

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS

**TAMANHO E FORMA DE PARCELAS PARA INVENTÁRIOS
FLORESTAIS DE VOLUME DE MADEIRA E ESTOQUE DE
CARBONO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

MILENA MARMENTINI DE OLIVEIRA

MANAUS, AMAZONAS

MARÇO, 2010

MILENA MARMENTINI DE OLIVEIRA

**TAMANHO E FORMA DE PARCELAS PARA INVENTÁRIOS
FLORESTAIS DE VOLUME DE MADEIRA E ESTOQUE DE
CARBONO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

Orientador: Dr. Niro Higuchi

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação do INPA como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências de
Florestas Tropicais – Manejo Florestal

MANAUS, AMAZONAS

MARÇO, 2010

O48 Oliveira, Milena Marmentini de
Tamanho e forma de parcelas para inventários florestais de volume de madeira e estoque de carbono de espécies arbóreas da Amazônia Central / Milena Marmentini de Oliveira .--- Manaus : [s.n.], 2010.
xii, 70 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)-- INPA, Manaus, 2010
Orientador : Niro Higuchi
Área de concentração : Ciências de Florestas Tropicais

1. Inventário florestal – Amazônia. 2. Madeira. 3. Carbono. 4. Espécies Florestais. 5. Amostragem. I. Título.

CDD 19. ed. 634.9285

Sinopse:

Foram simulados diversos tamanhos e formas de parcelas em diferentes diâmetros mínimos com o intuito de se obter qual o tamanho e forma ideal para cada categoria de diâmetro mínimo, considerando um baixo custo de inventário sem perder a precisão.

Palavras-chave: Unidade amostral, suficiência amostral, levantamento florestal, amostragem.

Aos meus pais, Arthur e Marlí, responsáveis pela minha existência e pelo que sou. Meu eterno respeito, gratidão, admiração e amor.

DEDICO

Agradecimentos

A vida. Obra mais perfeita da natureza.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, junto com a Coordenação de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais pela oportunidade de fazer parte desta instituição e colaborando para o desenvolvimento da ciência.

A Universidade Federal do Paraná pela minha formação acadêmica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. José Francisco de Carvalho pela paciência, compreensão e extrema responsabilidade frente à coordenação do curso de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, assim como a Ana Clycia, secretária do curso, pela dedicação e atenção sempre dedicada.

Ao meu orientador, Dr. Niro Higuchi pelo carinho, atenção, ensinamentos, conversas e pelo cuidado. Você faz a diferença na vida de quem os cerca.

A toda equipe do Laboratório de Manejo Florestal do INPA, ao Dr. Joaquim pela amizade, e apoio sempre que preciso! Às meninas tão queridas... As levo em meu coração! Obrigada pelo carinho, atenção de sempre e pelas boas risadas! Fabiana, Adélia, Rose, Sheila e Priscila. Ao Adriano pelas conversas e ensinamentos, sempre disposto.

A equipe da ZF-2. As pessoas mais importantes para o desenvolvimento de qualquer atividade do LMF. Sem vocês nada seria possível. Meu eterno agradecimento, admiração, respeito e amizade! Vocês são “chibatás né”!! Seu Nel, amo seu feijão! Quinta (amigo do coração), Wandeco (anjo da guarda), seu Armando (meu pai amazônico), Chicó, Nego, Dila

(irmãos Metralha!), Bico, Paulinho, Geraldinho, Geraldão, Aroldo, Bertran, Zezão, Antônio, Bitonho e Zé Maria.

A TODOS os amigos queridos que fiz em Manaus, vocês foram essenciais nessa caminhada.

A minha família em Manaus: Adriana, Cecília, Flávia, Livia, Janaína. Obrigada por me aturarem sempre!!!! Amo!

As duas pessoas que me transformaram em uma pessoa mais forte espiritualmente. Amo muito, vocês são um presente lindo em minha vida! Agradeço sempre a amizade de vocês! Dri e Ciça!

Ao Caique e Henrique pela paciência e horas dedicadas ao auxílio nesse trabalho!! Obrigada sempre!

Ao meus amigos da faculdade, de infância e a todos que de alguma forma fizeram parte da minha vida!

Ao meus pais, pelo dom da vida, por me ensinarem o amor e a dedicação em tudo que se faz!

E se esse trabalho está aqui hoje é por que cada um de vocês o tornou realizável!

Muito obrigada!

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. Introdução..... | 13 |
| 2. Objetivo | 15 |
| 2.1. Geral..... | 15 |
| 2.2. Específicos | 15 |
| 3. Referencial Teórico | 16 |
| 3.1. Amazônia | 16 |
| 3.2. Inventário florestal na Amazônia..... | 17 |
| 3.3 Tamanhos e formas de parcelas..... | 18 |
| 3.4 Incerteza | 23 |
| 4. Materiais e Métodos | 24 |
| 4.1 Caracterização das áreas de estudo..... | 24 |
| 4.1.1 Localização | 24 |
| 4.1.2 Clima | 26 |
| 4.1.3 Solo..... | 26 |
| 4.1.4 Vegetação..... | 27 |
| 4.2. Coleta de dados..... | 28 |
| 4.3 Amostragem | 32 |
| 4.3.1 Número de Amostras | 32 |
| 4.3.2 Variáveis utilizadas para análise dos dados..... | 33 |
| 4.3.3 Simulações dos tamanhos e formas de parcelas..... | 34 |
| 4.4 Análise estatística | 40 |
| 5. Resultados e Discussões | 41 |
| 5.1 Parâmetros por hectare do Inventário a 100%..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 5.2 Número de árvores por parcela do Inventário a 100% | 44 |
| 5.3 Comparação das incertezas e ANOVA..... | 46 |
| 5.3.1 Incertezas e ANOVA para a categoria de $DAP \geq 5$ cm..... | 46 |
| 5.3.2 Incertezas e ANOVA para a categoria de $DAP \geq 10$ cm..... | 48 |
| 5.3.3 Incertezas e ANOVA para a categoria de $DAP \geq 20$ cm..... | 50 |
| 5.3.4 Incertezas e ANOVA para a categoria de $DAP \geq 25$ cm..... | 52 |
| 5.3.5 Incertezas e ANOVA para a categoria de $DAP \geq 45$ cm..... | 54 |
| 6. Conclusão | 58 |
| 7. Referências Bibliográficas..... | 59 |

Apêndices

Resumo

Uma das principais ferramentas para quantificar e qualificar o potencial de uma floresta é o inventário florestal. Durante a sua fase de planejamento, é necessário definir a intensidade de amostragem e o tamanho e forma de unidades de amostra para minimizar os custos de coleta de dados, aumentando a precisão do inventário florestal. Este estudo teve como objetivo testar diferentes tamanhos e formas de unidades de amostra para diferentes categorias de diâmetros a altura do peito (DAP). O estudo foi realizado na região de Manaus, incluindo INPA e áreas como a estação experimental da Embrapa em torno da BR-174, no estado do Amazonas, Brasil. Cinco categorias de DAP foram consideradas, como a seguir: 5 centímetros, 10 cm, 20 cm, 25 cm e 45 cm. Para todas as categorias de DAP, vinte e três diferentes tamanhos e duas formas foram testados, de 100m² a 10.000 m². O número de amostras foi definido como n = 30 para todas as simulações de tamanho, para se confirmar a utilização dos pressupostos do teorema do limite central. A área basal foi utilizada para estimar a incerteza em relação ao verdadeiro valor da média para a comparação entre os diferentes tamanhos para cada categoria de DAP. Quase todos os tamanhos de parcela em todas as categorias de DAP obtiveram incertezas inferiores a 10%. Os que obtiveram melhores resultados foram os de 1000m², 800m², 1200m², 2000m² e 10.000m² respectivamente, para os DAPs mínimos de 5, 10, 20, 25 e 45 centímetros. A maioria dos inventários florestais exploratórios no estado do Amazonas tem sido feitos para árvores com DAP maior que 10 centímetros, e os tamanhos variando de 1.000 a 2.000 m². Os resultados deste trabalho demonstram que o tamanho para o inventário exploratório é adequado, porém tamanhos diferentes devem ser usados para DAP maior ou igual a 45 centímetros, que é normalmente o DAP mínimo para os planos de exploração madeireira.

Abstract

One of the main tools to quantify and qualify the forest potentials is the forest inventory. During its planning phase it is necessary to define the sampling intensity, and size and shape of sample units to minimize data collection costs while increasing the precision of the forest inventory. This study aimed to test different sizes and shapes of sample units for different diameter at breast height (DBH) size categories. The study was carried out in the Manaus region including INPA and EMBRAPA experimental station areas around BR-174, state of Amazonas, Brazil. Five categories of DBH were considered, as following: above 5cm, 10cm, 20cm, 25cm and 45cm. For all DBH categories, twenty-three different sizes were tested, from 100m² to 10,000m². The number of samples was defined as $n = 30$ for all size simulations to qualify for the use of the central limit theorem assumptions. Basal area was used to estimate uncertainty in relation to the true value of mean for comparison among different sizes for each DBH category. Almost all sample plot sizes in all categories of DAP obtained uncertainties below 10%. The best sample sizes were 1,000m², 800m², 1,200m², 2,000m² and 10,000m², respectively for minimum DBH of 5, 10, 20, 25 and 45cm. Most of exploratory forest inventories in the state of Amazonas have been done for trees with DBH greater than 10cm, and sizes have varied from 1,000 to 2,000m². The findings of this work demonstrated that the size for exploratory inventory is adequate; however, different size should be used for DBH greater than 45cm, which is usually the minimum DBH for logging plans.

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: Imagem de satélite Llandsat - TM5 localizando as duas áreas de estudo..... | 25 |
| FIGURA 2: Alocação dos transectos na EEST | 28 |
| FIGURA 3: Esquema da área de 18 ha | 28 |
| FIGURA 4: Esquema de uma das 14 parcelas da embrapa..... | 29 |
| FIGURA 5: Esquema da parcela de 18 ha mais o inventário de 2008 com o acréscimo de 12 ha. as áreas são contíguas..... | 30 |
| FIGURA 6 : Mensuração do diâmetro dos indivíduos arbóreos com fita diamétrica..... | 31 |
| FIGURA 7: Demarcação das sub-parcelas de 10 m x10 m e de 20 m x20 m | 31 |
| FIGURA 8: Anotação dos dados do inventário e equipe de campo | 32 |
| FIGURA 9: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 1, sub-divivida em parcelas de 10 m x 10 m..... | 37 |
| FIGURA 10: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 2, sub-divivida em parcelas de 20 m x 40 m..... | 37 |
| FIGURA 11: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 3, sub-divivida em parcelas de 10 m x 100 m..... | 38 |
| FIGURA 12: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 4, sub-divivida em parcelas de 20 m x 100 m..... | 38 |
| FIGURA 13 : Médias das incertezas para a categoria de $DAP \geq 5$ cm..... | 46 |
| FIGURA 14 : Médias das incertezas para a categoria de $DAP \geq 10$ cm..... | 48 |
| FIGURA 15 : Médias das incertezas para a categoria de $DAP \geq 20$ cm..... | 50 |
| FIGURA 16 : Médias das incertezas para a categoria de $DAP \geq 25$ cm..... | 52 |
| FIGURA 17 : Médias das incertezas para a categoria de $DAP \geq 45$ cm..... | 54 |
| FIGURA 18 : Variação das incertezas entre as categorias de DAPs mínimos e os tamanhos e formas de parcelas..... | 57 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| TABELA 1: Tamanhos de parcelas, dimensões das parcelas e formas de parcelas para a categoria de $DAP \geq 5$ cm..... | 35 |
| TABELA 2: Tamanhos, dimensões e formas de parcelas para as categorias de $DAP \geq 10$ cm, $DAP \geq 20$ cm, $DAP \geq 25$ cm. para $DAP \geq 45$ cm foram simuladas apenas as parcelas a partir do número 5..... | 36 |
| TABELA 3 : Tamanhos e formas das parcelas dentro de cada área e dentro de cada categoria de DAP mínimo. | 39 |
| TABELA 4 : Área basal (m^2/ha) para cada categoria de DAP mínimo..... | 41 |
| TABELA 5 : Estimativas médias de área basal (m^2/ha) em diferentes localidades da Amazônia brasileira para árvores com $DAP \geq 20$ cm..... | 42 |
| TABELA 6 : Número de árvores por hectare para cada categoria de DAP mínimo..... | 42 |
| TABELA 7 : Média do número de árvores por parcela para cada categoria de DAP mínimo | 44 |
| TABELA 8: Tamanhos e formas de parcelas que não diferem entre si baseadas na tabela do teste de tukey para $DAP \geq 10$ cm..... | 49 |
| TABELA 9: Tamanhos e formas de parcelas que não diferem entre si baseadas na tabela do teste de tukey para $DAP \geq 20$ cm..... | 51 |
| TABELA 10: Tamanhos e formas de parcelas que não diferem entre si baseadas na tabela do teste de tukey para $DAP \geq 25$ cm..... | 53 |

1. Introdução

A Amazônia ocupa cerca de 7 milhões de km² abrangendo nove estados brasileiros e quatro países da América Latina. Além de se destacar como maior reservatório de diversidade biológica do planeta, a floresta amazônica possui outros importantes valores, embora grande parte deles sejam pouco ou raramente reconhecidos. Segundo Clement e Higuchi (2006) o único “valor” da floresta aceito pela sociedade atual é o valor econômico-financeiro, mais conhecido como o Produto Interno Bruto (PIB), pois é esse valor que pode reduzir a pobreza de uma parcela da população. Os demais valores da floresta, como por exemplo, os serviços ecológicos, representados pela conservação de água e solo, filtragem de poluentes, polinização e até o valor ético, o direito à vida dos outros seres vivos da floresta, estes são aceitos por poucos e principalmente, conhecidos por poucos também.

Segundo Fearnside (2006) a Amazônia brasileira tem uma grande riqueza florística, mas os representantes dessa flora e a sua distribuição ainda são pouco conhecidos. Para ter um conhecimento correto da Amazônia é preciso estudos de quantificação e qualificação da vegetação existente. Para tanto, utiliza-se como ferramenta de estudo, o inventário florestal.

O primeiro inventário florestal realizado na Amazônia brasileira ocorreu em 1948, com o intuito de saber o potencial madeireiro para carvoaria. O histórico de ocupação da Amazônia sempre foi caracterizado para fins de exploração da matéria prima existente, no caso, a madeira de algumas espécies de potencial econômico. Nas últimas décadas, com o aumento da preocupação do papel das florestas nas mudanças climáticas globais, aumentou o interesse de pesquisadores e do governo em quantificar o volume de madeira e carbono para saber o potencial da floresta como fonte de equilíbrio para o meio ambiente.

Em geral, a maioria dos inventários realizados na Amazônia visa, principalmente, estimativas de volume para avaliar a viabilidade técnica e econômica de planos de manejo florestal em terras privadas. Para isso, são inventariados apenas os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual 25 cm (na maioria das vezes, maior do que 45 cm) e normalmente são adotadas equações de volume inadequadas e a identificação das espécies florestais é também bastante precária.

Um dos grandes problemas nos inventários realizados na floresta amazônica é a grande variabilidade de metodologias empregadas, principalmente no que se refere a tamanho e forma de parcela e a definição do diâmetro mínimo de inclusão. Oliveira (2000) avaliando diferentes inventários quantitativos em florestas de terra firme na Amazônia brasileira teve grandes dificuldades de comparar os resultados devido à grande variabilidade de metodologias empregadas. Segundo esse autor é necessário utilizar metodologias com maior eficiência e que permitam a extrapolação dos dados para um universo melhor definido e efetivamente maior do que a área amostrada.

2. Objetivo

2.1. Geral

Definir o tamanho ideal de parcela para inventários florestais na Amazônia, para cinco categorias de DAPs mínimos, com o mesmo número de amostras para cada categoria, levando em consideração uma boa precisão e um baixo custo.

2.2. Específicos

- Testar diferentes tamanhos e formas de parcelas, com número de amostras $n = 30$, para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5 \leq 10$ cm para calcular a incerteza das estimativas de área basal para aplicação em inventários florestais de volume de madeira e quantificação de carbono.
- Testar diferentes tamanhos e formas de parcelas, com número de amostras $n = 30$, para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm para calcular a incerteza das estimativas de área basal para aplicação em inventários florestais de volume de madeira e quantificação de carbono.
- Testar diferentes tamanhos e formas de parcelas, com número de amostras $n = 30$, para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 20$ cm para calcular a incerteza das estimativas de área basal para aplicação em inventários florestais de volume de madeira e quantificação de carbono.
- Testar diferentes tamanhos e formas de parcelas, com número de amostras $n = 30$, para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 25$ cm para calcular a incerteza das estimativas de área basal para aplicação em inventários florestais de volume de madeira e quantificação de carbono.
- Testar diferentes tamanhos e formas de parcelas, com número de amostras $n = 30$, para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 45$ cm para calcular a incerteza das estimativas de área basal para aplicação em inventários florestais de volume de madeira e quantificação de carbono.

3. Referencial Teórico

3.1. Amazônia

Segundo Ribeiro *et al.* (1999), as florestas tropicais úmidas, tipologia a qual encontra-se a Amazônia, ocorre entre 30° de latitude norte e latitude sul em todos os continentes. A região pode ser definida geograficamente pelas bacias hidrográficas que desembocam no Rio Amazonas e na sua foz na costa leste do Brasil, sendo a área total de, aproximadamente, 7.000.000 km², compreendendo os estados brasileiros e demais países da América do Sul.

Segundo TCA (1992) não há muita variação na temperatura da Amazônia. Em Belém, a 100 km do Atlântico, a temperatura média anual é de 25°C; Manaus, a 1500 km da costa, a temperatura média é de 27°C e Taraquá, a 3000 km da costa, a temperatura média é de 25°C, sendo a máxima entre 37°C a 40°C.

A precipitação na Amazônia é mais variável. Na costa do Atlântico chove em torno de 3000 mm/ano, em Taraquá 3500 mm/ano, em Manaus 2000 mm/ano, 1500 mm/ano em Roraima e 1600 mm/ano no Pará (Conceição do Araguaia). Existem duas estações do ano bem definidas, a estação chuvosa e a estação de seca (TCA, 1992).

Quanto aos solos, segundo TCA (1992), são classificados como latossolos amarelos e podzólicos vermelho-amarelo. Formados pela bacia sedimentar, entre os escudos guianenses e brasileiro, caracterizados como de terra firme e por planícies holocênicas dos rios Solimões e Amazonas e dos seus afluentes de águas claras, denominados como áreas de várzea. São ácidos, pH variando entre 4,5 a 5,5 e pobres quanto aos nutrientes.

