

CARLA SAMARA CAMPELO DE SOUSA

**INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO NA FLORESTA ESTADUAL DO AMAPÁ:
DINÂMICA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E DIMENSÃO DA UNIDADE AMOSTRAL**

RECIFE
Pernambuco – Brasil
Fevereiro - 2017

CARLA SAMARA CAMPELO DE SOUSA

**INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO NA FLORESTA ESTADUAL
DO AMAPÁ: DINÂMICA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E DIMENSÃO DA
UNIDADE AMOSTRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, Área de concentração: Ciências Florestais.

Orientador:

Prof. Dr. José Antônio Aleixo da Silva

Coorientadores:

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

Prof. Dr. Perseu da Silva Aparício

RECIFE
Pernambuco - Brasil
Fevereiro - 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S725i Sousa, Carla Samara Campelo de
 Inventário florestal contínuo na floresta estadual do
Amapá:
 dinâmica de espécies arbóreas e dimensão da unidade
amostral /
 Carla Samara Campelo de Sousa. – 2017.
 70 f. : il.

 Orientador: José Antônio Aleixo da Silva.
 Coorientadores: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, Perseu
da Silva
 Aparício.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais,
Recife, BR-PE, 2017.
 Inclui referências.

 1. Incremento periódico anual 2. Parcelas permanentes
3. Eficiência relativa 4. Políticas públicas I. Silva, José Antônio
Aleixo da, orient. II. Ferreira, Rinaldo Luiz Caraciolo, coorient.
III. Aparício, Perseu da Silva, coorient. IV. Título

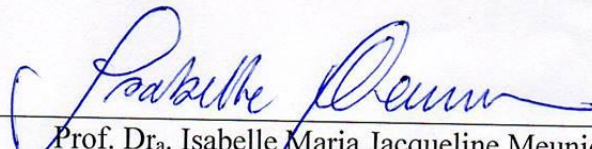
CDD 634.9

CARLA SAMARA CAMPELO DE SOUSA

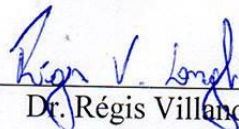
**INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO NA FLORESTA ESTADUAL DO AMAPÁ:
DINÂMICA DE ESPÉCIES ARBÓREAS E DIMENSÃO DA UNIDADE AMOSTRAL**

APROVADA em 20/02/2017

Banca Examinadora

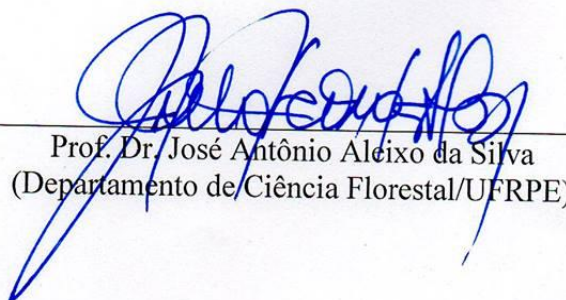


Prof. Dr. Isabelle Maria Jacqueline Meunier
(Membro Titular – Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)



Dr. Régis Villanova Longhi
(Membro Titular – Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

Orientador:



Prof. Dr. José Antônio Alcixo da Silva
(Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

**RECIFE-PE
Fevereiro/2017**

A DEUS, pela presença constante em minha vida.

À minha mãe e irmãos.

*A meu noivo que sempre esteve ao meu lado,
incentivando-me e acreditando.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por iluminar meu caminho, dando-me sabedoria, saúde, força e coragem para lutar pelos meus objetivos.

Ao meu orientador, pessoa admirável, José Antônio Aleixo da Silva, pela confiança, paciência, disponibilidade, apoio, orientação e amizade.

Ao meu Coorientador a quem respeito e admiro Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, pelo apoio, orientação, paciência e amizade.

Ao meu Coorientador Perseu da Silva Aparício, pela grande colaboração na realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais-PPGCF pela oportunidade de cursar o Mestrado em Ciências Florestais.

A todos os professores que fazem parte do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, em especial a Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano (Coordenadora do programa), Dr. José Antônio Aleixo da Silva, Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, Dr. Luiz Carlos Marangon e Isabelle Maria Jacqueline Meunier, eu agradeço de todo coração.

A todos que fazem parte do Laboratório de Manejo Florestal que me acolheram e me ajudaram na execução deste trabalho, em especial Guera.

Aos meus colegas da Pós-Graduação pela troca de conhecimento e amizade, em especial aos amigos da “Vila do Chaves”: Nathan, Joselane, Nailson, Cinthia, Yara e Suellen e nosso morador agregado Célio, pelos momentos de descontração, diversão e incentivos.

Aos graduandos da UEAP que se disponibilizaram em ajudar em campo, em especial Anderson, Zeca e Cleiton que foram fundamentais na digitação e organização dos dados.

À minha mãe, Dinalva Sousa Campelo pelo amor, ensinamentos e apoio proporcionados e pelo exemplo de vida.

Aos meus irmãos Vanessa Carla e Carlos Eduardo, pelo carinho.

Ao meu noivo, Diego Armando Silva da Silva, por sempre estar ao meu lado, pelo apoio e ajuda fundamental para elaboração deste trabalho.

Obrigada a todos.

SOUSA, CARLA SAMARA CAMPELO, Inventário florestal contínuo na Floresta Estadual do Amapá: dinâmica de espécies arbóreas e dimensão da unidade amostral. 2017. 70 f. Orientador: José Antônio Aleixo da Silva. Coorientadores: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira e Perseu da Silva Aparício.

RESUMO

A abordagem deste trabalho foi centrada no estudo da dinâmica e dimensão de unidades amostrais para inventário florestal contínuo em uma Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme localizada na unidade de conservação de uso sustentável denominada Floresta Estadual do Amapá, no município de Porto Grande. Na área, foram implantadas cinco parcelas permanentes de 100 m x 100 m (1ha) cada, estabelecidas de acordo com os critérios da rede de monitoramento da dinâmica de florestas da Amazônia, com nível de inclusão das árvores abrangendo $DAP \geq 10$ cm. As avaliações foram realizadas em duas ocasiões, 2010 e 2016. Foi avaliado o incremento periódico anual em diâmetro, área basal e volume para a floresta, assim como o incremento em volume por espécie e por Grupo de Valor Madeireiro (GVM) e as taxas de ingresso e mortalidade. Além disso, foi verificada a dimensão da unidade amostral ideal a ser utilizada em inventários contínuos, com base na sua precisão e eficiência na estimativa dos parâmetros quantitativos avaliados (IPA em diâmetro, área basal e volume e área basal e volume). Foram simuladas cinco dimensões de parcelas variando de 400 m² a 1600 m² alocadas de forma aleatória dentro das parcelas permanentes de um ha (parcela padrão). Foram cronometrados os tempos totais de mensuração nas parcelas, desde a primeira à última árvore, por unidade amostral. Os valores médios para as taxas de mortalidade e ingresso encontradas no período de 2010-2016 foram de 1,47% e 0,93% respectivamente. Os incrementos periódicos anuais (IPA) em diâmetro, área basal e volume para o povoamento foram respectivamente: 0,24 cm; 0,45 m².ha⁻¹; 4,70 m³.ha⁻¹. As espécies que obtiveram maiores incrementos em volume foram *Eschweilera* sp, *Inga auristellae*, *Iryanthera paraenses*, *Theobroma subincanum* e *Tachigali myrmecophila*. As dimensões testadas foram analisadas pela sua precisão e eficiência relativa na estimativa das variáveis de crescimento e estoque. As dimensões que apresentam a maior eficiência relativa foram às unidades de 20 m x 20 m (400 m²) e 40 x 40 m (1600 m²). A floresta em estudo apresentou um balanço negativo no período analisado, no entanto apresentou um aumento nas variáveis de crescimento e indicaram potencial volumétrico para fins de manejo e quanto às dimensões a serem utilizadas em inventário florestal contínuo na região, dependendo da finalidade do inventário, como aqueles com alto rigor quantitativo para as variáveis de estoque, pode-se optar pelo método mais preciso, na qual se recomenda a parcela padrão. Já para o acompanhamento das variáveis de crescimento, recomendam-se parcelas de 20 m x 20 m que foram mais efetivas.

Palavras-chave: Incremento periódico anual, Parcelas permanentes, Eficiência relativa, Políticas Públicas.

SOUSA, CARLA SAMARA CAMPELO. **Continuous inventory forestry in the Amapá State Forest: dynamics tree species and dimension unit amotral.** 2017.70 f. Advisor: José Antônio Aleixo da Silva. Co-Advisors: Rinaldo Luiz Ferreira Caraciolo and Perseu da Silva Aparício.

ABSTRACT

The approach of this study was focused on the dynamic and dimension of sample units for continuous forest inventory in a dense ombrophilous rain forest, located in the conservation unit of sustainable use called State of Amapá Forest, in the city of Porto Grande. In the area, there were established five permanent plots of 100 m x 100 m (1ha) each, established in accordance with the criteria of the monitoring network of the dynamics of Amazon forests, with level of inclusion of trees covering $DBH \geq 10$ cm. The evaluations were carried out in two occasions, 2010 and 2016. It was calculated the periodic annual increment (PAI) in diameter, basal area and volume, as well as the increase in volume per species and by the Logging Value Group (LVG) and the rates of entry and mortality. In addition, it was evaluated the dimension (area and shape) of sampling unit ideal for use in continuous inventories in the Amazon forests, evaluating its accuracy and efficiency in the estimation of quantitative parameters evaluated (PAI in diameter, basal area and volume and also basal area and volume just for the year 2016). There were simulated five dimensions of plots ranging from 400 m² to 1600 m² allocated randomly inside the permanent plots. There were measured the time of installation and measurement of the plots, from the first to the last tree. The average values for mortality and admission rates found in the period 2010-2016 were 1.47% and 0.93%. The periodic annual increments in diameter, basal area and volume were respectively: 0,24 cm⁻¹; 0,45 m².ha⁻¹; 4.70 m³.ha⁻¹. Among the species that obtained the largest increases in volume are *Eschweilera* sp, *Inga auristellae*, *Iryanthera paraenses*, *Theobroma subincanum* and *Tachigali myrmecophila*. The dimensions tested were analyzed for their accuracy and method relative efficiency in estimating growth and stock variables. The dimensions that presented the greatest relative efficiency were the units of 20 m x 20 m (400 m²) and 40 x 40 m (1600 m²). The forest under study presented a negative balance in the analyzed period, however it presented an increase in the growth variables and indicated the volumetric potential for management purposes. The dimensions indicated for continuous forest inventory in the region, depending on the purpose of the inventory, as those with high quantitative rigor for the stock variables, the standard plot with 100 m x 100 m is recommended. Already for the monitoring of growth variables, plots of 20 m x 20 m are effective and recommended.

Keywords: Annual periodic increment, Permanent installments, Relative efficiency, Public Policy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Área de estudo localizada da Floresta Estadual do Amapá, no município de Porto Grande, sul do Estado do Amapá,..... 31
- Figura 2** – Esquema representativo das diferentes unidades amostrais testadas para o estudo de monitoramento para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm, repetidas em cada área de 1 ha.....34
- Figura 3** – Distribuição do número de indivíduos em distintas classes diamétricas e desvio padrão em porcentagem nas classes em uma floresta ombrófila densa, Amapá, Amazônia.....54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados de pesquisas de monitoramento do crescimento e produção em florestas de Terra Firme na Amazônia.....	22
Tabela 2 – Esquema representativo das diferentes unidades amostrais testadas para o estudo de monitoramento dos indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm, sendo repetidas em cada área de 1 ha.....	34
Tabela 3 – Espécies, suas respectivas famílias em ordem alfabética e número médio de indivíduos por hectare (n/ha) nos anos de monitoramento na Floresta Ombrófila Densa do município de Porto Grande - AP.....	40
Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros analisados nos monitoramentos realizados em 2010-2016 para a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA).....	44
Tabela 5 – Valores médios de recrutamento e mortalidade, em número de indivíduos por hectare por ano e em porcentagem, para o período 2010-2016 na área da Floresta Estadual do Amapá.....	44
Tabela 6 – Incrementos periódicos anuais (IPA) em DAP, área basal (G) e volume (V) encontrado no período estudado para o total dos indivíduos amostrados na Floresta Estadual do Amapá.....	46
Tabela 7 – Incremento periódico médio anual em volume (IPAv) para indivíduos com $DAP \leq 50$ cm e $DAP \geq 50$ cm por Grupo de Valor Madeireiro para a FLOTA.....	48
Tabela 8 – Incremento periódico médio anual em volume (IPAv) para indivíduos com $DAP \geq 10$ cm na Floresta Estadual do Amapá.....	50
Tabela 9 – Taxa de recrutamento, mortalidade e de incremento periódico anual percentual em diâmetro (IPAd) e por classe diamétrica (CD) na Floresta Estadual do Amapá.....	54
Tabela 10 – Resultados da eficiência relativa para cada dimensão das parcelas na estimativa das variáveis de interesse analisadas para a tipologia florestal de Floresta Ombrófila Densa de Terra.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	DINÂMICA DE FLORESTAS TROPICAIS	15
2.1.1	Mortalidade	17
2.1.2	Recrutamento e Ingresso	19
2.1.3	Crescimenmto e Incremento	20
2.2	INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO	23
2.3	PARCELAS PERMANENTES – VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	25
2.4	DIMENSÃO DA UNIDADE AMOSTRAL	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.2	CLIMA, SOLO E VEGETAÇÃO	31
3.3	COLETA E OBTENÇÃO DOS DADOS	33
3.3.1	Monitoramento da vegetação	33
3.3.2	Simulação da dimensão das unidades amostrais	33
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	35
3.4.1	Crescimento	35
3.4.2	Recrutamento ou Ingresso	36
3.4.3	Mortalidade	36
3.4.4	Dimensão das parcelas	37
3.4.4.1	Precisão	37
3.4.4.2	Suficiência Amostral	37
3.4.4.3	Eficiência Relativa	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1.	ESTRUTURA E DINÂMICA FLORESTAL	40
4.2	INCREMENTO	46
4.3	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	53
4.4	DIMENSÕES DA UNIDADE AMOSTRAL:PRECISÃO E EFICIÊNCIA RELATIVA.....	56
5	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

A área total de florestas no Brasil é de aproximadamente 493,5 milhões de hectares, o que corresponde a 58% do seu território nacional, sendo a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. Deste total, cerca de 342 milhões de hectares (70,4%) se encontram na Amazônia, demonstrando o atrativo potencial madeireiro da região (SNIF, 2016).

A região amazônica tem grande importância ecológica e econômica, devido o seu estoque florestal, composição e estrutura, bem como a dinâmica de crescimento e recomposição da floresta. Portanto, é fundamental seu conhecimento para subsidiar a tomada de decisões no manejo sustentável e uso de seus recursos de modo a perpetuar essa atividade e mantê-la para gerações futuras (AUGUSTYNCZIK et al., 2013). Ressalta-se ainda a sua contribuição para a estabilidade do clima do planeta. Sua exploração de forma inadequada poderá trazer sérias consequências ambientais.

Nos últimos anos, as florestas tropicais têm sido alvo de muita preocupação, do ponto de vista ambiental, principalmente pela velocidade com que esses biomas estão sendo modificados ou destruídos pela ação antrópica. Desta forma, a promoção do manejo florestal baseado em princípios de rendimento sustentável, o qual se baseia na capacidade do povoamento florestal produzir, ao longo do tempo, um estoque compatível ao explorado, constitui-se no desafio atual e futuro da pesquisa para a conservação dos recursos florestais (SOUZA et al., 2015).

O conhecimento da dinâmica florestal é uma ferramenta importante para a melhor decisão quanto ao uso dos recursos florestais para diferentes fins, principalmente, quando se trata dos recursos madeireiros e também para os processos de restauração de áreas degradadas. Também auxilia na explicação de muitos questionamentos levantados quando se pretende conciliar produção e conservação. Para um manejador florestal, esse entendimento é fundamental em importantes tomadas de decisão, tais como: (I) escolha das espécies que serão exploradas; (II) escolha das espécies que devem ser protegidas; (III) projeção mais precisa do ciclo de corte e (IV) prescrição adequada de tratamentos silviculturais (SILVA, 2001; VATRAZ et al., 2012).

Por meio da análise da dinâmica podem-se levantar informações sobre o crescimento, bem como as entradas (ingresso) e saídas (mortalidade) do sistema, obtendo assim subsídios para se conhecer o estágio atual de desenvolvimento da floresta e de suas principais espécies. Tais estudos são de extrema importância para se conhecer as dificuldades de regeneração e

desenvolvimento das espécies, favorecendo assim a intervenção do homem e propiciando melhores condições de sobrevivência e perpetuação dessas espécies (CORAIOLA, 2003).

Além disso, possibilita o entendimento dos processos dos quais ocorrem às mudanças, em níveis de espécies e para a floresta como um todo, sendo de grande relevância para a condução e manutenção desses recursos, visto que em floresta tropical, suas características se apresentam de forma bastante heterogênea e em constantes mudanças em sua estrutura, fisionomia e composição florística (AMARAL, 2013).

No setor público, informações relativas aos recursos florestais constituem peças-chave para a definição de políticas sobre sua utilização e gestão desses recursos em áreas com grande potencial de produção de produtos madeireiros e não madeireiros (AUGUSTYNCZIK, 2011), a exemplo das concessões florestais na Amazônia.

Para destinar florestas públicas às concessões é preciso avaliar a floresta em termos do seu potencial comercial, de forma que os interessados possam fazer suas ofertas. Neste sentido, quanto mais precisa for à avaliação dos recursos florestais existentes, mais embasadas serão as ofertas (CAVALCANTI et al., 2009). Desta forma, para utilizar os recursos florestais disponíveis de forma eficiente e aproveitar ao máximo o potencial existente é imprescindível dispor de informações abrangentes e confiáveis, as quais podem ser obtidas por meio dos inventários florestais (AUGUSTYNCZIK, 2011).

O inventário florestal é a prática voltada à obtenção de informações sobre populações florestais, com vistas a caracterizá-las quanto a aspectos qualitativos, quantitativos e dinâmicos. Para isto, empregam-se técnicas de mapeamento, mensuração florestal e amostragem, entre outras, visando obter informações precisas e confiáveis, a custos compatíveis (MEUNIER; SILVA; FERREIRA, 2001).

Em inventários florestais a obtenção de informações deve ser balanceada, equilibrando o nível de precisão desejado, os recursos financeiros disponíveis e o tempo disponível para sua obtenção. Este equilíbrio somente pode ser alcançado aplicando métodos e processos de amostragem, de tal forma que se realize a medição de uma parte representativa da população que se deseja conhecer, visando gerar informações confiáveis sobre os recursos disponíveis (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997; AUGUSTYNCZIK, 2011).

