



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**ENGENHARIA FLORESTAL**

**LUCAS MADUREIRA CRUZ**

**INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO: UMA PROPOSTA DE MÉTODO  
ADEQUADO AO MEIO EMPRESARIAL**

**Prof. Francisco José de Barros Cavalcanti**

**Orientador**

Seropédica - RJ

Junho – 2016



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

**LUCAS MADUREIRA CRUZ**

**INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO: UMA PROPOSTA DE  
MÉTODO ADEQUADO AO MEIO EMPRESARIAL**

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

**Prof. Francisco José de Barros Cavalcanti  
Orientador**

Seropédica - RJ  
Junho – 2016

# **INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO: UMA PROPOSTA DE MÉTODO ADEQUADO AO MEIO EMPRESARIAL**

**LUCAS MADUREIRA CRUZ**

Monografia aprovada em 02 de junho de 2016.

Comissão Examinadora:

---

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

---

Engº. Florestal Hugo Barbosa Amorim  
UFRRJ/IF/DS  
Membro

---

Prof. Dr. Eduardo Vinícius da Silva  
UFRRJ/IF/DS  
Membro

## RESUMO

O presente trabalho visou elaborar uma proposta de método para o monitoramento de florestas sob exploração na Amazônia. A proposta foi desenvolvida considerando a disponibilidade técnica do empresário médio, tomando-se como base a teoria do inventário florestal contínuo, as propostas metodológicas existentes para a região e os trabalhos científicos publicados sobre o assunto. Dessa forma, para um nível de abordagem de 40 cm de DAP, chegou-se a uma unidade de amostra de 1 ha, de 50 x 200 m, numa intensidade amostral de 10%, com substituição parcial e intervalo entre medições de cinco anos. Espera-se que por aproveitar árvores já medidas na ocasião do censo florestal e por tratar da população provavelmente alvo da próxima colheita, haja mais interesse por parte dos empresários florestais a adoção do inventário florestal contínuo. Contudo, a metodologia proposta carece de aplicação prática para melhores conclusões, principalmente relacionadas ao custo de implantação.

**Palavras-chave:** Manejo florestal, Floresta tropical, Inventário florestal contínuo.

## **ABSTRACT**

This study aimed to draft a method for monitoring of forest under exploitation in the Amazon. The proposal was developed considering the technical availability of the average entrepreneur, taking as base the theory of continuous forest inventory, existing methodological proposals for the region and scientific papers on the subject. Thus, to a level of 40 cm DBH approach, it reached a sample unit of a ha, 50 x 200 m, a sampling intensity of 10% with partial substitution and the interval between measurements of five years. It is expected that by availing trees already measured at the time of the forest census and address the likely target of the next harvest population, there is more interest from forestry companies the adoption of continuous forest inventory. However, the proposed methodology lacks practical application to better conclusions, mainly related to the deployment cost.

**Keywords:** Forest management, Rainforest, Continuous forest inventory

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1	O Brasil e suas florestas.....	3
2.2	Amazônia .....	3
2.3	Manejo Florestal .....	4
2.4	Sistema Silvicultural Brasileiro para Amazônia .....	5
2.5	Monitoramentos do desenvolvimento da floresta .....	7
2.5.1	Inventário florestal contínuo .....	7
2.5.2	Parcelas permanentes e parcelas temporárias .....	8
2.5.3	Método, processo e sistema .....	9
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
4.1	Tamanho, número e forma das unidades de amostra .....	13
4.2	Medição das unidades de amostra.....	14
4.2.1	Equipe de medição.....	14
4.2.2	Material para medição .....	14
4.2.3	Distribuição e localização das unidades de amostra .....	15
4.2.4	Periodicidade das medições .....	16
4.2.5	Nível de abordagem .....	16
4.3	Medição das árvores .....	16
4.3.1	Classe de qualidade e estado físico.....	17
4.4	Estimadores da Amostragem com Substituição Parcial (ASP).....	17

4.4.1	Estimativas ASP para a primeira ocasião .....	18
4.4.1.1	Estimativa da média .....	18
4.4.1.2	Estimativa da variância .....	20
4.4.1.3	Limite de erro da estimativa ASP (primeira ocasião) .....	20
4.4.2	Estimativa ASP para a segunda ocasião .....	20
4.4.2.1	Estimativa da média .....	20
4.4.2.2	Estimativa da variância .....	21
4.4.2.3	Limite de erro da estimativa ASP (segunda ocasião) .....	21
4.4.3	Estimativas ASP para o incremento .....	22
4.4.3.1	Estimativa da média .....	22
4.4.3.2	Estimativa da variância .....	22
4.4.3.3	Limite de erro da estimativa ASP da média do incremento .....	22
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil já dispõe de um sistema silvicultural para a exploração de florestas naturais da Amazônia. O primeiro trabalho a comprovar a viabilidade econômica da exploração madeireira na região foi o de SUDAM (1978). Vinte e quatro anos depois foi a vez de Holmes et al comprovarem a viabilidade do manejo florestal sustentável.

Holmes et al. (2002) conduziram um estudo comparando a exploração até então considerada como convencional, que não fazia uso do censo florestal, com o sistema de exploração de impacto reduzido (EIR). Os autores comprovaram a superioridade da exploração baseada no censo florestal e na maior eficiência das operações de extração. Os resultados apontaram que a renda líquida do sistema EIR foi 19% maior com um custo das operações 39% menor, quando comparados com uma exploração convencional.

Holmes et al. (2002) demonstraram o quanto a exploração baseada no censo florestal reduziu o impacto na floresta em função do melhor planejamento que ele proporciona. Impacto esse que, de um lado, reduz a utilização de máquinas, reduzindo conseqüentemente os custos e aumentando a rentabilidade. De outro lado, a redução do trânsito de máquinas e outras técnicas, com o corte de cipós das árvores a serem abatidas, reduzem significativamente o impacto na vegetação.

Após sete anos, Sabogal et al (2009) descreveram diretrizes para exploração madeireira em florestas de terra firme. Diretrizes essas que servem de base para manejo de florestas naturais da região até hoje.

O manejo de florestas naturais é a solução para o problema do desenvolvimento sem desmatamento, da emissão de gases de efeito estufa decorrente, para a manutenção dos rios aéreos, para a manutenção da biodiversidade, da saúde da floresta, da fauna e da hidrografia (RODRIGUES e PAIVA, 2013).

Embora as viabilidades econômica e ecológica tenham sido comprovadas, a atividade precisa ser mais competitiva em relação aos usos alternativos da terra, como as commodities do agronegócio, praticamente incontroláveis, independentemente dos esforços equivocados do estado no sentido de tentar controlá-lo (CAVALCANTI 2007).

