorata</i> L.                     | 0,286 | 0,085 | 4,614 | 0,286     | 0,074 | 4,042 | 0,300     | 0,081 | 4,249 |
| <i>Pithecellobium</i> sp.                     | 0,199 | 0,057 | 3,168 | 0,286     | 0,084 | 4,286 | 0,268     | 0,076 | 3,858 |
| <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.  | 0,214 | 0,044 | 2,968 | 0,191     | 0,039 | 2,464 | 0,284     | 0,057 | 3,549 |
| <i>Swietenia macrophylla</i> King             | 0,110 | 0,079 | 2,947 | 0,072     | 0,050 | 1,764 | 0,114     | 0,078 | 2,695 |
| <i>Copaifera</i> sp.                          | 0,109 | 0,076 | 2,859 | 0,072     | 0,059 | 1,968 | 0,130     | 0,074 | 2,744 |
| <i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook.  | 0,179 | 0,050 | 2,820 | 0,223     | 0,067 | 3,382 | 0,203     | 0,053 | 2,832 |
| <i>Aspidosperma</i> sp.                       | 0,178 | 0,048 | 2,741 | 0,278     | 0,066 | 3,804 | 0,203     | 0,061 | 3,016 |
| <i>Parkia</i> sp.                             | 0,143 | 0,057 | 2,684 | 0,231     | 0,089 | 3,954 | 0,170     | 0,075 | 3,086 |
| <i>Ocotea</i> sp.                             | 0,165 | 0,038 | 2,384 | 0,103     | 0,024 | 1,402 | 0,170     | 0,047 | 2,419 |
| <i>Qualea tesmanni</i> Milldr.                | 0,126 | 0,045 | 2,219 | 0,103     | 0,035 | 1,665 | 0,162     | 0,058 | 2,615 |
| <i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.       | 0,129 | 0,027 | 1,801 | 0,159     | 0,034 | 2,080 | 0,106     | 0,024 | 1,375 |
| <i>Vatairea sericea</i> Ducke                 | 0,112 | 0,032 | 1,779 | 0,080     | 0,030 | 1,344 | 0,114     | 0,034 | 1,672 |
| <i>Ficus</i> sp.                              | 0,087 | 0,041 | 1,778 | 0,135     | 0,060 | 2,518 | 0,138     | 0,063 | 2,556 |
| <i>Couratari</i> sp.                          | 0,076 | 0,030 | 1,419 | 0,080     | 0,035 | 1,471 | 0,057     | 0,017 | 0,852 |
| <i>Cariniana</i> sp.                          | 0,064 | 0,031 | 1,341 | 0,048     | 0,025 | 0,964 | 0,073     | 0,027 | 1,196 |
| <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.           | 0,075 | 0,023 | 1,239 | 0,056     | 0,012 | 0,728 | 0,089     | 0,033 | 1,464 |
| <i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rodr.            | 0,077 | 0,022 | 1,222 | 0,072     | 0,022 | 1,105 | 0,097     | 0,030 | 1,461 |
| <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke | 0,071 | 0,020 | 1,127 | 0,167     | 0,041 | 2,307 | 0,122     | 0,034 | 1,735 |
| <i>Terminalia</i> sp.                         | 0,055 | 0,025 | 1,101 | 0,040     | 0,010 | 0,555 | 0,057     | 0,036 | 1,293 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                  | 0,057 | 0,024 | 1,096 | 0,064     | 0,029 | 1,194 | 0,057     | 0,029 | 1,117 |
| <i>Pouteria</i> sp.                           | 0,066 | 0,017 | 0,989 | 0,072     | 0,020 | 1,037 | 0,097     | 0,022 | 1,279 |
| <i>Platymiscium</i> sp.                       | 0,057 | 0,014 | 0,859 | 0,056     | 0,013 | 0,761 | 0,057     | 0,014 | 0,772 |
| <i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn)Taub         | 0,051 | 0,015 | 0,827 | 0,032     | 0,007 | 0,432 | 0,049     | 0,012 | 0,658 |
| <i>Protium</i> sp.                            | 0,039 | 0,007 | 0,513 | 0,040     | 0,006 | 0,471 | 0,032     | 0,005 | 0,373 |
| <i>Minquartia guianensis</i> Aubl.            | 0,036 | 0,007 | 0,479 | 0,064     | 0,012 | 0,791 | 0,041     | 0,008 | 0,493 |
| <i>Cassia</i> sp.                             | 0,021 | 0,009 | 0,417 | 0,056     | 0,024 | 1,013 | 0,016     | 0,012 | 0,409 |
| <i>Anacardium giganteum</i> Hancock.          | 0,016 | 0,010 | 0,390 | 0,008     | 0,003 | 0,124 | 0,041     | 0,021 | 0,808 |
| <i>Platymiscium trinitatis</i> Benth          | 0,026 | 0,005 | 0,362 | 0,040     | 0,009 | 0,542 | 0,000     | 0,000 | 0,000 |
| <i>Tecophilaea procera</i> C. Presl.          | 0,025 | 0,004 | 0,329 | 0,064     | 0,012 | 0,784 | 0,032     | 0,006 | 0,386 |
| <i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth.       | 0,014 | 0,007 | 0,304 | 0,000     | 0,000 | 0,000 | 0,016     | 0,004 | 0,211 |
| <i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.         | 0,015 | 0,006 | 0,293 | 0,016     | 0,006 | 0,261 | 0,000     | 0,000 | 0,000 |
| <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke            | 0,017 | 0,005 | 0,285 | 0,008     | 0,003 | 0,134 | 0,024     | 0,009 | 0,409 |
| <i>Simarouba amara</i> Aubl.                  | 0,018 | 0,005 | 0,276 | 0,016     | 0,004 | 0,232 | 0,024     | 0,006 | 0,321 |
| <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz e Pav.) Oken    | 0,016 | 0,003 | 0,209 | 0,032     | 0,005 | 0,383 | 0,008     | 0,001 | 0,090 |
| <i>Parkia paraensis</i> Ducke                 | 0,012 | 0,003 | 0,183 | 0,024     | 0,007 | 0,350 | 0,000     | 0,000 | 0,000 |
| <i>Celtis</i> sp.                             | 0,009 | 0,002 | 0,116 | 0,016     | 0,003 | 0,201 | 0,008     | 0,001 | 0,092 |
| <i>Stryphnodendron</i> sp.                    | 0,006 | 0,001 | 0,079 | 0,008     | 0,002 | 0,101 | 0,008     | 0,001 | 0,087 |
| <i>Aniba canelilla</i> (H.B.K.) Mez.          | 0,003 | 0,001 | 0,049 | 0,000     | 0,000 | 0,000 | 0,008     | 0,002 | 0,117 |
| <i>Piptadenia</i> sp.                         | 0,003 | 0,001 | 0,044 | 0,000     | 0,000 | 0,000 | 0,008     | 0,002 | 0,101 |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.          | 0,002 | 0,001 | 0,032 | 0,000     | 0,000 | 0,000 | 0,000     | 0,000 | 0,000 |
| <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) O. Ktze | 0,002 | 0,001 | 0,031 | 0,000     | 0,000 | 0,000 | 0,000     | 0,000 | 0,000 |
| <i>Hymenolobium</i> sp.                       | 0,001 | 0,000 | 0,016 | 0,000     | 0,000 | 0,000 | 0,000     | 0,000 | 0,000 |

