



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

**WELTON DOS SANTOS BARROS**

**ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM EM ECOSISTEMA SUCESSIONAL DE  
FLORESTA MADURA NOS PLANALTOS INTERFLUVIAIS DO ALTO RIO  
ARAPIUNS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BELÉM, PA  
2022**



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

**WELTON DOS SANTOS BARROS**

**ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM EM ECOSISTEMA SUCESSIONAL DE  
FLORESTA MADURA NOS PLANALTOS INTERFLUVIAIS DA BACIA DO ARUÃ,  
ALTO RIO ARAPIUNS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: Área de concentração manejo de ecossistemas de florestas nativas e plantadas, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Francisco de Assis Oliveira  
Coorientador: Walmer Bruno Rocha Martins

**BELÉM, PA  
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- B277e Barros, Welton dos Santos Barros  
ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM EM ECOSSISTEMA SUCESSIONAL DE FLORESTA  
MADURA NOS PLANALTOS INTERFLUVIAIS DA BACIA DO ARUÁ, ALTO RIO ARAPIUNS,  
AMAZÔNIA ORIENTAL / Welton dos Santos Barros Barros. - 2022.  
41 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Florestais (PPGCF), Campus  
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022.  
Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira Oliveira  
Coorientador: Prof. Dr. Walmer Bruno Rocha Martins.
1. Manejo florestal. 2. Inventário florestal. 3. Intensidade amostral. 4. Censo florestal. 5. Precisão  
amostral. I. Oliveira, Francisco de Assis Oliveira. *orient.* II. Título
- 

CDD 620.00711

WELTON DOS SANTOS BARROS

**ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM EM ECOSISTEMA SUCESSIONAL DE FLORESTA MADURA NOS PLANALTOS INTERFLUVIAIS DA BACIA DO ARUÃ, ALTO RIO ARAPIUNS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: Área de concentração manejo de ecossistemas de florestas nativas e plantadas.

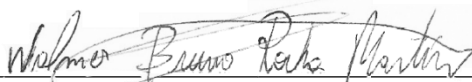
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Francisco de Assis Oliveira

Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Dr. Walmer Bruno Rocha Martins

Coorientador

Universidade do Estado do Pará - UEPA



Dr. Rosângela de Jesus Sousa

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA



Dr. Jonas Elias Castro da Rocha

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA (Campus Paragominas)



Dr. Vanda Maria Andrade

Suplente

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

*“Dedico este trabalho aos meus pais João Luis de Oliveira Barros e Edina Maria dos Santos Barros e aos meus irmãos Wenderson dos Santos Barros e Wendell dos Santos Barros (in memoriam), que em meio a tantas dificuldades sempre lutaram ao meu lado e me incentivaram a ser uma pessoa melhor. Graças a eles me tornei quem sou hoje”.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por trilhar meu caminho e entregar meu destino na mão de pessoas tão especiais, meus pais.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pelo curso ofertado e por contribuir na minha formação acadêmica e moral.

Ao Laboratório de Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas, por me acolher da melhor maneira possível, fornecendo suporte para meu desenvolvimento científico e pessoal.

Ao meu orientador, Francisco de Assis Oliveira, o qual tenho imensa admiração e respeito, pela dedicação e paciência a mim dirigidas, guiando-me no caminho da ciência.

Ao meu coorientador, Walmer Bruno Rocha Martins, pelo imenso companheirismo e amizade a mim oferecidos.

À Dr.<sup>a</sup> Vanda Sales, pelo total apoio, desde o primeiro momento do meu ingresso como bolsista de iniciação científica até hoje.

Ao meu irmão, Wendell dos Santos Barros (*in memoriam*), por sempre ter acreditado no meu potencial e ter me incentivado a nunca desistir dos meus sonhos.

À equipe de docentes e técnicos pelo aprendizado e experiências.

## **ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM EM ECOSISTEMA SUCESSIONAL DE FLORESTA MADURA NOS PLANALTOS INTERFLUVIAIS DA BACIA DO ARUÃ, ALTO RIO ARAPIUNS, AMAZÔNIA ORIENTAL**

**RESUMO:** Os ecossistemas de florestas tropicais são responsáveis pela maior proporção das florestas do mundo, nas quais necessitam de técnicas eficientes para quantificar seus atributos de forma precisa e com menor custo. Neste seguimento, há a necessidade de conhecer qual a dimensão das parcelas e a intensidade de amostragem que proporcione precisão estimada da produção dentro de um limite de erro pré-estabelecido em comparação ao censo florestal. Qual intensidade amostral e a forma de parcela que apresenta as melhores estimativas da produção, valor de cobertura e riqueza das espécies quando comparado com o censo florestal, na Amazônia Oriental? Como hipótese, tem-se: Se a intensidade amostral for igual ou superior a 5 % e com o uso parcelas retangulares, a amostragem estimará de forma precisa (com um erro amostral de até 20 %) a produção, o valor de cobertura e a riqueza das espécies do ecossistema. Com isso, o objetivou-se analisar a precisão da amostragem comparada com o censo florestal em um ecossistema de floresta nativa na Amazônia Oriental, como subsídio para potenciais áreas de manejo florestal sustentável. Foram simuladas 18 estratégias de amostragem com três intensidades (2 %, 5 % e 10 %) e seis dimensões de unidade de amostra (10m x 20m, 10m x 50m, 10m x 100m, 20m x 20m, 20m x 50m, 20m x 100m). O diâmetro de inclusão do inventário foi de árvores com DAP  $\geq$  40 cm, de uma lista de 118 espécies consideradas comerciais. O sistema de amostragem foi simulado e baseado no método de área fixa e no processo sistemático em dois estágios. A simulação que apresentou menor tendência na estimativa do número de árvores e área basal foi a estratégia 14, com intensidade amostral de 10 % e unidades de amostra com dimensão de 20m x 20m. A estratégia 15 estimou o volume com menor erro, com intensidade de amostragem de 10 % e unidades de amostra de 10 x 50 m. O valor de cobertura identificou as espécies *Terminalia dichotoma*, *Osteophloeum platyspermum*, *Mezilaurus itauba*, *Dipteryx odorata* e *Tachigali paniculata* como as que mais se destacaram e com erros relativos mais estáveis na amostragem de intensidade de 10 %. A estratégia 18, com intensidade de amostragem de 10 % e unidade de amostra de 20 m x 100 m, apresentou menor erro aos estimar o número de espécie. Com isso, as estratégias de amostragem apresentaram precisão nas estimativas diferenciadas de acordo com a variável de interesse a ser avaliada, sendo uma técnica eficiente para quantificar e qualificar os atributos florestais, servindo para identificar áreas passíveis de planos de manjo florestal sustentável na Amazônia.

**Palavras-chave:** Manejo florestal; Inventário florestal; Intensidade amostral; Censo florestal; Precisão amostral.

## **SAMPLING STRATEGIES IN A MATURE SUCCESSIONAL FOREST ECOSYSTEM IN THE INTERFLUVIAL UPLANDS OF THE ARUÁ BASIN, UPPER ARAPIUNS RIVER, EASTERN AMAZONIA**

**ABSTRACT:** Tropical Forest ecosystems are responsible for the largest proportion of the world's forests, in which they need efficient techniques to quantify their attributes accurately and at a lower cost. In this follow-up, there is a need to know the size of the plots and the sampling intensity that provides estimated precision of production within a pre-established error limit compared to the forest census. What sampling intensity and plot form presents the best estimates of production, cover value and species richness when compared to the forest census, in the Eastern Amazon? As a hypothesis, we have: If the sampling intensity is equal to or greater than 5 % and using rectangular plots, the sampling will accurately estimate (with a sampling error of up to 20 %) the production, the coverage value, and the species richness of the ecosystem. With this, the objective was to analyze the sampling accuracy compared to the forest census in a native forest ecosystem in the Eastern Amazon, as a subsidy for potential areas of sustainable forest management. Eighteen sampling strategies were simulated with three intensities (2 %, 5 % and 10 %) and six sample unit dimensions (10m x 20m, 10m x 50m, 10m x 100m, 20m x 20m, 20 m x 50 m, 20 m x 100 m). The diameter of the inventory included trees with  $DBH \geq 40$  cm, from a list of 118 species considered commercial. The sampling system was simulated and based on the fixed area method and the two-stage systematic process. The simulation that showed the lowest trend in estimating the number of trees and basal area was strategy 14, with sampling intensity of 10% and sample units measuring 20m x 20m. Strategy 15 estimated the volume with the smallest error, with a sampling intensity of 10 % and sample units of 10 x 50 m. The coverage value identified the species *Terminalia dichotoma*, *Osteophloeum platyspermum*, *Mezilaurus itauba*, *Dipteryx odorata* and *Tachigali paniculata* as the ones that stood out the most and with the most stable relative errors in the 10 % intensity sampling. Strategy 18, with a sampling intensity of 10 % and a sample unit of 20 m x 100 m, presented the lowest error when estimating the number of species. Thus, the sampling strategies showed precision in the differentiated estimates according to the variable of interest to be evaluated, being an efficient technique to quantify and qualify the forest attributes, serving to identify areas subject to sustainable forest management plans in the Amazon.

**Keywords:** Forest management; Forest Inventory; Sample intensity; Forest Census; Sample accuracy.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Geral.....	11
2.2 Específicos.....	11
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3.1 O contexto do Manejo Florestal no Pará.....	11
3.2 Inventário Florestal: censo e amostragem.....	12
4. ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.1 Solos.....	15
4.2 Clima.....	16
4.3 Vegetação.....	16
5. MÉTODOS.....	16
5.1 Censo Florestal.....	16
5.2 Amostragem Florestal.....	17
5.3 Estratégias de amostragem.....	19
5.4 Estrutura Fitossociológica.....	21
5.5 Variação percentual.....	22
5.6 Análise estatística.....	22
5.7 Programas utilizados.....	23
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6.1 Precisão das estratégias de amostragem dos atributos florestais.....	23
6.2 Precisão das estratégias para o número de árvores, área basal e volume por espécie.....	26
6.3 Riqueza.....	30
6.4 Densidade, dominância e produção por classe diamétrica.....	31
6.5 Comparação entre as estratégias.....	32
7 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34
ANEXOS.....	39

## LISTA DE SIGLAS

POA	Plano Operacional Anual
SEMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
AMGLO	Associação Intercomunitária de Moradores e Trabalhadores da Comunidade São Luís
UPA	Unidade de Produção Anual
K1	Intervalo entre as unidades amostrais primárias
K2	Intervalo entre as unidades amostrais secundárias
VC%	Valor de cobertura em percentagem
UT	Unidade de Trabalho
N	Número total de árvores da população
n	Número de árvores da amostra

## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas de florestas tropicais representam a maior proporção das florestas do mundo (45 %), abrangendo uma área de 5.663.700 km<sup>2</sup> (FAO, 2020). Estas possuem a maior biodiversidade planetária (BLASER et al., 2011) e o Brasil possui cerca de 33 % das florestas tropicais do mundo (DA SILVA; MATOS; FERREIRA, 2008; REIS et al., 2010). Além da sua grande extensão territorial, o país proporciona elevada biodiversidade de espécies, por possuir diferentes condições climáticas e de solos (LEITÃO FILHO, 1987).

No Brasil, grande parte dessa biodiversidade está contida na Amazônia Legal, mais especificamente no bioma amazônico. A Amazônia Legal, sendo a área influência da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM, criada com o objetivo de promover o desenvolvimento da região, é constituída por nove estados, sendo eles: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (IBGE, 2022; IMAZON, 2022). A região amazônica é considerada como uma das principais produtoras de madeira de florestas nativas do mundo, abastecendo o mercado nacional, principalmente nas regiões sul e sudeste do país (FIGUEIRA; GUEDES; EULER, 2020). Destaca-se o Estado do Pará, que segundo o IDEFLOR-BIO (2018) foi considerado o maior explorador de madeira oriunda de florestas nativas.