Segundo Hopkins (2005) a formação vegetacional amazônica é composta por floresta de terra firme, a qual é dominante e caracterizada pelo não alagamento periódico, florestas de

várzea, que são predominantemente inundadas e formações mais abertas, caracterizadas por solos arenosos, conhecidas como campinas e campinaranas. Ribeiro *et al.* (1999), afirmam que as florestas de terra-firme possuem três tipos de relevo: (i) platô - áreas mais altas, predominando solos argilosos bem drenados, pobres em nutrientes, com dossel entre 35 a 40 m de altura e seu sub-bosque é caracterizado pela grande quantidade de palmeiras; (ii) encosta - tipos florestais sobre a paisagem colinosa dissecada, sendo que nas partes mais altas possuem solos argilosos e nas partes mais baixas solos arenosos, dossel menor, entre 25 a 35 m de altura, com poucas árvores emergentes; (iii) baixio - planícies aluviais ao longo dos igarapés, caracterizado por solos arenosos com acúmulo de sedimentos, dossel entre 20 a 35 m de altura, raízes superficiais e fisionomia vegetal variada.

3.2. Inventário florestal na Amazônia

Oliveira (2000) fez uma revisão dos primeiros inventários florestais realizados na Amazônia. O primeiro inventário constatado na Amazônia foi realizado em 1934, na Guiana Inglesa. O inventário teve como tamanho de parcelas 1,5 ha (122 m x 122 m) e foi utilizado $DAP \geq 10$ cm. O número de árvores por parcela encontrado foi de 460 a 919. Em 1948 ocorreu o primeiro inventário florestal na Amazônia brasileira, com o intuito de obter o potencial de madeira para carvoaria. Foram utilizados os $DAP \geq 15$ cm e $DAP \geq 30$ cm, sendo encontrado o número de árvores por hectare de 891 e 124 para os respectivos DAPs mínimos. Em 1956 foi realizado o primeiro inventário no médio Rio Amazonas, na Reserva Ducke com o intuito de se obter o potencial madeireiro da região. Para este trabalho foi utilizado $DAP \geq 8$ cm, em parcelas de 1 ha. Foram encontradas 735 árvores por hectare. Durante quase uma década (1957 até 1966) aconteceu a missão da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) na Amazônia, em que foram inventariados pelo menos 1362 ha sendo utilizados os DAPs mínimos de 25 cm e 45 cm. Os resultados dessa missão foram

publicados pela SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia) em 1974. Nos anos 70 ocorreu a missão do RADAMBRASIL, o qual foi considerado o maior inventário florestal da Amazônia, com aproximadamente 2000 ha, em que todos os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 32$ cm foram medidos.

A partir de 1950 ocorreram levantamentos florestais em toda a Amazônia, no Brasil nos estados do Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá, Mato Grosso, além de outros países da América Latina. Em nenhum desses inventários foi justificado o uso dos tamanhos de parcelas.

Atualmente o Laboratório de Manejo Florestal do INPA utiliza em seus levantamentos florestais, parcelas de 20 m x 125 m (2500m²) em que são mensurados todos os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm. Para regeneração natural é utilizada parcelas de 20 m x 10 m (200 m²) e medidos os indivíduos arbóreos com $5 \leq DAP \leq 10$ cm. (LMF, 2009). Essa metodologia tem-se estendido para todos os inventários realizados pelo LMF/INPA em todo o estado do Amazonas.

3.3 Tamanhos e formas de parcelas

Áreas delimitadas para observar e mensurar características qualitativas e quantitativas de uma população florestal são denominadas de parcelas ou unidades amostrais. Os inventários florestais podem ser constituídas de parcelas fixas, com tamanhos e formas diferentes. As mais utilizadas são as formas quadradas, retangulares, em faixas e circulares (Péllico Netto e Brena, 1997). Bonetes (2003) explica que as faixas podem ser consideradas um tipo especial de parcela retangular, em que o comprimento é significativamente maior que a largura. Outras formas também de unidades amostrais são pontos amostrais e o próprio indivíduo, a árvore (Péllico Netto e Brena, 1997).

A vantagem das parcelas circulares está na facilidade de instalação. Para Sanquetta *et al.* (2006), as parcelas circulares são mais usuais em inventários de plantações florestais, que requerem unidades menores comparativamente com as demandadas em florestas naturais (geralmente acima de 1.000 m²). A definição do raio é o aspecto mais importante. Uma parcela circular somente será eficiente se o raio for controlável pelo profissional que está coordenando o inventário no campo. Para os autores raios grandes, acima de 15 m, não são operacionalmente viáveis e inviabilizam a eficiência do inventário e, em média, a área deve perfazer em torno de 400 a 600 m².

Silva (1980) testou a eficiência relativa entre parcelas quadradas, retangulares e circulares na região do Baixo Tapajós – PA, que foi avaliada em relação ao tempo total necessário para estabelecer e medir as unidades amostrais. As unidades de amostra quadradas foram mais eficientes. Parcelas retangulares de 10 m de largura mostraram-se menos eficientes que as circulares, enquanto que as retangulares de 20 m foram até 140% mais eficientes que o mesmo tamanho da forma circular. Contudo, se tamanhos maiores que 2500 m² tivessem sido testados, provavelmente a eficiência cairia, pois as dimensões da parcela dificultariam o controle das árvores limítrofes, aumentando o tempo. Além disso, segundo Silva (1980) as amostras retangulares de 20 m de largura foram superiores às de 10 m, sendo o tamanho de 1000 m², 311% mais eficiente.

Em contra partida, Mesavage e Grosenbaugh¹ (1956), citado por Ubiali (2007); Bonetes (2003) e Silva (1980) afirmam que as estimativas sem tendência, do volume de madeira de uma floresta, podem ser obtidas sendo empregadas parcelas de qualquer tamanho, porém sua localização não poderá ser tendenciosa. Mas, para isso, é preciso que exista um intervalo limitado de tamanhos, em que a eficiência da amostragem seja a melhor possível. O melhor tamanho pode ser diferenciado de uma amostragem para outra e vai depender do

¹Mesavage, C.; Grosenbaugh, L.R. 1956. Efficiency of Several cruising designs on small tracts in North Arkansas. *Journal of Forestry*, Washington, v. 3 n.9, p.569-76

quanto as árvores estão agrupadas e do custo. Eles indicam um procedimento para determinar o tamanho de unidade amostral ótima, que consiste em:

1. Levantar uma série em unidades amostrais concêntricas, de diferentes tamanhos;
2. Calcular o volume ou a área basal para cada tamanho de unidade de amostra;
3. Calcular a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de cada tamanho em estudo;
4. Calcular o número de unidades amostrais de menor tamanho necessário para uma precisão estipulada;
5. Calcular o número de unidades de amostra dos outros tamanhos para se obter uma intensidade de amostragem igual as das unidades menores;
6. Estimar o tempo de levantamento para cada tipo de unidade amostral;
7. Comparar a eficiência relativa a todos os tamanhos de unidades amostrais com aquela de menor tamanho.

Na prática esta metodologia torna-se cara e demorada e ainda podendo aumentar de forma significativa os erros não amostrais, o que acarreta uma perda de precisão no levantamento.

Para a FAO (1974) quanto menores forem as unidades amostrais, maior será a precisão, levando em conta que seja utilizado a mesma intensidade. Porém, cada indivíduo da amostra deve dar uma imagem representativa da floresta. Dessa forma, tem sido estabelecido que para florestas tropicais, unidades amostrais muito pequenas (menor que 1 ha), não seriam aconselháveis para a realização de estimativas de volume. É sugerido, então, parcelas de 0,5 ha como as mais adequadas para inventários florestais em florestas tropicais.

Geralmente o tamanho e forma de parcelas têm sido escolhidos mais pela praticidade e operacionalidade na sua instalação, medição e localização do que qualquer outro motivo (Péllico Netto e Brena, 1997).

A incerteza de um inventário florestal pode ser influenciada não só pela intensidade de amostragem, como também pelo tamanho das parcelas amostrais. Em Higuchi *et al.* (1982) há uma revisão compreensiva de diferentes tamanhos utilizados em 8 inventários no Brasil, que variaram de 2.500 m² a 10.000 m². Em nenhum caso, há uma explicação para o tamanho adotado da parcela. O inventário utilizado para orientar os concorrentes ao Edital de Concessão Florestal do 1º lote na Flona Jamari (RO) empregou dois tamanhos diferentes de parcelas: de 10 m x 100 m (1.000 m²) para árvores com DAP \geq 25 cm e 10 m x 150 m (1.500 m²) para árvores com DAP \geq 45 cm (MMA, 2008).

Para árvores com DAP \geq 25 cm de florestas primárias da região de Manaus (AM), Higuchi *et al.* (1982) concluíram que o tamanho ideal de parcela é de 3.000 m², levando em consideração as análises estatísticas realizadas, as quais apresentaram valores constantes de coeficiente de variação e erro amostral a partir de parcelas com 3.000 m². Foram testados 32 tamanhos de parcelas, com largura de 12,5 m em múltiplos de 12,5 m até 50 m e comprimentos de 25 m em múltiplos de 25 m, até 200 m. Foram realizados 40 sorteios para cada tamanho.

Em Santarém (PA), Queiroz (1977) concluiu que a de 3.200 m². é suficiente para atingir a precisão desejada. Silva (1980) concluiu, para a mesma área, que o tamanho ideal é de 900 m² para DAPs entre 15 cm e 49,99 cm e para DAPs \geq 45 cm o ideal é 2.500 m², ambos na forma quadrada. Observando que o maior tamanho de parcela testado foi de 2500 m².

Mello (1995) utilizou parcelas de 2000 m², conforme recomendado por Silva (1980), em uma análise comparativa de procedimentos amostrais em um fragmento florestal nativo em Lavras (MG).

Na Flona de Chapecó, Bonetes (2003) utilizou oito tamanhos, que variaram de 200 m² a 4.000 m², para descrever o número de árvores e área basal para oito espécies florestais em uma Floresta Ombrófila Mista em três intensidades amostrais diferentes (4%, 10% e 16%). A conclusão foi que em apenas dois tamanhos (1.000 m² e 2.000 m²) da intensidade de 4%, as incertezas foram superiores a 10%, isso quando os resultados foram comparados no nível de espécies.

No Mato Grosso, região de Floresta Estacional, Ubialli (2007) estudou vários métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos. Em uma área de 120 ha foram medidos todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 30 cm. Como resultado foi observado que para 15 espécies fitossociologicamente mais importantes e 6 espécies comerciais mais importantes o tamanho de parcela ótimo foi de 400 m² no tamanho retangular..

Cavalcanti *et al.* (2009) estudaram tamanhos e formas de parcelas para inventários florestais de espécies comerciais da Amazônia. Foram medidos todos os indivíduos arbóreos com DAP \geq 40 cm de interesse comercial. A parcela que obteve menor erro foi a de 2 ha (50 m x 400 m).

Ogaya² (1968), citado por Ubialli (2007) afirma que a aplicação de unidades amostrais de pequenas dimensões onera os custos do inventário em virtude do aumento no comprimento dessas parcelas para cobrir a mesma superfície levantada. Afirma, em consequência, que a abertura de picadas e os deslocamentos de pessoal representam acréscimo nos custos dos levantamentos em florestas tropicais. Por essa razão e considerando que a escolha do tamanho da parcela é um compromisso entre a teoria estatística, as condições práticas mais favoráveis

²Ogaya, N.1968. Kubierungsformeln und Bestandesmassenformeln. Inaugural- Dissertation - . Univ., Nat.-Math. Fak, Freiburg. 85p

de trabalho e os custos, recomenda o emprego de parcelas retangulares com 20 m de largura e 100 a 125 m de comprimento.

3.4 Incerteza

O IPCC (2006) no seu guia Orientações para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) defini incerteza como sendo a falta de conhecimento do verdadeiro valor de uma variável, que pode ser descrito como uma função de densidade probabilística, que caracteriza o intervalo, a probabilidade de valores possíveis. A incerteza depende do nível de conhecimento do analista, que, por sua vez, depende da qualidade e quantidade de dados disponíveis, bem como o conhecimento dos processos subjacentes e métodos de inferência. A incerteza pode incidir sobre a quantificação dos erros aleatórios na estimativa da média. A boa prática exige a utilização de um intervalo de confiança de 95% para a quantificação dos erros aleatórios.

Pensando num intervalo de dados, o IPCC adota que o limite inferior do intervalo de probabilidade de 95% é a metade da média e o limite superior é um multiplicador de 2 superiores à média. Resumindo é o que o IPCC chama de fator 2. Uma incerteza de um "fator de 2" refere-se a uma escala limitada em um limite inferior (média / n) e no limite superior (xn média). Isso nada mais é do que o intervalo de confiança.

O Laboratório de Manejo Florestal do INPA, baseando-se na curva normal e no intervalo de confiança, adaptou esse conceito para quantas vezes o desvio padrão está distante da média estimada. Para que o resultado saia em porcentagem, multiplicou-se por 100. Para 95% de probabilidade é utilizado o valor de $z=1,96$, neste caso o IPCC arredonda para 2.

$$\text{Incerteza (\%)} = \left\{ \frac{(z) \times \text{erro padrão}}{\bar{x}} \right\} \times 100$$

4. Materiais e Métodos

4.1 Caracterização das áreas de estudo

4.1.1 Localização

As áreas de estudo estão localizadas ao longo da rodovia BR-174, que liga a cidade de Manaus à cidade de Boa Vista. Na margem esquerda na altura do km 50 da BR-174 está a Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. O acesso a EEST dá-se até o km 21 da estrada vicinal ZF-2. Na margem direita no km 51 da BR-174 encontra-se o Parque Fenológico localizado na Estação Experimental do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, pertencente à EMPRAPA Amazônia Ocidental, entre as coordenadas geográficas 2°30'36" S e 2°30'42" N e 60°01'29" W e 60°01'46" E. Essas duas áreas distam cerca de 41 km e possuem as mesmas características físicas e biológicas (Figura 1).

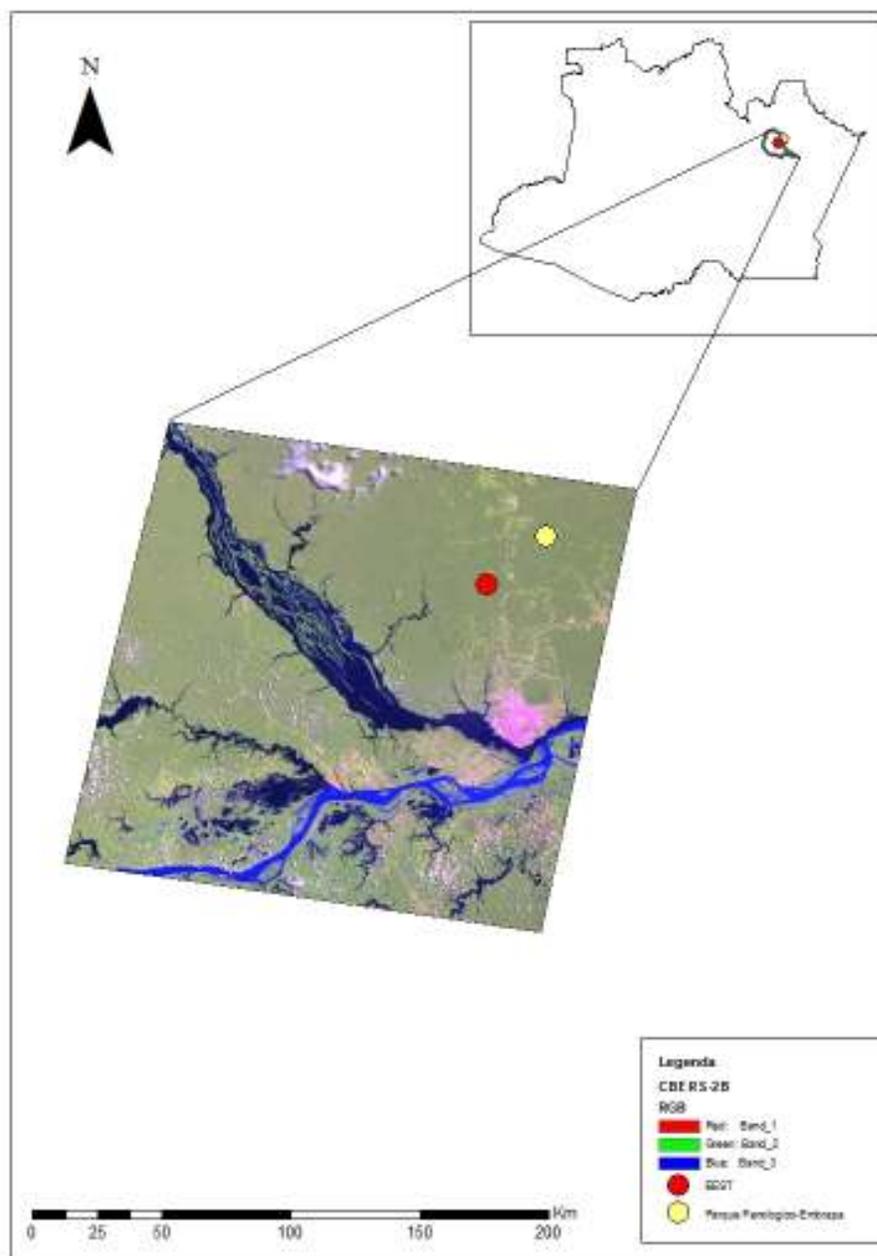


Figura 1: Imagem de satélite Landsat - TM5 localizando as duas áreas de estudo

4.1.2 Clima

O clima dessa região é quente e úmido (Bastos *et al.*, 1986), apresentando umidade relativa média muito alta, variando de 84% a 90%; os valores mais altos são observados nos meses de dezembro a maio, que é o período de maior precipitação pluviométrica. A precipitação total anual varia de 2000 a 3000 mm. As médias anuais de temperatura do ar variam de 25,6° C a 27,6° C. O tipo climático é Am na classificação de Köppen, segundo RADAMBRASIL (1978), apresentando temperatura média no mês mais frio sempre acima de 18°C além de uma estação seca de curta duração nos meses de agosto a novembro.