De= Abundância Absoluta (N/ha) Dom = Dominância Absoluta (m<sup>2</sup>/ha) IVC= Abundância relativa(%) + Dominância Relativa (%)

As duas espécies com maior IVC, *Hura crepitans* L. e *Ceiba pentandra* Gaerth., apresentaram os maiores IVC's estimados em ambas as amostras. A espécie *Hura crepitans* L. possui tanto a maior densidade quanto a maior dominância entre todas espécies da população. A espécie *Ceiba pentandra* Gaerth apesar de não possuir a segunda maior densidade, ficando atrás da espécie *Sapium marmieri* Hub. nesse quesito, se destaca no porte de seus indivíduos.

Do conjunto de espécies avaliadas 10 foram responsáveis por mais da metade do valor total do IVC, 22 possuem IVC menor que 1% e 35 foram atribuídos IVC's entre 1% e 10 %.

#### 4.1. Desvios de densidade e dominância por espécie:

Desvios de densidade e dominância representam percentualmente o quanto os valores estimados destes parâmetros se afastaram dos valores reais da população.

A **Tabela 3** exibe os desvios relativos da estimativa em relação aos valores reais para densidade e dominância.

**Tabela 3** - Desvios percentuais de densidade e dominância com base no censo.

| Espécie                                       | Amostra 1 |          | Amostra 2 |         |
|---|-----------|----------|-----------|---------|
|   | D.De.     | D.Dom.   | D.De.     | D.Dom.  |
| <i>Hura crepitans</i> L.                      | 18,8965   | 8,33113  | 22,34487  | -2,424  |
| <i>Ceiba pentandra</i> Gaerth.                | 7,80102   | 1,26699  | 4,390799  | -11,988 |
| <i>Sapium marmieri</i> Hub.                   | -10,0423  | -11,6242 | 8,485404  | -3,700  |
| <i>Castilla ulei</i> Warb.                    | 12,914    | 21,6751  | 20,23026  | 21,485  |
| <i>Pouteria</i> sp.                           | 9,15986   | 14,2509  | -11,1534  | -18,291 |
| <i>Micropholis melinoniana</i> Pierre         | 20,8867   | 21,9542  | 10,37138  | 4,031   |
| <i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms          | 7,98671   | 12,8869  | -4,69821  | -15,082 |
| <i>Terminalia</i> sp.                         | -27,6993  | -59,8766 | 3,288726  | 35,710  |
| <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz e Pav.          | 26,2118   | 21,5743  | 12,9119   | 3,359   |
| <i>Pseudolmedia multinervis</i> Mildbr.       | -1,97004  | -5,53984 | 24,23395  | 16,896  |
| <i>Ceiba samauma</i> K.Schum.                 | -0,88155  | -7,53394 | 18,00047  | 2,410   |
| <i>Phyllocarpus</i> sp.                       | 1,83816   | -2,20755 | 11,34129  | 5,897   |
| <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.       | -8,77355  | 8,74095  | 2,637746  | -9,859  |
| <i>Amburana acreana</i> Duckei                | 20,3581   | 20,7238  | 3,551435  | 5,965   |
| <i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber           | -21,8043  | -21,9282 | -10,476   | -5,899  |
| <i>Brosimum</i> sp.                           | -1,25376  | -9,95626 | 25,27348  | 32,552  |
| <i>Astronium lecointei</i> Ducke              | -10,8899  | -14,0995 | 6,84328   | 14,495  |
| <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.        | 29,4139   | 17,1044  | 0,844022  | -23,749 |
| <i>Cedrela odorata</i> L.                     | 0,10864   | -13,2185 | 4,991287  | -11,356 |
| <i>Pithecellobium</i> sp.                     | 76,735    | 103,508  | -9,8273   | -26,250 |
| <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.  | -10,8066  | -10,965  | 32,73084  | 18,657  |
| <i>Swietenia macrophylla</i> King             | -34,9294  | -36,7289 | 3,288726  | -9,560  |
| <i>Copaifera</i> sp.                          | -34,3324  | -22,7893 | 19,12723  | -9,862  |
| <i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook.  | 24,4056   | 33,5296  | 13,34557  | -2,214  |
| <i>Aspidosperma</i> sp.                       | 56,3807   | 39,276   | 13,98234  | 18,919  |
| <i>Parkia</i> sp.                             | 61,2861   | 54,5745  | 19,1793   | 21,117  |
| <i>Ocotea</i> sp.                             | -37,3394  | -36,2619 | 3,288726  | 13,402  |
| <i>Qualea tesmanni</i> Milldr.                | -17,9445  | -21,312  | 28,81814  | 19,082  |
| <i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.       | 23,3035   | 25,07    | -18,2155  | -19,850 |
| <i>Vatairea sericea</i> Ducke                 | -28,9904  | -7,22003 | 1,444284  | -3,444  |
| <i>Ficus</i> sp.                              | -53,2172  | -45,586  | 43,21546  | 58,303  |
| <i>Couratari</i> sp.                          | 4,64573   | 16,2122  | -25,2516  | -46,577 |
| <i>Cariniana</i> sp.                          | -25,4399  | -21,5843 | 14,12482  | -20,831 |
| <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.           | -25,7713  | -49,2561 | 19,02796  | 29,751  |
| <i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rodr.            | -7,04198  | 1,74928  | 26,47599  | 25,741  |
| <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke | 135,232   | 100,722  | 71,45513  | 52,531  |
| <i>Terminalia</i> sp.                         | 29,8126   | 26,9839  | 19,05032  | 6,027   |
| <i>Hymenaea courbaril</i> L.                  | 11,6221   | 20,5485  | -0,33544  | 11,550  |

