

LAERTE BONETES

**TAMANHO DE PARCELAS E INTENSIDADE AMOSTRAL PARA  
ESTIMAR O ESTOQUE E ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS EM  
UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de "Mestre em Ciências Florestais".

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

CURITIBA

2003



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**  
Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico – CAMPUS III  
80210-170 - CURITIBA - Paraná  
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>  
e-mail: [pinheiro@floresta.ufpr.br](mailto:pinheiro@floresta.ufpr.br)

**PARECER**  
Defesa nº 514

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o mestrando *LAERTE BONETES* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado “TAMANHO DE PARCELAS E INTENSIDADE AMOSTRAL PARA ESTIMAR O ESTOQUE E ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA”, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-o ao título de *Mestre* no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em *Manejo Florestal*.

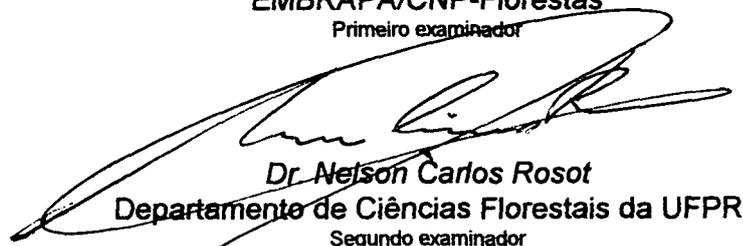


*Dr. Afonso Figueiredo Filho*

Departamento de Ciências Florestais da UFPR  
Orientador e presidente da banca examinadora



*Dr. Edilson Batista de Oliveira*  
EMBRAPA/CNP-Florestas  
Primeiro examinador



*Dr. Nelson Carlos Rosot*  
Departamento de Ciências Florestais da UFPR  
Segundo examinador

Curitiba, 12 de junho de 2003.



---

**Franklin Galvão**  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná (UFPR), através do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela grande oportunidade e crédito;

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, pela oportunidade do trabalho de parceria com a Universidade do Contestado, e a todos os funcionários que auxiliaram na execução dos trabalhos;

À Universidade do Contestado, em especial aos amigos Argos Gumbowsky, Armindo José Longhi, João Rosa Muller, Gaston Mário Cazamajou Bojarski, Elizete Langer do Nascimento, Maria de Salette Sachweh, Célia Gomes Pereira, José Ângelo Nicácio e Gilmar Luiz Mazurkiewicz, pelas nossas histórias.

Aos professores, Dr. Sebastião do Amaral Machado e Dr. Carlos Roberto Sanquetta, que acompanharam e apoiaram os trabalhos realizados na Floresta Nacional de Chapecó;

A Neiva Maria da Silva e sua família, que sempre esteve ao meu lado e acreditou na Área de Coleta de Sementes Guatambu, de quem serei eterno admirador, e a toda equipe do lançamento da Área de Coleta de Sementes Guatambu, por um dia inesquecível.

Ao meu grande amigo e conselheiro, Luiz Cláudio Fossati, pela eterna calma, bom “*censo*” e apoio, e a Santana Pereira, o meu aluno e professor, pelos momentos de medição e aprendizado.

A Fernando Tokarski, pelo primeiro local de trabalho, pela amizade e conselhos.

A Ana Lúcia de Mattos Santa Isabel e Marivaldo dos Reis Santa Isabel, pelo novo caminho.

Ao Dr. Afonso Figueiredo Filho que com o seu apoio e crédito tornou possível a realização de uma vida.

Aos meus pais e demais familiares, pelas nossas vidas e sorrisos.

À minha esposa Soeli, e meus filhos Jonatan, Fábio e Jaqueline, sem os quais não teria sentido superar os momentos de dificuldades.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

LAERTE BONETES, nasceu em Canoinhas, Estado de Santa Catarina em 03 de novembro de 1962.

Em 1983 iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, formando-se em 1986. Atuou como profissional liberal entre 1987 e 1992, ingressando na Universidade do Contestado em 1993, trabalhando na área de pesquisas com florestas nativas na área de inventário florestal. Desde 1997 trabalha com trilhas interpretativas e educação ambiental.

Entre 1995 e 2000 foi responsável pelo convênio entre a Universidade do Contestado e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, SC. Neste período iniciou os trabalhos de pesquisa nas Florestas Nacionais de Três Barras e de Chapecó, em Santa Catarina.

Durante o ano de 2002 foi componente da Câmara Técnica de inventário florestal do Estado de Santa Catarina, responsável técnico do projeto de Inventário Florestal das Espécies Arbóreas em Extinção em Santa Catarina.

Foi coordenador do Curso de Engenharia Florestal no período de 2000 a 2002 e atualmente dedica-se a pesquisas com florestas nativas e em trabalhos de educação ambiental.

Atua no movimento escoteiro há 10 anos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	ix
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xii
<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo Geral.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
2.1 A IMPORTÂNCIA DO INVENTÁRIO FLORESTAL.....	5
2.2 CENSO E AMOSTRAGEM.....	7
2.3 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM.....	13
2.3.1 Forma e Tamanho das Unidades Amostras.....	15
2.3.2 Intensidade de Amostragem.....	25
2.3.3 Erro de Amostragem.....	27
2.4 PROCESSOS DE AMOSTRAGEM.....	29
2.4.1 Amostragem Aleatória Simples.....	30
2.4.2 Amostragem Sistemática.....	32
2.5 ANÁLISE ESTRUTURAL.....	35
2.5.1 Estrutura Horizontal.....	38
2.5.1.1. Densidade.....	38
2.5.1.2. Dominância.....	39
2.5.1.3. Índice de valor de cobertura.....	40

<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	41
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	41
3.1.1 Localização.....	41
3.1.2 Vegetação.....	41
3.2 CENSO FLORESTAL.....	41
3.2.1 Seleção da População Florestal.....	41
3.2.2 Implantação da Área de Censo Florestal.....	41
3.2.3 Coleta de Informações.....	42
3.2.4 Seleção e Identificação das Espécies Florestais.....	43
3.3 AMOSTRAGEM.....	44
3.3.1 Método.....	45
3.3.2 Processo.....	45
3.3.3 Simulações da Amostragem Sistemática.....	45
3.4 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE.....	46
3.5 DETERMINAÇÃO DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE.....	55
3.6 DOMINÂNCIA.....	56
3.7 DENSIDADE.....	57
3.8 ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA.....	59
3.9 CÁLCULO DO ERRO REAL.....	60
3.10 CÁLCULO DO ERRO DE AMOSTRAGEM.....	60
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	60
4.1 CENSO FLORESTAL.....	63
4.2 ESTIMATIVA DAS VARIÁVEIS DE ESTOQUE, UTILIZANDO-SE A AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.....	63
4.2.1 Área Basal Média por Hectare.....	64
4.2.2 Área Basal por Espécie por hectare.....	67
4.2.3 Número de Árvores por Hectare.....	70
4.2.4 Número de Árvores por espécie por Hectare.....	73
4.3 ESTIMATIVA DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS UTILIZANDO-SE A AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.....	76

4.3.1	Dominância Relativa.....	76
4.3.2	Densidade Relativa.....	79
4.3.3	Índice de Valor de Cobertura.....	79
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>86</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS PARA AS INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM DE 4%, 10% E 16%.....	48
TABELA 2 – NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS POR LINHA AMOSTRAL.....	49
TABELA 3 – NÚMERO DE LINHAS AMOSTRAIS PARA AS INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM DE 4%, 10% E 16%.....	49
TABELA 4 – ESTRUTURA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA UNIDADES AMOSTRAIS DE 10 METROS DE LARGURA.....	50
TABELA 5 – ESTRUTURA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA UNIDADES AMOSTRAIS DE 20 METROS DE LARGURA.....	50
TABELA 6 – RESULTADOS DO CENSO FLORESTAL PARA A ÁREA BASAL TOTAL POR HECTARE E PARA O NÚMERO TOTAL DE ÁRVORES POR HECTARE.....	63
TABELA 7 – RESULTADOS DO CENSO FLORESTAL PARA A DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	63

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS DE CONTROLE DA ÁREA DE CENSO FLORESTAL.....	42
FIGURA 2 – UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS DE CONTROLE DA ÁREA DE CENSO FLORESTAL.....	43
FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO SISTEMÁTICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS COM UMA DISTÂNCIA $k_2$ E DAS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS COM UMA DISTÂNCIA $k_1$ .....	46
FIGURA 4 – SORTEIO ALEATÓRIO DE UMA COORDENADA X E Y DENTRO DA ÁREA DE CENSO FLORESTAL PARA UMA SIMULAÇÃO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.....	52
FIGURA 5 – DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES DA PRIMEIRA UNIDADE AMOSTRAL SECUNDÁRIA SORTEADA ALEATÓRIAMENTE....	52
FIGURA 6 – DEFINIÇÃO DA UNIDADE AMOSTRAL PRIMÁRIA FORMADA PELAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS DISTRIBUIDAS SISTEMATICAMENTE COM UMA DISTÂNCIA DISTÂNCIA $k_2$ .....	53
FIGURA 7 – DEFINIÇÃO DAS DEMAIS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS DISTRIBUÍDAS SISTEMATICAMENTE COM UMA DISTÂNCIA $k_1$ .....	54

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE.....	65
GRÁFICO 2 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE.....	66
GRÁFICO 3 – ERROS REAIS E ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE COM 16% DE INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM.....	67
GRÁFICO 4 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	68
GRÁFICO 5 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	68
GRÁFICO 6 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ANGICO-VERMELHO.....	69
GRÁFICO 7 - ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ANGICO-VERMELHO.....	69
GRÁFICO 8 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE.....	71
GRÁFICO 9 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE.....	71
GRÁFICO 10 – ERROS REAIS E ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE COM 4% DE INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM.....	72
GRÁFICO 11 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	74

GRÁFICO 12 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	74
GRÁFICO 13 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ERVA-MATE.....	75
GRÁFICO 14 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ERVA-MATE.....	75
GRÁFICO 15 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	77
GRÁFICO 16 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	77
GRÁFICO 17 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE GRÁPIA.....	78
GRÁFICO 18 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE GRÁPIA.....	78
GRÁFICO 19 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	80
GRÁFICO 20 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	80
GRÁFICO 21 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE MARIA PRETA.....	81
GRÁFICO 22 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE MARIA PRETA.....	81
GRÁFICO 23 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA.....	82
GRÁFICO 24 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE ARAUCARIA.....	82

GRÁFICO 25 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE TIMBÓ.....	83
GRÁFICO 26 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE TIMBÓ..	83

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS.....	91
ANEXO 2 – VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL POR HECTARE, POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS.....	93
ANEXO 3 – VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS.....	96
ANEXO 4 – VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE, POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS.....	98
ANEXO 5 – VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS, PARA INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM DE 4%, 10% E 16%.....	101
ANEXO 6 – MODELO DE FICHA DE CAMPO.....	110

## RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve como principal objetivo avaliar diferentes intensidades de amostragem e diferentes formas e tamanhos de unidades amostrais para as estimativas da área basal por hectare, do número de árvores por hectare e dos índices fitossociológicos para oito espécies florestais. Os valores estimados foram comparados com os valores paramétricos obtidos com a realização do censo florestal de 20 hectares em povoamento florestal localizado na Floresta Nacional de Chapecó, município de Guatambu, Santa Catarina. A tipologia florestal da área de estudo corresponde a Floresta Ombrófila Mista. Os índices fitossociológicos estimados foram a dominância absoluta, dominância relativa, densidade absoluta, densidade relativa e o índice de valor de cobertura – IVC. Foram utilizados oito tamanhos de unidades amostrais abrangendo de 200 m<sup>2</sup> a 4.000 m<sup>2</sup> e as intensidades de amostragem utilizadas foram de 4%, 10% e 16%, totalizando 24 simulações da amostragem sistemática. Foram calculados os erros reais e os erros de amostragem para as estimativas da área basal média por hectare e do número de árvores por hectare (englobando todas as espécies), da área basal por hectare e por espécie, do número de árvores por hectare e por espécie e para os índices fitossociológicos. As estimativas da área basal média por hectare e do número de árvores por hectare, englobando todas as espécies, foram precisas resultando em erros reais menores de 12% para as unidades amostrais e para as intensidades de amostragem utilizadas. As estimativas da área basal por espécie, do número de árvores por espécie e dos índices fitossociológicos não foram precisas para os tamanhos das unidades amostrais testadas e para as intensidades de amostragem utilizadas.

Palavras chave: Inventário florestal, censo florestal, amostragem sistemática, tamanho de unidades amostrais, índices fitossociológicos.

## **ABSTRACT**

*This research had the purpose of evaluating the precision and efficiency of the systematic sampling using different sample size and different plot shape and size for estimating phytossociological indexes. In order to achieve this, the estimated values were compared to parametric values obtained from a complete enumeration of 20 hectare forest survey on forest stand located in the National Forest of Chapecó, Municipality of Guatambu, Santa Catarina State, being that the forest tipology corresponds to the Mixed Araucaria Forest. The phytossociological indexes used were: absolute dominance, relative dominance, absolute density, relative density and the index of covering value – ICV. Eight sizes of sample units were used ranging from 200 to 4,000 square meters and the sampling intensities used were 4%, 10%, and 16%, with 24 simulations of systematic sampling. The actual error and sampling error were calculated for the estimates of basal area per hectare, number of trees per hectare and for the phytossociological indexes. Thus, the estimates of basal area per hectare and the number of trees per hectare were efficient resulting in actual error lesser than 12% for the sample units and for the intensities of samplings used. The estimates of the phytossociological indexes were not efficient for the sizes of sample units and for the intensities of the proposed samplings.*

*Key-words: forest inventory – forest survey – systematic sampling – sample size – phytossociological indexes.*

## 1 INTRODUÇÃO

O manejo florestal tem como objetivo viabilizar a produção sustentada e contínua dos benefícios florestais. Para que ocorra o aproveitamento racional dos recursos florestais existentes, para a sobrevivência das florestas remanescentes e para se obter subsídios necessários para a recuperação das florestas degradadas, através do reflorestamento conservacionista, são necessário o conhecimento das características estruturais das espécies florestais.

A definição dos parâmetros de um ecossistema florestal é possível através da realização de inventários florestais. O inventário florestal é uma atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma área pré-especificada (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

A execução do inventário florestal com a utilização do censo florestal ou completa enumeração dos indivíduos apresenta alto custo e necessita de um grande tempo de execução. A amostragem de uma parte da população, obtendo-se uma estimativa dos seus parâmetros é, quase sempre, a opção mais empregada.

O conhecimento das técnicas de amostragem é um dos principais elementos para a obtenção de informações de um povoamento florestal com precisão, permitindo a definição de critérios para a execução do manejo florestal visando a produção de benefícios diretos e indiretos e a determinação de procedimentos a serem utilizados na conservação e preservação ambiental.

A definição correta do processo de amostragem, do tamanho e forma das unidades amostrais e da intensidade de amostragem do inventário florestal é importante para a obtenção de informações com precisão. Por processo de amostragem entende-se a abordagem referente ao conjunto de unidades amostrais. Os processos de amostragem mais importantes e conhecidos são a amostragem aleatória, a amostragem sistemática e a amostragem estratificada. Os processos de amostragem também podem ser descritos como seletivo, sistemático e aleatório. A utilização de um processo de amostragem ocasiona a existência de um erro de amostragem, devido à medição de apenas parte da população e não da totalidade. Quanto menor o erro de

amostragem, mais precisas são as estimativas obtidas da amostragem a serem extrapoladas para a população.

O inventário florestal utiliza a amostragem para a estimativa de características das florestas, sejam estas quantitativas ou qualitativas. Entre as estimativas quantitativas são determinadas a estrutura horizontal, a estrutura vertical e a estrutura paramétrica. A estrutura horizontal diz respeito à ocupação espacial de uma área florestal e sua análise desta deve ser baseada no inventário e na interpretação das dimensões do indivíduo para servir de comparação entre florestas diferentes. Alguns dos índices da estrutura horizontal são a densidade, a dominância e o índice de valor de cobertura.

De acordo com SCOLFORO e MELLO (1997), uma maneira de se detectar o estágio em que a floresta se encontra, e as possíveis alterações ali ocorridas é realizar a análise estrutural da vegetação existente, de tal modo que possam ser observados os aspectos que envolvem as espécies quando consideradas isoladamente (aspectos autoecológicos) e as interações relativas aos indivíduos que compõem a comunidade florestal (aspectos sinecológicos).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente, a recuperação de áreas degradadas e a utilização das reservas florestais remanescentes para a produção contínua de benefícios à população é um dos desafios da pesquisa florestal, tendo em vista as dificuldades de validação de tecnologias que culminem na minimização do desequilíbrio na utilização dos recursos naturais renováveis e que garantam a sua sustentabilidade.

A realização do inventário florestal para estimar características qualitativas e quantitativas da floresta implica na utilização de técnicas de amostragem adequadas. Para a obtenção dos parâmetros de uma floresta, é necessária a medição de todos os indivíduos, o que é inviável na maioria das vezes devido ao tempo necessário e ao alto custo. Desta forma, realizar estimativas desses parâmetros, utilizando-se uma amostra da população, se torna uma opção necessária.

A amostragem sistemática vem sendo amplamente usada nos levantamentos florestais, ao longo dos anos e apesar da inexistência de uma teoria estatística válida para a estimativa da variância de suas amostras (HOSOKAWA, 1988). É o processo de amostragem preferido (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Para o manejo adequado dos recursos florestais nativos é importante a realização de análises detalhadas, tendo em vista os processos dinâmicos em curso em um determinado povoamento florestal.

HOSOKAWA (1988) afirmou que os resultados das análises estruturais permitem fazer deduções sobre a origem, características ecológicas e sin ecológicas, dinamismo e tendências do futuro desenvolvimento das florestas, elementos básicos para o planejamento do Manejo Florestal.

A definição do tamanho das unidades amostrais a ser utilizado e da intensidade de amostragem devem proporcionar estimativas das análises fitossociológicas dentro de um limite máximo de erro de amostragem admissível, para que os resultados possam ser utilizados na tomada de decisões de que espécie manejar e como será realizado este manejo, assim como fornecer informações úteis e confiáveis para a preservação ambiental.

O presente trabalho comparou as estimativas provenientes da utilização da amostragem sistemática com os parâmetros obtidos na realização do censo florestal em uma área de 20 hectares de Floresta Ombrófila Mista, utilizando diferentes tamanhos e dimensões de unidades amostrais. Foram avaliados os erros reais e os erros de amostragem obtidos para a área basal média por hectare, o número de árvores por hectare e índices fitossociológicos de oito espécies florestais. Os índices fitossociológicos estudados corresponderam à dominância absoluta, à dominância relativa, à densidade absoluta, à densidade relativa e ao índice de valor de cobertura.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as estimativas de parâmetros fitossociológicos de oito espécies florestais de uma Floresta Ombrófila Mista e as estimativas da área basal média por hectare e do número de árvores por hectare, utilizando-se diferentes intensidades de amostragem e diferentes tamanhos de unidades amostrais.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) avaliar os diferentes tamanhos de unidades amostrais e diferentes intensidades de amostragem para as estimativas da área basal média por hectare, utilizando-se o erro real e o erro de amostragem;
- b) avaliar os diferentes tamanhos de unidades amostrais e diferentes intensidades de amostragem para as estimativas do número de árvores por hectare, utilizando-se o erro real e o erro de amostragem;
- c) avaliar os diferentes tamanhos de unidades amostrais e diferentes intensidades de amostragem para as estimativas da área basal e para o número de árvores por espécie florestal e por hectare, utilizando-se o erro real e o erro de amostragem;
- d) avaliar os diferentes tamanhos de unidades amostrais e diferentes intensidades de amostragem para as estimativas dos índices fitossociológicos de dominância, da densidade e do índice de valor de cobertura, utilizando-se o erro real e o erro de amostragem.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A IMPORTÂNCIA DO INVENTÁRIO FLORESTAL

As florestas representam um dos mais importantes recursos naturais para a humanidade, fornecendo diversos bens e serviços úteis ao homem e ao equilíbrio ambiental do planeta. Além de proporcionar madeiras, alimentos, fibras e outros produtos e matérias-primas de uso direto pelo homem, também reservam matérias e substâncias com potencial de utilização futura. As florestas fornecem água limpa, proteção para a fauna e para o solo, além de contribuírem para amenizar o clima em escalas regional e global. Lazer e belezas cênicas das florestas também proporcionam ao homem bem estar e qualidade de vida. Todas essas funções das florestas são importantes, sem distinção (SANQUETTA, 2002).

Toda nação passa historicamente por uma evolução de ocupação de suas terras, incluindo-se aí a exploração das florestas, visando abrir o espaço para a produção agrícola, para a atividade pecuária, para o estabelecimento dos aglomerados populacionais e demais formas de ocupação da terra. O nível de ocupação da terra se acentua com o grau de desenvolvimento de um povo. Caracteriza-se, desta forma, uma estreita ligação entre a exploração dos recursos florestais e o desenvolvimento da estrutura social de uma nação, que expressa naturalmente o nível de equilíbrio entre a capitalização vital oriunda da exploração dos recursos florestais e o grau de fragilidade do ecossistema alterado (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

O ecossistema, principalmente o florestal, vem sendo sistematicamente degradado. Essa degradação é histórica, pois o processo de ocupação territorial no Brasil iniciou-se com o ciclo extrativista do pau-brasil, passando por vários ciclos exploratórios de nossos recursos naturais, acelerando cada vez mais a ação predatória, sem a proteção ambiental. Assim, observa-se que o relacionamento do homem com o ambiente, tradicionalmente, tem se baseado na exploração e no consumo dos recursos naturais. Todavia, é crescente a conscientização da necessidade de conservação e

recuperação ambiental para a própria sobrevivência humana (BORÉM; RAMOS, 2001).

A ocorrência do extrativismo desordenado e excessivo conduz naturalmente a um rompimento de equilíbrio de ecossistemas, resultando em graves conseqüências ao bem-estar das populações, pelos inúmeros desequilíbrios do balanço hídrico, pelo aumento de erosão do solo, pela degradação da fauna e flora silvestres, pela deterioração da produção de alimentos, pelos desequilíbrios meteorológicos, geradores de seca ou enchentes, pelas mudanças causadas na paisagem e até mesmo pela poluição ambiental, o que, em algumas condições extremas, pode atingir o nível da irreversibilidade (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997). Segundo esses autores, os inventários de pequenas áreas, regionais e nacionais informam realidades sobre recursos florestais e são imprescindíveis para bem administrá-los e para planejar sua utilização racional para as gerações futuras. Nenhum país pode prescindir dos recursos oriundos das florestas para seu desenvolvimento econômico e social. Os produtos florestais são utilizados em atividades diversas, desde as construções civis aos adornos de madeira, cobrindo uma variada gama de utilidades indispensáveis ao bem estar do homem.

Para que haja um aproveitamento racional e sobrevivência das florestas, são necessárias técnicas silviculturais adequadas, baseadas na ecologia de cada tipo de formação vegetal. A aplicação de projetos de Manejo Silvicultural adequados, assim como o aproveitamento permanente, implicam no conhecimento da composição e da estrutura da floresta. Os resultados das análises estruturais permitem fazer deduções sobre a origem, características ecológicas e sincológicas, dinamismo e tendências do futuro desenvolvimento da floresta, elementos básicos, para o planejamento do Manejo Silvicultural (HOSOKAWA, 1988).

Nas florestas nativas, o conhecimento cada vez mais preciso do estoque florestal está intimamente ligado à definição de critérios sobre que espécies manejar, sobre o potencial de produção da floresta e, sobre tudo, sobre a conservação e preservação ambiental. Tanto em áreas de florestas de grande porte, como em áreas de cerrado, o uso correto da teoria de amostragem e dos fundamentos de biometria

florestal pode-se constituir em um dos grandes instrumentos de auxílio no controle do desmatamento (SCOLFORO; MELLO, 1997).

## 2.2 CENSO E AMOSTRAGEM

Informações qualitativas e quantitativas de povoamentos florestais podem ser obtidos através da medição de todas as árvores da floresta, ou pela mensuração das árvores de pequenos compartimentos distribuídos sobre a área. O primeiro caso envolve a completa enumeração ou o inventário florestal de 100% dos indivíduos, enquanto que o segundo caso refere-se ao uso de técnicas de amostragem (MACHADO, 1988).

O censo ou completa enumeração é a abordagem exaustiva ou de 100% dos indivíduos da população. A completa enumeração reproduz exatamente todas as características da população, ou seja, fornece os seus parâmetros, valores reais ou verdadeiros. Os inventários por censo, devido ao seu alto custo e o tempo necessário à sua realização, só se justificam nas avaliações de populações pequenas, de grande importância econômica, ou em trabalhos de pesquisa científica, cujos resultados exigem exatidão (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Em áreas florestais pequenas, a medição requerida pode ser realizada em todas as árvores, é o inventário completo, ou um levantamento de 100% da floresta é obtido. Para áreas florestais grandes, o levantamento de 100% não é possível devido ao tamanho da força de trabalho, ao tempo necessário requerido e aos altos custos (HUSCH, 1971).

AVERY e BURKHART (1983) afirmaram que, sob condições limitadas, quando árvores de alto valor ocorrem dispersas em pequenas áreas, uma contagem completa ou de 100% pode ser realizada. Cada árvore de determinada classe de tamanho e da espécie desejada pode ser mensurada, ou a contagem pode constituir 100% de todas as hastes ou caules de uma subamostra da medição atual. A escolha do método depende da idade das árvores inventariadas, dos custos

admissíveis e da precisão desejada. As vantagens da contagem completa são as seguintes:

- a) obtenção do volume total sem erros amostrais, devido a todas as árvores serem medidas por espécie, diâmetro à altura do peito (DAP), altura e classe de qualidade;
- b) deduções de defeitos podem ser determinadas precisamente, porque seleciona-se porcentagens que podem ser aplicadas para as árvores individuais que foram enumeradas;
- c) não é necessário determinar a área exata da floresta. Uma vez que os limites tenham sido determinados, a estimativa pode ser feita sem considerar a área.

As desvantagens de um censo florestal são:

- a) altos custos, devido ao grande tempo e recursos requeridos. O inventário florestal de 100% das árvores é usualmente limitado a pequenas áreas ou para árvores individuais de alto valor;
- b) as árvores devem ser freqüentemente marcadas para evitar omissões ou duplicações na contagem em campo. Isso requer tempo adicional e ou adição de pessoal de campo.

MACHADO (1988) realizou a enumeração completa em 3012 hectares, sendo medidas todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 55 cm. Foram medidos os diâmetros, a altura comercial e as coordenadas X e Y. Os resultados referentes a número de árvores e volume total por espécie foram comparados com os resultados de um inventário em que se empregou a amostragem em conglomerados e unidades secundárias de 3.750 m<sup>2</sup> (15m x 250m).

Segundo FIGUEIREDO FILHO (1999), o censo florestal é uma técnica já tradicional no estudo da dinâmica e da análise estrutural da floresta, visto que a metodologia proporciona conhecimento total da população e a possibilidade da realização de estudos aprofundados das espécies florestais.

PRODAN (1968) afirmou que, ao contrário da enumeração completa (ou censo da população), podem ser utilizadas apenas amostras do material para os

cálculos. As mais importantes vantagens do levantamento amostral comparado com a enumeração completa são:

- a) as amostras apresentam menor custo;
- b) os resultados são obtidos mais facilmente devido ao menor tempo e devido aos menores recursos necessários;
- c) é amplamente aplicável (existem muitos casos em que a contagem será absolutamente impraticável);
- d) apresenta maior exatidão; o resultado de uma enumeração completa é usualmente considerado como o resultado verdadeiro que é estimado com os resultados da amostra. No entanto, as amostragens são usualmente realizadas com mais cuidados que a enumeração completa e uma maior conferência dos dados pode ser realizada. A amostragem, dessa forma, pode ser mais exata que a enumeração total.

Para a maioria dos recursos florestais não é economicamente viável a medição de 100% da população sobre a qual se deseja fazer inferências. Além disso, o tempo requerido para a completa enumeração de grandes populações poderá causar a geração de dados obsoletos devido à demora para sua coleta e sumarização dos dados. Como resultado, alguma forma de medição parcial ou amostragem é imposta. Medições exatas de uma porcentagem pequena de unidades na população freqüentemente fornecerão informações mais seguras do que medidas aproximadas obtidas de populações inteiras (AVERY; BURKHART, 1983).

A teoria da amostragem é o estudo das relações existentes entre uma população e as amostras dela extraída. É útil para a estimativa de grandezas desconhecidas da população, freqüentemente denominadas de parâmetros populacionais ou, abreviadamente, parâmetros, através de conhecimento das grandezas correspondentes das amostras, muitas vezes denominadas estatísticas amostrais ou, abreviadamente estatísticas (SPIEGEL, 1993).

A precisão do volume ou do crescimento estimado não é apenas controlada pela precisão das medições das árvores e dos povoamentos e pela correlação dessas medições com o volume e com o crescimento, mas, também, pelo fato de que é raro

praticar a medição de todas as árvores para as quais a estimativa é desejada. A amostragem, por essa razão, deverá normalmente ser utilizada como uma parte integral do procedimento de inventário florestal, e a precisão desse processo de amostragem virá a ser a questão de preocupação maior (SPURR, 1952).

Em florestas extensas, a amostragem pode fornecer todas as informações necessárias em menos tempo e com menor custo do que um inventário a 100%. Na verdade, é impraticável em extensas florestas a medição de todas as árvores. Uma vez que menos medições são necessárias, a amostragem pode produzir resultados mais confiáveis do que aqueles obtidos por uma contagem completa, considerando-se que se pode empregar pessoas mais bem treinadas e que o trabalho de campo pode ser melhor supervisionado. (HUSCH *et al.*, 1982).

A amostra é uma pequena parte da floresta que se observa, mas é a população como um todo que se procura conhecer. Então, as inferências obtidas para a população são fidedignas se a amostra for uma verdadeira representação da população investigada. Quaisquer estimativas dos parâmetros estão sujeitas a erros de amostragem advindos tanto da condução da amostragem como também do procedimento de seleção das unidades de amostra (HOSOKAWA, 1988).

O estudo das características de uma população deverá, necessariamente, ser baseado em medições ou observações de pequenas porções ou amostras. Uma simples amostra não define exatamente as características de uma população, mas interpretações, na forma de métodos estatísticos, permitem validar conclusões dessas características (SCHUMACHER; BRUCE, 1950).

MATTEUCCI e COLMA (1982), afirmaram que, na maioria dos estudos da vegetação, não é imperativo enumerar e medir todos os indivíduos da comunidade. Para tanto, é necessário efetuar amostragens e estimar o valor dos parâmetros da população.

Embora seja possível localizar e medir todas as unidades da população, obtendo-se o valor do parâmetro e não o valor estimado, o resultado não seria mais útil, nem mais significativo que o de uma amostragem adequada (MATTEUCCI; COLMA, 1982).

IGNÁCIO (2001) enumerou as seguintes vantagens do inventário florestal por amostragem sobre o censo:

- a) no levantamento por amostragem, não é necessária a medição ou enumeração completa de todos os elementos da população;
- b) a amostragem proporciona, freqüentemente, a informação essencial a um custo menor do que o de uma enumeração total;
- c) as informações obtidas por amostragem podem ser mais confiáveis do que aquelas obtidas por meio de um inventário baseado no censo, uma vez que, com um número menor de unidades amostrais a serem pesquisadas e mais tempo disponíveis, as medições das unidades amostrais podem ser feitas com maiores detalhes;
- d) parte da economia que se obteria trabalhando com amostra pode ser empregada para a compra de melhores instrumentos, contratação e treinamento de pessoal;
- e) intuitivamente é fácil perceber que um bom levantamento sobre uma pequena fração representativa da população pode proporcionar uma informação mais fidedigna do que medições de duvidosa confiança efetuadas sobre a totalidade da população;
- f) finalmente, considerando que os dados da amostra podem ser coletados e processados em um tempo menor que o requerido para processar um inventário baseado em censo, a informação obtida por amostragem pode ser mais confiável, uma vez que não estará defasada no tempo.

Nos levantamentos florestais é prática geral selecionar uma amostra que corresponde a uma pequena parte da população da qual se deseja obter a informação. O verdadeiro valor de uma característica é um parâmetro que existe na natureza. Entretanto, pela observação de um certo número de unidades amostrais pode-se estimar a sua estatística correspondente (HOSOKAWA, 1988).

Em trabalhos de inventário florestal, a amostragem consiste em observar uma porção da população (floresta e suas características) para obter estimativas representativas de um todo. As unidades amostrais, nas quais as observações são

realizadas, podem ser talhões, compartimentos, unidades administrativas, parcelas de área fixa, faixas ou pontos. A agregação de todas as unidades amostrais possíveis constitui a população. O grupo de unidades amostrais escolhidas para as observações e medições constitui a amostra. A amostragem, de um modo geral, proporciona as informações desejadas a um custo menor que a enumeração total (HUSCH *et al.*, 1982).

A vegetação florestal pode ser avaliada quantitativa e qualitativamente por diversos procedimentos de amostragem. A aplicação de um ou de outro dependerá de alguns fatores, tais como: tempo, recursos disponíveis, variações fisionômicas e estruturais da vegetação (SCOLFORO; MELLO, 1997).

A amostragem está presente em todas as fases do inventário florestal – na estimativa de área de uma floresta e suas classes de povoamentos componentes, na determinação do volume por árvores e volume por unidade de área, na seleção de árvores para medições de crescimento, na estimativa de mortalidade, etc. As técnicas de amostragem são usadas em cada fase da mensuração florestal, porque raramente é praticável ou até mesmo possível a medição de cada árvore e povoamento para o qual uma estimativa é procurada (SPURR, 1952).

Entre as considerações envolvidas no desenvolvimento de um esquema de amostragem eficiente estão o tamanho da amostra, a forma e o tamanho da unidade amostral, o “design” da amostragem e o sistema de amostragem, que pode ser sistemático, aleatório ou estratificado (AVERY; BURKHART, 1983).