Em planos de manejo florestal na Amazônia, o inventário contínuo para monitoramento está regulamentado como regime legal para a extração madeireira (Instrução Normativa MMA 05/2006 e Norma de Execução IBAMA nº 01/2007) e no estado do Amapá é regido pelo Decreto estadual nº 3325, de junho de 2013, que indica os procedimentos normativos exigidos para avaliar o potencial produtivo da floresta, bem como acompanhar o

desenvolvimento da floresta remanescente. Essas legislações estabelecem a obrigatoriedade da instalação de parcelas permanentes em planos de manejo, indicando o sistema de amostragem utilizado, a dimensão das parcelas e a intensidade amostral, com limite de erro de 10%, ao nível de 95% de probabilidade.

No âmbito das concessões florestais, por exemplo, a instalação de parcelas permanentes para monitoramento da dinâmica é um dos requisitos básicos pelo Serviço Florestal Brasileiro para assegurar que nessas áreas sejam conservadas as funções ecológicas da floresta definidos pelo artigo 52 do Decreto Federal 6.063/2007 que regulamenta a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei Federal 11.284, de 02/03/2006) (BRASIL, 2007).

As parcelas permanentes são adotadas no Inventário Florestal Contínuo e são utilizadas para estudos científicos no mundo inteiro, a fim de estimar de forma contínua os parâmetros indicativos do comportamento e desenvolvimento da floresta, nas condições naturais e sob manejo florestal, com objetivo de obter informações fundamentais aos manejadores, como avaliação do crescimento, ciclo de corte, sucessão, densidade de estoque, dentre outros (LIMA, 2010; SOUZA, 2015).

Do ponto de vista ambiental, nenhuma floresta deveria ser destinada a produção, antes de sofrer estudos ecológicos, especialmente sobre as mudanças ocorridas na estrutura da floresta, em sua composição, crescimento, mortalidade e regeneração, entre outras. Pois, tais informações são essenciais para os planejadores do manejo florestal, servindo como auxílio no momento de tomada de decisões (SCHNEIDER; FINGER, 2000; APARICIO, 2013).

Um dos problemas que sempre surge durante a realização de estudos na Amazônia é a escolha das dimensões das unidades amostrais, de modo que represente as diversas condições da população e forneçam estimativas não tendenciosas e precisas dos parâmetros de interesse.

Atualmente, para avaliar o crescimento da floresta, subsidiando o planejamento da exploração florestal ao longo do ciclo de corte, as parcelas permanentes de inventário contínuo na região Amazônica são implantadas seguindo as diretrizes da Rede de Monitoramento da Dinâmica de Floresta das Amazônia (REDEFLO). Dada a falta de uma base teórica clara para determinar a dimensão de parcelas permanentes para estudos de crescimento e produção, é recomendado o tamanho de parcela padrão de 1 ha (100 m x 100 m) ou parcela de 50 m x 50 m (2500 m²) (SILVA et al., 2005).

Sendo assim, estudos que possam auxiliar com informações técnicas sobre qual o procedimento mais eficiente para estimar e monitorar o estado das espécies arbóreas, bem como avaliar o crescimento e desenvolvimento da floresta, que possa minimizar custos, sem perda significativa da precisão, principalmente, para casos específicos de florestas tropicais,

são importantes visto que a área de estudo ainda é limitada pela carência de informações técnicas.

Neste contexto, considerando as pretensões de destinar a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA) ao processo de concessões florestais, este trabalho visa contribuir para o conhecimento das taxas de crescimento da floresta por meio dos indicativos da dinâmica florestal e as dimensões de unidades amostrais mais adequadas para a realização do monitoramento do estrato arbóreo de uma Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme. Para tanto, o trabalho teve como objetivo geral: Avaliar a dinâmica e dimensão de unidade ideal a ser utilizado em inventários contínuos na floresta estadual do Amapá. E como objetivos específicos: estimar o incremento periódico anual em diâmetro, área basal e volume para a floresta; verificar o incremento em volume por espécie e por Grupo de Valor Madeireiro (GVM); verificar as taxas de ingresso e mortalidade para a floresta estudada e definir a dimensão ideal de unidades amostrais para inventários florestais contínuos na região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DINÂMICA DE FLORESTAS TROPICAIS

Na Amazônia, estudos sobre os parâmetros indicativos de desenvolvimento e dinâmica florestal representam um desafio para os pesquisadores, devido à grande extensão territorial, variabilidade nos ambientes e heterogeneidade na composição de espécies, idades e tamanho, o que reforça a necessidade de melhor conhecer às relações entre as taxas de dinâmica de comunidades arbóreas e variáveis ambientais locais.

A dinâmica de uma floresta está relacionada com a heterogeneidade de ambientes, resultantes de distúrbios naturais (ex. abertura de clareiras, predação, herbivoria, dispersão, competição intra e interespecífica) ou de fatores físicos (ex. disponibilidade hídrica e características edáficas) que determinam as condições apropriadas para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies (REES et al., 2001).

A dinâmica florestal consiste no processo de mudança da composição estrutural e funcional ao longo do tempo, destacando-se: processos como a sucessão, mortalidade, recrutamento, crescimento e relações bióticas entre diferentes populações (competição, simbiose, predação etc.), que mudam sua estrutura e composição ao longo do tempo em resposta às mudanças das condições ambientais, influenciando diretamente na dinâmica de florestas (MOGNON et al., 2012).

O entendimento da dinâmica de uma floresta depende de diversas informações fundamentais, podendo ser destacada a avaliação de crescimento por meio de observações dos incrementos em diâmetro, altura e área basal em um determinado intervalo de tempo. Outras informações, como o ingresso de indivíduos, que consiste no processo de entrada das árvores em uma nova etapa de medição e de mortalidade, que é o número de plantas que morrem durante um intervalo de tempo, também são de extrema importância, especialmente quando se considera o uso sustentável dos recursos florestais (MELLO, 1999).

Indivíduos são perdidos e repostos continuamente por meio de processos ecológicos locais, em um balanço dado pela razão mortalidade/recrutamento (SWAINE; LIEBERMAN; PUTZ, 1987). Este balanço dinâmico proporciona o estabelecimento e crescimento de novas espécies, refletindo na diversidade vegetal das comunidades (REES et al., 2001). Em resumo, pode-se dizer que os três componentes principais da dinâmica florestal são: recrutamento, mortalidade e crescimento dos indivíduos.

O balanço entre as perdas e ganhos da vegetação baseia-se no comportamento cíclico das florestas, onde são reconhecidas três fases de desenvolvimento: madura, clareira e regeneração ou construção. Em geral, na fase madura a floresta se estrutura com a formação de um dossel alto, um sub-dossel e um sub-bosque representado por arbustos, ervas e indivíduos imaturos tolerantes à sombra. Eventualmente, árvores do dossel morrem ou são danificadas, derrubando árvores menores do entorno e formando clareiras. Assim, essas clareiras são rapidamente preenchidas por plantas herbáceas e árvores jovens. A fase de regeneração corresponde ao crescimento desses componentes até a formação de um novo dossel muitos anos depois, restabelecendo a fase madura (WHITMORE, 1989).

A partir do conhecimento dos processos dinâmicos que atuam nas modificações da estrutura de uma comunidade florestal, torna-se possível inferir qual a tendência futura de um determinado ecossistema florestal e qual a melhor forma de intervenção para o manejo neste ecossistema. Para florestas manejadas esse entendimento gera informações de extrema importância para definir ciclos de corte, quantidade de volume retirada e determinação de tratamentos silviculturais (ROCHA, 2001).

Além disso, para o manejo de florestas tropicais, as análises do crescimento, ingresso e mortalidade, quando feitas em conjunto, tornam-se imprescindíveis para o entendimento dos processos de evolução do ecossistema florestal em resposta ao sistema de manejo aplicado, isto é, se a floresta está absorvendo bem os impactos ocasionados pela intervenção florestal e caso isso não esteja acontecendo, que medidas poderiam ser tomadas para que isso venha acontecer, conservando a floresta e a mantendo para novos ciclos de corte (FURTADO, 2009).

O conhecimento da dinâmica de florestas tropicais apresenta uma ferramenta importante no momento de decidir sobre as práticas silviculturais a serem aplicadas. Além disso, entender a dinâmica de ocorrência de perturbações periódicas, naturais ou não, também auxilia na definição dos diferentes estágios de desenvolvimento e crescimento da floresta, auxiliando nos futuros estudos aplicados na biologia da conservação e no manejo florestal (CASTRO; CARVALHO, 2008).

Apesar dos avanços da pesquisa na Amazônia ainda é necessário maior conhecimento sobre a dinâmica da vegetação o qual depende de um período mais longo de observação, exigindo implantação de parcelas permanentes, que é uma das formas mais eficientes para estudos de dinâmica e mudanças estruturais na floresta (CUNHA et al., 2002).

2.1.1 Mortalidade em Florestas Tropicais

A mortalidade pode ser definida como o número de indivíduos existentes inicialmente e que morreram em um dado período no tempo, podendo ser expressa como uma taxa explícita dada pela razão entre o número de indivíduos que morreram e o total existente anteriormente ao evento causador da morte (CAMPOS; LEITE, 2013).

A morte de uma árvore é reconhecida pelas características fenotípicas do indivíduo, como a perda de folhas e ressecamento do material lenhoso. Do ponto de vista fisiológico, a morte de uma árvore é dada quando seus processos (respiração, fotossíntese etc.) cessam (SOUZA et al., 2012 a).

Depois que uma árvore morre, o material lenhoso fica mais seco e o indivíduo perde a habilidade de cicatrização e regeneração da sua estrutura, tornando-se mais frágil. Assim, as características físico-mecânicas da árvore se comprometem deixando-a suscetível à queda. A árvore ao cair, danifica e derruba outras em seu entorno, o que provoca a abertura de uma clareira na floresta. A dimensão da clareira depende exclusivamente do porte (altura e diâmetro) da primeira árvore a cair, quanto maior o indivíduo arbóreo maior a clareira (SOUZA et al., 2012 a). A mortalidade de árvores é um dos mais importantes fatores que influenciam a dinâmica de florestas.

Ainda conforme os mesmos autores, quando isso ocorre, algumas condições ambientais são modificadas, como: aumento em quantidade e mudança de qualidade de luz; Aumento na temperatura do solo; diminuição na umidade relativa e umidade da superfície do solo; mudanças nas propriedades do solo incluindo o aumento no processo de decomposição e disponibilidade de nutrientes. Quando o solo é exposto, algumas mudas estabelecidas morrem e novas plântulas começam a surgir. Varas e arvoretas são prejudicadas enquanto outras respondem positivamente às mudanças. Desta forma, as árvores crescem, a floresta é reconstruída, o dossel se fecha novamente, a clareira desaparece, dando continuidade ao ciclo.

Nos estudos voltados para dinâmica de florestas tropicais, a mortalidade é um dos principais fatores a ser levado em consideração, pois, indica a saída de indivíduos do sistema e pode apresentar diversas causas e consequências.

As taxas de ingresso, recrutamento e mortalidade inferem sobre a reposição do estoque florestal, indicam se está ocorrendo ganho ou perda de indivíduos por meio das intervenções (tratamentos silviculturais ou manejo florestal) que a mesma foi submetida. Quando se avaliam as mesmas características em floresta primária, é possível prever se a floresta está funcionando como sumidouro ou fonte de dióxido de carbono. A mortalidade natural é

retratada por um processo estocástico dependente do diâmetro. Em uma comunidade florestal, a mortalidade afeta todos os níveis da composição florestal, atua determinantemente na evolução da floresta, inferindo em quantas árvores alcançarão um tamanho ideal para o corte (VERAS, 2012).

Em florestas naturais a mortalidade pode ser um evento aleatório e dinâmico. Em florestas não perturbadas pode ser causada por vários fatores, tais como: ventos, queda de galhos, perda de copa, quebra de tronco, queda de outras árvores, dentre outros, além da simples mortalidade em pé (velhice, doenças e pragas) (SANQUETTA, 1996).

Segundo estudo realizado por Fontes (2012) com objetivo de detectar as principais causas de mortes em espécies arbóreas na Amazônia, os principais fatores da mortalidade foram tempestade, fatores biológicos e estresse. A autora salienta que devido à maioria das árvores possuírem copas assimétricas, as tempestades são capazes de aumentar o peso de sua copa, provocando a queda das árvores para o seu lado mais pesado. Existem, ainda, registros de tempestades de vento que podem matar milhares de árvores em apenas poucos dias, são os chamados “downburst” ou roça de ventos. Já as mortes classificadas como fatores biológicos e de estresses são relacionadas à competição e supressão entre espécies, déficit hídrico, alagamentos, e ataques de patógenos.

O padrão de mortalidade natural em florestas tropicais, no tempo e no espaço está fortemente relacionado à máxima longevidade das árvores, distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, densidade relativa das espécies e tamanho e número de aberturas no dossel da floresta (SWAINE; LIEBERMAN; PUTZ, 1987). Além disso, os autores citam que as perdas de árvores influenciam as condições do microambiente e, conseqüentemente na taxa de crescimento de árvores vizinhas, ou seja, a morte de uma árvore pode aumentar ou decrescer a probabilidade da morte de outras.

Fontes (2012) menciona que no momento que a árvore morre, ela continua a influenciar os organismos ao seu redor, auxiliando no equilíbrio e desenvolvimento de outros organismos, e também, cooperando na mudança de biomassa, no fornecimento de luz, nutrientes e na umidade da floresta.

Em florestas naturais não perturbadas, há uma tendência de equilíbrio entre as taxas de recrutamento e mortalidade, mantendo uma densidade constante, no que diz respeito às árvores com DAP superior a 10 cm (ROCHA, 2001; AZEVEDO, 2006, ROSSI et al., 2007). Em estudos conduzidos em florestas de terra firme na Amazônia são observadas diferentes taxas de mortalidade. Normalmente, os valores das taxas médias de mortalidade de árvores em florestas tropicais não perturbadas variam entre 0,7% e 3,8% ao ano (HIGUCHI et al.,

2004; ROCHA, 2001; MELO, 2004; COLPINI et al., 2010; SOUZA et al., 2012 b; AMARAL, 2013; FONTES, 2012; SILVA et al., 2015), com uma taxa mais alta para as espécies pioneiras (SILVA et al., 1995; KOHLER et al., 2001). Para florestas manejadas, taxas de mortalidade variando entre 1 e 5% são normais e esperadas (OLIVEIRA; BRAZ, 2006; AZEVEDO et al., 2008; FURTADO, 2009; VERAS, 2012; GOUVEIA, 2015).

2.1.2. Recrutamento ou ingresso

O recrutamento em muitos casos é incentivado pela mortalidade. A partir do momento que uma árvore morre e forma uma clareira, cria-se uma oportunidade para o surgimento e crescimento de novos indivíduos. Muitas vezes esses indivíduos são plântulas que esperam a oportunidade (luminosidade) para se desenvolver e se estabelecer na floresta ou sementes, ainda dormentes, que sob as novas condições, brotam e se desenvolvem (SOUZA et al., 2012 a).

O recrutamento, também chamado de ingresso, é definido como o processo pelo qual as árvores pequenas aparecem em um povoamento, por exemplo, em uma parcela permanente, após a primeira medição, sendo este indivíduo incluído na parcela de modo que passa a ser monitorado e contabilizado no cálculo da estimativa de estoque (volume, biomassa ou carbono, por exemplo). Ou ainda, o ingresso se refere às árvores medidas em uma idade qualquer e que não foram medidas em uma idade anterior por não terem alcançado diâmetro mínimo predeterminado e só podem ser medidos a partir de medições periódicas em parcelas permanentes (CAMPOS; LEITE, 2013).

O conhecimento das taxas de ingresso em florestas tropicais é de grande relevância do ponto de vista silvicultural, assim como sua qualidade e quantidade determinam com que sucesso a floresta está sendo alimentada com plântulas e pequenas árvores de espécies comerciais. Para que a produção da floresta seja sustentável, é necessário que uma considerável quantia de regeneração de espécies comerciais entre na floresta e que pelo menos um número mínimo dessas árvores sobrevivam e cresçam até o tamanho de abate a cada ciclo de corte (SILVA et al., 1996).

A quantidade de ingresso varia com a composição das espécies e com o grau de perturbação no dossel. Pequenas perturbações, tais como aquelas resultantes da queda de uma árvore ou galho, não levam ao aparecimento de grande número de novos indivíduos do recrutamento. Quando a clareira é de pequeno tamanho, o ingresso não é abundante porque,

normalmente, espécies de crescimento lento e tolerante à sombra ocupam a clareira. Inversamente, as perturbações pesadas tais como aquelas causadas pela exploração, geralmente, resultam em germinação e crescimento de grande número de espécies pioneiras de rápido crescimento, que logo crescem até o tamanho mínimo de medição (SILVA, 1989).

A sustentabilidade de uma população florestal, entre outros fatores, depende do processo de substituição de indivíduos, tanto em decorrência da renovação natural das populações quanto após algum distúrbio, logo a regeneração das florestas depende, principalmente, do recrutamento de indivíduos (ALVAREZ-BUYLLA; GARCIA-BARRIOS, 1991).

As taxas de recrutamento variam bastante de acordo com o grau de exploração que a floresta sofreu. Em estudos realizados na Amazônia, as taxas observadas para a floresta sem perturbação, são geralmente em torno de 0,72% a 2% (ROCHA, 2001; MELO, 2004; TEIXEIRA et al., 2007; SOUZA et al., 2012 b). No caso das florestas manejadas, as taxas de recrutamento ficam em torno de 2,5% a 4,5% (SILVA et al., 1995; HIGUCHI et al., 1997; AZEVEDO et al., 2008; SILVA et al., 2015).

2.1.3 Crescimento e incremento em florestas tropicais

O estudo de crescimento e rendimento envolve o monitoramento de uma floresta enfocando o tempo necessário para que a regeneração natural de uma planta atinja o seu tamanho mínimo de colheita, de modo a alcançar o conhecimento sobre a quantidade do produto a ser produzido (rendimento). Esse conhecimento deve incluir os efeitos sobre uma determinada espécie vegetal e os diferentes fatores ambientais (abióticos e bióticos) que influenciam no crescimento e desenvolvimento das florestas (SILVA, 2001).

O termo crescimento se refere ao aumento das dimensões na forma e no tamanho de um ou mais indivíduos em um povoamento florestal ao longo de um determinado período de tempo. Esse aumento das dimensões físicas pode ocorrer nas variáveis de diâmetro, altura, volume, biomassa, área basal, etc. E podem ser condicionados pelo clima, solo, espécie, composição florística e idade (CAMPOS; LEITE, 2013).

É possível verificar se está ocorrendo crescimento em um indivíduo realizando medições em um período inicial e interligando com um período final, chamado de “incremento”. O incremento determina o rendimento e pode ser compreendido como a taxa de acumulação de um produto e, num sentido restrito das ciências florestais, é simplesmente a taxa de acumulação de rendimento (CAMPOS; LEITE, 2013).