D.De. = Desvio de densidade (%) D.Dom. = Desvio de dominância(%)

**Continuação da Tabela 3** - Desvios percentuais de densidade e dominância com base no censo.

| Espécie                                       | Amostra 1 |          | Amostra 2 |          |
|---|-----------|----------|-----------|----------|
|   | D.De.     | D.Dom.   | D.De.     | D.Dom.   |
| <i>Pouteria</i> sp.                           | 8,45103   | 17,8195  | 47,55532  | 23,429   |
| <i>Platymiscium</i> sp.                       | -2,33065  | -8,39773 | -0,33544  | -10,513  |
| <i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn)Taub         | -37,6229  | -51,1497 | -4,52303  | -28,345  |
| <i>Protium</i> sp.                            | 1,9625    | -8,10974 | -16,7637  | -32,490  |
| <i>Minuartia guianensis</i> Aubl.             | 76,735    | 79,1478  | 12,71587  | 4,770    |
| <i>Cassia</i> sp.                             | 165,103   | 155,912  | -22,7091  | 20,013   |
| <i>Anacardium giganteum</i> Hancock.          | -50,2933  | -74,7151 | 153,6107  | 94,310   |
| <i>Platymiscium trinitatis</i> Benth          | 52,9438   | 74,0379  | -100      | -100,000 |
| <i>Tecophilaea procera</i> C. Presl.          | 154,498   | 159,378  | 29,84868  | 17,025   |
| <i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth.       | 98,8269   | 94,9378  | -49,2779  | -61,953  |
| <i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.         | 6,04101   | -13,5615 | -100      | -100,000 |
| <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke            | -100      | -100     | 170,5181  | 108      |
| <i>Simarouba amara</i> Aubl.                  | -11,6325  | -8,05983 | 35,25905  | 8,646    |
| <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz e Pav.) Oken    | 55,4049   | 48,4326  | 58,57957  | 43,877   |
| <i>Parkia paraensis</i> Ducke                 | 43,8747   | 46,3804  | 34,57935  | 21,742   |
| <i>Celtis</i> sp.                             | -100      | -100     | 15,93632  | -54      |
| <i>Stryphnodendron</i> sp.                    | 32,5513   | 48,4193  | 35,25905  | -11,538  |
| <i>Aniba canelila</i> (H.B.K.) Mez.           | -100      | -100     | 170,5181  | 128      |
| <i>Piptadenia</i> sp.                         | 98,8269   | 112,767  | -100      | -100,000 |
| <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.          | -100      | -100     | -100      | -100     |
| <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) O. Ktze | -100      | -100     | -100      | -100     |
| <i>Hymenolobium</i> sp.                       | -100      | -100     | -100      | -100     |

D.De. = Desvio de densidade (%) D.Dom. = Desvio de dominância(%)

Desvios positivos significam superestimativa do parâmetro avaliado, enquanto valores abaixo de zero expressam subestimativa. O maior valor de desvio (170,51%) foi calculado para a densidade da espécie *Aniba canelila* Mez. na amostra 2, esta mesma espécie não foi amostrada na amostra 1 apresentando deste modo desvio 100% negativo.

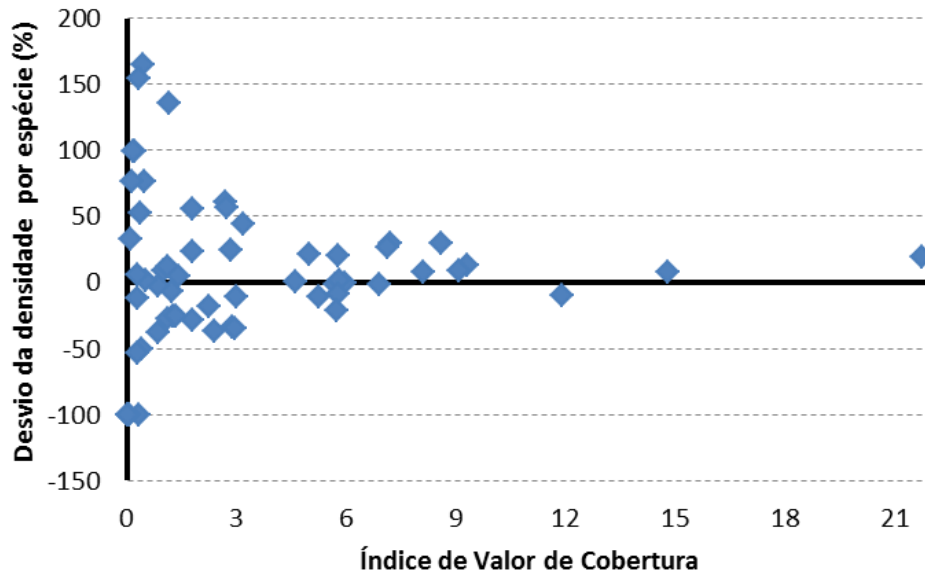
O menor valor de desvio foi de 0,33% para a densidade das espécies *Hymenaea oblongifolia* Huber. e *Platymiscium trinitatis* Benth na amostra 2, na amostra 1 esses valores mais que sextuplicaram.

Os desvios relativos de densidade para cada uma das amostras foram plotados de acordo com a ordem decrescente dos índices de valor de cobertura obtidos através do censo (FIGURA 3; FIGURA 4).