O inventário florestal consiste no uso de fundamentos de amostragem para a determinação ou estimativa de características das florestas, sejam estas quantitativas ou qualitativas. Dentre as características quantitativas pode-se citar: volume, sortimento, área basal, altura média das árvores dominantes, biomassa, diâmetro médio quadrático, etc. No caso de florestas nativas, outras características também podem ser consideradas, tais como: a densidade, dominância, frequência, índice de valor de importância, posição sociológica, índice de regeneração natural, etc. Dentre as características qualitativas, pode-se citar: vitalidade das árvores, qualidade do fuste, tendência de valorização, etc. (SCOLFORO; MELLO, 1997).

Tendo em vista que as análises detalhadas requeridas não podem ser efetuadas em grandes áreas, mas somente por amostragem, é necessário esclarecer antes de tudo, a questão da área mínima representativa. Poucas são as informações disponíveis até o presente quanto ao tamanho requerido para garantir a representatividade de uma amostragem, tendo em vista os processos dinâmicos – e em particular as fases de desenvolvimento – em curso num determinado tipo florestal (LAMPRECHT, 1990).

### 2.3 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Por método de amostragem entende-se a abordagem referente a uma unidade amostral (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997). Método de amostragem refere-se à configuração da unidade amostral, se uma determinada área (100 m<sup>2</sup>, 400 m<sup>2</sup>, 1.000 m<sup>2</sup>, etc.), um número pré-definido de árvores, uma linha ou outro “design” qualquer, inclusive uma única árvore (SANQUETTA, 2002).

MARTINS (1993) distingue dois métodos de amostragens: método de parcelas ou de área fixa e o método dos quadrantes ou de distância ou de área variável (LONGHI, 1997). O grupo de métodos de áreas fixa pode ter uma única ou múltiplas parcelas. O grupo de métodos de parcelas com área variável baseia-se em medidas de distância e, por isso é chamado de método de distância (MARTINS, 1993).

De acordo com PÉLLICO NETTO e BRENA (1997), existem vários métodos de amostragem, destacando-se entre eles os seguintes:

- a) método de área fixa;
- b) método de Bitterlich;
- c) método de Strand;
- d) método 3P de Grosenbaugh;
- e) método em Linhas;
- f) método de 6 árvores (Prodan).

O método de área fixa é o mais conhecido e tradicional dos métodos de amostragem. Outros métodos, alternativos ao método de área fixa, surgiram com o advento da seleção de árvores com critério Probabilístico Proporcional ao Tamanho

(PPT). Neste método, a seleção dos indivíduos é feita proporcionalmente à área da unidade e, conseqüentemente, à freqüência dos indivíduos que nela ocorrem (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Independentemente dos objetivos do inventário, o método de seleção das árvores a serem amostradas é baseado no conceito de probabilidade amostral, que pode ser (1) probabilidade proporcional à freqüência, (2) probabilidade proporcional ao tamanho, ou amostragem de pontos e (3) probabilidade proporcional à predição ou amostragem 3P.

Com a probabilidade proporcional à freqüência, a probabilidade de seleção das árvores de um dado tamanho, durante a medição, é dependente da freqüência com que a árvore ocorre na floresta. Em inventários madeireiros, esta técnica é implementada em campo com faixas amostrais ou parcelas amostrais, utilizando-se unidades amostrais de campo com área fixa. Com essas áreas definidas, as árvores são medidas em função das características determinadas, como a espécie, diâmetro à altura do peito (DAP), altura ou idade. Os valores das unidades amostrais de área fixa são expandidos para uma unidade de área básica por aplicação de um fator de expansão apropriado (AVERY; BURKHART, 1983).

O estabelecimento de diversas áreas de parcelas em vários locais da fitocenose que se deseja estudar é o procedimento adotado quando se empregam os métodos de parcelas múltiplas. Usa-se a média das contagens feitas para cada espécie em cada parcela e supõe-se que as médias assim obtidas possam ser generalizadas para toda a fitocenose. Esses métodos permitem avaliar quantitativamente a variabilidade dos parâmetros estimados e também fornecer, simultaneamente, informações sobre o padrão espacial de distribuição de indivíduos em cada população. Os métodos de distância baseiam-se na suposição de que deve haver uma relação inversa entre a densidade dos indivíduos por área e as distâncias entre eles, numa população de distribuição espacial aleatória. Assim, medindo-se as distâncias entre os indivíduos, pode-se estimar sua densidade por área (MARTINS, 1993).

PÉLLICO NETTO e BRENA (1997) descreveram as vantagens e desvantagens do método de área fixa. Entre as vantagens do método de área fixa destacam-se:

- a) a obtenção de todos os estimadores diretamente na unidade amostral medida, como área basal, distribuição diamétrica, altura das árvores dominantes, volume, crescimento, mortalidade, etc;
- b) praticidade e simplicidade no estabelecimento das unidades amostrais em campo;
- c) é o método mais utilizado em inventários florestais, principalmente quando se focaliza o aspecto de inventário florestal contínuo para fins de manejo florestal;
- d) as unidades permanentes oferecem, nas remedições, a grande vantagem de manter alta correlação entre duas ou mais medidas sucessivas.

As principais desvantagens são as seguintes:

- a) maior custo na instalação e manutenção dos limites das unidades amostrais;
- b) geralmente tem-se um número alto de árvores a ser medido nas unidades amostrais em comparação com os demais métodos, dada a necessidade de se escolher um tamanho que permita manter um número significativo de árvores na unidade permanente até a época de rotação florestal.

### 2.3.1 Forma e Tamanho das Unidades Amostrais

As unidades amostrais de área fixa utilizadas em trabalhos de inventário florestal são chamadas de parcelas ou faixas. O termo geral de parcelas refere-se a unidades amostrais de áreas até aproximadamente um hectare de tamanho e de diversas formas, como quadradas, retangulares e circulares. As faixas podem ser consideradas um tipo especial de parcelas retangulares, nas quais o comprimento é muitas vezes maior que a largura.

É possível obter estimativas não tendenciosas de quantidades de madeiras a partir de qualquer tamanho e forma de parcelas, entretanto, a forma e tamanho ótimo a ser utilizado sob certas condições florestais é variável (HUSCH, 1971).

A unidade amostral é o espaço físico sobre o qual são observadas e medidas as características quantitativas e qualitativas da população. Pode ser constituído por parcelas de área fixa, faixas, pontos amostrais ou árvores (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

O tamanho da parcela deverá ser suficientemente grande para incluir pelo menos 20 a 30 árvores medidas e pequena o suficiente para não requerer um tempo de medição excessivo. Em outras palavras, unidades amostrais grandes são geralmente requeridas para grandes árvores e para povoamentos abertos, enquanto unidades pequenas são necessárias para densos bosques e árvores pequenas (SPURR, 1952).

A forma e o tamanho das unidades amostrais têm sido definidos muito mais em função da praticidade e operacionalidade de sua localização e demarcação em campo, do que qualquer outra argumentação (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

As características de uma estimativa baseada em unidades amostrais de área fixa são afetadas pelo tamanho e forma das unidades amostrais. A escolha da forma da unidade amostral (circular, quadrada ou retangular) normalmente depende dos objetivos do inventário, do terreno, da composição florestal e da tradição (SCHREUDER; et al. 1992).

As unidades amostrais podem assumir qualquer forma. Unidades circulares apresentam a vantagem de ter uma dimensão, o raio, que define os limites da unidade. A desvantagem é que os limites da unidade são linhas curvas e devido a isso é mais difícil de estimar ou marcar os limites. As unidades quadradas ou retangulares eliminam essa desvantagem uma vez que os limites são linhas retas (HUSCH, 1971).

BRYAN (1956), citado por SOARES (1980), afirma que as unidades amostrais circulares são geralmente mais utilizadas porque podem ser facilmente estabelecidas com um único marcador no centro e porque fornecem um perímetro mínimo para determinada área de unidade amostral.

NASH e ROGERS (1975), citados por SILVA (1980), comentam que as unidades amostrais circulares são muito usadas em áreas planas ou suavemente onduladas. Suas vantagens são que o centro da unidade amostral define o perímetro, porque a distância dos extremos (raio) é a mesma em todas as direções e o número de árvores de bordadura é mínimo. Os autores salientam que as unidades quadradas são de uso mais popular em florestas temperadas do que em florestas tropicais. Contudo, poderiam ser aplicadas nesse tipo de floresta, desde que o sub-bosque não fosse tão denso ou onde o número de árvores por hectare não fosse elevado. Já as unidades retangulares, são a forma mais utilizada em florestas tropicais. Contudo, alguns pontos devem ser considerados em sua aplicação:

- a) o número de árvores de bordadura em unidades amostrais retangulares é máximo quando comparado com qualquer outra forma de mesma área;
- b) as unidades amostrais retangulares não deveriam exceder a 30 metros de largura, ou 15 metros de cada lado da linha central. Unidades amostrais mais largas tornam difícil o controle das bordaduras, aumentando a probabilidade de erros;
- c) as unidades amostrais retangulares, quando bem longas em relação à largura, podem englobar mais de um tipo florestal. Se as estimativas devem ser realizadas por tipo, a enumeração, por conseguinte, deve também ser executada separadamente para cada tipo. Neste caso, o principal problema que se apresenta é que as mudanças no tipo florestal nem sempre serão bem definidas, ocorrendo normalmente zonas de transição entre tipos.

BORMANN (1953), citado por SOARES (1980), sugere o uso de unidades amostrais retangulares, sendo que o eixo maior deve atravessar qualquer variação observada na topografia, solo ou vegetação.

Em relação à forma, DAUBENMIRE (1968), citado por ZILLER (1992), afirma que as parcelas retangulares tendem a ser mais representativas do que as quadradas ou circulares, o que é facilmente explicável, considerando-se que os indivíduos representantes das espécies distribuem-se muitas vezes em agrupamentos

isodiamétricos. Parcelas alongadas têm maior probabilidade de interceptar partes de vários agrupamentos sem passar diretamente por eles, enquanto que as parcelas isodiamétricas podem cair inteiramente sobre um agrupamento ou inteiramente num espaço entre grupos, tornando os registros tão diversificados que seria necessário amostrar um número muito grande de parcelas para possibilitar a obtenção de uma média razoável.

Em florestas suficientemente homogêneas, a precisão para uma determinada intensidade amostral tende ser maior para unidades amostrais pequenas em relação às maiores, porque o número de unidades amostrais independentes é grande. Entretanto, o tamanho de unidade amostral mais eficiente é também influenciado pela variabilidade da floresta. Quando pequenas unidades amostrais são utilizadas em florestas heterogêneas, altos coeficientes de variação serão obtidos. Nesses casos unidades amostrais maiores são recomendadas (HUSCH *et al.*, 1982).

MALLEUX (1982), citado por SOUZA (1996), afirma que unidades amostrais pequenas incluem sítios pequenos e muito específicos, de tal forma que a variabilidade incluída dentro de cada unidade de amostra é muito pequena, já que a maior fonte de variabilidade está entre as unidades amostrais, razão pela qual há uma grande diferença entre uma e outra, pelas características específicas que os sítios representam. Unidades grandes podem englobar sítios maiores, que representam vários sítios específicos e, portanto, alta variabilidade, o que significa que há alta variabilidade dentro das unidades de amostras e baixas variabilidades entre as unidades. De acordo com estes conceitos, as unidades pequenas são mais aptas para florestas homogêneas e as unidades grandes para florestas heterogêneas, pois com unidades grandes garante-se uma maior representatividade das espécies da floresta.

As possibilidades anteriores têm fundamentos teóricos: na primeira, se considera que quanto maior forem as unidades, dentro de cada uma delas vai existir maior variabilidade e, portanto, se reduz a variabilidade entre as unidades de amostra; e a segunda, considera que quanto menores forem as unidades, pode-se escolher maior número delas e, como conseqüência, o número de graus de liberdade é alto e se pode obter resultados com um baixo erro de amostragem.

Os coeficientes de variação em populações de florestas tropicais variam grandemente em função da unidade de amostra utilizada; em amostras de pequeno tamanho, a maior fonte de variação está entre as unidades de amostra e, em amostras de grande tamanho, a maior fonte de variação está contida dentro das próprias unidades amostrais. A variabilidade da população está em relação estreita com o tipo de floresta; por exemplo, em florestas de zonas aluviais baixas, a variabilidade é alta, em zonas altas, bem drenadas, esta variação é menor e em condições específicas de sítio ou condicionantes edáficas, a variação é relativamente baixa (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Para esses autores anteriormente citados, devido à grande variação de tipologias e espécies que ocorrem nas florestas naturais do Brasil, as unidades retangulares têm sido preferidas. Unidades com até 250 metros de comprimento têm permitido detectar a variação de espécies, normalmente ocorrentes em comunidades ou unidades gregárias, dentro de diferentes tipologias. Ainda para esses autores, a literatura a respeito de forma e tamanho de unidades amostrais utilizadas para fins de inventários de plantios florestais é vasta, podendo-se destacar GOMES (1957), LÖETSCH (1960), CAMPOS (1970), SPURR (1971), SILVA (1974), entre outras. Na opinião destes autores os tamanhos das unidades amostrais para florestas plantadas variam entre 20 m<sup>2</sup> e 1.000 m<sup>2</sup>. Como se pode observar, não há uma consistência na decisão sobre o tamanho dessas unidades e resta, na opinião deles, que este tamanho seja definido com base na experiência prática e de um equilíbrio entre precisão e custos.

PÉLLICO NETTO e BRENA (1997) utilizaram os estudos feitos por PÉLLICO NETTO em 1979, que considerou que o tamanho da unidade amostral depende de outros fatores igualmente relevantes para sua definição tais como : o tamanho da área a ser inventariada, os tempos de deslocamento, os tempos de medição, o número de horas a serem trabalhadas por dia, as condições de acesso à área e dentro dela e as adversidades de penetração na floresta.

MATTEUCCI e COLMA (1982), citados por LONGHI (1997), afirma que se os indivíduos a serem amostrados são pequenos ou muito abundantes, é preferível

utilizar unidades pequenas. Para indivíduos grandes e muito espaçados, as unidades amostrais maiores devem ser mais adequadas. Não se deve utilizar unidades demasiadamente pequenas, porque nelas se destacam os erros de bordadura, isto é, os devidos à exclusão e inclusão de indivíduos de bordadura.

Para a determinação da forma e tamanho ideal das unidades amostrais, há uma série de premissas a serem consideradas. A área da unidade amostral está diretamente relacionada com o número de indivíduos (árvores) contidas na mesma. Inúmeros trabalhos publicados sobre o assunto, revelam a dependência entre a variância dos volumes estimados pelas unidades amostrais e o tamanho das mesmas. Várias observações demonstram o decréscimo da variância com o aumento da área da unidade amostral, ocorrendo o mesmo com relação ao coeficiente de variação (VASQUES, 1988).

Para uma mesma população e igual intensidade amostral, parcelas ou unidades amostrais menores exibem uma maior variabilidade relativa (coeficiente de variação) do que parcelas maiores, ou seja, parcelas de 300 m<sup>2</sup> exibem maior coeficiente de variação que parcelas de 500 m<sup>2</sup> quando considerada a mesma população. Em populações uniformes, as mudanças no tamanho da parcela têm pouco efeito na variância (SCOLFORO; MELLO, 1997).

MESAVAGE e GROSENBAUGH (1956), citados por RODRIGUES TELLO (1980), afirmam que estimativas não tendenciosas do volume de uma floresta podem ser obtidas utilizando-se unidades amostrais de qualquer tamanho, desde que sua localização não seja tendenciosa. Porém, existe um intervalo limitado de tamanhos no qual a eficiência da amostragem é máxima. O tamanho ótimo pode variar de uma amostragem para outra, dependendo do grau de agrupamento das árvores e do custo. A precisão das estimativas, usando igual intensidade amostral, aumenta à medida que as unidades amostrais se tornam menores e mais numerosas. Na amostragem de florestas onde as árvores são de grande porte e se distribuem de forma espalhada ou agrupada as unidades amostrais de maior tamanho foram mais eficientes que as de menor tamanho.

A relação entre o tamanho da unidade amostral e a variabilidade é fortemente influenciada pelo tamanho dos grupos e dos espaços abertos entre elas, ou, em outras

palavras, pela distribuição espacial. Em geral, as amostras de tamanho suficiente para incluir alguns grupos e alguns vazios mostrarão menor variação que as estimativas feitas com amostras menores, que podem se situar inteiramente dentro de um grupo ou dentro de um vazio (FREESE, 1962).

MESAVAGE e GROSENBAUGH (1956) citados por RODRIGUES TELLO (1980), em seus trabalhos indicam um procedimento para determinar o tamanho de unidade amostral ótima, que consiste em:

- a) levantar uma série de unidades de amostras concêntricas, de diferentes tamanhos;
- b) calcular o volume ou a área basal para cada tamanho de unidade de amostra;
- c) calcular a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de cada tamanho em estudo;
- d) calcular o número de unidades amostrais de menor tamanho, necessário para uma precisão estipulada;
- e) calcular o número de amostras dos outros tamanhos para se obter uma intensidade de amostragem igual as das unidades menores;
- f) estimar o tempo de levantamento para cada tipo de unidade amostral;
- g) comparar a eficiência relativa a todos os tamanhos de unidades amostrais com aquela de menor tamanho.

RODRIGUES TELLO (1980), aplicando a metodologia proposta por MESAVAGE e GROSENBAUGH (1956), em uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* determinou a eficiência relativa das diferentes formas e tamanhos de unidades amostrais, utilizando o tempo despendido e o erro-padrão em porcentagem. As unidades amostrais circulares, quadradas e retangulares de 1000 m<sup>2</sup> foram as mais eficientes e entre elas a melhor foi a circular. Através da estimativa dos custos totais verificou que as unidades amostrais circulares de 1000 m<sup>2</sup> foram as que apresentaram um menor custo total por área.

SCOLFORO e MELLO (1997) descrevem outros métodos para determinar o tamanho e forma ótima de parcelas, para estudos fitossociológicos, sendo:

- a) pela curva espécie-amostra, que consiste em estabelecer parcelas com diferentes áreas e computar o número de espécies captadas por cada tamanho de parcela. Um dos critérios mais comuns utilizados para definir tamanho ótimo das parcelas por este método é quando acréscimos de 10% na área destas proporcionam acréscimos de menos de 10% no número de novas espécies;
- b) pela curva coeficiente de variação-amostra, sendo estabelecidas parcelas com diferentes áreas e computados o coeficiente de variação da característica de interesse (volume, peso, área basal) para cada tamanho estabelecido para as parcelas. Estes valores serão representados graficamente. No ponto onde houver estabilização do coeficiente de variação em relação à área da parcela, tem-se o tamanho ótimo.

MARTINS (1993), no livro *Estrutura de uma Floresta Mesófila*, descreve uma série de trabalhos de pesquisa realizados para levantamentos fitossociológicos empregados no Brasil utilizando-se parcelas de área fixa. A fitossociologia, no Brasil, iniciou com a aplicação de métodos de parcelas e pode-se dizer que os primeiros ensaios fitossociológicos em florestas brasileiras surgiram da necessidade de estudos epidemiológicos da febre amarela silvestre.

Quanto menor forem as unidades amostrais, maior será a precisão do levantamento, considerando-se a mesma intensidade. Todavia, cada elemento da amostra deve fornecer uma imagem representativa da floresta. Para florestas tropicais se estabelece que unidades amostrais muito pequenas não são aconselháveis para estimar o do volume comercializável, sugerindo-se unidades de um acre (FAO, 1974).

SOARES (1980) testou a eficiência relativa de tamanhos e de formas de unidades amostrais em plantações de *Eucalyptus grandis* na região de Bom Despacho – MG, selecionando 25 tamanhos de 100 a 1.000 m<sup>2</sup> e formas de unidades amostrais circulares, quadradas e retangulares. De modo geral, as unidades amostrais de 500 m<sup>2</sup> e, principalmente, de 600 m<sup>2</sup>, mostraram-se tão eficientes quanto as unidades amostrais de maiores tamanhos para estimar volumes médios, o número médio de árvores e a sobrevivência, independentemente das formas das unidades.

No Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil, realizado pela Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF), em convênio com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), foram utilizadas unidades amostrais retangulares com 20 metros de largura por 125 metros de comprimento (FUPEF, 1978).

SILVA (1980) testou a eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades amostrais aplicadas em inventário florestal na Região do Baixo Tapajós. Os resultados alcançados permitiram concluir que as unidades amostrais quadradas apresentam menor tempo total de medição, quando comparadas com outras formas de mesmo tamanho. Para as condições da região estudada e, considerando a amplitude de tamanhos usada no trabalho, as unidades amostrais quadradas de 900 m<sup>2</sup> e de 2.500 m<sup>2</sup> foram mais eficientes que os demais tamanhos e formas testadas.

De acordo com LAMPRECHT (1990), MARMILLOD (1982) realizou pesquisas na floresta amazônica peruana e indicou a área mínima da unidade amostral de um hectare para uma amostragem representativa do povoamento, em seu conjunto e para pesquisas sobre a dinâmica florestal. Para uma visão completa sobre a composição florística e a estrutura do povoamento total recomendou a área mínima de 3 a 5 hectares. LAMPRECHT (1992) cita OLDEMANN (1979), que recomenda áreas de extensão de 5 a 10 hectares. Na prática, devido ao extenso volume de trabalho requerido, freqüentemente será necessário dar-se por satisfeito com áreas de menor extensão para a amostragem. No entanto, pelo menos em florestas higrófilas, dever-se-ia evitar uma amostragem com áreas inferiores a um mínimo de um hectare.

MACHADO (1988) realizou o estudo comparativo dos resultados obtidos no censo florestal de 3.012 hectares com os resultados obtidos na amostragem sistemática em conglomerados, utilizando unidades amostrais de 3.750 m<sup>2</sup> na Floresta Nacional de Tapajós, Estado do Pará. O volume total e o número de árvores para todas as espécies, obtidos através da amostragem em conglomerados, foram muito próximos dos valores reais. Desta forma, as estimativas para o total são seguras. Os mesmos parâmetros, quando comparados ao nível de espécies, não são de confiança. Existia a expectativa de que as estimativas dos parâmetros fossem aproximadas dos valores reais, mas isto não foi confirmado, pelo menos para as espécies comparadas. Informações do volume

e do número de árvores por classe de diâmetro foram confiáveis para o total das espécies, mas não quando estimados ao nível de uma determinada espécie.

No inventário florestal da Floresta Nacional de Três Barras - SC para florestas nativas, foram utilizadas unidades amostrais de 15 metros de largura por 200 metros de comprimento, executado em 1990 pela Fundação de Pesquisas Florestais (FUPEF), em convênio com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

ZILLER (1992) realizou a análise fitossociológica de Caxetais no Estado do Paraná e utilizou uma derivação do método dos transectos ou parcelas lineares, adotando comprimentos de 20 metros e largura de 10 metros, considerando todas as árvores ocorrentes dentro de 5 metros de largura para cada lado da linha central, numa área total de 200 m<sup>2</sup>. A mesma área foi utilizada por GUAPYASSÚ (1994) em uma Floresta Ombrófila Densa Submontana, no Paraná.

SCOLFORO e MELLO (1997) utilizaram unidades amostrais de 2.000 m<sup>2</sup> (10m X 200m) em estudos de comparação entre procedimentos de amostragem para a avaliação da estrutura fitossociológica de um remanescente da floresta estacional semidecidual montana, no município de Lavras-MG.

Em estudos de estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primárias e secundárias, no Estado do Pará, GOMIDE (1997) utilizou unidades amostrais de 50 metros por 50 metros (0,25 ha).

LONGHI (1997), em um estudo de agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo – RS, adotou parcelas retangulares de 10 metros por 100 metros (1.000 m<sup>2</sup>). Este tamanho é, freqüentemente, utilizado em inventários florestais, e recomendado, segundo o autor, por PIRES *et al.* (1953), KOSTLER (1958) e MACHADO (1988).

CORAIOLA (1997), para caracterizar a estrutura de uma floresta estacional semidecidual, localizada no município de Cássia – MG, utilizou unidades amostrais quadradas com 10.000 m<sup>2</sup> (1ha), com dimensões de 100 metros por 100 metros. Para a realização deste trabalho, instalou 12 unidades amostrais permanentes, distribuídas sistematicamente.

PIZATTO (1999), com base no princípio de que o tamanho da parcela para um levantamento estrutural e avaliação dos processos dinâmicos em florestas naturais deva ser de um hectare, utilizou parcelas permanentes desse tamanho e de forma quadrada (100m X 100m), para a avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista, em São João do Triunfo - PR, entre 1995 a 1998.

VIDAL (2000) utilizou unidades amostrais de área fixa quadradas com área total de 10.000 m<sup>2</sup> ou um hectare para análise biométrica da regeneração natural de algumas espécies em uma floresta estacional semidecidual. Foram implantadas 5 unidades amostrais, perfazendo 5,56% do total da área.

ISERNHAGEN (2001) realizou ampla pesquisa sobre os levantamentos fitossociológicos florestais executados no Estado do Paraná que utilizaram tamanhos de unidades amostrais entre 50 m<sup>2</sup> a 10.000 m<sup>2</sup>.

BRENA *et al.* (2001), para a realização do inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul, utilizou dois tipos de unidades amostrais permanentes para florestas naturais que denominou de unidade amostral de crescimento e unidade amostral de estoque. A unidade de crescimento foi um quadrilátero de 100 m x 100m (10.000 m<sup>2</sup> de superfície) e a unidade de estoque foi uma faixa de 10 metros de largura por 100 metros de comprimento (1.000 m<sup>2</sup>) orientada no sentido Sul-Norte.

### 2.3.2 Intensidade de Amostragem

A intensidade de amostragem indica a porcentagem de área total da população que é incluída na amostra (HUSCH *et al.*, 1982). Se uma população é pequena, muitas vezes é conveniente a obtenção das informações coletando-se os dados de toda a população. Frequentemente, tempo e recursos podem determinar a mensuração de apenas uma amostra da população. O primeiro passo para realizar uma amostra consiste em determinar qual o tamanho necessário. Entretanto, uma resposta precisa não pode ser facilmente encontrada (COCHRAN e SNEDECOR, 1967).

A intensidade de amostragem ou fração de amostragem é a razão entre o número de unidades da amostra e o número total de unidades da população. A

intensidade de amostragem pode ser determinada, basicamente. Através de dois procedimentos principais: em função da variabilidade da população, do erro de amostragem admitido e da probabilidade de confiança fixada; ou em função do tempo e recursos disponíveis para a realização do inventário (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

A definição da intensidade amostral em função da variância da população é o procedimento normal e desejável. A intensidade de amostragem é uma função da variabilidade da floresta, do erro de amostragem máximo admitido para as estimativas e da probabilidade de confiança fixada para as mesmas. Em muitos inventários florestais, a intensidade de amostragem é fixada em função do tempo disponível para sua realização, ou pelos recursos financeiros, humanos e materiais existentes. Nestas condições, a intensidade de amostragem é uma decorrência da quantidade de trabalho que pode ser realizado em determinado tempo, ou com os recursos colocados a disposição. Com isso não é possível fixar o erro de amostragem requerido para as estimativas do inventário. O erro resultante será maior ou menor, dependendo das características da floresta (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Para determinar a área mínima representativa para composição florística, faz-se a aferição dos dados em parcelas pequenas (p.ex., de 100 ou 200 m<sup>2</sup>), separadamente. Prossegue-se o levantamento até não se registrarem mais espécies novas. A soma destas parcelas representa a área mínima representativa. Os resultados da pesquisa podem ser visualizados mediante um gráfico constituído pela chamada curva de espécie por área (LAMPRECHT, 1990).

De um modo geral não se tem em mente o levantamento total de todas as espécies arbóreas. Segundo proposta de CAIN e CASTRO (1959), considera-se alcançada a área mínima representativa a partir do ponto em que a aplicação da área levantada em mais de 10% proporciona um acréscimo inferior a 10% no número de espécies levantadas. É preciso interpretar com prudência a eventualidade de que a curva, após atingir um decurso raso, volte a apresentar uma ascensão íngreme, pois neste caso, é provável que se esteja ante um novo tipo florestal, significando que a área de amostragem é heterogênea sob este aspecto. Além disso, urge observar que a área

mínima de amostragem para o levantamento das espécies arbóreas depende, em grande parte, do diâmetro mínimo a partir do qual as árvores são consideradas. Quanto menor for este valor, tanto menor será a área mínima e maior será o trabalho a empreender por unidade de amostragem, pois neste caso, o número de árvores com diâmetros finos aumenta desproporcionalmente. Para traçar uma curva de espécies por área, basta, normalmente, o material levantado com  $DAP \geq 10$  cm (LAMPRECHT, 1990).

Segundo ISERNHAGEN (2001), a heterogeneidade de tamanhos de áreas amostrais utilizadas em levantamentos fitossociológicos no Estado do Paraná e os diferentes critérios de inclusão (DAP ou CAP mínimo) prejudicam sensivelmente a comparação entre estudos realizados em uma mesma tipologia, tornando também questionável a comparação dos resultados entre diferentes tipologias. Quanto à intensidade amostral, o autor afirma que, devido ao atual cenário ambiental do Paraná, são necessários estudos mais detalhados e contínuos dos remanescentes envolvendo, quando possível, a adoção de censos para diagnósticos quali-quantitativos da vegetação, estudos que considerem a dinâmica da flora e fauna e a avaliação dos condicionantes físicos destes ambientes e sua integração com o meio biótico.

### 2.3.3 Erro de Amostragem

A estimativa de uma média ou do valor total de um parâmetro, obtida por uma amostra, geralmente difere do valor verdadeiro. A amostra será tanto mais valiosa quanto mais acurada for a estimativa, ou seja, quanto mais próxima estiver do valor verdadeiro (FAO, 1974).

O erro de amostragem é dado pela diferença entre a média estimada na amostra e a média real ou paramétrica da população. Os erros de amostragem decorrem do processo de amostragem e são devidos à parte da população que deixou de ser amostrada. Considerando-se nulos os erros não amostrais, a diferença entre a média estimada e a média real da população é estimada pelo erro padrão da média. O erro padrão expressa o tamanho esperado do erro de amostragem, em geral apresentado como uma porcentagem da média estimada e por isto chamado de erro de

amostragem percentual. No planejamento do inventário florestal, uma das decisões importantes é a precisão desejada para as estimativas. Esta precisão desejada é, geralmente, expressa pelo erro de amostragem máximo admitido em porcentagem. Assim, quanto menor o erro padrão da média, maior a precisão. O erro de amostragem de um inventário florestal depende do tamanho da amostra, da variabilidade das unidades amostrais e do procedimento de amostragem usado (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Apesar da enumeração completa não conter erros de amostragem, ela envolve altos custos quando comparada com o uso de métodos de amostragem. Por essa razão, quase sempre tem sido usada apenas em áreas pequenas com propósitos de pesquisa, ou em áreas com madeiras de grandes dimensões e de alto valor comercial (MACHADO, 1988).

A precisão de um inventário florestal baseado em amostragem é indicada pelo tamanho do erro de amostragem excluindo os efeitos dos erros não amostrais. A exatidão de um inventário florestal refere-se ao erro total e inclui os erros não amostrais. Em inventário florestal, como em qualquer procedimento de amostragem, primeiramente interessa a exatidão. Tenta-se concretizar a exatidão com o planejamento e execução do inventário dentro de um limite aceitável de precisão e pela eliminação ou redução dos erros não amostrais a um mínimo (HUSCH *et al.* 1982).

Os erros não amostrais também são denominados de erros sistemáticos ou “BIAS”. Estes erros ocorrem devido à inabilidade do operador ou ao uso de instrumentos desajustados, dentre outros (SCOLFORO; MELLO, 1997).

O erro padrão da média pode ser usado para determinar limites de confiança para a média da população ou para a determinação do tamanho da amostra necessária para concretizar uma precisão amostral especificada (AVERY; BURKHART, 1983).

OGAYA (1977), citado por SOARES (1980), em seu trabalho sobre a influência do tamanho das parcelas nos erros de amostragem em inventários florestais, concluiu que, do ponto de vista estatístico, as parcelas de dimensões pequenas oferecem maiores vantagens; afirma também que ao utilizar parcelas grandes ocorre

uma perda de precisão, causada pela tendência das espécies a certo tipo de associação ou gregarismo.

Segundo COCHRAN (1953), citado por IGNÁCIO (2001), a redução na diferença entre a estimativa obtida por meio de uma amostra e o valor verdadeiro da população pode ser conseguida com o aumento do tamanho da amostra, emprego de processos de amostragem apropriados, utilização de melhores instrumentos de medição e pessoal melhor qualificado e com esquemas de supervisão e controle em todas as fases da execução do trabalho. Isso, necessariamente, envolve tempo e dinheiro. Portanto, em qualquer plano de amostragem, precisão e custos são duas variáveis fundamentais e a especificação de uma implica necessariamente na determinação da outra.

## 2.4 PROCESSOS DE AMOSTRAGEM

PÉLLICO NETTO e BRENA (1997) definiram por Processo de Amostragem a abordagem referente ao conjunto de unidades amostrais. Estreitamente vinculado aos processos de amostragem está a periodicidade com que a amostragem será realizada. Se a abordagem se constituir em uma única ocasião, então os processos são mais específicos e diretamente aplicados à população. Se a periodicidade for considerada como múltiplas ocasiões, ou com abordagens sucessivas da mesma área, então os processos poderão ser mais complexos, mais integrados e elaborados. Nestas condições a interligação entre ocasiões sucessivas implicará em usos de técnicas de regressão, correlação e até mesmo de complexos estimadores de precisão.

Geralmente para uma única abordagem ou uma ocasião, os processos de amostragem se classificam em:

- a) Aleatório
  - Aleatório Irrestrito;
  - Aleatório Restrito;
    - Amostragem em dois estágios;
    - Amostragem em múltiplos estágios;
  - Amostragem estratificada.
- b) Sistemático
  - Único Estágio;
  - Múltiplos estágios.
- c) Misto
  - Amostragem em grupos ou conglomerados;
  - Amostragem com múltiplos inícios aleatórios.

Estes são os mais importantes e conhecidos processos de amostragem para aplicação em uma ocasião. Há variações de alguns processos apresentados, porém, em essência, são os mais aplicáveis aos inventários florestais (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

#### 2.4.1 Amostragem Aleatória Simples

Todos os procedimentos estatísticos têm origem na amostragem aleatória simples. Na amostragem aleatória simples toda combinação possível de unidades amostrais tem igual e independente chance de ser selecionada. É apenas necessário que, para qualquer situação de amostragem, a seleção de uma unidade em particular não seja influenciada por unidades amostrais que tenham sido selecionadas ou por outras que venham a ser selecionadas (AVERY; BURKHART, 1983).