4.1.3 Solo

Os solos encontrados na região são do tipo latossolo amarelo álico, argilosos, que ocupam as superfícies dos platôs, sendo o estágio de referência sob floresta caracterizado pela presença de um horizonte médio, poroso, fortemente micro-agregado, situado entre dois horizontes menos porosos. Ocorrem em áreas de relevo plano a forte ondulado e são oriundos de sedimentos da Formação Solimões e Grupo Barreiras. (RADAMBRASIL, 1978 e Chauvel, 1982). Ferraz *et al.* (1998) fizeram levantamento dos solos de platô, encosta e baixio, nas localidades da área de estudo e constataram que os solos dos platôs apresentaram textura argilosa; nas encostas, variaram de argilo-arenoso próximos aos platôs à areno-argilosos, próximos aos baixios e, os solos nas áreas de baixio, apresentaram textura arenosa, definindo que para a Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST-INPA) o solo da região pode ser classificado como Latossolo Amarelo nos platôs; Podzólicos Vermelho-Amarelo nas encostas e Arenossolos hidromórficos nos baixios.

4.1.4 Vegetação

A vegetação da região amazônica nas áreas compreendidas pela Bacia do Rio Negro (onde estão localizadas às áreas de estudo) são as mais heterogêneas da Amazônia com predominância de leguminosas da família Caesalpiniaceae, seguidas das famílias Vochysiaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Rutaceae, Malpighiaceae, Anacardiaceae e Lecythidaceae, com alturas variando de 30 a 40 metros, portanto de baixo porte diferindo da Amazônia Ocidental onde a estrutura vertical apresenta um porte mais alto (Hueck, 1972).

Área de "sub-região dos baixos platôs da Amazônia" foi a denominação dada por RADAMBRASIL (1978) levando em consideração à geomorfologia, levantamentos florísticos e inventários florestais. Foi subclassificada em macroambiente de relevo tabular, onde a cobertura florestal é densa, raramente com estrato superior uniforme. As espécies dominantes entre árvores altas pertencem às famílias Leguminosae, Lecythidaceae e Sapotaceae.

Na bacia do Tarumãzinho, área contígua à área de estudo, por meio do inventário florestal de 96 hectares, foram encontrados 14.922 indivíduos com DAP \geq 25 cm, distribuídos em 51 famílias botânicas diferentes, com 409 espécies para 206 gêneros. As espécies mais abundantes foram castanha jarana (Lecythidaceae), inharé (Moraceae), ucuúba (Myristicaceae) e uxi (Humiriaceae), com uniforme distribuição espacial dentro da área (Higuchi et al., 1985).

4.2. Coleta de dados

Na Estação Experimental de Silvicultura Tropical (EEST) estão alocadas três parcelas permanentes:

- 2 transectos de 5 ha (20 m x 2500 m) cada, divididos em sub-parcelas de 20 m x 20 m;



Figura 2: Alocação dos transectos na EEST

- Uma parcela de 18 ha (300 m x 600 m) dividida em sub-parcelas de 10 m x 10 m.



Figura 3: Esquema da área de 18 ha

Os dois transectos foram instalados com o apoio financeiro do Projeto Jacaranda, em sua primeira fase que ocorreu entre 1995 a 1998, convênio entre o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Japan Internacional Cooperation Agency (JICA). O objetivo deste Projeto era avaliar os padrões de crescimento de espécies arbóreas em diferentes classes diamétricas que ocorrem nas três diferentes classes topográficas (platô, encosta e baixio). A parcela de 18 ha foi instalada pelo mesmo projeto, porém na sua segunda fase, que ocorreu entre 1998 a 2003 e tratou de estudos de distribuição espacial e dinâmica da floresta primária (Higuchi *et al.*, 1998 e Higuchi *et al.*, 2003).

Na Estação Experimental do Distrito Agropecuário da SUFRAMA (EEDA da SUFRAMA) pertencente a EMBRAPA foram utilizadas 14 parcelas de 1 ha (100 m x 100 m) divididas em sub-parcelas de 10 m x 100 m. Dentro da EEDA da SUFRAMA estão aproximadamente 400 ha demarcados especificamente para estudos florestais e ecológicos (Silva *et al.*, 2008).

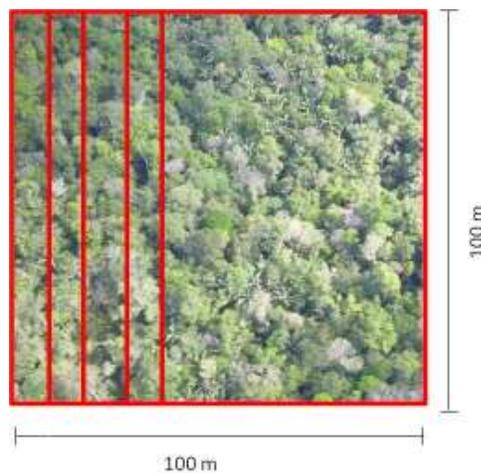


Figura 4: Esquema de uma das 14 parcelas da EMBRAPA

Para este estudo, foram utilizados dados de inventário florestal obtidos em:

- 2006 - para ambos os transectos;
- 2003 - na área de 18 ha;
- 2005 - nas 14 parcelas de 1 ha da EMBRAPA.

Nos dois transectos e nas parcelas da EMBRAPA foram medidos e identificados todos os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm, ao passo que para a parcela de 18 ha o DAP mínimo de inclusão foi o de 5 cm.

Para este estudo foi adicionado à parcela de 18 ha mais 12 ha contínuos, inventariados em 2008, quando foram medidos todos os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 5$ cm. Essa área foi dividida em sub-parcelas de 10 m x 10 m. A medição dos diâmetros ocorreu a 1,30 m do solo (DAP) com o uso da fita diamétrica e as morfoespécies foram, em sua maioria, identificadas em campo por um identificador botânico e para aqueles indivíduos não identificados foi realizada a coleta botânica e a posterior identificação em herbário.

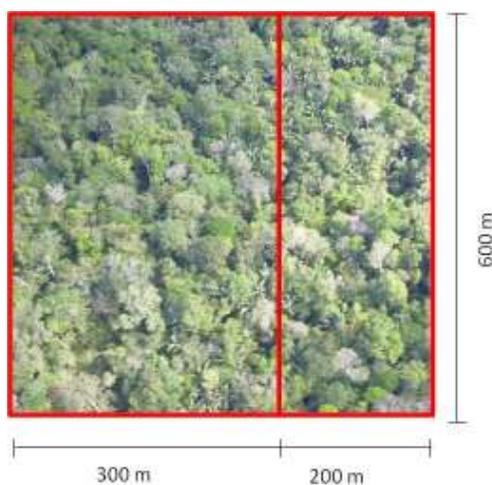


Figura 5: Esquema da parcela de 18 ha mais o inventário de 2008 com o acréscimo de 12 ha. As áreas são contíguas.

Em resumo os dados usados neste estudo foram obtidos a partir dos inventários florestais realizados em duas parcelas de 5 ha, 14 parcelas de 1 ha e uma parcela de 30 ha inventariadas a 100%.



Figura 6 : Mensuração do diâmetro dos indivíduos arbóreos com fita diamétrica



Figura 7: Demarcação das sub-parcelas de 10 m x10 m e de 20 m x20 m



Figura 8: Anotação dos dados do inventário e equipe de campo

4.3 Amostragem

A amostragem utilizada neste projeto foi a Aleatória Simples, também conhecida como Aleatória Irrestrita. Esse tipo de amostragem permite que todas as combinações possíveis de unidades amostrais possam ter exatamente as mesmas chances de participarem da amostra. A seleção de cada unidade amostral é livre de qualquer escolha e totalmente independente da seleção das outras unidades amostrais (Péllico Netto e Brena, 1997). Segundo Husch (1971) este tipo de amostragem produz estimativas sem tendência da população e permite estimar o erro de amostragem.

4.3.1 Número de Amostras

O número de amostras para cada categoria de tamanho e forma de parcela foi de $n=30$, com 30 repetições para cada simulação. Assim esse número de repetições minimiza a desvantagem da amostragem aleatória simples, em que pode ocorrer uma distribuição irregular das unidades amostrais (Péllico Netto e Brena, 1997). Além disso, esta quantidade de amostra e esse número de repetições permitem a utilização dos recursos do teorema de

limite central para superar a forma diferente do “sino” da distribuição normal dos dados (Weiss e Hasset, 1982). O objetivo é não violar a condicionante da normalidade para não perder a robustez da estimativa da incerteza.

4.3.2 Variáveis utilizadas para análise dos dados

4.3.2.1 Número de árvores

Foi calculado o número de árvores por hectare como segue a fórmula abaixo e posteriormente calculado o número de árvores por parcela através do programa ArcGis 9.3.

$$N = \sum_{i=1}^n n_i$$

$$\frac{N}{ha} = N/S$$

Onde,

N = número de árvores

n = árvore i do inventário a 100%

S = tamanho da área

4.3.2.2 Área basal

A área basal é a variável melhor correlacionada com o volume e biomassa e assume grande importância na mensuração florestal, principalmente, em florestas tropicais, devido às dificuldades de medir as alturas com exatidão. A área basal da população total foi obtida pela somatória das áreas transversais de todas as árvores medidas na população. A área basal por hectare pela divisão simples da área basal da população total pela respectiva área em hectares.

O principal objetivo deste trabalho foi traçado em torno da área basal para cada tamanho e forma de parcela simulada, determinados pela soma das áreas transversais que constituíram cada parcela. Este último cálculo foi realizado pelo programa ArcGis 9.3.

$$G = \sum_{i=n}^{n+1} \pi r_i^2$$

4.3.2.3 Incerteza

A incerteza foi calculada a partir dos dados gerados de área basal conforme fórmula abaixo:

$$Incerteza (\%) = \left\{ \frac{(z) \times erro\ padrão}{\bar{x}} \right\} \times 100$$

Em que $z = 1,96$, conforme a curva normal padrão, sendo $\alpha = 0,05$. No relatório do IPCC (2006) esse valor de z é arredondado para 2 (probabilidade de 95%).

4.3.3 Simulações dos tamanhos e formas de parcelas

Foram avaliadas cinco diferentes categorias de DAPs mínimos. Para árvores com DAP $\geq 5 \leq 10$ cm foram testadas sete categorias de tamanhos de parcelas e duas formas de parcelas (Tabela 1). Para DAP ≥ 10 cm, DAP ≥ 20 cm e DAP ≥ 25 cm foram testadas 15 categorias de tamanhos de parcelas e duas formas de parcelas e para DAP ≥ 45 cm foram testadas 11 tamanhos e duas formas de parcelas (Tabela 2).

Tabela 1: Tamanhos de parcelas, dimensões das parcelas e formas de parcelas para a categoria de DAP ≥ 5 cm.

| Nº | Tamanho das Unidades Amostras | Dimensão das Unidades Amostras | Forma das Unidades Amostras |
|----|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 100 m ² | 10 m x 10 m | Quadrada |
| 2 | 200 m ² | 10 m x 20 m | Retangular |
| 3 | 400 m ² | 20 m x 20 m | Quadrada |
| 4 | 500 m ² | 10 m x 50 m | Retangular |
| 5 | 1000 m ² | 10 m x 100 m | Retangular |
| 6 | 1000 m ² | 20 m x 50 m | Retangular |
| 7 | 2000 m ² | 20 m x 100 m | Retangular |

Para a categoria de DAP ≥ 5 cm foram realizadas, no total, 210 simulações (sete dimensões de unidades amostrais multiplicada por 30 repetições).

Tabela 2: Tamanhos, dimensões e formas de parcelas para as categorias de DAP ≥ 10 cm, DAP ≥ 20 cm, DAP ≥ 25 cm. Para DAP ≥ 45 cm foram simuladas apenas as parcelas a partir do número 5.

| Nº | Área das Unidades Amotrais | Dimensão das Unidades Amotrais | Forma das Unidades Amostras |
|----|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 500 m ² | 10 m x 50 m | Retangular |
| 2 | 800 m ² | 20 m x 40 m | Retangular |
| 3 | 1000 m ² | 20 m x 50 m | Retangular |
| 4 | 1000 m ² | 10 m x 100 m | Retangular |
| 5 | 1200 m ² | 20 m x 60 m | Retangular |
| 6 | 1600 m ² | 40 m x 40 m | Quadrada |
| 7 | 2000m ² | 10 m x 200 m | Retangular |
| 8 | 2000 m ² | 20 m x 100 m | Retangular |
| 9 | 2500 m ² | 50 m x 50 m | Quadrada |
| 10 | 3600 m ² | 60 m x 60 m | Quadrada |
| 11 | 4000 m ² | 20 m x 200 m | Retangular |
| 12 | 5000 m ² | 50 m x 100 m | Retangular |
| 13 | 5200 m ² | 20 m x 260 m | Retangular |
| 14 | 10000 m ² | 50 m x 200 m | Retangular |
| 15 | 10000 m ² | 100 m x 100 m | Quadrada |

Para as categorias de DAP ≥ 10 cm, DAP ≥ 20 cm e DAP ≥ 25 cm foram realizadas 420 simulações (14 dimensões de unidades amostrais multiplicada por 30 repetições) para cada categoria. Já para o DAP ≥ 45 cm foram obtidas 330 simulações (11 dimensões de unidades amostrais multiplicada por 30 repetições).

Na simulação dos tamanhos e formas de parcelas para a categoria de DAP $\geq 5 \leq 10$ cm foi utilizada a parcela de 30 ha da EEST. Nas demais categorias de DAPs mínimos, para que todos os tamanhos e formas de parcelas fossem simulados foi necessário trabalhar com as parcelas de forma contígua, construindo os tamanhos conforme as sub-parcelas de cada

parcela permanente. Como algumas parcelas estão divididas em sub-parcelas de 10 m x 10 m e outras em 20 m x 20 m, foram considerados quatro áreas diferentes denominadas abaixo:

- área 1 – parcela de 30 ha;

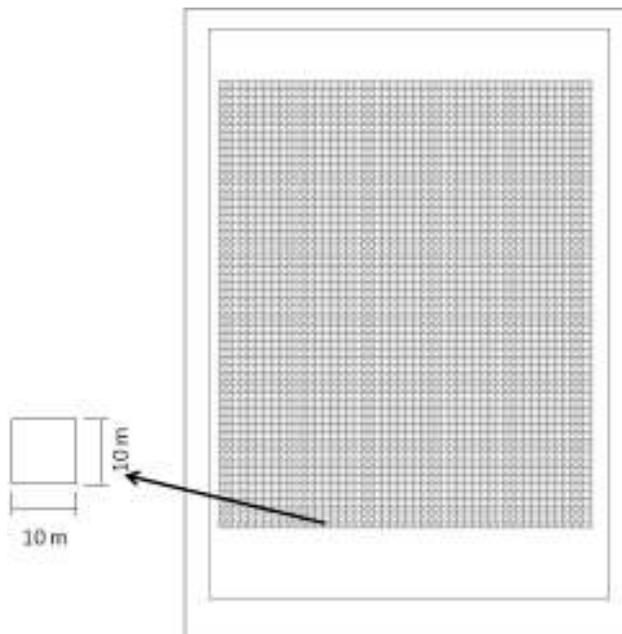


Figura 9: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 1, sub-dividida em parcelas de 10 m x 10 m

- área 2 – parcela de 30 ha + os dois transectos (40 ha);

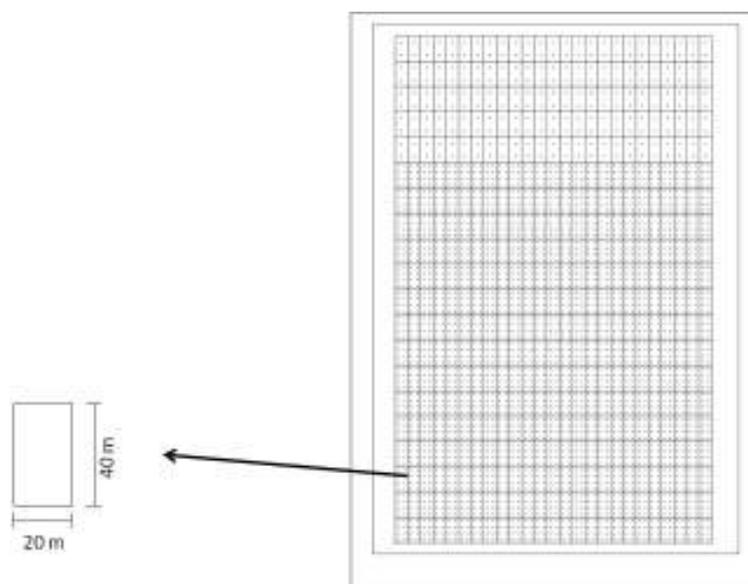


Figura 10: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 2, sub-dividida em parcelas de 20 m x 40 m

- área 3 – parcela de 30 ha + quatorze parcelas da EMBRAPA (44,4 ha) e;

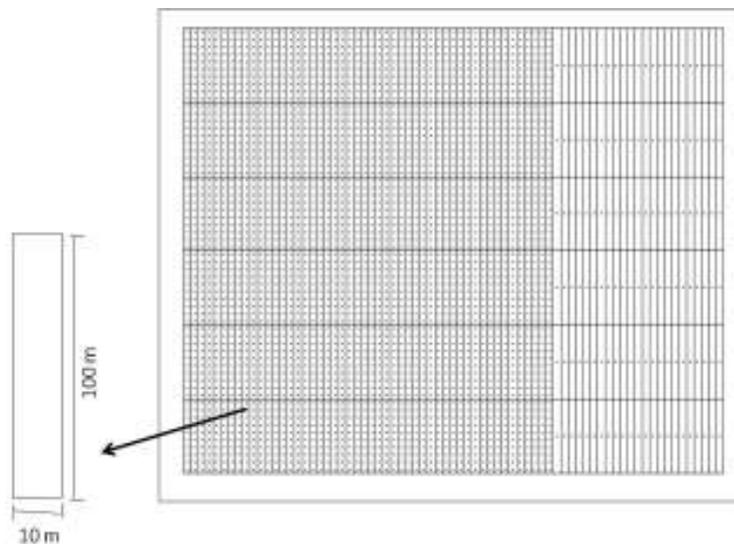


Figura 11: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 3, sub-dividida em parcelas de 10 m x 100 m

- área 4 - parcela de 30 ha + os dois transectos + quatorze parcelas da EMBRAPA (53,28 ha)