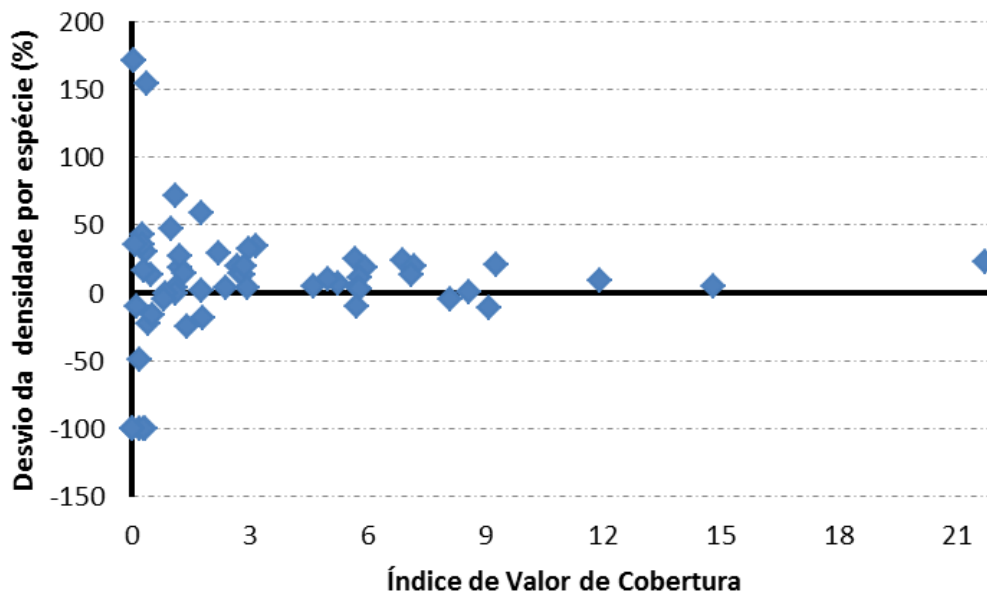
Observando o gráfico é possível perceber que os desvios relativos da densidade calculada para cada espécie ficam mais próximos de zero conforme seus índices de valores de cobertura calculados pelo censo aumentam. Isto sugere que o método é menos eficaz na estimativa das espécies menos abundantes e consequentemente com menores valores de cobertura.

A amplitude dos desvios relativos para densidade por espécie encontrados neste trabalho foi menor que aquela obtida por Cavalcanti *et al.* (2011) ao analisar esta mesma população valendo-se da amostragem por parcelas de área fixa. Os desvios calculados por estes autores variaram entre -100% e 600 %. Enquanto as maiores subestimativas no presente trabalho tenham correspondido também a 100% negativos, quando as espécies não foram

registradas no inventário amostral, as superestimativas não superaram 200%. A incidência de desvios acima de 20%, entretanto, foi alta, sendo respectivamente cerca de 65% e 60% das espécies nas amostras 1 e 2.

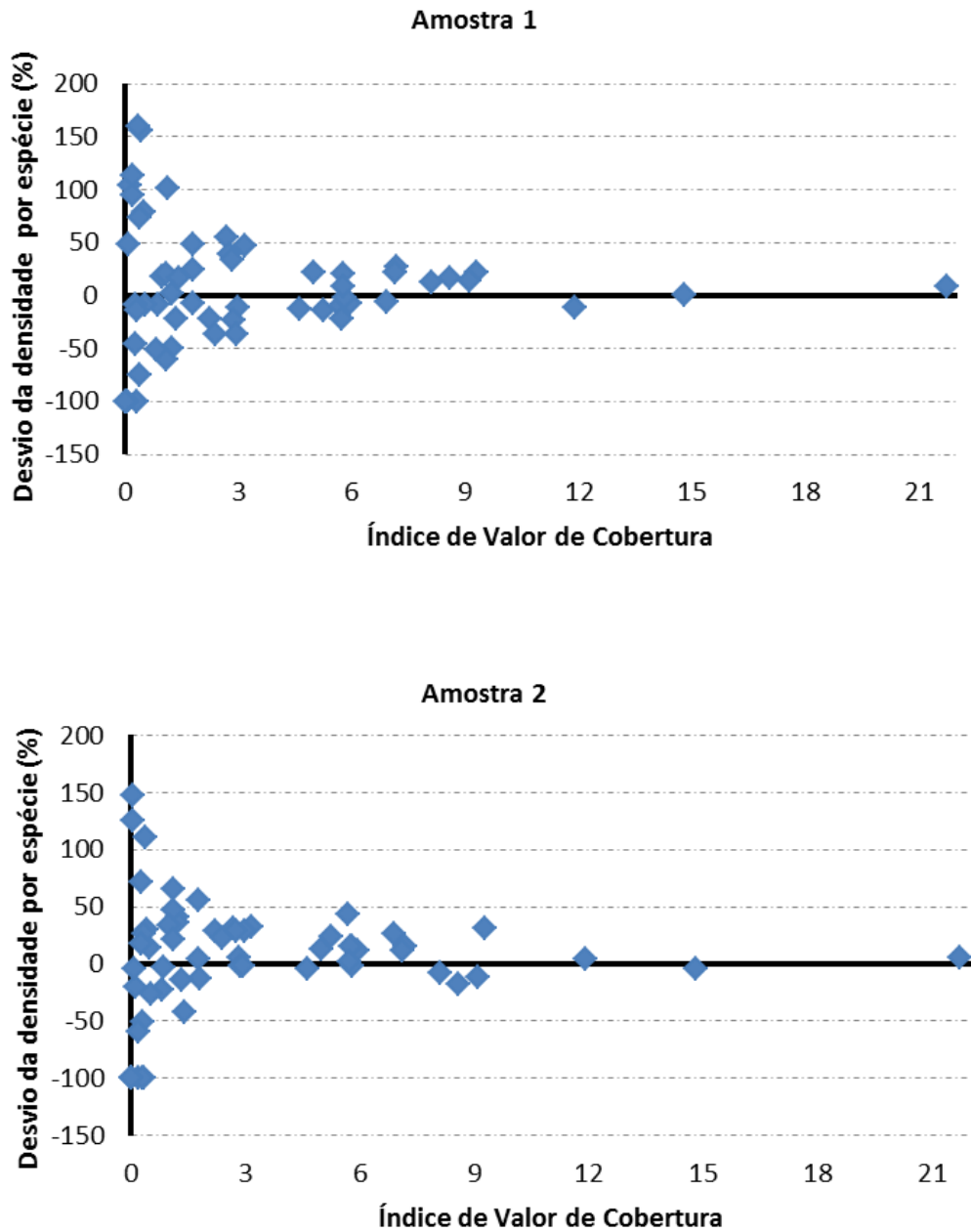


**Figura 3** - Dispersão dos desvios relativos de densidade por espécie para Amostra 1 em função do índice de valor de cobertura calculado pelo censo.