Contudo, para que a atividade se desenvolva, é preciso monitorar não só as atividades em si, a sua produção e a produtividade, possibilitando o estabelecimento de prioridades e desenvolvimento de alternativas técnicas e tecnológicas, quanto - considerando que a



atividade atua em floresta natural - o monitoramento da floresta, para aferir a justeza ou adequação das técnicas empregadas.

Com relação ao monitoramento das atividades, diferentes métodos foram propostos, (DYKSTRA, 2003) que apresentou o software RILSIM 2.0 para simulação de custos e receita final. Já Sampaio (2014) desenvolveu formulários de campo para atividades como: censo construção de estradas e pátios, arraste, entre outras atividades. Embora a cultura desse monitoramento careça de estímulo no setor.

Com relação ao monitoramento da floresta sob manejo, por sua vez, a rede brasileira de parcelas permanentes propõe uma metodologia e a difunde através de diferentes meios. Silva et al (2005) apresentam diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes. Contudo o monitoramento da floresta também não faz parte da cultura dos empresários da região. Entretanto, uma análise superficial do método proposto sugere inadequação do mesmo, por exemplo, quanto à área e forma da unidade de amostra e a intensidade amostral.

Esse trabalho objetiva realizar uma revisão dos métodos utilizados e respectivos trabalhos realizados sobre os mesmos e propor um método mais adequado à realidade do empresário florestal da Amazônia.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O Brasil e suas florestas

SFB (2013) utiliza a definição da FAO (2004), que considera como floresta áreas maiores do que 0,5 hectares com no mínimo 10% de cobertura de copa e árvores com no mínimo 5 metros de altura. Excluindo-se áreas urbanas e de uso agrícola. Já a definição pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) é mais abrangente na caracterização para definir uma floresta, onde a área mínima é de 0,05 a 1,0 ha, a altura varia de 2 a 5 m no mínimo e uma cobertura de copa entre 10 a 30%.

A área do Brasil está distribuída em seis biomas: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal. As diversas variantes de vegetação neles existentes estão descritas no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012).

As florestas brasileiras representam 54,4% do território nacional, cerca de 4,63 milhões km<sup>2</sup>, e 13% de toda a cobertura florestal do planeta, sendo aproximadamente 98,5% de florestas naturais e 1,5% de florestas plantadas. Esses números colocam o Brasil no segundo lugar entre os países com a maior área de florestas naturais e o oitavo em área de floresta plantada (SFB, 2013).

Grande parte das florestas estão inseridas em áreas protegidas em Unidades de Conservação (UC), sendo que a maior parte delas estão na Mata Atlântica, porém é a Amazônia que possui maior área absoluta e relativa (26,4%) do seu território ocupado por Unidades de Conservação.

### 2.2 Amazônia

Dentre os biomas brasileiros, o Amazônia é o mais representativo, com 4,2 milhões km<sup>2</sup> responde por cerca de 49,3% da área do país (SFB, 2013) e de 30% das florestas tropicais do planeta. A Amazônia ocupa grande parte da América do Sul, abrangendo nove países do continente. No Brasil o bioma se limita aos estados da região norte, porém a Amazônia Legal também inclui os estados do Mato Grosso e Maranhão (SILVA, 1996).

A importância da Amazônia pode ser dada por sua rica biodiversidade como, também, por ser um dos maiores fornecedores de madeira tropical do planeta. Em 2008, 83% da matéria prima para produção de móveis na região norte tiveram como origem as florestas naturais, e 90% destes produtos foram comercializados na própria região norte (PEREIRA et al., 2010).

A exploração madeireira na Amazônia já vem de muito tempo, porém foi a partir da década de 1950 que se tornou mais evidente, com a exploração da *Virola surinamensis*. Vinte anos depois, com a construção de estradas como a BR-010, que liga Belém a Brasília, o esgotamento das florestas do Sul e Sudeste e a falta de legislação específica para a extração de madeira, a atividade começou a ser realizada em florestas de terra firme, explorando-se novas espécies de alto valor comercial, como cedro, mogno, jatobá, maçaranduba, entre outros. Com isso, a atividade madeireira se tornou ainda mais importante para a região (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014).

Segundo Sabogal (2006) a Lei 11.284/2006 (Lei de Gestão de Florestas Públicas), que instituiu o Serviço Florestal Brasileiro, foi de grande incentivo para difusão manejo florestal, pois permitiu a concessão de áreas de florestas públicas para o uso sustentável.

### **2.3 Manejo Florestal**

O Decreto nº 1.282, de 19.10.95, descreve manejo florestal como a administração de uma floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema. Esta definição deixa claro que, para ser sustentável, o manejo deve ser economicamente viável, ecologicamente correto e socialmente justo.

Silva (1996) define o manejo florestal, também chamado de manejo sustentado, como a utilização de métodos empresariais e técnicas de silvicultura, atuando como a parte da ciência florestal, visando a exploração de recursos da floresta, seja ela plantada ou natural. Já Higuchi (1994) descreve como organizar ações para se obter fatores de produção ordenados e poder controlar a eficiência e produtividade através da combinação de princípios, técnicas e normas.

O manejo florestal, diferente da exploração convencional, é a exploração de forma planejada. É mais abrangente que a EIR, englobando técnicas de monitoramento e de tratamentos silviculturais. Enquanto o manejo florestal sustentável mantém a disponibilidade dos serviços florestais, sendo eles econômico, social e ambiental, para as gerações futuras (SABOGAL, 2006).

A Lei 12.651 acrescenta à definição do Decreto 1.282, que no manejo florestal pode ser realizado, de forma cumulativa ou alternativa, a utilização de diferentes espécies madeireiras, múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como outros serviços oferecidos

pela floresta. Possibilitando uma visão mais ampla do manejo e exploração, necessária para aumentar a competitividade do setor.

Carvalho (1997) afirma que a dificuldade na elaboração de um sistema de manejo que seja lucrativo quando aplicado em qualquer floresta tropical, é devido à heterogeneidade e complexidade desses ecossistemas. Ou seja, a complexidade e a dinâmica dessas florestas devem ser muito bem compreendidas para se planejar a utilização sustentada dos recursos disponíveis.

Segundo Cavalcanti (2007) a maioria dos estudos sobre manejo florestal na Amazônia tem o foco na exploração madeireira, os estudos sobre exploração de múltiplos produtos são raros e as informações quanto as espécies e suas técnicas de exploração quando existentes, não estão disponíveis ou de fácil acesso.

A exploração madeireira deve ser baseada nas orientações do plano de manejo sustentável. Entretanto, apenas isso, não é suficiente para garantir a sustentabilidade da floresta, se faz necessário compreender as estruturas fitossociológicas e paramétricas e a composição florística (PINTO et al., 2002).

## **2.4 Sistema Silvicultural Brasileiro para Amazônia**

Sistema silvicultural é, basicamente, uma combinação de ações antrópicas com a finalidade de aumentar a produtividade de uma determinada floresta, através de tratamentos silviculturais como desbastes, remoção, substituição (SCOLFORO, 1998).

