



Documentos

Número, 54

ISSN 0104-9046

Julho, 2000

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O
ZONEAMENTO FLORESTAL PÓS-
ESTRATIFICADO**



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Marcus Vinicius Pratini de Moraes

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores-Executivos

Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha

Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

EMBRAPA ACRE

Chefe Geral

Ivandir Soares Campos

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

João Batista Martiniano Pereira

Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio

Evandro Orfanó Figueiredo

Chefe Adjunto de Administração

Milcíades Heitor de Abreu Pardo

Documentos Nº 54

ISSN 0104-9046

Julho, 2000

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O
ZONEAMENTO FLORESTAL PÓS-
ESTRATIFICADO**

**Evandro Orfanó Figueiredo
Leônidas Dantas de Assis
Jarbas Anute Costa
Roger Daniel Recco**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Acre**
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Embrapa Acre. Documentos, 54.

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:
Embrapa Acre
Rodovia BR-364, km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho
Caixa Postal, 392
CEP 69908-970, Rio Branco-AC
Telefones: (068) 224-3931, 224-3932, 224-3933, 224-4035
Fax: (068) 224-4035
sac@cpafac.embrapa.br

Tiragem: 300 exemplares

Comitê de Publicações

Edson Patto Pacheco
Elias Melo de Miranda
Francisco José da Silva Lédo
Geraldo de Melo Moura
Ivandar Soares Campos
Jailton da Costa Carneiro
Marcílio José Thomazini
Murilo Fazolin – Presidente
Rita de Cássia Alves Pereira
Suely Moreira de Melo – Secretária
Tarcísio Marcos de Souza Gondim

Expediente

Coordenação Editorial: Murilo Fazolin
Normalização: Orlane da Silva Maia
Copydesk: Claudia Carvalho Sena / Suely Moreira de Melo
Diagramação e Arte Final: Fernando Farias Sevá / Jefferson Marcks Ribeiro de Lima

FIGUEIREDO, E.O.; ASSIS, L.D. de; COSTA, J.A.; RECCO, R.D. **Proposta metodológica para o zoneamento florestal pós-estratificado**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 17p. (Embrapa Acre. Documentos, 54).

1. Floresta - Zoneamento. 2. Floresta - Planejamento. I. Assis, L.D. de, colab. II. Costa, J.A., colab. III. Recco, R.D., colab. IV. Embrapa Acre (Rio Branco, AC). V. Título. VI. Série.

CDD 634.928

© Embrapa – 2000

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
DEFINIÇÕES BÁSICAS	6
ADAPTAÇÃO DO MODELO	6
SIMULAÇÃO DO PROCESSO PARA ZONEAMENTO DE PEQUENAS E MÉDIAS ÁREAS FLORESTAIS	7
Caracterização da área	7
Alocação das unidades amostrais (UA)	7
Processamento primário e análise pré-estratificação	8
Pós-estratificação ou zoneamento	9
Determinação da área de cada zona florestal	12
Análise da variabilidade das zonas florestais	12
CONFEÇÃO DO CROQUI DAS ZONAS FLORESTAIS	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ZONEAMENTO FLORESTAL PÓS-ESTRATIFICADO

Evandro Orfanó Figueiredo¹
Leônidas Dantas de Assis²
Jarbas Anute Costa³
Roger Daniel Recco³

INTRODUÇÃO

Na última década, ocorreram significativos avanços nas ciências florestais no Brasil, acelerando a revisão de muitos conceitos e princípios sobre as potencialidades dos recursos florestais, principalmente no que se refere aos recursos florestais da Amazônia, considerando sua complexa e ainda pouco conhecida biodiversidade.

Somente no Estado do Acre, alguns milhares de quilômetros quadrados de florestas passaram pela planificação de suas atividades de exploração, seja esta com fins de conversão florestal, ou visando à utilização em planos de manejo florestal. Neste contexto, é fundamental para economia da Amazônia, a realização de diagnósticos florestais que considerem não somente o potencial madeireiro, mas ainda a biodiversidade, os produtos não-madeireiros, a fauna silvestre, a economia local, as políticas públicas para o setor em nível nacional, regional e local, e principalmente os interesses das comunidades inseridas na floresta.