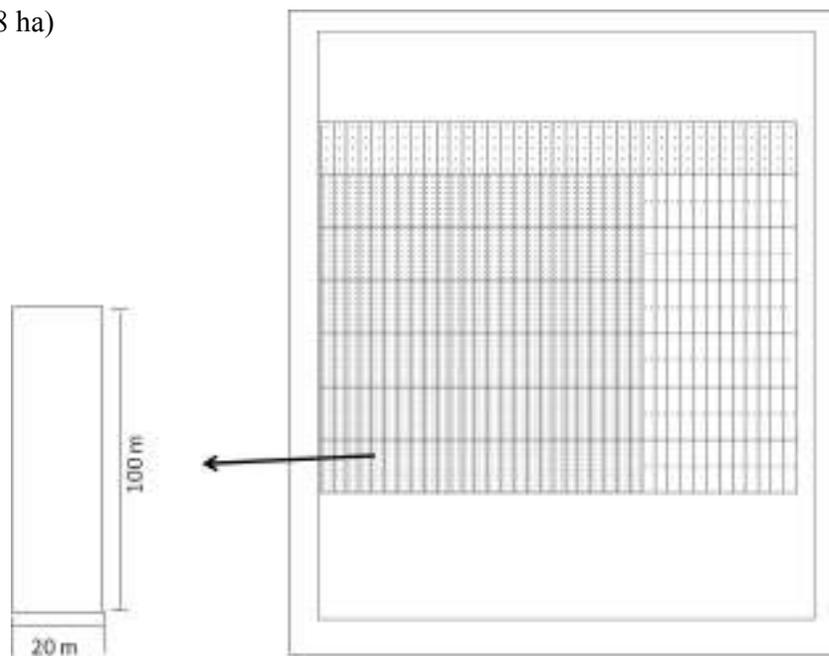


Figura 12: Figura gerada pelo ArcGis 9.3, para a área 4, sub-dividida em parcelas de 20 m x 100 m

Cada tamanho e forma de parcela para cada categoria de DAP mínimo foi montada através do programa ArcGIS 9.3, baseadas na área basal das parcelas mínimas de 10 m x 10 m e 20 m x 20 m de cada parcela permanente. A disposição de cada tamanho e forma de parcelas em cada uma das áreas estabelecidas estão apresentadas na tabela 3, como segue abaixo:

Tabela 3 : Tamanhos e formas das parcelas dentro de cada área e dentro de cada categoria de DAP mínimo.

| Categorias de DAP | Área 1 | Área 2 | Área 3 | Área 4 |
|-------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| DAP $\geq 5 \leq 10$ cm | 10 m x 10 m | ---- | ---- | ---- |
| | 10 m x 20 m | ---- | ---- | ---- |
| | 10 m x 50 m | ---- | ---- | ---- |
| | 10 m x 100 m | ---- | ---- | ---- |
| | 20 m x 20 m | ---- | ---- | ---- |
| | 20 m x 50 m | ---- | ---- | ---- |
| | 20 m x 100 m | ---- | ---- | ---- |
| DAP ≥ 10 cm | 10 m x 50 m | 20 m x 40 m | 10 m x 100 m | 20 m x 100 m |
| DAP ≥ 20 cm | 20 m x 50 m | 20 m x 60 m | 10 m x 200 m | 20 m x 200 m |
| | 50 m x 50 m | 40 m x 40 m | 50 m x 100 m | 20 m x 260 m |
| DAP ≥ 25 cm | ---- | 60 m x 60 m | 50 m x 200 m | ---- |
| | ---- | 100 m x 100 m | ---- | ---- |
| DAP ≥ 45 cm | ---- | 20 m x 60 m | 10 m x 100 m | 20 m x 100 m |
| | ---- | 40 m x 40 m | 10 m x 200 m | 20 m x 200 m |
| | ---- | 60 m x 60 m | 50 m x 100 m | 20 m x 260 m |
| | ---- | 100 m x 100 m | 50 m x 200 m | ---- |

4.4 Análise estatística

A variável de interesse para este estudo foi a incerteza em % da área basal por parcela. Para cada categoria de DAP mínimo foi testada a seguinte hipótese:

H_0 : As incertezas das estimativas da área basal não são diferentes para os diferentes tamanhos e formas das parcelas amostrais.

H_1 : As incertezas das estimativas da área basal são diferentes para os diferentes tamanhos e formas das parcelas amostrais.

Foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) de um fator, tendo como variável dependente a incerteza e independente os diferentes níveis de tamanho e forma de parcela. Quando rejeitado H_0 , foi aplicado teste post-hoc Tukey para determinar quais tamanhos e formas que são, de fato, estatisticamente diferentes.

5. Resultados e Discussões

5.1 Parâmetros por hectare do Inventário a 100%

Esses valores representam o potencial médio de uma área de 53,28 ha considerada, para efeito de simulação, como população florestal de árvores com DAP \geq 5 cm, DAP \geq 10 cm, DAP \geq 20 cm, DAP \geq 25 cm e DAP \geq 45 cm, dependendo da simulação realizada.

Foram calculadas a área basal por hectare e o número de árvores por hectare das três áreas de estudo, como apresentadas nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4 : Área basal (m²/ha) para cada categoria de DAP mínimo

| Área (ha) | Área Basal por hectare (G m ² /ha) | | | | |
|------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | DAP \geq 5 cm | DAP \geq 10 cm | DAP \geq 20 cm | DAP \geq 25 cm | DAP \geq 45 cm |
| Área 1 (30 ha) | 31,41 | 28,81 | 22,86 | 20,16 | 10,17 |
| Área 2 (40 ha) | - | 28,37 | 22,49 | 19,54 | 9,51 |
| Área 3 (44,4 ha) | - | 28,17 | 22,36 | 19,55 | 9,57 |
| Área 4 (53,3 ha) | - | 26,97 | 21,41 | 18,66 | 8,95 |
| Média | - | 28,08 \pm 0,78 | 22,28 \pm 0,62 | 19,50 \pm 0,62 | 9,55 \pm 0,50 |

Estes valores médios de cada categoria de DAP mínimo estão próximos aos apresentados na tabela 5 feita por Higuchi *et al.* (1994).

Tabela 5 : Estimativas médias de área basal (m²/ha) em diferentes localidades da Amazônia brasileira para árvores com DAP ≥ 20 cm

| Localidade | Área Basal (m ² /ha) | Fonte |
|------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Rio Arinos | 13,58 | INPA/CPST, 1983a |
| UHE Santa Izabel | 15,22 | INPA/CPST, 1983 |
| PDRI/Acre | 17,72 | INPA/FUNTAC, 1989 |
| Sul do Pará | 16,26 | Higuchi <i>et al.</i> , s/d |
| Sul de Roraima | 20,87 | Higuchi <i>et al.</i> , s/d |
| PIC Altamira | 21,97 | UFPR/CPF, 1976 |
| Trombetas | 23,09 | INPA/CPST, 1982 |
| UHE Balbina | 29,38 | INPA/CPST, 1983b |

Higuchi *et al.* (1982) para uma área de 80 ha, na Amazônia Central, encontraram uma área basal média de $18,32 \pm 3,90$ m²/ha com inventário a 100% dos indivíduos arbóreos com DAP ≥ 25 cm. Cavalcanti *et al.* (2009), inventariaram uma área de 1000 ha, no estado do Acre e encontraram uma área basal de 4,04 m²/ha para indivíduos arbóreos com DAP ≥ 40 cm e apenas espécies comerciais foram contabilizadas. Esses dois estudos trataram de avaliar tamanhos e formas de unidades amostrais. O primeiro para pesquisas na área de manejo florestal e o segundo para o manejo efetivo de espécies de madeira amazônica.

Tabela 6 : Número de árvores por hectare para cada categoria de DAP mínimo

| Área (ha) | Número de árvores por hectare (N/ha) | | | | |
|------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | DAP ≥5 cm | DAP ≥10 cm | DAP ≥20 cm | DAP ≥25 cm | DAP ≥45 cm |
| Área 1 (30 ha) | 1269 | 620 | 224 | 154 | 35 |
| Área 2 (40 ha) | - | 611 | 227 | 154 | 33 |
| Área 3 (44,4 ha) | - | 605 | 225 | 152 | 33 |
| Área 4 (53,3 ha) | - | 581 | 219 | 147 | 31 |
| Média | - | 604±16,7 | 224±3,6 | 152±3,1 | 33±1,6 |

Cavalcanti *et al.* (2009) identificaram, no inventário a 100%, 11,7 árvores por hectare, considerando apenas indivíduos com DAP \geq 40 cm e espécies comerciais. Silva (1980) encontrou uma média de 118,51 indivíduos por hectare com DAP \geq 15 cm e segundo este autor, em florestas tropicais é comum ocorrer este tipo de distribuição verificado na tabela acima, caracterizado por apresentar as maiores frequências nas menores classes diamétricas, neste caso, no que possui menor diâmetro mínimo, declinando progressivamente.

5.2 Número de árvores por parcela do Inventário a 100%

Tabela 7 : Média do número de árvores por parcela para cada categoria de DAP mínimo

| Área (ha) | Número de árvores por parcela (N/parcela) | | | | |
|--|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | DAP \geq 5 cm | DAP \geq 10 cm | DAP \geq 20 cm | DAP \geq 25 cm | DAP \geq 45 cm |
| 10 m x 10 m (100 m ²) | 13 | - | - | - | - |
| 10 m x 20 m (200 m ²) | 25 | - | - | - | - |
| 10 m x 50 m (500 m ²) | 63 | - | - | - | - |
| 10 m x 100 m (1000 m ²) | 127 | - | - | - | - |
| 20 m x 20 m (400 m ²) | 51 | - | - | - | - |
| 20 m x 50 m (1000 m ²) | 127 | - | - | - | - |
| 20 m x 100 m (2000 m ²) | 254 | - | - | - | - |
| 10 m x 50 m (500 m ²) | - | 31 | 11 | 8 | - |
| 10 m x 100 m (1000 m ²) | - | 61 | 23 | 15 | - |
| 10 m x 200 m (2000 m ²) | - | 122 | 45 | 31 | 7 |
| 20 m x 40 m (800 m ²) | - | 49 | 18 | 12 | - |
| 20 m x 50 m (1000 m ²) | - | 62 | 22 | 15 | - |
| 20 m x 60m (1200 m ²) | - | 73 | 27 | 18 | 4 |
| 20 m x 100 m (2000 m ²) | - | 121 | 46 | 31 | 7 |
| 20 m x 200 m (4000 m ²) | - | 244 | 91 | 61 | 13 |
| 20 m x 260 m (5200 m ²) | - | 314 | 117 | 79 | 17 |
| 20 m x 600 m (12000 m ²) | - | - | - | - | 41 |
| 40 m x 40 m (1600 m ²) | - | 97 | 36 | 25 | 5 |
| 50 m x 50 m (2500 m ²) | - | 155 | 56 | 38 | 9 |
| 50 m x 100 m (5000 m ²) | - | 306 | 114 | 77 | 17 |
| 50 m x 200 m (10000 m ²) | - | 611 | 127 | 154 | 34 |
| 60 m x 60 m (3600 m ²) | - | 219 | 82 | 55 | 12 |
| 100 m x 100 m (10000 m ²) | - | 611 | 227 | 154 | 33 |

Spurr (1952) cita que a unidade amostral deverá ser grande o suficiente para incluir de 20 a 30 árvores e pequena o bastante para não aumentar o tempo de medição e instalação. Silva (1980) descreve que em florestas tropicais é muito difícil atender esses números, pois, a quantidade de indivíduos que uma unidade amostral pode conter, depende da densidade da floresta, distribuição espacial dos indivíduos no terreno e da distribuição das amostras no desenho da amostragem. Complementando este pensamento, Higuchi *et al.* (1982) avaliam que a afirmativa de Spurr é bastante subjetiva, pois não é especificada a dimensão exata para que seja considerada se uma árvore é ou não mensurável.

Silva (1980) encontrou que para a população com indivíduos entre 14 cm a 44,99 cm de DAP, os maiores tamanhos (800 m², 900 m² e 1000 m²) produziram em média 10 árvores por hectare, e segundo ele, considerando a floresta, esses números podem ser considerados satisfatórios. Para a população de indivíduos com $DAP \geq 45$ cm, devido a sua menor densidade, a média foi de 6 indivíduos por hectare. Neste caso parcelas maiores poderiam produzir um número maior de árvores nas unidades de amostra.

5.3 Comparação das incertezas e ANOVA

Para cada categoria de DAP mínimo e para cada tamanho e forma de parcelas, foram calculadas as médias das incertezas como apresentadas nas figuras 13, 14, 15, 16 e 17. Segundo Péllico Netto e Brena (1997), o máximo de erro aceitável nos inventários florestais é de 10%. Quando pensamos em incerteza, considerando $z=1,96$ esse valor praticamente dobra, para 20%, devido ao conceito da mesma. Para este trabalho optou-se por admitir uma incerteza de no máximo 10%, tornando a análise mais criteriosa.

5.3.1 Incertezas e ANOVA para a categoria de DAP ≥ 5 cm

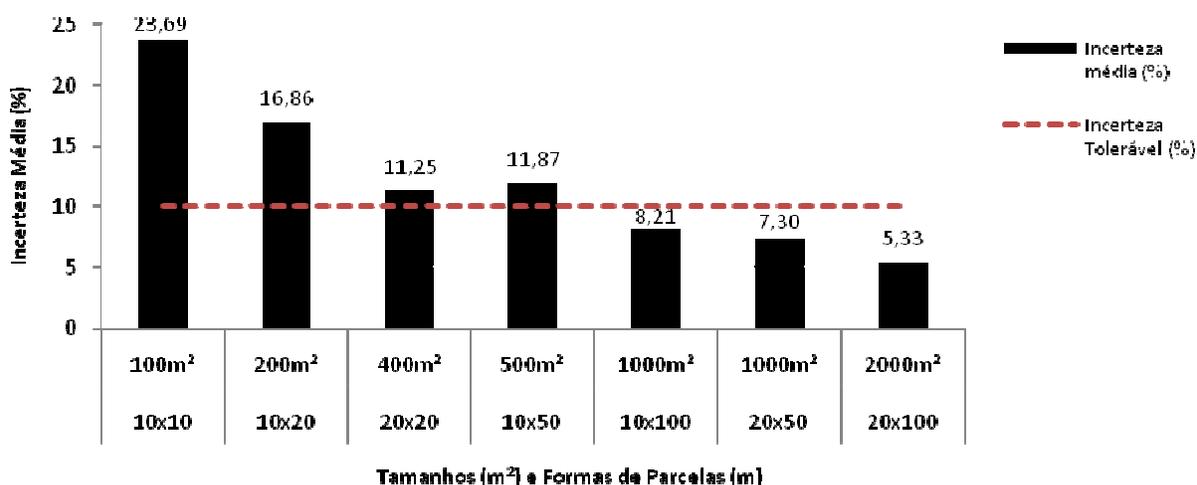


Figura 13 : Médias das incertezas para a categoria de DAP ≥ 5 cm

Na categoria de DAP ≥ 5 cm foi observado 3 dimensões de parcelas, sendo duas delas de mesmo tamanho, com a incerteza abaixo de 10%. O tamanho 10 m x 100 m, de forma retangular com a incerteza de 8,2%, o tamanho 20 m x 50 m, de forma retangular com a incerteza de 7,3% e o tamanho de 20 m x 100 m, também de forma retangular com a incerteza de 5,3%.

A ANOVA detectou diferença significativa entre os tamanhos e formas de parcelas ($p=0,0001$) e os resultados do teste de Tukey estão apresentados no Apêndice 1.

Quanto ao tamanho, dentro do valor de incerteza tolerável de 10%, os três últimos tamanhos da figura 5 foram os que proporcionaram resultado esperado (incerteza abaixo de 10%). De acordo com o teste post-hoc de Tukey, esses mesmos 3 tamanhos não obtiveram diferença significativa, não sendo diferentes entre si, o que se pode afirmar que quaisquer uma dessas três parcelas trarão resultados confiáveis para inventários de DAP ≥ 5 cm. Quando se leva em consideração a minimização de custos, é aconselhável utilizar a menor parcela, ou seja, a de 1000 m². Conforme Silva (1980) que conclui que para parcelas retangulares, a largura de 20 m tem resultados mais satisfatórios, a parcela de 20 m x 50 m é a mais indicada, seguindo o objetivo desta pesquisa.

O laboratório de manejo florestal do INPA (LMF/INPA) trabalha com parcelas de 20 m x 10 m para esta categoria de DAP mínimo. Dentro deste estudo este tamanho de parcela está acima do limite tolerável, porém abaixo do que realmente a literatura indica. Isso levando em consideração o número de amostras mínimo utilizado ($n=30$). Se for pensado em aumentar a intensidade amostral para este tamanho, é bem possível que passe a estar dentro da incerteza tolerável e, portanto, passível de ser utilizado no inventários florestais, com finalidade de coleta de dados de regeneração.

5.3.2 Incertezas e ANOVA para a categoria de DAP ≥ 10 cm

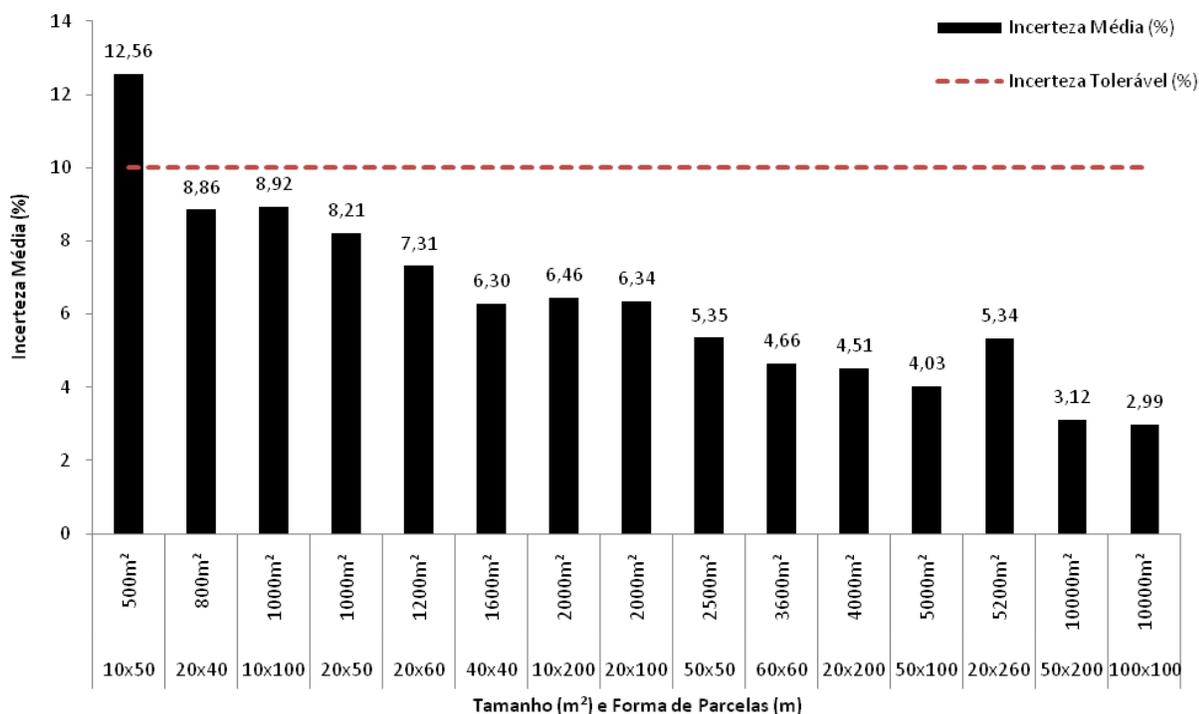


Figura 14 : Médias das incertezas para a categoria de DAP ≥ 10 cm

Nesta segunda categoria, de DAP ≥ 10 cm, apenas um tamanho de parcela obteve o valor de incerteza maior que 10%, 10 m x 50 m com uma incerteza de 12,6%, os demais tamanhos e formas de parcelas obtiveram incertezas abaixo da tolerável estabelecida.