**Figura 4** - Dispersão dos desvios relativos de densidade por espécie para Amostra 2 em função do índice de valor de cobertura calculado pelo censo.

O mesmo padrão de distribuição dos desvios foi observado para dominância (Figura 5), reflexo da relação direta da densidade na estimativa desta variável.



**Figura 5** - Dispersão dos desvios relativos de dominância para as Amostras 1 e 2 em função do IVC calculado pelo censo.

A aplicação do teste  $t$  demonstrou que os conjuntos de valores de densidade e dominância estimados pelas amostras não são significativamente diferentes entre si ou em relação ao conjunto valores obtidos pelo censo (Tabela 4).

| Grupos Comparados     | Densidade (árv/ha)          | Dominância (m <sup>2</sup> /ha) |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Censo e Amostra 1     | 11,67 e 12,47 <sup>NS</sup> | 4,04 e 4,22 <sup>NS</sup>       |
| Censo e Amostra 2     | 11,67 e 12,72 <sup>NS</sup> | 4,04 e 4,31 <sup>NS</sup>       |
| Amostra 1 e Amostra 2 | 12,47 e 12,72 <sup>NS</sup> | 4,22 e 4,31 <sup>NS</sup>       |

**Tabela 4** - Resultado do teste T aplicado para determinar a ocorrência de diferenças significativas entre os conjuntos de valores estimados nas amostragens e obtidos pelo censo para densidade e dominância.

Estes resultados demonstram que embora ocorram grandes desvios nas estimativas destes parâmetros quando calculados por espécie, não há diferenças significativas quando se considera a população como um todo. É provável, portanto, que a superestimação de algumas espécies tenha sido compensada pela subestimação de outras, tornando as estimativas destes parâmetros mais próximos à realidade. Isto sugere que os desvios das estimativas tendem a diminuir caso as espécies sejam reunidas em grupos.

Esta tendência foi observada por Cavalcanti *et al.* (2011) ao estimar através do método da área fixa a densidade e a área basal por espécie da mesma população analisada neste trabalho. O autor constatou que os desvios relativos desses parâmetros diminuíram consideravelmente quando as espécies foram reunidas tanto segundo seu valor comercial quanto em função de seus diâmetros a altura do peito. Os maiores desvios de estimativa por espécie foram da ordem de 600%, enquanto quando consideradas agrupadas por níveis de comercialização e classes diamétricas estes não ultrapassaram 15% e 25% respectivamente.

## 4.2. Índices de diversidade

**Tabela 5** - Valores dos Índices de diversidade reais e estimados.

| Índices | Censo   | Amostra 1 | Amostra 2 |
|---------|---------|-----------|-----------|
| Pielou  | 0,860   | 0,879     | 0,880     |
| Simpson | 0,03749 | 0,03730   | 0,037048  |

O valor obtido para o índice de Equabilidade de Pielou indica que os indivíduos em estudo estão distribuídos entre as espécies de maneira relativamente uniforme. As diferenças relativas entre os índices de Pielou estimados por ambas as amostras e calculados pelo censo foram menores que 2,5%, demonstrando alto grau de exatidão do método para estimativa deste índice nas condições estabelecidas para este estudo.

Vale ressaltar que as análises realizadas neste trabalho contemplam apenas a população com valor comercial, não refletindo a estrutura da floresta como um todo, mas sim a estrutura de uma parte específica desta.

### 4.2.1. Índice de diversidade de Simpson

Os baixos valores do índice de Simpson correspondem à diversidade da população estudada, uma vez que quanto maior seu valor maior a dominância por uma ou poucas espécies. Os desvios percentuais entre os valores estimados através das amostras e aquele obtido pelo censo para o índice de Simpson foram cerca de 0,5% e 1,18% para as amostras 1 e 2, respectivamente. Corte *et al.* (2013) encontraram variações maiores do índice de Simpson

ao compararem os valores obtidos através de amostragens sistemáticas com diferentes intensidades e formas de parcelas com os resultados obtidos pelo censo de uma área de floresta ombrófila mista. Os desvios, no estudo realizado por estes autores, alcançaram em alguns casos superestimativas de 80%.

A uniformidade da população estudada no presente trabalho é possivelmente um dos fatores que contribuiu para que a variação entre os valores reais e estimados para o índice de Simpson tenha sido pequena uma vez que o cálculo deste índice considera a representatividade das espécies com maior valor de importância (MORENO, 2001). Kanieski (2010) reforça esta afirmação ao ressaltar que esse índice indica a probabilidade de, ao se extraírem ao acaso dois indivíduos de uma certa comunidade, estes sejam da mesma espécie, sendo portanto, fortemente influenciado pelas espécies mais abundantes da unidade amostral e menos sensível à riqueza de espécies.

#### **4.2.2. Índice de similaridade de Jaccard**

O índice de similaridade de Jaccard foi calculado considerando a comparação das populações estimadas pelas amostras entre si e de cada uma delas com a população real. O índice determinou 90% de similaridade entre cada uma das amostras e o censo e 89,47% de similaridade entre as amostras.

Segundo Mueller-Dombois e Ellenberg para que haja similaridade entre duas comunidades vegetais é necessário que o índice de Jaccard seja igual ou superior a 25%.