O incremento geralmente é expresso por um dos seguintes tipos: 1) Incremento corrente anual (ICA) que corresponde ao valor do aumento da produção no período de um ano; 2) Incremento médio anual (IMA) é a produção até uma idade específica dividida por essa idade, em que, a taxa média do aumento da produção corresponde desde o nascimento do indivíduo até uma idade particular; 3) Incremento periódico (IP) é o incremento durante um determinado período de tempo; e 4) Incremento periódico anual (IPA), algumas vezes chamado incremento periódico anual médio, representa a diferença de produção entre duas medições dividida pelo período, em anos, ou seja, incremento médio em um determinado período de tempo (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008; CAMPOS; LEITE, 2013). Em florestas tropicais, devido à impossibilidade de ter a variável idade, geralmente, só é possível calcular o incremento periódico anual (IPA), seja ele em diâmetro, volume ou área basal (SILVA, 2001).

O crescimento da floresta é avaliado por meio do estudo das comunidades e/ou populações arbustivo-arbóreas no tempo. Assim, a vegetação é mensurada periodicamente, tanto para fins de caracterização biológica e ecológica, para prever o processo de substituição e propor estratégias e métodos para o manejo da floresta em regime sustentável (FELFILI et al., 2005; CARVALHO et al., 2010).

Informações pertinentes ao crescimento e produção em floresta natural são de grande relevância para ampliar o conhecimento sobre a rentabilidade econômica, ecológica e social de cada espécie que a compõe, sendo estas informações úteis para fins de manejo, de ecologia ou para ambos (BARTH FILHO, 2002).

A taxa de crescimento é um dos fatores mais importante a ser considerado nos planos de manejo florestal. A estimativa do crescimento é essencial no ordenamento e para credibilidade de um plano de manejo sustentável. No planejamento florestal, as decisões de manejo são tomadas com base na predição do crescimento e na produção que os povoamentos podem alcançar de acordo com suas respectivas taxas. A taxa de crescimento assume um valor médio dinâmico, em que a floresta oscila em produção, tanto em número de árvores, espécies e biomassa (HIGUCHI et al., 2008; FERREIRA et al., 1997).

As taxas de crescimento podem ser aceleradas pelos tratamentos silviculturais, que envolvem dois tipos: i) liberação ou desbaste seletivo, que consiste na remoção de indivíduos competidores, não desejáveis, cujas copas estejam competindo por luz com as copas das árvores de espécies selecionadas para a próxima colheita; ou ii) refinamento ou desbaste sistemático, que consiste na redução da área basal de espécies não-desejáveis, visando diminuir a competição no povoamento de forma geral (AZEVEDO et al., 2008).

Em uma floresta as taxas de crescimento podem ser altamente variáveis entre espécies, bem como indivíduos da mesma espécie, como resultado da heterogeneidade ambiental em diferentes escalas de tempo e espaço. Essa diferença está relacionada a fatores como: disponibilidade de luz, fertilidade dos solos, regimes pluviométricos, idade da floresta, grupos ecológicos predominantes, características genéticas da espécie, grau de sanidade das árvores, entre outros (MELO, 2004).

De modo geral, as espécies intolerantes à sombra crescem mais rápido, e, em relação ao tamanho, normalmente as árvores maiores crescem mais em diâmetro do que as árvores menores. Esse fato é explicado pelas seguintes razões: as árvores maiores têm mais possibilidades de terem suas copas completamente expostas à luz e alcançando maior crescimento; já as árvores de crescimento lento têm mais chances de serem eliminadas quando pequenas (SWAINE et al., 1987).

Desta forma, muitos estudos são conduzidos a fim de monitorar a vegetação e avaliar o comportamento de crescimento das espécies em Floresta de Terra Firme na Amazônia (Tabela 1), sendo obtidos diferentes resultados, dependendo do tamanho da área amostrada, tratamentos silviculturais aplicados, diâmetro mínimo de inclusão, assim como o período de observação, que podem influenciar no resultado para a floresta. Esses estudos são de grande valia para entendimento da dinâmica de florestas tropicais submetidas ou não a tratamentos silviculturais.

Tabela 1 – Resultados de pesquisas de monitoramento do crescimento e produção em florestas de Terra Firme na Amazônia.

Fonte	Área de estudo	DAP (cm)	IPA	Período observado (anos)
DAP(cm)				
Melo (2004)	Marituba e Bragança - PA	≥ 5	0,23-0,25	5 e 4
Oliveira; Braz (2006)	PC Pedro Peixoto - AC	≥ 20	0,09	5
Azevedo et al., 2008	Vitória do Jari - AP	≥ 20	0,30	20
Teixeira et al., (2007)	Est. Exp. de silvicult. da Amazônia - AM	≥ 10	0,21	4
Colpini et al., (2010)	EsEx Pedro Nonato da Conceição - AC	≥ 17	0,34	7
Gomide (1997)	Jari - AP	≥ 5	0,14	20
G (m².ha⁻¹)				
Azevedo et al., 2008	Vitória do Jari - AP	≥ 20	0,21	20
Colpini et al., (2010)	EsEx Pedro Nonato da Conceição - AC	≥ 17	0,22	7
Teixeira et al., (2007)	Est. Exp. de silvicult. da Amazônia - AM	≥ 10	0,44	4
V (m³.ha⁻¹)				
Higuchi et al., (1997)	Manaus, (ZF-2) - AM	≥ 10	1,1-1,4	10
Oliveira; Braz (2006)	PC Pedro Peixoto - AC	≥ 20	0,76	5

Continua...

Cont... **Tabela 1.**

Azevedo et al., 2008	Vitória do Jari - AP	≥ 20	2,73	20
Colpini et al., (2010)	EsEx “Pedro Nonato da Conceição - AC	≥ 17	2,11	7
Silva et al., (1996)	Flona do Tapajós - PA	≥ 10	1,6-4,8	21
Souza et al., (2012)	Es. Ex. Distrito Agrop. da Suframa - AM	≥ 10	4,32-1,31	2 e 3
Teixeira et al., (2007)	Es. Ex. de silvicult. Da Amazônia - AM	≥ 10	5,6	4

*Es. Ex.= Estação Experimental; PC = Projeto de Colonização

2.2 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTINUO (IFC) NA AMAZÔNIA

O Brasil é considerado um país florestal, já que mais da metade de seu território é coberto por florestas (58%) e detém a maior extensão de florestas tropicais do planeta (IFN, 2016). Para o aproveitamento adequado dos recursos florestais existentes é necessário, antes de tudo, avaliar os parâmetros indicativos da dinâmica e desenvolvimento da floresta por meio de um período mais longo de monitoramento, procedendo ao Inventário Florestal Contínuo (IFC) (AZEVEDO, 2006).

O IFC é a ferramenta básica que deve ser utilizada para conhecer as mudanças que ocorrem na floresta, sejam provenientes de perturbações naturais e/ou também de perturbações humanas, como a exploração e os tratamentos silviculturais. O principal objetivo desse procedimento é a obtenção de informações fundamentais aos manejadores para tomada de decisão como avaliação do crescimento, ciclo de corte, sucessão, densidade de estoque, dentre outros (AZEVEDO et al., 2008; SOUZA, 2015).

No IFC todas as unidades amostrais medidas na primeira ocasião são instaladas de maneira que possam ser remedidas na floresta repetidas vezes, por meio da amostragem em múltiplas ocasiões, no qual conta com, basicamente, quatro modalidades de processos de amostragem: i. Amostragem independente; ii. Amostragem com repetição total; iii. Amostragem com repetição parcial e iv. Amostragem dupla (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Na Amazônia, a grande maioria dos trabalhos publicados sobre monitoramento florestal por meio de remedições de parcelas permanentes (informações individuais e de estoques) adotaram a amostragem com repetição total.

Muitas vezes, a instalação de unidades amostrais permanentes é a melhor forma de estimar os componentes de mudança da floresta ao longo do tempo. Por exemplo, para avaliar o crescimento de uma floresta após uma intervenção exploratória dos recursos madeireiros, é necessário que se faça o monitoramento do caráter dinâmico da comunidade, bem como de

uma série de variáveis indispensáveis para a definição do manejo a ser aplicado à floresta (QUEIROZ, 1998).

Conhecidas essas mudanças em diversos graus de intervenções, é possível planejar a utilização da floresta, sem causar prejuízos irreversíveis ao ecossistema florestal, gerando benefícios socioeconômicos permanentes à população e a elaboração de políticas públicas concretas com o cenário atual (LIMA, 2010).

Na Amazônia esses sistemas de monitoramento ainda são ínfimos e carentes de análises estatísticas confiáveis quando comparados com sua dimensão geográfica. No Brasil, em floresta Amazônica, dentre os vários estudos, destacam-se os trabalhos de monitoramento em parcelas permanentes realizados por Silva et al., (1996); Carvalho et al., (2004); Vidal et al., (2002) e Oliveira et al., (2005) no estado do Pará; na região de Manaus o estudo realizado por Higuchi et al., (1997); no estado do Acre com o estudo de Oliveira e Braz (2006) no Projeto de Colonização Pedro Peixoto; e no estado do Amapá o estudo realizado por Gomide (1997) e Azevedo et al., (2008) na região do Jarí, entre outros.

Para ampliar as informações sobre a dinâmica de crescimento da floresta Amazônica brasileira, foi criada pelo ProManejo/IBAMA uma Rede de Monitoramento de Dinâmica de Florestas da Amazônia – REDEFLOR, que visa integrar um conjunto de instituições e entidades com intuito de estudar e disponibilizar informações sobre a dinâmica de crescimento e produtividade de florestas tropicais nativas manejadas e não manejadas, de modo a facilitar o entendimento do comportamento da floresta tropical após a exploração madeireira utilizando dados de monitoramento contínuo, em diferentes condições de sítio na Amazônia brasileira (PINTO, 2008).

A REDEFLOR é composta por instituições públicas e particulares que desenvolvem atividades de monitoramento da dinâmica do crescimento de florestas tropicais na Amazônia brasileira, dentre elas se destacam: a Embrapa (AP, AM, PA e AC), Serviço Florestal Brasileiro (SFB), além de instituições como: o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), o Instituto do Meio Ambiente e do Homem da Amazônia (IMAZON), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e consultores independentes, que compõem uma rede de monitoramento de parcelas permanentes na Amazônia brasileira que atualmente serve de base para o aperfeiçoamento das metodologias do uso sustentável da floresta e de subsídios de políticas públicas coerentes com o setor (REDEFLOR, 2016).

2.3 PARCELAS PERMANENTES – VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SEU USO

As unidades amostrais ou parcelas são áreas delimitadas para observar e mensurar características qualitativas e, ou quantitativas de uma população florestal. As parcelas utilizadas para a amostragem florestal, quanto sua abordagem no tempo, pode ser classificada em dois tipos principais: permanentes e temporárias (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

As parcelas permanentes são áreas delimitadas, onde todas as árvores a partir de um diâmetro mínimo são mensuradas, marcadas e identificadas. Esses procedimentos permitem reencontrar as mesmas árvores e realizar a mensuração ao longo do tempo. São usadas para estudos de crescimento, ou quando se quer estudar com precisão as mudanças ocorridas na floresta. São utilizadas no inventário florestal contínuo para fins de planejamento no manejo florestal (COUTO; BATISTA; RODRIGUES 1989).

Com o uso de parcelas permanentes se tem o maior controle, como as avaliações são realizadas nos mesmos indivíduos, os dados tendem a fornecer estimativas mais confiáveis do estoque e das alterações que ocorrem na floresta, ou seja, as taxas sobre as alterações relativas à estrutura, composição, mortalidade e regeneração e os fatores ecológicos que afetam essa dinâmica dos indivíduos arbóreos em determinado período de tempo (SCOLFORO; MELLO, 2006).

Sua instalação permite a obtenção de dados quantitativos e qualitativos sobre alterações temporais ocorridas na vegetação que, junto a outras informações advindas de ensaios silviculturais e estudos fenológicos/ecológicos, possibilitam a construção de modelos sobre a estrutura e dinâmica da floresta em análise, gerando dados que constituem um importante instrumento para o manejo florestal sustentável e também para estratégias de conservação de áreas protegidas (OLIVEIRA, 2004).

No entanto, o estabelecimento e manutenção de parcelas permanentes demandam alto custo financeiro e exige comprometimento por longo prazo de especialistas e técnicos envolvidos, o que muitos administradores de empreendimentos consideram uma desvantagem, sendo necessário que os procedimentos de instalação e coleta de dados sejam cuidadosamente avaliados a fim de se evitar inaccurácias, erros e tendências nos dados (SANQUETTA et al., 2008).

As parcelas temporárias, por sua vez, não são marcadas no campo e após a medição são desprezadas. Elas são características de inventários convencionais e muito utilizadas quando se quer uma informação estática da floresta, como no caso de inventários pré-corte

quando pouco tempo após a medição o povoamento florestal será cortado (COUTO; BATISTA; RODRIGUES, 1989).

Dados de inventários florestais que utilizam parcelas temporárias fornecem estimativas sobre estoques atuais de volume e sobre taxas médias de crescimento (por exemplo, no caso da mortalidade, apenas é identificado o indivíduo morto e a mortalidade total, sem nível de espécie) presentes na área, que não refletem, no entanto, com a precisão necessária, as tendências de comportamento futuro da floresta porque são oriundas de medições únicas em diferentes povoamentos.

As vantagens das parcelas temporárias são a possibilidade de incorporar novas técnicas de medição, poder ser lançadas em qualquer programa de corte, eliminarem problemas de erros correlatos e apresentarem custo reduzido quando comparadas com as parcelas permanentes. Como desvantagem cita-se o fato de elas não captarem as mudanças ocorridas na população, no caso de inventários sucessivos (SCOLFORO; MELLO, 2006).

O manejo florestal requer informações sobre produção e padrões de desenvolvimento das florestas no tempo presente e futuro e sob determinados regimes de manejo, que podem ser obtidas a partir de experimentos silviculturais e da observação dos parâmetros de crescimento da floresta ao longo do tempo. As parcelas permanentes são as que propiciam o conhecimento do real padrão de crescimento da floresta, já que são instaladas no campo e remeidas ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2005).

2.4 DIMENSÕES DA UNIDADE AMOSTRAL

Nos inventários florestais podem ser adotadas parcelas fixas, com dimensões variadas, sendo as mais utilizadas às formas quadradas, retangulares, em faixas e circulares. A escolha do tipo de parcela deve se fundamentar em vários aspectos, destacando-se a precisão, a natureza das informações requeridas e o custo relativo das mesmas, mas, geralmente, têm sido escolhidas mais pela praticidade e operacionalidade na sua instalação, medição e localização (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Oliveira et al. (2014) mencionam que a grande variabilidade de metodologias empregadas é um dos grandes desafios nos inventários realizados na floresta Amazônica principalmente no que se refere a dimensão de parcela e a definição do diâmetro mínimo de inclusão.

Os pesquisadores na área de manejo têm, de um modo geral, optado pelo uso de unidades amostrais maiores, sempre iguais ou superiores à 1000 m², principalmente em

florestas nativas heterogêneas, em que a relação da dimensão da unidade amostral é fortemente influenciada pela distribuição espacial dos indivíduos no povoamento florestal. Já os pesquisadores em fitossociologia, têm usado parcelas menores, com dimensões de 10 m x 10 m, 10 m x 25 m e às vezes de 20 m x 20m, alegando que assim podem distribuí-las melhor sobre toda a área da floresta pesquisada (KERSTEN; GALVÃO, 2011; SANQUETTA et al., 2014).

As dimensões das parcelas utilizadas, bem como a intensidade amostral aplicada são fatores determinantes para o sucesso na obtenção da informação. Essas duas variáveis também estão diretamente relacionadas com a precisão das estimativas e, por este motivo, vêm sendo estudadas por diversos pesquisadores com o enfoque de observar dimensões de unidades amostrais para inventários em florestas nativas (UBIALLI et al., 2009; AUGUSTYNCZIK, et al., 2013), sendo a diferença de dimensões propostas bastante divergentes, variando muito pelas circunstâncias individuais e típicas de cada estudo.

Além disso, o objetivo do estudo também é determinante para a escolha do sistema de amostragem e dimensão da parcela. Para estudos com a finalidade de avaliar a composição florística e índices de diversidade, Muller (2011) usando unidades amostrais de 100 a 1.000 m² constatou que para áreas de Cerrado a menor e maior estimativa de riqueza florística foi dada na amostragem por parcela de 100 m² (10 m x 10 m) e 600 m² (10 m x 60 m), respectivamente. A maior diversidade encontrada utilizando o Índice de Shannon foi dada pela amostra com parcelas de 500 m² (10m x 50 m). Segundo ele, com exceções das parcelas de 300 m² (10 m x 30 m) e 900 m² (10 m x 90 m).

Para estudos com objetivo de avaliar as variáveis dendrométricas, pode-se citar o de Ubialli et al. (2009) em uma Floresta Ecotonal, na qual compararam as estimativas de área basal obtidas de processos, intensidades e métodos amostrais com valores obtidos pelo censo, para oito grupos de espécies e para espécies individuais com $DAP \geq 30$ cm. Aplicaram-se 22 tamanhos e formas de parcelas variando de 400 m² a 10.000 m², considerando a acuracidade e a precisão das estimativas de área basal, e a parcela que obteve menor erro foi de 2500 m² (125 m x 20 m).

Cavalcanti et al. (2009), buscaram definir área e intensidade de unidade amostral que atendam às exigências legais da Norma Técnica nº 01, de 2007 do IBAMA, que limita em 10% o erro amostral para as variáveis abundância, área basal e volume, para os indivíduos arbóreos com $DAP \geq 40$ cm de interesse comercial. Com base no erro amostral e coeficiente de variação (CV), os autores verificaram que a estabilização do CV ocorreu a partir do

tamanho da unidade amostral de 0,75 ha e a parcela que obteve menor erro foi a de 2 ha (50 m x 400 m).

Já Oliveira et al. (2014), buscando determinar dimensões de parcelas ideais para avaliação de diferentes categorias diamétricas de espécies arbóreas na Amazônia, simularam 23 tamanhos de unidades amostrais variando de 100 m² a 10.000 m² e verificaram que os melhores resultados foram parcelas de 1000 m² (20 m x 50 m), 800 m² (20 m x 40 m), 1200 m² (20 m x 60 m), 2000 m² (20 m x 100 m) e 10.000 m² (100 m x 100 m) para as categorias de diâmetros (DAP) mínimos de 5 cm, 10 cm, 20 cm, 25 cm e 45 cm, respectivamente.

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 duas dimensões (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 estudo de Augustynczyk et al. (2013) foram obtidas estimativas de área basal, número de árvores e valor de cobertura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Paraná por meio de cinco dimensões de parcela, que em seguida foram comparadas com os parâmetros levantados pelo censo tanto a nível global, como em nível de espécies com DAP ≥ 10 cm. Suas análises apontaram que os melhores resultados foram conseguidos ao se utilizar parcelas de 1000 m² (20 m x 50 m), dimensão que gerou estimativas bastante confiáveis.

Para a variável teor de carbono, Vianna et al. (2010) em pesquisa realizada no estado do Pará, determinaram como dimensão ótima, parcelas de 2.000 m² (10 m x 200 m) para diferentes fisionomias florestais na Amazônia com DAP ≥ 10 cm. Na mesma linha de pesquisa, mas além de carbono, trabalhando com quantificação de biomassa e volume em Floresta Ombrófila Densa em São Paulo, Bais (2008) propôs para a estimativa dessas variáveis em árvores com diâmetro (DAP) ≥ 5 cm, parcelas de 900 m².