A ANOVA detectou diferença significativa entre os tamanhos e formas de parcelas ($p = 0,0001$). Perante o resultado do teste de tukey (Apêndice 2), o qual apresentou um número grande de parcelas que diferem entre si e também muitas parcelas que não diferem entre si, foi possível criar três grupos de tamanhos e formas de parcelas que obtiveram valores de p acima de 0,005, ou seja, os tamanhos e formas dentro de cada grupo não são diferentes entre si, conforme tabela 8:

Tabela 8: Tamanhos e Formas de parcelas que não diferem entre si baseadas na tabela do Teste de Tukey para DAP ≥ 10 cm

| Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 20 m x 40 m (800 m ²) | 20 m x 60 m (1200 m ²) | 50 m x 100 m (5000 m ²) |
| 10 m x 100 m (1000 m ²) | 40 m x 40 m (1600 m ²) | 50 m x 200 m (10000 m ²) |
| 20 m x 50 m (1000 m ²) | 10 m x 200 m (2000 m ²) | 100 m x 100 m (10000 m ²) |
| - | 20 m x 100 m (2000 m ²) | - |
| - | 50 m x 50 m (2500 m ²) | - |
| - | 60 m x 60 m (3600 m ²) | - |
| - | 20 m x 200 m (4000 m ²) | - |
| - | 20 m x 260 m (5200 m ²) | - |

Desta forma, levando em consideração que apenas a parcela de 10 m x 50 m (500 m²) obteve uma incerteza alta, as demais parcelas podem ser usadas com uma boa confiabilidade em inventários florestais de DAP ≥ 10 cm. Para diminuir essa amplitude de variedades de tamanhos e formas de parcelas, foi optado por selecionar uma parcela de cada grupo estabelecido. Essa escolha foi baseada na diminuição dos custos de um inventário florestal e levando em consideração que para as simulações feitas, em que, foi utilizada um número de amostras mínimo igual para cada tamanho de parcela, foi definido a escolha do menor tamanho de parcela, e não da menor incerteza. Isso porque como não houve diferença significativa dentro de cada grupo, é utilizado de um maior esforço financeiro e pessoal sem a diminuição do erro devido à estimativa dos dados. Sendo assim, para o grupo 1 o tamanho escolhido foi o de 20 m x 40 m (800 m²), para o grupo 2 o tamanho de 20 m x 60 m (1200 m²) e para o grupo 3 o tamanho de 50 m x 100 m (5000 m²). A parcela de 800 m² é a mais aconselhável, pois reduz custo, tempo de implantação e uma incerteza aceitável (8,86%), porém se for pensado em liberação de custos, cabe ao profissional responsável escolher o melhor tamanho para sua atividade.

O LMF/INPA utiliza em seus inventários parcelas de 2500 m². Comparando com este estudo, este tamanho tem uma margem de erro muito abaixo do tolerável, o que mostra que os

dados dos inventários realizados estão sendo confiáveis. Portanto este tamanho de parcela é, de fato, um bom tamanho de amostra e pode ser usado como referência para inventários florestais na Amazônia.

5.3.3 Incertezas e ANOVA para a categoria de DAP ≥ 20 cm

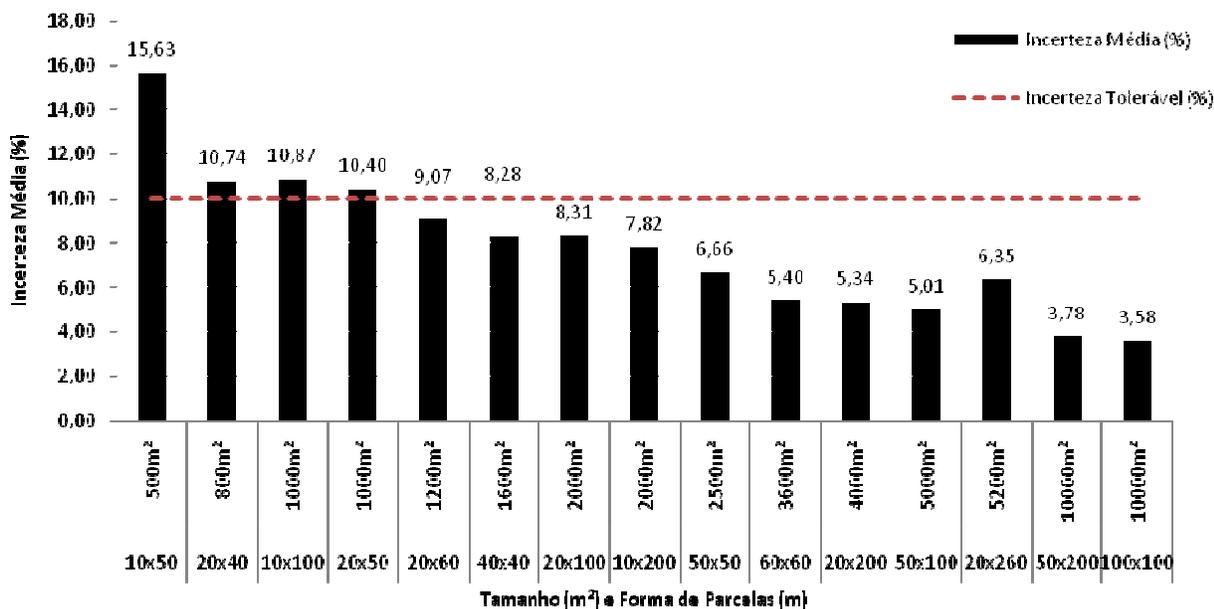


Figura 15 : Médias das incertezas para a categoria de DAP ≥ 20 cm

O gráfico apresenta a média das incertezas de cada tamanho e forma de parcela para a categoria de DAP ≥ 20 cm. A partir da parcela de 20 m x 60 m (1200 m²) todas as incertezas deram abaixo do limite estabelecido, ou seja, com um tamanho mínimo de 1200 m² até o tamanho máximo de 10000 m² tem-se uma boa margem de segurança na estimativa de dados de um inventário florestal.

A ANOVA detectou diferença significativa entre os tamanhos e formas de parcelas ($p=0,0001$) e o teste de tukey (Apêndice 3) identificou que as diferenças estão entre os tamanhos extremos de parcelas, entre 1200 m² e 10000 m². como tabela 9:

Tabela 9: Tamanhos e Formas de parcelas que não diferem entre si baseadas na tabela do Teste de Tukey para DAP ≥ 20 cm

| Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 20 m x 60 m (1200 m ²) | 50 m x 50 m (2500 m ²) | 50 m x 100 m (5000 m ²) |
| 40 m x 40 m (1600 m ²) | 60 m x 60 m (3600 m ²) | 50 m x 200 m (10000 m ²) |
| 20 m x 100 m (2000 m ²) | 20 m x 200 m (4000 m ²) | 100 m x 100 m (10000 m ²) |
| 10 m x 200 m (2000 m ²) | 20 m x 260 m (5200 m ²) | - |

Desta forma, segundo os objetivos deste estudo a parcela de 1200 m² é a mais recomendada, pois com uma intensidade amostral mínima, tem-se uma incerteza dentro do esperado (9%).

O LMF/INPA não utiliza este DAP mínimo em seus inventários, porém para levantamentos que priorizem esta categoria de DAP mínimo e seguindo a linha do que tem sendo utilizado para DAP ≥ 10 cm a parcela de 1200 m² pode ser utilizada, mas é aconselhável aumentar este tamanho para pelo menos 2500 m², pois a incerteza diminui de 9% (próxima ao limite tolerável) para 6%, o que faz com que a amostragem tenha um nível de certeza ótimo.

5.3.4 Incertezas e ANOVA para a categoria de DAP ≥ 25 cm

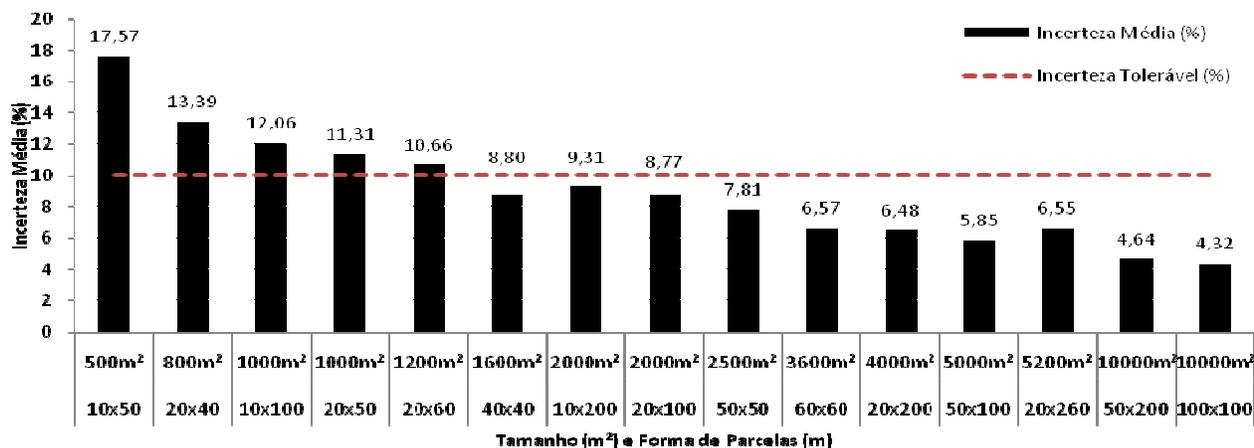


Figura 16 : Médias das incertezas para a categoria de DAP ≥ 25 cm

A figura 16 apresenta os valores médios das incertezas por parcela. As parcelas 10 m x 50 m (500 m²), 10 m x 100 m (1000 m²), 20 m x 40 m (800 m²), 20 m x 50 m (1000 m²) e 20 m x 60 m (1200 m²) apresentaram valores de incerteza acima do valor tolerável estabelecido. O que significa que apenas as parcelas com mais de 1600 m² estão dentro do limite tolerável.

Na ANOVA foi obtido o valor de $p = 0,0001$, o que garante a alta diferença significativa entre os tamanhos e formas de parcelas testados. Eliminando as parcelas que tiveram incerteza maior que 10%, apenas foi comparado as parcelas acima de 1600 m² até a de 10000 m², baseadas na tabela gerada pelo teste tukey (Apêndice 4).

Como ocorreu nas categorias anteriores, pode ser obtido grupos de tamanhos e formas de parcelas, baseados nas suas diferenças significativas das suas incertezas. Pode ser

observado que se for separado em grupos temos dois grupos. As parcelas dentro de cada grupo não são diferentes entre si, mas entre os grupos elas se diferem:

Tabela 10: Tamanhos e Formas de parcelas que não diferem entre si baseadas na tabela do Teste de Tukey para $DAP \geq 25$ cm

| Grupo 1 | Grupo 2 |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 40 m x 40 m (1600 m ²) | 20 m x 200 m (4000 m ²) |
| 10 m x 200 m (2000 m ²) | 50 m x 100 m (5000 m ²) |
| 20 m x 100 m (2000 m ²) | 20 m x 260 m (5200 m ²) |
| 50 m x 50 m (2500 m ²) | 50 m x 200 m (10000 m ²) |
| 60 m x 60 m (3600 m ²) | 100 m x 100 m (10000 m ²) |

É aconselhável utilizar a parcelas do grupo 1, pois possuem os menores tamanhos e suas incertezas são abaixo de 10%. Dentre as deste grupo, pode ser destacada a parcela de 20 m x 100 m (2000 m²), pois é de forma retangular com largura de 20 m conforme Silva (1980) concluiu ser a melhor forma.

Higuchi *et al.* (1982) concluíram que para $DAP \geq 25$ cm a melhor parcela é a de 37,5 cm x 150 cm (5625 m²), porém parcelas a partir de 3000 m² possuem pouco ganho de precisão, não justificando o custo benefício. Comparando os resultados deste autor com o estudo em questão é possível concluir que parcelas entre 2000 m² e 3000 m² são as mais recomendáveis para inventários florestais com $DAP \geq 25$ cm. Pode-se ainda afirmar que a parcela de 2500 m² para esta categoria também pode ser utilizada com uma boa margem de segurança (7,81% de incerteza).

5.3.5 Incertezas e ANOVA para a categoria de DAP ≥ 45 cm

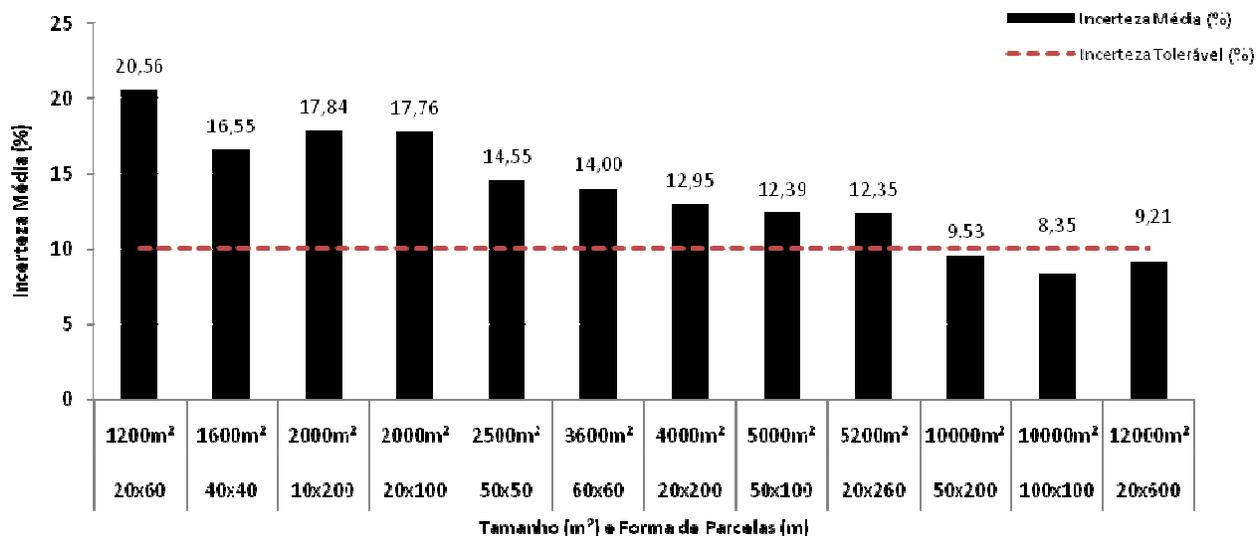


Figura 17 : Médias das incertezas para a categoria de DAP ≥ 45 cm

Para esta última categoria de DAP mínimo, foi observado que a grande maioria das parcelas obteve uma incerteza acima de 10%. Apenas as parcelas de 50 m x 200 m (5000 m²), 100 m x 100 m (10000 m²) e 20 m x 60 m (12000 m²) atingiram incertezas abaixo do esperado. Como observado em campo, árvores com DAPs maiores são, de fato, mais difíceis de serem encontradas, o que justifica, o caso de apenas grandes parcelas fornecerem uma boa confiabilidade para um levantamento florestal.

A ANOVA detectou que existe diferença significativa entre as incertezas dos tamanhos e formas de parcela ($p=0,0001$). O teste post-hoc de Tukey, apresenta onde estão as diferenças, par a par, apresentado no Apêndice 5. Foi observado neste teste, que as diferenças encontradas estavam entre as parcelas com a incerteza acima de 10%. Nas três parcelas com incertezas abaixo do limite máximo, não foi encontrado diferença significativa. Portanto as parcelas de 50 m x 200 m (10000 m²), 100 m x 100 m (10000 m²) e 20 m x 600 m (12000 m²) não possuem diferença entre suas incertezas. Para inventários florestais com objetivo de

quantificar e qualificar florestas com árvores de $DAP \geq 45$ cm convém usar parcelas de 10000 m². Quanto à forma, fica a critério do profissional responsável em decidir qual o melhor. Na prática a retangular facilita a instalação.

Independente de fixado o custo ou não, acima de 10000 m² é dificultado a instalação, acesso e manutenção da parcela, sendo o mais aconselhável para esta categoria usar o menor tamanho de parcela possível.

Cavalcanti *et al.* (2009) concluiu que o erro amostral e o coeficiente de variação para $DAP \geq 45$ cm estabilizaram a partir da parcela de 0,75 ha, resultado próximo ao encontrado neste estudo. Desta forma confirma-se que para esta categoria de DAP mínimo o tamanho de parcela deve ser de pelo menos 1 ha. A parcela de 2500 m² neste caso, não atinge boa representatividade, como ocorreu nas demais categorias. Sendo, portanto, para inventários de exploração madeireira, necessário parcelas de 1 ha no mínimo.

Quanto à forma da parcela, em todas as categorias de DAPs mínimos não foi observado diferença entre o tamanho retangular e o quadrado. Isso pode ter ocorrido devido à dificuldade de se montar parcelas de mesma área amostral, porém de formas diferentes. Mas observando a instalação das parcelas em campo, a retangular é muito prática quando comparada com a quadrada, principalmente pelo controle que se tem das laterais da parcela, pelo fato de as retangulares serem menos largas e mais compridas, e é observado também que as parcelas retangulares abrangem uma variação maior da floresta em relação à parcela quadrada. Isso se confirma no trabalho de Silva (1980) que parcelas retangulares de 10m de largura mostraram-se menos eficientes que as retangulares de 20 m.