A amostragem aleatória simples é o processo fundamental de seleção, a partir do qual foram derivados todos os demais procedimentos de amostragem, visando

aumentar a precisão das estimativas e reduzir os custos do levantamento. (HUSCH *et al.*, 1982).

Este é o mais antigo dos procedimentos de amostragem. Caracteriza-se por ser um procedimento no qual não há qualquer restrição à casualização, ou seja, todas as parcelas cabíveis na população têm a mesma chance de ser sorteadas para a implementação do inventário (SCOLFORO; MELLO, 1997). Neste procedimento, as unidades amostrais são independentemente selecionadas, não havendo, a princípio, reposição, já que esta afeta o erro padrão da média. A repetição de unidades amostrais implica numa redução da variabilidade da floresta, sendo esta maior homogeneidade da população, puramente artificial. Este procedimento é preferencialmente aplicado em florestas pequenas, de fácil acesso e homogêneas, para que a intensidade amostral não seja muito alta. Em grandes áreas, uma das alternativas para aplicar o procedimento é utilizar a base da estratificação e então utilizar cada estrato como sendo uma população independente. Este é um procedimento muito utilizado no meio florestal pela simplicidade e facilidade de manuseio da formulação da análise.

PÉLLICO NETTO e BRENA (1997) afirmam que a amostragem aleatória irrestrita, em inventários florestais, produz estimativas não tendenciosas da população e permitem estimar o erro de amostragem, porém apresenta as seguintes desvantagens:

- a) a necessidade de planejar a listagem das unidades, para selecionar, aleatoriamente, as parcelas ou pontos amostrais;
- b) a dificuldade de localizar, no campo, a posição das unidades amostrais dispersas na população;
- c) o tempo improdutivo gasto no deslocamento entre as unidades da amostra;
- d) a possibilidade de uma distribuição irregular das unidades, resultando em uma amostragem irregular da população.

#### 2.4.2 Amostragem Sistemática

STEFANELLO (1994) define a amostragem sistemática como um processo probabilístico em que as unidades amostrais são pré-fixadas por um único modelo de sistematização no qual toda a população é abrangida, sendo selecionada a primeira unidade amostral aleatoriamente e as demais obedecerão automaticamente a um padrão pré-determinado.

Nesse sistema, a unidade amostral inicial é selecionada aleatoriamente ou estabelecida arbitrariamente no solo; depois disso as demais unidades são sistematicamente distribuídos com intervalos uniformes através de toda a extensão do terreno (AVERY; BURKHART, 1983).

SCOLFORO e MELLO (1997) afirmam que a amostragem sistemática é também denominada de seleção mecânica. O princípio deste procedimento consiste na aleatorização da primeira unidade amostral, que é quem determinará a posição de todas as demais unidades que irão compor o inventário. Estas parcelas estarão distanciadas umas das outras, conforme um intervalo ( $k$ ) definido antecipadamente.

A amostragem sistemática quando corretamente empregada permite a obtenção de estimativas reais do total e da média da população por se distribuir sobre toda a população. As amostragens sistemáticas são usualmente mais rápidas e baratas de se executar do que amostragens baseadas na probabilidade amostral porque a escolha das unidades é mecânica, eliminando a necessidade de um processo de seleção aleatória. O deslocamento entre as amostras sucessivas é facilitado uma vez que um procedimento direcional fixo é determinado e o deslocamento resultante é normalmente menor do que o necessário para localizar unidades selecionadas aleatoriamente. O tamanho da população não necessita ser conhecido, uma vez que as unidades são escolhidas com intervalo fixo após uma unidade ter sido selecionada. Uma vez que as unidades amostrais sistemáticas foram fixadas com intervalo regular, existirá um conjunto fixo de unidades possíveis (HUSCH *et al.*, 1982).

Segundo HUSCH *et al.* (1982), como o procedimento faz uso de aleatorização apenas para a primeira parcela do conjunto que será utilizado no inventário, ele não

têm uma formulação própria, já que seria necessário pelo menos a aleatorização de duas parcelas para que a variância pudesse ser calculada. Este procedimento de amostragem é recomendado quando:

- a) deseja-se mapear a população. É muito válido para áreas pouco conhecidas, já que a distribuição das parcelas sobre toda a propriedade permite identificar aspectos físicos não percebidos até então e mesmo estabelecer o contorno da propriedade;
- b) deseja-se conhecer a distribuição espacial de espécies florestais, particularmente daquelas de florestas naturais de composição variada em espécies e idade.

SCOLFORO e MELLO (1997) afirmam que devido à distribuição espacial das espécies florestais, que normalmente não segue um padrão aleatório, a distribuição de parcelas, de modo a amostrar, de forma equilibrada, a população em questão, possibilita um melhor conhecimento da distribuição espacial destas. Pode-se ainda, enfatizar que a sistematização é um procedimento de custo reduzido e de grande simplicidade na obtenção de coleta de dados no campo, além de ser eficiente e preciso, já que as parcelas são uniformemente distribuídas na população florestal.

Existem duas desvantagens potenciais para a amostragem sistemática. A primeira é quando a população possui um tipo periódico de variação e se o intervalo entre sucessivas unidades na amostragem sistemática acontece de coincidir com o comprimento da onda (ou um múltiplo dela) a amostra obtém uma péssima tendência. A segunda desvantagem é que para os resultados de uma amostragem sistemática não existe um método aceitável para se determinar a estimativa do erro padrão da média amostral (COCHRAN; SNEDECOR, 1967).

De acordo com PÉLLICO NETTO e BRENA (1997), uma amostra sistemática seria equivalente a uma aleatória, se todas as unidades da população fossem aleatoriamente distribuídas e independentes da tendência de qualquer agrupamento na distribuição espacial. Neste caso, as fórmulas da amostragem aleatória seriam aplicáveis para estimar o erro de amostragem. A dificuldade em atender à exigência de aleatorização em uma amostra sistemática, aumenta quando se trabalha com

populações biológicas, como é o caso dos inventários florestais. Nestas populações, raramente os indivíduos são arranjados de forma completamente independente e tendem a mostrar as variações sistemáticas e periódicas características de cada local. Desse modo, a variação nos valores observados de uma amostra sistemática pode não ser totalmente atribuída ao acaso, se o intervalo entre as unidades coincidir com padrão de variação da própria população.

Fundamentalmente, a razão porque uma amostra sistemática não produz uma estimativa válida do erro de amostragem é que o cálculo da variância exige, no mínimo, duas unidades amostrais obtidas aleatoriamente na população. Vários métodos têm sido propostos para determinar a melhor aproximação do erro de amostragem de uma amostra sistemática. Uma amostra sistemática constituída de unidades equidistantes entre si, pode ser considerada como uma amostra aleatória simples, ou estratificada, e o erro de amostragem calculado como uma amostra aleatória (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

SHIUE (1960), citado por HUSCH *et al.* (1982), propôs um método de amostragem sistemática que permite manter as vantagens da amostragem sistemática e também fornece um razoável meio de estimativa do erro amostral. Neste método muitas amostras sistemáticas são tomadas, com a escolha aleatória da primeira unidade amostral para cada início. Usando esse procedimento de unidades-linha, a primeira amostra de unidades, locada sistematicamente, constitui o primeiro conglomerado. A seguinte amostra sistemática será o segundo conglomerado, e assim por diante. Baseado nestes conglomerados, estimativas do volume amostral e do erro amostral podem ser calculadas. Para evitar um grande valor de “t” e para manter um pequeno intervalo de confiança para uma determinada probabilidade, no mínimo cinco inícios aleatórios devem ser utilizados.

Para se efetivar o mapeamento das classes de sítio, o modelo de sistematização mais indicado é o de uma rede de pontos (HUSCH *et al.*, 1982). Os autores definem amostragem sistemática em uma rede de pontos quando esta é feita em duas dimensões, ou seja, as unidades amostrais são escolhidas em intervalos de k em duas direções diferentes. A primeira unidade amostral em concordância com a literatura de

uma maneira geral, é selecionada pela junção de coordenadas, isto é, uma entre o total de colunas e outra do total de linhas. Na seqüência, as unidades são colocadas em intervalos constantes de  $k$  pontos em duas direções diferentes e perpendiculares (STEFANELLO, 1994).

PÉLLICO NETTO e BRENA (1997) dividem a amostragem sistemática em um estágio e em dois estágios. A amostragem sistemática em um estágio pode usar faixas ou parcelas. O modelo de sistematização da amostragem sistemática em faixas consiste na divisão da área florestal em  $(N)$  faixas de igual tamanho. As unidades amostrais (faixas) são tomadas em intervalos de  $(k)$  faixas para compor a amostra  $(n)$ . Sorteia-se aleatoriamente a primeira faixa, sendo a seguir determinadas as demais faixas com uma distância  $k$  pré-definida para ambos os lados. Para a amostragem sistemática em estágio único, quando parcelas ou pontos amostrais são usados como unidade amostral, a amostra é sistemática em duas dimensões, ou seja, as unidades são dispostas, segundo o intervalo de amostragem  $(k)$  em duas direções perpendiculares.

No caso da amostragem sistemática em dois estágios, por razões práticas, a distribuição equidistante das unidades amostrais é freqüentemente alterada, de modo que o intervalo entre linhas  $(k_1)$  seja maior do que o intervalo entre unidades na linha  $(k_2)$ . A amostragem sistemática em dois estágios é utilizada com maior freqüência nos inventários florestais, especialmente em florestas nativas, onde os fatores topográficos e sítio determinam sentidos definidos de variação. Nesta estrutura, a orientação das linhas (primeiro estágio) e o intervalo  $(k_2)$  entre as unidades da linha (segundo estágio) são definidos durante a fase de reconhecimento da população, visando abranger a maior gama de variações e otimizar o esquema de amostragem (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

## 2.5 ANÁLISE ESTRUTURAL

A comunidade florestal apresenta-se constantemente sofrendo mudanças em sua estrutura, fisionomia e composição florística, fato este que perdura até que a floresta atinja o estado Clímax. Mesmo nesta circunstância a morte de árvores por

causas naturais ou não, ainda implicará em mudanças na floresta, ainda que em menor proporção. Uma maneira de se detectar o estágio em que a floresta se encontra, assim como as alterações que esta sofre, é realizar a análise estrutural da vegetação ali existente, de tal modo que possam ser observados os aspectos que envolvem as espécies quando consideradas isoladamente (aspectos auto-ecológicos) e as interações relativas aos indivíduos que compõem a comunidade florestal (aspectos sinecológicos) (SCOLFORO; MELLO, 1997).

Para que haja um aproveitamento racional e a sobrevivência das florestas é necessária a aplicação de técnicas silviculturais adequadas, baseadas na ecologia de cada tipo de formação florestal. Para a aplicação de projetos corretos de manejo florestal, assim como o aproveitamento permanente, deve-se conhecer a sua composição e a sua estrutura. Os resultados das análises estruturais, permitem fazer deduções sobre a origem, características ecológicas e sinecológicas, dinamismo e tendências do futuro desenvolvimento das florestas, elementos básicos para o planejamento do manejo silvicultural. Sem o conhecimento das características estruturais de uma floresta não pode existir seu aproveitamento racional (HOSOKAWA, 1988).

Conforme SCOLFORO e MELLO (1997), a interpretação da estrutura da população florestal possibilita:

- a) manter compromisso da diversidade florística se intervenções com base em regime de manejo sustentado são previstas para a floresta nativa;
- b) compreender como as espécies florestais vivem em comunidade, bem como sua importância para a mesma;
- c) verificar como a distribuição espacial de cada espécie ocorre numa floresta nativa;
- d) auxiliar na definição de planos ou estratégias de revegetação de áreas degradadas, com espécies nativas.

LAMPRECHT (1958), citado por HOSOKAWA (1988), estabeleceu requisitos a serem seguidos para um sistema de análise estrutural da floresta que fosse

capaz de fornecer um quadro realmente representativo da estrutura do tipo de floresta estudada, de modo que:

- a) seja aplicável, não importando o tipo de floresta;
- b) os resultados sejam objetivos, isto é, devem ser livres de qualquer influência subjetiva por parte do investigador, sendo, portanto desejável que se expresse por cifras e números;
- c) os resultados de diferentes análises procedentes do mesmo ou de distintos tipos de florestas sejam diretamente comparáveis;
- d) sejam aplicáveis os métodos de estatística moderna, na compilação e avaliação dos dados de campo, bem como na interpretação e comparação dos resultados.

De acordo com HOSOKAWA (1988), dentre as técnicas que preenchem os principais requisitos mencionados, pode-se distinguir os seguintes grupos:

- a) as técnicas analíticas nas quais se aplicam os procedimentos clássicos de investigação científica, podendo-se citar, entre elas, a análise da estrutura florística e da estrutura diamétrica da floresta;
- b) as técnicas de síntese, para o estudo da estrutura vertical das florestas, através das quais se procura obter uma imagem completa das florestas.

As florestas nativas, geralmente, possuem elevada diversidade de espécies e uma variação muito grande de qualidades em termos econômicos. Por estas razões, o levantamento das condições florestais deverá abranger, pelo menos, os seguintes itens da análise estrutural:

- a) estrutura horizontal;
- b) estrutura vertical;
- c) estrutura paramétrica.

### 2.5.1 Estrutura Horizontal

De acordo com CARVALHO (1997), a estrutura horizontal diz respeito à ocupação espacial de uma área florestal e a análise desta deve ser baseada no inventário e interpretação das dimensões do indivíduo, para servir de comparação entre florestas diferentes.

A composição florística e os diagramas de perfis fornecem apenas algumas indicações sobre a estrutura da vegetação, portanto, deve-se analisar também a abundância, frequência e dominância das espécies na floresta (PIZATTO, 1999).

A análise da estrutura horizontal deverá quantificar a participação de cada espécie em relação às outras e verificar a forma de distribuição espacial de cada uma. Este aspecto pode ser determinado pelo índice de abundância e de frequência (HOSOKAWA, 1988).

A abundância, frequência e dominância são os principais e mais comuns índices fitossociológicos encontrados na literatura para caracterizar a estrutura horizontal de uma floresta (PIZATTO, 1999).

MARTINS (1993) define abundância como uma estimativa visual da densidade em que as espécies são agrupadas em classes de abundância: abundante, comum, frequente, ocasional, rara. Define densidade por área como o número de indivíduos, quer de uma espécie, quer de todas as outras espécies em conjunto, por unidade de área.

#### 2.5.1.1 Densidade

A densidade avalia o grau de participação das diferentes espécies identificadas na comunidade vegetal de acordo com LAMPRECHT (1962), citado por HOSOKAWA (1988). Este índice, refere-se ao número de indivíduos de cada espécie, dentro de uma associação vegetal por unidade de área. Densidade por área é o número de indivíduos, quer de uma espécie quer de todas as outras espécies em conjunto, por

unidade de área. Densidade relativa é a proporção do número de indivíduos de uma espécie em relação ao número total de indivíduos amostrados, em porcentagem (MARTINS, 1993).

Alguns autores, como MARTINS (1993) e ZILLER (1992), utilizam o termo densidade, e outros autores como HOSOKAWA (1988), CARVALHO (1997), CORAIOLA (1997) e GOMIDE (1997), utilizam o termo abundância para expressar o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área.

#### 2.5.1.2 Dominância

Segundo FINOL (1969), citado por HOSOKAWA (1988), a dominância permite medir a potencialidade da floresta e constitui um parâmetro útil para a determinação da qualidade de sítio. É conceituada originalmente por muitos autores, como sendo a medida da projeção da copa dos indivíduos sobre o solo. Esta informação, além de questionável, é de difícil obtenção, tornando o método não usual. Outros estudos foram desenvolvidos e correlacionam este parâmetro à área basal ou à área seccional dos fustes. Esta forma de obtenção de dados é mais precisa, prática e, portanto mais utilizada (SCOLFORO; MELLO, 1997).

A dominância absoluta é calculada pela soma das áreas basais dos indivíduos pertencentes a uma determinada espécie. A dominância relativa se calcula em porcentagem da soma total das dominâncias absolutas (área basal / ha) e seu valor corresponde à participação em porcentagem de cada espécie na expansão horizontal total (HOSOKAWA, 1998).

### 2.5.1.3 Índice de valor de cobertura

O índice de valor de cobertura corresponde à combinação dos valores relativos de densidade e dominância, de cada espécie (SCOLFORO; MELLO, 1997).

A importância de uma espécie se caracteriza pelo número de árvores e suas dimensões (abundância e dominância), que determina o seu espaço dentro da biocenose florestal, não importando se as árvores apareçam isoladas ou em grupos (frequência). A frequência relativa que entra na fórmula tem pouca influência quando as espécies estiverem uniformemente distribuídas, sendo então determinantes a abundância e a dominância, incluindo a frequência apenas quando algumas espécies aparecem em grupos. Aconselha-se caracterizar as espécies pelo valor de cobertura (abundância relativa + dominância relativa), método de *BRAUN-BLANQUET*, usado em botânica, o qual diz que uma espécie é representada pelo seu valor de avaliação, potencial da espécie, o que corresponde à somatória de abundância e dominância (HOSOKAWA, 1998).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

##### 3.1.1 Localização

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de Chapecó, com área total de 1.660,21 hectares, situada na localidade de Fazenda Zandavalli, município de Guatambu – SC. A área de estudo localiza-se na região oeste do Estado de Santa Catarina, na Bacia do Rio Uruguai.

##### 3.1.2 Vegetação

A vegetação natural da Floresta Nacional de Chapecó é formada pela Mata de Araucária ou de Pinheiro Brasileiro, sendo classificada como Floresta Ombrófila Mista. Na região de Chapecó, esta vegetação pertence ao grupo fisionômico denominado por KLEIN (1985) como floresta de araucária do extremo oeste. Na submata são muito abundantes o Angico-Vermelho (*Parapiptadenia rigida*), a Guajuvira (*Patagonula americana*), a Grápia (*Apuleia leiocarpa*), a Maria-Preta (*Diatenopteryx sorbifolia*), entre outras.

#### 3.2 CENSO FLORESTAL

##### 3.2.1 Seleção da População Florestal

Pretendendo-se garantir a continuidade dos trabalhos ao longo do tempo foi selecionada uma unidade de conservação federal. Para a pré-seleção das populações com possibilidades de implantação da área de censo florestal foram utilizados levantamentos aerofotogramétricos, mapas e vistorias de campo. Após a determinação

das populações existentes na unidade de conservação, para a seleção da população definitiva utilizou-se os critérios:

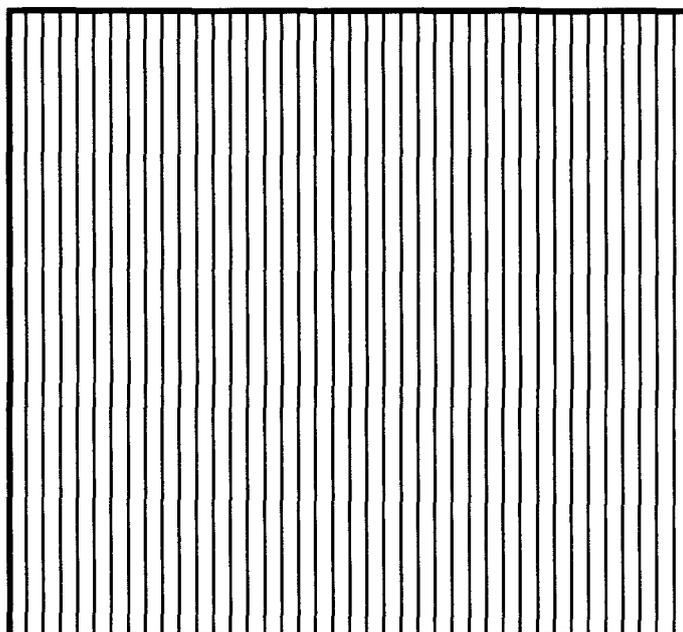
- a) grande diversidade em espécies arbóreas;
- b) facilidade de fiscalização e conservação da área;
- c) facilidade de acesso;
- d) infra-estrutura de apoio existente;
- e) área mínima de 100 hectares contínuos.

### 3.2.2 Implantação da Área de Censo Florestal

A área de censo florestal da Floresta Nacional de Chapecó tem 20 hectares mensurados e corresponde a um retângulo de 500 metros por 400 metros.

A área de censo foi dividida em 40 unidades primárias retangulares de 0,5 hectare, ou seja, de 5.000 m<sup>2</sup> com dimensões de 500 metros por 10 metros (FIGURA 1).

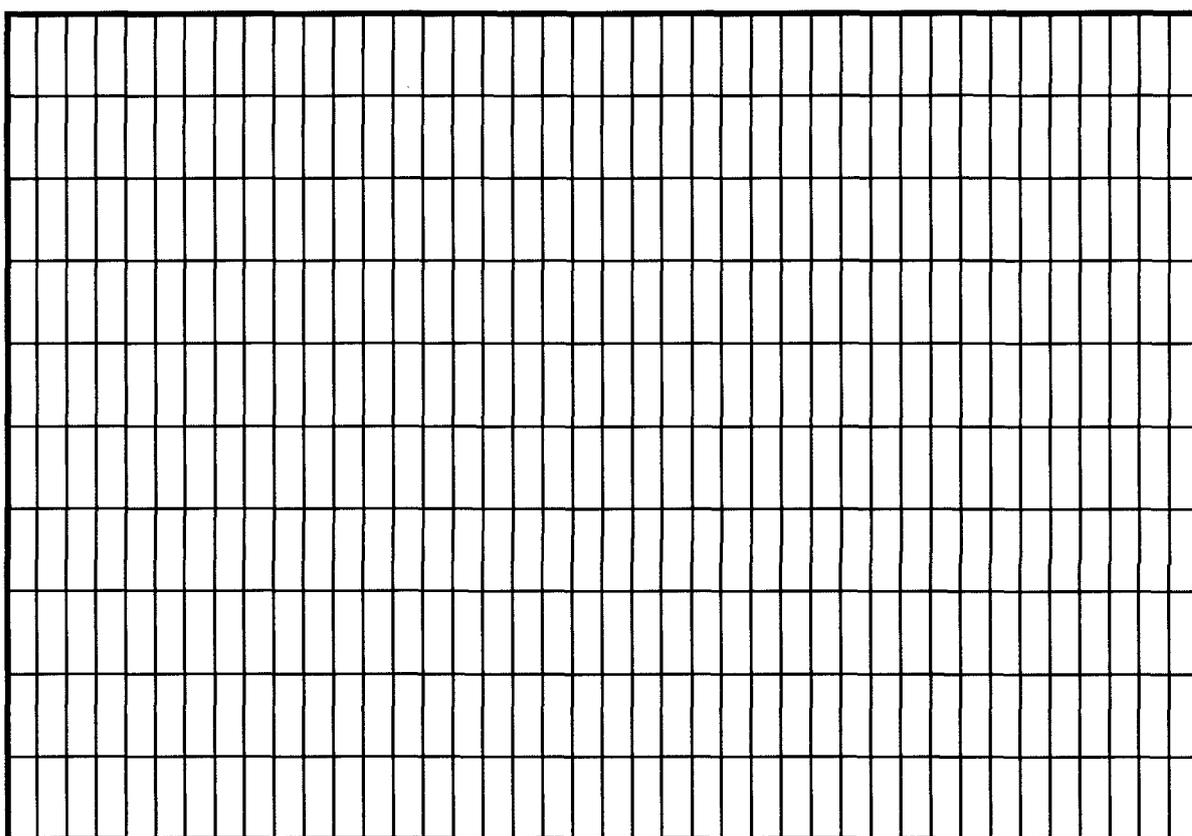
FIGURA 1 – UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS DE CONTROLE DA ÁREA DE CENSO FLORESTAL



**40 Unidades Primárias de 10m x 500m (5.000 m<sup>2</sup>)**

Cada unidade primária foi dividida em 10 unidades secundárias de 500 m<sup>2</sup>, com dimensões de 50 metros por 10 metros. Assim, a área de censo florestal possui 400 unidades secundárias (FIGURA 2). A implantação da infra-estrutura correspondeu à abertura das divisas de cada unidade secundária com o auxílio de teodolito e à colocação de piquetes de concreto nos seus extremos.

FIGURA 2 – UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS DE CONTROLE DA ÁREA DE CENSO FLORESTAL



**400 Unidades Secundárias de 10m x 50m (500 m<sup>2</sup>)**

### 3.2.3 Coleta de Informações

Entre 1999 e 2000, realizou-se a medição florestal de todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou maior que 30 cm, equivalente a um diâmetro à altura do peito (DAP) mínimo de 9,55 cm.

As informações coletadas e registradas em ficha de campo (ANEXO 6) para cada árvore na realização do presente trabalho foram:

- a) número seqüencial;
- b) nome comum;
- c) CAP em cm;
- d) posição quanto aos eixos cartesianos X e Y.

### 3.2.3 Seleção e Identificação das Espécies Florestais

A identificação das espécies florestais utilizadas para o presente estudo foi realizada através de seus nomes vulgares e através das características facilmente reconhecíveis, tais como a cor, estrutura e aspecto da casca externa e interna, forma da copa e do tronco, a presença de acúleos, espinhos, de látex e outras exsudações, características de folhas e de odores. Para a realização do trabalho utilizou-se espécies florestais que são facilmente identificadas através da dendrologia, sendo espécies definitivamente identificadas pela botânica sistemática, além de serem espécies que se apresentam descritas em bibliografias disponíveis. Desta forma, foi possível a utilização de oito espécies florestais:

- a) angico vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan) – Fabaceae;
- b) araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze) – Araucariaceae;
- c) cabreúva (*Myrocarpus frondosus* Fr. All.) – Fabaceae;
- d) cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) – Meliaceae;
- e) erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) – Aquifoliaceae;
- f) grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.) – Fabaceae;
- g) maria preta (*Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.) – Sapindaceae;
- h) timbó (*Ateleia glazioviana* Bail.) – Fabaceae.

### 3.3 AMOSTRAGEM

#### 3.3.1 Método

Foi utilizado o método de área fixa, no qual a seleção das árvores é proporcional à área da unidade de amostra.

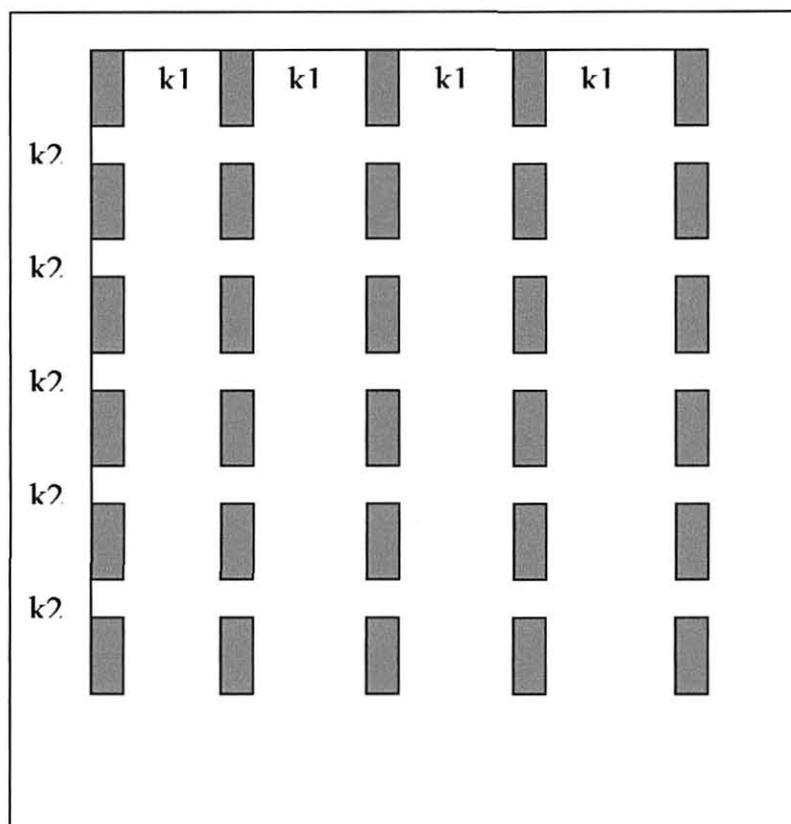
#### 3.3.2 Processo

Foi definido o processo de amostragem sistemático para o presente estudo. A amostragem sistemática corresponde a um processo probabilístico não aleatório, em que o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização apenas da primeira unidade amostral secundária. As demais unidades amostrais secundárias são pré-fixadas por um modelo único de sistematização, no qual toda a população é abrangida.

A amostragem foi sistemática em dois estágios, sendo o primeiro estágio composto por unidades amostrais primárias ou linhas amostrais. As unidades amostrais primárias possuem um intervalo denominado  $k_1$  (FIGURA 3).

O segundo estágio é composto por unidades amostrais secundárias ou unidades amostrais de segundo estágio, distribuídas sistematicamente dentro das unidades amostrais primárias, com dimensões e áreas pré-definidas. As unidades amostrais secundárias possuem um intervalo denominado  $k_2$  (FIGURA 3).

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO SISTEMÁTICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS COM UMA DISTÂNCIA  $k_2$  E DAS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS COM UMA DISTÂNCIA  $k_1$



### 3.3.3 Simulações da Amostragem Sistemática

Foram realizadas 24 simulações, sendo uma para cada tamanho de unidade amostral e para cada intensidade de amostragem selecionada. A forma e o tamanho das unidades amostrais secundárias têm sido definidas muito mais por critérios práticos, pela operacionalidade de sua localização e demarcação em campo, do que por qualquer outra argumentação (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997). Os tamanhos utilizados no trabalho foram os mais comumente utilizados em levantamentos fitossociológicos e de estoque.

Foram selecionados oito tamanhos de unidades amostrais secundárias dentro da amplitude de 200 m<sup>2</sup> a 4.000 m<sup>2</sup> para a realização do estudo comparativo, sendo sete retangulares e uma quadrada:

- a) unidades amostrais secundárias com 200 m<sup>2</sup> (10m x 20m);
- b) unidades amostrais secundárias com 500 m<sup>2</sup> (10m x 50m);
- c) unidades amostrais secundárias com 1.000 m<sup>2</sup> (10m x 100m);
- d) unidades amostrais secundárias com 2.000 m<sup>2</sup> (10m x 200m);
- e) unidades amostrais secundárias com 400 m<sup>2</sup> (20m x 20m);
- f) unidades amostrais secundárias com 1.000 m<sup>2</sup> (20m x 50m);
- g) unidades amostrais secundárias com 2.000 m<sup>2</sup> (20m x 100m);
- h) unidades amostrais secundárias com 4.000 m<sup>2</sup> (20m x 200m).

Para a realização dos estudos comparativos foram utilizadas três intensidades de amostragem, abrangendo 4%, 10% e 16% do total da área de censo florestal. Na maioria das vezes, a intensidade de amostragem utilizada é menor do que 5% da área total dos povoamentos florestais. As intensidades amostrais utilizadas em geral são maiores que as intensidades utilizadas na realização dos inventários florestais e a escolha das intensidades deve-se ao fato de procurar incluir a amplitude normalmente utilizada, uma vez que uma intensidade amostral menor resultaria em poucas parcelas com áreas maiores. Por exemplo, com 4% de intensidade amostral a área amostrada é de 8.000 m<sup>2</sup> (0,04 x 20,00 ha), resultando 2 parcelas para as unidades de 4.000 m<sup>2</sup>. As áreas correspondentes às intensidades de amostragem foram então de 8.000 m<sup>2</sup>, 20.000 m<sup>2</sup> e 32.000 m<sup>2</sup>.

O número de unidades amostrais secundárias (n) para cada intensidade de amostragem e para cada tamanho selecionado foi calculado por:

$$n = \left( \frac{\text{área a ser amostrada (m}^2\text{)}}{\text{área da unidade amostral secundária (m}^2\text{)}} \right)$$

A TABELA 1 apresenta o número de unidades amostrais secundárias resultantes em função do tamanho da unidade amostral e em função das diferentes intensidades de amostragem utilizadas (4%, 10% e 16%) na área de 20 hectares de censo florestal.

TABELA 1 – NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS PARA AS INTENSIDADES AMOSTRAIS DE 4%, 10% E 16%

ÁREA DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS (m <sup>2</sup> )	DIMENSÕES DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS		
		4%	10%	16%
200	(10m x 20m)	40	100	160
500	(10m x 50m)	16	40	64
1.000	(10m x 100m)	8	20	32
2.000	(10m x 200m)	4	10	16
400	(20m x 20m)	20	50	80
1.000	(20m x 50m)	8	20	32
2.000	(20m x 100m)	4	10	16
4.000	(20m x 200m)	2	5	8

Após a determinação do número total de unidades amostrais secundárias para os diferentes tamanhos selecionados e para as diferentes intensidades de amostragem, foi determinado o número de linhas amostrais, em função da:

- a) intensidade de amostragem;
- b) área a ser amostrada em cada linha amostral.

Para unidades amostrais secundárias com 10 metros de largura, foi determinada a área de 2.000 m<sup>2</sup> de amostragem por linha amostral. Para unidades amostrais secundárias com 20 metros de largura, foi determinada a área de amostragem de 4.000 m<sup>2</sup> por linha amostral. As unidades amostrais secundárias de igual largura utilizaram as mesmas linhas amostrais para cada intensidade de amostragem. O número de linhas amostrais aumenta com o aumento da intensidade de amostragem, porém o número de unidades amostrais secundárias permanece o mesmo dentro de cada linha amostral.

A TABELA 2 apresenta o número de unidades amostrais secundárias por linha amostral para cada tamanho de unidade amostral secundária. A TABELA 3 apresenta o número de linhas amostrais resultantes para cada intensidade de amostragem e de acordo com a largura das unidades amostrais secundárias.