Em outra linha de pesquisa, Oda-Souza et al. (2010) analisou a influência de dimensões das unidades amostrais na estrutura de dependência espacial para indivíduos com (DAP) ≥ 5 cm, utilizando parcelas quadradas de 5 m x 5 m, 10 m x 10 m e 20 m x 20 m, e retangulares 10 m x 20 m, 10 m x 30 m, 10 m x 40 m e 10 m x 50 m. Os autores concluíram que houve influência da dimensão da parcela sobre a percepção da estrutura de continuidade espacial e que as parcelas de formas retangulares de 10 m x 40 m foram capazes de captar a variabilidade das formações e parcelas de 20 m x 20 m descreveram melhor a estrutura espacial.

Atualmente o Laboratório de Manejo Florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (LMF/INPA) utiliza parcelas de 20 m x 125 m nos inventários florestais para obter informações de estoque de madeira e carbono. Este tamanho de parcela foi definido com base no estudo de Higuchi em 1982, que teve como objetivo desenvolver uma metodologia confiável e replicável para inventários florestais com fins madeireiros no estado do Amazonas (FARIAS, 2012).

Diante de tais estudos é possível verificar facilmente que conforme o objetivo se exigem operações amostrais distintas e que as dimensões das parcelas não podem ser generalizadas, pois variam em função de diversos fatores, tais como, tipo de floresta, diâmetro mínimo mensurável, variável estudada, tamanho da área disponível, qualidade do terreno, porte da árvore, heterogeneidade do solo, nível de tecnologia empregado e a disponibilidade dos recursos financeiros disponíveis (VIANNA, 1999).

Além disso, a metodologia aplicada para a seleção das unidades amostrais ideais para o local de estudo, também tem forte influência nos resultados. Os estudos supracitados em sua maioria levam em consideração a variância e precisão nas estimativas para que os erros de amostragem sejam minimizados.

No entanto a variância tem forte influência no tamanho da parcela. De forma geral, o aumento da área da unidade de amostra leva a redução da variância entre as unidades e a um menor número de unidades para um erro de amostragem fixado, quando comparado a unidades menores. Por outro lado, unidades amostrais muito grandes perdem em representatividade devido ao baixo número e ainda mostram rápido aumento do custo de medição e instalação (SILVA, 1980).

Alguns autores vêm adotando o método da eficiência relativa (SILVA, 1980; VASCONCELLOS, 1990; CESARO et al., 1994; IGNACIO, 2001; DRUSZCZ et al., 2010; DRUSZCZ et al., 2013; PÉLLICO NETTO et al., 2014; MIRANDA et al., 2015; CARDOSO, 2015), na qual é um indicador que analisa um conjunto de variáveis, incluindo por exemplo, os custos ou tempo de um determinado procedimento de amostragem, assim como sua precisão, apresentando valores, que determinarão quão eficientes será o procedimento em comparação com outro, levando em consideração não apenas a variância, mas outras variáveis que conjuntamente são importantes serem consideradas na escolha de uma dimensão adequada unidade amostral.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido na Floresta Estadual do Amapá (FLOTA/AP), unidade de conservação de uso sustentável, que tem entre seus objetivos o ordenamento do setor madeireiro por meio da promoção do manejo florestal sustentável. A unidade compreende uma área descontínua estimada em 2.369.400 ha e representa 16,5% da área do estado do Amapá, dividida em 4 módulos produtivos, definidos e priorizados em função das condições de infraestrutura e vias de acessos, bem como da necessidade de dinamizar os polos de desenvolvimento produtivo do Estado (PAOF,2016).

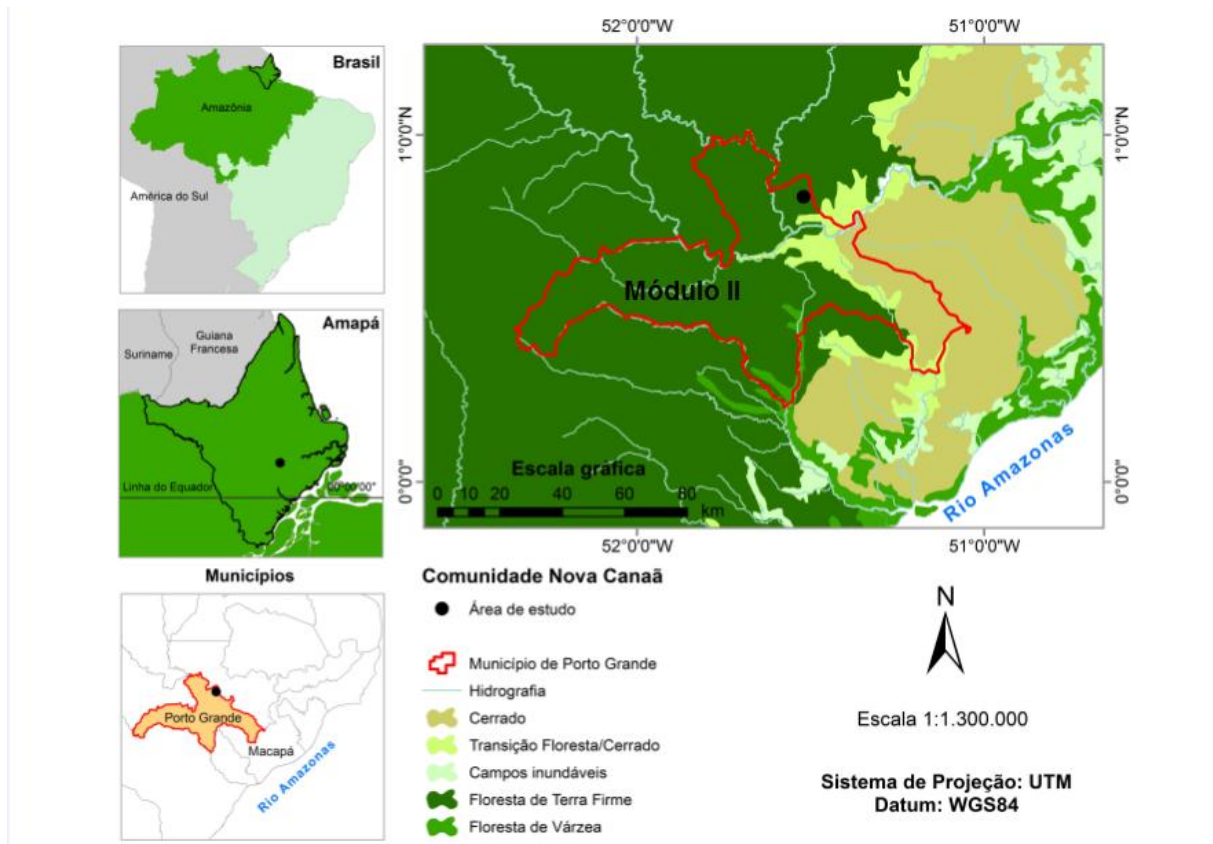
A FLOTA/AP representa o principal território do Estado com potencial para o desenvolvimento econômico de base florestal por meio de concessões florestais para colheita sustentável de madeira, sendo que o primeiro lote em concessão foi cedido a uma empresa por meio de licitação pública, para início de suas atividades comerciais em janeiro de 2017 (IEF, 2016).

Dos quatro módulos que constituem a unidade, o estudo foi realizado no segundo módulo da FLOTA, com uma área de 342.000 hectares. Esse módulo abrange em proporções diferentes os municípios de Mazagão, Pedra Branca do Amapari e Porto Grande. Seu limite natural relevante é o rio Vila Nova, que percorre todo o interior da FLOTA.

O referido módulo conta com a proximidade da BR-210 (Perimetral Norte) e da Estrada de Ferro do Amapá (EFA). Faz divisa a Leste, com Nova Canaã e Matão do Piaçacá; a Sudeste, com o Pancada do Camaipi; ao Sul, com o assentamento agroextrativista do Maracá; a Oeste, com a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru; e, ao Norte, com Munguba (PAOF, 2016).

A área de estudo neste módulo encontra-se no assentamento Nova Canaã, localizado no município de Porto Grande – AP (00°49'16,48"Ne 51°31'10,99"O) (Figura 1).

Figura 1 – Área de estudo localizada no segundo módulo da FLOTA, assentamento Nova Canaã, no município de Porto Grande, sul do Estado do Amapá.



3.2 CLIMA, SOLO E VEGETAÇÃO

O clima da região conforme a classificação de Köppen, é do tipo Am (equatorial super-úmido). A precipitação anual na região é em média 2.300 mm, com índice pluviométrico trimestral mais seco abaixo de 200 mm (ocorrendo nos meses de setembro, outubro e novembro), o período mais chuvoso ocorre no trimestre de março a maio (acima de 1.000 mm). Possui temperatura média de 25°C, ocorrendo pouca variação de temperatura durante o ano. Sua umidade relativa é alta, com valores entre 80% e 86% (SOUZA; CUNHA, 2010).

O solo predominante é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sendo derivado predominantemente de rochas cristalinas. Está ligado a variações demônções amplas do relevo, mas com ocorrência predominante na classe ondulada, embora esteja presente até em regiões montanhosas. A altitude varia de 60 m a 100 m. Os afloramentos rochosos são encontrados com baixa intensidade (IEPA, 2008).

A área de estudo apresenta vegetação predominante de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme (Baixos platôs e Sub-montana). Essa tipologia florestal é o tipo de vegetação

mais representativo da região, cuja área de distribuição corresponde a uma superfície aproximada de 103.081,58 km² ou o equivalente a mais de 2/3 de todo o território do Amapá (IBGE, 2012).

A conformação florística de FOD de Terra Firme está ligada a fatores climáticos tropicais de altas temperaturas e alta precipitação bem distribuída durante o ano e a episódios morfogenéticos diferenciados que, em alguns casos, chegam a determinar profundas alterações na estrutura e fisionomia dessa vegetação (IBGE, 2012).

Dentre as principais características desta tipologia, destacam-se: máxima diversidade por unidade de área, estrutura de alto porte, até 50 m, perenifólia, estratificações diferenciadas segundo tipologias locais e frequentes níveis de especialização, incluindo formas de dominância, endemismos, raridades e gregarismos de muitas espécies (IEPA, 2008).

Em geral, as maiores considerações sobre esse tipo de floresta são atribuídas às suas espécies emergentes, à frequência de essências madeireiras e aos diâmetros avantajados dos troncos. Todavia, a importância desse ecossistema se dá em função do conjunto de outras variáveis, dentre as quais se ressalta a frequência de essências oleaginosas, resiníferas, aromáticas, medicinais, produtoras de frutos comestíveis, etc (IEPA, 2008).

Considerando a frequência, diversidade e importância econômica das espécies dessa vegetação, dentre os grupos de árvores mais importantes, destacam-se os *Zygia racemosa* (Angelim-rajado), *Vouacapoua americana* (Acapú) e *Bowdichia* sp. (Sucupira) (Leguminosas), *Bertholletia excelsa* (Castanheira), *Lecythis pisonis* (Sapucaia) e *Eschweilera coriacea* (Matamatá-branco) (Lecythidaceae), *Protium tenuifolium* (Breu branco) (Burseraceae), *Ocotea* sp.1 (Louro) (Lauraceae), *Manilkara huberi* (Maçaranduba) e *Pouteria* sp.1 (Abiurana) (Sapotaceae) (IEPA, 2008).

Estima-se que o número de espécies arbóreas que compõem essa fitofisionomia gira em torno de 245. Do total de espécies, 190 possuem valor comercial, gerando uma densidade de 27 ind.ha⁻¹, 133 m³.ha⁻¹ e 48 % do total de volume de madeira com indivíduos de DAP > 10cm (IEF, 2009).

3.3 COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS

3.3.1. Monitoramento da floresta

Para este estudo foram utilizados dados do inventário florestal contínuo (IFC) oriundos de 5 parcelas permanentes de 100 m x 100 m (1 ha) equidistantes cerca de 250 metros entre si, sendo que para facilitar o monitoramento, cada parcela foi subdividida em 100 subunidades de 10 m x 10 m. As parcelas foram estabelecidas de acordo com os critérios da Rede de Monitoramento da Dinâmica de Florestas da Amazônia (REDEFLORE) que estabelece diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes (SILVA et al., 2005).

Os inventários de monitoramento da vegetação foram realizados nos anos de 2010 por Aparício (2013) e no ano de 2016 pelo presente estudo. Para este estudo, foram remensurados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,30 m do solo com $DAP \geq 10$ cm, e quando necessário foram coletados materiais botânicos das espécies arbóreas e levados para identificação por especialista por meio de comparações a exsicatas disponíveis no Herbário na Universidade Federal do Amapá/HUFAP, e/ou ainda com o auxílio de especialista do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá (HAMAB). A separação em famílias seguiu o sistema ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III (APG III, 2009). Os nomes botânicos e seus respectivos autores foram conferidos na página da web do Missouri Botanical Garden (MOBOT, 2016).

As árvores que passaram a atingir o nível de inclusão mínimo pré-definido, diâmetro a altura do peito a 1,30 m do solo ($DAP \geq 10$ cm durante o período de monitoramento (2010-2016), foram computadas como recrutamento ou ingresso. Também foram registrados os indivíduos que se encontraram mortos dentro das unidades amostrais.

3.3.2 Simulações das dimensões de parcelas

Foram realizadas simulações de diferentes tamanhos e formas de unidades amostrais com finalidade de indicar a dimensão mais adequada para avaliar a dinâmica da vegetação, a partir de dados oriundos do monitoramento em 5 parcelas permanentes de tamanho padrão de 1ha (100 m x 100 m).

Para cada área (parcela), denominada de parcela padrão, foram simuladas 5 dimensões distintas, alocadas de forma aleatória (Figura 2), sendo que o número total de parcelas simuladas variou de 15 a 60 unidades de acordo com o tamanho da unidade, que

variou de 400 a 1600 m² (Tabela 2). Assim, visando padronizar o tamanho da amostra, de forma a não influenciar na estimativa das variáveis foram considerados diferentes números de parcelas, mas com a mesma área total amostrada (2,4 ha), limitada pelo tamanho da área amostradas parcelas padrões. As 5 dimensões de parcelas são algumas das mais utilizadas em inventários florestais no Amapá.

Figura 2 – Esquema representativo das diferentes unidades amostrais testadas para o estudo de monitoramento dos indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm, sendo repetidas em cada área de 1 ha.

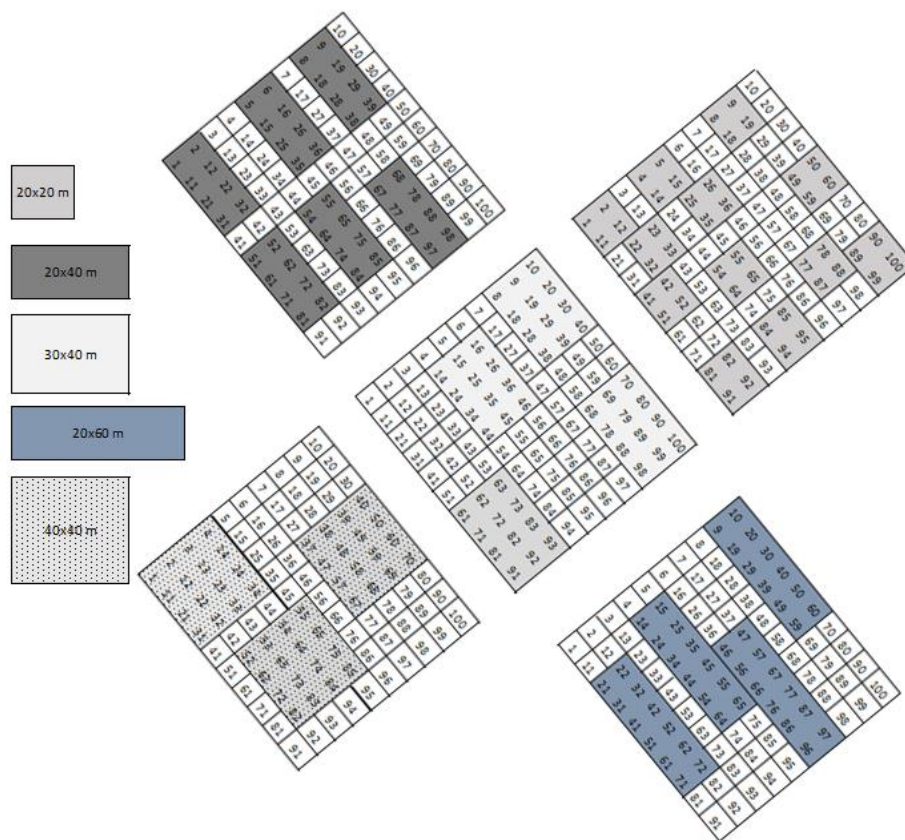


Tabela 2 – Variação das dimensões e quantidades de parcelas simuladas nas áreas em estudo na Floresta Estadual do Amapá –FLOTA/AP.

Dimensão	Área (m ²)	Nº de Par. em 1 ha	Total de Parc. em 5 ha	Área total amostrada (ha)
T1 Parcela padrão	10000	1	5	5
T2 (20 m x 20 m)	400	12	60	2,4
T3 (20 m x 40 m)	800	6	30	2,4
T4 (30 m x 40 m)	1200	4	20	2,4
T5 (20 m x 60 m)	1200	4	20	2,4
T6 (40 m x 40 m)	1600	3	15	2,4

Nas 5 dimensões distintas das parcelas simuladas, foi avaliado o crescimento do povoamento de 2010 e 2016, em que foram avaliadas as estimativas das variáveis de crescimento incremento periódico anual em diâmetro, área basal e volume por unidade amostral, e variáveis de estoque, área basal e volume somente para o ano de 2016.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Por meio do monitoramento realizada na floresta nos anos de 2010 e 2016 foram realizadas estimativas dos parâmetros estruturais e paramétricos da vegetação (distribuição diamétrica), incrementos periódicos anuais em diâmetro, área basal e volume, as taxas de recrutamento e mortalidade para a floresta.

As espécies foram classificadas por Grupo de Valor Madeireiro (GVM) realizado no inventário florestal diagnóstico da FLOTA e utilizado por Aparício (2013), e calculados seus incrementos periódicos anuais em volume individual e por GVM. Tais classificações dividiram-se em: 1 - Alto valor comercial; 2 - Reconhecido valor comercial; 3 - Comumente comercializada; 4 - Comercialização local; 5 - Menor valor comercial.

3.4.1 Crescimento

O crescimento foi calculado a partir do incremento das variáveis analisadas (diâmetro, área basal e volume), para cada espécie, por meio da diferença entre as medidas nas ocasiões (IP). Posteriormente, foi obtido o incremento periódico anual (IPA) pela divisão do IP pelos anos correspondentes ao período considerado, conforme as Expressões 1 e 2.

$$IP_i = X_{2i} - X_{1i} \quad (1)$$

$$IPA_i = IP_i / P \quad (2)$$

Em que:

IP_i = incremento periódico

IPA = incremento periódico anual para o i -ésimo indivíduo ($i = 1, 2, \dots, n$);

X_{2i} e X_{1i} = variável considerada na segunda e primeira medição para a i -ésima espécie;

P = período de anos do monitoramento (intervalo de medição).