É possível observar que o comportamento das curvas na variação da incerteza é o mesmo para cada categoria de DAP mínimo. Conforme aumenta o tamanho da parcela, diminui a incerteza, praticamente estabilizando a partir da parcela de 60 m x 60 m (3600 m²).

Apenas na parcela de 5200 m² que a incerteza aumentou para os DAPs mínimos de 10, 20 e 25, provavelmente devido ao comprimento ser maior que os demais avaliados (Figura 10).

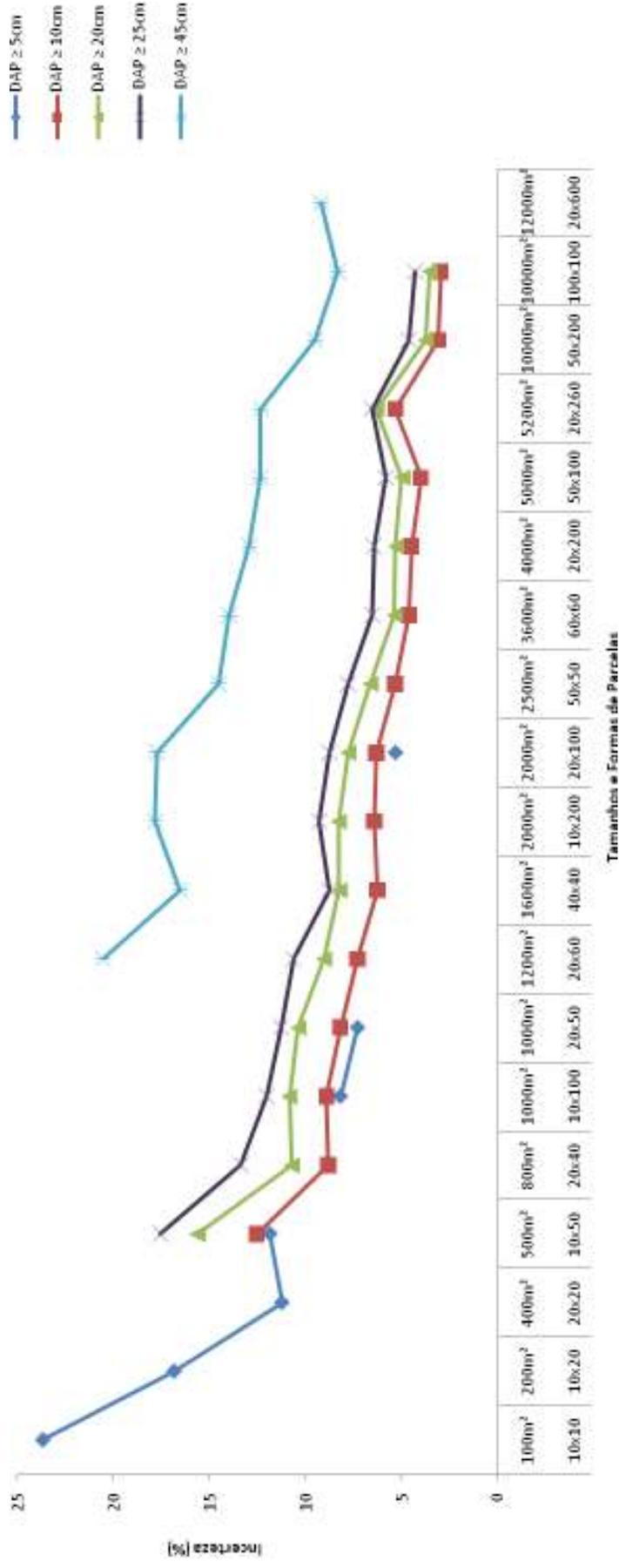


Figura 18 : Variação das incertezas entre as categorias de DAPs mínimos e os tamanhos e formas de parcelas

3. Conclusão

Os tamanhos de parcelas que obtiveram melhores resultados foram 1000 m², 800 m², 1200 m², 2000 m² e 10.000 m² para respectivas categorias de DAPs mínimos 5 cm, 10 cm, 20 cm, 25 cm e 45 cm;

A maioria das parcelas simuladas neste estudo pode ser utilizada nos inventários florestais. Da mesma forma, os inventários que têm sido realizados estão dentro da margem de erro (incerteza) aceitável.

O tamanho de parcela utilizada pelo LMF 2500 m² é de fato um tamanho ótimo de parcela não apenas para a categoria de DAP ≥ 10 cm, mas também para as categorias de DAPs mínimos de 20 cm e 25 cm.

Para as categorias de DAP ≥ 5 cm e DAP ≥ 45 cm, para garantir uma melhor margem de erro, ou menor incerteza, é necessário que aumente o tamanho das parcelas, levando em consideração o número de amostras utilizada.

4. Referências Bibliográficas

Bastos, T. X.; Rocha, E.J.P.; Rolim, P.A.M.; Diniz, T.D.A.S.; Santos, E.C.R.; Nobre, R.A.A.; Cutrim, E.M.C.; Mendonça, R.L.D. 1986. The Climate of the Brazilian Amazon region for agricultural purposes; a state-of-the-art. In: Proceedings of the 1st Symposium on the Humid Tropics held in Belém, Pará, 12-27 November 1984. Volume I. Climate and Soil. EMBRAPA-CPATU. 36:19-36.

Bonetes, L. 2003. Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma floresta ombrófila mista. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Engenharia Florestal, Curitiba, Paraná. 111pp.

Cavalcanti, F.J.B.; Machado, S.A.; Hosokawa, R.T. 2009. Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da Amazônia. *Revista Floresta*. 39(1): 207-214.

Chambers, J.Q.; Higuchi, N.; Schimel, J.P. 1998. Ancient trees in Amazonia. *Nature*, 391:135-136.

Chauvel, A. 1982. Os Latossolos Amarelos, Álicos, Argilosos, dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta Amazonica*, 12(3):47-60.

Clement, C. R.; Higuchi, N. 2006. A floresta Amazônica e o futuro do Brasil. *Ciência e Cultura* (SBPC), 58: 44-49.

FAO. 1974. Manual de inventario florestal com especial referencia a los bosques mistos tropicales. Roma. 195pp.

Fearnside, P. M. 1989. Manejo florestal na Amazônia: necessidade de novos critérios na Avaliação de opções de desenvolvimento. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA C.P. 478pp.

Fearnside, P. M. 1997. Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural. In: C. Cavalcanti (ed.) Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. Editora Cortez. São Paulo, SP, 314-344

Fearnside, P. M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, 36(3): 395-400.

Ferraz, J.; Ohta, S.; Salles, P.C. 1998. Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao norte de Manaus (AM). In: Higuchi, N; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. (Eds). Pesquisas Florestais para Conservação da Floresta e Reabilitação de Áreas Degradadas da Amazônia. 111-143

Higuchi, N.; Santos, J.; Jardim, F.C.S. 1982. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. *Acta Amazonica*, 12(1):91-103.

Higuchi, N.; Ramm, C.W. 1985. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brazil). *Commonwealth For. Review*, 64(1): 33-41.

Higuchi, N.; Carvalho Jr., J.A.. 1994. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. Anais do Seminário “Emissões versus Sequestro de CO₂: Uma Nova Oportunidade de Negócios para o Brasil”. Companhia Vale do Rio Doce. 127pp.

Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Minette, L.; Biot, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 28(2): 153-166.

Higuchi, N.; Campos, M.A.A.; Sampaio, P.T.B.; Santos, J. 1998. Projeto Jacaranda. Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de áreas Degradadas da Amazônia. 264pp.

Higuchi, N.; Santos, J.; Sampaio, P.T.B.; Marengo, R.A.; Ferraz, J.; Sales, P.C.; Saito, M.; Matsumoto, S. 2003. Projeto Jacaranda Fase II Pesquisas Florestais na Amazônia Central. 252pp.

Hopkins, M.J.G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguésia* 56 (86): 9-25.

Hueck, K. 1972. As Florestas da América do Sul. Polígono. 466 pp.

Husch, B. 1971. Planificación de um inventario forestal. FAO. Roma 135pp.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. www.ipcc.ch. Acesso: 04/06/08

Laboratório de Manejo Florestal - CPST/INPA. Relatório final do Projeto “Inventário Florestal da Floresta Nacional do Pau-rosa”, componente “madeira”. 2009

Mello, J.M. 1995. Análise comparativa de procedimentos amostrais em um remanescente de floresta nativa no município de Lavras (MG). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Engenharia Florestal, Lavras, Minas Gerais. 88pp.

Ministério do Meio Ambiente. 2008.

http://mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/flona_jamari_final_anexo06_resultados_do_inventario_florestal.pdf. Acesso: 25/01/08.

Oliveira, A.A. 2000. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra firme: histórico com enfoque na Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 30(4): 543-567.

Oliveira, A. N. e Amaral, I. L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*,(34)1: 21-34.

Péllico Netto, S.; Brena, D.A. 1997. Inventário Florestal. Editorado pelos autores. Vol. I, 316pp.

Queiroz, W.T. 1977. Efeitos da variação estrutural em unidade amostral na aplicação do processo de amostragem em conglomerados nas florestas do Planalto do Tapajós. *Revista Floresta*, 8(1): 19-23.

RADAM. 1978. Programa de Integração Nacional. Levantamentos de Recursos Naturais. V. 18 (Manaus) - RADAM (projeto) DNPM, Ministério das Minas e Energia. Brasil. 626pp.

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, I. H. P.; Iohmann, I. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R.; Procópio, I. C. 1999. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 816pp.

Sanquetta, C.R.; Watzlawick, L.F.; Balbinot, R.; Ziliotto, M.A.B.; Gomes, F.S. 2002. As Florestas e o Carbono. Curitiba : FUPEF/ Imprensa Universitária da UFPR. 265pp.

Sanquetta, C.R.; Watzlawick, L.F.; Côrte, A.P.D.; Fernandes, L.A.V. 2006. Inventários florestais: planejamento e execução. Editorado pelos autores. 270 pp.

Scolforo, J.R.S.; Mello, J.M. 2006. Inventário Florestal. Universidade Federal de Lavras/FAEPE, v.1. 561 pp.

Silva, J.N.M. 1980. Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na região do Baixo Tapajós. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Engenharia Florestal, Curitiba, Paraná. 84pp.

Silva, K. E.; Matos, F. D.A.; Ferreira M. M.; 2008. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental, *Acta Amazônica* 38 (2): 213 - 222.

Spurr, S.H. 1952. Forest Inventory. New York, The Ronald Press Company. 576pp.

TCA (Tratado de Cooperação Amazônica). 1992. Amazonia without myths. Commission on development and Environment for Amazônia. 99 pp.

Ubiali, J.A.; Filho, A.F.; Machado, S.A.; Arce, J.E. 2008. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos em uma floresta ecotonal na região norte matogrossense. *Revista Floresta*. 39 (3): 511 – 523.

Weiss, N.; Hassett, M. 1982. Introductory statistics. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, EUA. 651pp.

Apêndice

Apêndice 1: Tabela de diferenças significativas dos tamanhos e formas de parcelas pelo Teste Tukey para a categoria de DAP ≥ 5 cm.

| TAMANHO(i) | TAMANHOS(j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 10mx10m (100m ²) | 10mx10m (100m ²) | 15.484 | 0.000 | 12.959 | 18.010 |
| 10mx10m (100m ²) | 10mx20m (200m ²) | 6.828 | 0.000 | 4.303 | 9.354 |
| 10mx10m (100m ²) | 10mx50m (500m ²) | 11.820 | 0.000 | 9.294 | 14.345 |
| 10mx10m (100m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 18.358 | 0.000 | 15.833 | 20.884 |
| 10mx10m (100m ²) | 20mx20m (400m ²) | 12.445 | 0.000 | 9.919 | 14.970 |
| 10mx10m (100m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 16.389 | 0.000 | 13.864 | 18.915 |
| 10mx100m (1000m ²) | 10mx20m (200m ²) | -8.656 | 0.000 | -11.181 | -6.131 |
| 10mx100m (1000m ²) | 10mx50m (500m ²) | -3.665 | 0.000 | -6.190 | -1.139 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 2.874 | 0.014 | 0.348 | 5.399 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx20m (400m ²) | -3.040 | 0.007 | -5.565 | -0.514 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 0.905 | 0.941 | -1.621 | 3.430 |
| 10mx20m (200m ²) | 10mx50m (500m ²) | 4.991 | 0.000 | 2.466 | 7.517 |
| 10mx20m (200m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 11.530 | 0.000 | 9.004 | 14.055 |
| 10mx20m (200m ²) | 20mx20m (400m ²) | 5.616 | 0.000 | 3.091 | 8.142 |
| 10mx20m (200m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 9.561 | 0.000 | 7.035 | 12.086 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 6.538 | 0.000 | 4.013 | 9.064 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx20m (400m ²) | 0.625 | 0.991 | -1.900 | 3.150 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 4.570 | 0.000 | 2.044 | 7.095 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx20m (400m ²) | -5.913 | 0.000 | -8.439 | -3.388 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | -1.969 | 0.244 | -4.494 | 0.556 |
| 20mx20m (400m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 3.944 | 0.000 | 1.419 | 6.470 |

Apêndice 2: Tabela de diferenças significativas dos tamanhos e formas de parcelas pelo Teste Tukey para a categoria de DAP ≥ 10 cm.

| TAMANHO(i) | TAMANHO(j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|----------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 100mx100m (10000m ²) | 10mx100m (1000m ²) | -5.937 | 0.000 | -7.316 | -4.557 |
| 100mx100m (10000m ²) | 10mx200m (2000m ²) | -3.473 | 0.000 | -4.852 | -2.093 |
| 100mx100m (10000m ²) | 10mx50m (500m ²) | -9.571 | 0.000 | -10.950 | -8.191 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20mx100m (2000m ²) | -3.357 | 0.000 | -4.737 | -1.978 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20mx200m (4000m ²) | -1.526 | 0.015 | -2.905 | -0.146 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20mx260m (5200m ²) | -2.352 | 0.000 | -3.731 | -0.972 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20mx40m (800m ²) | -5.868 | 0.000 | -7.248 | -4.489 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | -5.228 | 0.000 | -6.607 | -3.848 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20mx60m (1200m ²) | -4.328 | 0.000 | -5.707 | -2.948 |
| 100mx100m (10000m ²) | 40mx40m (1600m ²) | -3.309 | 0.000 | -4.688 | -1.929 |
| 100mx100m (10000m ²) | 50mx100m (5000m ²) | -1.038 | 0.403 | -2.418 | 0.341 |
| 100mx100m (10000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | -0.137 | 1.000 | -1.516 | 1.243 |
| 100mx100m (10000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | -2.362 | 0.000 | -3.741 | -0.982 |
| 100mx100m (10000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | -1.674 | 0.004 | -3.054 | -0.295 |
| 10mx100m (1000m ²) | 10mx200m (2000m ²) | 2.464 | 0.000 | 1.084 | 3.843 |
| 10mx100m (1000m ²) | 10mx50m (500m ²) | -3.634 | 0.000 | -5.014 | -2.255 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 2.579 | 0.000 | 1.200 | 3.959 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx200m (4000m ²) | 4.411 | 0.000 | 3.031 | 5.790 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx260m (5200m ²) | 3.585 | 0.000 | 2.205 | 4.964 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx40m (800m ²) | 0.068 | 1.000 | -1.311 | 1.448 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 0.709 | 0.920 | -0.671 | 2.088 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20mx60m (1200m ²) | 1.609 | 0.007 | 0.229 | 2.988 |
| 10mx100m (1000m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 2.628 | 0.000 | 1.248 | 4.007 |
| 10mx100m (1000m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 4.899 | 0.000 | 3.519 | 6.278 |
| 10mx100m (1000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 5.800 | 0.000 | 4.420 | 7.180 |
| 10mx100m (1000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 3.575 | 0.000 | 2.195 | 4.955 |
| 10mx100m (1000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 4.262 | 0.000 | 2.883 | 5.642 |
| 10mx200m (2000m ²) | 10mx50m (500m ²) | -6.098 | 0.000 | -7.478 | -4.719 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 0.115 | 1.000 | -1.264 | 1.495 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20mx200m (4000m ²) | 1.947 | 0.000 | 0.567 | 3.326 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20mx260m (5200m ²) | 1.121 | 0.272 | -0.259 | 2.500 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20mx40m (800m ²) | -2.396 | 0.000 | -3.775 | -1.016 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | -1.755 | 0.002 | -3.135 | -0.376 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20mx60m (1200m ²) | -0.855 | 0.734 | -2.235 | 0.524 |
| 10mx200m (2000m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 0.164 | 1.000 | -1.216 | 1.544 |
| 10mx200m (2000m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 2.435 | 0.000 | 1.055 | 3.814 |
| 10mx200m (2000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 3.336 | 0.000 | 1.956 | 4.716 |
| 10mx200m (2000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 1.111 | 0.286 | -0.269 | 2.491 |
| 10mx200m (2000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 1.798 | 0.001 | 0.419 | 3.178 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx100m (2000m ²) | 6.213 | 0.000 | 4.834 | 7.593 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx200m (4000m ²) | 8.045 | 0.000 | 6.665 | 9.424 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx260m (5200m ²) | 7.219 | 0.000 | 5.839 | 8.598 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx40m (800m ²) | 3.703 | 0.000 | 2.323 | 5.082 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 4.343 | 0.000 | 2.963 | 5.722 |
| 10mx50m (500m ²) | 20mx60m (1200m ²) | 5.243 | 0.000 | 3.863 | 6.622 |
| 10mx50m (500m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 6.262 | 0.000 | 4.883 | 7.642 |
| 10mx50m (500m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 8.533 | 0.000 | 7.153 | 9.912 |
| 10mx50m (500m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 9.434 | 0.000 | 8.055 | 10.814 |
| 10mx50m (500m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 7.209 | 0.000 | 5.830 | 8.589 |
| 10mx50m (500m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 7.896 | 0.000 | 6.517 | 9.276 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx200m (4000m ²) | 1.831 | 0.001 | 0.452 | 3.211 |