Os diagnósticos florestais, também conhecidos como inventários, requerem precisão em todas as fases do processo de execução, como nos levantamentos de campo, na escolha do método mais adequado a cada situação, no sistema de amostragem selecionado, no processo de alocação das unidades amostrais, no processamento, interpretação e análise dos dados biométricos. No entanto, a não-adoção da estratificação florestal no diagnóstico, para áreas com significativas variações de tipologia, tem acarretado serias distorções na fase de planejamento da atividade florestal, seja esta com fins madeireiros, não-madeireiros, ou para tomada de decisão sobre a escolha da área florestal mais adequada à conservação. Estas distorções, decorrentes da fase de planejamento da atividade, geram falhas no procedimento de compartimentalização da área florestal, da estimativa do potencial madeireiro e não-madeireiro.

Este documento detalha todo o planejamento e processamento do diagnóstico florestal sistematizado pós-estratificado, com múltiplos inícios aleatórios, demonstrando a adaptação e consolidação de três métodos numa única análise, o que permite extrair vantagens técnicas e operacionais que garantam uma excelente precisão na definição de zonas florestais, muitas vezes não percebidas pelo manejador florestal. Esta publicação destina-se aos profissionais das áreas de ciências agrárias, florestais e biológicas.

Esta forma de diagnóstico permite aos responsáveis e interessados pelo trabalho

¹Eng.-Agr., B.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 392, 69908-970, Rio Branco-AC.

²Eng.-Ftal., Universidade Federal do Acre, BR-364, km 4, Distrito Industrial, Caixa Postal 500, 69915-900, Rio Branco-AC.

³Eng.-Agr., B.Sc., Estagiário Ufac/Pesacre/Embrapa Acre.

(comunidades extrativistas, empresários...) priorizar, de maneira fácil e precisa, o planejamento operacional das potencialidades florestais locais, possibilitando a definição de zonas de manejo madeireiro, zonas de alta biodiversidade, zonas de manejo não-madeireiro, zonas de alta densidade natural de espécies de interesse, ou seja, variadas possibilidades. Esta modalidade de diagnóstico é facilmente utilizada para macroescala de paisagens, quando for associado o conceito de estações amostrais georreferenciadas, e ainda dispensa o emprego de imagens de satélite para pequenos e médios zoneamentos florestais, visto que a combinação dos três modelos (sistematização, zonas e inícios aleatórios) reproduz resultados satisfatórios, decorrentes da vasta cobertura amostral na área escolhida.

DEFINIÇÕES BÁSICAS

Segundo Scolforo (1993), diagnóstico florestal consiste na determinação ou estimativa das características florestais, sejam elas quantitativas e/ou qualitativas. Dentre as características quantitativas podem-se citar: volume, área basal, altura média das árvores dominantes, biomassa, densidade, diâmetro médio quadrático etc.; e dentre as qualitativas: vitalidade das árvores, qualidade do fuste, estado produtivo (frutos) etc.

O diagnóstico florestal pode ter seu planejamento destinado ao cumprimento de uma única finalidade, ou ainda, ter múltiplas funções. Os usos mais freqüentes têm sido para o conhecimento do estoque madeireiro e não-madeireiro, visando conhecer e identificar o potencial da floresta manejada ou explorada; como base para estudos de crescimento e produção; e para o desenvolvimento de sistemas silviculturais, mediante a análise da estrutura horizontal e vertical.

Atualmente, outros aspectos que não sejam exclusivamente quantitativos devem ser avaliados no diagnóstico florestal. Os anseios das comunidades inseridas na floresta; a biodiversidade; os produtos potenciais; a interação fauna-floresta; a economia regional e local; bem como as políticas públicas para o setor em nível nacional, regional e local, são aspectos fundamentais para o sucesso do ordenamento econômico-florestal de determinada localidade. Estes aspectos, devem ser norteadores para seleção da variável de interesse ou para combinação de um conjunto de variáveis, que serão responsáveis pela definição das zonas florestais.

ADAPTAÇÃO DO MODELO

Normalmente, os inventários florestais estabelecem uma teia de parcelas ou unidades amostrais sobre a população florestal. Mediante esta amostragem, fazem-se inferências para o restante da população. Inventários que procedem identificação de todos os indivíduos da população são denominados de enumeração completa e são bastante raros, além do alto custo de sua execução (Scolforo, 1995).