TABELA 2 – NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS POR LINHA AMOSTRAL

ÁREA DAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS (m <sup>2</sup> )	ÁREA AMOSTRADA EM CADA LINHA AMOSTRAL (m <sup>2</sup> )	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS POR LINHA AMOSTRAL
200	2.000	10
500	2.000	4
1000	2.000	2
2000	2.000	1
400	4.000	10
1000	4.000	4
2000	4.000	2
4000	4.000	1

TABELA 3 – NÚMERO DE LINHAS AMOSTRAIS PARA AS INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM DE 4%, 10% E 16%

ÁREA DAS UNIDADES AMOSTRAIS (m <sup>2</sup> )	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS			NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS POR LINHA AMOSTRAL	NÚMERO DE LINHAS AMOSTRAIS		
	4%	10%	16%		4%	10%	16%
200	40	100	160	10	4	10	16
500	16	40	64	4	4	10	16
1000	8	20	32	2	4	10	16
2000	4	10	16	1	4	10	16
400	20	50	80	10	2	5	8
1000	8	20	32	4	2	5	8
2000	4	10	16	2	2	5	8
4000	2	5	8	1	2	5	8

A estrutura de sistematização para a realização das simulações do inventário florestal utilizando-se a amostragem sistemática foi a seguir redimensionada de acordo com a largura das unidades amostrais secundárias, conforme as TABELAS 4 e 5.

TABELA 4 – ESTRUTURA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA UNIDADES AMOSTRAIS DE 10 METROS DE LARGURA

INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM (%)	ÁREA DA UNIDADE AMOSTRAL (m <sup>2</sup> )	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS	NÚMERO DE LINHAS AMOSTRAIS	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS POR LINHA AMOSTRAL
4	200	40	4	10
4	500	16	4	4
4	1000	8	4	2
4	2000	4	4	1
10	200	100	10	10
10	500	40	10	4
10	1000	20	10	2
10	2000	10	10	1
16	200	160	16	10
16	500	64	16	4
16	1000	32	16	2
16	2000	16	16	1

TABELA 5 – ESTRUTURA DE SISTEMATIZAÇÃO PARA UNIDADES AMOSTRAIS DE 20 METROS DE LARGURA

INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM (%)	ÁREA DA UNIDADE AMOSTRAL (m <sup>2</sup> )	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS	NÚMERO DE LINHAS AMOSTRAIS	NÚMERO DE UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS POR LINHA AMOSTRAL
4	400	20	2	10
4	1000	8	2	4
4	2000	4	2	2
4	4000	2	2	1
10	400	50	5	10
10	1000	20	5	4
10	2000	10	5	2
10	4000	5	5	1
16	400	80	8	10
16	1000	32	8	4
16	2000	16	8	2
16	4000	8	8	1

A dinâmica da realização das simulações iniciou com:

- a) especificação do tamanho e das dimensões da unidade amostral secundária (exemplo: unidade amostral secundária de  $10\text{m} \times 20\text{m} = 200\text{ m}^2$ );
- b) especificação da intensidade de amostragem (exemplo: 4% ou  $8.000\text{ m}^2$ );
- c) determinação do número de unidades amostrais secundárias (exemplo:  $8.000\text{ m}^2$  dividido por  $200\text{ m}^2 = 40$  unidades amostrais secundárias);
- d) determinação da área amostrada dentro de cada linha amostral ( $2.000\text{ m}^2$  para unidades amostrais secundárias de  $10\text{m}$  de largura e  $4.000\text{ m}^2$  para unidades amostrais secundárias de  $20\text{m}$  de largura);
- e) determinação do número de unidades amostrais secundárias por linha amostral (exemplo:  $2.000\text{ m}^2$  dividido por  $200\text{ m}^2 = 10$  unidades amostrais secundárias por unidade amostral primária ou linha amostral);
- f) determinação do número de linhas amostrais (exemplo: 40 unidades amostrais secundárias divididas por 10 unidades amostrais secundárias por linha amostral = 4 linhas amostrais);
- g) determinação das distâncias  $k_1$  e  $k_2$ , de maneira a definir o número de unidades amostrais primárias e o número de unidades secundárias resultantes da simulação (exemplo: 4 unidades amostrais primárias com 10 unidades secundárias por unidade primária, totalizando 40 unidades amostrais secundárias);
- h) sorteio aleatório de uma coordenada X e de uma coordenada Y (FIGURA 4);
- i) localização da primeira unidade amostral secundária com as dimensões e tamanhos pré-definidos e com as coordenadas X e Y (FIGURA 5);
- j) localização das demais unidades amostrais secundárias na primeira linha amostral com a distância  $K_2$  (FIGURA 6);
- k) com a distância  $k_1$ , localização das demais linhas amostrais e suas respectivas unidades amostrais secundárias (FIGURA 7);

FIGURA 4 – SORTEIO ALEATÓRIO DE UMA COORDENADA X E Y DENTRO DA ÁREA DE CENSO FLORESTAL PARA UMA SIMULAÇÃO DA AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

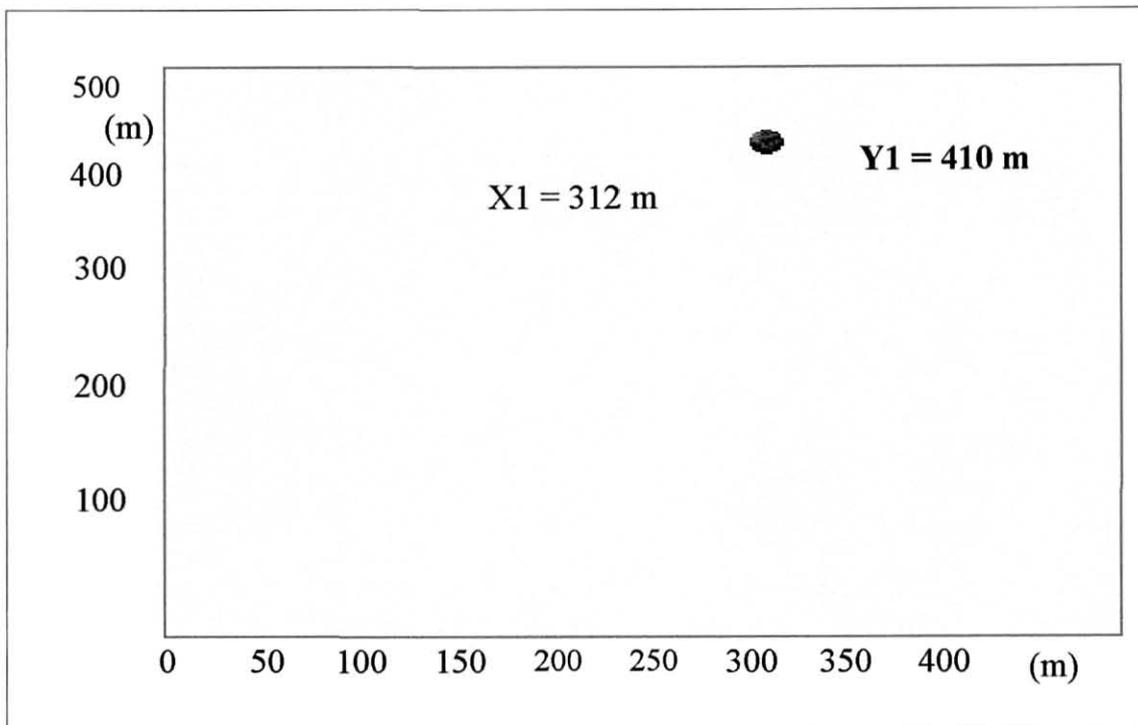


FIGURA 5 – DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES DA PRIMEIRA UNIDADE AMOSTRAL SECUNDÁRIA SORTEADA ALEATÓRIAMENTE

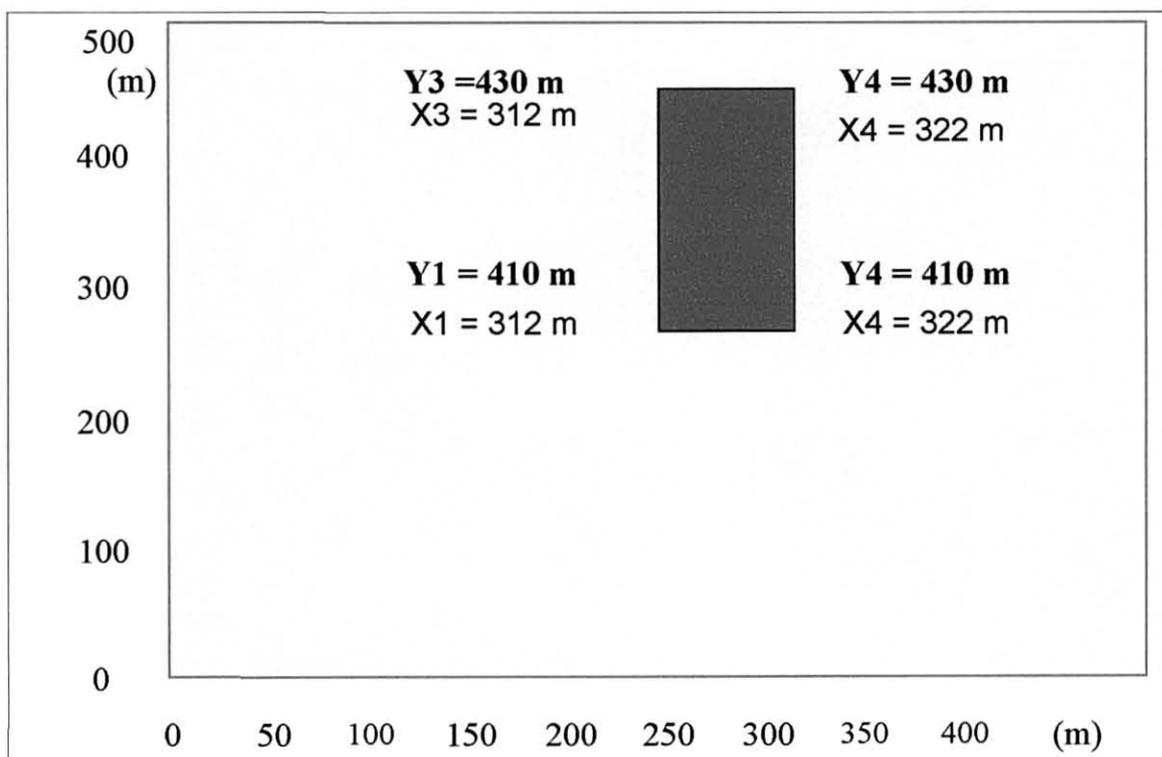


FIGURA 6 – DEFINIÇÃO DA UNIDADE AMOSTRAL PRIMÁRIA FORMADA PELAS UNIDADES AMOSTRAIS SECUNDÁRIAS DISTRIBUÍDAS SISTEMATICAMENTE COM UMA DISTÂNCIA  $k_2$

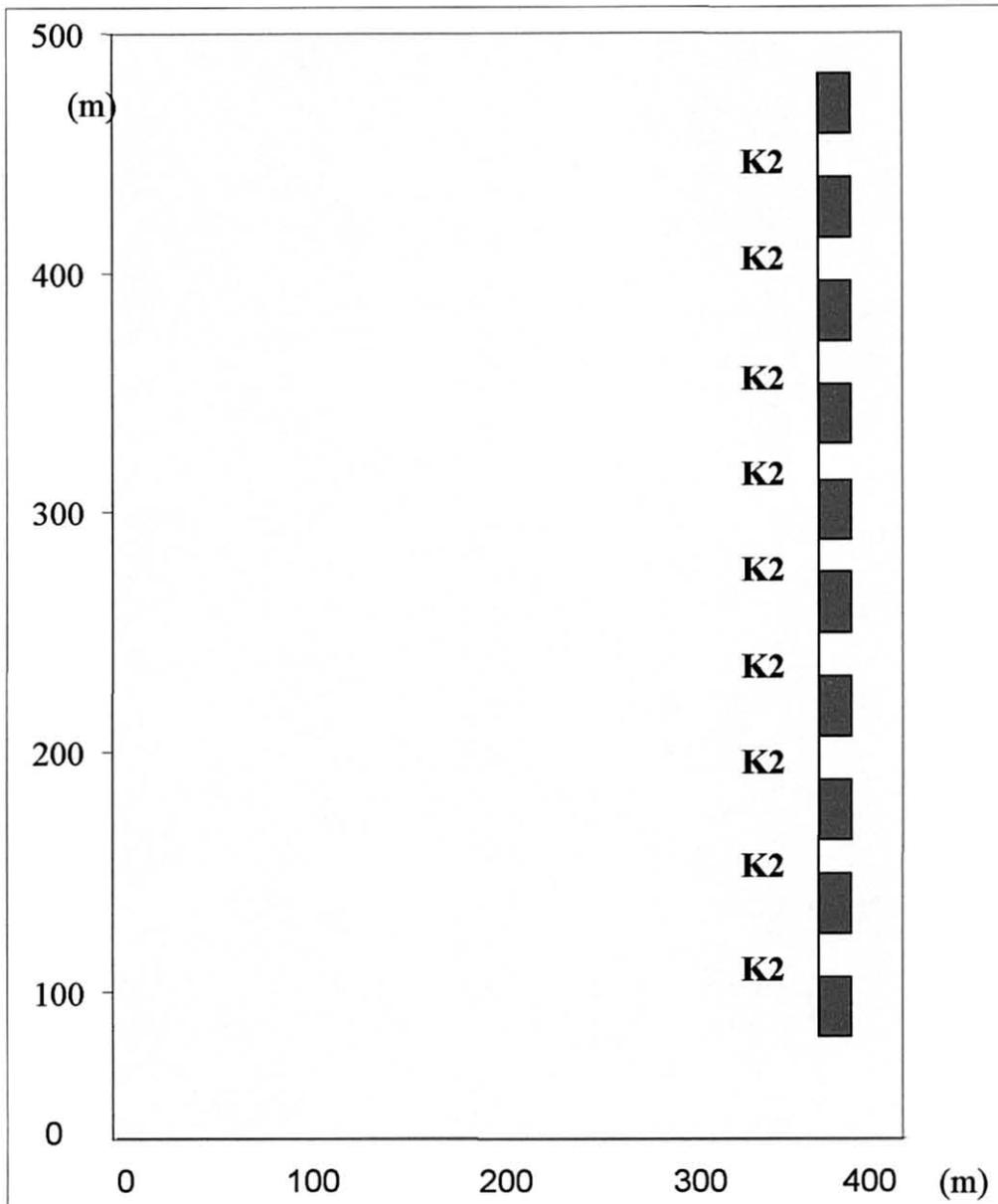
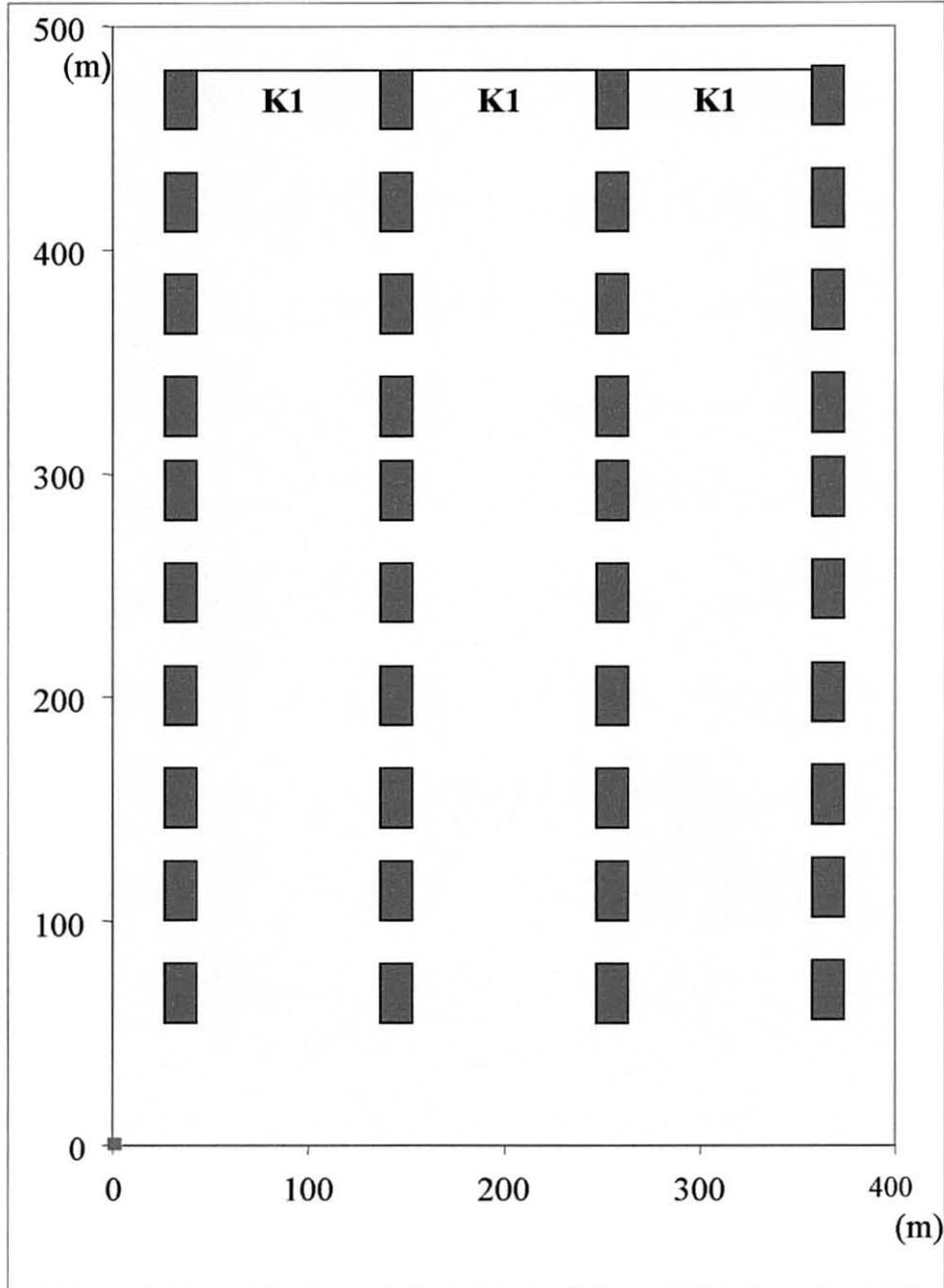


FIGURA 7 – DEFINIÇÃO DAS DEMAIS UNIDADES AMOSTRAIS PRIMÁRIAS DISTRIBUÍDAS SISTEMATICAMENTE COM UMA DISTÂNCIA  $k_1$



### 3.4 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE

Para a determinação do valor paramétrico do número de árvores por hectare, obteve-se, primeiramente o número total de árvores existente na área de censo florestal de 20 hectares, englobando todas as espécies com CAP maior ou igual a 30 cm (N), como segue:

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

$n_i$  = árvore i da área de censo florestal.

Em seguida foi determinado o número de árvores por hectare. O mesmo procedimento foi utilizado para determinar o número de árvores por hectare por espécie florestal.

$$\bar{N} = \frac{N \text{ censo florestal}}{\text{área do censo florestal (ha)}}$$

em que:

$\bar{N}$  = número de árvores por hectare.

Para as estimativas do número de árvores por hectare obtidas através das simulações da amostragem sistemática foi extrapolado o número de árvores por unidade amostral para o número de árvores por hectare. O mesmo procedimento foi utilizado para o número de árvores por hectare por espécie florestal.

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

em que:

$n_j$  = estimativa do número de árvores da unidade amostral j

$n_i$  = árvore i da unidade amostral j

$$\hat{n} = \frac{\sum_{j=1}^n n_j}{n} \cdot fc$$

em que:

$\hat{n}$  = estimativa do número de árvores por hectare ;

$n$  = número de unidades amostrais;

$$fc = \frac{\text{área do hectare}}{\text{área da unidade amostral secundária}}$$

$fc$  = fator de conversão para hectare.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE

O valor paramétrico da área basal média por hectare foi obtido com a realização do censo florestal em 20 hectares. Foram medidas todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior ou igual a 30 cm. Com a medição do CAP das árvores foram determinados os diâmetros à altura do peito (DAP) em centímetros e a área transversal de cada árvore. O cálculo da área basal total existente na área do censo florestal correspondeu à somatória de todas as áreas transversais das árvores medidas.

$$G = \sum_{i=1}^n g_i \text{ (m}^2\text{);}$$

$G$  = área basal total existente na área de censo florestal (m<sup>2</sup>) englobando todas as espécies;

$g_i$  = área transversal da árvore  $i$  (m<sup>2</sup>);

$$g_i = \frac{\pi \cdot (\text{DAP})^2}{40000} \text{ (m}^2\text{);}$$

DAP = diâmetro à altura do peito da árvore  $i$  (cm);

$$\text{DAP} = \frac{\text{CAP}}{\pi} \text{ (cm);}$$

CAP = circunferência à altura do peito (cm).

A seguir foi determinada a área basal média por hectare. O mesmo procedimento foi utilizado para determinar a área basal média por hectare para as espécies florestais.

$$\bar{G} = \frac{G}{\text{área do censo florestal}} \text{ (m}^2\text{/ha);}$$

$\bar{G}$  = área basal média por hectare (m<sup>2</sup>), englobando todas as espécies.

As estimativas da área basal média por hectare foram obtidas através das simulações da amostragem sistemática. Em cada unidade amostral foi determinado o DAP (cm) das árvores através do valor correspondente do CAP (cm). Com o valor dos DAPs (cm) das árvores de cada unidade amostral determinou-se as áreas transversais. A soma das áreas transversais das árvores das unidades amostrais permitiu estimar a área basal por unidade amostral. Foi então obtido o valor médio da área basal por unidade amostral e a seguir extrapolado para o valor médio por hectare. O mesmo procedimento foi utilizado para as espécies florestais.

$$G_j = \sum_{i=1}^n g_i \text{ (m}^2\text{/u.a.);}$$

$G_j$  = área basal estimada da unidade amostral j;

$g_i$  = área transversal da árvore i (m<sup>2</sup>);

$$\hat{G} = \frac{\sum_{j=1}^n G_j}{n} \cdot \text{fc (m}^2\text{/ha);}$$

$\hat{G}$  = estimativa da área basal média por hectare (m<sup>2</sup>), englobando todas as espécies.

### 3.6 DOMINÂNCIA

A dominância permite medir a potencialidade produtiva da floresta e constitui um parâmetro útil para a determinação das qualidades de sítio. Em florestas densas, como é difícil determinar a dominância através da projeção horizontal das copas, é

proposta a utilização da área basal do tronco das árvores para o cálculo da dominância. A dominância absoluta é calculada pela soma das áreas basais dos indivíduos pertencentes a uma determinada espécie. A dominância relativa se calcula em percentagem de cada espécie na expansão horizontal total. Dessa forma tem-se:

a) Dominância Absoluta

- censo florestal

$$Do\ abs = \bar{G}_i \text{ (m}^2\text{/ha);}$$

$\bar{G}_i$  = parâmetro da área basal da espécie i por hectare (m<sup>2</sup>).

- amostragem sistemática

$$Do\ abs = \bar{G}_i \text{ (m}^2\text{/ha);}$$

$\hat{G}_i$  = estimativa da área basal da espécie i por hectare (m<sup>2</sup>).

b) Dominância Relativa

- censo florestal

$$Do\ rel = \left( \frac{\bar{G}_i}{\bar{G}} \right) \cdot 100 \text{ (%);}$$

$\bar{G}_i$  = parâmetro da área basal da espécie i por hectare (m<sup>2</sup>);

$\bar{G}$  = parâmetro área basal média por hectare (m<sup>2</sup>), de todas as espécies.

- amostragem sistemática

$$Do\ rel = \left( \frac{\hat{G}_i}{\hat{G}} \right) \cdot 100 \text{ (%);}$$

$\hat{G}_i$  = estimativa da área basal da espécie i por hectare (m<sup>2</sup>);

$\hat{G}$  = estimativa área basal média por hectare (m<sup>2</sup>), de todas as espécies.

### 3.7 DENSIDADE

A densidade determina a participação das diferentes espécies na floresta. A densidade absoluta corresponde ao número total de indivíduos de uma espécie e a densidade relativa indica a participação de cada espécie em percentagem do número total de árvores levantadas.

Desta forma tem-se:

a) densidade absoluta

- censo florestal

$$D \text{ abs} = \bar{N}_i;$$

$\bar{N}_i$  = parâmetro número de árvores da espécie i por hectare.

- amostragem sistemática

$$D \text{ abs} = \hat{n}_i;$$

$\hat{n}_i$  = estimativa do número de árvores da espécie i por hectare.

b) Densidade Relativa

- censo florestal

$$D \text{ rel} = \left( \frac{\bar{N}_i}{\bar{N}} \right) \cdot 100 (\%);$$

$\bar{N}_i$  = parâmetro do número de árvores da espécie i por hectare;

$\bar{N}$  = parâmetro do número total de árvores por hectare, de todas as espécies.

- amostragem sistemática

$$D \text{ rel} = \left( \frac{\hat{n}_i}{\hat{n}} \right) \cdot 100 (\%);$$

$\hat{n}_i$  = estimativa do número de árvores da espécie i por hectare;

$\hat{n}$  = estimativa do número total de árvores por hectare, de todas as espécies.

### 3.8 ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA

A combinação dos valores relativos de densidade e dominância possibilita o cálculo do índice do valor de cobertura (IVC) de cada espécie, expresso pela fórmula:

$$IVC = D \text{ rel} + Do \text{ rel.}$$

### 3.9 CÁLCULO DO ERRO REAL

Com a realização do censo florestal obteve-se os parâmetros das variáveis de interesse e com a realização das simulações da amostragem sistemática obteve-se as estimativas das variáveis de interesse. A diferença entre o valor do parâmetro e o valor da estimativa possibilitou a determinação do erro real, o qual foi expresso em percentual, como segue:

$$Er = \frac{(vr - ve)}{vr} \cdot 100 (\%);$$

Er = Erro real relativo;

vr = valor real obtido no censo florestal;

ve = valor estimado obtido com a amostragem sistemática.

O erro real não considera os erros não amostrais, os quais ocorrem tanto no censo florestal como na amostragem de parte da população. PÉLLICO NETTO e BRENA (1997) afirmam que os erros não amostrais podem ser originados por inúmeras causas, tais como, negligência na marcação das unidades amostrais, erros de medição causadas pelo operador ou instrumentos, erros de registro das observações. Esses erros não são relacionados com o processo de amostragem e podem ocorrer tanto nos inventários por enumeração total, como por amostragem.

### 3.10 CÁLCULO DO ERRO DE AMOSTRAGEM

Fundamentalmente, a razão porque uma amostra sistemática não produz uma estimativa válida do erro de amostragem é que o cálculo da variância exige, no mínimo, duas unidades amostrais obtidas aleatoriamente na população. Vários

métodos têm sido propostos para determinar a melhor aproximação do erro de amostragem de uma amostra sistemática. Uma amostra sistemática constituída de unidades equidistantes entre si pode ser considerada como uma amostra aleatória simples ou estratificada, e o erro de amostragem pode ser calculado como uma amostra aleatória (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Desta forma, para a determinação dos erros de amostragem das estimativas das variáveis de interesse foi utilizado o procedimento de cálculo da amostragem aleatória simples. O nível probabilístico considerado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). As fórmulas utilizadas foram:

a) média aritmética

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

b) variância

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

c) desvio padrão

$$s_x = \sqrt{s_x^2}$$

d) Erro padrão da média

$$s_{\bar{x}} = \pm \frac{s_x}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{(1-f)}$$

$$f = \frac{n}{N};$$

$n$  = número de unidades amostrais medidas;

$N$  = número de unidades amostrais possíveis.

e) Erro de amostragem relativo

$$Ea = \pm \frac{t \cdot s_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100 (\%)$$

t = valor tabelar da distribuição de Student (GL ;  $\alpha = 0,05$ )

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CENSO FLORESTAL

Os resultados obtidos no censo são apresentados nas TABELAS 6 e 7.

TABELA 6 – RESULTADOS DO CENSO FLORESTAL PARA A ÁREA BASAL TOTAL POR HECTARE E PARA O NÚMERO TOTAL DE ÁRVORES POR HECTARE

Nome comum	Área basal (m <sup>2</sup> / ha)	Número de árvores / ha
Angico-vermelho	0,6666	5,60
Araucária	2,8855	26,85
Cabreúva	0,4631	13,85
Cedro	1,6904	21,30
Erva-mate	0,2114	5,45
Grápia	0,0885	1,10
Maria-preta	0,7816	21,00
Timbó	1,1215	16,35
<b>Subtotal</b>	<b>7,9086</b>	<b>111,50</b>
Outras espécies	25,0708	665,85
<b>TOTAL</b>	<b>32,9794</b>	<b>777,35</b>

TABELA 7 – RESULTADOS DO CENSO FLORESTAL PARA OS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS PARA AS ESPÉCIES ESTUDADAS

Nome comum	<i>Do abs</i> (m <sup>2</sup> /ha)	<i>Do rel</i> (%)	<i>D abs</i>	<i>D rel</i> (%)	IVC (%)
Angico-vermelho	0,6666	2,02	5,60	0,72	2,74
Araucária	2,8855	8,75	26,85	3,45	12,20
Cabreúva	0,4631	1,40	13,85	1,78	3,18
Cedro	1,6904	5,13	21,30	2,74	7,87
Erva-mate	0,2114	0,64	5,45	0,70	1,34
Grápia	0,0885	0,27	1,10	0,14	0,41
Maria-preta	0,7816	2,37	21,00	2,70	5,07
Timbó	1,1215	3,40	16,35	2,10	5,50

O censo florestal indicou a existência de 777,35 árvores por hectare, totalizando 15.547 árvores em 20 hectares com DAP igual ou superior a 9,55 cm. A área basal média por hectare é de 32,9794 m<sup>2</sup>.

Como se pode observar na TABELA 6, das oito espécies florestais estudadas, a araucária apresentou a maior área basal por hectare correspondente a 8,75%. A grápia apresentou a menor área basal por hectare correspondente a 0,27%. A araucária também apresentou o maior número de árvores por hectare correspondente a 3,45%, e a grápia apresentou o menor número de árvores por hectare (0,14%).

## 4.2 ESTIMATIVAS DAS VARIÁVEIS DE ESTOQUE UTILIZANDO-SE A AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

### 4.2.1 Área Basal Média por Hectare

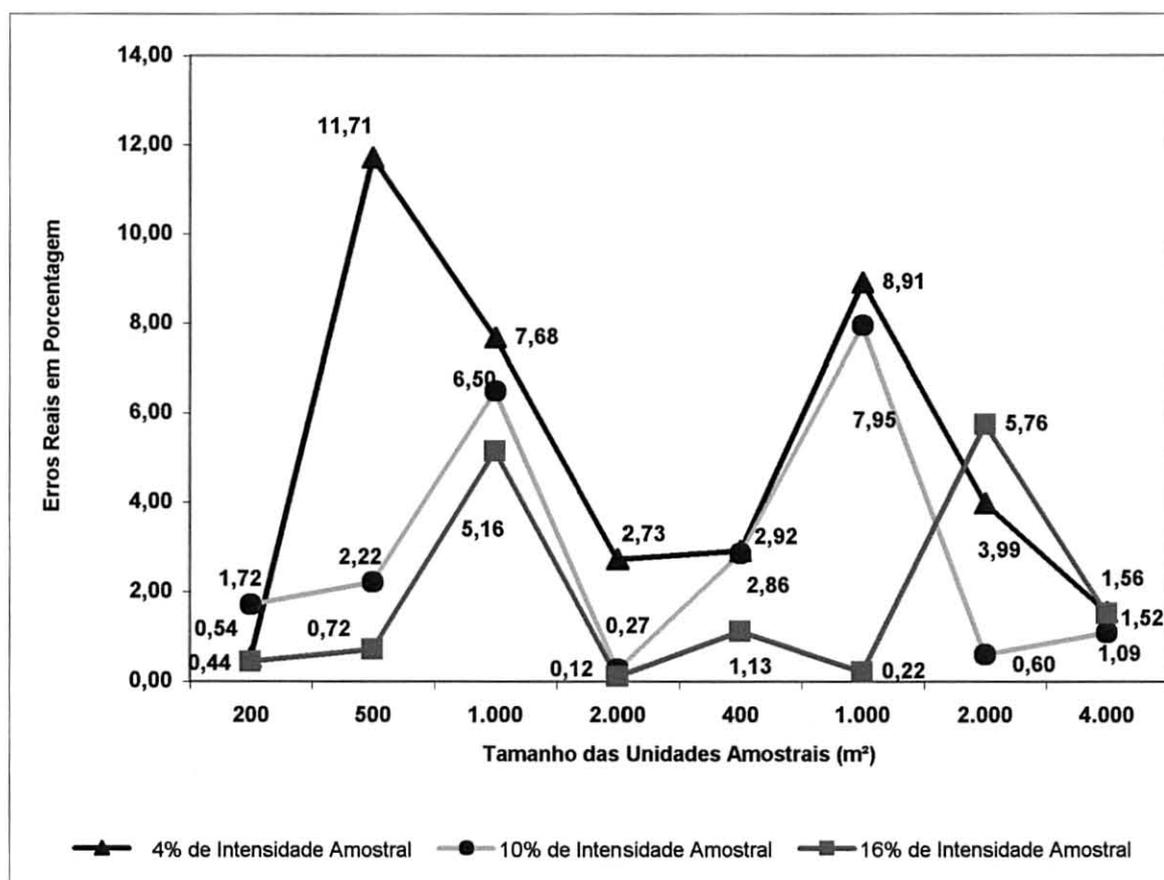
Para a estimativa da área basal média por hectare, englobando todas as espécies florestais, os diferentes tamanhos das unidades amostrais apresentaram erros reais abaixo de 11,71% (ANEXO 1), conforme demonstrado no GRÁFICO 1. A escolha do tamanho das unidades amostrais secundárias para a estimativa da área basal média por hectare desta forma poderá ser função da operacionalidade de sua localização e implantação. A escolha também poderá depender do tempo ou da mão-de-obra disponíveis, uma vez que as unidades amostrais pequenas proporcionam economia de tempo, enquanto as maiores proporcionam redução de mão-de-obra, o que já foi descrito por PÉLLICO NETTO e BRENA (1997).