O alto grau de similaridade das populações estimadas tanto entre si quanto em relação à população real é consequência natural das amostras terem sido retiradas da mesma população. Este resultado é reflexo ainda das amostras terem captado 90% das espécies presentes na população em estudo. A similaridade entre as amostras 1 e 2 é inferior àquela registrada entre cada uma das amostras e a população real porque apesar de ambas terem captado conjuntos com o mesmo número de espécies estes não foram idênticos em sua composição.

O alto grau de similaridade entre as espécies amostradas demonstra que o método capturou satisfatoriamente a riqueza da área.

### **5. CONCLUSÕES**

Segundo este estudo, a estimativa dos parâmetros estruturais qualitativos e quantitativos da população, através do método aplicado, é considerada satisfatória, sugerindo que o método tem potencial para a avaliação da estrutura horizontal de uma comunidade florestal de composição e porte comercial.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, O. T. **Comparação entre os métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ALENCAR ombrófila densa no Parque Estadual “Carlos Botelho”- São Miguel Arcanjo, São Paulo.** 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V.; FILHO, B. S. **Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica.** Manaus: IPAM, 2004. 89p.

ARAUJO, H. J. B. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta amazônica**, Manaus, v. 36, n.4, p. 447-464, 2006.

BONETES, L. **Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista.** 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRASIL. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2006. 124 p. (a).

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Esta Lei dispõe sobre a gestão de florestas públicas para produção sustentável, institui o SFB, e cria o FNDF. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 mar. 2006. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm)>. Acesso em: 14 jun. 2014 (b).

BRASIL. Decreto n. 6.063, de 20 de março de 2007. Regulamenta a destinação de florestas públicas às comunidades, a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 mar. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.html)>. Acesso em: 11 ago. 2014.

BRASIL. **Plano Amazônia sustentável: Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira.** Presidência da República, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 112p.

BRITO, A.; FERREIRA, M. Z.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Comparação entre os métodos de quadrantes e PRODAN para análises florística, fitossociológica e volumétrica. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 399-405, 2007.



BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; ENDE, C. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W. M. C. Brown Company Publishers, 1997. 273p.

CAIN, S. A. The species- area curve. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 19, p. 573- 581, 1938.

CAPRETZ, R. L.; BATISTA, J. L. F.; SOTOMAYOR, J. F. M.; CUNHA, C. R.; NICOLETTI, M. F.; RODRIGUES, R. R. Padrão espacial de quatro formações florestais do estado de São Paulo, através da função K de Ripley. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 551-565, 2012.

CAVALCANTI, F. J. B. **Metodologia e sistema computacional para uso múltiplo e integrado de florestas tropicais da Amazônia**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CAVALCANTI, F. J. B.; MACHADO, S. A.; OSOKAWA, R. T.; CUNHA, U. S. Comparação dos valores estimados por amostragem na caracterização da estrutura de uma área de floresta na Amazônia com as informações registradas no censo florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1061-1068, 2011.

CLEMENT, C. R.; HIGUCHI, N. A Floresta Amazônica e o futuro do Brasil. **Ciência Cultura**, São Paulo, v. 58, n. 3, p. 44-49, 2006.

CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PEREIRA, T. K.; BEHLING, A. Desempenho de métodos e processos de amostragem para avaliação de diversidade em floresta ombrófila mista. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 579-592, 2013.

COTTAM, G.; CURTIS, J. T; HALE, B. W. Some sampling characteristics of a population of randomly dispersed individuals. **Ecology**, Washington, v. 34, n. 4, p. 741-757, 1953.

COTTAM, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, Washington, v. 37, n. 3, p. 451-460, 1956.

CURTIS, J. T.; McINTOSH, R. P. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. **Ecology**, Washington, v. 31, n. 3, p. 434-455, 1950.

DIETVORST, P.; MAAREL, E.; PUTTEN, H. A new approach to the minimal area of a plant community. In: PEET, R. K. **Plant community ecology: Papers in honor of Robert H. Whittaker**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1985. p. 221-235.

FAO. **Review of forest management systems of tropical Asia: Case studies of natural forest management for timber production in India, Malaysia and the Philippines**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1989. 228p.

FEARNSIDE, P. M. **A floresta Amazônia nas mudanças globais**. Manaus: INPA, 2003. 134p.

FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A. P.; COSTA, N. C. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2013.

FUNTAC. Fundação de Tecnologia do Estado do Acre – FUNTAC. **Relatório do Inventário Florestal Diagnóstico e Plano de Manejo da Fazenda São Jorge**. Rio Branco: FUNTAC, 2002.

GORENSTEIN, M. R. **Métodos de amostragem no levantamento da comunidade arbórea em floresta estacional semidecidual**. 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GORENSTEIN, M. R.; BATISTA, J. L. F.; DURIGAN, G. Influência do padrão espacial sobre a estimativa de densidade arbórea do método de quadrantes: um estudo por meio de simulação de Monte Carlo. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 957-965, 2007.

GRAAF, N. R. Tropical lowland rain forest management for sustained timber production in Suriname, moulded in the CELOS management system. In: REUNIÓN NACIONAL DE SILVICULTURA, 9.; 1987, Bogotá. **Memórias...** Bogotá: CONIF, 1987. p. 67-80.

HIGUCHI, N. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical úmida de terra-firme na região de Manaus. **Acta amazônica**, Manaus, v. 16/17, n. 1, p. 393-400, 1987.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo de recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta amazônica**, Manaus, v. 24, n. 3/4, p. 275-288, 1994.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR, 1998. 162p.

JARDIM, F. C. S. **Regeneração natural e sistemas silviculturais**. 24p [200?]. Disponível em: <<http://www.ufra.edu.br/profjardin/aulas/regeneracao.pdf>> Acesso em: 13 set. 2014.

JONKERS, W. B. J. **Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1987. 172p.