A estimativa da área basal (G) foi dada pelo somatório das seções transversais dos indivíduos sobreviventes na ocasião de monitoramento. O volume comercial individual (Vol_i) foi obtido pelo emprego da equação ajustada por Aparício (2013) para a Região da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA), com um coeficiente de determinação ajustado $R_{aj}^2 = 0,8977$, erro padrão residual absoluto $S_{yx} = 0,0256$ e Índice de Furnival relativo $IF\% = 2,611\%$ (Expressão3).

$$\widehat{Vol}_i = 0,00036 * DAP_i^{2,21} \quad (3)$$

Em que:

\widehat{Vol}_i = Volume estimado da árvore i;
 DAP_i = Diâmetro a 1,30 m do solo em cm;

3.4.2 Recrutamento ou ingresso

Para o recrutamento ou ingresso foram consideradas todas as árvores que a partir da segunda ocasião passaram a apresentar o nível de inclusão mínimo pré-determinado ($DAP \geq 10$ cm). E ainda calculada a taxa de ingresso, considerando um indivíduo vivo que inicialmente se localizava na i-ésima classe diamétrica e ao final do monitoramento migrou para classe imediatamente posterior. A taxa de recrutamento foi obtida por meio da Expressão 4 (AZEVEDO, 2006).

$$R(\%) = \left(\frac{n_i}{N_i} \right) \cdot (100 / P) \quad (4)$$

Em que:

R= recrutamento
 n_i = número de árvores ingressas, no período analisado;
 N_i = número de árvores vivas na medição anterior.
P = período de anos do monitoramento

3.4.3 Mortalidade

Em relação ao número de árvores consideradas mortas foi contabilizado o número de árvores viva na primeira ocasião da coleta e que na segunda ocasião de monitoramento não apresentaram características vitais. A taxa de mortalidade foi obtida conforme a Expressão 5.

$$M(\%) = \left(\frac{m_i}{M_i} \right) \cdot (100 / P) \quad (5)$$

Em que:

M= mortalidade

m_i = número de árvores mortas, no final do período observado;

M_i = número total de árvores na medição anterior.

P = período de anos do monitoramento

3.4.4 Dimensões de parcelas

Existem várias metodologias para determinação do tamanho ótimo de unidades amostrais, sempre baseadas na variabilidade estimada. Desta forma, para a comparação das variáveis de interesse obtidos da população registrada nas parcelas padrões com as estimadas pelas diferentes combinações de tamanhos e formas de parcelas, foi utilizado o erro amostral relativo e o método da eficiência relativa para saber quais podem ser mais bem indicadas para estudos de inventários florestais contínuos na região.

3.4.4.1 Precisão

Para verificar a suficiência amostral se calculou o Erro de Amostragem ao nível de 95% de confiança, representada abaixo pela expressão 6.

$$E_A = \left(\frac{t_{\alpha/2} \cdot S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \right) \cdot 100 \quad (6)$$

Em que:

E_A = Erro de Amostragem

$t_{\alpha/2}$ = valor tabelar do “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade de erro;

$S_{\bar{x}}$ = erro padrão da média;

\bar{x} = média.

3.4.4.2 Suficiência Amostral (n)

Determinou-se o número de unidade de amostra, de cada dimensão, representativo da população (intensidade amostral), segundo o critério de suficiência amostral (Expressão 7) (MEUNIER, SILVA, FERREIRA, 2001). Visto que o número de parcela ótimas em um determinado

local não é necessariamente o mesmo para outro, deve-se levar em consideração a variabilidade, pois essa diferença influencia no tempo médio de medição e custo.

$$n = \frac{CV^2 \cdot t_{\alpha/2}^2}{E\%^2} \quad (7)$$

Em que:

n = número de unidades necessárias para alcançar o erro estipulado;

$t_{\alpha/2}^2$ = tabela “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade de erro;

$CV\%$ = Coeficiente de variação

$E\%$ = Erro estipulado

3.4.4.3 Eficiência relativa (ER)

Para cada tamanho e forma das unidades amostrais nas estimativas das variáveis de interesse neste estudo, considerou-se como parcelas de área padrão as de 10.000m² com forma quadrada de 100 m x 100m. Neste caso, o padrão escolhido foi considerado 100% eficiente. Essa parcela foi escolhida como padrão pode ser um dos tamanhos e formas comumente utilizadas, conforme estabelece nas diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes, para avaliar o crescimento da floresta, subsidiando o planejamento da exploração florestal ao longo do ciclo de corte, em áreas de concessões florestais na Amazônia (SILVA et al., 2005).

Para fins de cálculo da eficiência relativa também foi considerado o tempo médio de remedição, obtido por meio da soma dos tempos totais de cada tamanho de parcela dividido pelo número de unidades de cada tratamento. O tempo para cada parcela foi obtido com auxílio de um cronômetro, que iniciou e finalizou com amedição do primeiro e do último indivíduo arbóreo.

A fórmula utilizada para tal procedimento é fornecida por Freese (1972) adaptada para o presente estudo (Expressão 8).

$$ER = \frac{EA_p \cdot n_p \cdot T_p}{EA_t \cdot n_t \cdot T_t} \quad (8)$$

Em que:

ER= eficiência relativa;

EA= erro amostral para as parcelas (p) e (t);

n = suficiência amostral para as parcelas (p) e (t);

T = tempo de remedição nas parcelas (p) e (t);

(p) = Parcela padrão;

(t) = Parcela testada;

Se a eficiência relativa (ER) < 1 , o tipo de parcela utilizada como padrão é mais eficiente que a proposta. Se $ER > 1$, a parcela testada é mais eficiente, neste caso, deve-se dar preferência ao tipo de parcela que está sendo comparada. Se a eficiência relativa for aproximadamente ou igual a um ($ER \approx 1$), ambas áreas e formas de parcelas fornecem estimativas igualmente precisas da verdadeira média do parâmetro estudado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTRUTURA E DINÂMICA FLORESTAL

Os indivíduos inventariados totalizaram 2569 árvores vivas nos 5 ha em 2016, sendo as espécies encontradas e suas respectivas famílias encontradas a seguir (Tabela 3). As espécies inventariadas apresentaram diâmetros (DAP) mínimos de 10 cm, médios e máximos de 22,83 e 235,45 cm respectivamente. Em relação às alturas comerciais encontrados o valor mínimo encontrado foi de 2,6 m e os valores médio e máximo encontrados foram respectivamente de 14 e 35 m.

Tabela 3 - Espécies, suas respectivas famílias em ordem alfabética e número médio de indivíduos por hectare (n/ha) nos anos de monitoramento na Floresta Ombrófila Densa do município de Porto Grande - AP.

Família	Nome Científico	Nº de indivíduos	
		2010	2016
Anacardiaceae	<i>Anacardium spruceanum</i> Benth. ex Engl.	0,6	0,6
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	3,8	3,6
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	3,6	2,8
	<i>Oxandra acuminata</i> Diels	0,2	0,2
Apocynaceae	<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	6	5,6
	<i>Aspidosperma exalatum</i> Monach.	0,4	0,4
	<i>Couma guianensis</i> Aubl.	1	0,8
	<i>Geissospermum sericeum</i> Benth. & Hook. f. ex Miers	0	0,2
	<i>Geissospermum vellosii</i> Allemão	2,8	3,4
Bignoniaceae	<i>Lacmellea aculeata</i> Ducke Monach.	0,4	0,6
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,2	0,2
	<i>Tabebuia</i> sp.	1,6	1,6
Burseraceae	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	0,6	0,6
	<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	4,4	4,6
	<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand	15,6	14,6
	<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	29,2	28,8
	<i>Protium pernervatum</i> Cuatrec.	1	0,8
Caryocaraceae	<i>Trattinnickiar hoifolia</i> Willd.	5,6	4,6
	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	0,2	0,2
	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	0,2	0,2
Chrysobalanaceae	<i>Couepia excelsa</i> Ducke	15	14,4
	<i>Couepia guianensis</i> Aubl.	0,4	0,4
	<i>Hirtella</i> sp.	5,8	5,6

Continua...

Cont... Tabela 3

Família	Nome Científico	N° de indivíduos	
		2010	2016
	<i>Licania canescens</i> Benoist	5,2	5,2
	<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.	4,6	4,6
	<i>Parinarium</i> sp.	2,6	2,4
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	4,8	5
	<i>Tovomita</i> sp.	0,4	0,4
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	0,8	0,8
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.	1,6	1,4
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	4,2	4,2
	<i>Croton</i> sp. L.	0,8	0,8
Fabaceae	<i>Abarema auriculata</i> (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	4,4	4,4
	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	1,8	1,6
	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	6,2	5,8
	<i>Ambelania acida</i> Aubl.	4	3,6
	<i>Bowdichia</i> sp.	2,2	2
	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth.	1,4	1,6
	<i>Campsiandra comosavar laurifolia</i> (Benth.) R.S. Co.	0,4	0,4
	<i>Candolleodendron</i> sp. R.S. Cowan	2,6	2,6
	<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff.	6,2	6
	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	2,4	2
	<i>Dussia discolor</i> (Benth.) Amshoff	1,6	1,6
	<i>Elizabetha bicolor</i> Ducke	0,2	0,2
	<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	7,6	7
	<i>Eperua</i> sp.	2,4	2,4
	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	0,4	0,4
	<i>Inga auristellae</i> Harms	30,8	29,2
	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	0,2	0,2
	<i>Inga paraensis</i> Ducke	4	4
	<i>Inga</i> sp. 1	3,8	3,8
	<i>Inga</i> sp. 2	12,2	11,4
	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	0,4	0,4
	<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	0,4	0,2
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	0,8	0,8
	<i>Sclerolobium melanocarpum</i> Ducke	15,2	15
	<i>Tachigali myrmecophila</i> (Ducke) Ducke	4,8	4,6
	<i>Tachigali</i> sp.	1,6	1,8
	<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	3,2	3,2
	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	8,4	8,4
	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	0,4	0,4
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	1,4	1,4
Humiriaceae	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	2,2	2
Hypericaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	0,8	0,8

Continua...

Cont... Tabela 3

Família	Nome Científico	N° de Indivíduos	
		2010	2016
Indeterminada 1	Indeterminada 1	1,2	2
Indeterminada 2	Indeterminada 2	0	0,2
Indeterminada 3	Indeterminada 3	0	0,2
Indeterminada 4	Indeterminada 4	0,4	0,4
Indeterminada 5	Indeterminada 5	2,8	3
Indeterminada 6	Indeterminada 6	1,6	1,4
Lauraceae	<i>Aniba burchellii</i> Kosterm.	0,4	0,4
	<i>Licari acannella</i> (Meisn.) Kosterm.	1,2	1,2
	<i>Licaria mahuba</i> (A. Samp.) Kosterm.	0,2	0,6
	<i>Mezilaurus duckei</i> van der Werff	0,2	0,2
	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	3	2,8
	<i>Nectandra rubra</i> (Mez) C. K. Allen	4,8	4
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	0,4	0,8
	<i>Ocotea amazonica</i> (Meisn.) Mez	4,8	5,8
	<i>Ocotea</i> sp.1	3	2,8
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	2,2	2,2
	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	20,8	21,8
	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.)	0,2	0,2
	<i>Eschweilera</i> sp. Mart. ex DC.	22,6	22,6
	<i>Gustavia augusta</i> L.	2,4	2,8
	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S. A. Mori	3,2	3,4
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	0,6	0,6
	<i>Lecythis poiteau</i> O. Berg	0,4	0,4
	<i>Lecythis</i> sp.	0,8	0,8
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	0,2	0,2
	<i>Pachira</i> sp.	0,2	0,2
	<i>Quararibea</i> sp.	1,6	2
	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	12,6	12,8
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	13,6	13,6
Malpighiaceae	<i>Byrsonima aerugo</i> Sagot	0,4	0,4
Melastomataceae	<i>Mouriri apiranga</i> Spruce ex Triana	10,6	9,8
	<i>Mouriri nervosa</i> Pilg.	0,4	0,8
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1,4	1,4
	<i>Guarea carinata</i> Ducke	2,8	3,2
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	0,2	0,2
	<i>Brosimum</i> sp.	0,8	0,8
	<i>Helicostylis</i> sp.	1	1
	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C. C. Berg	8,8	8,8
Myristicaceae	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	2,4	2,2
	<i>Iryanthera paraensis</i> Huber	24	23,4
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce)	3,8	3,8

Continua...

Cont... Tabela 3

Família	Nome Científico	N° de Indivíduos	
		2010	2016
	<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb.	0,8	0,8
	<i>Virola michelii</i> Heckel	5,4	5
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	6,2	6
	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	1,2	1
Olacaceae	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	0,6	0,6
Rubiaceae	<i>Chimarris turbinata</i> DC.	0,2	0,2
	<i>Genipa americana</i> L.	1	1,2
Sapotaceae	<i>Ecclinusa lanceolata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	4	3,8
	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chev.	1,2	1,2
	<i>Manilkara</i> sp.	0,4	0,4
	<i>Micropholis acutangula</i> (Ducke) Eyma	7,4	6,8
	<i>Micropholis longipedicellata</i> Aubrév.	7,4	6,8
	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	9,4	9
	<i>Neoxythece elegans</i> (A DC.) Aubrev.	2,2	2,2
	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	5,6	5,4
	<i>Pouteria engleri</i> Eyma	4,4	4
	<i>Pouteria</i> sp.1	6,4	6
	<i>Pouteria</i> sp.2	0,6	0,6
	<i>Pouteria</i> sp.3	0,4	0,4
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1,6	1,4
Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	0,6	0,6
Urticaceae	<i>Pourouma heterophylla</i> Mart. Ex Miq.	5,4	5
	<i>Pourouma minor</i> Benoist	3,8	3,6
	<i>Pourouma ovata</i> Trécul	21,2	21,4
Vochysiaceae	<i>Qualea albiflora</i> Varm.	2	1,8
	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	2,8	2,8
	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	1,8	1,6
	<i>Vochysia</i> sp.	0,8	1
Total		523,8	513,8

Foi verificada uma redução do número de indivíduos na área considerando o período de monitoramento de 2010 a 2016 (Tabela 4), em virtude da taxa de mortalidade não sendo compensada pela taxa de ingresso, indicando um balanço negativo na área no período analisado.

Em florestas tropicais, quando se analisam as variações na estrutura de comunidades arbóreas, são comuns períodos de expansão do número de indivíduos, sucedidos por outros de retração como resposta a determinados distúrbios. Assim, esse desbalanço pode ser em virtude dos distúrbios naturais de pequeno porte que ocorrem na área e também são

importantes para a manutenção da diversidade nos ecossistemas tropicais, pois a alteração nas taxas demográficas da comunidade é importante para a manutenção da elevada diversidade de espécies, geradores de heterogeneidade espacial e temporal, com fortes reflexos na estrutura das comunidades (MACHADO, 2008). Na qual corrobora o resultado do presente estudo, pois com a redução no número de indivíduos, foi observado um acréscimo de três espécies e ganho em área basal e volume.

Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros analisados nos monitoramentos realizados em 2010-2016 para a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA).

Parâmetros	Anos	
	2010	2016
Nº de indivíduos ha ⁻¹	523,80	513,80
Número de espécies	130	133
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	32,38	33,00
Volume (m ³ .ha ⁻¹)	333,57	338,91
Diâmetro Médio (cm)	22,83	23,69

As taxas anuais de recrutamento e mortalidade para o período de 2010-2016 foram respectivamente de 0,93% e 1,47%, indicando superioridade da mortalidade, em que os indivíduos que saíram do sistema (morreram), não foram repostos pelo recrutamento (Tabela 5). Esse desbalanço pode está atrelado ao comportamento natural de uma floresta sem intervenção, em que o ciclo natural da mortalidade esteja favorecendo a dinâmica natural.

Tabela 5 – Valores médios de recrutamento e mortalidade, em número de indivíduos por hectare por ano e em porcentagem, para o período 2010-2016 na área da Floresta Estadual do Amapá.

	Nº de ind.ha ⁻¹	%
Recrutamento	24	0,93
Mortalidade	37,70	1,47

Desta forma, a taxa de mortalidade superando a taxa de recrutamento encontrada pode ser em resposta aos distúrbios naturais, que podem estar relacionados com a maioria das árvores das espécies dos estratos médios e superiores que não possam manter uma taxa mínima de crescimento e por isso provavelmente não sobrevivem por longo tempo na floresta. Além disto, existem outros eventos, tais como ventos, secas, raios, parasitismo e ataque de pragas, que podem resultar na morte de qualquer árvore em qualquer momento (MACHADO; OLIVEIRA-FILHO, 2010).

Em algumas florestas não perturbadas, esse desbalanço pode ser parte de um ciclo rítmico, na qual as florestas atingem o equilíbrio por meio de períodos de alta mortalidade ou período de alta taxa de recrutamento. Nesses casos, o ritmo da mortalidade favorece os processos dinâmicos, inicialmente com diminuição da densidade de indivíduos e nos anos seguintes o processo pode reverter e promover maiores taxas de recrutamento, estabelecendo assim o equilíbrio das florestas naturais (FELFILI, 1995; BATISTA et al., 2016).

Em estudo realizado na região de Manaus, Fontes (2012) verificou que as árvores do dossel são as mais atingidas pela ação das chuvas e dos ventos e suas quedas são responsáveis pela abertura de grandes clareiras, aumentando a mortalidade parcial ou total da regeneração e intensificando a dinâmica da floresta. A autora concluiu ainda, que no período chuvoso é no qual o nível de mortalidade das árvores costuma ser mais frequente, principalmente, devido à quantidade de tempestades e raios típicos da época, indicando uma forte influência da pluviosidade na mortalidade arbórea (as tempestades foram responsáveis por cerca de 45% das mortes).

Higuchi et al. (2011) e Negrón-Juárez et al. (2010) também chegaram à conclusão de que a combinação entre precipitação e ventos é responsável pela maior parte da mortalidade arbórea na região Amazônica, suplantando o stress hídrico causado pelos eventos de seca.

Normalmente, as taxas médias de mortalidade em florestas tropicais não perturbadas variam entre 1% e 3,2% ao ano (KOHLENER et al., 2001), mas também podem ser encontradas para a floresta tropical taxas de mortalidade variando entre 0,5% e 4,1% ao ano (ALDER; SILVA, 1999). Sendo assim, o valor encontrado neste trabalho está dentro do intervalo esperado para estudos nesta região.

As taxas de mortalidade para a área estudada foram mais elevadas do que as registradas em outros trabalhos realizados em Florestas Ombrófilas Densa de Terra Firme ($<1,47\% \text{ ano}^{-1}$) e que adotaram metodologia semelhante a do presente estudo (COLPINI et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2007; HIGUCHI et al., 2004). Entretanto, já foram observadas também taxas de mortalidade superiores às registradas no presente estudo (OLIVEIRA; BRAZ, 2006; VERAS, 2012; SOUZA et al., 2012 b; SILVA et al., 2015).