A intensidade de amostragem ou fração de amostragem é a razão entre o número de unidades da amostra e o número total de unidades da população. Analisando os resultados obtidos dos erros reais para a estimativa da área basal média por hectare, utilizando-se diferentes intensidades de amostragem (GRÁFICO 1), observa-se que o aumento da intensidade de amostragem correspondeu a uma diminuição do erro real, para a maioria dos tamanhos de unidades amostrais testadas. A intensidade de amostragem a ser utilizada seria a menor por apresentar um menor custo para a realização do inventário florestal.

MACHADO (1988) realizou estudo comparativo dos resultados obtidos com o censo florestal de 3.012 hectares com os resultados obtidos através da amostragem

sistemática em conglomerados, utilizando unidades amostrais de 3.750 m<sup>2</sup>, na Floresta Nacional de Tapajós, Estado do Pará. Para todas as espécies florestais, o volume médio e o número de árvores por hectare, obtidos através da amostragem em conglomerados, foram muito próximos dos valores reais. O mesmo ocorreu no presente trabalho para a área basal média por hectare.

GRÁFICO 1 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE

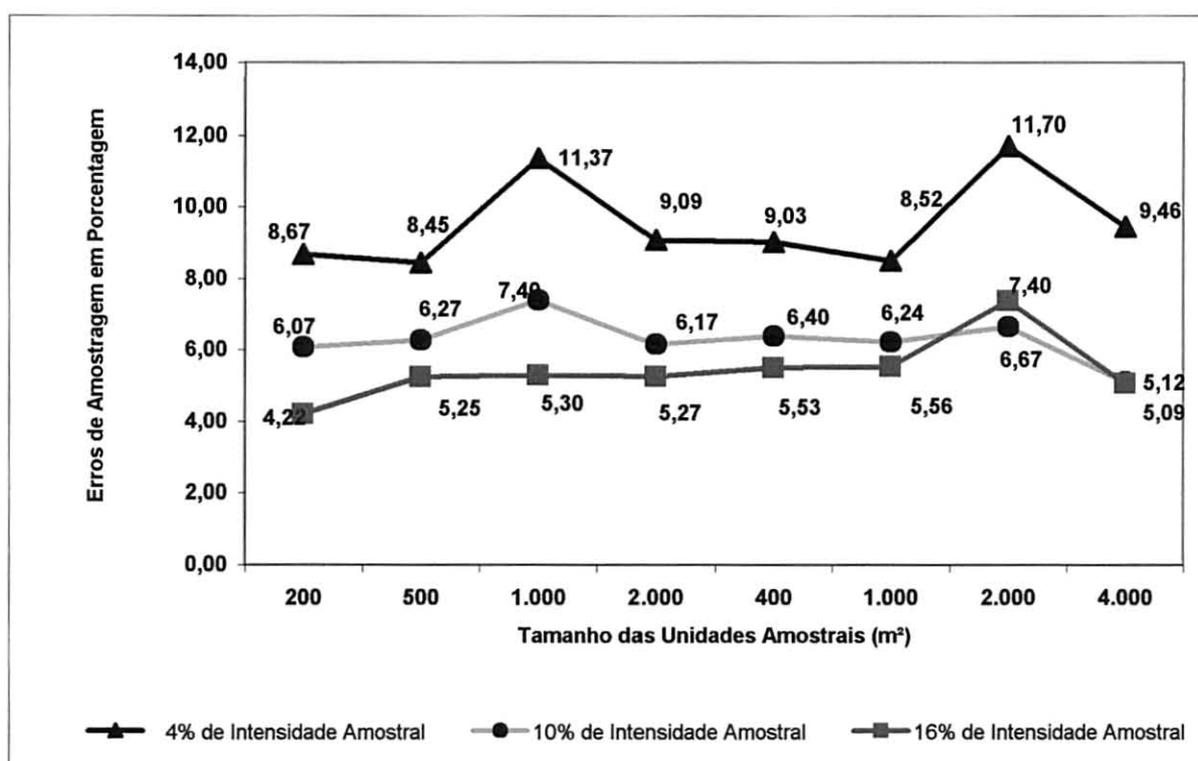


Entretanto, observa-se que a escolha do tamanho das unidades amostrais também deverá estar relacionada com a precisão e o tipo de informações desejadas pelo inventário florestal e com a variabilidade da floresta. De acordo com HUSCH (1971) é possível obter estimativas sem tendências de volumes a partir de qualquer tamanho e forma de parcelas, porém o tamanho ótimo a ser utilizado sob certas condições florestais é variável.

Em inventários de florestas nativas dificilmente irá se desejar obter apenas a informação da área basal por hectare e, sim, informações detalhadas por espécie para a realização de manejo florestal ou para a obtenção de informações destinadas a trabalhos de preservação ambiental, o que foi afirmado por SCOLFORO e MELLO (1997).

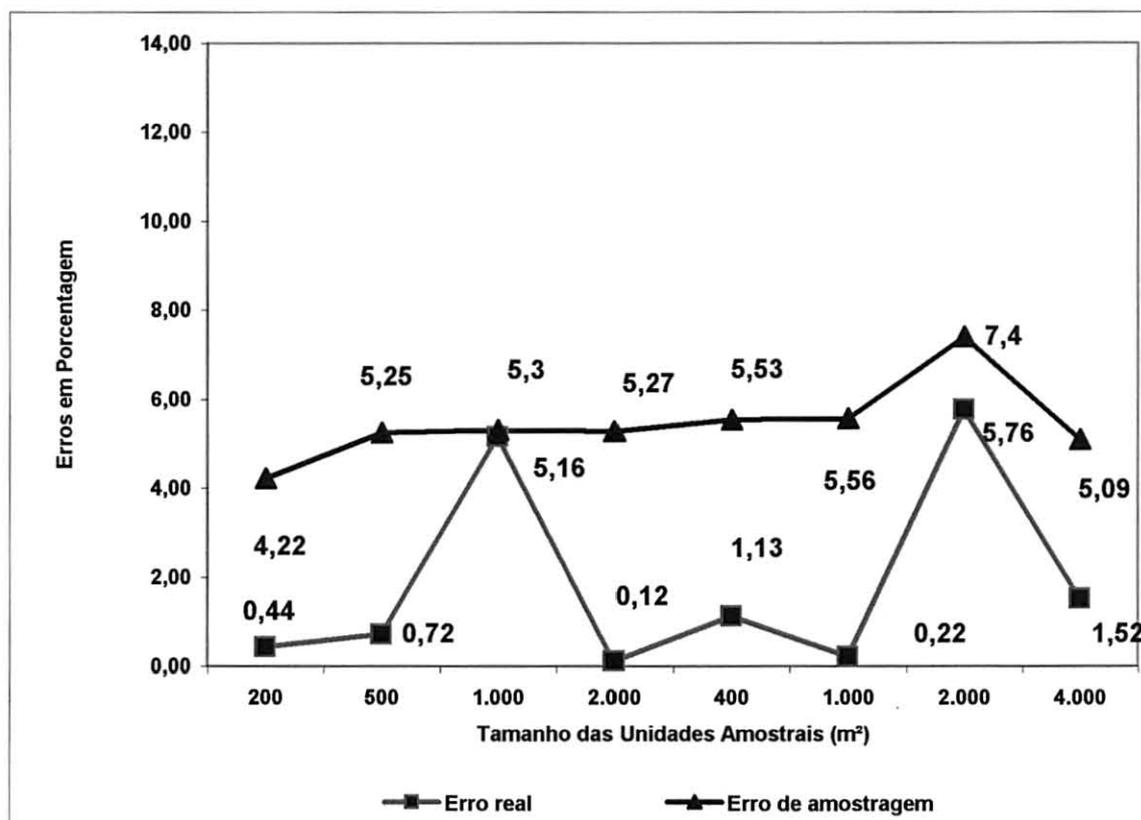
As estimativas da área basal média por hectare (GRÁFICO 2), englobando todas as espécies florestais, resultaram em erros de amostragem menores que 11,70%. O aumento da intensidade de amostragem resultou na redução dos erros de amostragem para a maioria dos tamanhos das unidades amostrais utilizadas.

GRÁFICO 2 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE



Comparando-se os resultados dos erros reais com os resultados dos erros de amostragem (ANEXO 1), observa-se que os erros de amostragem foram maiores do que os erros reais para a maioria dos tamanhos das unidades amostrais, para as diferentes intensidades amostrais utilizadas (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 – ERROS REAIS E ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE COM 16% DE INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM



#### 4.2.2 Área Basal por Espécie por Hectare

Os resultados obtidos para as estimativas da área basal média por hectare (considerando-se todas as espécies) através da amostragem sistemática foram muito próximos do real. Desta forma as estimativas estão a níveis aceitáveis para levantamentos florestais. Assim, as estimativas da área basal por espécie e por hectare apresentaram-se inconsistentes e quase sempre muito elevadas para os oito tamanhos de unidades amostrais secundárias e para as intensidades de amostragem testadas (ANEXO 2). Os GRÁFICOS 4 e 5 ilustram os erros reais e os erros de amostragem para a espécie Araucária e os GRÁFICOS 6 e 7 ilustram os erros reais e os erros de amostragem para a espécie Angico-Vermelho.

GRÁFICO 4 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

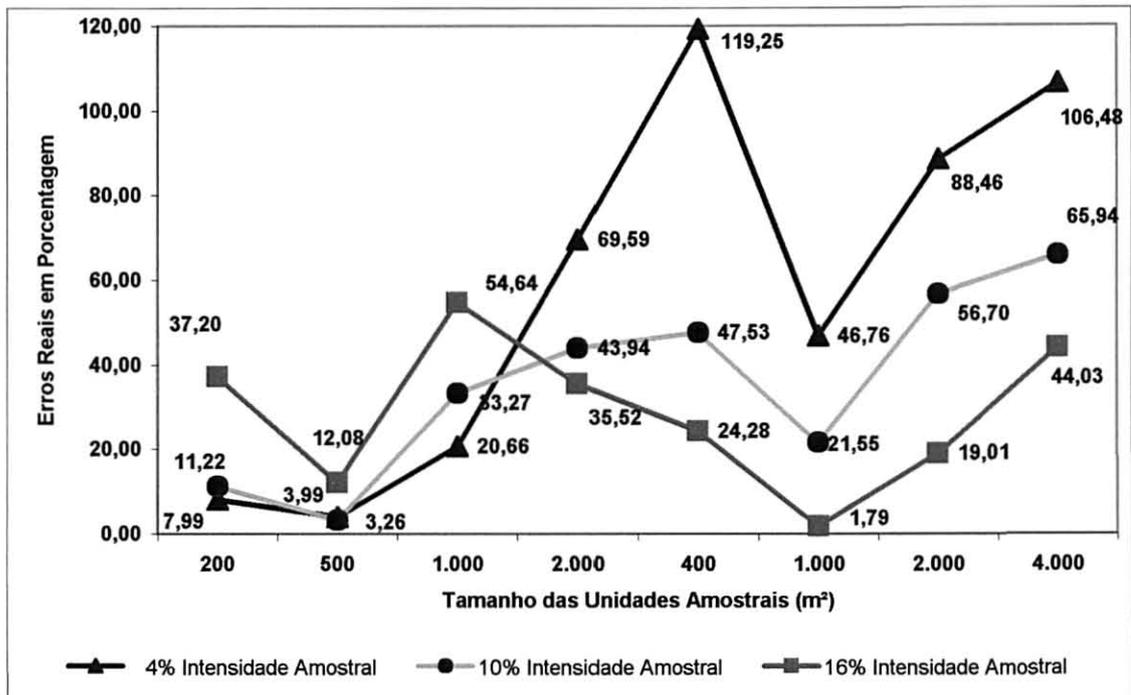


GRÁFICO 5 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

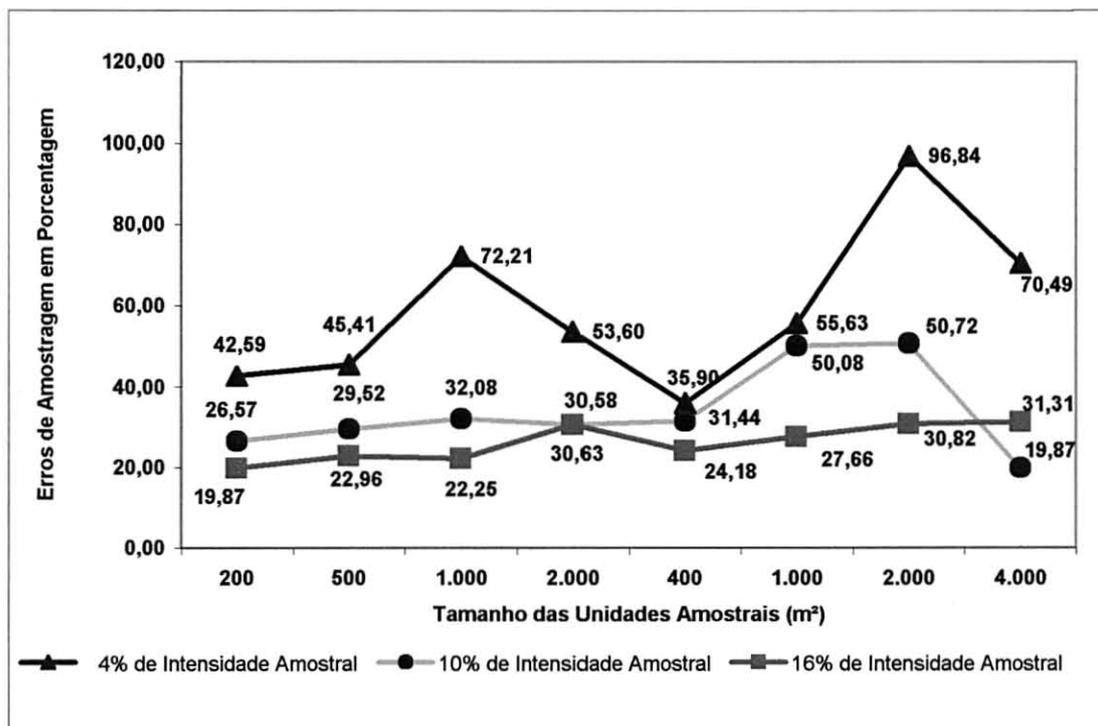


GRÁFICO 6 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ANGICO-VERMELHO

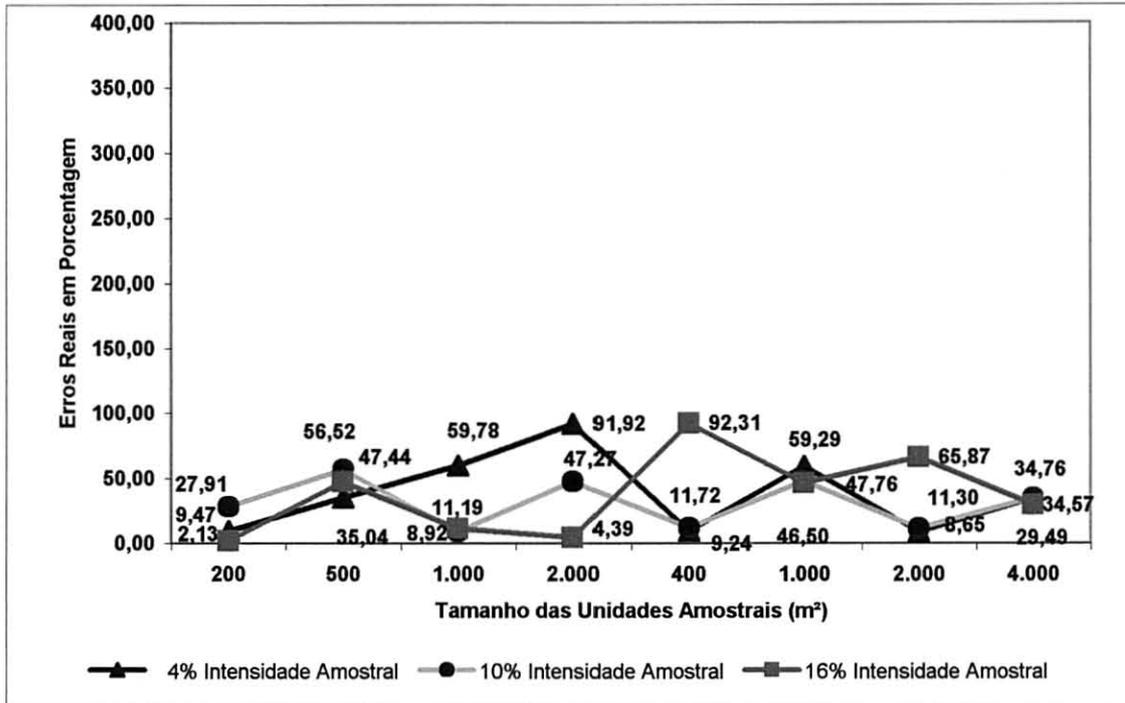
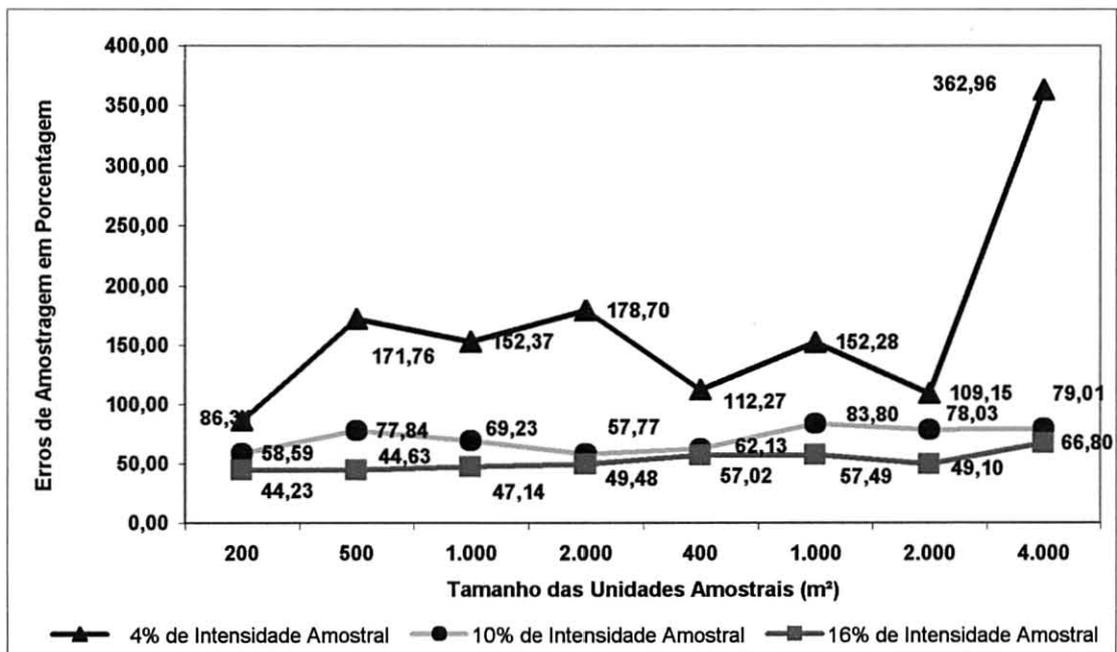


GRÁFICO 7 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL POR HECTARE DA ESPÉCIE ANGICO-VERMELHO



Observa-se que os erros reais variaram de 2,13% até 92,31% para o Angico-Vermelho e de 1,79% a 119,25% para a Araucária. A variação para os erros de amostragem foi de 44,23% até 362,96%, para o Angico-Vermelho e de 19,87% a 96,84% para a Araucária mostrando que os erros de amostragem na maioria das vezes são maiores que os erros reais (ANEXO 2).

MACHADO (1988) comparou os resultados paramétricos do volume por espécie e os resultados das estimativas obtidas com a realização de amostragem encontrando resultados das estimativas por espécie inconsistentes, sendo os resultados semelhantes aos resultados obtidos no presente trabalho.

#### 4.2.3 Número de Árvores por Hectare

Para a determinação do número de árvores por hectare, englobando todas as espécies, não ocorreu necessariamente a diminuição do erro real com o aumento da intensidade de amostragem (ANEXO 3). Os erros reais para a estimativa do número de árvores por hectare foram iguais ou inferiores a 8,06% (GRÁFICO 8). Os maiores erros reais referem-se às menores intensidades de amostragem, sendo que o mesmo ocorreu com as estimativas da área basal média por hectare.

O aumento da intensidade de amostragem resultou em redução do erro de amostragem para a maioria dos tamanhos de unidades amostrais utilizados (ANEXO 3). Os maiores erros de amostragem foram de 19,05% e de 32,26% para 4% de intensidade de amostragem, para as unidades amostrais secundárias de 2.000 m<sup>2</sup> e 4.000 m<sup>2</sup>, respectivamente. São as unidades amostrais de maiores tamanhos e que apresentaram um menor número de repetições (GRÁFICO 9).

GRÁFICO 8 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE

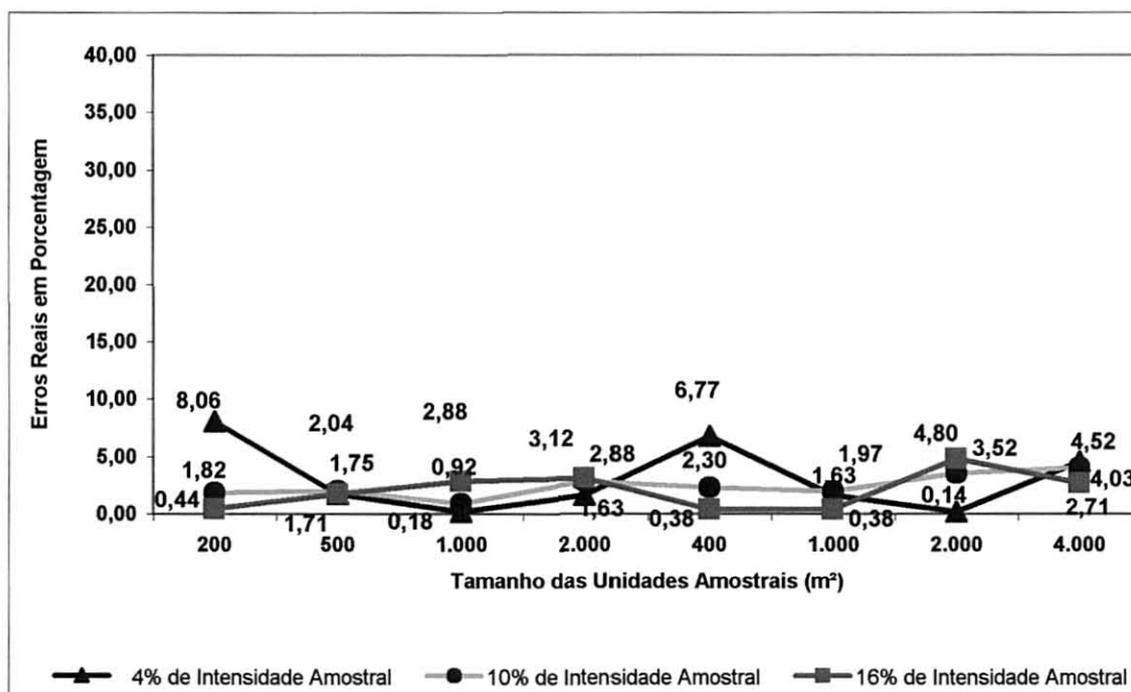
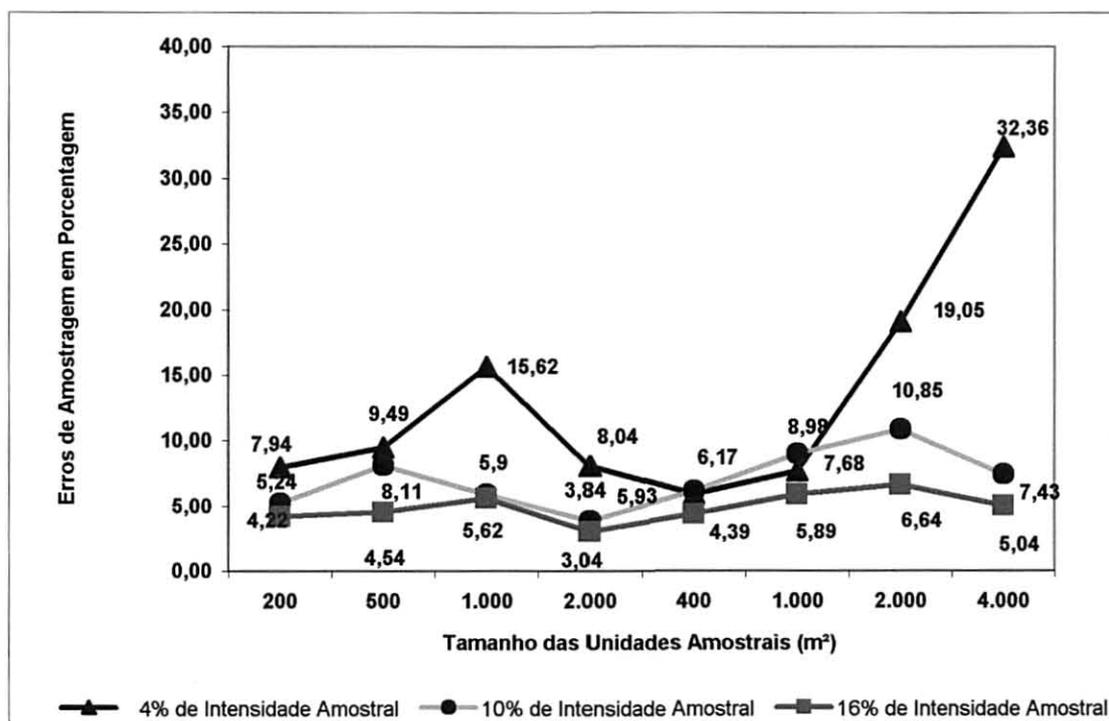


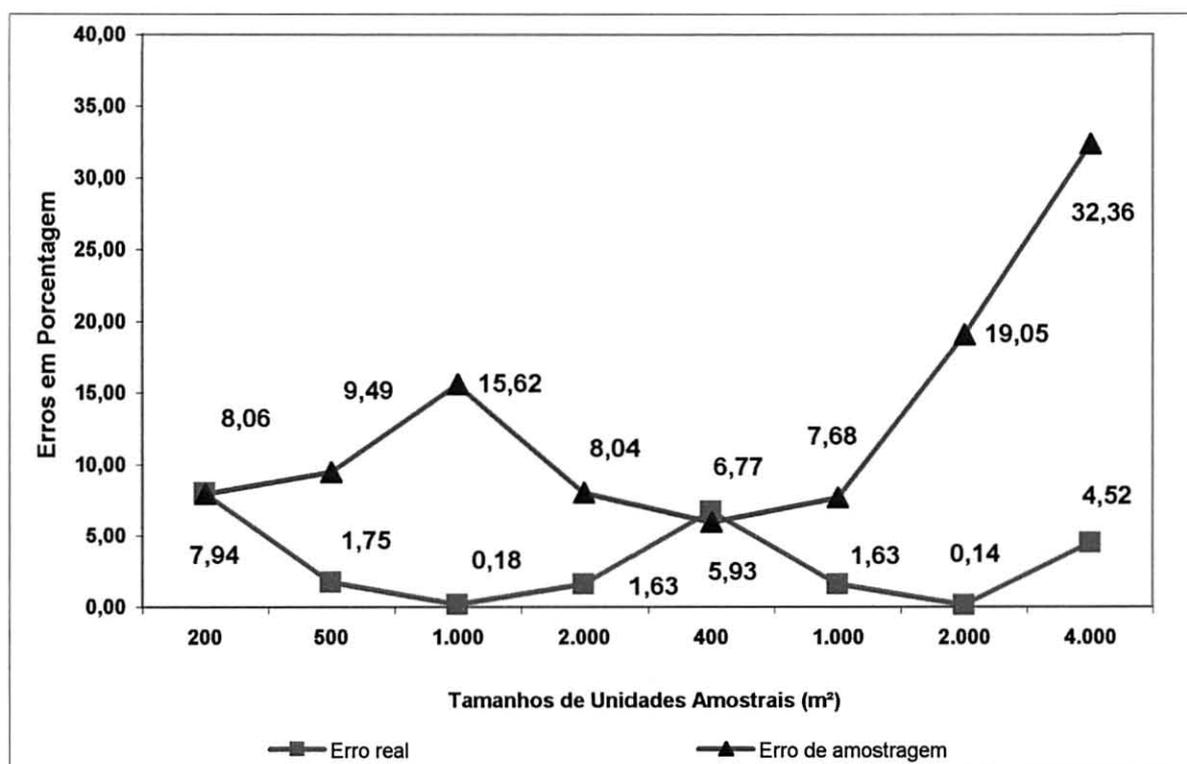
GRÁFICO 9 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE



Quanto menor for a intensidade de amostragem maior será o valor da distribuição t de Student utilizado no cálculo do erro de amostragem. Para as unidades amostrais de 2.000 m<sup>2</sup> (20m x 100m) e de 4.000 m<sup>2</sup> (20m x 200m) a 4% de intensidade de amostragem, o número de unidades amostrais foi de quatro e duas unidades amostrais respectivamente, determinando um maior valor da distribuição t de Student utilizado no cálculo do erro de amostragem, resultando em valores altos do erro de amostragem. Este fato não ocorreu para as estimativas da área basal média por hectare, ocorrendo somente em nível de estimativas da área basal por espécie e por hectare (GRÁFICOS 4, 5, 6 e 7).

Quando comparados os erros reais e os erros de amostragem obtidos pelas estimativas do número de árvores por hectare observa-se que os erros de amostragem foram maiores do que os erros reais para a maioria dos tamanhos das unidades amostrais, para as diferentes intensidades amostrais utilizadas (GRÁFICO 10).

GRÁFICO 10 – ERROS REAIS E ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE COM 4% DE INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM



Novamente, a escolha do tamanho da unidade amostral poderá ser função da operacionalidade de sua localização e implantação, ou função do tempo e da mão-de-obra disponíveis, para as estimativas do número de árvores por hectare.

#### 4.2.4 Número de Árvores por Espécie por Hectare

Os resultados obtidos para as estimativas do número de árvores por hectare (considerando-se todas as espécies) através da amostragem sistemática foram muito próximos do real. Por outro lado, as estimativas do número de árvores por espécie por hectare apresentaram-se inconsistentes e quase sempre muito elevadas para os oito tamanhos de unidades amostrais secundárias e para as intensidades de amostragem testadas (ANEXO 4). Os GRÁFICOS 11 e 12 ilustram os erros reais e os erros de amostragem para a espécie Araucária e os GRÁFICOS 13 e 14 ilustram os erros reais e de amostragem para a espécie Erva-Mate.

Observa-se que os erros reais variaram de 2,79% até 327,16% para a Erva-Mate e de 3,58% até 114,15% para a Araucária (ANEXO 4). Os GRÁFICOS 12 e 14 ilustram a variação para os erros de amostragem que foi de 19,51% a 81,28% para a Araucária e de 39,22% até 481,17% para a Erva-Mate mostrando que os erros de amostragem na maioria das vezes são maiores que os erros reais.

As estimativas do número de árvores por espécie e as estimativas da área basal por espécie foram inconsistentes para os diferentes tamanhos de unidades amostrais secundárias utilizados e para as diferentes intensidades amostrais testadas. As estimativas da área basal por hectare e do número de árvores por hectare somente foram muito próximas do real quando englobaram todas as espécies.