Em geral um sistema silvicultural é composto por três estágios: exploração, regeneração e favorecimento. As combinações de operações nesses estágios, a intensidade e a natureza são o que diferenciam os sistemas silviculturais (FAO, 1989).

Para Baurr (1964) segundo Bom (1996), os sistemas silviculturais em florestas tropicais tiveram início na Índia em 1906, porém foi entre os anos de 1910 e 1920, na Malásia, que este sistema passou a ser utilizado de forma sustentável nos trópicos. Onde se desenvolveu o Sistema Uniforme Malaio, que serviu de base para os outros sistemas uniformes aplicados nas florestas tropicais.

Segundo Silva et al. (1999) foi na década de 60, em Curuá-Una onde houve pela primeira vez a implantação de um sistema de manejo para a Amazônia brasileira. O projeto não obteve resultados conclusivos, pois além da falta de continuidade de pesquisa o sistema foi baseado no sistema utilizado em alguns países da África ocidental, o Sistema Tropical de Cobertura que utilizava ciclos de 70 a 100 anos. Foi então que surgiu o Sistema de Corte

Seletivo, onde começou a se utilizar ciclos menores, de 30 a 35 anos, que mostrou ser eficiente em alguns países do sudeste asiático.

No caso de florestas tropicais, os sistemas silviculturais podem ser separados em dois grupos: os sistemas monocíclicos e os sistemas policíclicos. Monocíclico é quando a rotação é igual ao ciclo de corte, e policíclico é um sistema onde a rotação é maior que o ciclo de corte.

A exploração de impacto reduzido é considerada fundamental para o manejo florestal sustentável. A EIR abrange um conjunto de diretrizes que visam minimizar danos ao solo; proteger as mudas, varas e arvoretas (componentes da regeneração); prevenir danos às espécies de animais silvestres e espécies provedoras de produtos não-madeireiros, bem como espécies protegidas; e interferir o mínimo nos processos hidrológicos e de sequestro de carbono (PUTZ et al., 2000)

A EIR é baseada no planejamento das operações, e cumpre com objetivos sociais, econômicos e ambientais. Sabogal (2009) diz que a exploração florestal realizada de forma planejada deve:

- Minimizar os danos ambientais, conservar o potencial de exploração futura e manter os serviços da floresta;
- Reduzir os custos operacionais da exploração, aumentando a eficácia do trabalho;
- Reduzir desperdícios.

Sabogal et al. (2009) apresentaram um conjunto de diretrizes visando orientar a exploração de madeira na Amazônia de terra firme, auxiliando na elaboração e implementação de projetos de manejo com EIR. Essas diretrizes são de caráter genérico, podendo ser aplicadas em diferentes situações. E são ramificadas em três diferentes grupos: pré-exploratórias; exploratórias e pós-exploratórias.

As atividades pré-exploratórias são: delimitação das unidades de trabalho (UT), o censo florestal (inventário 100%), corte de cipós, planejamento das atividades de exploração, elaboração de sistema de controle de produção e custos. Podem ser descritas como atividades de planejamento e a materialização, no campo, da área a ser explorada.

O corte direcionado das árvores selecionadas garantindo o menor impacto possível na floresta, o arraste de toras, movimentação das toras no pátio de estocagem, o transporte das toras e manutenção das estradas caracterizam as atividades exploratórias.

Já as atividades pós-exploratórias são: manutenção das trilhas de arraste e pátios, avaliação das atividades de exploração medidas de proteção à floresta. No geral são atividades com o objetivo de monitorar a dinâmica da floresta explorada, bem como a manutenção de infraestruturas.

## **2.5 Monitoramentos do desenvolvimento da floresta**

Para utilizar os recursos oferecidos pela floresta e garantir que eles estarão disponíveis para explorações futuras, o monitoramento da vegetação torna-se de suma importância para o manejo florestal. Esse monitoramento é um meio necessário para avaliar o processo de evolução e recomposição das características quantitativas e qualitativas da floresta sob manejo sustentável (QUEIROZ, 2012).

Foi no início dos anos 80 nos Estados do Pará e Amazonas que, em escala experimental, foram realizados os primeiros estudos sobre o monitoramento do desenvolvimento das florestas exploradas sob regime de manejo na Amazônia (FREITAS et al, s/d).

Desde 2002 o Grupo Inter Interinstitucional de Monitoramento da Dinâmica de Crescimento de Florestas na Amazônia Brasileira (GT Monitoramento) vem realizando trabalhos com a finalidade de monitorar as florestas da região, como a criação da Rede de Monitoramento da Dinâmica de Florestas da Amazônia Brasileira (REDEFLOR) através do Decreto Ministerial nº 337, de 01 de dezembro de 2007.

Com apoio da EMBRAPA, instituição associada ao GT Monitoramento, Silva et al. (2005) apresentaram e publicaram diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira. A REDEFLOR vem incentivando diversos autores a aplicarem esta metodologia em estudos para o monitoramento de florestas naturais que estão sob regime de manejo.

Em 2006, O mesmo grupo GT Monitoramento publicou as diretrizes simplificadas para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira, seguindo as mesmas diretrizes apresentadas no ano anterior por Silva et al. (2005) com pequenas variações.

### **2.5.1 Inventário florestal contínuo**

O monitoramento do desenvolvimento da floresta é conhecido, na ciência florestal, como inventário florestal contínuo (QUEIROZ, 2012). São inventários de cunho estratégico, tendo como objetivo avaliar e monitorar a floresta, contribuindo no planejamento de longo

prazo. Podem ser utilizados para criação de modelos de crescimento e produção (SANQUETTA; CORTE, 2016)

O inventário florestal contínuo (IFC) abrange qualquer metodologia em que a amostragem é feita em momentos sucessivos. Tem como objetivo básico a coleta de informações da floresta em dois momentos distintos e interpretar as mudanças que ocorreram neste período. E com isso criar modelos de prognose e crescimento (SILVA, 1984). Assim como para Queiroz (2012) os ciclos de exploração dos produtos da floresta podem ser definidos a partir desses inventários.

Freitas et al. (s/d) afirmam que tanto para a tomada de decisão na unidade de manejo florestal como para a elaboração de métodos de manejo florestal adaptados à Amazônia, o IFC é uma fonte de dados essencial.

Segundo Husch et al. (1972) os inventários com amostragem em ocasiões sucessivas possuem três objetivos: estimar quantidades e características da floresta presentes no primeiro inventário; estimar quantidades e características da floresta presente no segundo inventário e estimar as mudanças que ocorreram na floresta durante o período.

### **2.5.2 Parcelas permanentes e parcelas temporárias**

Um inventário florestal consiste em uma atividade, um levantamento florestal a fim de se obter informações quantitativas e qualitativas dos recursos e serviços que uma floresta dispõe. Para que um inventário seja confiável é necessário que este seja estatisticamente válido e tenha representatividade amostral (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

As amostras são representadas, no campo, por uma área delimitada física e/ou digitalmente denominadas parcelas. Essas parcelas podem ser classificadas em permanentes ou temporárias.