Em ambientes nativos e com robusta diversidade, como no caso da região amazônica, estudos dos parâmetros como densidade e dominância do ecossistema são fundamentais para o entendimento e caracterização da dinâmica da floresta. Esses parâmetros geralmente são obtidos por meio do uso dos métodos de avaliação, como o inventário florestal, que busca descrever a composição e distribuição das espécies pertencentes a uma comunidade (CONCENÇO et al., 2013). Por meio desses parâmetros fitossociológicos, é possível conhecer o potencial do ecossistema, além de fornecer informações precisas sobre as características e especificidades de cada indivíduo, sendo fundamental para que haja o uso racional da floresta (VALÉRIO; WATZLAWICK; BALBINOT, 2008).

Dentre as técnicas que podem ser utilizadas para estimar o estoque de madeira e de outras variáveis, a mais importante é o inventário florestal, podendo ser realizado em diferentes níveis de detalhamento para obter informações qualiquantitativas dos produtos florestais (PELLICO NETTO; BRENA, 1997; QUEIROZ, 2021). No entanto, inventariar todo o recurso florestal nem sempre é possível quando avaliados os aspectos econômicos, a extensão territorial, a elevada diversidade florística, a dificuldade no acesso às áreas amostradas, a altura das árvores

e as dificuldades nas suas coletas botânicas (BIERREGAARD et al., 1992; GERING; SILVA; MACHADO, 1994; HIGUCHI et al., 1985; LEITÃO FILHO, 1987).

No manejo florestal, a amostragem surge como técnica complementar que se utiliza de um sistema de inventário, formado pelo método e processo de amostragem, no qual confere estimativas precisas da variável de interesse, reduzindo custo e tempo da atividade (DRUSZCZ et al., 2010; PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997; SILVA; LOPES, 1984). Entretanto, a comercialização de áreas potenciais para projetos de manejo florestal pleno na Amazônia, geralmente é realizada de duas formas: de forma subjetiva, que não se utiliza de conhecimentos técnicos ou empregando métodos qualitativos e quantitativos. Os métodos quantitativos e qualitativos, consistem na amostragem e censo florestal (inventário a 100 %), que este último mensura todas as árvores a partir de dez centímetros abaixo do diâmetro mínimo de corte (DMC  $\geq$  50 cm), como estabelecido na IN 05 de 10 de setembro de 2015. No entanto, para conhecer o potencial madeireiro de um ecossistema, o censo florestal demanda maior custo e tempo, quando comparado com o inventário amostral que possibilita precisão das estimativas da produção.

Neste seguimento, para determinar se o ecossistema florestal possui potencial madeireiro, é comum que alguns contratantes, por falta de conhecimento técnico, priorizem a realização do censo, mesmo sendo mais oneroso e com o risco de a área não possuir tal potencial. Com isso, tendo em vista que a obrigatoriedade do censo florestal se dá apenas após a emissão da Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – APAT, a amostragem surge como opção de minimização de tais riscos e possibilita maior planejamento para áreas passíveis de manejo florestal. Utilizando-se a amostragem, tem-se a necessidade de conhecer qual a dimensão das parcelas e a intensidade de amostragem que proporcione precisão da produção dentro de um limite de erro pré-estabelecido em comparação ao censo florestal. Esta técnica fornece aos proprietários vantagens de mercado, possibilitando a compra e venda de contratos prévios antes mesmo da descrição de todas as árvores (HOLMES et al., 2002).

Diante disso, esta pesquisa tem sua importância baseada na seguinte questão: **Qual intensidade amostral e a forma de parcela que apresenta as melhores estimativas da produção, valor de cobertura e riqueza das espécies quando comparado com o censo florestal, na Amazônia Oriental?** Como hipótese, tem-se: **Se a intensidade amostral for igual ou superior a 5 % e com o uso parcelas retangulares, a amostragem estimará de forma precisa (com um erro amostral de até 20 %) a produção, o valor de cobertura e a**

**riqueza das espécies do ecossistema.**

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar a precisão de diferentes estratégias de amostragem comparadas com o censo florestal para identificar áreas potenciais de manejo florestal em uma Floresta Ombrófila Densa no município de Santarém, Estado do Pará.

### **2.2 Específicos**

- a) Comparar a densidade, dominância e o valor de cobertura por espécie entre as estratégias de amostragem e o censo florestal;
- b) Comparar a densidade, dominância e o valor de cobertura por classe de diâmetro entre as estratégias de amostragem e o censo florestal;
- c) Comparar a produção volumétrica entre as estratégias de amostragem e o censo florestal;
- d) Determinar os erros de amostragem entre as estratégias propostas;

## **3. REVISÃO DA LITERATURA**

### **3.1 O contexto do Manejo Florestal no Pará**

A Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, denominada “Lei de Proteção da Vegetação Nativa” e popularmente conhecida como “Novo Código Florestal”, trata sobre todos os ecossistemas terrestre nativos (incluindo de campos, caatinga e cerrado) e descreve os parâmetros iniciais para a exploração de florestas nativas brasileiras.

Dessa forma, a legislação obriga proprietários de imóveis rurais a manterem parcelas de vegetação nativa em suas propriedades. Essas parcelas, denominadas de Área de Reserva Legal, garantem a conservação da biodiversidade, provisão de serviços ecossistêmicos e o uso sustentável dos recursos naturais (BRANCALION et al., 2016; METZGER et al., 2019). A exigência da Reserva Legal, descrita na Lei nº 12.651/2012, obriga a reserva de vegetação por parte do proprietário variando de 80 % (no caso da vegetação pertencente a floresta amazônica), 35 % (em áreas de transição da floresta amazônica e o cerrado) e 20 % (nas demais regiões brasileiras), com exceção das áreas presentes na Amazônia legal, cujas a reservas legais tiveram redução de até 50 % por se enquadrarem nas áreas produtivas nas zonas de consolidação e

expansão definidas na Lei Estadual nº 7.243, de 09 de janeiro de 2009 que dispõe sobre o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE).

Vale ressaltar que tal Lei é responsável por garantir a preservação da biodiversidade de fauna e flora brasileira, tendo em vista que mais da metade (53 %) da vegetação nativa remanescente está presente em propriedades privadas, além de garantir a recuperação de áreas degradadas, assegurando assim, o ressurgimento dos serviços ecossistêmicos e ambientais dos ecossistemas (COSTANZA et al., 2017; DAILY, 1997; SOARES-FILHO et al., 2014).

Essa lei também define que a Exploração Florestal Sustentável deve ser realizada, de forma restrita, em áreas de Reserva Legal, devendo-se seguir os critérios exigidos pela legislação vigente de cada estado para a elaboração do Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS (BRANCALION et al., 2016).

No estado do Pará, os principais procedimentos técnicos para elaboração e execução do PMFS, estão descritos na Instrução Normativa 05 de 10/09/2015. Nesta instrução, também se encontram os procedimentos técnicos para a elaboração do Plano Operacional Anual - POA, subitem que se refere à especificação das atividades realizadas no ano em que a exploração ocorre.

### **3.2 Inventário Florestal: censo e amostragem**

Diversas podem ser as formas de descrever determinadas características dos ecossistemas. No caso dos ecossistemas florestais, o inventário florestal surge como uma ferramenta capaz de descrever a quantidade e qualidade das espécies ocorrentes no meio (HIGUCHI, 1986; HUSCH; MILLER; BEERS, 1993).

O estado de conservação ou degradação, da distribuição e do potencial de espécies, sejam elas raras ou ameaçadas, são características que também podem ser obtidas por meio do inventário florestal e que podem fundamentar políticas para o correto uso do solo e conservação dos recursos naturais (VIBRANS et al., 2011).

Segundo Dubois (1976); Silva; de Carvalho; Lopes (1985), Araujo (2006), Ubiali et al. (2009), o inventário florestal é o primeiro passo para o planejamento dos aspectos exploratórios de uma propriedade, em que três tipos devem ser levados em consideração: o inventário de reconhecimento (amostragem); o inventário pré- exploratório (censo); e o inventário florestal

contínuo (monitoramento).

Nesse sentido, o inventário florestal é dado como base para estratégias relacionadas ao manejo, à conservação e à tomada de decisões administrativas nas florestas (VIBRANS et al., 2010). Assim, a compreensão do desenvolvimento das variáveis dendrométricas das espécies florestais garantem uma boa tomada de decisões do manejador florestal e uma melhor finalidade para a madeira caso haja supressão (MACHADO et al., 2009).

A amostragem consiste na coleta de informações de parte do ecossistema, suficiente para obter estimativas dos parâmetros do povoamento, com menor tempo e custo (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997; SOARES; NETO; SOUZA, 2011). Os inventários florestais têm sido cada vez mais utilizados como forma de determinar a valorização das terras e de coberturas vegetais de diferentes ecossistemas, garantindo a descrição qualitativa e quantitativa desses meios (HIGUCHI; SANTOS; JARDIM, 1982). A necessidade de melhor controle dos recursos florestais, administração e gestão exige que o inventário florestal seja feito com um bom nível de aprofundamento (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

A utilização da amostragem nos inventários florestais se iniciou na Europa, no século XIX. No entanto, no Brasil, essa metodologia só foi implementada nos inventários florestais por volta dos anos 50, em parcerias realizadas entre o Governo brasileiro e a FAO (Food and Agriculture Organization) (HIGUCHI; SANTOS; JARDIM, 1982).

No entanto, métodos de inventários amostrais implicam na aceitação de margens de erros que podem ser ocasionados tanto por erros amostrais, por não representar perfeitamente a população, bem quanto por erros não-amostrais, que são originados na prática de medição em geral. Com isso, deve-se levar em consideração dois aspectos fundamentais, a precisão e a acurácia, que estão diretamente ligadas à estimativa amostral da população florestal (DRUSZCZ et al., 2010). Outros fatores que influenciam diretamente na precisão e acurácia das estimativas são: a escolha correta do sistema de amostragem, a intensidade amostral e o nível de detalhamento (UBIALLI et al., 2009).

O censo florestal, também conhecido como inventário florestal a 100 %, ou inventário pré-exploratório, é realizado com o objetivo de se detalhar ao máximo os blocos de exploração anual, tendo em vista que determinará com precisão a produção do ecossistema (SILVA; DE CARVALHO; LOPES, 1985). Os principais aspectos a serem detalhados no inventário florestal para exploração consistem na determinação do estoque de madeira (volume) e no detalhamento da composição florística da população (LEÃO et al., 2021). Estimativas precisas do volume

garantem a melhor avaliação do estoque atual e futuro de um ecossistema (SAARINEN et al., 2017).

Existem diferentes métodos de amostragem, tais como os métodos de área fixa e os métodos de área variável, como os de Prodan, Strand e Bitterlich. Dessa forma, a escolha do método será responsável por determinar a intensidade amostral a ser implementada, o que também estará diretamente ligado à precisão e à acurácia da estimativa da população florestal (DRUSZCZ et al., 2010).