O diagnóstico florestal sistematizado pós-estratificado, com múltiplos inícios aleatórios, permite a unificação das vantagens técnicas de três métodos com resultados satisfatórios, principalmente quando o técnico responsável pelo planejamento de pequenas e médias áreas

florestais não dispõe de imagens de satélite e instrumentos de geoprocessamento.

A adequação do método foi testada pela Embrapa Acre em parceria com o Grupo de Pesquisa Agroflorestal do Acre (Pesacre) e Universidade Federal do Acre (Ufac), na área indígena do Apurinã, no município de Boca do Acre, Estado do Amazonas. Sua reaplicação é perfeitamente possível nos mais variados tipos florestais encontrados na região, no entanto, como os trabalhos de diagnose demandam tempo e recursos, áreas extensas poderão combinar a concepção das técnicas de estações amostrais georreferenciadas, o que torna possível sua execução em qualquer dimensão de escala, compatibilizando os custos e benefícios gerados pelos trabalhos.

Com a finalidade de repassar os procedimentos da adequação do método, serão detalhadas passo a passo todas as equações utilizadas, até a obtenção do resultado final (o croqui com zonas florestais). Para isto, utilizar-se-á a simulação dos dados biométricos pré-processados gerados numa área florestal hipotética, bem como os cuidados necessários relativos ao tamanho da amostra, significância amostral (S_a) e outras.

SIMULAÇÃO DO PROCESSO PARA O ZONEAMENTO DE PEQUENAS E MÉDIAS ÁREAS FLORESTAIS

Caracterização da área

Considerar-se-á uma área florestal hipotética de 1.682 ha (um mil, seiscentos e oitenta e dois hectares), a qual será explorada por meio de manejo florestal, por uma comunidade de pequenos agricultores. Para esta área utilizou-se uma intensidade amostral de 0,5% da população finita (previamente calculada para um erro máximo de 20%), indicando a instalação de 34 unidades amostrais. As unidades amostrais apresentam tamanho de 2500 m², na forma de retângulo de 10 m x 250 m. Para este método é recomendável o emprego de parcelas de no máximo 50 ares ou 5000 m², pois o objetivo de unidades menores é receber o mínimo possível de interferências das variações florestais, visto que o ambiente será zoneado com base na unidade amostral. Todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP_{1,3}) igual ou maior que 10 centímetros foram mensurados.

Alocação das unidades amostrais (UA)

Para o estabelecimento do intervalo adequado entre as unidades amostrais deve ser empregado o modelo do intervalo K, baseado na significância amostral, sendo:

Significância amostral

$$S_a = \frac{A_m}{NUA_i} \quad S_a = \frac{1682}{34} = 49,4706ha / UA$$

onde:

S_a : Significância amostral;

A_m : Área a ser manejada;

NUA_i : Número de unidades amostrais da área manejada.

Intervalo amostral K

$$K = \sqrt{S_a \times 10^4} \cong 703m$$

onde:

K = 703 metros entre unidades amostrais.

As unidades amostrais devem ser distribuídas com distância de 703 metros dentro do transecto (picada do inventário), criando um processo de sistematização na alocação de unidades amostrais. Com a finalidade de minimizar o efeito da periodicidade do processo de sistematização, deverá ser repetida, no início de cada transecto, a distribuição aleatória da primeira unidade amostral e posteriormente distribuídas as demais, respeitando o intervalo K. Este procedimento permite a combinação do processo de sistematização e o efeito aleatório na alocação da primeira unidade amostral de cada transecto, proporcionando múltiplos inícios aleatórios.

Processamento primário e análise pré-estratificação

Após os levantamentos de campo e processamento primário das 34 unidades (volume, área basal, número de indivíduos, espécies e outras), foram obtidos os valores apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Valores de área basal, volume com casca, número de indivíduos e de espécies das unidades amostrais (UA) alocadas nos 1.682,000 hectares da área florestal inventariada.