Parcelas permanentes geralmente são mais caras pois são materializadas no campo, utilizando-se de materiais de boa durabilidade, para que essas mesmas unidades de amostra sejam visitadas numa nova ocasião. Geralmente tem a finalidade de monitoramento, avaliando o presente e o futuro da floresta.

Parcelas temporárias, ao contrário das permanentes, nem sempre são materializadas no campo, pois são utilizadas para avaliação momentânea, não sendo revisitadas em novas ocasiões de um inventário.

### 2.5.3 Método, processo e sistema

A amostragem é largamente utilizada na realização de inventários florestais. Como apenas uma parte da floresta é mensurada e essa amostra servirá de base para se obter as estimativas da população, serão necessárias amostras representativas, levando em conta a intensidade amostral (tamanho e número de unidades de amostra a serem mensuradas). Para que isso ocorra, o profissional deverá decidir os métodos e processos de amostragem a serem utilizados no inventário (SANQUETTA; CORTE, 2016).

Sanquetta e Corte (2016) afirmam que o método mais utilizado é o método de área fixa, devido à sua simples aplicação e pela grande variedade de estimativas possíveis. As informações coletadas em relação aos indivíduos são correspondentes ao tamanho da unidade de amostra, depois os valores são extrapolados para a população. Quanto a forma dessas unidades de amostra, as mais comuns são: circular, quadrada e retangular.

Em relação aos processos de amostragem, Sanquetta e Corte (2016) alegam que estes referem-se à abordagem da população em relação ao conjunto de unidades de amostra, são classificadas em: aleatória, sistemática ou mista. A maneira como as unidades de amostra são alocadas na população florestal de interesse a fim de gerar estimativas é conhecido como processo de amostragem.

Para Scolforo e Melo (2006), determinar o tamanho das unidades de amostra e sua intensidade amostral, de forma adequada, pode ser um empecilho quando se deseja amostrar uma fisionomia florestal. Pois, estes, são parâmetros que necessitam ser precisos e representativos.

Qualquer tamanho pode ser utilizado para se estimar o volume de uma floresta, desde que as localidades não sejam tendenciosas (MESAVAGE; GROSENBAUGH, 1956). Esses mesmos autores afirmam que geralmente a precisão das estimativas diminuem conforme as unidades de amostra são maiores e menos numerosas, mantendo-se a mesma intensidade.

Porém Husch et al. (1972) afirmam que em florestas não uniformes, como a floresta amazônica, unidades de amostra muito pequenas podem resultar em um número significativo de amostras vazias.

Para a floresta amazônica, recomenda-se tamanhos entre 1,2 e 1,6 hectares para unidades de amostras dos inventários florestais (NYYSSONEN, 1978).

Cavalcanti et al (2009) simularam diferentes tamanhos de amostra, em uma área onde foi realizado o censo florestal, a fim de definir a intensidade amostral necessária para se obter um erro amostral máximo de 10%. Neste trabalho, os autores consideraram as árvores cujo



DAP mínimo era de quarenta centímetros. Os resultados mostram que com o aumento da área da parcela, o erro amostral e o coeficiente de variação diminuíram. Houve uma certa estabilidade destes parâmetros em unidades de amostra com tamanho a partir de 7.500 metros quadrados.

Estes autores, considerando unidades como tamanho de 1 ha e 2 ha encontraram intensidade menor para abundância e área basal com tamanho de 1ha, e para volume a intensidade foi parecida nos dois tamanhos, sendo pouco menor para 2 ha.

No caso de inventários em sucessivas ocasiões, a fim de monitorar uma floresta, geralmente são utilizadas parcelas permanentes, como na metodologia proposta por Silva et al. (2005). Parcelas permanentes são importantes para se obter dados como: ingresso, promoção e mortalidade, porém quando se utiliza parcelas permanentes apenas um inventario é mensurado dentre todos os possíveis, e caso este não seja representativo pode-se estar subestimando ou superestimando as características da floresta.

Uma das opções seria a utilização da amostragem com substituição parcial, onde uma parte das unidades de amostra é composta por parcelas permanentes e a outra por parcelas temporárias. Queiroz (2012) apresenta um exemplo de um inventário em duas ocasiões, os resultados utilizando estimadores da amostragem com substituição parcial apresentaram um limite de erro menor do que aqueles quando aplicados os estimadores para parcelas permanentes. O autor afirma que os procedimentos com substituição parcial são mais eficientes.

### 3 METODOLOGIA

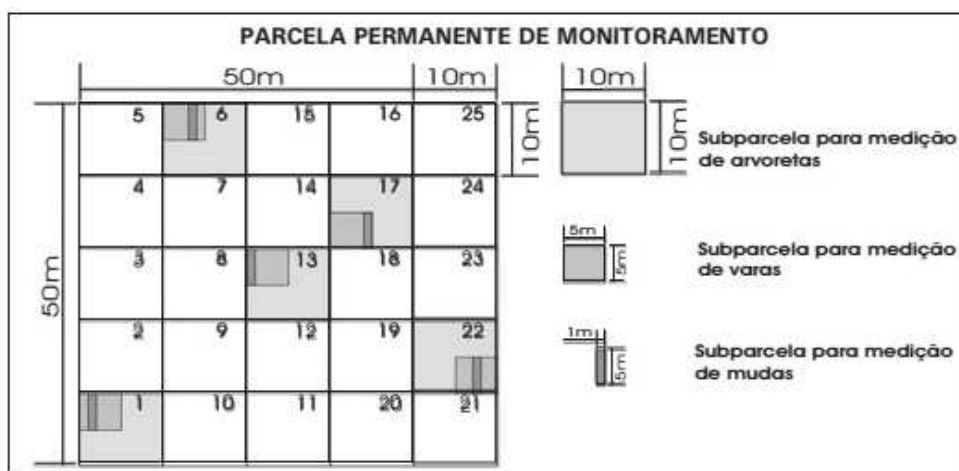
Em princípio tomou-se como base a metodologia proposta por Silva et al. (2005) e ProManejo (2006).

Silva et al (2005) recomendam a utilização de parcelas permanentes com dimensões de 50 x 50 m (0,25 ha), e intensidade amostral de uma parcela para cada 100 ha no caso de UPAs de até 1000 ha e uma parcela para cada 250 ha no caso de UPAs maiores que 1000 ha (Tabela 1).

**Tabela 1** Tamanho da Unidade de Produção Anual e número de Parcelas Permanentes necessárias por Unidade de Trabalho (unidades de amostra de 0,25ha) (Fonte: SILVA et al 2005).