O tamanho, a forma das unidades amostrais e a intensidade da amostragem estão diretamente ligados ao sucesso do inventário, no entanto, deve-se levar em consideração o processo de amostragem que garante a confirmação dos requisitos essenciais para uma melhor precisão (UBIALLI et al., 2009). O processo de amostragem consiste na forma de abordagem da população pelo total de unidades de amostras sorteadas. Husch; Miller; Beers (1972) definiu dois principais tipos de processos de amostragem: o aleatório (o qual todas as unidades são sorteadas independentemente da distância entre si) e o sistemático (em que a primeira unidade de amostra é aleatória e o restante segue um padrão equidistante da primeira unidade de amostra). Segundo Ubialli et al. (2009), a escolha do processo é arbitrária e depende principalmente do conhecimento da extensão do ecossistema.

Em relação ao tamanho e forma das unidades de amostras, Péllico Netto e Brena (1997) afirmam que não existem medidas ideais para essas características, sendo tais aspectos baseados em um confronto entre experiência e precisão. Sabe-se que, a utilização de um processo de amostragem sempre acarretará a existência de um erro de amostragem, devido a medição de apenas parte da população (UBIALLI et al., 2009).

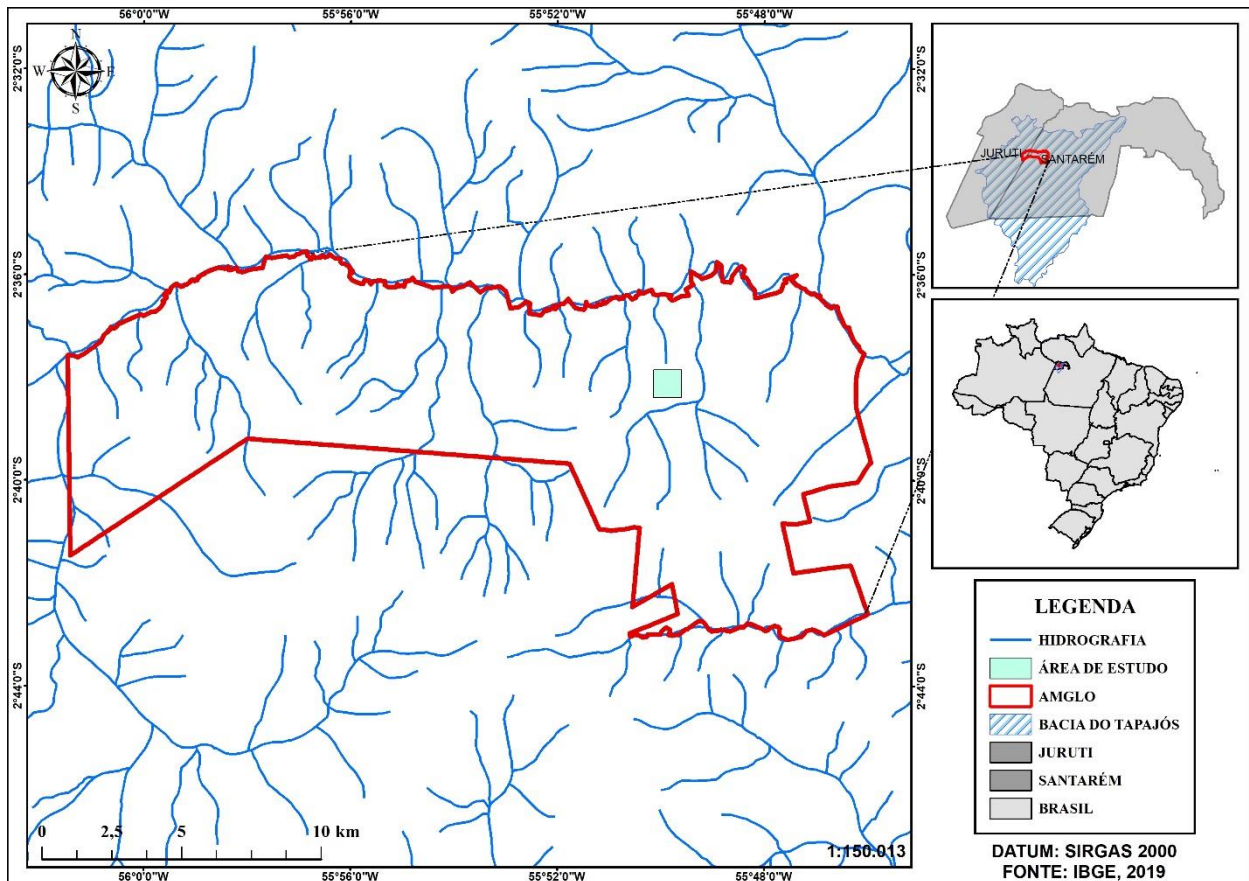
#### **4. ÁREA DE ESTUDO**

A área de abrangência do estudo está localizada em um território rural denominado Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAEX) Aruã, na comunidade Gleba Nova Olinda, no município de Santarém (Pará) (centroide: 02°38'39,87" S e 55°52'58,78" O), com propriedade possuindo aproximadamente 22.145,48 ha de área total (Figura 1). O inventário florestal pré-exploratório foi realizado na unidade de produção anual 4 (UPA 4), na Associação Intercomunitária de Moradores e Trabalhadores Rurais e Agroextrativistas das Comunidades de São Luiz - AMGLO.



O município de Santarém é considerado um dos principais centros urbano, financeiro, comercial e cultural do estado do Pará. Segundo o IBGE (2020), possui uma população estimada em 306.480 habitantes, com área de aproximadamente 17.898,389 km<sup>2</sup>, ocupando o 5º lugar do estado com maior Produto Interno Bruto (PIB) do Pará, de aproximadamente R\$ 5,8 bilhões.

**Figura 1.** Área de abrangência (221,45 km<sup>2</sup>) da Associação Intercomunitária de Moradores e Trabalhadores Rurais e Agroextrativistas das Comunidades de São Luiz – AMGLO, no município de Santarém, no estado do Pará, Brasil.



#### 4.1 Geologia, Geomorfologia e Pedologia (Solos)

Segundo o Mapa de Solos do Brasil (EMBRAPA, 1999), o solo dos ecossistemas consiste no mesmo do município, sendo caracterizado como Latossolo Amarelo Distrófico típico, com textura muito argilosa, argilosa e média e com relevo plano e suave ondulado. Este tipo de solo tem sua manutenção vinculada ao equilíbrio existente entre cobertura vegetal, clima e os processos biogeoquímicos do solo, em que a estabilidade está associada exclusivamente a ciclagem de nutrientes da camada superficial (LISBOA et al., 2012).

Segundo o projeto RADAM (1976), o município de Santarém é caracterizado por unidades estratigráficas pré-cambrianas bem distintas e separadas entre si por discordância da natureza angular e paralela. Em geral, as rochas básicas de Diabásio Penatecaua se apresentam

na região em sua maior exposição. Também é observado pequenas exposições do grupo Vila Nova.

De forma geral, a geomorfologia do município é constituída por um conjunto de relevos bastante diferenciados, sendo um indicativo de diversas condições de processos de evolução. As formas de relevo predominantes são relevo colinoso e interflúviais tabulares, assim como também extensas áreas plantas.

## **4.2 Clima**

A região apresenta o clima do tipo “Am” segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1750 a 2500 mm (ANDRADE et al., 2017). O tipo “Am” é caracterizado como tropical úmido, sendo uma transição entre os climas “Af” e “Aw”. Os locais onde são encontrados essa tipologia climática apresentam temperaturas sempre acima de 18 °C (GOLFARI; CASER; MOURA, 1978).

## **4.3 Vegetação**

A área de abrangência do estudo é constituída por ecossistemas sucessionais de florestas maduras, conhecidas também como Florestas Ombrófilas Densas de Terras Baixas (IBGE, 2004). Nesse tipo de ecossistema, o dossel é constituído de árvores que variam de 23 a 32 metros de altura, com troncos retilíneos, copas amplas e com baixa diversidade de espécies epífitas e lianas, além da presença de árvores emergentes podendo chegar até 35 metros de altura (LIMA FILHO et al., 2001).

# **5. MÉTODOS**

## **5.1 Censo Florestal**

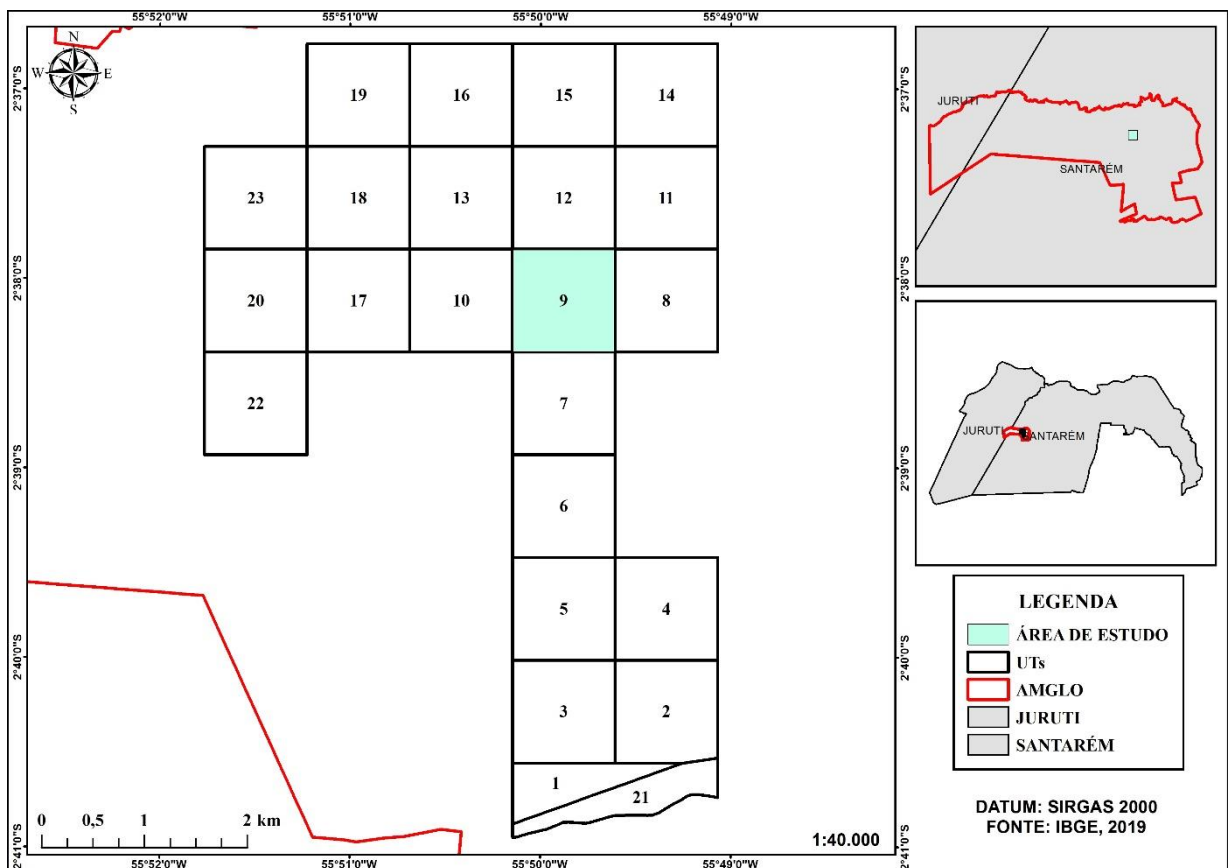
Os dados do censo florestal foram cedidos por uma empresa responsável pelo manejo florestal na associação. O censo florestal da UPA 4, com área de 2.198,84 ha, foi realizado em um período de dois meses (novembro a dezembro) do ano de 2020. O levantamento foi realizado no sentido norte-sul, onde foram abertas picadas paralelas, distantes 50 m entre si. As coordenadas geográficas de cada árvore foram coletadas por meio de aparelho GPS Portátil Garmin GPSMAP 64sx.