KANIESKI, M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Área de Concentração em Silvicultura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

KUNZ, S. H. **Florística e estrutura da comunidade arbórea de trechos de Floresta Amazônica, Alto Rio Xingu, Mato Grosso, Brasil**. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, Mérida, v. 13, n. 2, p. 57-65, 1962.
- LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ A. K.; FEARNSTIDE, P. M.; VASCONCELOS, H. L.; FERREIRA, L. V. Deforestation in Amazonia. **Science**, New York, v. 304, n. 5674 p. 1109-1111, 2004.
- LENZA, E.; PINTO, J. R. R.; PINTO, A. S.; MARACAHIPES, L.; BRUZIGUESSI, E. P. Comparação da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros, Goiás, e áreas de cerrado sentido restrito do Bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 247-259, 2011.
- LOPES, W. P.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 443-456, 2002.
- MACHADO, S. A. Complete enumeration forest inventory versus cluster sampling method applied in the amazonic rain forest. **Floresta**, Curitiba, v. 18, n. 1-2, p. 122-130, 1988.
- MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2.ed. Guarapuava: UNICENTRO, 2006. 316p.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 179p.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.
- MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. Análise comparativa de procedimentos de amostragem em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 55-62, 2000.
- MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Zaragoza: M & T manuales y tesis SEA, 2001. 84 p.
- MORISITA, M. Estimation of population density by spacing method. **Memoirs of the Faculty of Science. Kyushu University, serie (E), biology** v. 1, p. 187-197, 1954. apud COTTAM, G.; CURTIS, 1956.
- MOSCOVICH, F. A.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma floresta de *Araucaria angustifolia*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 173-191, 1999.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974. 547p.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: UFPR, 1997. 316p.

PERES, C. A.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; ZUANON, J.; MICHALSKI, F.; LESS, A. C.; VIEIRA, I. C. G.; MOREIRA, F. M. S.; FEELEY, K. J. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. **Biological Conservation**, Oxford, v. 143, n. 10, p. 2314–2327, 2010.

PINTO, A. C. **Análise dos danos da exploração de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentável, na Amazônia Ocidental**. 2000. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 203-215.

SCOLFORO, J. R. S. **Inventário florestal**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 228p.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA/FAEP, 2006. 561p.

SOUZA, A. L.; JARDIM, F. C. S. **Sistemas silviculturais aplicados às florestas tropicais**. Viçosa: SIF, 1993. 125p.

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

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

SPARKS, J. C.; MASTERS, R. E.; PAYTON, M. E. Comparative evaluation of accuracy and efficiency of six forest sampling methods. **Proceedings-Oklahoma Academy of Science**, Oklahoma, vol. 82, n. 1, p. 49-56, 2002.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo, Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1976. 580p. apud MARTINS, 1991.

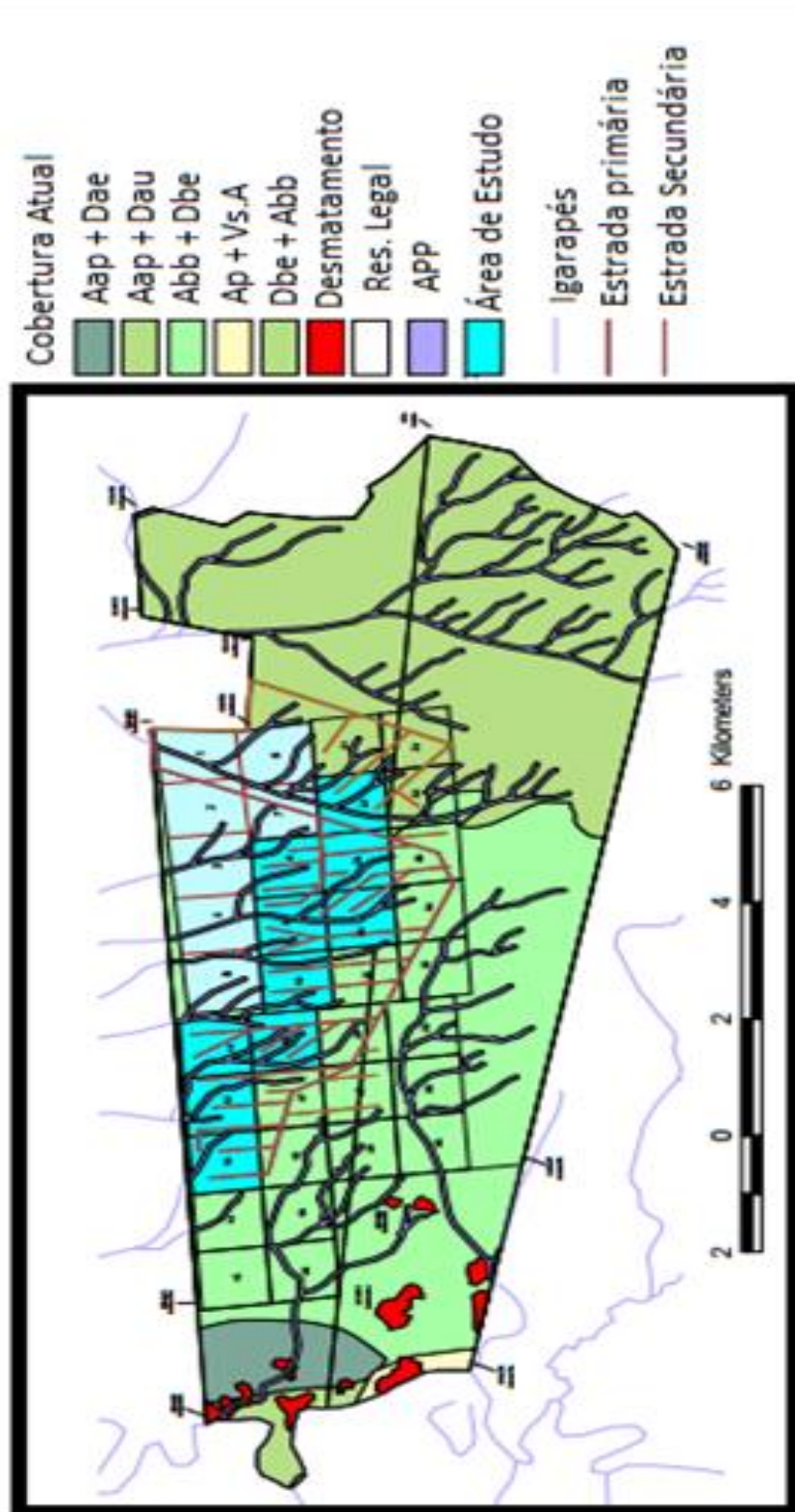
TAYLOR, C. J. **Introdução à silvicultura tropical**. São Paulo: Edgard Blucher, 1969. 200p.