Área da UPA (ha)	Número de PP
Até 1.000	uma parcela para cada 100 ha
> 1.000	uma parcela para cada 250 ha

A metodologia recomenda uma subdivisão das unidades de amostra de dimensões de 10 x 10 m para mensuração das árvores com diâmetro  $\geq 10$  cm (Figura 1). Em cinco das vinte e cinco subparcelas serão mensuradas as arvoretas com diâmetro entre 5 e 10 cm. Nessas cinco subparcelas são sorteados cantos de 5 x 5 m para medição das varas com diâmetro entre 2,5 e 5 cm e dentro desses cantos sorteia-se uma faixa de 5 x 1 m para o levantamento das mudas com altura  $\geq 30$  cm e diâmetro  $< 2,5$  cm.



**Figura 1** Desenho esquemático de uma parcela de 0,25 ha (50 x 50 m). Fonte: Silva et al. (2005)

As diferenças nas diretrizes simplificadas, apresentadas pelo projeto ProManejo são sutis. Consideram a população de interesse àquela com  $DAP \geq 10$  cm e não recomendam a mensuração das arvoretas, varas e mudas e suas respectivas subdivisões das unidades de amostra.

D'Oliveira et al (2006,), Vidal et al(s/d), Marimon (2006), Azevedo et al (2008), Oliveira et al (2006), Freitas (s/d) foram alguns dos trabalhos analisados que seguiram as diretrizes simplificadas, fazendo-se de pequenas variações quanto à população mensurada. Cada autor considerou a sua população de interesse, que variou de árvores com  $DAP \geq 5$  cm,  $DAP \geq 10$  cm e  $DAP \geq 20$  cm.

Com uma breve análise dos resultados apresentados por estes trabalhos, foi possível perceber inconsistência destes dados. Tanto em relação às variáveis mostradas como resultado, que em sua maioria foi o crescimento em diâmetro das árvores da população estudada, quando o interesse é o crescimento em volume, como em relação à apresentação de erro amostral, que se mostrou ausente em quase todos os trabalhos.

Após o estudo destes trabalhos foi realizada uma revisão de literatura a fim de determinar quais características são mais indicadas ao inventário para que este gere informações que possam ser utilizadas, pelas empresas madeireiras da região, para acompanhar o crescimento da floresta em um nível de abordagem, intensidade amostral e processo de amostragem mais adaptados aos objetivos destes empresários.

## 4 RESULTADOS

O resultado deste estudo é a proposta de uma metodologia para o monitoramento das florestas nativas da Amazônia sob regime de manejo. As informações contidas na literatura permitiram a elaboração de diretrizes, que são apresentadas a seguir.

### 4.1 Tamanho, número e forma das unidades de amostra

Cavalcanti et al. (2009) simularam inventários amostrais com diferentes tamanhos de unidade amostral a fim de determinar tamanho e intensidade amostral ideais, para a população com DAP  $\geq 40$  cm. Os resultados apontaram uma diminuição do coeficiente de variação e erro amostral conforme o tamanho aumenta e uma estabilização destes parâmetros em unidades a partir de 7.500 metros quadrados.

Comparou-se então os tamanhos de 1 ha e 2 ha devido a facilidade de se utilizar números inteiros. Unidades de amostra de 1 ha requereram menor intensidade amostral, para abundância e área basal, do que as unidades de amostra de 2 ha. Considerando a estimativa do volume, as unidades de amostra de 2 ha requereram menor intensidade amostral, de 10,1% contra 10,3% para unidades de amostra de 1 ha.

Considerando Unidades de Trabalho (UT) padrão, de 1000 x 1000m (100 ha), seriam necessárias aproximadamente dez unidades de amostra de 1 ha ou cinco de 2 ha. As unidades de amostra de 1 ha oferecem a vantagem prática, em função da ficha de campo utilizada no censo ser de 1 ha e por fornecerem maior grau de liberdade para uma mesma intensidade amostral, quando comparada às unidades de amostra de 2 ha.

A utilização das fichas de campo do censo como unidades de amostra de 50 x 200 m (Anexo 1), apresenta a vantagem das árvores de qualquer uma delas já terem sido medidas na ocasião do censo, já estarem emplacadas, georreferenciadas e identificadas.

Com base na literatura, propõe-se uma unidade de amostra quatro vezes maior e uma intensidade amostral dez mil vezes maior, quando comparada com as metodologias atuais, que recomendam unidades de amostra de 2.500 metros quadrados e uma intensidade de 0,001%.

## **4.2 Medição das unidades de amostra**

### **4.2.1 Equipe de medição**

A equipe utilizada para realização da coleta de dados do inventário contínuo seria reduzida em comparação a do censo florestal. Pois as picadas já estarão balizadas e as árvores já estarão emplacadas e identificadas, ou seja:

- 1 técnico florestal
- 1 auxiliar de medição

Uma avaliação posterior deverá ser realizada no sentido de verificar a praticidade de um identificador acompanhar cada equipe, a fim de identificar as árvores do ingresso ou se tal identificação for mais econômica se realizada posteriormente, apenas nas unidades de amostra em que forem registrados ingressos.

A necessidade de pessoal para compor a equipe impacta diretamente no custo operacional da atividade, que nesta proposta é menor do que quando comparada à metodologia atual, onde a equipe é composta por um Engenheiro florestal, um identificador botânico e dois ajudantes.

### **4.2.2 Material para medição**

- Fita métrica ou fita diamétrica
- Hipsômetro ou outra ferramenta para medição da altura
- Terçado
- Prancheta, lápis e borracha
- Ficha de campo
- Saco plástico
- Cabo de agrimensor, placas e balizas de PVC soldável (para possível reabertura de picadas)

As fichas de campo serão a reimpressão das fichas do censo florestal, com os campos UPA, UT, Faixa, Ficha, Número da árvore, Nome Vulgar, coordenadas X e Y e as informações de microzoneamento que foram obtidas no censo. Os campos relacionados ao CAP/DAP, altura comercial, classe de qualidade do fuste e estado físico deverão estar em branco para serem preenchidos no campo.

As informações do censo ajudarão na localização e identificação das árvores que estão incluídas nas unidades de amostra. Sendo necessário apenas materiais para a medição das características dendrológicas.