GRÁFICO 11 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

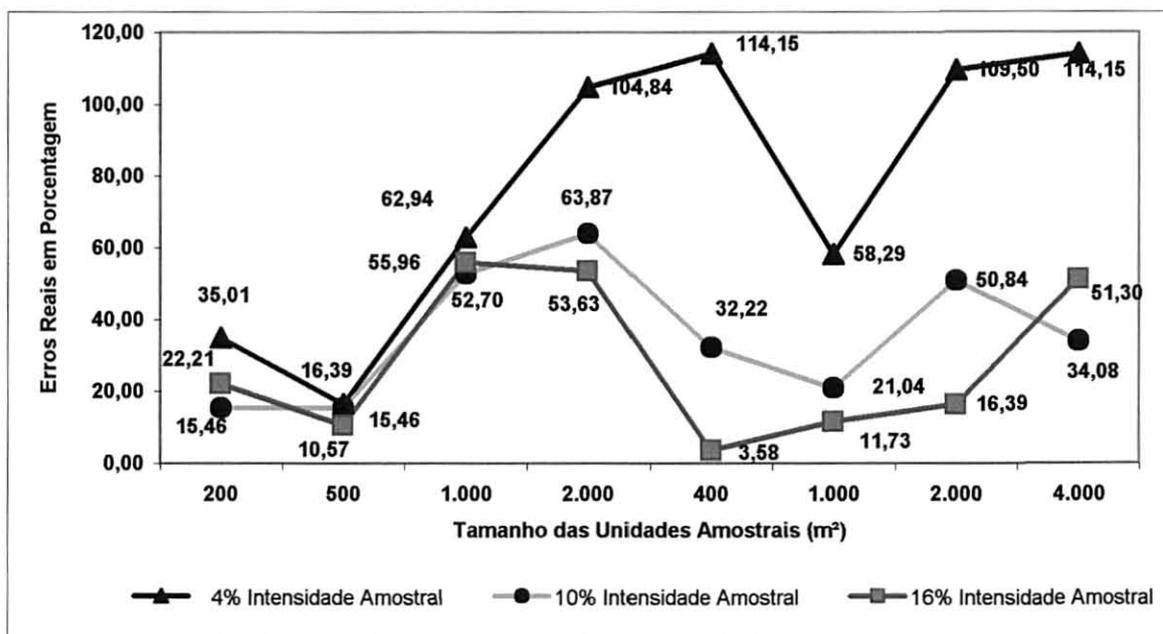


GRÁFICO 12 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

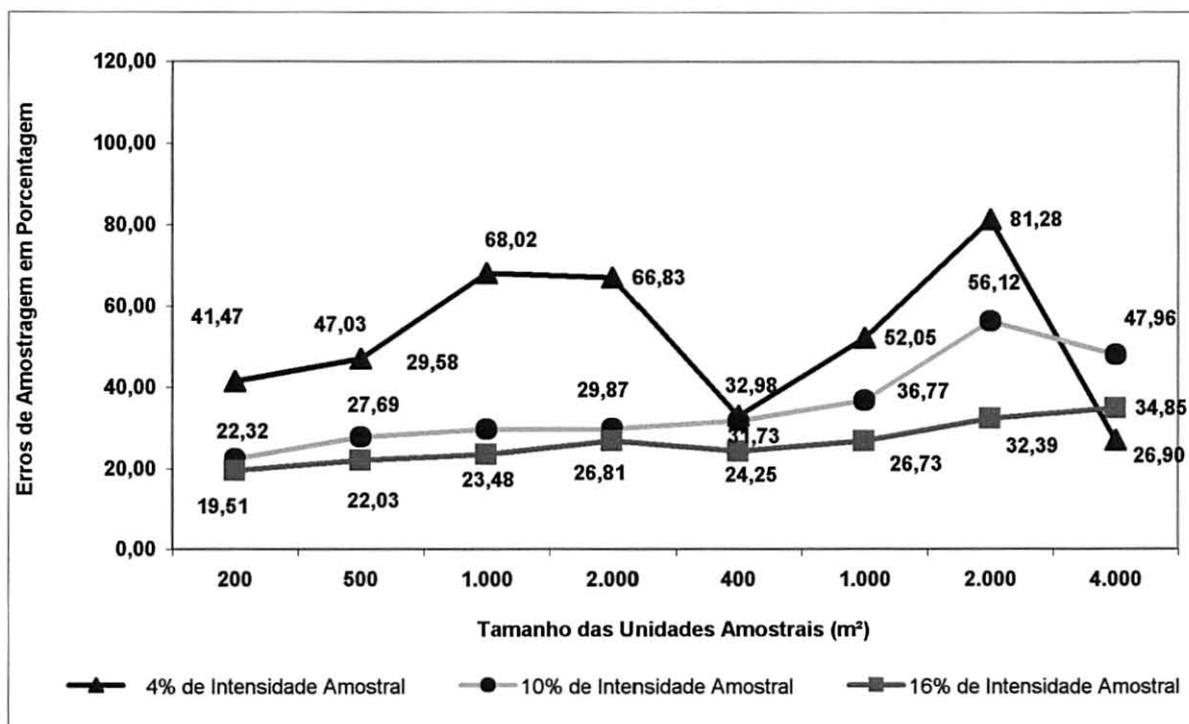


GRÁFICO 13 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ERVA-MATE

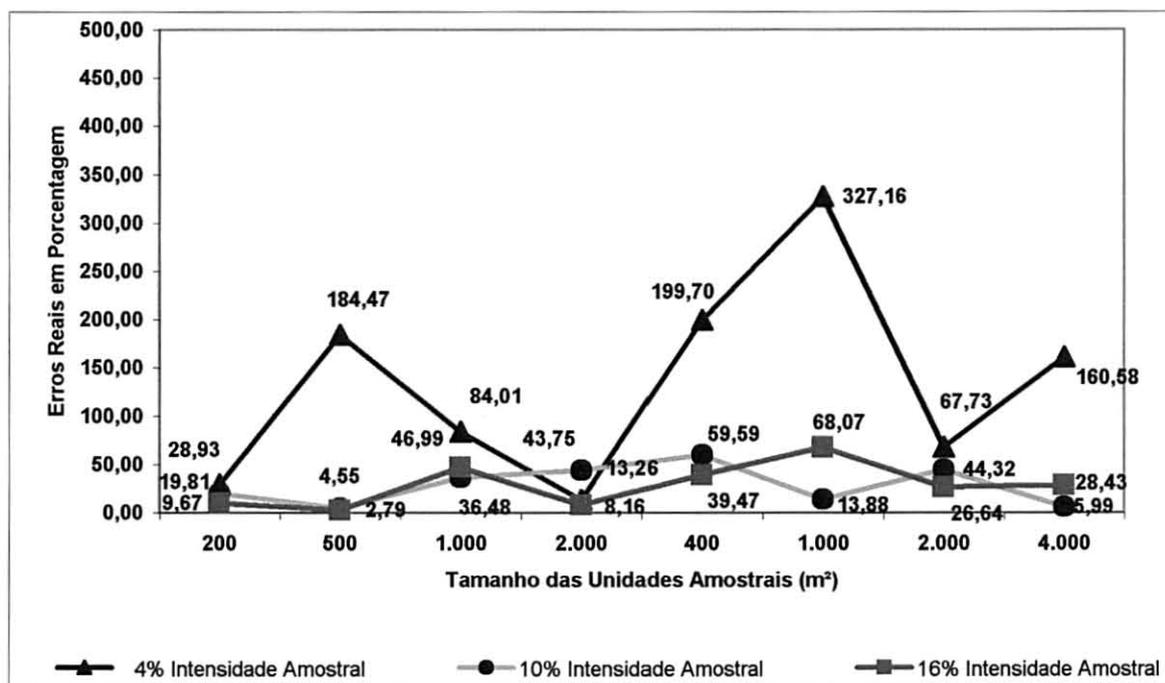
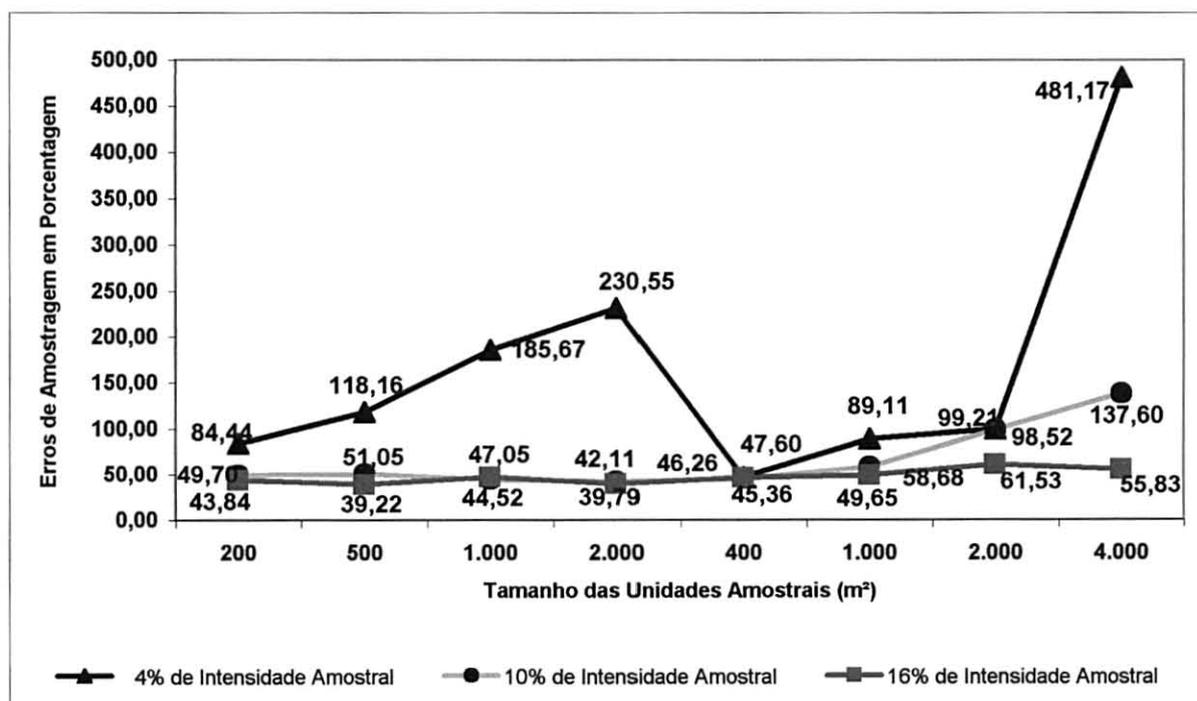


GRÁFICO 14 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE DA ESPÉCIE ERVA-MATE



### 4.3 ESTIMATIVA DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS UTILIZANDO-SE A AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

A definição do tamanho das unidades amostrais e da intensidade de amostragem deve proporcionar estimativas de índices fitossociológicos dentro de um limite máximo de erro admitido. Estimativas confiáveis são fundamentais no processo de tomada de decisão quanto às ações de manejo a serem implementadas na floresta. As estimativas dos índices fitossociológicos apresentaram-se inconsistentes e quase sempre elevadas para os oito tamanhos de unidades amostrais secundárias e para as intensidades de amostragem testadas (ANEXOS 4 e 5). Observa-se que a amplitude dos tamanhos das unidades amostrais secundárias utilizadas corresponde à grande maioria dos tamanhos de unidades amostrais utilizadas para levantamentos fitossociológicos no Brasil.

#### 4.3.1 Dominância Relativa

Os GRÁFICOS 15 e 16 ilustram os erros reais e os erros de amostragem obtidos para as estimativas da dominância relativa para a espécie Araucária. Observa-se que os erros reais da dominância relativa variaram de 1,07% a 113,11% e que os erros de amostragem variaram de 19,87% a 96,84%.

A pequena densidade absoluta de algumas espécies florestais pode ocasionar a ausência das espécies na amostragem (ANEXO 5), sendo que o fato ocorreu para a Grápia, com 4% de intensidade de amostragem (utilizando-se unidades amostrais secundárias de 2.000 m<sup>2</sup>, 10m x 200m) e com 10% e 16% de intensidade de amostragem (utilizando-se unidades amostrais secundárias de 1.000 m<sup>2</sup>, 20m x 50m), sendo ilustrado pelos GRÁFICOS 17 e 18. Os erros reais variaram de 0,54% a 261,75% e os erros de amostragem de 53,75% a 230,55%, obtidos para as estimativas da dominância relativa para a espécie Grápia.

GRÁFICO 15 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

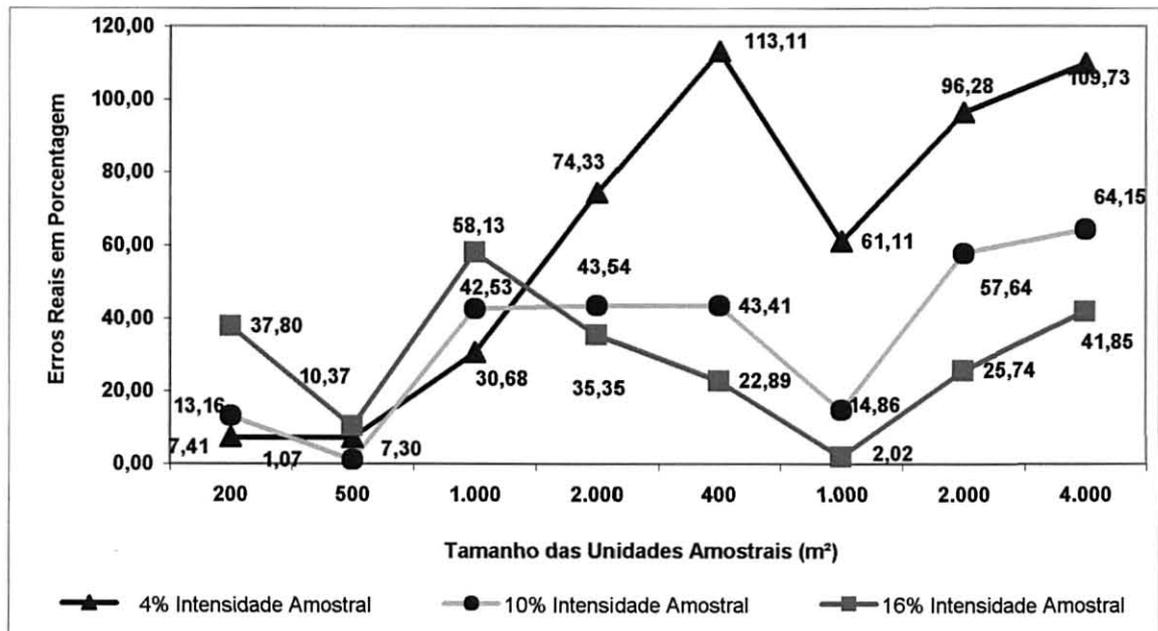


GRÁFICO 16 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

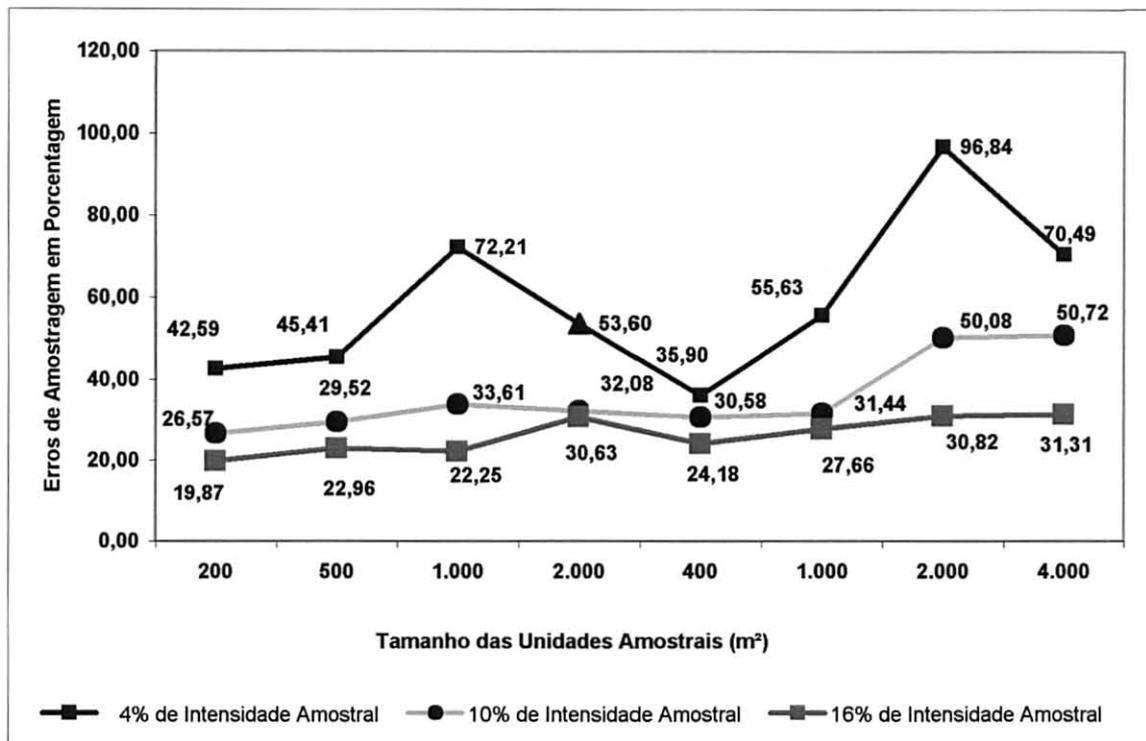


GRÁFICO 17 – ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE GRÁPIA

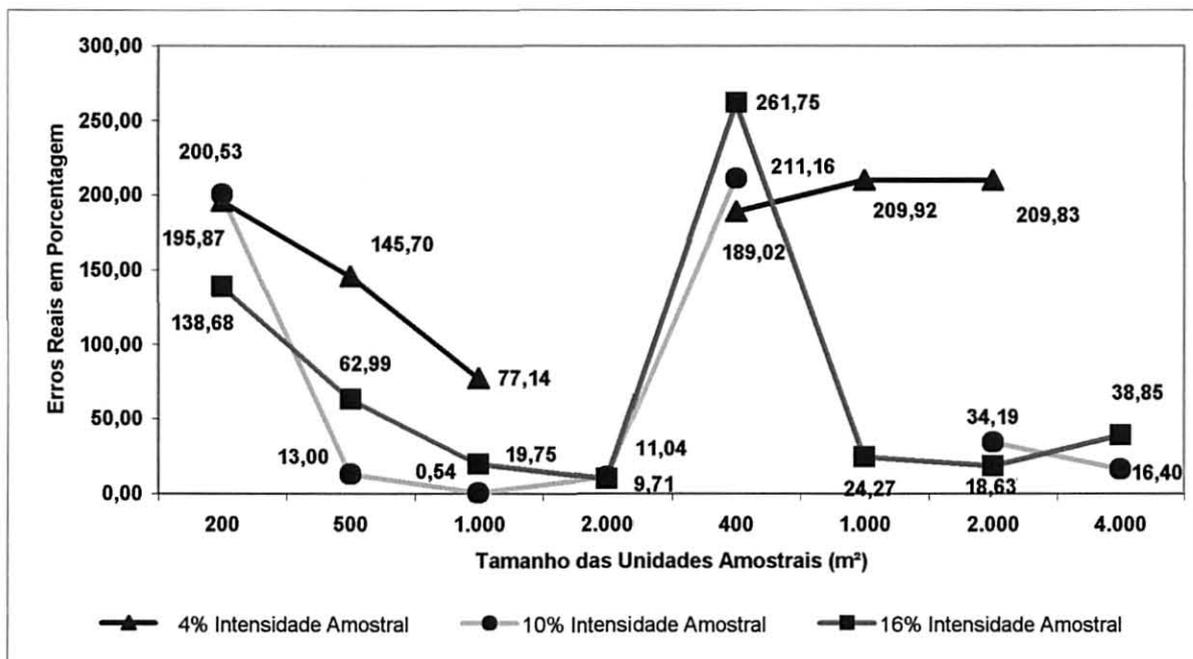
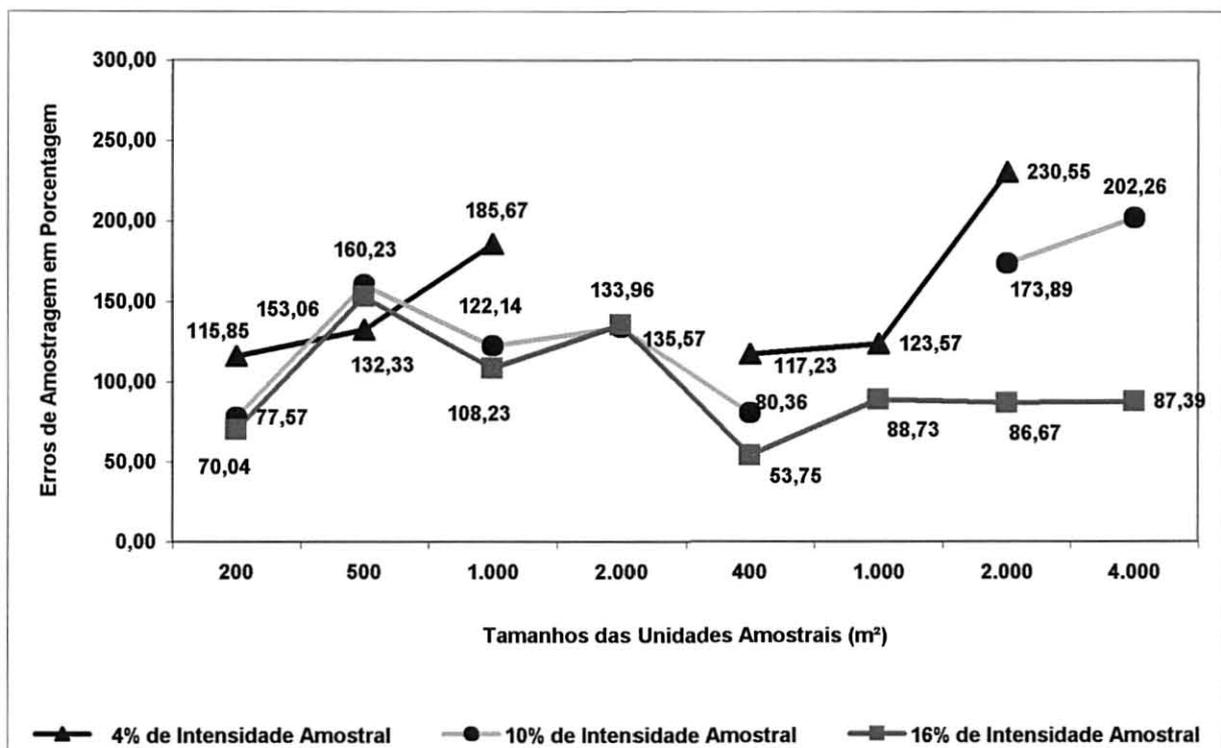


GRÁFICO 18 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DOMINÂNCIA RELATIVA DA ESPÉCIE GRÁPIA



#### 4.3.2 Densidade Relativa

As estimativas da densidade relativa novamente apresentaram-se inconsistentes e quase sempre elevadas para os oitos tamanhos de unidades amostrais secundárias e para as intensidades de amostragem testadas (ANEXOS 4 e 5)

Os GRÁFICOS 19 e 20 ilustram os erros reais e os erros de amostragem obtidos para as estimativas da densidade relativa para a espécie Araucária. Observa-se que os erros reais da densidade relativa variaram de 3,31% a 110,04% e que os erros de amostragem variaram de 19,51% a 81,28%.

Os GRÁFICOS 21 e 22 ilustram os erros reais e os erros de amostragem obtidos para as estimativas da densidade relativa para a espécie Maria-Preta. Observa-se que os erros reais da densidade relativa variaram de 0,14% a 54,57% e que os erros de amostragem variaram de 0,00% a 67,31%.

#### 4.3.3 Índice de Valor de Cobertura

Os GRÁFICOS 23 e 24 ilustram os erros reais e os erros de amostragem obtidos para as estimativas do índice de valor de cobertura para a espécie Araucária. Observa-se que os erros reais variaram de 2,03% a 109,63% e que os erros de amostragem variaram de 19,24% a 91,87%.

Os GRÁFICOS 25 e 26 ilustram os erros reais e os erros de amostragem obtidos para as estimativas do índice de valor de cobertura para a espécie Timbó. Observa-se que os erros variaram de 4,21% a 90,86% e que os erros de amostragem variaram de 27,10% a 305,75%.

GRÁFICO 19 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

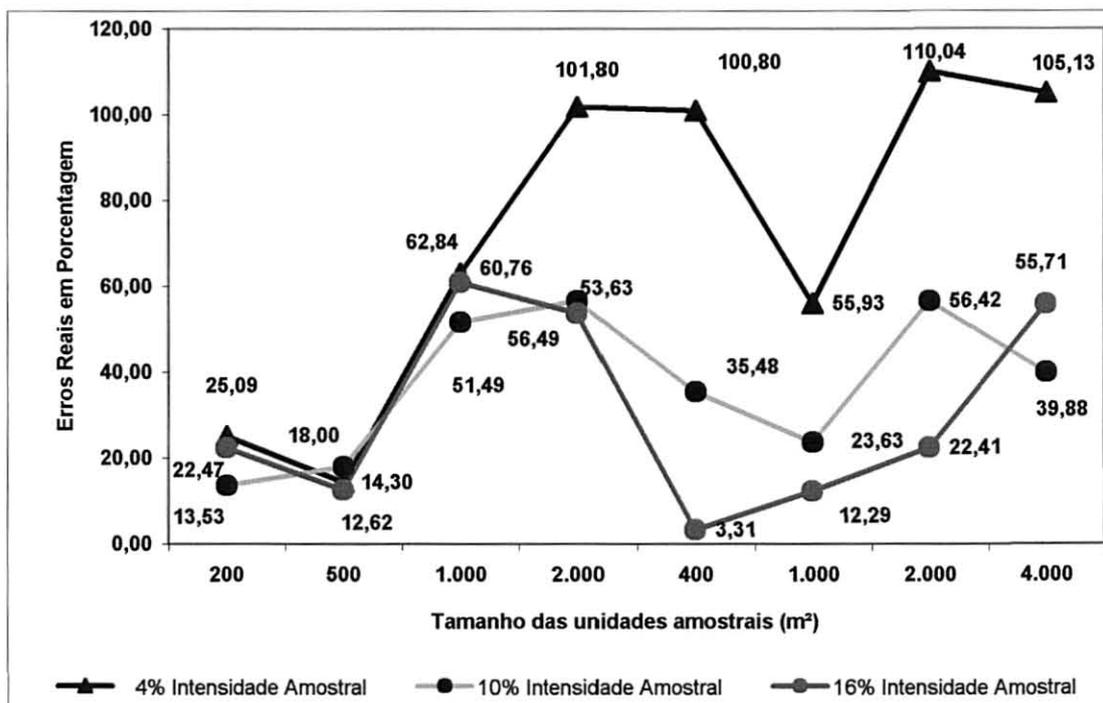


GRÁFICO 20 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

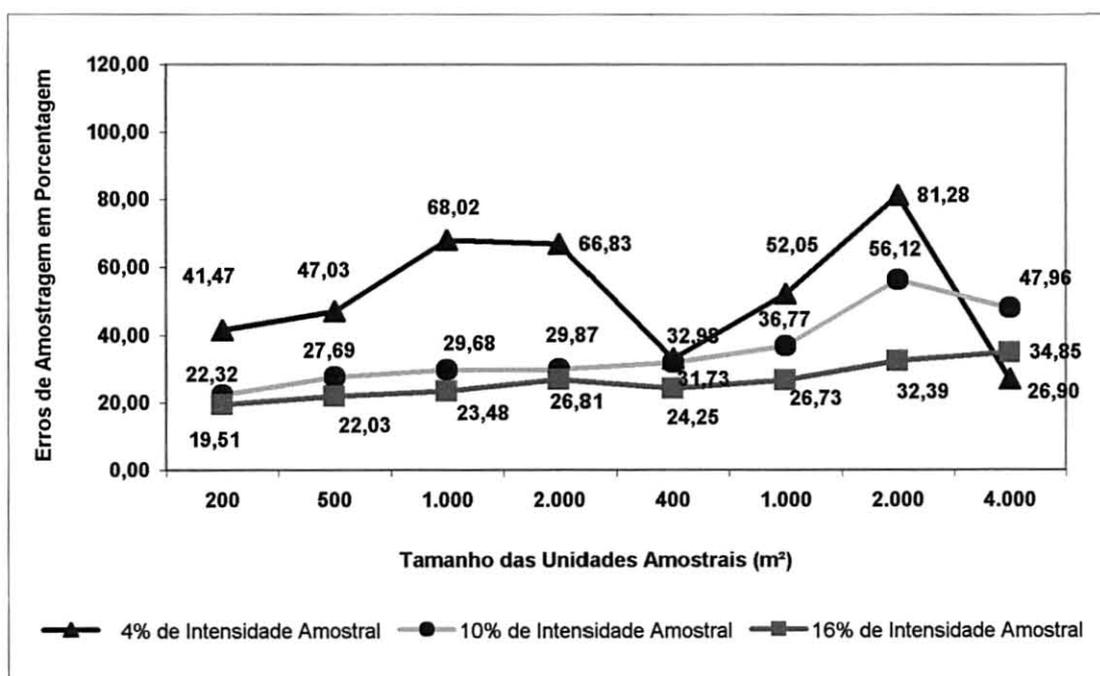


GRÁFICO 21 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE MARIA PRETA

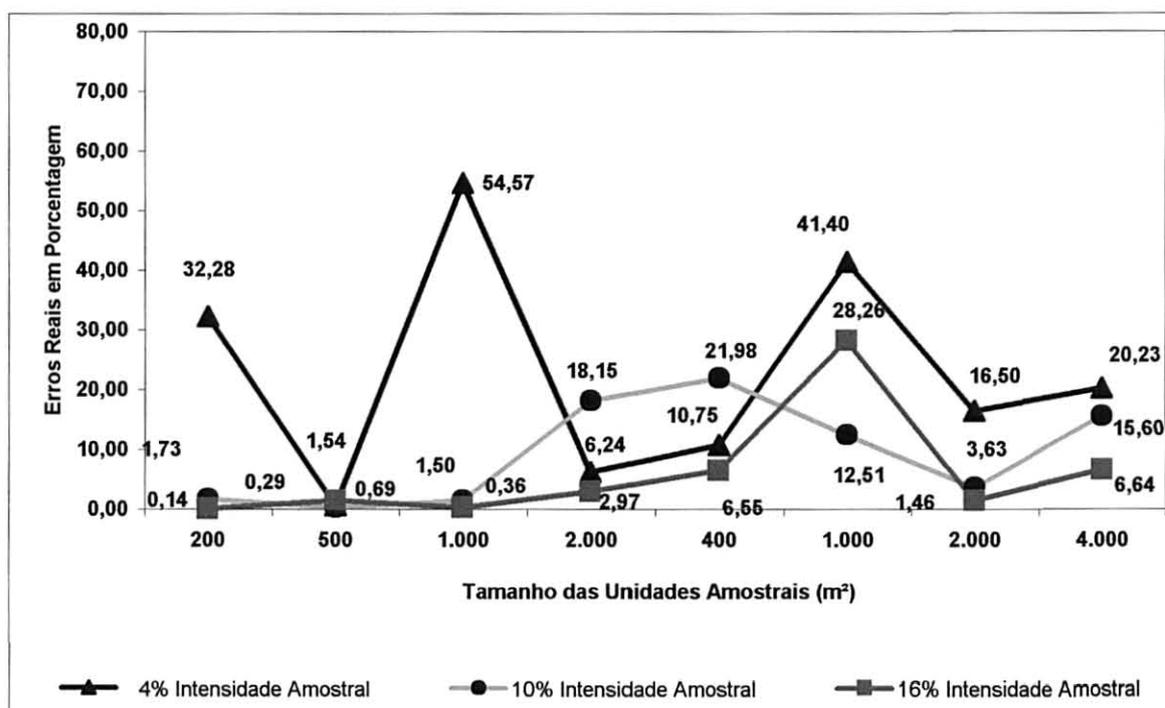


GRÁFICO 22 – ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DA DENSIDADE RELATIVA DA ESPÉCIE MARIA-PRETA

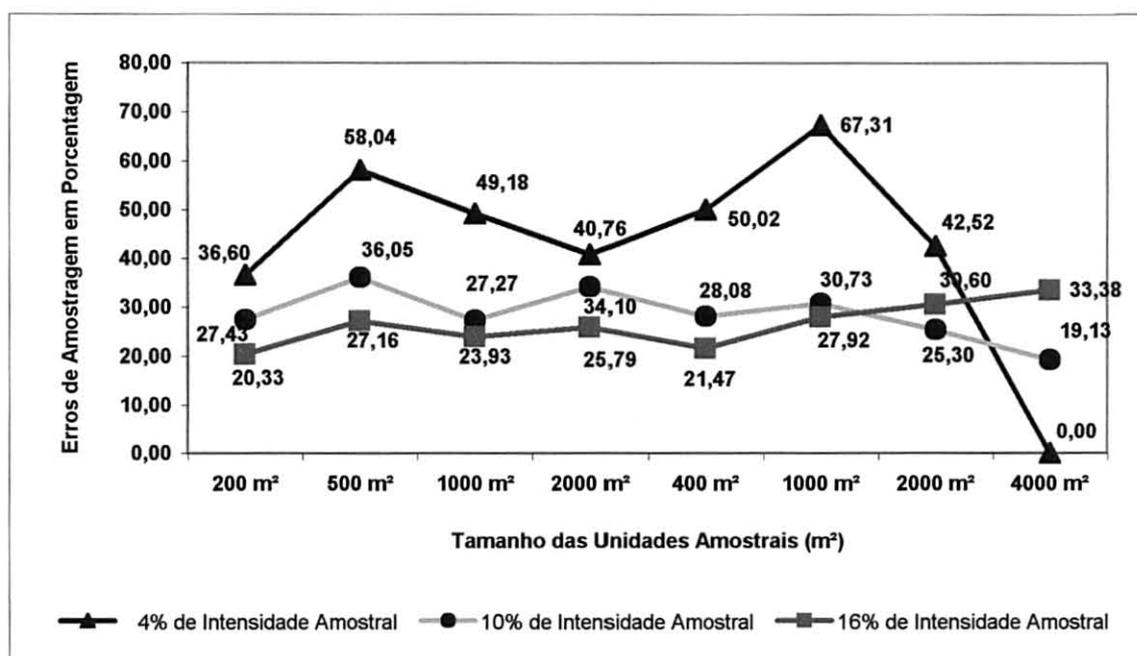


GRÁFICO 23 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

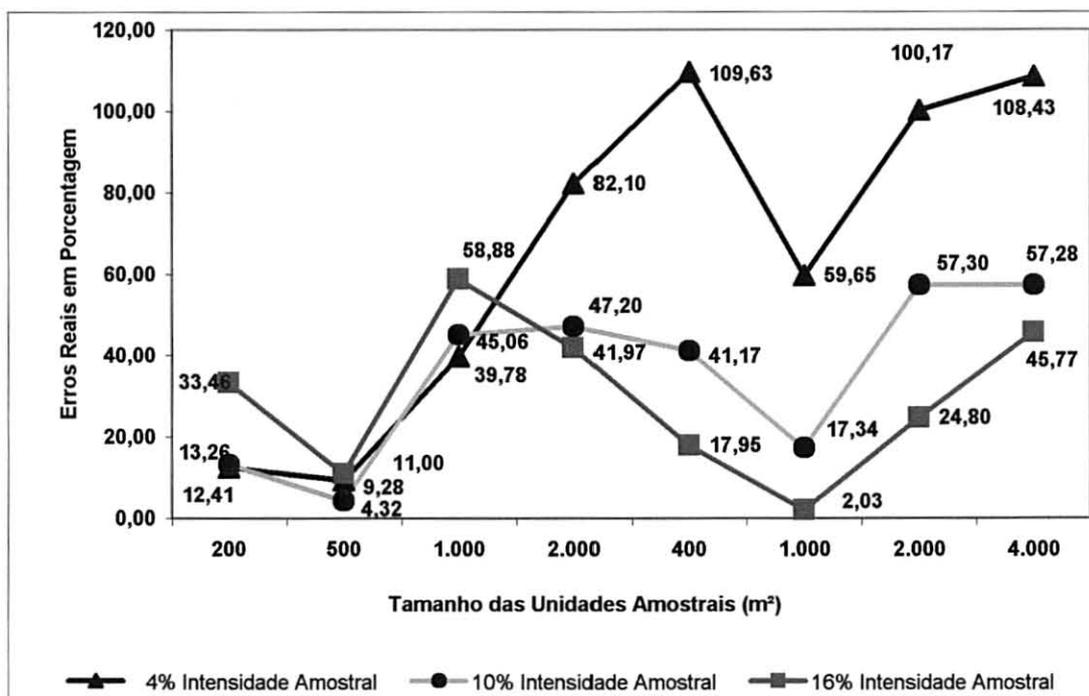


GRÁFICO 24 - ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE ARAUCÁRIA

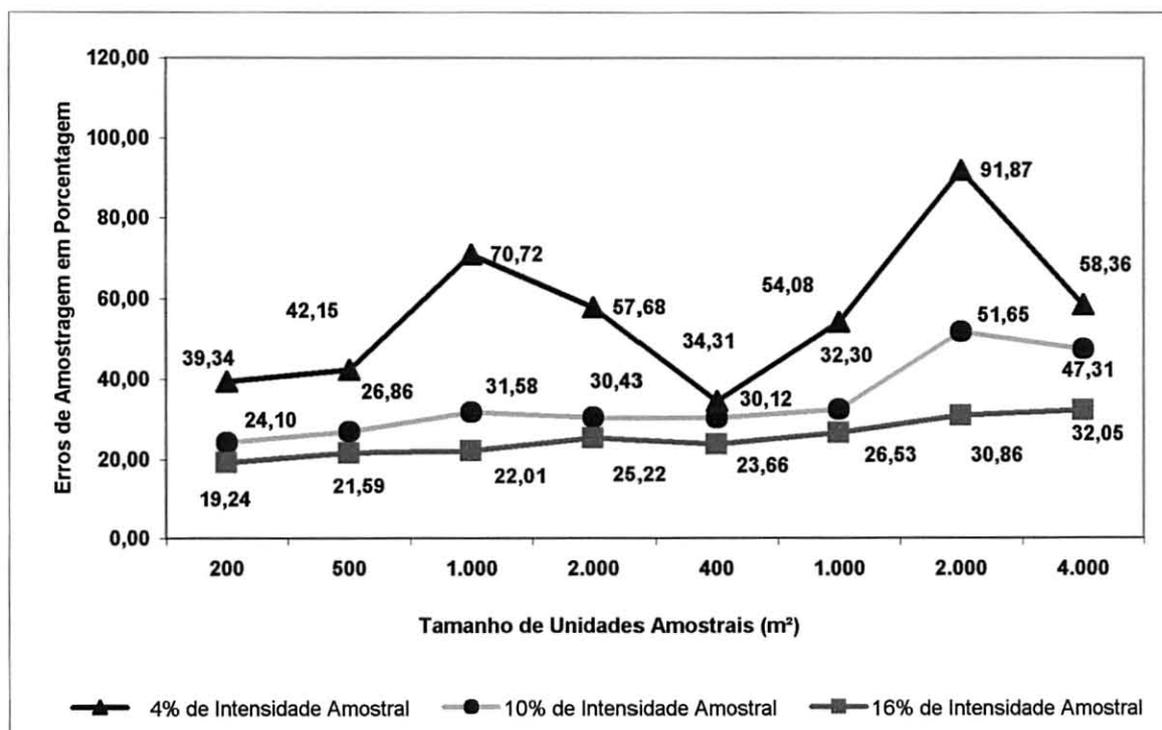


GRÁFICO 25 - ERROS REAIS PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE TIMBÓ