THANG, H. C. Forest management systems for tropical high forest, with special reference to Peninsular Malaysia. **Forest Ecology and Management**, Kuala Lumpur, v. 21, n. 1, p. 3-20, 1987.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Pearson, 1996. 960p.

## ANEXO - A

Localização da área de estudo no interior das fazendas e principais composições florestais das propriedades



## ANEXO - B

### Relação de nome vulgar e família das espécies consideradas comerciais

| NomeVulgar        | Nome Científico                               | Família         |
|-------------------|---|-----------------|
| Abiu              | <i>Pouteria sp.</i>                           | SAPOTACEAE      |
| Açacu             | <i>Hura crepitans</i> L.                      | EUPHORBIACEAE   |
| Acariquara        | <i>Minquartia guianensis</i> Aubl.            | OLACACEAE       |
| Amarelão          | <i>Aspidosperma sp.</i>                       | APOCYNACEAE     |
| Angelim           | <i>Hymenolobium sp.</i>                       | FABACEAE        |
| Angico            | <i>Parkia sp.</i>                             | MIMOSACEAE      |
| Bajão             | <i>Cassia sp.</i>                             | CAESALPINIACEAE |
| Bajinha           | <i>Stryphnodendron sp.</i>                    | MIMOSACEAE      |
| Bálsamo           | <i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms          | FABACEAE        |
| Breu-branco       | <i>Protium sp.</i>                            | BURSERACEAE     |
| Caju              | <i>Anacardium giganteum</i> Hancock.          | ANACARDIACEAE   |
| Canela            | <i>Aniba canelila</i> (H.B.K.) Mez.           | LAURACEAE       |
| Catuaba           | <i>Qualea tesmanni</i> Milldr.                | VOCHYSIACEAE    |
| Caucho            | <i>Castilla ulei</i> Warb.                    | MORACEAE        |
| Cedro             | <i>Cedrela odorata</i> L.                     | MELIACEAE       |
| Cerejeira         | <i>Amburana acreana</i> Duckei                | FABACEAE        |
| Copaíba           | <i>Copaifera sp.</i>                          | CAESALPINIACEAE |
| Corrimboque       | <i>Cariniana sp.</i>                          | LECYTHIDACEAE   |
| Currupixá         | <i>Micropholis melinoniana</i> Pierre         | SAPOTACEAE      |
| Cumaru-ferro      | <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.        | FABACEAE        |
| Garapa            | <i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth.       | CAESALPINIACEAE |
| Farinha-seca      | <i>Celtis sp.</i>                             | ULMACEAE        |
| Fava              | <i>Pithecellobium sp.</i>                     | MIMOSACEAE      |
| Fava-bajão        | <i>Parkia paraensis</i> Ducke                 | MIMOSACEAE      |
| Fava-branca       | <i>Piptadenia sp.</i>                         | MIMOSACEAE      |
| Fava-preta        | <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke            | FABACEAE        |
| Figueira          | <i>Ficus sp.</i>                              | MORACEAE        |
| Freijó            | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz e Pav.) Oken    | BORAGINACEAE    |
| Guaribeiro        | <i>Phyllocarpus sp.</i>                       | CAESALPINIACEAE |
| Guariúba          | <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz e Pav.          | MORACEAE        |
| Imbirindiba-preta | <i>Terminalia sp.</i>                         | COMBRETACEAE    |
| Ipê-amarelo       | <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.  | BIGNONIACEAE    |
| Itaúba            | <i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn) Taub        | LAURACEAE       |
| Jacareúba         | <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.          | CLUSIACEAE      |
| Jatobá            | <i>Hymenaea courbaril</i> L.                  | CAESALPINIACEAE |
| Jequitibá         | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) O. Ktze | LECYTHIDACEAE   |
| Jutaí             | <i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.           | CAESALPINIACEAE |
| Leiteira          | <i>Sapium marmieri</i> Hub.                   | EUPHORBIACEAE   |
| Louro             | <i>Ocotea sp.</i>                             | LAURACEAE       |
| Macacaúba         | <i>Platymiscium trinitatis</i> Benth          | FABACEAE        |
| Maçaranduba       | <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standl.       | SAPOTACEAE      |
| Manitê            | <i>Brosimum sp.</i>                           | MORACEAE        |
| Maparajuba        | <i>Pouteria sp.</i>                           | SAPOTACEAE      |
| Maracatiara       | <i>Astronium lecointei</i> Ducke              | ANACARDIACEAE   |
| Marfim            | <i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook.  | OPILIACEA       |
| Marupá            | <i>Simarouba amara</i> Aubl.                  | SIMAROUBACEAE   |
| Mirindiba         | <i>Terminalia sp.</i>                         | COMBRETACEAE    |
| Mogno             | <i>Swietenia macrophylla</i> King             | MELIACEAE       |
| Pama              | <i>Pseudolmedia multinervis</i> Mildbr.       | MORACEAE        |
| Pau-sangue        | <i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber           | FABACEAE        |
| Pereiro           | <i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.         | APOCYNACEAE     |
| Pinho-cuiabano    | <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke | CAESALPINIACEAE |
| Pintadinho        | <i>Tecophilaea procera</i> C. Presl.          | CAESALPINIACEAE |
| Sorva             | <i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rodr.            | APOCYNACEAE     |
| Sucupira          | <i>Vatairea sericea</i> Ducke                 | FABACEAE        |
| Sumaúma           | <i>Ceiba pentandra</i> Gaerth.                | BOMBACACEAE     |
| Sumauma-preta     | <i>Ceiba samauma</i> K.Schum.                 | BOMBACACEAE     |
| Tamarindo         | <i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.       | CAESALPINIACEAE |
| Tuari             | <i>Couratari sp.</i>                          | LECYTHIDACEAE   |
| Violeta           | <i>Platymiscium sp.</i>                       | FABACEAE        |

## ANEXO - C

Curva espécie ponto utilizada na determinação da intensidade amostral do estudo