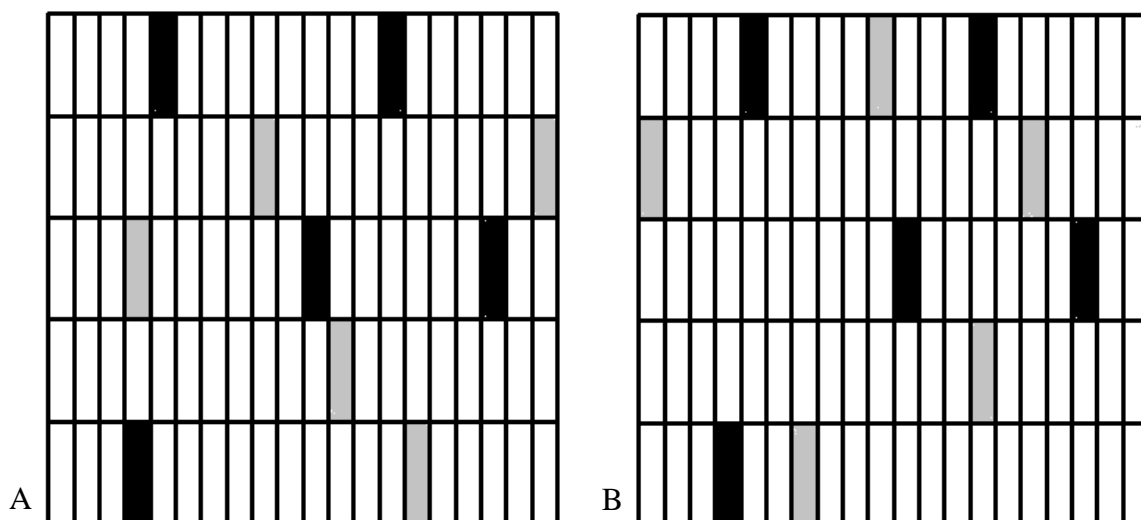
Quando comparado aos itens sugeridos por Silva et al. (2005), pode-se afirmar que o custo operacional é menor devido à necessidade de um menor número de ferramentas para realizar a medição, que está relacionada à não necessidade de identificação e emplacamento das árvores.

#### 4.2.3 Distribuição e localização das unidades de amostra

Na alocação das unidades de amostra devem ser considerados os planejamentos de estradas e pátios, assim como o mapa do microzoneamento, pois as unidades de amostra devem ser alocadas em áreas produtivas da floresta, assim como recomendado por Silva et al. (2005). Assim é possível evitar as áreas de estradas, pátios e áreas de preservação permanente (APP).

Na primeira ocasião, além de serem sorteadas as 10 unidades de amostra de cada UT, também devem ser sorteadas 5 dentre elas que comporão o grupo de parcelas permanentes. Estas 5 serão remedidas em todas as ocasiões e as outras 5 serão novamente sorteadas a cada nova ocasião (parcelas temporárias) (Figura 2).

A aleatoriedade pode ser feita sorteando-se os retângulos de 50 x 200 m representativos das fichas na UT, ou pode ser realizada sorteando-se as próprias fichas de campo, excluídas as áreas de estradas, pátios e APP.



**Figura 2** Exemplo de um UT em duas ocasiões. A: primeira ocasião; B: segunda ocasião. Unidades de amostra pretas: parcelas permanentes; unidades de amostra cinzas: parcelas temporárias.

A implantação das parcelas é outro fator redutor de custos quando comparado às metodologias atuais, pois não há a necessidade de implantação física das unidades de amostra, que demanda de equipe treinada e ferramentas adequadas,

#### **4.2.4 Periodicidade das medições**

Os dados da primeira medição, antes da intervenção na floresta, podem ser retirados do censo. Deverá ser feita uma segunda medição 1 ano após a exploração, para mensurar os efeitos causados por ela, e adotando-se um intervalo de 5 anos entre as medições. Intervalos menores que 5 anos podem não registrar modificações significativas e, conseqüentemente, representar um custo desnecessário.

A maioria dos inventários contínuos em florestas tropicais utilizam intervalos de cinco anos entre as medições, assim como sugerido nas diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes, propostas pela EMBRAPA.

#### **4.2.5 Nível de abordagem**

Deverá ser adotado o mesmo nível de abordagem utilizado no censo florestal definido pela legislação (MMA, 2006) que determina uma classe de DAP anterior à classe a ser explorada, que genericamente é definida como 40 cm para as espécies cuja justificativa técnica e ecológica não determine número diferente. Estas são as árvores que foram marcadas no censo para o próximo ciclo de exploração.

Esse nível de abordagem foi adotado, pois representa a classe imediatamente inferior à classe da maioria das árvores a serem exploradas, as quais deverão compor também a maioria da população ser explorada no próximo ciclo de corte. Enquanto as metodologias atuais adotam um nível de abordagem considerando todas as árvores do  $DAP \geq 10$  cm, que demanda maior tempo de medição e conseqüentemente maior custo.

### **4.3 Medição das árvores**

Deverão ser medidas todas as árvores, considerando o nível de abordagem, da unidade de amostra.

Para a altura comercial (HC) recomenda-se a utilização de um hipsômetro, porém é possível a utilização de outros métodos.

#### **4.3.1 Classe de qualidade e estado físico**

Além das variáveis dendrométricas, devem ser registrados o estado físico e a classe de qualidade de cada indivíduo mensurado.

A classe de qualidade representa o número de toras de 4 metros que podem ser obtidos do fuste. Uma informação mais precisa do que as três classes de qualidade comumente utilizadas.

Uma vez que as árvores podem ser encontradas em diversos estados físicos em uma floresta e a sua destinação está relacionada a esse estado físico, esta é uma característica que deve ser analisada. Por exemplo, uma árvore oca e caída pode ser utilizada como bueiro.

O estado físico do fuste pode ser dividido em cinco classes e cada variante é representada pela sua letra inicial, descritas a seguir:

- Viva (V) ou Morta (M)
- Ereta (E) ou Caída (C)
- Reta (R) ou Torta (T)
- Inteira (I) ou Quebrada (Q)
- Sólida (S), Oca (O) ou Apodrecida (A)
- 

#### **4.4 Estimadores da Amostragem com Substituição Parcial (ASP)**

Considerando três subamostras aleatórias, estatisticamente independentes, de tamanho  $k$ ,  $m$  e  $n$ , onde  $k$  representa as medidas obtidas nas parcelas temporárias da primeira ocasião;  $m$  representa as medidas obtidas nas parcelas permanentes; e  $n$  representa as medidas obtidas nas parcelas temporárias da segunda ocasião. Considerando  $x$  uma característica que representa o volume de madeira na primeira ocasião e  $y$  representando o volume de madeira na segunda ocasião, podemos afirmar que na subamostra  $k$  apenas a característica  $x$  é mensurada, na subamostra  $m$  as características  $x$  e  $y$  são mensuradas e na subamostra  $n$  apenas a característica  $y$  é medida. (QUEIROZ, 2012).

Os resultados mostram maior eficiência em todos os estimadores da amostragem com substituição parcial quando comparados aos estimadores não ASP, devido aos valores menores encontrados para os limites de erro, conforme a Tabela 2.