A UPA é composta por 23 Unidades de trabalho (Uts), com aproximadamente 100 ha cada, onde foram inventariadas 29.604 árvores, sendo que a UT 9, composta por 1738 árvores,

foi utilizada para o desenvolvimento deste estudo. Esta seleção justifica-se pela UT apresentar localização que não possibilita interferências de bordadura ou presença de áreas de preservação permanente, na qual, garante a realização do censo completo do ecossistema (Figura 2).

Foram coletadas informações como: nome vulgar, qualidade de fuste, circunferência a 1,3 m do solo (CAP) em centímetros, que posteriormente foi transformado para diâmetro a 1,3 m do solo (DAP) em centímetros e a altura comercial, que se deu pela medida de comprimento da parte inferior da árvore até algum defeito ou bifurcação no fuste. O diâmetro de inclusão do inventário foi de árvores com  $DAP \geq 40$  cm, de uma lista de 118 espécies consideradas comerciais pela empresa responsável pelo inventário.

**Figura 2.** Ecossistema sucessional de floresta nos planaltos interflúviais do alto rio Arapiuns, na bacia do Aruã, no município de Santarém, delimitando a UT 9 da UPA 4, na Associação Intercomunitária de Moradores e Trabalhadores Rurais e Agroextrativistas das Comunidades de São Luiz – AMGLO, no município de Santarém, no estado do Pará, Brasil.



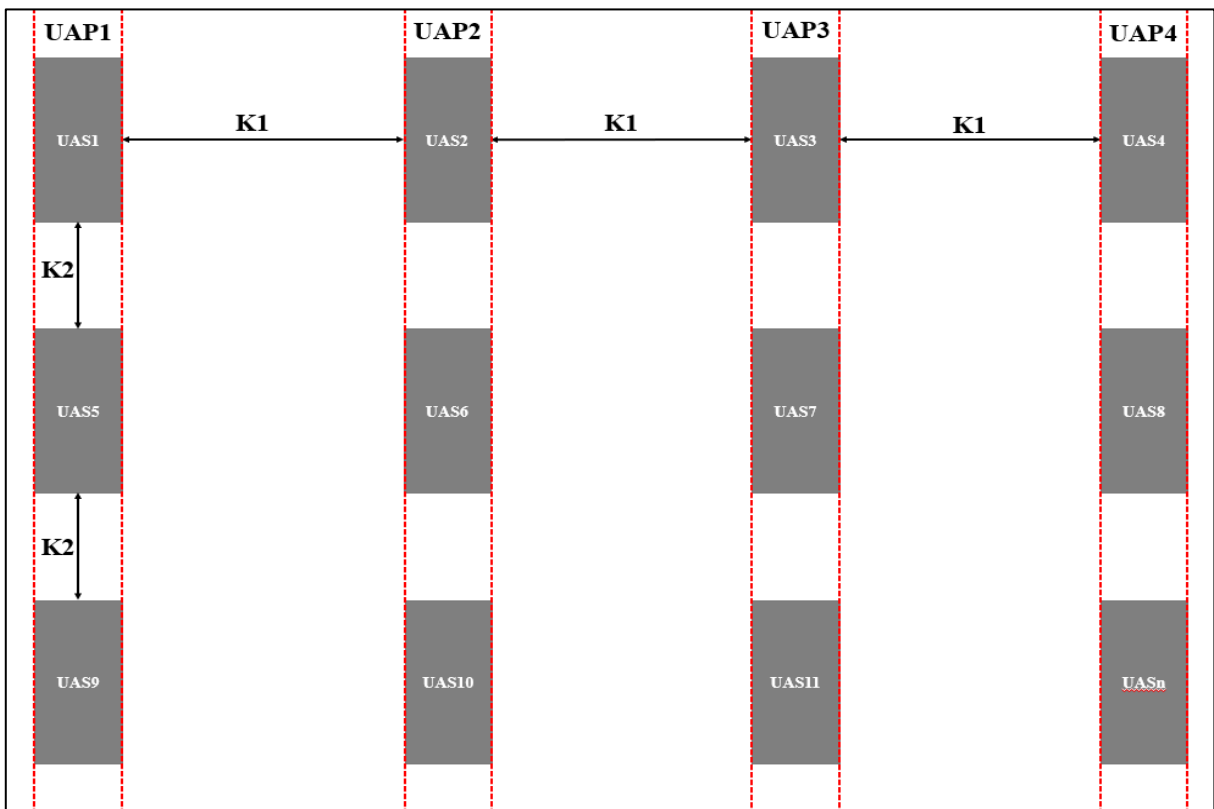
## 5.2 Amostragem Florestal

Para testar a hipótese elaborada na presente dissertação, o sistema de amostragem

simulado foi baseado no método de área fixa e no processo de amostragem sistemático em dois estágios. O processo de amostragem sistemático, é considerado um processo probabilístico não aleatório, no qual garante que apenas a primeira unidade amostral seja aleatorizada e, a partir dessa, as demais unidades amostrais secundárias possam ser alocadas de forma equidistante, abrangendo toda a população (ALDER; SYNNOTT, 1992; QUEIROZ, 2021; PELLICO NETTO; BRENA, 1997).

No primeiro estágio da amostragem sistemática, a área de estudo foi dividida em unidades amostrais primárias, ou “linhas amostrais”. O intervalo existente entre as unidades amostrais primárias foi denominado como  $k_1$ . Já o segundo estágio, foi composto por unidades amostrais secundárias que se distribuíram de forma sistemática dentro das unidades amostrais primárias, com dimensões predefinidas. O intervalo existente entre as unidades amostrais secundárias foi denominado de  $k_2$  (Figura 3). A análise do processo de amostragem sistemática foi realizada como disposto por Péllico Netto e Brena (1997) e Sanquetta et al. (2009), de acordo com processo de amostragem sistemático (Tabela 1).

**Figura 3.** Esquema de distribuição das unidades amostrais pelo processo de amostragem sistemático em dois estágios. Onde: UAP = Unidade amostral primário; UAS = unidade amostral secundária;  $K_1$  = distância entre as unidades amostrais primárias; e,  $K_2$  = distância entre as unidades amostrais secundárias.



**Tabela 1.** Fórmulas utilizadas para análise do processo de amostragem sistemático em dois estágios no ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

<b>Média aritmética</b>	$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}}{m \cdot n}$	<b>Variância</b>	$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \cdot (\bar{X})^2}{(n - 1)}$
<b>Variância da média</b>	$S_{\bar{X}}^2 \cong \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij} \cdot X_{(i+1)j} - \frac{\sum_{j=1}^m (X_{1j}^2 + X_{n_j}^2)}{2}}{n(n - m)} \quad (1)$	<b>Erro Padrão</b>	$S_{\bar{x}} = \sqrt{S_{\bar{X}}^2}$
<b>Erro de Amostragem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Absoluto: <math>E_a = \pm t \cdot S_{\bar{X}}</math></li> <li>✓ Relativo: <math>E_r = \pm \frac{t \cdot S_{\bar{X}}}{\bar{X}} \cdot 100</math></li> </ul>	<b>Intervalo de Confiança para a Média</b>	$IC[\bar{x} - (t \cdot S_{\bar{x}}) \leq \bar{X} \leq \bar{x} + (t \cdot S_{\bar{x}})] = P$
<b>Total da População</b>	$\hat{X} = N \cdot \bar{x}$	<b>Intervalo de Confiança para o Total</b>	$IC[\hat{X} - N \cdot t \cdot S_{\bar{x}} \leq X \leq \hat{X} + N \cdot t \cdot S_{\bar{x}}] = P$

Em que:  $\bar{X}$  = média aritmética;  $S_x^2$  = Variância;  $S_x$  = Erro padrão;  $S_{\bar{X}}^2$  = Variância da média;  $E_a$  = Erro de amostragem absoluto;  $E_r$  = erro de amostragem relativo; IC = Intervalo de confiança para a média; t = estatística t.

### 5.3 Estratégias de amostragem

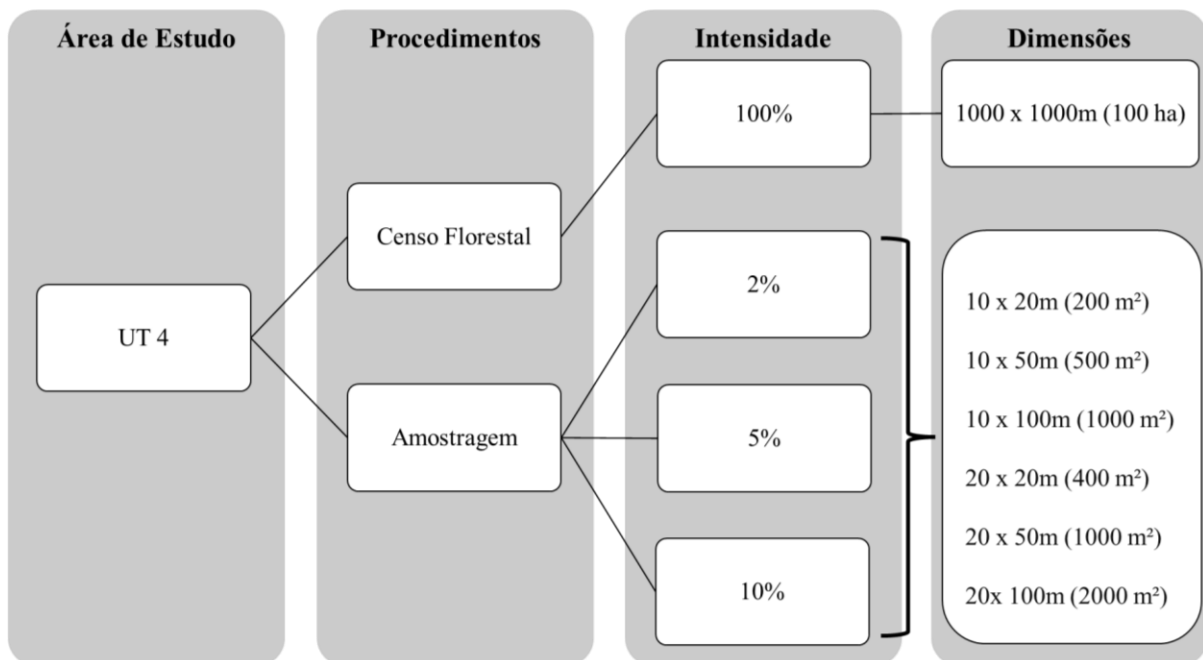
As intensidades amostrais propostas neste trabalho, foram de 2 %, 5 % e 10 %, onde foi identificado o número possível de unidades de amostras, para as respectivas intensidades (Tabela 2). O tamanho das unidades amostrais simuladas foram de 10m x 20m, 10m x 50m, 10m x 100m, 20m x 20m, 20m x 50m, 20m x 100m. As intensidades e dimensões das unidades das unidades amostrais selecionadas neste trabalho, basearam-se nas mesmas utilizadas por Cavalcanti, Machado e Hosokawa, (2009) e Augustynczyk et al. (2013). Vale ressaltar a escolha das parcelas retangulares, as quais garantem bons resultados amostrais para a região, conforme o estudo de Higuchi, Santos e Jardim (1982).