| TAMANHO(i) | TAMANHO(j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx260m (5200m ²) | 1.005 | 0.461 | -0.374 | 2.385 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx40m (800m ²) | -2.511 | 0.000 | -3.890 | -1.131 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | -1.870 | 0.000 | -3.250 | -0.491 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20mx60m (1200m ²) | -0.971 | 0.525 | -2.350 | 0.409 |
| 20mx100m (2000m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 0.049 | 1.000 | -1.331 | 1.428 |
| 20mx100m (2000m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 2.319 | 0.000 | 0.940 | 3.699 |
| 20mx100m (2000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 3.221 | 0.000 | 1.841 | 4.600 |
| 20mx100m (2000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 0.996 | 0.479 | -0.384 | 2.375 |
| 20mx100m (2000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 1.683 | 0.003 | 0.303 | 3.062 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20mx260m (5200m ²) | -0.826 | 0.780 | -2.206 | 0.553 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20mx40m (800m ²) | -4.342 | 0.000 | -5.722 | -2.963 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20mx50m (1000m ²) | -3.702 | 0.000 | -5.081 | -2.322 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20mx60m (1200m ²) | -2.802 | 0.000 | -4.181 | -1.422 |
| 20mx200m (4000m ²) | 40mx40m (1600m ²) | -1.783 | 0.001 | -3.162 | -0.403 |
| 20mx200m (4000m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 0.488 | 0.997 | -0.892 | 1.867 |
| 20mx200m (4000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 1.389 | 0.046 | 0.010 | 2.769 |
| 20mx200m (4000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | -0.836 | 0.765 | -2.215 | 0.544 |
| 20mx200m (4000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | -0.148 | 1.000 | -1.528 | 1.231 |
| 20mx260m (5200m ²) | 20mx40m (800m ²) | -3.516 | 0.000 | -4.896 | -2.137 |
| 20mx260m (5200m ²) | 20mx50m (1000m ²) | -2.876 | 0.000 | -4.255 | -1.496 |
| 20mx260m (5200m ²) | 20mx60m (1200m ²) | -1.976 | 0.000 | -3.355 | -0.596 |
| 20mx260m (5200m ²) | 40mx40m (1600m ²) | -0.957 | 0.551 | -2.336 | 0.423 |
| 20mx260m (5200m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 1.314 | 0.082 | -0.066 | 2.693 |
| 20mx260m (5200m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 2.215 | 0.000 | 0.836 | 3.595 |
| 20mx260m (5200m ²) | 50mx50m (2500m ²) | -0.010 | 1.000 | -1.389 | 1.370 |
| 20mx260m (5200m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 0.678 | 0.943 | -0.702 | 2.057 |
| 20mx40m (800m ²) | 20mx50m (1000m ²) | 0.640 | 0.964 | -0.739 | 2.020 |
| 20mx40m (800m ²) | 20mx60m (1200m ²) | 1.540 | 0.013 | 0.161 | 2.920 |
| 20mx40m (800m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 2.560 | 0.000 | 1.180 | 3.939 |
| 20mx40m (800m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 4.830 | 0.000 | 3.451 | 6.210 |
| 20mx40m (800m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 5.732 | 0.000 | 4.352 | 7.111 |
| 20mx40m (800m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 3.507 | 0.000 | 2.127 | 4.886 |
| 20mx40m (800m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 4.194 | 0.000 | 2.814 | 5.573 |
| 20mx50m (1000m ²) | 20mx60m (1200m ²) | 0.900 | 0.656 | -0.480 | 2.280 |
| 20mx50m (1000m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 1.919 | 0.000 | 0.540 | 3.299 |
| 20mx50m (1000m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 4.190 | 0.000 | 2.810 | 5.569 |
| 20mx50m (1000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 5.091 | 0.000 | 3.712 | 6.471 |
| 20mx50m (1000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 2.866 | 0.000 | 1.487 | 4.246 |
| 20mx50m (1000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 3.553 | 0.000 | 2.174 | 4.933 |
| 20mx60m (1200m ²) | 40mx40m (1600m ²) | 1.019 | 0.436 | -0.360 | 2.399 |
| 20mx60m (1200m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 3.290 | 0.000 | 1.910 | 4.669 |
| 20mx60m (1200m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 4.191 | 0.000 | 2.812 | 5.571 |
| 20mx60m (1200m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 1.966 | 0.000 | 0.587 | 3.346 |
| 20mx60m (1200m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 2.653 | 0.000 | 1.274 | 4.033 |
| 40mx40m (1600m ²) | 50mx100m (5000m ²) | 2.271 | 0.000 | 0.891 | 3.650 |
| 40mx40m (1600m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 3.172 | 0.000 | 1.793 | 4.552 |
| 40mx40m (1600m ²) | 50mx50m (2500m ²) | 0.947 | 0.569 | -0.433 | 2.327 |
| 40mx40m (1600m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 1.634 | 0.005 | 0.255 | 3.014 |
| 50mx100m (5000m ²) | 50mx200m (10000m ²) | 0.901 | 0.653 | -0.478 | 2.281 |
| 50mx100m (5000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | -1.324 | 0.076 | -2.703 | 0.056 |
| 50mx100m (5000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | -0.636 | 0.966 | -2.016 | 0.743 |
| 50mx200m (10000m ²) | 50mx50m (2500m ²) | -2.225 | 0.000 | -3.605 | -0.845 |
| 50mx200m (10000m ²) | 60mx60m (3600m ²) | -1.538 | 0.013 | -2.917 | -0.158 |
| 50mx50m (2500m ²) | 60mx60m (3600m ²) | 0.687 | 0.937 | -0.692 | 2.067 |

Apêndice 3: Tabela de diferenças significativas dos tamanhos e formas de parcelas pelo Teste Tukey para a categoria de DAP ≥ 20 cm.

| TAMANHO (i) | TAMANHO (j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|----------------------------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------|---------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 100mx100m (10000m ²) | 10x100 (1000) | -7.294 | 0.000 | -9.028 | -5.560 |
| 100mx100m (10000m ²) | 10x200 (2000) | -4.236 | 0.000 | -5.970 | -2.502 |
| 100mx100m (10000m ²) | 10x50 (500) | -12.046 | 0.000 | -13.780 | -10.312 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20x100 (2000) | -4.735 | 0.000 | -6.469 | -3.001 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20x200 (4000) | -1.760 | 0.043 | -3.493 | -0.026 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20x260 (5200) | -2.775 | 0.000 | -4.509 | -1.041 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20x40 (800) | -7.159 | 0.000 | -8.892 | -5.425 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20x50 (1000) | -12.046 | 0.000 | -13.780 | -10.312 |
| 100mx100m (10000m ²) | 20x60 (1200) | -5.489 | 0.000 | -7.223 | -3.755 |
| 100mx100m (10000m ²) | 40x40 (1600) | -4.697 | 0.000 | -6.431 | -2.963 |
| 100mx100m (10000m ²) | 50x100 (5000) | -1.430 | 0.249 | -3.163 | 0.304 |
| 100mx100m (10000m ²) | 50x200 (10000) | -0.205 | 1.000 | -1.939 | 1.529 |
| 100mx100m (10000m ²) | 50x50 (2500) | -3.082 | 0.000 | -4.816 | -1.348 |
| 100mx100m (10000m ²) | 60x60 (3600) | -1.821 | 0.028 | -3.555 | -0.088 |
| 10mx100m (1000m ²) | 10x200 (2000) | 3.058 | 0.000 | 1.324 | 4.792 |
| 10mx100m (1000m ²) | 10x50 (500) | -4.752 | 0.000 | -6.486 | -3.018 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20x100 (2000) | 2.559 | 0.000 | 0.825 | 4.293 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20x200 (4000) | 5.534 | 0.000 | 3.800 | 7.268 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20x260 (5200) | 4.519 | 0.000 | 2.785 | 6.253 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20x40 (800) | 0.135 | 1.000 | -1.599 | 1.869 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20x50 (1000) | -4.752 | 0.000 | -6.486 | -3.018 |
| 10mx100m (1000m ²) | 20x60 (1200) | 1.805 | 0.032 | 0.071 | 3.539 |
| 10mx100m (1000m ²) | 40x40 (1600) | 2.597 | 0.000 | 0.863 | 4.331 |
| 10mx100m (1000m ²) | 50x100 (5000) | 5.864 | 0.000 | 4.130 | 7.598 |
| 10mx100m (1000m ²) | 50x200 (10000) | 7.089 | 0.000 | 5.355 | 8.823 |
| 10mx100m (1000m ²) | 50x50 (2500) | 4.212 | 0.000 | 2.478 | 5.946 |
| 10mx100m (1000m ²) | 60x60 (3600) | 5.472 | 0.000 | 3.739 | 7.206 |
| 10mx200m (2000m ²) | 10x50 (500) | -7.810 | 0.000 | -9.544 | -6.076 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20x100 (2000) | -0.499 | 1.000 | -2.233 | 1.235 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20x200 (4000) | 2.476 | 0.000 | 0.742 | 4.210 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20x260 (5200) | 1.461 | 0.216 | -0.273 | 3.195 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20x40 (800) | -2.923 | 0.000 | -4.657 | -1.189 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20x50 (1000) | -7.810 | 0.000 | -9.544 | -6.076 |
| 10mx200m (2000m ²) | 20x60 (1200) | -1.253 | 0.476 | -2.987 | 0.481 |
| 10mx200m (2000m ²) | 40x40 (1600) | -0.461 | 1.000 | -2.195 | 1.273 |
| 10mx200m (2000m ²) | 50x100 (5000) | 2.806 | 0.000 | 1.072 | 4.540 |
| 10mx200m (2000m ²) | 50x200 (10000) | 4.031 | 0.000 | 2.297 | 5.765 |
| 10mx200m (2000m ²) | 50x50 (2500) | 1.154 | 0.623 | -0.580 | 2.888 |
| 10mx200m (2000m ²) | 60x60 (3600) | 2.414 | 0.000 | 0.681 | 4.148 |
| 10mx50m (500m ²) | 20x100 (2000) | 7.311 | 0.000 | 5.577 | 9.045 |
| 10mx50m (500m ²) | 20x200 (4000) | 10.286 | 0.000 | 8.552 | 12.020 |
| 10mx50m (500m ²) | 20x260 (5200) | 9.271 | 0.000 | 7.537 | 11.005 |
| 10mx50m (500m ²) | 20x40 (800) | 4.887 | 0.000 | 3.153 | 6.621 |
| 10mx50m (500m ²) | 20x50 (1000) | 0.000 | 1.000 | -1.734 | 1.734 |
| 10mx50m (500m ²) | 20x60 (1200) | 6.557 | 0.000 | 4.823 | 8.291 |
| 10mx50m (500m ²) | 40x40 (1600) | 7.349 | 0.000 | 5.615 | 9.083 |
| 10mx50m (500m ²) | 50x100 (5000) | 10.616 | 0.000 | 8.882 | 12.350 |
| 10mx50m (500m ²) | 50x200 (10000) | 11.841 | 0.000 | 10.107 | 13.575 |
| 10mx50m (500m ²) | 50x50 (2500) | 8.964 | 0.000 | 7.230 | 10.698 |
| 10mx50m (500m ²) | 60x60 (3600) | 10.224 | 0.000 | 8.491 | 11.958 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20x200 (4000) | 2.976 | 0.000 | 1.242 | 4.710 |

| TAMANHO (i) | TAMANHO (j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|---------------------------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 20mx100m (2000m ²) | 20x260 (5200) | 1.960 | 0.011 | 0.227 | 3.694 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20x40 (800) | -2.423 | 0.000 | -4.157 | -0.689 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20x50 (1000) | -7.311 | 0.000 | -9.045 | -5.577 |
| 20mx100m (2000m ²) | 20x60 (1200) | -0.754 | 0.980 | -2.488 | 0.980 |
| 20mx100m (2000m ²) | 40x40 (1600) | 0.038 | 1.000 | -1.696 | 1.772 |
| 20mx100m (2000m ²) | 50x100 (5000) | 3.306 | 0.000 | 1.572 | 5.040 |
| 20mx100m (2000m ²) | 50x200 (10000) | 4.530 | 0.000 | 2.797 | 6.264 |
| 20mx100m (2000m ²) | 50x50 (2500) | 1.653 | 0.081 | -0.080 | 3.387 |
| 20mx100m (2000m ²) | 60x60 (3600) | 2.914 | 0.000 | 1.180 | 4.648 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20x260 (5200) | -1.015 | 0.807 | -2.749 | 0.719 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20x40 (800) | -5.399 | 0.000 | -7.133 | -3.665 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20x50 (1000) | -10.286 | 0.000 | -12.020 | -8.552 |
| 20mx200m (4000m ²) | 20x60 (1200) | -3.730 | 0.000 | -5.463 | -1.996 |
| 20mx200m (4000m ²) | 40x40 (1600) | -2.938 | 0.000 | -4.672 | -1.204 |
| 20mx200m (4000m ²) | 50x100 (5000) | 0.330 | 1.000 | -1.404 | 2.064 |
| 20mx200m (4000m ²) | 50x200 (10000) | 1.555 | 0.138 | -0.179 | 3.289 |
| 20mx200m (4000m ²) | 50x50 (2500) | -1.322 | 0.379 | -3.056 | 0.412 |
| 20mx200m (4000m ²) | 60x60 (3600) | -0.062 | 1.000 | -1.796 | 1.672 |
| 20mx260m (5200m ²) | 20x40 (800) | -4.384 | 0.000 | -6.118 | -2.650 |
| 20mx260m (5200m ²) | 20x50 (1000) | -9.271 | 0.000 | -11.005 | -7.537 |
| 20mx260m (5200m ²) | 20x60 (1200) | -2.714 | 0.000 | -4.448 | -0.980 |
| 20mx260m (5200m ²) | 40x40 (1600) | -1.922 | 0.014 | -3.656 | -0.189 |
| 20mx260m (5200m ²) | 50x100 (5000) | 1.345 | 0.349 | -0.389 | 3.079 |
| 20mx260m (5200m ²) | 50x200 (10000) | 2.570 | 0.000 | 0.836 | 4.304 |
| 20mx260m (5200m ²) | 50x50 (2500) | -0.307 | 1.000 | -2.041 | 1.427 |
| 20mx260m (5200m ²) | 60x60 (3600) | 0.953 | 0.871 | -0.781 | 2.687 |
| 20mx40m (800m ²) | 20x50 (1000) | -4.887 | 0.000 | -6.621 | -3.153 |
| 20mx40m (800m ²) | 20x60 (1200) | 1.669 | 0.074 | -0.064 | 3.403 |
| 20mx40m (800m ²) | 40x40 (1600) | 2.461 | 0.000 | 0.727 | 4.195 |
| 20mx40m (800m ²) | 50x100 (5000) | 5.729 | 0.000 | 3.995 | 7.463 |
| 20mx40m (800m ²) | 50x200 (10000) | 6.954 | 0.000 | 5.220 | 8.688 |
| 20mx40m (800m ²) | 50x50 (2500) | 4.077 | 0.000 | 2.343 | 5.811 |
| 20mx40m (800m ²) | 60x60 (3600) | 5.337 | 0.000 | 3.603 | 7.071 |
| 20mx50m (1000m ²) | 20x60 (1200) | 6.557 | 0.000 | 4.823 | 8.291 |
| 20mx50m (1000m ²) | 40x40 (1600) | 7.349 | 0.000 | 5.615 | 9.083 |
| 20mx50m (1000m ²) | 50x100 (5000) | 10.616 | 0.000 | 8.882 | 12.350 |
| 20mx50m (1000m ²) | 50x200 (10000) | 11.841 | 0.000 | 10.107 | 13.575 |
| 20mx50m (1000m ²) | 50x50 (2500) | 8.964 | 0.000 | 7.230 | 10.698 |
| 20mx50m (1000m ²) | 60x60 (3600) | 10.224 | 0.000 | 8.491 | 11.958 |
| 20mx60m (1200m ²) | 40x40 (1600) | 0.792 | 0.969 | -0.942 | 2.526 |
| 20mx60m (1200m ²) | 50x100 (5000) | 4.060 | 0.000 | 2.326 | 5.793 |
| 20mx60m (1200m ²) | 50x200 (10000) | 5.284 | 0.000 | 3.550 | 7.018 |
| 20mx60m (1200m ²) | 50x50 (2500) | 2.407 | 0.000 | 0.673 | 4.141 |
| 20mx60m (1200m ²) | 60x60 (3600) | 3.668 | 0.000 | 1.934 | 5.402 |
| 40mx40m (1600m ²) | 50x100 (5000) | 3.268 | 0.000 | 1.534 | 5.002 |
| 40mx40m (1600m ²) | 50x200 (10000) | 4.492 | 0.000 | 2.759 | 6.226 |
| 40mx40m (1600m ²) | 50x50 (2500) | 1.615 | 0.100 | -0.118 | 3.349 |
| 40mx40m (1600m ²) | 60x60 (3600) | 2.876 | 0.000 | 1.142 | 4.610 |
| 50mx100m (5000m ²) | 50x200 (10000) | 1.225 | 0.518 | -0.509 | 2.959 |
| 50mx100m (5000m ²) | 50x50 (2500) | -1.652 | 0.081 | -3.386 | 0.082 |
| 50mx100m (5000m ²) | 60x60 (3600) | -0.392 | 1.000 | -2.126 | 1.342 |
| 50mx200m (10000m ²) | 50x50 (2500) | -2.877 | 0.000 | -4.611 | -1.143 |
| 50mx200m (10000m ²) | 60x60 (3600) | -1.617 | 0.099 | -3.351 | 0.117 |
| 50mx50m (2500m ²) | 60x60 (3600) | 1.260 | 0.466 | -0.474 | 2.994 |

Apêndice 4: Tabela de diferenças significativas dos tamanhos e formas de parcelas pelo Teste Tukey para a categoria de DAP ≥ 25 cm.