**Tabela 2** Limite de erro das principais estimativas (Fonte: QUEIROZ, 2012)

Estimadores	Estimativas	Limites de erro
$\bar{x}_{k+m}$	10,6735	9,81
$\bar{y}_{m+n}$	15,9507	3,46
$\bar{d} = \bar{y}_{m+n} - \bar{x}_{k+m}$	5,2772	17,43
$\bar{d}_m$	5,1400	12,83
$\hat{\mu}_x$	10,6067	8,86
$\hat{\mu}_y$	15,8958	2,71
$\hat{\mu}_d$	5,2891	9,31

Queiroz definiu eficiência como a razão entre os limites de erro, como isso pôde se calcular o quanto o estimador ASP é mais eficiente. A estimativa da média na primeira ocasião mostrou-se 10,72% mais eficiente e na segunda ocasião 27,68%. Para o incremento médio entre as duas ocasiões, o estimador ASP mostrou-se 87,22% mais eficiente. Quando considerado apenas as parcelas permanentes, que são utilizadas pelos métodos atualmente propostos por Silva et al. (2005) e ProManejo (2006), o estimador ASP foi 37,81% mais eficiente.

#### 4.4.1 Estimativas ASP para a primeira ocasião

##### 4.4.1.1 Estimativa da média

$$\hat{\mu}_x = \bar{x}_k - \hat{a}_m (\bar{x}_k - \bar{x}_m) + \hat{c}_n (\bar{y}_n - \bar{y}_m)$$

Onde:

k = número de parcelas temporárias na primeira ocasião

m = número de parcelas permanentes

n = número de parcelas temporárias na segunda ocasião

média não ASP da primeira ocasião para o tamanho k

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k}$$

média não ASP da primeira ocasião para o tamanho m

$$\bar{x}_m = \frac{\sum_{i=k+1}^{k+m} x_i}{m}$$

média não ASP da segunda ocasião para o tamanho n

$$\bar{y}_n = \frac{\sum_{i=k+m+1}^{k+m+n} y_i}{n}$$

média não ASP da segunda ocasião para o tamanho m

$$\bar{y}_m = \frac{\sum_{i=k+1}^{k+m} y_i}{m}$$

$$\hat{a}_m = \frac{m(m+n)}{(k+m)(m+n) - kn \hat{\rho}^2}$$

Onde:

k = número de parcelas temporárias na primeira ocasião

m = número de parcelas permanentes

n = número de parcelas temporárias na segunda ocasião

$$\hat{\rho}^2 = \frac{[\hat{V}_m(x, y)]^2}{\hat{V}_m(x) \times \hat{V}_m(y)}$$

Onde:

variância não ASP do incremento para o tamanho m

$$\hat{V}_m(x, y) = \frac{1}{m-1} \left[ \sum_{i=k+1}^{k+m} x_i y_i - \frac{(\sum_{i=k+1}^{k+m} x_i)(\sum_{i=1}^{k+m} y_i)}{m} \right]$$

variância não ASP da primeira ocasião para o tamanho m

$$\hat{V}_m(x) = \frac{\sum_{i=k+1}^{k+m} x_i^2 - \frac{(\sum_{i=k+1}^{k+m} x_i)^2}{m}}{m-1}$$

variância não ASP da segunda ocasião para o tamanho m

$$\hat{V}_m(y) = \frac{\sum_{i=k+1}^{k+m} y_i^2 - \frac{(\sum_{i=k+1}^{k+m} y_i)^2}{m}}{m-1}$$

$$\hat{c}_n = \frac{mn\hat{B}_{xy}}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2}$$

Onde:

$$\hat{B}_{xy} = \frac{\hat{V}_m(x,y)}{\hat{V}_m(y)}$$

#### 4.4.1.2 Estimativa da variância

$$\hat{V}(\hat{\mu}_x) = \frac{\hat{V}_{k+m}(x)}{k+m} \left[ 1 - \frac{mn\hat{\rho}^2}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2} \right]$$

Onde:

variância não ASP da primeira ocasião para o tamanho k+m

$$\hat{V}_{k+m}(x) = \frac{\sum_{i=1}^{k+m} x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{k+m} x_i)^2}{k+m}}{k+m-1}$$

$$s(\hat{\mu}_x) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_x)}$$

Onde:

$s(\mu_x)$  = desvio padrão

#### 4.4.1.3 Limite de erro da estimativa ASP (primeira ocasião)

$$LE(\hat{\mu}_x) = \frac{t \times s(\hat{\mu}_x)}{\hat{\mu}_x} \times 100$$

### 4.4.2 Estimativa ASP para a segunda ocasião

#### 4.4.2.1 Estimativa da média

$$\hat{\mu}_y = \bar{y}_n - \hat{a}'_m (\bar{x}_k - \bar{x}_m) + \hat{c}'_n (\bar{y}_n - \bar{y}_m)$$

Onde:

$$\hat{c}'_n = \frac{m(k+m)}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2}$$

$$\hat{a}'_m = \frac{km\hat{B}_{yx}}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2}$$

Onde:

$$\hat{B}_{yx} = \frac{\hat{V}_m(x, y)}{\hat{V}_m(x)}$$

#### 4.4.2.2 Estimativa da variância

$$\hat{V}(\hat{\mu}_y) = \frac{\hat{V}_{m+n}(y)}{m+n} \left[ 1 - \frac{km\hat{\rho}^2}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2} \right]$$

Onde:

variância não ASP da segunda ocasião para o tamanho m+n

$$\hat{V}_{m+n}(y) = \frac{\sum_{i=k+1}^{k+m+n} y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{m+n} y_i)^2}{m+n}}{m+n-1}$$

$$s(\hat{\mu}_y) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_y)}$$

Onde:

s( $\hat{\mu}_y$ ) = desvio padrão

#### 4.4.2.3 Limite de erro da estimativa ASP (segunda ocasião)

$$LE(\hat{\mu}_y) = \frac{t \times s(\hat{\mu}_y)}{\hat{\mu}_y} \times 100$$

### 4.4.3 Estimativas ASP para o incremento

#### 4.4.3.1 Estimativa da média

$$\hat{\mu}_d = \hat{\mu}_y - \hat{\mu}_x$$

#### 4.4.3.2 Estimativa da variância

$$\hat{V}(\hat{\mu}_d) = \hat{a}_d \frac{\hat{V}_m(y)}{m} + (1 - \hat{a}_d)^2 \frac{\hat{V}_n(y)}{n} + \hat{b}_d^2 \frac{\hat{V}_m(x)}{m} + (1 + \hat{b}_d)^2 \frac{\hat{V}_k(x)}{k} + 2\hat{a}_d\hat{b}_d \frac{\hat{V}_m(x, y)}{m}$$

Onde:

variância não ASP da segunda ocasião para o tamanho n

$$\hat{V}_n(y) = \frac{\sum_{i=k+m+1}^{k+m+n} y_i^2 - \frac{(\sum_{i=k+m+1}^{k+m+n} y_i)^2}{n}}{n-1}$$

variância não ASP da primeira ocasião para o tamanho k

$$\hat{V}_k(x) = \frac{\sum_{i=1}^k x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k x_i)^2}{k}}{k-1}$$

$$\hat{a}_d = \frac{m(k+m) + mn\hat{B}b_{xy}}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2}$$

$$\hat{b}_d = \frac{-m(m+n) + km\hat{B}b_{yx}}{(k+m)(m+n) - kn\hat{\rho}^2}$$

$$s(\hat{\mu}_d) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_d)}$$

Onde:

$s(\mu_d)$  = desvio padrão

#### 4.4.3.3 Limite de erro da estimativa ASP da média do incremento

$$LE(\hat{\mu}_d) = \frac{t \times s(\hat{\mu}_d)}{\hat{\mu}_d} \times 100$$

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho apresentou uma nova metodologia para o monitoramento de florestas sob manejo na Amazônia. A proposta teve como alvo o empresário florestal com disponibilidade mediana de pessoal qualificado.