Em relação à taxa de recrutamento, varia bastante de acordo com o grau de exploração que a floresta sofreu. Foram encontrados valores acima ao do presente estudo, para estudos realizados na região amazônica em florestas primárias de mesma tipologia, adotando o mesmo nível de inclusão (AZEVEDO et al., 2008; SOUZA et al., 2012 b; SILVA et al., 2015).

Em florestas com dinâmica contínua, espera-se encontrar um equilíbrio, no qual as árvores mortas são continuamente substituídas por novos indivíduos. Em geral, as áreas de

clareiras apresentam recrutamento superior à mortalidade, em seguida a fase de construção tende para o equilíbrio por um curto período, logo em seguida a mortalidade ultrapassa o ingresso e na fase madura ocorre o equilíbrio dinâmico (CARVALHO, 1997).

4.2 INCREMENTOS

Considerando o período de monitoramento de 6 anos, para os valores de incremento das variáveis analisadas, os resultados do incremento periódico anual (IPA) em diâmetro (Tabela 6) para a área estudada foi superior ao encontrado por Higuchi et al. (2011) na região de Manaus, para uma área sem intervenção e adotando o mesmo nível de inclusão, a qual encontraram incremento diamétrico de $0,15 \text{ cm.ano}^{-1}$.

Tabela 6 - Incrementos periódicos anuais (IPA) em DAP, área basal (G) e volume (V) encontrado no período estudado para o total dos indivíduos amostrados na floresta estadual do Amapá.

Variáveis	IPA 2010-2016
DAP	0,24 (cm.ano^{-1})
G	0,45 ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)
V	4,67 ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$)

Na região do Amapá, Gomide (1997) também para uma floresta primária, mas adotando diferente nível de inclusão ($\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$) verificou incrementos periódicos em diâmetro baixos ($0,14 \text{ cm.ano}^{-1}$) e altos ($0,60 \text{ cm.ano}^{-1}$) para uma floresta secundária. Resultado semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (2005) na Flona do Tapajós no estado do Pará, com mesmo nível de inclusão para floresta não explorada ($0,14 \text{ cm.ano}^{-1}$) e valores variando de $0,18$ a $0,23 \text{ cm.ano}^{-1}$ para áreas submetidas a manejo.

Para o incremento periódico anual em área basal do presente estudo, o resultado foi similar ao encontrado por Teixeira et al. (2007) estudando uma Floresta Ombrófila Densa na região de Manaus, com mesmo nível de inclusão adotado ($\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$), a qual encontraram valor de $0,44 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, que é superior ao encontrado por Souza et al. (2012) também na região de Manaus e mesmo nível de inclusão adotado considerando o período de 2005-2007 e 2007-2010 ($0,33 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ e $0,12 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ respectivamente).

Em relação ao incremento em volume da floresta, Amaral (2013) na Amazônia central obteve valores próximos ao apresentando neste estudo. O autor encontrou uma variação média

de 3,77 a 4,18 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ analisando indivíduos com mesmo nível de inclusão, na qual também foi próximo ao encontrado por Veras (2012) para uma floresta de Terra Firme manejada (4,96 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$).

No Brasil, o valor de incremento periódico anual em volume tem variado de 4,5 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ até mais de 5,8 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ para florestas com diferentes níveis de manejo, cerca de sete a treze anos após a exploração (MELO, 2004; SOUZA et al., 2012 b; VERAS, 2012; GOUVEIA, 2015). No caso das florestas primárias não exploradas, os valores ficam em torno de 1,6 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ a 2,8 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ e podem alcançar ou passar de 4 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ (SILVA et al., 1996; HIGUCHI et al., 1997; PINTO, 2008; AMARAL, 2013).

Logo os incrementos periódicos anuais para as variáveis analisadas demonstraram que as árvores das espécies inventariadas estão em acordo com outras florestas da Amazônia de mesma tipologia, dentro dos valores esperados para floresta não manejada, com indicativos de potencial para o manejo florestal.

De acordo com os resultados obtidos para as espécies classificadas por Grupo de Valor Madeireiro (GVM), e considerando todos os indivíduos com $\text{DAP} \leq 50$, foi verificado um valor médio de IPAv que variou de 0,15 $\text{m}^3\cdot\text{ha}$ para as espécies classificadas com menor valor comercial, a 2,65 $\text{m}^3\cdot\text{ha}$, para as classificadas como comercialização local (Tabela 7). Considerando todas as espécies com $\text{DAP} \geq 50$ cm, com corte legalmente permitido conforme preconiza a Resolução CONAMA 406/2009 e Instrução normativa 05/2006 do MMA, a taxa média de crescimento em volume do presente estudo 1,07 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, apresentou-se acima da produtividade anual estabelecida nas referidas legislações, que é de 0,86 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ quando não houver estudos na área. Logo, na área em estudo há potencial volumétrico para fins de manejo, com estimativas por hectare superior a permitida nas bases legais da política florestal brasileira.

No entanto, considerando o crescimento por grupo de espécies foi verificado que o maior crescimento foi de 0,69 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, estando abaixo do valor estabelecido na legislação supracitada. Assim, o ritmo de crescimento das espécies “manejadas” é um ponto importante a ser considerado para a compatibilização do ciclo de corte.

Considerando o crescimento por espécie, estudos têm apontado taxas de crescimento diferenciadas, sugerindo a utilização de ciclos específicos por grupos de espécies, de acordo com suas características ecológicas ou de interesse comercial (BRAZ et al., 2012; BRAZ et al., 2015; VIEIRA et al., 2015).

Braz et al. (2015) sugerem um único ciclo de corte com taxas de corte na prescrição do manejo diferenciadas por agrupamento de espécies em conformidade com o incremento das

mesmas. O planejamento tem que levar em consideração a capacidade de recomposição, indicada pelo incremento individual das espécies e a análise da sua distribuição diamétrica. Outros critérios ecológicos também devem ser observados, como: o planejamento de diferentes indivíduos a serem preservados para uma mesma espécie em função dos diferentes graus de raridade apresentados pela espécie nas diferentes comunidades (ALVES; MIRANDA, 2008) e a análise do diâmetro mínimo de reprodução de espécies madeiras (FONSECA et al., 2008).

Além disto, estudos têm apontado que a retirada de todas as árvores das classes comerciais sem considerar outros critérios, resulta em baixa recuperação da floresta e comprometem a sustentabilidade, pois no manejo das florestas naturais, a taxa de extração anual raras vezes é fundamentada na associação de dados sobre a estrutura da floresta e o ritmo de crescimento das espécies (ALDER; SILVA, 2001; OLIVEIRA et al., 2005).

Tabela 7 - Incremento periódico médio anual em volume (IPAv) para indivíduos com DAP \leq 50 cm e DAP \geq 50 cm por Grupo de Valor Madeiro para a FLOTA.

Grupos	IPAv ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$)	
	DAP \leq 50 cm	DAP \geq 50 cm
1 - Alto valor comercial	0,18	0,03
2 - Reconhecido valor comercial	0,30	0,11
3 - Comumente comercializada	0,32	0,19
4 - Comercialização local	2,65	0,70
5 - Menor valor comercial	0,15	0,04
Total	3,60	1,07

Em relação ao crescimento individual por espécie, foram observadas taxas de crescimento diferenciadas, o que já era de se esperar, pois as espécies apresentam características fisiológicas e ecológicas diferenciadas e podem se adaptar às condições mais favoráveis para o seu crescimento. No grupo das espécies classificadas como menor valor comercial (Grupo 1) a *Theobroma subincanum* (cupuí) e *Nectandra rubra* (louro-vermelho) apresentaram os maiores incrementos periódicos anuais em volume, respectivamente de $0,36 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e $0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabela 8). Embora essas espécies sejam classificadas com menor valor comercial, desempenham papéis importantes do ponto de vista ecológico e para conservação, pois podem desempenhar funções-chave nos ecossistemas que ocupam, como por exemplo, os frutos que são utilizados de alimento pela fauna local (ALMEIDA et al., 2012; VIEIRA et al., 2015).

Para o grupo 2, as espécies *Tachigali myrmecophila* (taxi-preto) e *Diploptropis purpurea* (sucupira preta) foram as que mais destacaram com incrementos periódicos anuais em volume maior que as demais ($0,39 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $0,26 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ respectivamente). Em estudo realizado por Vidal et al. (2002) em Paragominas – PA, em áreas com e sem manejo florestal, as espécies *Tachigalia myrmecophylla* e *Parkia gigantocarpa* foram as que apresentaram o maior incremento em diâmetro, com uma média de $1,38 \text{ cm.ano}^{-1}$ e $1,40 \text{ cm.ano}^{-1}$ respectivamente.

No grupo 3, a espécie *Iryanthera paraensis* (Ucuuba de sangue) apresentou o maior incremento periódico anual ($0,66 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$).

Para o grupo 4, a *Eschweilera* sp. (matamatá-vermelho) apresentou incremento periódico anual em volume similar ao estabelecido na legislação ($0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$). No estudo realizado por Pinto (2008) essa espécie também esteve entre as espécies comerciais que mais se destacaram em termos de crescimento em uma área manejada com um incremento médio anual de $2,88 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, apresentando na área um crescimento superior ao estabelecido na legislação.

Por fim, no grupo 5 as espécies *Inga auristellae* (inga-vermelho), *Pouteria* sp. (abiurana), *Pourouma ovata* (embaúba) e *Protium tenuifolium* (breu-branco) apresentaram incrementos superiores a $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ conforme estabelece a legislação para áreas sem estudo.

No caso de um plano de manejo que considerasse taxas de corte diferenciadas por espécie, o crescimento dessas espécies indica que elas estão aptas a serem manejadas e que de acordo com o ciclo de corte estabelecido podem se reestabelecer na floresta. Já as espécies que apresentam valores de crescimento abaixo do permitido na legislação merecem ser tratadas com cautela no planejamento do manejo florestal.

Em florestas de terra firme amazônicas, os gêneros como *Inga*, *Eschweilera*, *Pouteria* e *Protium* são bastante comuns, e são os que mais se destacam em termos de densidade e valor de importância (ALMEIDA et al., 2012; VIEIRA et al., 2014; VIEIRA et al., 2015).

O crescimento diferenciado das espécies pode ser em virtude de suas características ecológicas, com distintas adaptações no ambiente, formando grupos ecológicos com maiores e menores taxas de crescimento. Além disso, as mudanças verificadas ao longo do monitoramento podem ser afetadas pelas alterações na intensidade e qualidade da luz, na umidade e temperatura do solo e ar, nas propriedades edáficas, além de variações topográficas que poderão determinar as condições do microambiente favorável ou não ao estabelecimento e desenvolvimento das espécies vegetais (MACHADO, 2008).

Tabela 8 - Incremento periódico médio anual em volume (IPAv) para indivíduos com DAP \geq 10 cm na Floresta Estadual do Amapá.

GVM	Nome científico	Nome Vulgar	IPAv médio 2010-2016 (m³ ha)
1	<i>Byrsonima aerugo</i>	Murici	0,0337
	<i>Couepia guianensis</i>	Cumatê	0,0054
	<i>Dussia discolor</i>	Mututirana	0,0945
	<i>Gustavia augusta</i>	Jeniparana	0,0788
	<i>Lacmellea aculeata</i>	Catuaba	0,0029
	<i>Licaria mahuba</i>	Maúba	0,0071
	<i>Nectandra rubra</i>	Louro vermelho	0,2164
	<i>Ocotea</i> sp.1	Louro	0,1143
	<i>Siparuna</i> sp.	Louro folha grande	0,0152
	<i>Theobroma subincanum</i>	Cupuí	0,3626
2	<i>Apeiba tibourbou</i>	Pente de macaco	0,0157
	<i>Bowdichia</i> sp.	Sucupira	0,0491
	<i>Bowdichia nitida</i>	Sucupira amarela	0,0260
	<i>Diploptropis purpúrea</i>	Sucupira preta	0,2676
	<i>Eperua</i> sp.	Iperana	0,0338
	<i>Hirtella</i> sp.	Macucú	0,1207
	<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê	0,1625
	<i>Tachigali myrmecophila</i>	Taxi preto	0,3936
3	<i>Alexa grandiflora</i>	Melancieira	0,2304
	<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	0,0788
	<i>Caryocar villosum</i>	Piquiá	0,0383
	<i>Conceveiba guianensis</i>	Pitaíca	0,2260
	<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim vermelho	0,0837
	<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	0,0346
	<i>Goupia glabra</i>	Cupiúba	0,1369
	<i>Iryanthera paraenses</i>	Ucuuba de sangue	0,6628
	<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	0,1159
	<i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba, Itaúba preta	0,0679
	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Ipê amarelo	0,0696
	<i>Taralea oppositifolia</i>	Cumarurana	0,2671
	<i>Terminalia amazonia</i>	Mirindiba	0,0472
	<i>Vismia cayennensis</i>	Lacre	0,0339
4	<i>Ambelania acida</i>	Pau de leite	0,0415
	<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	0,0355
	<i>Brosimum</i> sp.	Amapá	0,2087
	<i>Chimarris turbinata</i>	Araruta	0,0044
	<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	0,1892
	<i>Lecythis</i> sp.	Sapucainha	0,0220
	<i>Maquira sclerophylla</i>	Muiratinga	0,2463
	<i>Mezilaurus duckei</i>	Itaúba amarela	0,0120
	<i>Mouriri nervosa</i>	Louro folha fina	0,0221

Continua...

Cont...Tabela 8

GVM	Nome científico	Nome Vulgar	IPAv médio 2010-2016 (m ³ .ha)
4	<i>Peltogyne paniculata</i>	Roxinho	0,0245
	<i>Qualea albiflora</i>	Mandioqueira	0,1118
	<i>Quararibea sp.</i>	Envira branca	0,0363
	<i>Virola calophylla</i>	Ucuuba	0,0274
	<i>Vouacapoua americana</i>	Acapú	0,7042
	<i>Zygia racemosa</i>	Angelim rajado	0,0140
5	<i>Abarema auriculata</i>	Ingarana	0,1122
	<i>Abarema jupunba</i>	Saboeira	0,1592
	<i>Anacardium spruceanum</i>	Cajuí	0,0868
	<i>Aniba burchellii</i>	Louro canela	0,0197
	<i>Aspidosperma exalatum</i>	Araracanga	0,0202
	<i>Aspidosperma excelsum</i>	Carapanaúba	0,4146
	<i>Campsiandra comosa var</i>	Acapurana	0,0203
	<i>Candolleodendron sp.</i>	Fava	0,1495
	<i>Caryocar glabrum</i>	Piquiarana	0,0741
	<i>Couepia excelsa</i>	Achuá	0,1953
	<i>Couma guianensis</i>	Sorveira	0,0747
	<i>Couratari guianensis</i>	Tauarí	0,2684
	<i>Croton sp.</i>	Pau de índio	0,0344
	<i>Dacryodes nitens</i>	Breu	0,1645
	<i>Ecclinusa lanceolata</i>	Abiu folha grande	0,3216
	<i>Elizabetha bicolor</i>	Boa macaca	0,0038
	<i>Eperua schomburgkiana</i>	Apá	0,5373
	<i>Eschweilera coriacea</i>	Matamatá branco	0,7528
	<i>Eschweilera grandiflora</i>	Matamatá preto	0,0064
	<i>Eugenia sp.</i>	Goiabinha	0,1443
	<i>Geissospermum sericeum</i>	Quina	0,0346
	<i>Guarea carinata</i>	Andirobarana	0,0956
	<i>Guatteria sp.</i>	Envira preta	0,0662
	<i>Helicostylis sp.</i>	Inharé	0,0231
	<i>Hymenaea parvifolia</i>	Jutaí	0,0433
	<i>Inga auristellae</i>	Ingá vermelho	1,3599
	<i>Inga gracilifolia</i>	Ingá folha miúda	0,0129
	<i>Inga paraensis</i>	Ingá xixica	0,1385
	<i>Inga sp, 1</i>	Ingá	0,1537
	<i>Inga sp, 2</i>	Ingá branco	0,4215
	<i>Iryanthera grandis</i>	Ucuuba casca de vidro	0,0733
	<i>Jacaranda copaia</i>	Parapará	0,0070
<i>Lecythis lúrida</i>	Jarana	0,1503	
<i>Lecythis pisonis</i>	Sapucaia	0,0568	
<i>Lecythis poiteaui</i>	Jarana amarela	0,0138	
<i>Licania canescens</i>	Cariperana, Casca seca	0,3043	

Continua...