**Tabela 2.** Intensidade de amostragem e número de unidades amostrais por dimensões das unidades amostrais no ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

Intensidade de amostragem	Área utilizada da UT, em ha	Número de unidades amostrais					
		10 x 20	20 x 20	10 x 50	20 x 50	10 x 100	20 x 100
2 %	2	100	50	40	20	20	10
5 %	5	250	125	100	50	50	25
10 %	10	500	250	200	100	100	50

A partir destes dados, realizou-se 18 simulações de amostragem (Figura 4 e Tabela 3), selecionando-se a estratégia que gerou maior precisão identificada pelo menor erro relativo apresentado na estatística do processo sistemático utilizado, informando a intensidade e dimensões de parcela mais indicadas para representar as variáveis densidade, abundância, produção e valor de cobertura.

**Figura 4.** Fluxograma das estratégias de amostragem na Floresta Ombrófila Densa no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.



**Tabela 3.** Estratégias de amostragem com intensidade, área amostrada e dimensões, utilizadas na amostragem da Floresta Ombrófila Densa no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

<b>Estratégias</b>	<b>Intensidade amostrada</b>	<b>Área amostrada (ha)</b>	<b>Dimensões</b>
Estratégia 1	2 %	0,02	10m x 20m
Estratégia 2	2 %	0,04	20m x 20m
Estratégia 3	2 %	0,05	10m x 50m
Estratégia 4	2 %	0,1	20m x 50m
Estratégia 5	2 %	0,1	10m x 100m
Estratégia 6	2 %	0,2	20m x 100m
Estratégia 7	5 %	0,02	10m x 20m
Estratégia 8	5 %	0,04	20m x 20m
Estratégia 9	5 %	0,05	10m x 50m
Estratégia 10	5 %	0,1	20m x 50m
Estratégia 11	5 %	0,1	10m x 100m
Estratégia 12	5 %	0,2	20m x 100m
Estratégia 13	10 %	0,02	10m x 20m
Estratégia 14	10 %	0,04	20m x 20m
Estratégia 15	10 %	0,05	10m x 50m
Estratégia 16	10 %	0,1	20m x 50m
Estratégia 17	10 %	0,1	10m x 100m
Estratégia 18	10 %	0,2	20m x 100m

#### 5.4 Estrutura Fitossociológica

Para determinar as variáveis densidade, dominância e valor de cobertura, utilizou-se a metodologia de Mueller-Dombois; Ellenberg (1974), calculando os parâmetros de acordo com os modelos a seguir (Tabela 4).

**Tabela 4.** Fórmulas para cálculo da estrutura fitossociológica dos parâmetros do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

1	Densidade absoluta (DA)	$DA_i = \frac{n_i}{A}$	Eq.1
2	Densidade relativa (DR %)	$DR_i = (DA_i / \sum_{i=1}^p DA_i) * 100$	Eq.2
3	Dominância absoluta (DoA)	$DoA_i = G_i/a$	Eq.3

---

4	Dominância relativa (DoR %)	$DoR_i = \left( \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^p DoA_i} \right) * 100$	Eq.4
---	-----------------------------	---	------

---

5	Valor de Cobertura (VC %)	$VC \% = \frac{DoR + DR}{2} * 100$	Eq.5
---	---------------------------	------------------------------------	------

---

Em que: DAi = densidade absoluta da i-ésima espécie; ni = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie; A = área em hectares da unidade de amostragem ou da amostra; DRi = densidade relativa da i-ésima espécie; p = número total de espécies amostradas; i = 1... p espécies; DoAi = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; Gi = área basal da i-ésima espécie, em m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; a = área em um hectare da unidade de amostragem ou da amostra; DoRi = dominância relativa da i-ésima espécie, em percentagem; DoR = Dominância relativa; VC% = valor de cobertura; e DR = Densidade relativa.

### 5.5 Variação percentual

Após os procedimentos de cálculo das variáveis de interesse do ecossistema, baseados no censo e nas amostragens citadas, foram determinadas as diferenças existentes entre os valores estimados pela amostragem e o censo. Esta diferença possibilita determinar a variação percentual (VP %) (AUGUSTYNCZIK et al., 2013) (Eq. 6).

$$VP \% = \left( \frac{\text{Valor do censo} - \text{Valor da amostragem}}{\text{Valor do censo}} \right) * 100 \quad \text{Eq.6}$$

### 5.6. Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha = 0,05$ ) foi aplicado para as variáveis de número de árvores, área basal e volume, com intuito de verificar a normalidade dos dados. Quando ocorreu da premissa de normalidade ser violada, os dados foram transformados por Box Cox. A normalização dos dados busca equalizar as variâncias para atender suposições e melhorar tamanhos dos efeitos, sendo de fundamental importância para limpeza e preparação dos dados para análises estatísticas (OSBORNE, 2010). Para comparação entre as estratégias, foi utilizada a análise de variância de fator duplo sem repetição (ANOVA) com  $\alpha = 0,05$ .



## 5.7. Programas utilizados

Para a análise dos dados, foram utilizados os programas apresentados na tabela 5.

**Tabela 5.** Programas utilizados no processamento e análise dos dados dos parâmetros do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

#	Programas	Procedimentos e análises
1	Microsoft Excel 365	Tabulação dos dados, análise estatística e geração de gráficos
2	QGIS (3.22.6 “Long-term release”)	Vetorização dos dados e processamentos dos dados tabulares
3	ArcMap (10.8)	Elaboração dos mapas
4	ActionStat PRO	Suplemento do Excel para as análises estatísticas

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Precisão das estratégias de amostragem dos atributos florestais

Os resultados obtidos por meio do censo do ecossistema florestal e pelas 18 simulações de amostragem para o número de árvores por hectare, área basal e volume (Tabela 4), mostraram que de acordo com as simulações, as amostragens superestimaram e subestimaram as variáveis em comparação ao censo florestal. Para o número de árvores, a estratégia que apresentou menor variação percentual (0 %) foi a estratégia 14, com média de  $18 \pm 3$ , apresentando erro de amostragem relativo de 14,31 %. Em contrapartida, a estratégia 12 gerou a maior variação percentual, superestimando em 83,33 % o número de árvores, com erro de amostragem relativo de 8,31 %.

**Tabela 4.** Precisão das estratégias para densidade, dominância e produção, reais e estimadas obtidas pela enumeração completa e pelas amostragens com os respectivos erros de amostragem (EA) e variações percentuais (VP) para todas as espécies, do ecossistema florestal no município de Santarém, no estado do Pará, Brasil.

Estratégias	Intensidade amostrada (ha)	Área amostrada (ha)	Dimensões	Densidade			Dominância			Produção		
				N/ha	EA (%)	VP (%)	G/ha	EA (%)	VP (%)	V/ha	EA (%)	VP (%)
Censo	100 %	-	-	18	-	-	5,91	-	-	77,27	-	-
Estratégia 1	2 %	0,02	10m x 20m	17	36,59	5,56	5,43	42,26	8,12	69,11	39,36	10,56
Estratégia 2	2 %	0,04	20m x 20m	16	41,12	11,11	5,44	47,32	7,89	71,75	46,85	7,99
Estratégia 3	2 %	0,05	10m x 50m	19	29,09	-5,56	6,38	49,08	-7,95	90,26	53,90	-18,10
Estratégia 4	2 %	0,1	20m x 50m	21	27,30	-16,67	7,52	32,99	-27,27	94,58	32,22	-19,18
Estratégia 5	2 %	0,1	10m x 100m	20	29,00	-11,11	6,01	33,81	-1,76	82,64	33,97	-5,68
Estratégia 6	2 %	0,2	20m x 100m	12	42,44	33,33	5,48	46,37	7,35	81,26	50,41	-4,83
Estratégia 7	5 %	0,02	10m x 20m	16	20,73	11,11	5,21	28,59	11,85	63,32	28,24	17,17
Estratégia 8	5 %	0,04	20m x 20m	16	24,34	11,11	5,59	31,79	5,41	74,92	34,53	3,71
Estratégia 9	5 %	0,05	10m x 50m	15	17,88	16,67	4,95	22,74	16,30	64,37	23,38	17,22
Estratégia 10	5 %	0,1	20m x 50m	14	22,82	22,22	5,31	29,17	10,18	65,35	28,86	18,52
Estratégia 11	5 %	0,1	10m x 100m	17	20,66	5,56	5,41	22,09	8,51	72,21	21,90	7,74
Estratégia 12	5 %	0,2	20m x 100m	33	8,31	-83,33	10,83	12,88	-83,18	137,93	12,29	-84,00
Estratégia 13	10 %	0,02	10m x 20m	16	15,98	11,11	4,92	18,01	16,71	64,83	18,36	9,02
Estratégia 14	10 %	0,04	20m x 20m	18	14,31	0,00	5,91	16,96	0,04	75,79	16,04	2,28
Estratégia 15	10 %	0,05	10m x 50m	19	13,66	-5,56	6,04	15,47	-2,17	77,91	15,52	-0,84
Estratégia 16	10 %	0,1	20m x 50m	20	13,09	-11,11	6,35	12,60	-7,40	84,45	12,59	-9,22
Estratégia 17	10 %	0,1	10m x 100m	17	15,27	5,56	5,51	16,60	6,77	73,68	16,68	4,25
Estratégia 18	10 %	0,2	20m x 100m	21	13,59	-16,67	6,4	14,31	-8,37	84,53	14,69	-9,85

Em que: n: número de árvores (árv ha<sup>-1</sup>); G: área basal (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>); e V: volume (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>); EA (%): Erro de amostragem e; VP (%): Variação percentual.

Para a área basal, a estratégia que apresentou menor variação percentual foi a 14, com média  $5,91 \pm 1$ , a qual, subestimou em 0,04 % os valores do censo, com erro amostral de 16,96 %. A estratégia 12 gerou maior variação percentual, superestimando em 83,18 % em relação aos valores de área basal do censo, com erro de amostragem de 12,88 %. A estratégia que gerou volume mais próximo do censo foi a 15, de média  $77,91 \pm 12$ , que subestimou em apenas 0,83 %, com erro amostral de 15,52 %. Assim como para a área basal, a estratégia 12 também gerou maior superestimativa (84 %) para o volume, com erro amostral de 12,29 %.

No estudo de Augustynczyk et al (2013), ao analisar o número de árvores e a área basal de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba-PR, comparando-se a amostragem do censo florestal, observaram que os valores estimados pela técnica amostral superestimaram o número de árvores e a área basal em todas as simulações propostas. Estes resultados diferenciaram-se do presente estudo, nos quais de acordo com a estratégia de amostragem os valores estimados pela amostragem foram superiores ou inferiores ao censo florestal. Em contrapartida, as intensidades de amostragem maiores geraram conseqüentemente menores erros, tanto de estimativa quanto de variação em relação ao censo para as variáveis número de árvores, área basal e volume, sendo este comportamento também relatado no trabalho citado anteriormente, fato esperado, tendo em vista a heterogeneidade do ecossistema.

Os erros de amostragem relativos em valores médios para cada variável foram superiores aos valores das variações percentuais. Este comportamento também foi observado Ubialli et al (2009), no qual justificou tal fato pela amostragem levar em consideração os fatores de correção necessários na estatística. Tanto o estudo de Ubialli et al. (2013) e Augustynczyk et al. (2009) confirmaram que de acordo com o aumento da intensidade amostral há maior precisão nas estimativas e conseqüentemente maior probabilidade destes valores estarem mais próximos dos valores de referência (censo florestal).

No geral, as melhores estratégias propostas, com intensidade de 10 %, apresentaram erros de amostragem relativo inferiores a 20 %. Tal fato pode ser aceito para o conhecimento prévio dos atributos vinculados ao manejo florestal, tendo em vista que a obrigatoriedade de inventários amostrais com erro máximo de 10 %, é válido para casos específicos, como para ecossistemas onde planeja-se supressão da vegetação da área, cuja regulamentação se dá pela SEMAS, por meio Instrução Normativa Nº 06, de 19 de maio de 2011.