Faz-se necessária uma avaliação prática desta metodologia para conclusões mais acuradas, entretanto é possível que ela obtenha mais receptividade por parte do meio empresarial.

Embora careça de confirmação prática, espera-se que o custo de implantação do método seja menor do que o atualmente difundido na região, uma vez que as árvores a serem acompanhadas já terão sido alvo do censo florestal de cada Unidade de Produção Anual, subsídio ao Plano Operacional Anual. Na prática as unidades de amostra já terão sido implantadas e medidas na primeira ocasião.

A estimativa de menor custo também está relacionada ao nível de abordagem, três classes de diâmetro superior ao atualmente difundido, e ao tamanho da equipe de medição, sendo necessária a presença de um identificador botânico apenas nas parcelas onde houve ingressos de novas árvores. Ao mesmo tempo, com a intensidade amostral maior espera-se um erro amostral menor e compatível com a demanda empresarial na conferência do ciclo de corte e eventual decisão de aquisição de novas Unidades Manejo Florestal.

É tanto rara quanto importante, a adoção do monitoramento do desenvolvimento das florestas sob manejo, pelo empresariado em geral da Amazônia. Tanto para o próprio empresariado, quanto para a tomada de decisões de políticas governamentais. O presente método, por ser de aplicação mais prática, tanto no que se refere a instalação e medição das unidades de amostra, quanto no que se refere aos seus resultados, poderá no futuro, proporcionar maior conhecimento de cada floresta específica sob manejo. Conseqüentemente, de posse de incrementos periódicos anuais de cada sistema silvicultural em cada fitofisionomia, será possível reduzir a própria necessidade do inventário florestal contínuo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, C. P. et al. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. **Floresta**, v. 38, n. 2, p. 277-293, 2008.

BARRETO, P. et al. **Custos e benefícios do manejo florestal para produção de madeira na Amazônia Oriental**. Belém. 1998. 48p.

BOM, R. P. **Proposição de um sistema de manejo para floresta nativa objetivando a sustentabilidade da produção**. 1996. 199 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal. **EMBRAPA-CNPQ. Documentos**, 1997. 55p.

CAVALCANTI, F. J. B. **Metodologia e sistema computacional para uso múltiplo e integrado de florestas tropicais na Amazônia**. 121f. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

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

D'OLIVEIRA, M. V. N.; OLIVEIRA, L. C.; RIBAS, L. A. Dinâmica de florestas manejadas e não manejadas para a produção sustentada de madeira na floresta estadual do Antimary no Estado do Acre. **Anais: Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais**. Belém, PA, 2006.

FAO. **Review of forest management of tropical Asia**. s.l., FAO, 1989. 229p. (FAO Forestry Paper, 89).

FEITAS, J. V. et al. **Inventário florestal contínuo em projetos de manejo florestal em escala empresarial na Amazônia brasileira: estudo de caso do projeto democracia, Manicoré, AM**. s/d. 23p

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazonica**, 24(3/4), p. 275-288, 1994.

HOLMES, T. P. et al. **Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental**. Belém. Fundação Floresta Tropical--FFT, 2002, 66p.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2 ed. New York, The Ronald Press, 1972. 410 p.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 272p.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M. Chuva de sementes em uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. e em uma floresta mista adjacente no Vale do Araguaia, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 423-432, 2006.

MESAVAGE, C.; GROSENBAUGH, L. R. Efficiency of several cruising designs on small tracts in North Arkansas. **Journal of Forestry**. 3 (9) p. 569-76, 1956.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2006. Instrução Normativa 05 de 11/12/2006. **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**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 22p.

NYSSONEN, A. **Inventories for amazonian forestry development**. Brasília, FAO, 1978. Technical Report 8. 37 p.

OLIVEIRA, L. C. et al. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais sobre a estrutura horizontal de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós, Belterra-Pará. **Acta Amazônica, Manaus**, 2006. 22p.

OLIVEIRA, L. C. et al. **Diretrizes simplificadas para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Manaus, GT Monitoramento. 2006. 23p.

PÉLLICO NETO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316p.

PEREIRA, D., SANTOS, D., VEDOVETO, M., GUIMARÃES, J., & VERÍSSIMO, A. **Fatos Florestais da Amazônia 2010**. Belém: Imazon. 2010. 122p.

PINTO, A. C. M. et al. Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia Ocidental. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 459-466, 2002.

PUTZ, F., E., DYKSTRA, D., P., HEINRICH, R. **Why Poor Logging Practices Persist in the tropics**. *Conservation Biology*, v. 14, n. 4, p. 951-956, 2000.

QUEIROZ, W. T. Amostragem em Inventário Florestal. **Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA. Belém, AM**, 2012. 441p.

RODRIGUES, E.; PAIVA, A. Valorizar a floresta: única saída. In: **Da Amazônia: 100 artigos**. 2013. p. 126-127.

SABOGAL, C. et al. **Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 52p.

SABOGAL, C. et al. **Manejo florestal empresarial na Amazônia Brasileira**. Cifor, 2006. 72p.



SAMPAIO, R. J. **Metodologia de monitoramento das atividades de manejo florestal na Amazônia**. 2014. 55 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D. **Inventário floresta estratégico e tático**. UFPR, 2016. 104p.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO J. M. **Inventário Florestal**. Lavras: UFLA – FAEPE, 1997. 344p.

SCOLFORO, J. R. S. Manejo florestal. **Lavras: UFLA/FAEPE**, p. 225-229, 1998.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 2013. 188 p.

SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. Embrapa Amazônia Oriental, 1996. 46p.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A. **Um sistema silvicultural policíclico para produção sustentada de madeira na amazônia brasileira**. Belém: Embrapa/DFID. 1999. 185p.

SILVA, J. N. M. et al. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém. 2005. 58p.

SUDAM **.Estudo da Viabilidade Técnico-Econômica da Exploração Mecanizada em Floresta de Terra Firme Região de Curuá-Una**. Belém: IBDF/PRODEPEF, 1978. 34p.

VIDAL, E. et al. **Dinâmica de uma floresta explorada de forma convencional e com técnicas de exploração de impacto reduzido na Amazônia oriental**. s/d. 32p.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014.