| TAMANHO (i) | TAMANHO (j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|-----------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------|---------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 100x100 (10000) | 10x100 (1000) | -7.744 | 0.000 | -9.539 | -5.948 |
| 100x100 (10000) | 10x200 (2000) | -4.985 | 0.000 | -6.780 | -3.190 |
| 100x100 (10000) | 10x50 (500) | -13.253 | 0.000 | -15.048 | -11.458 |
| 100x100 (10000) | 20x100 (2000) | -4.454 | 0.000 | -6.249 | -2.658 |
| 100x100 (10000) | 20x200 (4000) | -2.154 | 0.004 | -3.949 | -0.359 |
| 100x100 (10000) | 20x260 (5200) | -2.231 | 0.002 | -4.026 | -0.436 |
| 100x100 (10000) | 20x40 (800) | -9.066 | 0.000 | -10.861 | -7.270 |
| 100x100 (10000) | 20x50 (1000) | -6.993 | 0.000 | -8.789 | -5.198 |
| 100x100 (10000) | 20x60 (1200) | -6.340 | 0.000 | -8.135 | -4.544 |
| 100x100 (10000) | 40x40 (1600) | -4.478 | 0.000 | -6.273 | -2.683 |
| 100x100 (10000) | 50x100 (5000) | -1.528 | 0.203 | -3.323 | 0.268 |
| 100x100 (10000) | 50x200 (10000) | -0.323 | 1.000 | -2.118 | 1.473 |
| 100x100 (10000) | 50x50 (2500) | -3.486 | 0.000 | -5.281 | -1.691 |
| 100x100 (10000) | 60x60 (3600) | -2.251 | 0.002 | -4.047 | -0.456 |
| 10x100 (1000) | 10x200 (2000) | 2.759 | 0.000 | 0.964 | 4.554 |
| 10x100 (1000) | 10x50 (500) | -5.510 | 0.000 | -7.305 | -3.714 |
| 10x100 (1000) | 20x100 (2000) | 3.290 | 0.000 | 1.495 | 5.085 |
| 10x100 (1000) | 20x200 (4000) | 5.590 | 0.000 | 3.794 | 7.385 |
| 10x100 (1000) | 20x260 (5200) | 5.513 | 0.000 | 3.717 | 7.308 |
| 10x100 (1000) | 20x40 (800) | -1.322 | 0.442 | -3.117 | 0.473 |
| 10x100 (1000) | 20x50 (1000) | 0.750 | 0.986 | -1.045 | 2.546 |
| 10x100 (1000) | 20x60 (1200) | 1.404 | 0.335 | -0.391 | 3.199 |
| 10x100 (1000) | 40x40 (1600) | 3.266 | 0.000 | 1.470 | 5.061 |
| 10x100 (1000) | 50x100 (5000) | 6.216 | 0.000 | 4.421 | 8.011 |
| 10x100 (1000) | 50x200 (10000) | 7.421 | 0.000 | 5.626 | 9.216 |
| 10x100 (1000) | 50x50 (2500) | 4.258 | 0.000 | 2.462 | 6.053 |
| 10x100 (1000) | 60x60 (3600) | 5.492 | 0.000 | 3.697 | 7.288 |
| 10x200 (2000) | 10x50 (500) | -8.268 | 0.000 | -10.064 | -6.473 |
| 10x200 (2000) | 20x100 (2000) | 0.531 | 1.000 | -1.264 | 2.326 |
| 10x200 (2000) | 20x200 (4000) | 2.831 | 0.000 | 1.036 | 4.626 |
| 10x200 (2000) | 20x260 (5200) | 2.754 | 0.000 | 0.959 | 4.549 |
| 10x200 (2000) | 20x40 (800) | -4.081 | 0.000 | -5.876 | -2.286 |
| 10x200 (2000) | 20x50 (1000) | -2.008 | 0.012 | -3.804 | -0.213 |
| 10x200 (2000) | 20x60 (1200) | -1.355 | 0.398 | -3.150 | 0.440 |
| 10x200 (2000) | 40x40 (1600) | 0.507 | 1.000 | -1.289 | 2.302 |
| 10x200 (2000) | 50x100 (5000) | 3.457 | 0.000 | 1.662 | 5.252 |
| 10x200 (2000) | 50x200 (10000) | 4.662 | 0.000 | 2.867 | 6.457 |
| 10x200 (2000) | 50x50 (2500) | 1.499 | 0.230 | -0.296 | 3.294 |
| 10x200 (2000) | 60x60 (3600) | 2.733 | 0.000 | 0.938 | 4.529 |
| 10x50 (500) | 20x100 (2000) | 8.800 | 0.000 | 7.004 | 10.595 |
| 10x50 (500) | 20x200 (4000) | 11.099 | 0.000 | 9.304 | 12.895 |
| 10x50 (500) | 20x260 (5200) | 11.022 | 0.000 | 9.227 | 12.818 |
| 10x50 (500) | 20x40 (800) | 4.187 | 0.000 | 2.392 | 5.983 |
| 10x50 (500) | 20x50 (1000) | 6.260 | 0.000 | 4.465 | 8.055 |
| 10x50 (500) | 20x60 (1200) | 6.914 | 0.000 | 5.118 | 8.709 |
| 10x50 (500) | 40x40 (1600) | 8.775 | 0.000 | 6.980 | 10.570 |
| 10x50 (500) | 50x100 (5000) | 11.725 | 0.000 | 9.930 | 13.521 |
| 10x50 (500) | 50x200 (10000) | 12.931 | 0.000 | 11.135 | 14.726 |
| 10x50 (500) | 50x50 (2500) | 9.767 | 0.000 | 7.972 | 11.563 |
| 10x50 (500) | 60x60 (3600) | 11.002 | 0.000 | 9.207 | 12.797 |

| TAMANHO (i) | TAMANHO (j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|----------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 20x100 (2000) | 20x200 (4000) | 2.300 | 0.001 | 0.504 | 4.095 |
| 20x100 (2000) | 20x260 (5200) | 2.223 | 0.002 | 0.427 | 4.018 |
| 20x100 (2000) | 20x40 (800) | -4.612 | 0.000 | -6.407 | -2.817 |
| 20x100 (2000) | 20x50 (1000) | -2.540 | 0.000 | -4.335 | -0.744 |
| 20x100 (2000) | 20x60 (1200) | -1.886 | 0.028 | -3.681 | -0.091 |
| 20x100 (2000) | 40x40 (1600) | -0.024 | 1.000 | -1.820 | 1.771 |
| 20x100 (2000) | 50x100 (5000) | 2.926 | 0.000 | 1.131 | 4.721 |
| 20x100 (2000) | 50x200 (10000) | 4.131 | 0.000 | 2.336 | 5.926 |
| 20x100 (2000) | 50x50 (2500) | 0.968 | 0.887 | -0.828 | 2.763 |
| 20x100 (2000) | 60x60 (3600) | 2.202 | 0.003 | 0.407 | 3.998 |
| 20x200 (4000) | 20x260 (5200) | -0.077 | 1.000 | -1.872 | 1.718 |
| 20x200 (4000) | 20x40 (800) | -6.912 | 0.000 | -8.707 | -5.117 |
| 20x200 (4000) | 20x50 (1000) | -4.839 | 0.000 | -6.635 | -3.044 |
| 20x200 (4000) | 20x60 (1200) | -4.186 | 0.000 | -5.981 | -2.391 |
| 20x200 (4000) | 40x40 (1600) | -2.324 | 0.001 | -4.119 | -0.529 |
| 20x200 (4000) | 50x100 (5000) | 0.626 | 0.998 | -1.169 | 2.421 |
| 20x200 (4000) | 50x200 (10000) | 1.831 | 0.040 | 0.036 | 3.627 |
| 20x200 (4000) | 50x50 (2500) | -1.332 | 0.428 | -3.127 | 0.463 |
| 20x200 (4000) | 60x60 (3600) | -0.098 | 1.000 | -1.893 | 1.698 |
| 20x260 (5200) | 20x40 (800) | -6.835 | 0.000 | -8.630 | -5.040 |
| 20x260 (5200) | 20x50 (1000) | -4.762 | 0.000 | -6.558 | -2.967 |
| 20x260 (5200) | 20x60 (1200) | -4.109 | 0.000 | -5.904 | -2.314 |
| 20x260 (5200) | 40x40 (1600) | -2.247 | 0.002 | -4.043 | -0.452 |
| 20x260 (5200) | 50x100 (5000) | 0.703 | 0.992 | -1.092 | 2.498 |
| 20x260 (5200) | 50x200 (10000) | 1.908 | 0.025 | 0.113 | 3.704 |
| 20x260 (5200) | 50x50 (2500) | -1.255 | 0.537 | -3.050 | 0.540 |
| 20x260 (5200) | 60x60 (3600) | -0.021 | 1.000 | -1.816 | 1.775 |
| 20x40 (800) | 20x50 (1000) | 2.072 | 0.008 | 0.277 | 3.868 |
| 20x40 (800) | 20x60 (1200) | 2.726 | 0.000 | 0.931 | 4.521 |
| 20x40 (800) | 40x40 (1600) | 4.588 | 0.000 | 2.792 | 6.383 |
| 20x40 (800) | 50x100 (5000) | 7.538 | 0.000 | 5.743 | 9.333 |
| 20x40 (800) | 50x200 (10000) | 8.743 | 0.000 | 6.948 | 10.538 |
| 20x40 (800) | 50x50 (2500) | 5.580 | 0.000 | 3.785 | 7.375 |
| 20x40 (800) | 60x60 (3600) | 6.814 | 0.000 | 5.019 | 8.610 |
| 20x50 (1000) | 20x60 (1200) | 0.654 | 0.996 | -1.142 | 2.449 |
| 20x50 (1000) | 40x40 (1600) | 2.515 | 0.000 | 0.720 | 4.310 |
| 20x50 (1000) | 50x100 (5000) | 5.465 | 0.000 | 3.670 | 7.261 |
| 20x50 (1000) | 50x200 (10000) | 6.671 | 0.000 | 4.875 | 8.466 |
| 20x50 (1000) | 50x50 (2500) | 3.507 | 0.000 | 1.712 | 5.303 |
| 20x50 (1000) | 60x60 (3600) | 4.742 | 0.000 | 2.947 | 6.537 |
| 20x60 (1200) | 40x40 (1600) | 1.862 | 0.033 | 0.066 | 3.657 |
| 20x60 (1200) | 50x100 (5000) | 4.812 | 0.000 | 3.017 | 6.607 |
| 20x60 (1200) | 50x200 (10000) | 6.017 | 0.000 | 4.222 | 7.812 |
| 20x60 (1200) | 50x50 (2500) | 2.854 | 0.000 | 1.058 | 4.649 |
| 20x60 (1200) | 60x60 (3600) | 4.088 | 0.000 | 2.293 | 5.884 |
| 40x40 (1600) | 50x100 (5000) | 2.950 | 0.000 | 1.155 | 4.746 |
| 40x40 (1600) | 50x200 (10000) | 4.155 | 0.000 | 2.360 | 5.951 |
| 40x40 (1600) | 50x50 (2500) | 0.992 | 0.866 | -0.803 | 2.787 |
| 40x40 (1600) | 60x60 (3600) | 2.227 | 0.002 | 0.431 | 4.022 |
| 50x100 (5000) | 50x200 (10000) | 1.205 | 0.608 | -0.590 | 3.000 |
| 50x100 (5000) | 50x50 (2500) | -1.958 | 0.018 | -3.753 | -0.163 |
| 50x100 (5000) | 60x60 (3600) | -0.724 | 0.990 | -2.519 | 1.072 |
| 50x200 (10000) | 50x50 (2500) | -3.163 | 0.000 | -4.959 | -1.368 |
| 50x200 (10000) | 60x60 (3600) | -1.929 | 0.022 | -3.724 | -0.133 |
| 50x50 (2500) | 60x60 (3600) | 1.235 | 0.566 | -0.561 | 3.030 |

Apêndice 5: Tabela de diferenças significativas dos tamanhos e formas de parcelas pelo Teste Tukey para a categoria de DAP ≥ 45 cm.

| TAMANHO (i) | TAMANHO (j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|-----------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------|---------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 100x100 (10000) | 10x200 (2000) | -9.496 | 0.000 | -11.615 | -7.376 |
| 100x100 (10000) | 20x100 (2000) | -9.408 | 0.000 | -11.528 | -7.289 |
| 100x100 (10000) | 20x200 (4000) | -4.604 | 0.000 | -6.724 | -2.484 |
| 100x100 (10000) | 20x260 (5200) | -4.003 | 0.000 | -6.122 | -1.883 |
| 100x100 (10000) | 20x60 (1200) | -12.210 | 0.000 | -14.330 | -10.091 |
| 100x100 (10000) | 20x600 (12000) | -0.866 | 0.975 | -2.985 | 1.254 |
| 100x100 (10000) | 40x40 (1600) | -8.199 | 0.000 | -10.319 | -6.080 |
| 100x100 (10000) | 50x100 (5000) | -4.040 | 0.000 | -6.159 | -1.920 |
| 100x100 (10000) | 50x200 (10000) | -1.185 | 0.804 | -3.304 | 0.935 |
| 100x100 (10000) | 50x50 (2500) | -6.206 | 0.000 | -8.326 | -4.087 |
| 100x100 (10000) | 60x60 (3600) | -5.648 | 0.000 | -7.767 | -3.528 |
| 10x200 (2000) | 20x100 (2000) | 0.087 | 1.000 | -2.032 | 2.207 |
| 10x200 (2000) | 20x200 (4000) | 4.892 | 0.000 | 2.772 | 7.011 |
| 10x200 (2000) | 20x260 (5200) | 5.493 | 0.000 | 3.374 | 7.613 |
| 10x200 (2000) | 20x60 (1200) | -2.715 | 0.002 | -4.834 | -0.595 |
| 10x200 (2000) | 20x600 (12000) | 8.630 | 0.000 | 6.511 | 10.750 |
| 10x200 (2000) | 40x40 (1600) | 1.296 | 0.695 | -0.823 | 3.416 |
| 10x200 (2000) | 50x100 (5000) | 5.456 | 0.000 | 3.336 | 7.576 |
| 10x200 (2000) | 50x200 (10000) | 8.311 | 0.000 | 6.192 | 10.431 |
| 10x200 (2000) | 50x50 (2500) | 3.290 | 0.000 | 1.170 | 5.409 |
| 10x200 (2000) | 60x60 (3600) | 3.848 | 0.000 | 1.728 | 5.968 |
| 20x100 (2000) | 20x200 (4000) | 4.804 | 0.000 | 2.685 | 6.924 |
| 20x100 (2000) | 20x260 (5200) | 5.406 | 0.000 | 3.286 | 7.525 |
| 20x100 (2000) | 20x60 (1200) | -2.802 | 0.001 | -4.922 | -0.683 |
| 20x100 (2000) | 20x600 (12000) | 8.543 | 0.000 | 6.423 | 10.662 |
| 20x100 (2000) | 40x40 (1600) | 1.209 | 0.782 | -0.911 | 3.328 |
| 20x100 (2000) | 50x100 (5000) | 5.369 | 0.000 | 3.249 | 7.488 |
| 20x100 (2000) | 50x200 (10000) | 8.224 | 0.000 | 6.104 | 10.343 |
| 20x100 (2000) | 50x50 (2500) | 3.202 | 0.000 | 1.082 | 5.322 |
| 20x100 (2000) | 60x60 (3600) | 3.761 | 0.000 | 1.641 | 5.880 |
| 20x200 (4000) | 20x260 (5200) | 0.601 | 0.999 | -1.518 | 2.721 |
| 20x200 (4000) | 20x60 (1200) | -7.606 | 0.000 | -9.726 | -5.487 |
| 20x200 (4000) | 20x600 (12000) | 3.738 | 0.000 | 1.619 | 5.858 |
| 20x200 (4000) | 40x40 (1600) | -3.595 | 0.000 | -5.715 | -1.476 |
| 20x200 (4000) | 50x100 (5000) | 0.564 | 0.999 | -1.555 | 2.684 |
| 20x200 (4000) | 50x200 (10000) | 3.419 | 0.000 | 1.300 | 5.539 |
| 20x200 (4000) | 50x50 (2500) | -1.602 | 0.359 | -3.722 | 0.517 |
| 20x200 (4000) | 60x60 (3600) | -1.044 | 0.906 | -3.163 | 1.076 |
| 20x260 (5200) | 20x60 (1200) | -8.208 | 0.000 | -10.327 | -6.088 |
| 20x260 (5200) | 20x600 (12000) | 3.137 | 0.000 | 1.017 | 5.257 |
| 20x260 (5200) | 40x40 (1600) | -4.197 | 0.000 | -6.316 | -2.077 |
| 20x260 (5200) | 50x100 (5000) | -0.037 | 1.000 | -2.157 | 2.082 |
| 20x260 (5200) | 50x200 (10000) | 2.818 | 0.001 | 0.698 | 4.938 |
| 20x260 (5200) | 50x50 (2500) | -2.204 | 0.033 | -4.323 | -0.084 |
| 20x260 (5200) | 60x60 (3600) | -1.645 | 0.317 | -3.765 | 0.474 |
| 20x60 (1200) | 20x600 (12000) | 11.345 | 0.000 | 9.225 | 13.464 |
| 20x60 (1200) | 40x40 (1600) | 4.011 | 0.000 | 1.891 | 6.130 |
| 20x60 (1200) | 50x100 (5000) | 8.171 | 0.000 | 6.051 | 10.290 |
| 20x60 (1200) | 50x200 (10000) | 11.026 | 0.000 | 8.906 | 13.145 |
| 20x60 (1200) | 50x50 (2500) | 6.004 | 0.000 | 3.885 | 8.124 |

| TAMANHO (i) | TAMANHO (j) | Diferença | Valor - p | Intervalo de Confiança 95% | |
|----------------|----------------|-----------|-----------|----------------------------|--------|
| | | | | Mínimo | Máximo |
| 20x60 (1200) | 60x60 (3600) | 6.563 | 0.000 | 4.443 | 8.682 |
| 20x600 (12000) | 40x40 (1600) | -7.334 | 0.000 | -9.453 | -5.214 |
| 20x600 (12000) | 50x100 (5000) | -3.174 | 0.000 | -5.294 | -1.055 |
| 20x600 (12000) | 50x200 (10000) | -0.319 | 1.000 | -2.439 | 1.801 |
| 20x600 (12000) | 50x50 (2500) | -5.341 | 0.000 | -7.460 | -3.221 |
| 20x600 (12000) | 60x60 (3600) | -4.782 | 0.000 | -6.902 | -2.663 |
| 40x40 (1600) | 50x100 (5000) | 4.160 | 0.000 | 2.040 | 6.279 |
| 40x40 (1600) | 50x200 (10000) | 7.015 | 0.000 | 4.895 | 9.134 |
| 40x40 (1600) | 50x50 (2500) | 1.993 | 0.089 | -0.126 | 4.113 |
| 40x40 (1600) | 60x60 (3600) | 2.552 | 0.005 | 0.432 | 4.671 |
| 50x100 (5000) | 50x200 (10000) | 2.855 | 0.001 | 0.736 | 4.975 |
| 50x100 (5000) | 50x50 (2500) | -2.167 | 0.040 | -4.286 | -0.047 |
| 50x100 (5000) | 60x60 (3600) | -1.608 | 0.353 | -3.728 | 0.512 |
| 50x200 (10000) | 50x50 (2500) | -5.022 | 0.000 | -7.141 | -2.902 |
| 50x200 (10000) | 60x60 (3600) | -4.463 | 0.000 | -6.583 | -2.344 |
| 50x50 (2500) | 60x60 (3600) | 0.559 | 0.999 | -1.561 | 2.678 |