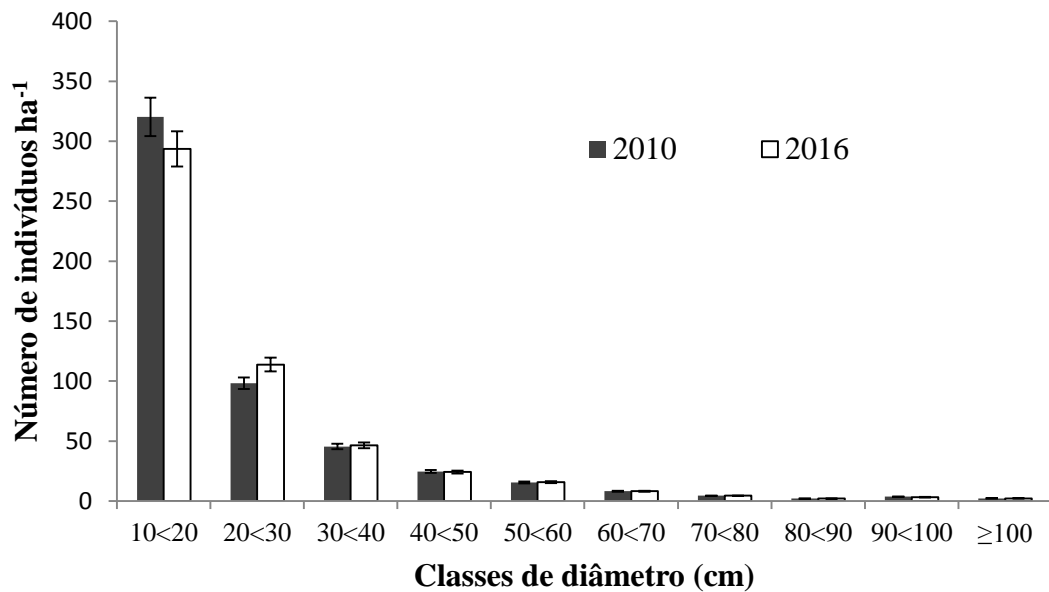
GVM	Nome científico	Nome Vulgar	IPAv médio 2010-2016 (m ³ .ha)
	<i>Licania octandra</i>	Pintadinho	0,1604
	<i>Licaria cannella</i>	Louro preto	0,0434
	<i>Manilkara sp.</i>	Maparajuba	0,0198
	<i>Micropholis acutangula</i>	Abiu Guajará	0,4490
	<i>Micropholis longipedicellata</i>	Abiu folha pequena	0,2250
	<i>Micropholis venulosa</i>	Abiu acariquara	0,4684
	<i>Minuartia guianensis</i>	Acariquara	0,0942
5	<i>Mouriri apiranga</i>	Meraúba	0,4085
	<i>Myrcia fallax</i>	Murta	0,0162
	<i>Neoxythece elegans</i>	Abiu, abiu branco	0,1039
	<i>Ocotea aciphylla</i>	Louro amarelo	0,0565
	<i>Ocotea amazonica</i>	Louro branco	0,2240
	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Ucuubarana	0,4005
	<i>Oxandra acuminata</i>	Envira vermelha	0,0024
	<i>Pachira sp.</i>	Mamorana	0,0019
	<i>Parinari sp.</i>	Pranari	0,2826
	<i>Parkia gigantocarpa</i>	Fava esponja, Atanã	0,0215
	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Timborana	0,0444
	<i>Pourouma heterophylla</i>	Embaúba pata de anta	0,2537
	<i>Pourouma minor</i>	Embaúba branca	0,2202
	<i>Pourouma ovata</i>	Embaúba	0,9590
	<i>Pouteria caimito</i>	Abiu folha média	0,1518
	<i>Pouteria engleri</i>	Abiu casca fina	0,2131
	<i>Pouteria sp.1</i>	Abiurana	1,0013
	<i>Pouteria sp. 2</i>	Abiu folha fina	0,0237
	<i>Pouteria sp. 3</i>	Abiu folha marrom	0,0258
	<i>Protium decandrum</i>	Breu vermelho	0,5563
	<i>Protium pernervatum</i>	Breu folha grande	0,0479
	<i>Protium tenuifolium</i>	Breu branco	0,8621
	<i>Sacoglottis guianensis</i>	Uxirana	0,1818
	<i>Sclerolobium melanocarpum</i>	Taxi vermelho	0,8521
	<i>Simarouba amara</i>	Marupá	0,0702
	<i>Sloanea sp.</i>	Urucurana	0,0315
	<i>Sterculia pilosa</i>	Capoteiro	0,6080
	<i>Tachigali sp.</i>	Taxi	0,0921
	<i>Tapirira guianensis</i>	Tatapiririca	0,1053
	<i>Tovomita sp.</i>	Manguirana	0,0037
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	Breu sucuruba	0,2485
	<i>Virola michelii</i>	Ucuuba branca	0,1719
	<i>Vochysia guianensis</i>	Quaruba branca	0,0749
	<i>Vochysia maxima</i>	Quaruba vermelha	0,1433
	<i>Vochysia sp.</i>	Quaruba	0,0402

*1- Menor valor comercial; 2- Alto valor comercial; 3- Reconhecido valor comercial; 4- Comumente comercializada; 5- Comercialização local.

4.3 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Durante as ocasiões de monitoramento, para a distribuição do número de árvores por classe diamétrica, com amplitude de 10 cm, foi verificada a distribuição em forma exponencial negativo, também conhecido como “J” invertido (Figura 3), como esperado para as florestas inequiana, com alta proporção de árvores com DAP < 30 cm.

Figura 3 – Distribuição do número de indivíduos em distintas classes diamétricas e desvio padrão em porcentagem para a Floresta Estadual do Amapá.



É possível verificar uma redução no número de indivíduos na primeira classe de diâmetro (10<20 cm) e um aumento no número de indivíduos nos intervalos de classes entre 20<30 cm. Como a floresta inequiana é caracterizada por um decréscimo na frequência de árvores à medida que os diâmetros das árvores aumentam, é esperado que as frequências de mortalidade fossem maiores nas classes de diâmetro inferiores.

O decréscimo no número de indivíduos para o período de 2010-2016 na primeira classe de diâmetro (10<20 cm) também pode ser explicado pela maior taxa de mortalidade na classe de diâmetro de 90<100 (12,50%) (Tabela 9), visto que conforme estudo realizado por Johns et al. (1998) a morte e queda de indivíduos de grande porte pode danificar até 25 árvores com DAP maior que 10 cm promovendo grande mortalidade em consequência de quebra do caule e copa. Assim, este fato, pode estar contribuindo para superioridade da taxa anual de mortalidade do povoamento.

Tabela 9 – Taxa de recrutamento, mortalidade e de incremento periódico anual percentual em diâmetro (IPAD) e por classe diamétrica (CD) na Floresta Estadual do Amapá.

C.D.	Taxa de recrutamento	Taxa de Mortalidade	IPAD%	Média de IPAD cm.ano ⁻¹
10-20	8,17	6,94	11,70	0,20
20-30	26,53	5,79	6,85	0,30
30-40	17,24	7,75	2,44	0,27
40-50	14,04	4,13	1,17	0,24
50-60	17,72	6,32	0,73	0,23
60-70	17,07	12,19	0,37	0,23
70-80	9,09	4,54	0,18	0,21
80-90	10,00	0,00	0,08	0,20
90-100	6,25	12,50	0,09	0,15
≥100	9,09	9,09	0,13	0,30

No entanto, como ocorre uma migração de indivíduos entre as classes diamétricas e a floresta mantém sua estrutura diamétrica e dinâmica natural, logo as maiores taxas de mortalidade serão compensadas pela renovação da floresta, a partir da competição, bem como do rápido crescimento de algumas espécies.

Essa migração entre as classes diamétricas foi encontrada em muitos estudos, entre eles, no estudo de Schaaf et al. (2006) avaliando a modificação estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista em um período de 21 anos, e concluíram que a frequência de indivíduos nas classes diamétricas superiores (acima de 50 cm) aumentou significativamente ao fim do período estudado, indicando que a tendência do crescimento da floresta natural como um todo é o “avanço” paulatino às classes superiores, dependendo, é claro, de estratégias de competição, sobrevivência, posição sociológica, entre outras. Os autores também concluíram que se uma espécie tem poucos indivíduos nas classes inferiores, mas que apresentam melhores estratégias de adaptação é bem provável que tal espécie se mantenha na floresta. No entanto, uma espécie na qual grande parte dos indivíduos esteja sujeita a morrer devido à competição necessita apresentar grande frequência nas classes diamétricas inferiores para ter alguma chance de sobreviver na comunidade.

Foi observado que as maiores taxas de mortalidade ocorreram nas populações de *Eperua schomburgkiana* (16,25%), *Inga auristellae* (16,14%) e *Nectandra rubra* (19,31%) sendo que essas mortes ocorreram em maior proporção nas primeiras classes de diâmetro. Já as maiores taxas de recrutamento ocorreram nas populações da *Eschweilera coriacea* (36,02%), *Goupia glabra* (30%) e *Ocotea amazonica* (27,94%). Essas espécies também apresentaram maiores densidades, contribuindo com maiores taxas de mortalidade e recrutamento. Shen et al. (2013) e Batista et al. (2016) também mencionam que populações

com maiores densidades foram as que mais contribuíram com as taxas de mortalidade, demonstrando assim a concorrência intraespecífica entre as espécies.

Para as espécies que apresentaram taxas de recrutamento em várias classes diamétricas, existem indícios que essas estão mais adaptadas aos sítios, com recrutamento dos estratos inferiores aos superiores da floresta. No caso deste estudo a *Eschweilera coriacea* e *Inga auristellae* apresentaram esse comportamento presente na maioria das classes, indicando que a probabilidade de sobrevivência dos indivíduos dessas espécies é maior, pois apresentaram maiores densidade e frequência nas classes diamétricas inferiores.

O estudo da estrutura de florestas naturais da Amazônia, considerando mortalidade e sobrevivência por classe diamétrica é uma importante ferramenta que permite auxiliar na condução da floresta, sendo importantes na determinação da intensidade de corte e na manutenção da capacidade de sustentação da produção, além de fornecer informações auxiliares para a tomada de decisão do ponto de vista da produção (SOUZA et al., 2006).

Vale ressaltar, a importância de estudos que avaliem a estrutura diamétrica, associado à temporalização das classes, e a incorporação dos dados de crescimento das espécies, pois, propiciam uma análise mais concreta sobre os limites dos ciclos na produção ótima (BRAZ et al., 2015).

4.4 DIMENSÕES DA UNIDADE AMOSTRAL: PRECISÃO E EFICIÊNCIA RELATIVA

Todos os tamanhos de parcelas testadas para a estimativas das variáveis analisadas foram mais eficientes que a unidade considerada como padrão (100 m x 100 m), além disto, para as variáveis de incremento, esta apresentou erro amostral superior ao preestabelecido (Tabela 10).

Tabela 10 – Resultados da eficiência relativa para cada dimensão das parcelas na estimativa das variáveis de interesse analisadas para a tipologia florestal de Floresta Ombrófila Densa de Terra.

Variável	Parcelas	Área (m ²)	Tempo (h)	CV%	N	EA %	n	ER
IPAD	T1 (100 m x 100 m)	10000	8,54	12,8	5	12,20	8	1,00
	T2 (20 m x 20 m)	400	0,38	32,39	60	6,99	30	10,4
	T3 (20 m x 40 m)	800	0,78	26,65	30	8,27	21	6,15
	T4 (30 m x 40 m)	1200	1,13	32,69	20	12,38	31	1,92
	T5 (20 m x 60 m)	1200	1,04	19,69	20	7,61	12	8,77
	T6 (40 m x 40 m)	1600	1,47	18,49	15	8,41	11	6,12
IPAG	T1 (100 m x 100 m)	10000	8,54	16,45	5	15,69	12	1,00
	T2 (20 m x 20 m)	400	0,38	39,62	60	8,55	44	11,2
	T3 (20 m x 40 m)	800	0,78	30,15	30	9,35	26	8,47
	T4 (30 m x 40 m)	1200	1,13	39,14	20	13,20	35	3,07
	T5 (20 m x 60 m)	1200	1,04	24,99	20	9,66	19	8,42
	T6 (40 m x 40 m)	1600	1,47	20,48	15	9,32	13	9,02
IPAV	T1 (100 m x 100 m)	10000	8,54	18,02	5	17,18	15	1,00
	T2 (20 m x 20 m)	400	0,38	45	60	9,71	57	10,4
	T3 (20 m x 40 m)	800	0,78	33,34	30	10,35	32	8,51
	T4 (30 m x 40 m)	1200	1,13	36,51	20	14,12	40	3,44
	T5 (20 m x 60 m)	1200	1,04	28,65	20	11,08	25	7,63
	T6 (40 m x 40 m)	1600	1,47	21,15	15	9,78	14	10,9
G₁₆	T1 (100 m x 100 m)	10000	8,54	8,42	5	8,02	4	1,00
	T2 (20 m x 20 m)	400	0,38	45,46	60	9,81	58	1,26
	T3 (20 m x 40 m)	800	0,78	29,59	30	9,18	25	1,53
	T4 (30 m x 40 m)	1200	1,13	35,88	20	13,87	38	0,45
	T5 (20 m x 60 m)	1200	1,04	29,18	20	11,28	25	0,93
	T6 (40 m x 40 m)	1600	1,47	20,54	15	9,34	13	1,53
V₁₆	T1 (100 m x 100 m)	10000	8,54	9,98	5	9,51	5	1,00
	T2 (20 m x 20 m)	400	0,38	51,85	60	11,19	75	1,27
	T3 (20 m x 40 m)	800	0,78	35,03	30	10,88	35	1,36
	T4 (30 m x 40 m)	1200	1,13	41,77	20	16,15	52	0,42
	T5 (20 m x 60 m)	1200	1,04	32,84	20	12,70	32	0,96
	T6 (40 m x 40 m)	1600	1,47	24,14	15	10,98	18	1,39

*N = número de unidades totais alocadas; EA% = erro amostral calculado; n = número de unidades necessárias; ER = eficiência relativa; IPAD (incremento periódico anual em diâmetro); IPAG (incremento periódico anual em área basal); IPAV (incremento periódico anual em volume); G₁₆ (área basal de 2016); V₁₆ (volume de 2016).

Conforme os resultados supracitados foram verificados que para uma mesma área amostrada com as parcelas teste (2400 m² = 2,4 ha), os menores erros amostrais nas estimativas de incremento foram obtidos com parcelas menores (400 m²), seguida das de 800 m² e 1600 m², enquanto que, para a avaliação dos estoques das variáveis V e G, as parcelas padrões de 1ha permitiram obter maior precisão.

Conforme Miranda et al. (2015), a precisão do método não está diretamente associada à eficiência relativa, ou seja, a dimensão que obteve os melhores resultados para a precisão, não precisa necessariamente apresentar os melhores resultados para a eficiência relativa.

Para a eficiência relativa na estimativa das variáveis de crescimento Incremento Periódico Anual em Diâmetro (IPAD), Área basal (IPAG) e Volume (IPAV) a dimensão de forma quadrada 20 m x 20 m (400 m²) foi a que apresentou maior eficiência relativa ($ER_{IPAD}=10,45$; $ER_{IPAG}=11,24$ respectivamente), com exceção da variável IPAV, na qual a dimensão mais eficiente foi a de 1600 m² (40 m x 40 m), com eficiência de $ER_V = 10,93$.

Para as variáveis IPAD e IPAG, a maior eficiência da unidade de 20 m x 20 m está relacionada ao menor tempo médio de medição e ao menor erro amostral em relação às demais dimensões, pois apesar de exigirem número maior de unidades amostrais, o tempo médio de medição e o menor erro cometido determinaram sua maior eficiência. Em relação a variável IPAV a unidade de 40 m x 40 m teve maior eficiência em consequência do seu menor número de unidades amostrais em relação as demais, além de menor erro e menor tempo médio de medição em relação a unidade padrão de 1 ha (100 m x 100 m).

Considerando as variáveis de estoque, Área basal (G_{16}) e Volume (V_{16}) as parcelas que apresentaram maior eficiência relativa foram as de 800 m² (20 m x 40 m) e 1600 m² (40 m x 40 m). Para a variável G, ambas as dimensões apresentaram o mesmo valor de eficiência relativa ($ER_{G16}=1,53$). Para a variável V, a de 40 m x 40 m apresentou maior eficiência relativa ($ER_{V16}=1,39$) seguida da de 20 m x 40 m ($ER_{V16}=1,36$). A maior eficiência relativa dessas unidades amostrais esta relacionada aos seus menores erros amostrais e ao menor número de parcelas, sendo esses fatores determinantes na eficiência das mesmas. Logo as parcelas de 20 m x 40 m e 40 m x 40 m podem ser consideradas as mais eficientes para estimação dessas variáveis.

Estas informações mostram que parcelas menores, compensam em termos de esforço de área amostrada, e conseqüentemente em tempo, mão-de-obra e recursos financeiros. É claro que ao determinar o uso de pequenas parcelas, maior será a quantidade de unidades amostrais a serem alocadas no local, mas ainda assim terá menor área absoluta a ser inventariada.

Vasconcelos (1990) menciona que unidades menores são mais eficientes que as grandes, sendo que um grande número de parcelas pequenas representa melhor a variação de uma população que um pequeno número de parcelas grandes, e que por praticidade e custo, é conveniente adotar o menor tamanho de parcela, por oferecer estimativas com menor tempo e baixo custo financeiro sem implicar em prejuízo ao processo de amostragem.

Dentre as pesquisas de dimensões de unidades amostrais realizados para a região da Amazônia, o resultado deste estudo corrobora o de Oliveira et al. (2014) avaliando a variável área basal que também encontraram a parcela 20 m x 40 m (800 m²) para o mesmo nível de inclusão (DAP \geq 10 cm) como a mais eficiente, pois foi a parcela mais precisa e ainda reduziu o tempo de implantação. Porém para o mesmo nível de inclusão (DAP \geq 10 cm), mas estimando o estoque de carbono da parte aérea lenhosa para fitofisionomias florestais da floresta Amazônica, Viana et al. (2010) encontrou como tamanho ótimo de unidade amostral o de 10 m x 200 m (2000 m²).

Considerando outros níveis de inclusão, ainda em estudos realizados na Amazônia, também foram encontrados resultados distintos como o estudo de Silva (1980) que encontrou unidades amostrais de 900 m² (30 m x 30 m) para indivíduos com DAP entre 15 e 44,9 cm e 2.500 m² (50 m x 50 m) para indivíduos com DAP \geq 45 cm. Já para Ubialli et al. (2009) para oito grupos de espécies e para espécies individuais com DAP \geq 30 cm recomendam as parcelas de 2500 m² (125 m x 20 m). Por fim Cavalcanti et al. (2009) mencionam que para indivíduos arbóreos com DAP \geq 40 cm, a área ideal é de 20000 m² (50 m x 400 m).

É possível verificar facilmente que objetivos distintos exigem operações amostrais também distintas. Para Goffe (2015) a dimensão ideal de parcela deve ser definida pela variável de maior variabilidade nos casos em que mais de uma variável de interesse é avaliada. Levando em conta todas as características e circunstância do local a ser inventariado se chega a uma dimensão que atenda adequadamente a todas as variáveis de interesse.

Neste contexto, considerando os desempenhos das diferentes dimensões das unidades amostrais para as diferentes variáveis quanto a sua eficiência relativa, precisão e tempo médio de medição e conseqüentemente custos, para as variáveis de incremento e estoque a parcela quadrada de 20 m x 20 m e 40 m x 40 m podem ser as mais indicadas para avaliar os inventários florestais contínuos na região, em tipologia florestal semelhante e mesmo nível de inclusão, visto que variabilidade e dinâmica dos fatores que regulam a produtividade de plantas na floresta Amazônica não permitem estabelecer regras de aplicação geral.

A indicação destas unidades para os inventários contínuos da região, pode se tornar uma alternativa importante para ser utilizada em inventário de monitoramento na região de estudo, visto que possibilita inventariar as diversas condições de variação da população com precisão e eficiência, bem como obter uma série de informações imprescindíveis aos planos de manejo da região.

Vale ressaltar que parcelas menores exigem maiores números de parcelas, mesmo assim, existe uma compensação pelo menor tempo médio de medição em relação às parcelas de maiores áreas. Desta forma, para escolha da dimensão de parcela, é preferível uma parcela grande para incluir um número representativo de árvores, mas também pequena para garantir o tempo mínimo de medição (HIGUCHI et al., 1982).

Para o planejamento das empresas que realizam o manejo florestal, as informações das características das áreas sobre as quais as espécies estão crescendo e se desenvolvendo são de extrema importância. Porém, muitas deixam de acompanhar pelos custos, que na maioria dos casos são elevados. Portanto, para acompanhar o crescimento da floresta remanescente da vegetação arbórea, mas especificamente suas taxas de incremento ao longo dos anos, a escolha de dimensões pequenas para seu acompanhamento podem ser uma alternativa mais viável e com informações confiáveis para a estimativa destas variáveis.

5 CONCLUSÃO

No período de 2010 a 2016, a floresta de terra firme analisada apresentou uma mortalidade superior ao recrutamento, no entanto, apresentou crescimento em área basal e volume e diâmetro médio, e o aumento de três espécies.

As taxas de incremento periódico anual para as variáveis diâmetro, área basal e volume, foram de acordo aos encontrados em outros estudos realizados em Floresta de Terra Firme na Amazônia, e indicaram um potencial volumétrico para fins de manejo, com estimativas superiores a permitida nas bases legais da política florestal brasileira.