SYDOW et al. (2017), ao comparar métodos e processos de amostragens, em uma Floresta Ombrófila Mista, com intensidades entre 8 % e 16 %, também encontrou erros amostrais entre 10 e 20 %, considerando satisfatório em razão da grande variabilidade normalmente encontrada em florestas nativas.

## **6.2 Precisão das estratégias para o número de árvores, área basal e volume por espécie**

A precisão das espécies foi avaliada somente nas estratégias que apresentaram menores valores ponderados, sendo a estratégia 14 para o número de árvores e área basal e a estratégia 15 para o volume (Tabela 5). Os valores ponderados para o número de árvores variaram de -52 % a 900 %, com valor médio de 44,58 %; para a área basal, de -68 % a 900 %, com um valor médio de 43,17 %, e, para o volume, de -71% a 900 %, com valor médio de 94,53 %. Estas grandes diferenças foram observadas também nos estudos de Ubialli et al. (2009), Cavalcanti et al. (2011) e Augustynczyk et al. (2013), podendo serem justificadas pela baixa densidade dentro de cada espécie, por sua distribuição na área e por suas características intraespecíficas.

Para o número de árvores estimados pela estratégia 14, a *Jacaranda copaia* (Aubl.) D.Don foi a espécie que não sofreu variação em relação ao valor encontrado no censo. A espécie *Jacaranda copaia* (parapará) é conhecida por sua aplicação no campo medicinal, ornamental, madeireiro no Brasil e em muitos outros países. É uma árvore pioneira geralmente encontrada em clareiras florestais, áreas alteradas e à borda de fragmentos florestais, também podendo se estabelecer dentro da floresta, onde as árvores adultas podem atingir as copas mais altas, apesar de serem mais frequente no sub-bosque (GUARIGUATA et al. 1995; RIBEIRO et al., 1999). Para a dominância, estimada pela estratégia 14, a espécie Aniba canelilla (Kunth) Mez foi a que apresentou menor variação percentual.

Em contrapartida, *Bagassa guianensis* (tatajuba) gerou maior discrepância entre a estimativa da amostragem e censo para número de árvores e área basal. Tal fato pode ser explicado devido forma de distribuição da espécie, que é caracterizada pela Embrapa (2004) como irregular e/ou rara, fato que possivelmente influenciou negativamente em sua estimativa no estudo.

Para o volume estimados pela estratégia 15, a espécie *Vatairea fusca* apresentou menor variação. Já as espécies *Mouriri brachyanthera* (meraúba) e *Ormosia paraensis* (tento), as maiores. A *Vatairea fusca*, vulgarmente conhecida como angelim-amargoso, é bastante conhecida na arquitetura e engenharia, devido suas qualidades em questão de densidade e resistência (STOLF & LAHR, 2002).

**Tabela 5.** Densidade, dominância e volume por espécie obtidos pelo censo e pela estratégia de amostragem 14 e 15 com a respectiva variação percentual, do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

Nome Científico	Densidade (árv. ha <sup>-1</sup> )			Dominância (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )			Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
	Censo (N)	Amostrai (n)	VP (%)	Censo	Amostrai	VP (%)	Censo	Amostrai	VP (%)
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.							0,29	0,47	59
<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez	0,07	0,10	43	0,02	0,16	-3	0,21	0,27	28
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.							0,75	1,02	35
<i>Aspidosperma album</i> (Vahl) Benoist ex Pichon							0,22	0,37	69
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	0,01	0,10	900	0,00	0,32	900			
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	0,27	0,40	48	0,13	1,93	48	2,07	0,82	-60
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0,07	0,10	43	0,01	0,33	126	0,22	0,41	89
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	0,36	0,30	-17	0,13	0,92	-28	1,84	0,94	-49
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.							0,35	0,26	-24
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	0,16	0,10	-38	0,08	0,39	-53	0,84	2,01	140
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	0,39	0,20	-49	0,31	2,53	-18	2,79	2,30	-18
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	0,44	0,60	36	0,16	2,28	41	2,53	2,14	-15
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f	1,42	1,20	-15	0,44	2,73	-38	5,67	5,34	-6
<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	0,19	0,30	58	0,05	0,72	42	0,61	0,54	-11
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	0,28	0,20	-29	0,10	0,75	-23	1,40	1,32	-6
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.							0,38	1,10	187
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	0,06	0,10	67	0,02	0,32	103			
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	0,66	0,60	-9	0,29	2,26	-23	3,29	3,55	8
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	0,24	0,20	-17	0,06	0,41	-27	0,91	1,58	75
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0,88	1,20	36	0,26	3,30	29	3,90	3,13	-20
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	0,47	0,30	-36	0,12	0,63	-48	1,20	1,32	10
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	0,21	0,10	-52	0,08	0,32	-62			
<i>Hymenopus prismatocarpus</i> (Spruce ex Hook.f.) Sothers & Prance							0,51	0,23	-55
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	0,10	0,10	0%	0,02	0,14	-43%			

Cont...

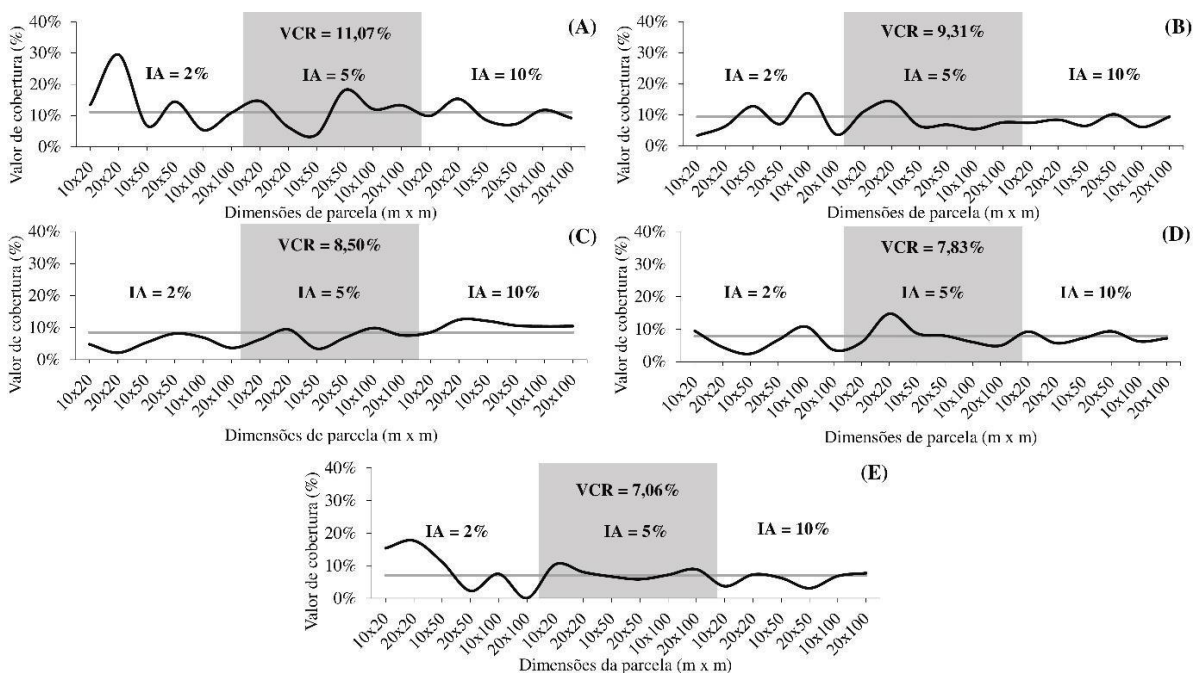
Cont...

Nome Científico	Densidade (árv. ha <sup>-1</sup> )			Dominância (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )			Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
	Censo (N)	Amostral (n)	VP (%)	Censo	Amostral	VP (%)	Censo	Amostral	VP (%)
<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.							0,63	1,21	91%
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	0,42	0,90	114	0,09	2,05	122	1,28	3,15	146
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.							2,04	3,11	53
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	1,64	2,30	40	0,45	7,02	57	5,29	7,49	42
<i>Mouriri brachyanthera</i> Ducke							0,03	0,27	900
<i>Ocotea cymbarum</i> Kunth	0,20	0,10	-50	0,05	0,33	-32	0,54	0,15	-71
<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	0,13	0,10	-23	0,02	0,14	-34	0,22	0,16	-25
<i>Ormosia nobilis</i> Tul.							0,10	0,30	209
<i>Ormosia paraensis</i> Ducke							0,06	0,59	900
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A.DC.) Warb.	1,73	1,60	-8	0,51	4,56	-11	7,52	5,39	-28
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	0,02	0,10	400	0,01	0,24	319			
<i>Parkia paraensis</i> Ducke	0,27	0,40	48	0,09	1,54	66	1,22	0,88	-28
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	0,12	0,10	-17	0,04	0,19	-54	0,44	0,85	94
<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.							0,36	0,31	-12
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	0,12	0,10	-17	0,03	0,32	-8	0,53	1,24	133
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	0,05	0,10	100	0,02	0,42	162	0,24	0,80	229
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	0,11	0,20	82	0,03	0,52	90	0,41	0,76	85
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	1,35	1,40	4	0,38	3,89	4	4,87	4,34	-11
<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey.	1,37	1,70	24	0,84	12,46	48	10,63	8,31	-22
<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	0,18	0,10	-44	0,08	0,24	-68	1,05	2,23	112
<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	0,27	0,20	-26	0,06	0,33	-43	0,77	1,06	39
<i>Vatairea fusca</i> (Ducke) Ducke	0,08	0,10	25	0,02	0,25	39	0,24	0,24	-4
<i>Virola michelii</i> Heckel	1,44	1,80	25	0,30	3,89	29	4,43	3,80	-14
<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	0,17	0,10	-41	0,06	0,26	-55			
<i>Vochysia maxima</i> Ducke							0,23	2,14	811
<b>Média</b>	<b>0,44</b>	<b>0,49</b>	<b>44,58</b>	<b>0,15</b>	<b>1,64</b>	<b>43,17</b>	<b>1,70</b>	<b>1,81</b>	<b>94,53</b>

Por meio do valor de cobertura, que é o somatório das densidades relativas e dominâncias relativas, determinadas no base no censo florestal, foi possível observar as espécies que mais se destacaram no ecossistema. As cinco principais espécies identificadas com maior valor de cobertura no ecossistema foram: *Terminalia dichotoma* (11,07 %), *Osteophloeum platyspermum* (9,31 %), *Mezilaurus itauba* (8,50 %), *Dipteryx odorata* (7,83 %) e *Tachigali paniculata* (7,06 %) (Figura 5). Observa-se que com aumento da intensidade de amostragem, menor será a variabilidade do valor de cobertura nas espécies com maior valor de cobertura. Para Augustynczyk et al. (2013), a tendência de estabilização do valor de cobertura acontece a partir da intensidade de 5 %. Esta afirmação está em consonância com nossos resultados, em que o coeficiente de variação foi diminuindo com aumento da intensidade amostral, sendo 60,66 %, 36,64 % e 22,96 %, para as intensidades de 2 %, 5 % e 10 %, respectivamente.

A espécie *Terminalia dichotoma* destaca-se por ser utilizada na produção de lambril e tábuas, entre outras peças para construção de casas (GAMA et al., 2005). Tem-se destaque também, para as mesmas utilizações, as espécies *Mezilaurus itauba* e *Dipteryx odorata*, consideradas “madeiras vermelhas”, com alto valor de mercado (SEFA, 2022).