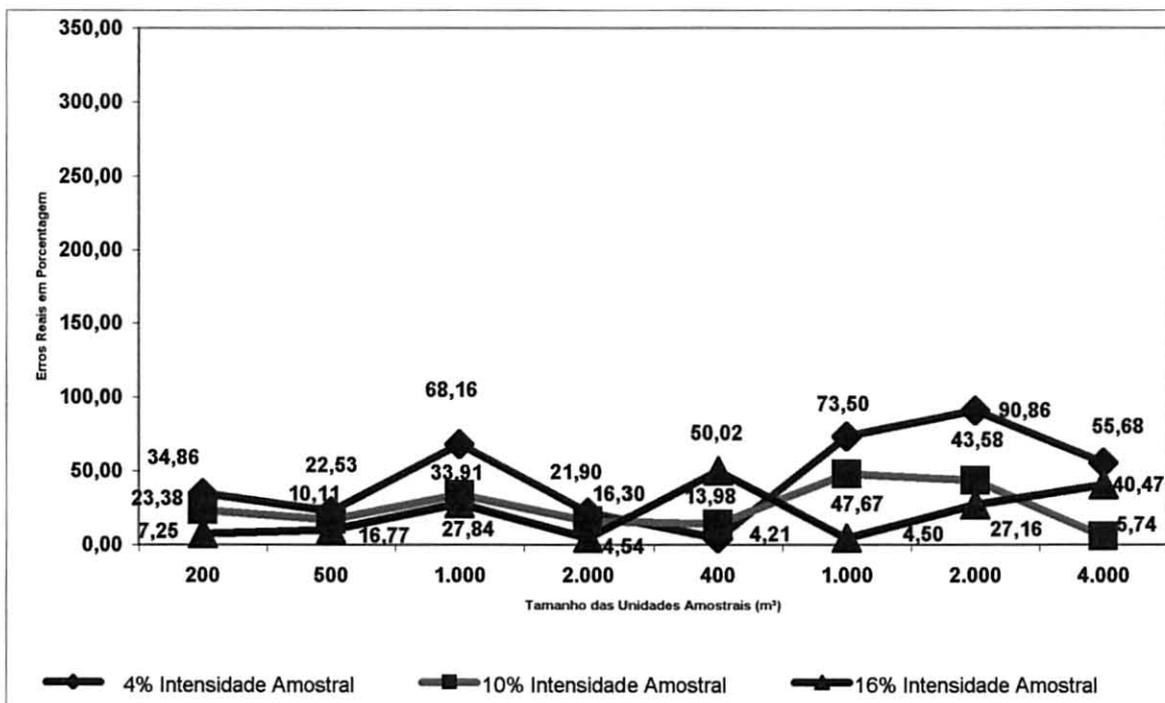
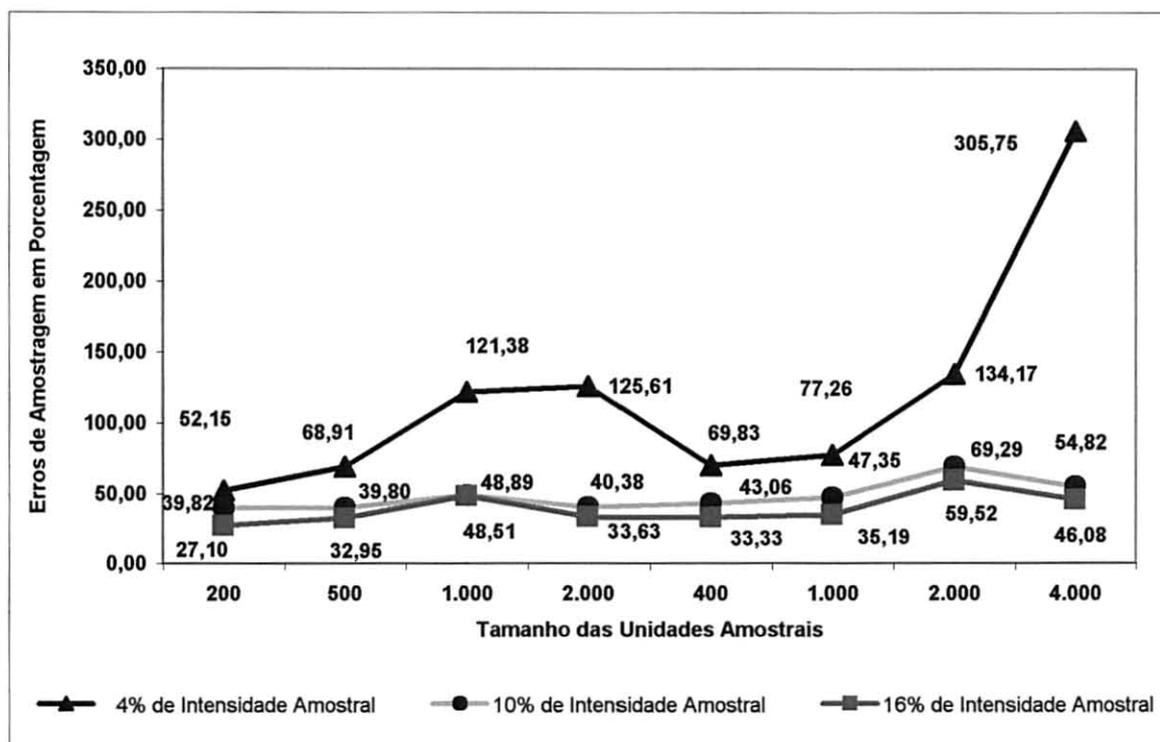


GRÁFICO 26 - ERROS DE AMOSTRAGEM PARA AS ESTIMATIVAS DO ÍNDICE DE VALOR DE COBERTURA DA ESPÉCIE TIMBÓ



## 5 CONCLUSÕES

Com a realização do censo florestal em uma área de 20 hectares de florestas nativas, localizada na Floresta Nacional de Chapecó, SC, foi possível comparar os resultados paramétricos com os resultados estimados através de simulações de inventário florestal, utilizando-se a amostragem sistemática. As principais conclusões são:

- 1) as estimativas médias da área basal e do número de árvores por hectare, englobando todas as espécies florestais, foram muito próximas do valor real para todos os tamanhos de parcelas e intensidades testadas;
- 2) as estimativas médias da área basal e do número de árvores por hectare, por espécie, apresentaram erros reais e erros de amostragem que variam de valores mínimos de 0,09% até valores muito elevados acima de 300%, não mostrando qualquer tendência lógica, indicando que os procedimentos de amostragem raramente estimam adequadamente as variáveis por espécie, para todos os tamanhos de parcelas e intensidades testadas;
- 3) as estimativas médias dos índices fitossociológicos (dominância relativa, densidade relativa e índice de valor de cobertura) apresentaram erros reais e erros de amostragem que variam de valores mínimos de 0,00% até valores muito elevados acima de 350%, não mostrando qualquer tendência lógica, indicando que os procedimentos de amostragem raramente estimam adequadamente as variáveis por espécie, para todos os tamanhos de parcelas e intensidades testadas;
- 4) os inventários tradicionais produzem adequadas estimativas para parâmetros por unidade de área, englobando todas as espécies. No entanto, pode gerar estimativas com elevados erros quando se deseja estimar parâmetros por espécie.

Os resultados obtidos, neste trabalho de pesquisa, permitem apresentar algumas recomendações:

- 1) os inventários tradicionais para florestas nativas são recomendados para estimativas dos parâmetros que englobem todas as espécies florestais, como a área basal média por hectare e o número de árvores por hectare;
- 2) quando se deseja estimativas por espécies recomenda-se inventários florestais a 100%, tanto para estoque como para índices fitossociológicos em florestas nativas, ou então o uso da amostragem com alta intensidade.

## REFERÊNCIAS

EVERETT, T.E.; BURKHART, H. E. **Forest measurements**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1983. 330p.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Estrutura fitossociológica da comunidade arbórea de uma topossequência pouco alterada de uma área de floresta atlântica, no município de Silva Jardim – RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n1, p. 131-140, 2001.

BRENA, D. A.; MADRUGA, P.R.A.; GIOTTO, E.; LONGHI, S. J. Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul. *In*: VI SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2001, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: SIMADER, 2001. p. 131-162.

CAIN, S. A.; CASTRO, G. M. de Oliveira. **Manual of vegetation analysis**. New York: Hafner Publishing Company, 1959. 325 p.

CARVALHO, J. O. P. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal**. Curitiba: EMBRAPA Florestas, 1997. Curso de Manejo Florestal Sustentável.

COCHRAN, W. G.; SNEDECOR, G. W. **Statistics methods**. 6. ed. Ames: The Iowa State University Press, 1967. 593 p.

CORAIOLA, M. **Caracterização estrutural de uma floresta estacional semidecidual localizada no município de Cássia – MG**. Curitiba, 1997. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FAO. **Manual de inventário florestal con especial referência a los bosques mistos tropicales**. Roma, 1974. 195 p.

FIGUEIREDO FILHO, A.. Implantação de áreas de coleta de sementes de espécies arbóreas nativas utilizando-se o censo florestal. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50°. Mesa Redonda: Alternativas modernas de criação de bancos de sementes de espécies arbóreas nativas. (Blumenau: 1999) **Anais ...** Blumenau: SBB, FURB, 1999. p. 333.

FREESE, F. **Elementary forest sampling**. U.S. Department of Agriculture, 1962. 91 p. (Handbook No. 232).

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Inventário do Pinheiro no Sul do Brasil**. Convênio SUDESUL/IBDF. Curitiba, 1978. 327 p.

\_\_\_\_\_. **Manejo de Florestas Nacionais** – inventário florestal da FLONA de Três Barras, florestas nativas. Convênio IBAMA/FUPEF. Curitiba, 1990. 341 p.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Amapá**. Curitiba, 1997. 179 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

GUAPYASSÚ, M. S. dos. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma floresta ombrófila densa**. Curitiba, 1994. 195 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

HOSOKAWA, R. T. **Introdução ao manejo e economia florestal**. Curitiba: UFPR, 1998, 162 p.

\_\_\_\_\_. **II Curso de atualização em manejo florestal**. Curitiba: APEF, 1988. 135 p.

HUSCH, B. **Planing a forest inventory**. FAO Forest Products Studies no. 17. Rome, 1971. 120 p.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2. ed. New York: John Wiley Sons, 1982. 402 p.

IGNÁCIO, S. A. **Precisão e eficiência de processos de subamostragem com unidades primárias de tamanhos desiguais em inventários de plantações de *Eucalyptus* spp.** Curitiba, 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ISERNHAGEN, I. **A fitossociologia florestal no Paraná e os programas de recuperação de áreas degradadas: uma avaliação**. Curitiba, 2001. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KLEIN, R. M. Os tipos florestais com Araucária em Santa Catarina. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 36°. 1985, Curitiba. **ANAIS...** Curitiba: SBB, 1985. p. 101-119.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn : GTZ, 1990. 343 p.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil**. Curitiba, 1980. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

\_\_\_\_\_, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS.** Curitiba, 1997. 198 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MACHADO, S. A. Complete enumeration Forest inventory versus cluster sampling method applied in the Amazonic Rain Forest. **Revista Floresta**, v. 18, n. 1-2, p. 122-130, 1988.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1993. 246 p.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion.** Washington: The General Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167 p.

MESAVAGE, C.; GROSENBAUGH, L. R. Efficiency of several cruising designs on smartest in North Arkansas. **Jour Forestry**, 1956. 3(9) p. 569-576.

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

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 – 1998.** Curitiba, 1999. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PRODAN, M. **Forest biometrics.** New York: Pergamon Press Inc., 1968. 447 p.

RODRIGUES TELLO, J.C. **Eficiência e custos de diferentes formas e tamanhos de unidades de amostra em uma floresta nativa de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil.** Curitiba, 1980. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SANQUETTA, C. R. *et al.* **As florestas e o carbono.** Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002. 265 p.

SCOLFORO, J. R. S. ; MELLO, J. M. **Inventário florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341 p.

SCHREUDER, H. T. **Sampling methods for multiresource forest inventory.** New York. Hans T. Schreuder. Timothy G. Gregory, Geoffrey B. Wood. III, 1992.

SCHUMACHER, F. X. ; BRUCE, D. **Forest mensuration.** New York: MacGraw-Hill. Book Company, Inc. 1950, 483 p.

SILVA, J. N. M. **Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na Região do Baixo Tapajós.** Curitiba, 1980. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SOARES, V. P. **Eficiência relativa de tamanhos e de formas de unidades de amostra em plantações de *Eucalyptus grandis* de origem híbrida, na região de Bom Despacho, Minas Gerais.** Viçosa, 1980. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa.

SOUZA, M. F. R. de. **Definição do tamanho da unidade amostral para monitoramento de planos de manejo em floresta tropical no estado do Maranhão.** Curitiba, 1996. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SPIEGEL, M. R. **Estatística.** São Paulo: Makron Books, 1993. 643 p.

SPURR, S. H. **Forest inventory.** New York: Ronald Press, 1952. 453 p.

STEFANELLO, F. R. **Mapeamento de sítios com o uso de amostragem sistemática.** Curitiba, 1994. 153 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

VASQUES, A. G. **Método de amostragem em linhas: desenvolvimento e aplicação em uma floresta implantada com *Pinus taeda* L.** Curitiba, 1988. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

VIDAL, M. A. S. **Análise biométrica da regeneração natural de algumas espécies em uma Floresta Estacional Semidecidual localizada no município de Cássia – MG.** Curitiba, 2000. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ZILLER, S. R. **Análise fitossociológica de caxetais.** Curitiba, 1992. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 – VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR  
HECTARE, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM,  
PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS  
DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL MÉDIA POR HECTARE, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS

Intensidade de amostragem (%)	Área da unidade amostral (m <sup>2</sup> )	Dimensões das unidades amostrais (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	Erro real (%)	Erro de Amostragem (%)
4	200	(10 X 20)	33,1567	0,54	8,67
4	500	(10 X 50)	29,1165	11,71	8,45
4	1.000	(10 X 100)	30,4477	7,68	11,37
4	2.000	(10 X 200)	32,0803	2,73	9,09
4	400	(20 X 20)	33,9431	2,92	9,03
4	1.000	(20 X 50)	30,0410	8,91	8,52
4	2.000	(20 X 100)	31,6627	3,99	11,70
4	4.000	(20 X 200)	32,4651	1,56	9,46
10	200	(10 X 20)	32,4116	1,72	6,07
10	500	(10 X 50)	32,2486	2,22	6,27
10	1.000	(10 X 100)	30,8344	6,50	7,40
10	2.000	(10 X 200)	33,0697	0,27	6,17
10	400	(20 X 20)	33,9237	2,86	6,40
10	1.000	(20 X 50)	35,6005	7,95	6,24
10	2.000	(20 X 100)	32,7801	0,60	6,67
10	4.000	(20 X 200)	33,3376	1,09	5,12
16	200	(10 X 20)	32,8339	0,44	4,22
16	500	(10 X 50)	32,7433	0,72	5,25
16	1.000	(10 X 100)	34,6808	5,16	5,30
16	2.000	(10 X 200)	33,0198	0,12	5,27
16	400	(20 X 20)	33,3516	1,13	5,53
16	1.000	(20 X 50)	33,0535	0,22	5,56
16	2.000	(20 X 100)	34,8789	5,76	7,40
16	4.000	(20 X 200)	33,4811	1,52	5,09
Valor do parâmetro G (m <sup>2</sup> /ha)			32,9794		

**ANEXO 2 - VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL POR HECTARE,  
POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE  
AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES  
AMOSTRAIS**

**VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL POR HECTARE, POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

continua

Intensidade (%)	Unidade Amostral (m <sup>2</sup> )	Angico-Vermelho			Araucária			Cabreúva			Cedro		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	200	0,7298	9,47	86,31	3,1161	7,99	42,59	0,6521	40,82	68,14	1,2036	28,80	57,19
4	500	0,4330	35,04	171,76	2,7704	3,99	45,41	0,8044	73,69	76,92	1,3965	17,39	41,49
4	1.000	0,2681	59,78	152,37	3,4816	20,66	72,21	0,9771	111,00	53,98	1,4940	11,62	64,46
4	2.000	0,0539	91,92	178,70	4,8935	69,59	53,60	0,8273	78,63	85,35	1,1153	34,02	114,36
4	400	0,6050	9,24	112,27	6,3294	119,25	35,90	0,5439	17,44	71,23	2,0929	23,81	63,10
4	1.000	0,2714	59,29	152,28	4,2349	46,76	55,63	0,8939	93,02	62,60	1,2333	27,04	64,86
4	2.000	0,7243	8,65	109,15	5,4379	88,46	96,84	0,7299	57,61	88,24	1,4698	13,05	135,57
4	4.000	0,4361	34,37	362,96	5,9579	106,48	70,49	0,6430	38,85	295,61	0,6878	59,31	266,93
10	200	0,4806	27,91	58,59	3,2092	11,22	26,57	0,3820	17,51	54,47	1,5606	7,68	32,39
10	500	0,2899	56,52	77,84	2,7915	3,26	29,52	0,5113	10,41	54,33	1,1019	34,82	45,66
10	1.000	0,7261	8,92	69,23	3,8454	33,27	33,61	0,7819	68,83	94,26	1,3938	17,55	35,81
10	2.000	0,3515	47,27	57,77	4,1535	43,94	32,08	0,3823	17,45	71,53	1,1614	31,29	41,87
10	400	0,5885	11,72	62,13	4,2569	47,53	30,58	0,4635	0,08	50,49	1,9966	18,11	35,69
10	1.000	0,3483	47,76	83,80	3,5073	21,55	31,44	0,3857	16,71	54,88	1,3338	8,48	31,60
10	2.000	0,5913	11,30	78,03	4,5217	56,70	50,08	0,3170	31,56	77,01	1,5007	11,22	54,84
10	4.000	0,4349	34,76	79,01	4,7883	65,94	50,72	0,3309	28,55	88,39	1,5187	10,16	71,47
16	200	0,6808	2,13	44,23	3,9538	37,20	19,87	0,3434	25,85	37,35	1,2952	23,38	25,05
16	500	0,3504	47,44	44,63	3,2342	12,08	22,96	0,5566	20,18	36,93	2,2324	32,07	26,03
16	1.000	0,7412	11,19	47,14	4,4626	54,64	22,25	0,5385	16,27	37,17	1,8168	7,48	29,68
16	2.000	0,6373	4,39	49,48	3,9105	35,52	30,63	0,5411	16,84	57,59	1,9300	13,97	45,84
16	400	1,2819	92,31	57,02	3,5861	24,28	24,18	0,6333	36,75	60,02	1,4325	15,26	25,59
16	1.000	0,3566	46,50	57,49	2,8339	1,79	27,66	0,4393	5,13	44,75	1,7372	2,83	37,10
16	2.000	1,1057	65,87	49,10	3,4342	19,01	30,82	0,5463	17,98	46,57	1,3664	19,11	37,50
16	4.000	0,4700	29,49	66,80	4,1560	44,03	31,31	0,3902	15,74	89,57	1,5850	6,24	47,22

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem

**VALORES ESTIMADOS DA ÁREA BASAL POR HECTARE, POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

conclusão

Intensidade (%)	Unidade Amostral (m <sup>2</sup> )	Erva-mate			Grápia			Maria-Preta			Timbó		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	200	0,2834	34,05	109,44	0,2649	199,29	115,85	1,5805	102,21	50,58	1,6206	44,51	58,48
4	500	0,6220	194,23	125,31	0,1958	121,19	132,33	0,9393	20,17	74,44	0,8849	21,10	73,63
4	1.000	0,0115	94,56	185,67	0,1456	64,55	185,67	1,2064	54,35	64,36	0,3866	65,53	143,60
4	2.000	0,1928	8,92	230,55	xx	xx	xx	0,6274	19,73	69,41	0,8196	26,92	129,65
4	400	0,6480	206,53	66,14	0,2649	199,29	117,23	0,8248	5,52	80,11	1,1749	4,76	75,81
4	1.000	0,9258	337,91	104,02	0,2514	184,04	123,57	0,5771	26,16	120,82	0,2478	77,91	90,49
4	2.000	0,3526	66,80	121,70	0,2649	199,29	230,55	0,9565	22,38	110,60	0,0573	94,90	141,11
4	4.000	0,5995	183,59	249,99	xx	xx	xx	0,3524	54,92	80,98	0,4918	56,15	366,41
10	200	0,2563	21,24	72,60	0,2680	197,18	77,57	0,2387	7,30	32,54	0,8336	25,67	45,86
10	500	0,1852	12,42	75,36	0,0758	14,41	160,23	0,7380	5,58	37,14	0,8622	23,12	39,17
10	1.000	0,3253	53,88	69,08	0,0837	5,42	122,14	0,6697	14,32	37,96	0,6688	40,37	51,30
10	2.000	0,3460	63,67	54,57	0,0992	12,03	133,96	0,7624	12,46	29,22	1,3849	23,48	42,07
10	400	0,2917	37,96	58,56	0,2850	222,03	80,36	0,6303	19,36	42,50	1,2334	9,97	42,66
10	1.000	0,1951	7,71	80,27	xx	xx	xx	0,7946	1,66	42,96	0,6152	45,14	51,64
10	2.000	0,0953	54,92	120,96	0,0583	34,18	173,89	0,7430	4,94	43,48	0,6460	42,40	69,74
10	4.000	0,1924	9,01	171,34	0,0753	14,97	202,26	0,4881	38,83	37,72	1,0803	3,68	58,76
16	200	0,2351	11,22	54,25	0,2116	0,09	70,04	0,7842	0,34	26,48	1,4440	2,00	28,34
16	500	0,1572	25,66	54,87	0,0355	62,18	153,06	0,6577	15,85	27,68	0,9983	10,99	34,84
16	1.000	0,0785	62,87	55,54	0,0699	21,05	108,23	0,6123	21,66	25,68	0,7194	35,86	44,82
16	2.000	0,1705	19,35	71,27	0,0805	9,04	135,57	0,6120	21,70	32,86	1,1725	4,54	43,26
16	400	0,2562	21,20	49,26	0,3258	268,08	53,75	0,8599	10,02	25,78	0,8922	20,45	33,14
16	1.000	0,3154	49,18	53,34	0,1109	25,32	88,73	0,5668	27,48	39,13	1,0559	5,85	34,31
16	2.000	0,1521	28,04	68,94	0,1000	12,96	86,67	0,6353	18,72	40,64	0,7101	36,69	57,78
16	4.000	0,2427	14,80	69,89	0,1255	41,84	87,39	0,5061	35,25	26,56	1,6876	50,47	46,99

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem;

xx = espécie não detectada na simulação.

**ANEXO 3 – VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR  
HECTARE, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM, PARA AS  
DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS  
DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR  
HECTARE, DO ERRO REAL E DO ERRO DE AMOSTRAGEM, PARA AS  
DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES  
TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS

Intensidade de amostragem (%)	Área da unidade amostral (m <sup>2</sup> )	Dimensões das unidades amostrais (m)	N/ha	Erro real (%)	Erro de Amostragem (%)
4	200	(10 X 20)	840,00	8,06	7,94
4	500	(10 X 50)	763,75	1,75	9,49
4	1.000	(10 X 100)	778,75	0,18	15,62
4	2.000	(10 X 200)	790,00	1,63	8,04
4	400	(20 X 20)	830,00	6,77	5,93
4	1.000	(20 X 50)	790,00	1,63	7,68
4	2.000	(20 X 100)	776,25	0,14	19,05
4	4.000	(20 X 200)	812,50	4,52	32,36
10	200	(10 X 20)	791,50	1,82	5,24
10	500	(10 X 50)	761,50	2,04	8,11
10	1.000	(10 X 100)	784,50	0,92	5,90
10	2.000	(10 X 200)	755,00	2,88	3,84
10	400	(20 X 20)	759,50	2,30	6,17
10	1.000	(20 X 50)	762,00	1,97	8,68
10	2.000	(20 X 100)	750,50	3,52	10,85
10	4.000	(20 X 200)	746,00	4,03	7,43
16	200	(10 X 20)	776,56	0,44	4,22
16	500	(10 X 50)	764,06	1,71	4,54
16	1.000	(10 X 100)	755,00	2,88	5,62
16	2.000	(10 X 200)	753,13	3,12	3,04
16	400	(20 X 20)	780,31	0,38	4,39
16	1.000	(20 X 50)	774,37	0,38	5,89
16	2.000	(20 X 100)	740,00	4,80	6,64
16	4.000	(20 X 200)	756,25	2,71	5,04
Valor do parâmetro N/ha			777,35		

**ANEXO 4 - VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE  
ÁRVORES POR HECTARE, POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES  
INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM E PARA OS DIFERENTES  
TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

**VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE,  
POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM  
E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

continua

Inten sida de (%)	Unidade Amostrai (m <sup>2</sup> )	Angico-Vermelho			Araucária			Cabreúva			Cedro		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	200	5,00	10,71	79,32	36,25	35,01	41,47	20,00	44,40	46,27	21,25	0,23	36,51
4	500	2,50	55,36	171,76	31,25	16,39	47,03	8,75	36,82	50,29	21,25	0,23	27,48
4	1.000	3,75	33,04	90,60	43,75	62,94	68,02	15,00	8,30	46,78	22,50	5,63	40,52
4	2.000	2,50	55,36	133,11	55,00	104,84	66,83	13,75	0,72	110,24	22,50	5,63	60,98
4	400	3,75	33,04	92,52	57,50	114,15	32,98	17,50	26,35	65,93	32,50	52,58	34,22
4	1.000	3,75	33,04	90,60	42,50	58,29	52,05	12,50	9,75	37,13	21,25	0,23	38,50
4	2.000	7,50	33,93	76,85	56,25	109,50	81,28	11,25	18,77	76,85	12,50	41,31	26,62
4	4.000	6,25	11,61	371,19	57,50	114,15	26,90	12,50	9,75	494,91	21,25	0,23	36,39
10	200	6,00	7,14	47,03	31,00	15,46	22,32	11,50	16,97	42,51	20,00	6,10	24,64
10	500	3,50	37,50	55,71	31,00	15,46	27,69	12,50	9,75	40,76	17,50	17,84	27,18
10	1.000	8,50	51,79	40,27	41,00	52,70	29,58	10,50	24,19	43,12	22,50	5,63	24,16
10	2.000	6,00	7,14	42,11	44,00	63,87	29,87	9,50	31,41	81,23	18,50	13,15	24,32
10	400	7,00	25,00	51,22	35,50	32,22	31,73	13,00	6,14	38,18	24,00	12,68	24,48
10	1.000	4,00	28,57	54,86	32,50	21,04	36,77	12,00	13,36	40,40	24,00	12,68	22,94
10	2.000	6,00	7,14	52,02	40,50	50,84	56,12	7,50	45,85	60,49	19,00	10,80	48,14
10	4.000	4,50	19,64	82,57	36,00	34,08	47,96	5,50	60,29	106,42	24,00	12,68	59,81
16	200	6,25	11,61	36,00	32,81	22,21	19,51	12,19	12,00	27,44	19,38	9,04	19,40
16	500	4,38	21,88	36,44	29,69	10,57	22,03	13,75	0,72	30,92	23,12	8,57	20,04
16	1.000	7,19	28,35	31,07	41,87	55,96	23,48	14,38	3,79	37,59	21,25	0,23	20,97
16	2.000	5,62	0,45	31,60	41,25	53,63	26,81	11,25	18,77	51,53	24,16	12,97	26,61
16	400	7,81	39,51	34,80	27,81	3,58	24,25	17,50	26,35	30,06	20,31	4,64	18,59
16	1.000	5,00	10,71	34,19	30,00	11,73	26,73	15,31	10,56	38,13	22,81	7,10	24,14
16	2.000	7,19	28,35	32,21	31,25	16,39	32,39	18,44	33,12	47,01	20,31	4,64	29,21
16	4.000	5,00	10,71	40,20	40,63	51,30	34,85	10,00	27,80	82,06	24,69	15,90	32,64

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem

**VALORES ESTIMADOS DO NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE,  
POR ESPÉCIE, PARA AS DIFERENTES INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM  
E PARA OS DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS**

**conclusão**

Inten sida de (%)	Unidade Amostrai (m <sup>2</sup> )	Erva-mate			Grápia			Maria-Preta			Timbó		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	200	6,25	14,68	84,44	2,50	127,27	115,25	30,00	42,86	36,60	21,25	29,97	45,90
4	500	12,25	106,42	118,16	2,50	127,27	117,33	21,25	1,19	58,04	10,00	38,84	70,12
4	1.000	1,25	77,06	185,67	1,25	13,64	185,67	32,50	54,76	49,18	3,75	77,06	90,60
4	2.000	3,75	31,19	230,55	xx	xx	xx	20,00	4,76	40,76	13,75	15,90	120,40
4	400	15,00	175,23	47,60	2,50	127,27	116,59	20,00	4,76	50,02	15,00	8,26	62,80
4	1.000	17,51	221,10	89,11	3,75	240,91	130,24	12,50	40,48	67,31	5,00	69,42	70,18
4	2.000	7,50	37,61	99,21	2,50	127,27	230,55	17,50	16,67	42,52	2,50	84,71	133,11
4	4.000	11,25	106,42	481,17	xx	xx	xx	17,50	16,67	0,00	7,50	54,13	206,21
10	200	5,50	0,92	49,70	2,50	127,27	69,41	21,00	0,00	27,43	13,00	20,49	37,37
10	500	5,50	0,92	51,05	0,50	54,55	160,23	20,50	2,38	36,05	14,50	11,31	43,53
10	1.000	5,00	8,26	44,52	1,00	9,09	112,89	21,50	2,38	27,27	11,50	29,66	49,92
10	2.000	6,00	10,09	42,11	1,00	9,09	115,93	16,00	23,81	34,10	18,00	10,09	40,22
10	400	8,50	55,96	45,36	2,00	81,82	76,75	16,00	23,81	28,08	20,00	22,32	44,91
10	1.000	6,50	19,27	58,68	xx	xx	xx	18,00	14,29	30,73	8,50	48,01	42,64
10	2.000	3,00	44,95	98,52	0,50	54,55	173,89	21,00	0,00	25,30	8,50	48,01	69,96
10	4.000	5,50	0,92	137,60	0,50	54,55	202,26	17,00	19,05	19,73	14,50	11,31	48,57
16	200	5,00	8,26	43,84	1,56	71,33	68,35	20,94	0,30	20,33	18,75	14,68	28,53
16	500	5,63	3,21	39,22	0,31	71,59	153,06	20,31	3,27	27,16	15,00	8,26	37,20
16	1.000	3,13	42,66	47,05	0,63	43,18	108,43	20,33	3,27	23,93	13,13	19,72	56,14
16	2.000	4,69	13,99	39,79	0,63	43,18	109,76	20,94	0,30	25,79	16,56	1,30	32,15
16	400	7,50	37,61	46,26	2,50	127,27	52,25	19,69	6,25	21,47	0,58	96,48	30,95
16	1.000	8,75	60,65	49,65	0,94	14,77	86,80	15,00	28,57	27,92	15,94	2,52	37,89
16	2.000	3,13	42,66	61,53	0,94	14,77	86,35	19,69	6,25	30,60	12,81	21,64	63,98
16	4.000	6,56	20,41	55,83	1,25	13,64	92,84	19,06	9,23	33,88	20,31	24,24	45,24

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem;

xx = espécie não detectada na simulação.