Foi constatado valor de crescimento em volume diferenciado por espécie e por grupo de valor madeireiro, sendo que algumas espécies apresentaram valores de incremento periódico anual em volume acima ao estabelecido na legislação ($0,86\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$).

Em relação à parcela padrão de 1 ha (100 m x 100 m) as parcelas com dimensões de 400 m² (20 m x 20 m) na avaliação da variáveis de crescimento (Incremento periódico anual em diâmetro, área basal e volume) e 1600 m² (40 m x 40 m) para as variáveis de estoque (área basal e volume) obtiveram melhores resultados considerando os desempenhos dos diferentes tamanhos e formas das unidades amostrais testadas neste estudo quanto a sua eficiência relativa. Dependendo da finalidade do inventário, como aqueles com alto rigor quantitativo para as variáveis de estoque, pode-se optar pelo método mais preciso, na qual se recomenda a parcela padrão. Já para o acompanhamento das variáveis de crescimento, recomendam-se parcelas de 20 m x 20 m.

REFERÊNCIAS

- ALDER, D.; SILVA, J. N. M. An empirical cohort model for management of Terra Firme forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 130, p. 141-157, 1999.
- ALDER, D.; SILVA, J. N. M. Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na Floresta nacional de Tapajós com auxílio do modelo de crescimento CAFOGROM. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. C. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa-DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, p. 325-337, 2001.
- ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. O. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, Comunidade Santo Antônio, município de Santarém, Estado do Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.
- ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; GARCIA-BARRIOS, R. Seed and forest dynamics: a theoretical framework and an example from the Neotropics. **American Naturalist**, Chicago, v.137, n.2, p.133 -154. 1991.
- ALVES, J. C. Z.; MIRANDA, I. S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de Terra Firme aplicada ao manejo florestal. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 657-666, 2008.
- AMARAL, M. R. M. **Dinâmica do crescimento de espécies comerciais remanescentes, em áreas exploradas experimentalmente, em diferentes intensidades de corte na Amazônia Central**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestre em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- APARÍCIO, P. S. **Subsídios para o manejo sustentável na floresta estadual do Amapá: estrutura e dinâmica**. 2013. 138 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. Na update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 16, p. 105 - 121, 2009.
- AUGUSTYNCZIK, A. L. D. **Avaliação do tamanho de parcelas e intensidades de amostragem para a estimativa de estoque e estrutura horizontal em um fragmento de floresta ombrófila mista**. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 361-368, set. 2013.
- AZEVEDO, C. P. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação**. 2006. 254 f. Tese (Doutor em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 277-293, abr./jun. 2008.

BAIS, C. R. **Tamanho de parcelas para quantificação de biomassa e carbono em uma floresta ombrófila densa na Mata Atlântica**. 2008. 75f. Dissertação (Mestre em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BARTH FILHO, N. **Monitoramento do crescimento e da produção em floresta ombrófila mista com uso de parcelas permanentes**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BATISTA, A. P. B.; RODAL, M. J. N.; SILVA, J. A. A.; SILVA, A. C. B. L.; ALVES JUNIOR, F. T.; MELLO, J. M. Dynamics and prediction of diametric structure in two Atlantic forest fragments in north eastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.40, n.2, p.307-317, 2016.

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

BRASIL. **Decreto N° 3325, 17 de junho de 2013. Regulamenta a exploração de florestas nativas e formação sucessoras de domínio público e privado, inclusive em reserva legal no estado do Amapá**. 2013. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=256200>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

BRASIL. **Decreto N° 6.063, DE 20 de Março de 2007**. Regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da Lei no 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.htm>. Acesso em: 20 de setembro 2016.

BRASIL. **Instrução normativa N° 5, de 11 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 238, 13 dez. 2006. Seção 1. p.155-158.

BRASIL. **Norma de Execução N° 1, de 24 de abril de 2007**. Institui, no âmbito desta Autarquia, as Diretrizes Técnicas para Elaboração dos Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS de que trata o art. 19 da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 83, 2 maio 2007. Seção 1. p.91.

BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P.; SELLE, G. L.; THAINES, F.; RIBAS, L. A.; VUADEN, E. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 137-145, 2012.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; THAINES, F.; MADRON, L. D.; GARRASTAZU, M. C.; CANETTI, A.; OLIVEIRA, M. V. N. D'. Criteria to be considered to achieve a sustainable second cycle in Amazon Forest. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 209-225, 2015.

CAMPOS, J. C. C., LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 605 p.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL. **Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1997. p. 43-55.

CARVALHO, J.O.P.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J.DO C.A. Growth rate a terra firme rain forest in brazilian Amazônia over a eight-year period in response to logging. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 209-217, 2004.

CARVALHO, F. A.; FAGG, C.W.; FELFILI, J. M. Dinâmica populacional de *Acacia tenuifolia* (L.) Willd. em uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 297-306, jun. 2010.

CARDOSO, M. F. **Comparação dos métodos de amostragem de área fixa e prodan em um povoamento de *Pinus sp.* com 45 anos**. 2015, 63 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba.

CASTRO, T. da C.; CARVALHO, J. O. P. **Dinâmica das populações de *Abius* em área sob manejo na floresta nacional do Tapajós, PA**: Estudos desenvolvidos pelo Projeto PETECO. Trabalho apresentado no VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, Amazônia, 2008.

CAVALCANTI, F. J. B.; MACHADO, S. A.; OSOKAWA, R. T.; Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da Amazônia. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 207-214, jan./mar. 2009.

CESARO, A.; ENGEL, O. A.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Comparação dos métodos de amostragem de área fixa, relascopia, e de seis árvores, quanto a eficiência, no inventário florestal de um povoamento de *Pinus sp.* **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, n.1, p. 97-108, 1994.

COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S.; HIGUCHI, N.; TRAVAGIN, D. P.; ASSUMPCÃO, J. V. L. Incremento, ingresso e mortalidade em uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional em Marcelândia, Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 549-556, 2010.

CORAIOLA, M. **Dinâmica de uma floresta estacional semidecidual - MG: abordagem com processos de amostragem em múltiplas ocasiões**. 2003. 183 f. (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

COUTO, H. T.; BATISTA, J. L. F.; RODRIGUES, L. C. E. **Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas**. Documentos florestais, Piracicaba, v.5, 1989.

CUNHA, U. S.; MACHADO, S. A.; FIGUEREIDO FILHO, A. Avaliação de erros não amostrais das variáveis localização (xi, yi) e diâmetro (cm) em inventários comerciais a 100% na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v. 9, n. 1, p. 26-37, 2002.

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

DRUSZCZ, J.P.; NAKAJIMA, N. Y.; PÉLLICO NETTO, S.; MACHADO, S. A.; BAMBERG, R. Eficiência de inventário florestal utilizando parcela circular *versus* conglomerado em linha. **Unoesc & Ciência** - ACET, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 197-208, 2013.

FARIAS, L.L. **Tamanho de parcela amostral para inventários de espécies não madeiras da Amazônia Central**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

FELFILI, J. M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six-year period (1985- 1991). **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.11, p. 67-83, 1995.

FELFILI, M. F.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, 55 p. 2005.

FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG**. 1997. 208 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FONSECA, M. G.; VIDAL, E.; SANTOS, F. A. M. Efeito da exploração madeireira sobre o número de indivíduos férteis de três espécies arbóreas comerciais na Amazônia oriental, **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 681 – 686, 2008.

FONTES, C. G. **Revelando as causas e a distribuição temporal da mortalidade arbórea em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. 2012. 63 f. Dissertação (mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

FRESE, F. **Elementary Forest Sampling**. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture Handbook, n. 232, 91 p. 1962.

FURTADO, S. C. **Dinâmica de uma floresta sob regime de manejo sustentável em escala empresarial na Amazônia Ocidental**. 79 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

GOFFE, R. F. **Determinação de tamanhos de parcelas para otimização amostral em remanescentes de florestas nativas em Itatinga – SP**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento De florestas tropicais primária e secundária no estado do Amapá**. 1997. 179 f. Dissertação (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

GOUVEIA, D. M. **Dinâmica e estrutura de espécies arbóreas após a exploração madeireira na floresta nacional do Tapajós**. 2015, 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

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

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; FREITAS, J.V.; VIEIRA, G.; CÖIC, A.; MINETTE, L.J. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra-Firme Manejada Experimentalmente In: **Biomassa de Nutrientes Florestais**. INPA/DFID. p. 89-132, 1997.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. P. DA; ROCHA, R. DE M.; TRIBUZY, E. S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, 2004.

HIGUCHI, P. OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SILVA, A. C.; MACHADO, E. L. M.; SANTOS, R. M.; PIFANO, D. S. Dinâmica da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual/montana em Lavras, Minas Gerais, em diferentes classes de solos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 1, n. 32, p. 417-426, 2008.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N.; HIGUCHI, F. G.; CHAMBERS, J. Q. A floresta amazônica e a água da chuva. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2011.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2012.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DO AMAPÁ. **Relatório de Inventário Florestal Amostral da Floresta Estadual do Amapá**. Macapá, 2009.

IEPA - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE/Equipe Técnica do ZEE-AP**, Macapá, 2008.

IGNÁCIO, S. A. **Precisão e eficiência de processos de subamostragem com unidades primárias de tamanhos desiguais em inventários de plantações de *Eucalyptus* sp.** 2001. 275 f. Tese (Doutor em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

JOHNS, J. S.; BARRETO, P.; UHL, C. **Os danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia Oriental**. Belém: IMAZON, 1998. 40p. (Série Amazônia, 16).

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOH, P. V.; MELO, M. M. R. F. (Org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, Viçosa: UFV, v.1, p.156-173, 2011.

KOHLER, P.; DITZER, T.; ONG, R. C.; HUTH, Comparison of measured and modelled growth on permanent plots in Sabahs rain forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 144, n.1-3, p. 101-111, 2001.

LIMA, A. J. N. **Avaliação de um sistema de inventário florestal Contínuo em áreas manejadas e não manejadas do Estado do Amazonas (AM)**. 2010. 183 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 250-261, 2010.

MACHADO, E. L. M. **Heterogeneidade temporal e espacial de comunidades arbóreas fragmentadas na região do Alto Rio Grande, MG**. 2008, 55 p. Tese (Doutor em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de uso diferentes no nordeste do Pará-Brasil**. 2004, 116 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba.

MELLO, A. A. **Estudo silvicultural e da viabilidade econômica do manejo da vegetação do cerrado**. 1999. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. **Inventário florestal: Programas de Estudo**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2001.

MIRANDA, D. L. C.; FRANCO, J.; SANTOS, J. P. SANQUETTA, C.R., DALLA CORTE, A. P. Precisão e eficiência relativa de métodos de amostragem em teca. **Pesquisa Floresta Brasileira**, Colombo, v.35, n.83, p. 247-254, 2015.

MOBOT - MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em:
<<http://mobot.mobot.org/w3t/search/vas.htm>>. Acesso em: 2 Set. de 2016.

MOGNON, F.; DALLAGNOL, F.; SANQUETTA, C.; CORTE, A. P.; MASS, G. Uma década de dinâmica florística e fitossociológica em floresta ombrófila mista Montana no sul do Paraná. **Revista de estudos ambientais**, v. 14, n.1 ed. esp, p. 43 – 59, 2012.

MÜLLER, V.R. **Análise comparativa de parcelas para amostragem da florística e produção de vegetação lenhosa em área de cerrado sensu stricto**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília.

NEGRÓN-JUÁREZ, R. et al. Widespread Amazon forest tree mortality from a single cross-basins qualllineevent. **Geophysical Research Letters**, v. 37, p.1-5, 2010.

ODA-SOUZA, M.; BATISTA, J. L. F.; RIBEIRO JR, P. J.; RODRIGUES, R. R. Influência do tamanho e forma da unidade amostral sobre a estrutura de dependência espacial em quatro formações florestais do estado de São Paulo. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 849-860, out./dez. 2010.

OLIVEIRA, Y. M. M. **Relatório Diagnóstico e Caracterização do Sistema Nacional de Parcelas Permanentes**. Colombo – PR. 2004.

OLIVEIRA, Y. M. M. et al. **Sistema nacional de parcelas permanentes: Proposta de modelo metodológico** – [Recurso eletrônico]. Colombo: Embrapa Florestas, 21. ed. 2005.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p.62-76, 2005.

OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 177-182, 2006.

OLIVEIRA, M. M.; HIGUCHI, N.; CELES, C. H.; HIGUCHI, F. G. Tamanho e formas de parcelas para inventários florestais de espécies arbóreas na Amazônia central. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 645-653, 2014.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 316 p.

PÉLLICO NETTO, S.; TELLO, J. C. R.; WANDRESEN R. R. Size and Shape of Sample Units in Native Forests and Plantations. **Open Journal of Forestry**, n. 4, p. 379-389, 2014.

PINTO, A. C. M. **Dinâmica de uma floresta de terra firme manejada experimentalmente na região de Manaus (AM)**. 2008. 182 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

PLANO ANUAL DE OUTORGA FLORESTAL DO ESTADO DO AMAPÁ – **PAOF 2017**/ Instituto Estadual de Florestas do Amapá. Macapá/AP:IEF, 2016.

QUEIROZ, W. T. **Técnicas de Amostragem em Inventário Florestal nos Trópicos**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1998.

REDE DE MONITORAMENTO DA DINÂMICA DE FLORESTAS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA. **REDEFLOR**, Disponível em: <http://redeflor.net/index.php?option=com_content&view=article&id=170&Itemid=293>. Acesso em 15 de Setembro de 2016.

REES, M.; CONDIT, R.; CRAWLEY, M.; PACALA, S ; TILMAN, D. Long-term studies of vegetation dynamics. **Science**, v. 293, p. 650-658, 2001.

ROCHA, R. M. **Taxas de recrutamento e mortalidade da floresta de terra firme da bacia do Rio Cuieiras na região de Manaus – AM**. 2001. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto de Pesquisas da Amazônia/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

ROSSI, L. M. B.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. Modelagem de mortalidade em florestas naturais. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 275-291, 2007.

SANQUETTA, C. R.. Manual para instalação e medição de parcelas permanentes nos biomas Mata Atlântica e Pampa - Curitiba: 2008.

SANQUETTA, C. R. et al. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 65-78, 1996.

SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; CORTE A.P.D.; RODRIGUES, L.A. **Inventários florestais: planejamento e execução**. Curitiba: UFPR, 3ª Ed. 2014.

SCHAAF, L. B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 283-295, mar./abr. 2006.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2ª ed. Santa Maria: FACOS/ UFSM, 2008, 560 p.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequiâneas heterogêneas**. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2000.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. de. **Inventário Florestal**. Lavras: UFLA/Faepe, 2006. 561 p.

SHEN, Y. et al. Forest dynamics of a subtropical monsoon forest in Dinghushan, China: recruitment, mortality and the pace of community change. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.29, n. 1, p.131-145, 2013.

SILVA, J. N. M. **The behavior of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. D. Phil thesis. Oxford University. Oxford. 1989.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P., LOPES, J. C. A., ALMEIDA, B. F., COSTA, D. H. M., OLIVEIRA, L. C., VANCLAY, J. K. E SKOVSGAARD, J. P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 71, p. 267-274, 1995.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, R. P., OLIVEIRA, L. C. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Review**, v. 75 n. 4, p. 325–329, 1996.

SILVA, J.N.M. **Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na região do Baixo Tapajós**. 1980. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, J.N.M. et al. **Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará. 2005.

SILVA, K. E.; SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 193-201, mar. 2015.

SILVA, R.P. **Padrões de crescimento de árvores que ocorrem em diferentes topossequências na região de Manaus**. 2001. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SNIF - **Sistema Nacional de Informações Florestais**. Serviço Florestal Brasileiro, v. 1, ed. 1, (Boletim Técnico), Dezembro, 2016.

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

SOUZA, C. A. S. et al. Floresta Amazônica: conceitos fundamentais. In: HIGUCHI, M. I. G.; HIGUCHI, N. (Orgs.) **A floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental**. 2. ed.rev. e ampl. Manaus: Edição do Autor, p. 41-69, 2012 a.

SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B.; SILVA, K.E., SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 4, p. 501 – 506, 2012 b.

SOUZA, D. R. et al. Análise estrutural em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 75-87, jan./fev. 2006.

SOUZA, E. B.; CUNHA, A. C. Climatologia de Precipitação no Amapá e Mecanismos Climáticos de Grande Escala. In: CUNHA, A. C.; SOUZA, E. B., et al (Ed.). **Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá**. Macapá: IEPA, p.216 p, 2010.

SOUZA, D. V. et al. Crescimento de espécies arbóreas em uma floresta natural de terra firme após a colheita de madeira e tratamentos silviculturais, no município de Paragominas, Pará, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.25, n.4, , 2015.

SOUZA, M. A. S. **Dinâmica e produção de uma floresta sob regime de Manejo sustentável na amazônia central**. 2015. 102 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SWAINE, M. D. ; LIEBERMAN , DIANA .; PUTZ , F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a Review. **Journal of Tropical Ecology**, v. 3, ed.4, p. 359 – 366, 1987.

TEIXEIRA, L. M.; CHAMBERS, J. Q.; SILVA, A. R.; LIMA, A. J. N.; CARNEIRO, V. M. C.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**, Manau, v. 37, n. 3, p 377 – 384. 2007.

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

VASCONCELOS, A. J. N. **Otimização de parcelas em levantamentos botânicos em áreas de solos brunos não cálcicos do Estado de Pernambuco**. 1990. 106 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VATRAZ, S.; CARVALHO, J. O. P.; GOMES, J. M.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R. Efeitos de tratamentos silviculturais sobre o crescimento de *Laetia procera* (Poepp.) Eichler em Paragominas, PA, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 095-102, 2012.

VERAS, H. F. P. **Dinâmica de uma floresta submetida a manejo florestal na Amazônia Sul**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

VIANA, A. E. S. **Estimativas do tamanho de parcela e característica do material de plantio em experimentos com *Manihotes culenta* Crantz**. 1999. 132 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VIANNA, A.L.M.; VIDAL, E.J.; GORENSTEIN, M.R.; BATISTA, J.L.F. Tamanho ótimo de parcela para estimativa de estoque de carbono da parte aérea lenhosa de fitofisionomias florestais na Amazônia oriental. **Floresta**, Curitiba, v. 2, p. 447-456, 2010.

VIDAL, E.; VIANA, V. M.; BATISTA, J. L. F. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 61, p. 133-143, 2002.

VIEIRA, D. S. GAMA, J. R. V.; RIBEIRO, R. B. S.; XIMENES, L. C.; CORRÊA, V. V.; ALVES, A. F. Comparação estrutural entre floresta manejada e não manejada na comunidade Santo Antônio, estado do Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 24, n. 4, p. 1067-1074, 2014.

VIEIRA, D. S. GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, M. L. R.; RIBEIRO, R. B. S. Análise estrutural e uso múltiplo de espécies arbóreas em florestas manejadas no médio vale do rio Curuá-Una, Pará. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 465 - 476, 2015.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1989.