**Figura 5.** Valor de cobertura da espécie (VCE) *Terminalia dichotoma* (A), *Osteophloeum platyspermum* (B), *Mezilaurus itaúba* (C), *Dipteryx odorata* (D) e *Tachigali paniculata* (E), nas diferentes intensidades e dimensões de parcelas amostrais, do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.



### 6.3 Riqueza

No censo florestal foram identificadas 59 espécies, entretanto, em todas as estratégias de amostragem verificou-se menor quantidade de espécies. Para as estratégias com intensidade amostral de 2 %, o número de espécies variou de 16 a 21; com intensidades de 5 %, variou de 25 a 29 espécies; e, com intensidade de 10 %, de 36 a 46 espécies. A estratégia 18, com intensidade amostral de 10 % e dimensão da parcela de 20 m x 100 m foi a que apresentou menor tendência, ocorrendo mais de 80 % das espécies presentes no censo. Este é um comportamento característico e esperado da amostragem, pois, quanto maior for a intensidade amostral, maior será a precisão dela em relação ao censo florestal.

Na pesquisa de Cavalcanti et al. (2011), aplicando-se uma intensidade de 14 %, a amostragem não conseguiu identificar todas as espécies existentes no ecossistema, apresentando uma variação de 10 % em relação ao número total de espécies identificadas. No presente estudo, esta variação foi de 22,03 % na maior intensidade (10 %). Tal diferença pode ser resultante da menor intensidade aplicada neste trabalho, tendo em vista que se diferencia do estudo citado por priorizar resultados preliminares, ao invés de buscar atingir para os parâmetros avaliados o limite de erro de 10 % requisitado pelo IBAMA.

**Tabela 6.** Riqueza do censo e pelas estratégias amostragem de com as respectivas variações percentuais, do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

Parâmetro	Intensidade	Parcela (ha)	Dimensões	S	VP (%)
Censo	100 %	-	-	59	-
Estratégia 1	2 %	0,02	10m x 20m	18	69,49
Estratégia 2	2 %	0,04	20m x 20m	18	69,49
Estratégia 3	2 %	0,05	10m x 50m	19	67,80
Estratégia 4	2 %	0,1	20m x 50m	19	67,80
Estratégia 5	2 %	0,1	10m x 100m	21	64,41
Estratégia 6	2 %	0,2	20m x 100m	16	72,88
Estratégia 7	5 %	0,02	10m x 20m	26	55,93
Estratégia 8	5 %	0,04	20m x 20m	29	50,85
Estratégia 9	5 %	0,05	10m x 50m	29	50,85
Estratégia 10	5 %	0,1	20m x 50m	26	55,93
Estratégia 11	5 %	0,1	10m x 100m	28	52,54
Estratégia 12	5 %	0,2	20m x 100m	25	57,63
Estratégia 13	10 %	0,02	10m x 20m	39	33,90
Estratégia 14	10 %	0,04	20m x 20m	36	38,98
Estratégia 15	10 %	0,05	10m x 50m	43	27,12
Estratégia 16	10 %	0,1	20m x 50m	41	30,51
Estratégia 17	10 %	0,1	10m x 100m	38	35,59
Estratégia 18	10 %	0,2	20m x 100m	46	22,03

Em que: S: riqueza ou número de espécies identificadas no ecossistema e; VP (%): Variação percentual.



#### 6.4 Densidade, dominância e produção por classe diamétrica

Ao avaliar as estimativas das melhores estratégias para a densidade, dominância e produção por classe de diâmetro (Tabela 7), pode-se observar que a Estratégia 14, para o número de árvores e área basal; e, a Estratégia 15, para o volume, estimaram o comportamento das variáveis similar ao que ocorreu no censo florestal até um DAP de 100 (Figura 6). Devido a pequena quantidade de árvores identificadas nas classes de maiores diâmetros (DAP > 100 cm), as estimativas para essas classes foram as que apresentaram maiores diferenças.

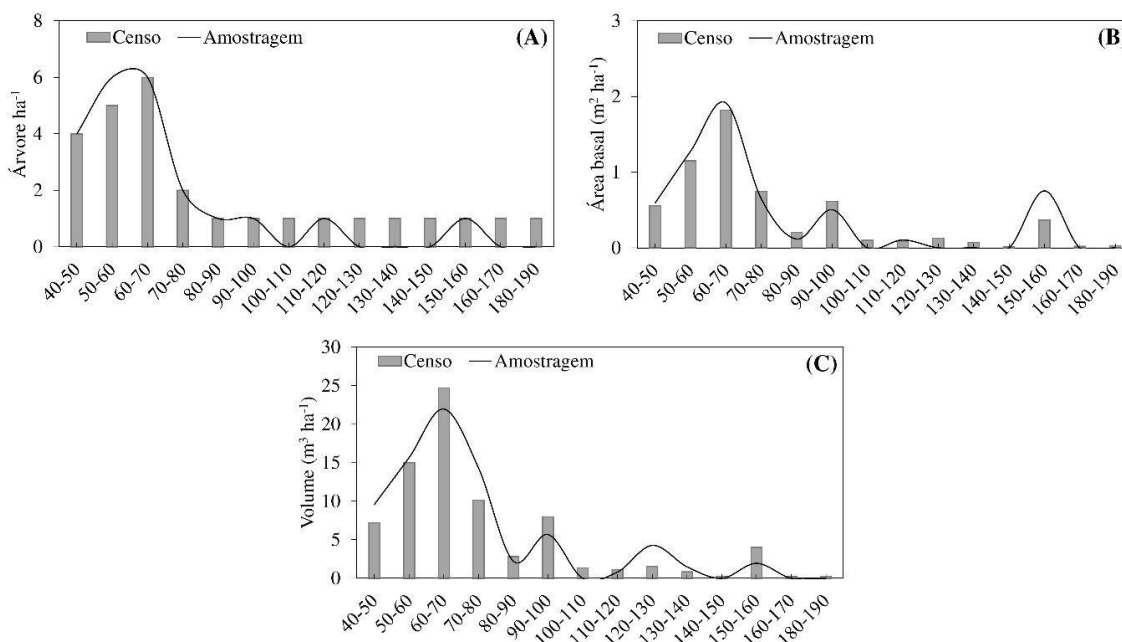
Assim como no estudo de Cavalcanti et al., (2011), as classes inferiores apresentaram menor variação em relação as classes superiores. Entretanto, diferente do estudo mencionado, onde os maiores desvios se deram para o volume e os menores para abundância, neste trabalho, observou-se que a variável por classe diametral com menor variação geral média foi o volume (-13,92 %) e com maior variação foi a densidade (-41,43 %).

Cavalcanti et al., (2011) também observou que os maiores desvios se deram na classe de diâmetro de 130 a 140, uma classe superior aos maiores desvios identificados neste estudo, onde as variáveis estudadas apresentaram os piores resultados na classe de 120-130.

**Tabela 7.** Densidade, dominância e volume por classe diametral obtidas pela enumeração completa e pelas melhores simulações de amostragem (estratégia 14 para a densidade e dominância e estratégia 15 para o volume) com os valores ponderados do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

Classe DAP (cm)	Densidade			Dominância			Volume		
	Censo	Amostral	VP (%)	Censo	Amostral	VP (%)	Censo	Amostral	VP (%)
40-50	4	4	0,00	0,5555	0,5907	6,33	7,16	9,57	33,59
50-60	5	6	20,00	1,1505	1,2750	10,82	15,00	15,65	4,29
60-70	6	6	0,00	1,8214	1,9171	5,26	24,72	21,96	-11,17
70-80	2	2	0,00	0,7442	0,6486	-12,84	10,11	14,32	41,61
80-90	1	1	0,00	0,2074	0,1162	-43,99	2,79	2,23	-19,92
90-100	1	1	0,00	0,6161	0,5042	-18,16	7,96	5,68	-28,73
100-110	1	0	-100,00	0,0973	0,0000	-100,00	1,32	0,00	-100,00
110-120	1	1	0,00	0,0924	0,1031	11,57	1,10	0,81	-26,59
120-130	1	0	-100,00	0,1241	0,0000	-100,00	1,52	4,27	181,48
130-140	1	0	-100,00	0,0713	0,0000	-100,00	0,82	1,50	82,46
140-150	1	0	-100,00	0,0168	0,0000	-100,00	0,28	0,00	-100,00
150-160	1	1	0,00	0,3658	0,7527	105,79	4,02	1,93	-51,84
160-170	1	0	-100,00	0,0209	0,0000	-100,00	0,21	0,00	-100,00
180-190	1	0	-100,00	0,0283	0,0000	-100,00	0,24	0,00	-100,00

**Figura 6.** Distribuição por classe diametral da densidade (A), dominância (B) e do volume (C), do censo e da amostragem do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.



### 6.5 Comparação entre as estratégias

Os dados de número de árvores, área basal e volume não apresentaram distribuição normal, como demonstrado pelo teste Shapiro-Wilk, sendo os dados transformados por Box Cox. A análise de variância mostrou que entre as diferentes estratégias (dimensões de parcelas e intensidades de amostragem), não foi possível observar diferença significativa entre elas, sendo todos os *p valor* > 0,05 (Tabela 8). Por mais que não haja diferença entre as estratégias, a opção em selecionar a que apresentou menor diferença em comparação ao censo florestal e gerou precisão estatística na amostragem (erro de amostragem relativo abaixo de 20 %), esta deve ser selecionada para estimar a variável de interesse no manejo florestal, o volume. Com isso, a hipótese proposta neste estudo não é rejeita, tendo em vista que a intensidade amostral de 10 %, permitiu erros de amostragem inferiores a 20 %.

**Tabela 8.** Análise de variação para os dados de número de árvores, área basal e produção do ecossistema florestal no município de Santarém, no Estado do Pará, Brasil.

Variável	Fator	Estatística	p-valor
N	Dimensão	0,108116	0,987954
	Intensidade	0,215021	0,810158
G	Dimensão	1,26188	0,35161
	Intensidade	0,259048	0,776809
V	Dimensão	2,266569	0,126842
	Intensidade	1,193389	0,342932

Em que: N = número de árvores por hectare; G = área basal; e, V = volume por hectare.

## 7 CONCLUSÃO

As estratégias que se destacaram utilizaram a intensidade amostral de 10 %, com parcelas quadradas de 20 x 20 m (estratégia 14) para a estimativas do número de árvores e área basal, parcelas retangulares de 10 x 50 m (estratégia 15) e 20 x 100 m (estratégia 18) para as variáveis de volume e riqueza, respectivamente.

Para que se tenha o conhecimento mais preciso da composição florística do ecossistema, surge a necessidade da utilização de parcelas maiores, devido as diferentes formas de distribuição das espécies.

Todas as configurações de amostragem testadas, com áreas de unidades amostrais variando de 200 m<sup>2</sup> e 2.000 m<sup>2</sup> e intensidades de 10 %, resultaram em erros de amostragem relativos inferiores a 20 %, considerados satisfatórios para inventários de florestas nativas.