**ANEXO 5. VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLOGICOS,  
DOS ERROS REAIS E DOS ERROS DE AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE  
DIFERENTES TAMANHOS DE UNIDADES AMOSTRAIS, PARA  
INTENSIDADES DE AMOSTRAGEM DE 4%, 10% E 16%**

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 200 m<sup>2</sup> (10m X 20m)**

continua

Intensidade (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			IVC (%)		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,7298	9,47	86,31	2,20	8,96	86,31	5,00	10,71	79,32	0,60	17,33	79,32	2,80	2,05	83,72
4	Araucária	3,1161	7,99	42,59	9,40	7,41	42,59	36,25	35,01	41,47	4,32	25,09	41,47	13,71	12,41	39,34
4	Cabreúva	0,6521	40,82	68,14	1,97	40,49	68,14	20,00	44,40	46,27	2,38	33,76	46,27	4,35	36,72	49,92
4	Cedro	1,2036	28,80	57,19	3,63	29,24	57,19	21,25	0,23	36,51	2,53	7,67	33,51	6,16	21,72	55,28
4	Erva-mate	0,2834	34,05	109,44	0,85	33,54	109,44	6,25	14,68	84,44	0,74	6,29	84,44	1,60	19,31	95,82
4	Grápia	0,2649	199,29	115,85	0,80	195,87	115,85	2,50	127,27	115,25	0,30	112,59	115,25	1,10	167,43	115,57
4	Maria-preta	1,5805	102,21	50,58	4,77	101,13	50,38	30,00	42,86	36,60	3,57	32,28	36,60	8,34	64,46	40,34
4	Timbó	1,6206	44,51	58,48	4,89	43,76	58,48	21,25	29,97	45,90	2,53	20,46	45,90	7,42	34,86	52,15
10	Angico-vermelho	0,4806	27,91	58,59	1,48	26,60	58,59	6,00	7,14	47,03	0,76	5,29	47,03	2,24	18,22	53,13
10	Araucária	3,2092	11,22	26,57	9,90	13,16	26,57	31,00	15,46	22,32	3,92	13,53	22,32	13,82	13,26	24,10
10	Cabreúva	0,3820	17,51	54,47	1,18	15,81	54,47	11,50	16,97	42,51	1,45	18,37	42,51	2,63	17,25	43,22
10	Cedro	1,5606	7,68	32,39	4,81	6,14	32,39	20,00	6,10	24,64	2,53	7,78	24,54	7,34	6,71	27,54
10	Erva-mate	0,2563	21,24	72,60	0,79	23,56	72,60	5,50	0,92	49,70	0,70	0,73	49,70	1,49	10,87	58,14
10	Grápia	0,2680	197,18	77,57	0,81	200,53	77,57	2,50	127,27	69,41	0,32	125,61	69,41	1,13	174,95	73,75
10	Maria-preta	0,2387	7,30	32,54	2,59	9,18	32,54	21,00	0,00	27,43	2,65	1,73	27,43	5,24	3,37	27,34
10	Timbó	0,8336	25,67	45,86	2,57	24,36	45,86	13,00	20,49	37,37	1,64	21,79	37,37	4,21	23,38	39,82
16	Angico-vermelho	0,6808	2,13	44,23	2,07	2,64	44,23	6,25	11,61	36,00	0,80	11,78	36,00	2,88	5,05	40,57
16	Araucária	3,9538	37,20	19,87	12,06	37,80	19,87	32,81	22,21	19,51	4,23	22,47	19,51	16,28	33,46	19,24
16	Cabreúva	0,3434	25,85	37,35	1,05	25,30	37,35	12,19	12,00	27,44	1,57	11,83	27,44	2,62	17,76	29,21
16	Cedro	1,2952	23,38	25,05	3,95	23,11	25,05	19,38	9,04	19,40	2,49	8,94	19,40	6,44	18,18	21,72
16	Erva-mate	0,2351	11,22	54,25	0,72	11,89	54,25	5,00	8,26	43,84	0,64	8,02	43,84	1,36	1,49	47,45
16	Grápia	0,2116	139,09	70,04	0,64	138,68	70,04	1,56	42,05	68,35	0,20	43,72	68,35	0,85	106,25	70,16
16	Maria-preta	0,7842	0,34	26,48	2,39	0,78	26,58	20,94	0,30	20,33	2,70	0,14	20,33	5,08	0,29	21,17
16	Timbó	1,1440	2,00	28,34	3,48	2,47	28,34	18,75	14,68	28,53	2,42	14,98	28,53	5,90	7,25	27,10

Ve = valor estimado;  
Er = erro real;  
Ea = erro de amostragem.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 500 m<sup>2</sup> (10m X 50m)**

continuação

Intensidade (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			IVC (%)		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,4330	35,04	171,76	1,47	27,36	171,76	2,50	55,36	171,76	0,32	56,19	171,76	1,78	34,93	171,76
4	Araucária	2,7704	3,99	45,41	9,39	7,30	45,41	31,25	16,39	47,03	3,94	14,30	47,03	13,33	9,28	42,15
4	Cabreúva	0,8044	73,69	76,92	2,73	94,71	76,92	8,75	36,82	50,29	1,10	37,97	50,29	3,83	20,44	65,15
4	Cedro	1,3965	17,39	41,49	4,73	7,75	41,49	21,25	0,23	27,48	2,68	2,14	27,48	7,41	5,79	34,51
4	Erva-mate	0,6220	194,23	125,31	2,11	229,36	125,31	12,25	106,42	118,16	1,42	102,39	102,16	3,53	163,24	122,05
4	Grápia	0,1958	121,19	132,33	0,66	145,70	132,33	2,50	127,27	117,33	0,32	125,33	117,33	0,98	138,74	124,45
4	Maria-preta	0,9393	20,17	74,44	3,18	34,30	74,44	21,25	1,19	58,04	2,68	0,69	58,04	5,86	15,67	61,24
4	Timbó	0,8849	21,10	73,63	3,00	11,80	73,63	10,00	38,84	70,12	1,26	39,91	70,12	4,26	22,53	68,91
10	Angico-vermelho	0,2899	56,52	77,84	0,90	51,51	77,84	3,50	36,50	55,71	0,46	36,16	55,71	1,36	50,42	66,31
10	Araucária	2,7915	3,26	29,52	8,66	1,07	29,52	31,00	15,46	27,69	4,07	18,00	27,69	12,73	4,32	26,86
10	Cabreúva	0,5113	10,41	54,33	1,59	13,25	54,33	12,50	9,75	40,76	1,64	7,78	40,73	3,23	1,48	42,44
10	Cedro	1,1019	34,82	45,66	3,42	33,40	45,66	17,50	17,84	27,18	2,30	16,13	27,18	5,71	27,38	36,38
10	Erva-mate	0,1852	12,42	75,36	0,57	10,29	75,36	5,50	0,92	51,05	0,72	3,18	51,05	1,30	3,25	58,39
10	Grápia	0,0758	14,41	160,23	0,24	13,00	160,23	0,50	54,55	160,23	0,07	53,10	160,23	0,30	26,69	160,23
10	Maria-preta	0,7380	5,58	37,14	2,29	3,45	37,14	20,50	2,38	36,05	2,69	0,29	36,05	4,98	1,77	34,18
10	Timbó	0,8622	23,12	39,17	2,67	21,36	39,17	14,50	11,31	43,53	1,90	9,33	43,33	4,58	16,77	39,80
16	Angico-vermelho	0,3504	47,44	44,63	1,05	48,21	44,63	4,38	21,88	36,44	0,57	20,47	36,44	1,62	33,66	40,07
16	Araucária	3,2342	12,08	22,96	9,66	10,37	22,96	29,69	10,57	22,03	3,88	12,62	22,03	13,54	11,00	21,59
16	Cabreúva	0,5566	20,18	36,93	1,66	18,70	36,93	13,75	0,72	30,92	1,80	1,10	30,92	3,46	8,85	30,25
16	Cedro	2,2324	32,07	26,03	6,67	29,94	26,03	23,12	8,57	20,04	3,03	10,46	20,04	9,69	23,16	23,42
16	Erva-mate	0,1572	25,66	54,87	0,47	26,68	54,87	5,63	3,21	29,22	0,74	5,17	39,22	1,21	10,04	42,85
16	Grápia	0,0355	62,18	153,06	0,10	62,99	153,06	0,31	71,59	133,06	0,04	7,79	153,06	0,14	65,65	153,06
16	Maria-preta	0,6577	15,85	27,68	1,96	17,14	27,68	20,31	3,27	27,16	2,66	1,54	27,16	4,62	8,83	24,87
16	Timbó	0,9983	10,99	34,94	2,98	12,33	34,94	15,00	8,26	37,20	1,96	6,51	37,20	4,94	10,11	32,95

Ve = valor estimado;  
Er = erro real;  
Ea = erro de amostragem.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 1.000 m<sup>2</sup> (10m X 100m)**

continuação

Intensidade (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			IVC (%)		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,2681	59,78	152,37	0,88	56,41	152,37	3,75	33,04	90,60	0,48	33,12	90,60	1,36	50,29	120,34
4	Araucária	3,4816	20,66	72,21	11,44	30,68	72,21	43,75	62,94	68,02	5,62	62,84	68,02	17,05	39,78	70,72
4	Cabreúva	0,9771	111,00	53,98	3,21	129,23	53,98	15,00	8,30	46,78	1,93	8,21	46,78	5,14	61,49	39,39
4	Cedro	1,4940	11,62	64,46	4,91	4,35	64,46	22,50	5,63	40,52	2,89	5,45	40,52	7,80	0,94	51,00
4	Erva-mate	0,0115	94,56	185,67	0,04	94,10	186,67	1,25	77,06	185,67	0,16	77,07	185,67	0,20	85,20	185,67
4	Grápia	0,1456	64,55	185,67	0,48	77,14	185,67	1,25	13,64	185,67	0,16	14,65	185,67	0,64	55,88	185,67
4	Maria-preta	1,2064	54,35	64,36	3,96	67,18	64,36	32,50	54,76	49,18	4,17	54,57	49,18	8,14	60,46	46,95
4	Timbó	0,3866	65,53	143,60	1,27	62,65	143,60	3,75	77,06	90,60	0,48	77,07	90,60	1,75	68,16	121,38
10	Angico-vermelho	0,7261	8,92	69,23	2,36	16,57	69,23	8,50	51,79	40,27	1,08	50,49	40,27	3,44	24,48	57,26
10	Araucária	3,8454	33,27	33,61	12,47	42,53	33,61	41,00	52,70	29,58	5,23	51,49	29,68	17,70	45,06	31,58
10	Cabreúva	0,7819	68,83	94,26	2,54	81,12	94,26	10,50	24,19	43,12	1,34	24,81	43,12	3,87	21,83	70,03
10	Cedro	1,3938	17,55	35,81	4,52	11,89	35,81	22,50	5,63	24,16	2,87	4,67	24,16	7,39	6,12	29,57
10	Erva-mate	0,3253	53,88	69,08	1,06	64,84	69,08	5,00	8,26	44,52	0,64	8,95	44,52	1,69	26,29	57,36
10	Grápia	0,0837	5,42	122,14	0,27	0,54	122,14	1,00	9,09	112,89	0,13	8,95	112,89	0,40	2,70	117,27
10	Maria-preta	0,6697	14,32	37,96	2,17	8,36	37,96	21,50	2,38	27,27	2,34	1,50	27,27	4,91	3,11	28,45
10	Timbó	0,6688	40,37	51,30	2,17	36,21	51,30	11,50	29,66	49,92	1,47	30,20	49,92	3,63	33,91	48,89
16	Angico-vermelho	0,7412	11,19	47,14	2,30	13,78	47,14	7,19	28,35	31,07	0,95	32,22	31,07	3,25	18,62	41,02
16	Araucária	4,4626	54,64	22,25	13,84	58,13	22,25	41,87	55,96	26,48	5,55	60,76	23,48	19,38	58,88	22,01
16	Cabreúva	0,5385	16,27	37,17	1,67	19,26	37,17	14,38	3,79	37,59	1,90	6,96	37,59	3,57	12,38	33,38
16	Cedro	1,8168	7,48	29,68	5,63	9,82	29,68	21,25	0,23	20,97	2,82	2,72	20,97	8,45	7,35	25,55
16	Erva-mate	0,0785	62,87	55,54	0,24	61,87	55,54	3,13	42,66	47,05	0,42	40,87	47,05	0,66	50,95	46,75
16	Grápia	0,0699	21,05	108,23	0,22	19,75	108,23	0,63	43,18	108,43	0,08	40,87	108,13	0,30	26,96	108,18
16	Maria-preta	0,6123	21,66	25,68	1,90	18,89	25,68	20,33	3,27	23,93	2,69	0,36	23,93	4,59	9,49	21,06
16	Timbó	0,7194	35,86	44,82	2,23	34,39	44,82	13,13	19,72	56,14	1,74	17,22	56,14	3,97	27,84	48,51

Ve = valor estimado;  
Er = erro real;  
Ea = erro de amostragem.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO  
AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 2.000 m<sup>2</sup> (10m X 200m)**

continuação

Inten sida de (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			<i>IVC (%)</i>		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,0539	91,92	178,70	0,17	91,69	178,70	2,50	55,36	133,11	0,32	56,05	133,11	0,48	82,32	139,38
4	Araucária	4,8935	69,59	53,60	15,25	74,33	53,60	55,00	104,84	66,83	6,96	101,80	66,83	22,22	82,10	57,68
4	Cabreúva	0,8273	78,63	85,35	2,56	84,19	85,35	13,75	0,72	110,24	1,73	2,89	110,24	4,31	35,45	89,84
4	Cedro	1,1153	34,02	114,36	3,48	32,23	114,36	22,50	5,63	60,98	2,85	3,95	60,98	6,32	19,64	89,93
4	Erva-mate	0,1928	8,92	230,55	0,60	6,12	230,55	3,75	31,19	230,55	0,48	32,19	230,55	1,08	19,74	230,55
4	Grápia	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
4	Maria-preta	0,6274	19,73	69,41	1,96	17,48	69,41	20,00	4,76	40,76	2,53	6,24	40,76	4,49	11,49	52,60
4	Timbó	0,8196	20,92	129,65	2,56	24,86	129,65	13,75	15,90	120,40	1,74	17,12	120,40	4,30	21,90	125,61
10	Angico-vermelho	0,3515	47,27	57,77	1,06	47,38	57,77	6,00	7,14	42,11	0,74	2,25	42,11	1,80	34,34	44,12
10	Araucária	4,1535	43,94	32,08	12,56	43,54	32,08	44,00	63,87	29,87	5,40	56,49	29,87	17,96	47,20	30,43
10	Cabreúva	0,3823	17,45	71,53	1,16	17,43	71,53	9,50	31,41	81,23	1,17	34,51	81,23	2,32	26,99	72,58
10	Cedro	1,1614	31,29	41,87	3,51	31,54	41,87	18,50	13,15	24,32	2,27	17,16	24,32	5,78	26,53	33,42
10	Erva-mate	0,3460	63,67	54,57	1,05	63,48	54,57	6,00	10,09	42,11	0,74	5,17	42,11	1,78	33,02	47,32
10	Grápia	0,0992	12,03	133,96	0,30	11,04	133,36	1,00	9,09	115,93	0,12	12,36	115,93	0,42	3,05	125,33
10	Maria-preta	0,7624	12,46	29,22	2,31	2,73	29,62	16,00	23,81	34,10	3,19	18,15	34,10	5,50	8,39	29,09
10	Timbó	1,3849	23,48	42,07	4,19	23,17	42,07	18,00	10,09	40,22	2,21	5,17	40,22	6,40	16,30	40,38
16	Angico-vermelho	0,6373	4,39	49,48	1,93	4,45	49,48	5,62	0,45	31,60	0,75	3,73	31,60	2,68	2,30	35,76
16	Araucária	3,9105	35,52	30,63	11,84	35,35	30,63	41,25	53,63	26,81	5,48	58,76	26,81	17,32	41,97	25,22
16	Cabreúva	0,5411	16,84	57,59	1,64	17,05	57,59	11,25	19,77	51,53	1,49	16,08	51,53	3,13	1,49	47,44
16	Cedro	1,9300	13,97	45,84	5,83	13,73	45,84	24,16	12,97	26,61	3,20	16,61	26,61	9,03	14,73	32,82
16	Erva-mate	0,1705	19,35	71,27	0,52	19,32	71,27	4,69	13,99	39,79	0,62	11,08	39,79	1,14	15,02	44,42
16	Grápia	0,0805	9,04	135,57	0,24	9,71	135,57	0,63	43,18	109,76	0,08	40,72	109,76	0,33	20,30	110,74
16	Maria-preta	0,6120	21,70	32,86	1,85	21,79	32,86	20,94	0,30	25,79	2,78	2,97	25,79	4,63	8,61	24,03
16	Timbó	1,1725	4,54	43,26	3,55	4,44	43,26	16,56	1,30	32,15	2,20	4,72	32,15	5,75	4,54	33,63

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem;

xx = espécie não detectada na simulação.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 400 m<sup>2</sup> (20m X 20m)**

continuação

Intensidade (%)	Espécie	<i>Do abs</i> (m <sup>2</sup> /ha)			<i>Do rel</i> (%)			<i>D abs</i> (N/ha)			<i>D rel</i> (%)			IVC (%)		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,6050	9,24	112,27	1,78	11,76	112,27	3,75	33,04	92,52	0,45	37,25	92,52	2,23	18,46	105,52
4	Araucária	6,3294	119,35	35,90	18,65	113,11	35,90	57,50	114,15	32,98	6,93	100,80	32,98	25,57	109,63	34,31
4	Cabreúva	0,5439	17,44	71,23	1,60	14,45	71,23	17,50	26,35	65,93	2,11	18,45	65,93	3,71	16,69	65,19
4	Cedro	2,0929	23,81	63,10	6,17	20,19	63,10	32,50	52,58	34,22	3,92	42,91	34,22	10,08	28,10	48,83
4	Erva-mate	0,6480	206,53	66,14	1,91	198,29	66,14	15,00	175,23	47,60	1,81	158,18	47,60	3,72	177,34	52,09
4	Grápia	0,2649	199,29	117,23	0,78	189,02	117,23	2,50	127,27	116,59	0,30	115,15	116,59	1,08	163,79	116,93
4	Maria-preta	0,8248	5,52	80,11	2,43	2,52	80,11	20,00	4,76	50,02	2,41	10,75	50,02	4,84	4,55	57,43
4	Timbó	1,1749	4,76	75,81	3,46	1,80	75,81	15,00	8,26	62,80	1,81	13,94	62,80	5,27	4,21	69,83
10	Angico-vermelho	0,5885	11,72	62,13	1,74	14,12	62,13	7,00	25,00	51,22	0,92	28,01	51,22	2,66	3,05	55,05
10	Araucária	4,2569	47,53	30,58	12,55	43,41	30,58	35,50	32,22	31,73	4,67	35,48	31,73	17,22	41,17	30,12
10	Cabreúva	0,4635	8,08	50,49	1,37	2,42	50,49	13,00	6,14	38,18	1,71	3,84	38,18	3,08	3,21	38,31
10	Cedro	1,9966	18,11	35,69	5,89	14,73	35,69	24,00	12,68	24,48	3,16	15,33	24,48	9,05	14,94	30,15
10	Erva-mate	0,2917	37,96	58,56	0,86	34,33	58,56	8,50	55,96	45,36	1,12	59,88	45,36	1,98	47,68	47,35
10	Grápia	0,2850	222,03	80,36	0,84	211,16	80,36	2,00	81,82	76,75	0,26	88,09	76,75	1,10	169,13	78,86
10	Maria-preta	0,6303	19,36	42,50	1,86	21,60	42,50	16,00	23,81	28,08	2,11	21,98	28,08	3,96	21,80	31,09
10	Timbó	1,2334	9,97	42,66	3,64	6,93	42,66	20,00	22,32	44,91	2,63	25,40	44,91	6,27	13,98	43,06
16	Angico-vermelho	1,2819	92,31	57,02	3,84	90,28	57,02	7,81	39,51	34,80	1,00	39,06	34,80	4,84	98,56	49,34
16	Araucária	3,5861	24,28	24,18	10,75	22,89	24,18	27,81	3,58	24,25	3,56	3,31	24,25	14,32	17,95	23,66
16	Cabreúva	0,6333	36,75	60,02	1,90	35,63	60,02	17,50	26,35	30,06	2,24	25,99	30,06	4,14	30,24	40,00
16	Cedro	1,4325	15,26	25,59	4,30	14,27	25,59	20,31	4,64	18,59	2,60	5,00	18,59	6,90	12,35	21,51
16	Erva-mate	0,2562	21,20	49,26	0,77	20,04	49,26	7,50	37,61	46,26	0,96	37,31	46,26	1,73	29,06	45,51
16	Grápia	0,3258	268,08	53,75	0,98	261,75	53,75	2,50	127,27	52,25	0,32	128,85	52,25	1,30	216,37	53,46
16	Maria-preta	0,8599	10,02	25,78	2,58	8,79	25,78	19,69	6,25	21,47	2,52	6,55	21,47	5,10	0,62	21,23
16	Timbó	0,8922	20,45	33,14	2,68	21,32	33,14	0,58	96,48	30,95	0,07	96,49	30,95	2,75	50,02	33,33

Ve = valor estimado;  
Er = erro real;  
Ea = erro de amostragem.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 1.000 m<sup>2</sup> (20m X 50m)**

continuação

Intensidade (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			<i>IVC (%)</i>		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,2714	59,29	152,28	0,90	55,28	152,28	3,75	33,04	90,60	0,47	34,07	90,60	1,38	49,71	121,02
4	Araucária	4,2349	46,76	55,63	14,10	61,11	55,63	42,50	58,29	52,05	5,38	55,93	52,05	19,48	59,65	54,08
4	Cabreúva	0,8939	93,02	62,60	2,98	112,54	62,60	12,50	9,75	37,13	1,58	11,11	37,13	4,56	43,33	45,43
4	Cedro	1,2333	27,04	64,86	4,10	19,98	64,86	21,25	0,23	38,50	2,69	1,83	38,50	6,80	13,66	48,92
4	Erva-mate	0,9258	337,91	104,02	3,08	381,50	104,02	17,50	221,10	89,11	2,21	216,46	83,11	5,30	295,28	97,38
4	Grápia	0,2514	184,04	123,57	0,84	209,92	123,57	3,75	240,91	130,24	0,48	239,06	130,24	1,31	219,87	121,58
4	Maria-preta	0,5771	26,16	120,82	1,92	18,94	120,82	12,50	40,48	67,31	1,58	41,40	67,31	3,50	30,90	88,77
4	Timbó	0,2478	77,91	90,49	0,82	75,74	90,49	5,00	69,42	70,18	0,63	69,86	70,18	1,46	73,50	77,26
10	Angico-vermelho	0,3483	47,76	83,80	1,00	50,60	83,80	4,00	28,57	54,86	0,52	27,09	54,86	1,52	44,42	66,92
10	Araucária	3,5073	21,55	31,44	10,05	14,86	31,42	32,50	21,04	36,77	4,27	23,63	36,77	14,32	17,34	32,30
10	Cabreúva	0,3857	16,71	54,88	1,10	21,05	54,88	12,00	13,36	40,40	1,57	11,53	40,40	2,68	15,72	39,11
10	Cedro	1,3338	8,48	31,6	5,25	2,44	31,06	24,00	12,68	22,94	3,15	14,95	22,94	8,40	6,79	25,32
10	Erva-mate	0,1951	7,71	80,27	0,56	2,64	80,27	6,50	19,27	58,68	0,85	21,86	58,68	1,41	5,38	64,66
10	Grápia	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
10	Maria-preta	0,7946	1,66	42,96	2,28	3,93	42,96	18,00	14,29	30,73	2,36	12,51	30,73	4,64	8,50	33,72
10	Timbó	0,6152	45,14	51,64	1,76	48,15	51,64	8,50	48,01	42,64	1,11	46,88	42,64	2,88	47,67	47,35
16	Angico-vermelho	0,3566	46,50	57,49	1,08	46,59	57,49	5,00	10,71	34,19	0,65	10,32	34,19	1,72	37,06	45,83
16	Araucária	2,8339	1,79	27,66	8,57	2,02	27,66	30,00	11,73	26,73	3,87	12,29	26,73	12,45	2,03	26,53
16	Cabreúva	0,4393	5,13	44,75	1,33	5,06	44,75	15,31	10,56	38,13	1,98	11,09	38,13	3,31	3,98	38,90
16	Cedro	1,7372	2,83	37,10	5,26	2,51	37,10	22,81	7,10	24,14	2,95	7,52	24,14	8,20	4,25	31,40
16	Erva-mate	0,3154	49,18	53,34	0,95	49,08	53,34	8,75	60,65	49,65	1,13	61,42	49,65	2,08	55,53	50,12
16	Grápia	0,1109	25,32	88,73	0,33	24,27	88,73	0,94	14,77	86,80	0,12	13,52	86,80	0,46	11,37	87,85
16	Maria-preta	0,5668	27,48	39,13	1,72	27,65	391,3	15,00	28,57	27,92	1,94	28,26	27,92	3,65	27,97	29,74
16	Timbó	1,0559	5,85	34,31	3,20	6,04	34,31	15,94	2,52	37,89	2,06	1,99	37,89	5,25	4,50	35,19

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem;

xx = espécie não detectada na simulação.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DO ERRO REAL E DO ERRO  
AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 2.000 m<sup>2</sup> (20m X 100m)**

continuação

Inten sida de (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			IVC (%)		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,7243	8,65	109,15	2,29	13,24	109,15	7,50	33,93	76,85	0,97	34,19	76,85	3,25	18,74	68,91
4	Araucária	5,4379	88,46	96,84	17,17	96,28	96,84	56,25	109,50	81,28	7,25	110,04	81,28	24,42	100,17	91,87
4	Cabreúva	0,7299	57,61	88,24	2,31	64,65	88,24	11,25	18,77	76,85	1,45	18,58	76,85	3,75	18,06	68,66
4	Cedro	1,4698	13,05	135,57	4,64	9,51	135,57	12,50	41,31	26,62	1,61	41,23	26,62	6,25	20,56	103,21
4	Erva-mate	0,3526	66,80	121,70	1,11	74,01	121,70	7,50	37,61	99,21	0,97	38,03	99,21	2,08	55,21	108,77
4	Grápia	0,2649	199,29	230,55	0,84	209,83	230,55	2,50	127,27	230,55	0,32	130,04	230,55	1,16	182,59	230,55
4	Maria-preta	0,9565	22,38	110,60	3,02	27,46	110,60	17,50	16,67	42,52	2,25	16,50	42,52	5,23	4,05	64,88
4	Timbó	0,0573	94,90	141,11	0,18	94,68	141,11	2,50	84,71	133,11	0,32	84,66	133,11	0,50	90,86	134,17
10	Angico-vermelho	0,5913	11,30	78,03	1,80	10,71	78,03	6,00	7,14	52,02	0,80	11,04	52,02	2,60	4,99	69,41
10	Araucária	4,5217	56,70	50,08	13,80	57,64	50,08	40,50	50,84	56,12	5,40	56,42	56,12	19,19	57,30	51,65
10	Cabreúva	0,3170	31,56	77,01	0,97	30,94	77,01	7,50	45,85	60,49	6,00	43,86	60,49	1,97	38,17	61,46
10	Cedro	1,5007	11,22	54,84	4,58	10,76	54,84	19,00	10,80	48,14	2,53	7,60	8,14	7,11	9,66	51,27
10	Erva-mate	0,0953	54,92	120,96	0,29	54,57	120,96	3,00	44,95	98,52	0,40	42,90	98,52	0,69	48,47	105,72
10	Grápia	0,0583	33,18	173,89	0,18	34,19	173,89	0,50	54,55	173,89	0,07	52,41	173,89	0,24	40,41	173,89
10	Maria-preta	0,7430	4,94	43,48	2,27	4,36	43,48	21,00	0,00	25,30	2,80	3,63	25,30	5,06	0,10	29,68
10	Timbó	0,6460	42,40	69,74	0,92	42,04	69,74	8,50	48,01	69,96	1,13	46,07	69,96	3,10	43,58	69,29
16	Angico-vermelho	1,1057	65,87	49,10	3,54	75,38	49,10	7,19	28,35	32,21	0,97	34,90	32,91	4,51	85,00	41,75
16	Araucária	3,4342	19,01	30,82	11,00	25,74	30,82	31,25	16,39	32,39	4,22	22,41	32,39	15,23	24,80	30,86
16	Cabreúva	0,5463	17,98	46,57	1,75	25,03	46,57	18,44	33,12	47,01	2,49	39,97	47,01	4,24	33,40	44,81
16	Cedro	1,3664	19,11	37,50	4,38	14,80	37,50	20,31	4,64	29,21	2,75	0,18	29,21	7,13	9,45	31,58
16	Erva-mate	0,1521	28,04	68,94	0,49	26,84	68,94	3,13	42,66	61,53	0,42	39,67	61,53	0,91	32,11	63,53
16	Grápia	0,1000	12,96	86,67	0,32	18,63	86,67	0,94	14,77	86,35	0,13	9,51	86,35	0,45	9,02	86,52
16	Maria-preta	0,6353	18,72	40,64	2,04	14,12	40,64	19,69	6,25	30,60	2,66	1,46	30,66	4,70	7,38	31,29
16	Timbó	0,7101	36,69	57,78	2,28	33,09	57,78	12,81	21,64	63,98	1,73	17,55	63,98	4,01	27,16	59,52

Ve = valor estimado;  
Er = erro real;  
Ea = erro de amostragem.

**VALORES ESTIMADOS DOS ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS, DOS ERRO REAL E DO ERRO AMOSTRAGEM UTILIZANDO-SE UNIDADES AMOSTRAIS DE 4.000 m<sup>2</sup> (20m X 200m)**

**conclusão**

Intensidade (%)	Espécie	<i>Do abs (m<sup>2</sup>/ha)</i>			<i>Do rel (%)</i>			<i>D abs (N/ha)</i>			<i>D rel (%)</i>			IVC (%)		
		Ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %	ve	Er %	Ea %
4	Angico-vermelho	0,4361	34,37	362,96	1,34	33,50	362,96	6,25	11,61	371,19	0,77	6,84	371,19	2,11	22,90	95,64
4	Araucária	5,9579	106,48	70,49	18,35	109,73	70,49	57,50	114,15	26,90	7,08	105,13	26,90	25,43	108,43	58,36
4	Cabreúva	0,6430	38,85	295,61	1,98	41,47	295,61	12,50	9,75	494,91	1,54	13,57	494,91	3,52	10,66	382,74
4	Cedro	0,6878	59,31	266,93	2,12	58,71	266,93	21,25	0,23	36,39	2,62	4,55	36,39	4,73	39,85	99,35
4	Erva-mate	0,5995	183,59	249,99	1,85	188,53	249,99	11,25	106,42	481,17	1,38	97,80	481,17	3,23	141,14	349,05
4	Grápia	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
4	Maria-preta	0,3524	54,92	80,98	1,09	54,20	80,98	17,50	16,67	0,00	2,15	20,23	0,00	3,24	36,11	27,13
4	Timbó	0,4918	56,15	366,41	1,52	55,45	366,41	7,50	5,13	206,21	0,92	56,04	206,21	2,44	55,68	305,75
10	Angico-vermelho	0,4349	34,76	79,01	1,30	35,42	79,01	4,50	19,64	82,57	0,60	16,22	82,57	1,91	30,37	66,82
10	Araucária	4,7883	65,94	50,72	14,36	64,15	50,72	36,00	34,08	47,96	4,83	39,88	47,96	19,19	57,28	47,31
10	Cabreúva	0,3309	28,55	88,39	0,99	29,10	88,39	5,50	60,29	106,42	0,74	58,58	106,42	1,73	45,60	91,67
10	Cedro	1,5187	10,16	71,47	4,56	11,20	71,47	24,00	12,68	59,81	3,22	17,41	59,81	7,77	1,24	64,54
10	Erva-mate	0,1924	9,01	171,34	0,58	9,85	171,34	5,50	0,92	137,60	0,74	5,32	137,60	1,31	1,92	151,89
10	Grápia	0,0753	14,97	202,26	0,23	16,40	202,26	0,50	54,55	202,26	0,07	52,13	202,26	0,29	28,60	202,26
10	Maria-preta	0,4881	38,83	37,72	1,43	39,49	37,72	17,00	19,05	19,73	2,28	15,60	19,13	3,71	26,77	22,82
10	Timbó	1,0803	3,68	58,76	3,24	4,70	58,76	14,50	11,31	48,57	1,94	7,44	48,57	5,18	5,74	54,82
16	Angico-vermelho	0,4700	29,49	66,80	1,40	30,51	66,80	5,00	10,71	40,20	0,66	8,17	40,20	2,06	24,64	52,45
16	Araucária	4,1560	44,03	31,31	12,41	41,85	31,31	40,63	51,30	34,85	5,37	55,71	34,85	17,78	45,77	32,05
16	Cabreúva	0,3902	15,74	89,57	1,17	16,76	89,57	10,00	27,80	82,06	1,32	25,71	82,06	2,45	21,77	85,38
16	Cedro	1,5850	6,24	47,22	4,73	7,73	47,22	24,69	15,90	32,64	3,26	19,14	32,64	8,00	1,63	39,15
16	Erva-mate	0,2427	14,80	69,89	0,73	3,25	69,89	6,56	20,41	55,83	0,87	23,97	55,83	1,59	18,85	61,40
16	Grápia	0,1255	41,84	87,39	0,38	38,85	87,39	1,25	13,64	92,84	0,17	18,06	92,84	0,54	31,75	97,90
16	Maria-preta	0,5061	35,25	26,56	1,51	36,23	26,56	19,06	9,23	33,88	2,52	6,64	33,38	4,03	20,47	28,57
16	Timbó	1,6876	50,47	46,99	5,04	48,23	46,99	20,31	24,24	45,24	3,69	27,90	45,24	7,73	40,47	46,08

Ve = valor estimado;

Er = erro real;

Ea = erro de amostragem;

xx = espécie não detectada na simulação.

**ANEXO 6 - MODELO DE FICHA DE CAMPO**