Com isso, de forma geral, as estratégias demonstraram ser mais precisas ou menos precisas, superestimando e subestimando as estimativas de acordo com a variável de interesse a ser avaliada, sendo uma técnica eficiente para quantificar e qualificar os atributos florestais.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. M. S. de; CORDEIRO, I. M. C. C.; SCHWARTZ, G.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; OLIVEIRA, F. de A. Considerações sobre clima e aspectos edafoclimáticos da mesorregião Nordeste paraense. In: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. (Org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém, PA: EDUFRA, 2017.
- ALDER, D; SYNNOTT, T. **Permanent sample plot techniques for mixed trop**. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, 1992. 124p.
- ARAÚJO, H. J. B. de. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazonica**. 2006, v. 36, n. 4, pp. 447-464, 2006.
- AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; MACHADO, S. DO A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361–368, 2013.
- BIERREGAARD JÚNIOR, R.; LOVEJOY, T. E.; KAPOS, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of troical rainforest fragments a prospective comparison of fragment and continuous forest. **Bioscience**, Washington, v. 42, n. 11, p. 859-866, Dec. 1992.
- BLASER, J.; SARRE, A.; POORE, D.; JOHNSON, S. **Status of tropical forest management 2011**. Yokohama, Japan: International tropical timber organization, 2011.
- BLASER, J.; SARRE, A.; POORE, D.; JOHNSON, S. (2011). Status of Tropical Forest Management 2011. ITTO Technical Series No 38. International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan.
- BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. e1–e16, 2016.
- BRASIL. Norma de Execução nº 1, de 24 de abril de 2007. Altera as normas técnicas para o manejo florestal na Amazônia. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 83, 2 maio 2007. Seção 1. p.91.
- CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I. V. T.; SANTOS, S.A.; GALON, L. Phytosociological Surveys: Tools for Weed Science? **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 469-482, 2013.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. (Org.). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém, PA: EDUFRA, 2017. Cap. 6, p. 191-208.
- COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how

far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1–16, 2017.

CAVALCANTI, F. J. DE B.; MACHADO, S. D. A.; HOSOKAWA, R. T. Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da Amazônia. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 207–214, 2009.

CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I. V. T.; SANTOS, S. A.; GALON, L. Phytosociological surveys: tools for weed science? **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 469–482, 2013.

DA SILVA, K. E.; MATOS, F. D. D. A.; FERREIRA, M. M. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 213–222, 2008.

DAILY, G. Introduction: What are ecosystem services? In: **Nature ' s Services : Societal Dependence On Natural Ecosystems**. [s.l: s.n.]. 1997. p. 1–10.

DRUSZCZ, J. P.; NAKAJIMA, N. Y.; PÉLLICO NETTO, S.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Comparação entre os métodos de amostragem de bitterlich e de área fixa com parcela circular em plantação de Pinus taeda. **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 739–754, 2010.

DUBOIS, J. **Preliminary forest management guidelines for the National Forest of Tapajós**. FAO/PRODEPEF, Belém, Pará. 1976. 41pp.

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

EMBRAPA. **Especies Arbóreas da Amazônia: N°5: Tatajuba, Bagassa guianensis**. 2004

FAO. **Global Forest Assessment Resources 2020: Main Report**. Rome: [s.n.].

FIGUEIRA, C. C. DE O.; GUEDES, M. C.; EULER, A. M. C. Harvesting and processing of native wood from upland tropical forests in Amapá, eastern Amazonia. **Floresta**, v. 50, n. 4, p. 1827–1836, 2020.

GAMA, J. R. V.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.719-729, 2005.

GERING, L. R.; SILVA, J. A. A. da; MACHADO, S. do A. Inventário florestal contínuo com reposição parcial de unidades amostrais. **Floresta**, [S.l.], v. 24, n. 1/2, 1994.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento Ecológico Esquemático para Reflorestamento no Brasil**. 2. ed. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da região do Cerrado, 1978.

GUARIGUATA, M.R., RHEINGANS, R. & MONTAGNINI, F. 1995. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. **Restoration Ecology** v3: p252-260.

HIGUCHI, N. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical úmida

de terra firme da região de Manaus. **Acta Amazônica**, v. 16, n. único, p. 393–400, 1986.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. DOS; JARDIM, F. C. S. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. **Acta Amazônica**, v. 12, n. 1, p. 91–103, 1982.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J. dos; BARBOSA, A. P.; WOOD, T. W. W. Inventário Florestal comercial. **Acta Amazonica**, v. 15, n. 3-4, p. 327-369, 1985.

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; JUNIOR, R. P.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e Benefícios Financeiros da Exploração Florestal de Impacto Reduzido em Comparação à Exploração Florestal Convencional na Amazônia Oriental**. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002. v. 2

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. **Forest Mensuration**. 2. ed. [s.l.] The Ronald Press Co., 1972.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3. ed. Flórida: Krieger, 1993.

IDEFLOR-BIO (Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do **Pará**). Disponível em: <<https://ideflorbio.pa.gov.br/>>.

IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Disponível em: <https://amazon.org.br/>.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M, DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Rain Forest Fragmentation and the Dynamics of Amazonian Tree Communities. *Ecology*, v. 79, p. 2032-2040, 1998.

LEÃO, F. M.; NASCIMENTO, R. G. M.; EMMERT, F.; SANTOS, G. G. A.; CALDEIRA, N. A. M.; MIRANDA, I. S. How many trees are necessary to fit an accurate volume model for the Amazon forest? A site-dependent analysis. **Forest Ecology and Management**, v. 480, n. 118652, p. 1–10, 2021.

LEITÃO FILHO, H. D. F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. **IPEF**, v. 35, n. 1987, p. 41–46, 1987.

LIMA FILHO, D. DE A. DE; MATOS, F. D. DE A.; DO AMARAL, I. L.; REVILLA, J.; COELHO, L. DE S.; RAMOS, J. F.; DOS SANTOS, J. L. Inventário florístico de Floresta Ombrófila densa de terra firme, na região do Rio Urucu-Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 31, n. 4, p. 565–579, 2001.

LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; DA SILVEIRA, A. O.; MARTINS, A. F.; SELBACH, P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 45–55, 2012.

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

MARTINS, F. R. Fitossociologia de florestas no Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesquisas - série Botânica**, n. 40, p. 103–164, 1989.

MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S. Análise comparativa de procedimentos de amostragem em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 55–62, 2000.

METZGER, J. P.; BUSTAMANTE, M. M. C.; FERREIRA, J.; FERNANDES, G. W.; LIBRÁN-EMBID, F.; PILLAR, V. D.; PRIST, P. R.; RODRIGUES, R. R.; VIEIRA, I. C. G.; OVERBECK, G. E. Porque o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 104–116, 2019.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974.

OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Levantamento da estrutura horizontal de uma mata de araucária do Primeiro Planalto Paranaense. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 4, p. 1–40, 1982.

OSBORNE, J. W. Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, Vol 15, No 12.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Edição Autores, 1997. 316p.

PROJETO RADAMBRASIL. LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS. VOLUME 10. FOLHA SA.21-SANT ARÉM. GEOLOGIA. GEOMORFOLOGIA. PEDOLOGIA. VEGETAÇÃO. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv24027.pdf>. Acesso em: 01/02/2022

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

SAARINEN, N.; KANKARE, V.; VASTARANTA, M.; LUOMA, V.; PYÖRÄLÄ, J.; TANHUANPÄÄ, T.; LIANG, X.; KAARTINEN, H.; KUKKO, A.; JAAKKOLA, A.; YU, X.; HOLOPAINEN, M.; HYYPPÄ, J. Feasibility of Terrestrial laser scanning for collecting stem volume information from single trees. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 123, p. 140–158, 2017.

SEFA, PARÁ. Boletim de Preços Mínimos de Mercado Completo. Disponível em: <<http://www.sefa.pa.gov.br/noticias/19284-boletim-2022>>.

SIDOW, J. D.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, M. N. I.; FILHO, A. F. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS E PROCESSOS DE AMOSTRAGEM PARA INVENTÁRIO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA. **BIOFIX Scientific Journal** v. 2 n. 1 p. 60-68 2017.

SILVA, J. N. M.; DE CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 10–11, p. 38–110, 1985.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A. **Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia brasileira**. Belém, EMBRAPA, 36 p. ilust. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 33).

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. *Science*, v. 344, p. 363–364, 2014.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. DE P.; SOUZA, A. L. DE. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2011.

STOLF, D. O.; LAHR, F. A. R. TENACIDADE DA MADEIRA. **MADEIRA: arquitetura e engenharia**, ano 3, n.8, quadrimestral maio/ago, 2002, ISSN 1516-2850

UBIALLI, J. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. DO A.; ARCE, J. E. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos em uma floresta ecotonal na região norte matogrossense. *Floresta*, v. 39, n. 3, p. 511–523, 2009.

VALÉRIO, Á. F.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R. Análise florística e estrutural do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila mista em Clevelândia, sudoeste do Paraná. *Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 239–248, 2008.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; UHLMANN, A.; SCHORN, L. A.; SOBRAL, M. G.; DE GASPER, A. L.; LINGNER, D. V.; BROGNI, E.; KLEMZ, G.; GODOY, M. B.; VERDI, M. Structure of mixed ombrophylous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, v. 59, n. 3, p. 1371–1387, 2011.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; LINGNER, D. V.; GASPER, A. L.; SABBAGH, S. Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): aspectos metodológicos e operacionais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 30, p. 291–302, 2010.



## ANEXOS

Apêndice 1. Lista de espécies componentes da população comercial da área de estudo, localizada em um ecossistema sucessional de floresta madura nos planaltos interflúviais da bacia do Aruã, alto rio Arapiuns, Amazônia oriental

N	Nome científico	Nome Vulgar
1	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	PAU-MARFIM
2	<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez	PRECIOSA
3	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	GARAPA
4	<i>Aspidosperma album</i> (Vahl) Benoist ex Pichon	ARARACANGA
5	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	MUIRACATIARA
6	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	TATAJUBA
7	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	CASTANHEIRA
8	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	SUCUPIRA-PRETA
9	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	AMAPA DOCE
10	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	AMAPA AMARGOSO
11	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	JACAREUBA
12	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	PEQUIARANA
13	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	PEQUIA
14	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	FREIJO BRANCO
15	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	TAUARI
16	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f	CUMARU AMARELO
17	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	UXI
18	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	FAVA-TAMBORIL
19	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	ORELHA DE MACACO
20	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	QUARUBARANA
21	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	MATAMATA
22	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	CUPIUBA
23	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	IPE AMARELO
24	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	JATOBA
25	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	JUTAI
26	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	ANGELIM PEDRA
27	<i>Hymenopus prismatocarpus</i> (Spruce ex Hook.f.) Sothers & Prance	MACUCU
28	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	PARA-PARA
29	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	PAU-JACARE
30	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	MATAMATA-VERMELHO
31	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	JARANA

32	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	SAPUCAIA
33	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	ITAUBA
34	<i>Mouriri brachyanthera</i> Ducke	MIRAUBA
35	<i>Ocotea cymbarum</i> Kunth	LOURO
36	<i>Ocotea neesiana</i> (Miq.) Kosterm.	LOURO-PRETO
37	<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	TENTO BRANCO
38	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke	TENTO
39	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A.DC.) Warb.	UCUUBARANA
40	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	MAMORANA
41	<i>Parkia paraensis</i> Ducke	FAVA
42	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	FAVA-BOLOTA
43	<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	MACACAUBA
44	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	ABIU
45	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	BREU
46	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W.Grimes	TIMBORANA
47	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	QUARUBA-AZUL
48	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	MARUPA
49	<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	TACHI
50	<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey.	TANIBUCA
51	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	BREU SUCURUBA
52	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	UXIRANA
53	<i>Vatairea fusca</i> (Ducke) Ducke	ANGELIM AMARGOSO
54	<i>Virola michelii</i> Heckel	UCUUBA-DE-TERRA- FIRME
55	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	QUARUBATINGA
56	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	QUARUBA-CEDRO

---