Número da UA	Área basal (m ²)	Volume (m ³)	N.º de indivíduos	N.º de espécies	Número da UA	Área basal (m ²)	Volume (m ³)	N.º de indivíduos	N.º de espécies
01	6,2019	48,9940	85	31	18	6,8081	69,0403	109	38
02	6,6381	52,1092	97	33	19	6,0023	60,0213	135	42
03	7,7702	66,0478	95	42	20	7,1453	72,8435	136	44
04	5,4714	49,8253	81	35	21	7,0455	73,2532	109	35
05	5,5251	50,6246	89	31	22	8,3015	75,2093	119	39
06	3,4583	39,1306	92	45	23	3,5032	38,9351	80	30
07	3,7538	39,6858	99	46	24	3,9113	38,9121	89	38
08	3,9049	38,8675	92	30	25	3,9235	44,1502	87	30
09	4,2564	37,7417	92	35	26	7,0224	68,8895	90	34
10	3,9496	39,7802	99	33	27	6,9882	69,9335	92	33
11	3,9123	38,1912	92	37	28	4,0220	35,2492	88	30
12	2,8644	35,4517	71	36	29	3,8808	46,1605	89	39
13	2,8645	32,1554	70	38	30	6,9011	72,7990	91	35
14	2,9070	33,1304	76	39	31	3,8056	39,8754	80	31
15	6,4509	59,0994	105	40	32	3,8824	37,8470	81	30
16	5,8750	64,3088	123	31	33	5,0524	48,0960	93	43
17	7,0240	70,3022	131	36	34	5,2529	47,6780	91	43

O próximo passo, após o processamento obter a área basal, volume, número de indivíduos e outras variáveis de interesse do manejador, é construir a amplitude das zonas florestais. Para isto, deve-se obter o desvio padrão da variável de interesse, para o caso volume (Tabela 2).

Este procedimento, denominado de análise pré-estratificação, será a base matemática

para criação das zonas florestais, cujo princípio parte do interesse da comunidade (áreas de alta densidade natural de espécies de interesse, biodiversidade, biomassa etc.). As variáveis estatísticas para definição de zonas florestais serão expressas pelos cálculos constantes na Tabela 3.

TABELA 2. Resultados estatísticos da variável de interesse (volume).

Variáveis	Volume com casca (m ³)
Média (\bar{X})	51,0099676
Variância (S^2)	202,7828489
Desvio Padrão (S)	14,2401843

TABELA 3. Equações das variáveis de interesse para a definição das zonas florestais.

Média estimada	Variância	Desvio padrão
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$	$s^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}}{n-1} \right)$	$S = \sqrt{s^2}$

onde:

\bar{X}	Média estimada da população florestal;	n .	Número de variáveis;
S^2	Variância;	S	Desvio padrão;
Y_i	Variável de interesse (podendo ser: área basal, volume, n.º de indivíduos, espécies ou outra variável de interesse);	$\sum_{i=1}^n y_i$	Somatório da variável.
$\sum_{i=1}^n y_i^2$	Somatório das variáveis ao quadrado;		

Pós-estratificação ou zoneamento

Segundo Scolforo (1995), para agrupar dados florestais (amplitudes de estratos florestais ou zonas), pode-se trabalhar de duas maneiras: empírica ou estatisticamente. A primeira alternativa conta com a experiência profissional do técnico, que muitas vezes acaba incorrendo em erros, devido à grande variação das tipologias florestais. Desta forma, preconiza como parâmetro de delimitação da amplitude das zonas florestais o desvio padrão da variável de interesse, visto que o procedimento estatístico apresenta os melhores resultados para o estabelecimento da amplitude florestal. Neste caso, será zoneada a área com base no desvio padrão (S) da análise volumétrica, corresponde, com satisfatória significância, às variações da tipologia florestal.

O procedimento de criação de zonas inicia-se pelo estabelecimento do valor central da zona mediana o qual corresponde à média estimada (\bar{X}), que para o caso estudado é de $\bar{X} = 51,0099676$, a partir da qual será utilizada a seguinte fórmula:

Valor central da zona mediana

$$V_c = \bar{X}$$

$$V_c = 51,0099676 m^3 / UA$$

Limite inferior da zona mediana Limite superior da zona mediana

$$L_i = V_c - \left(\frac{S}{2}\right)$$

$$L_s = V_c + \left(\frac{S}{2}\right)$$

$$L_i = 51,0099676 - \left(\frac{14,2401843}{2}\right)$$

$$L_s = 51,0099676 + \left(\frac{14,2401843}{2}\right)$$

$$L_i = 43,8899 m^3 / UA$$

$$L_s = 58,1301 m^3 / UA$$

onde:

L_i : Limite inferior;
 L_s : Limite superior;

V_c : Valor central;
 S : Desvio padrão.

Valor central da zona inferior

$$V_{c(zona\ i-1)} = L_{I(zona\ i-1)} - \left(\frac{S}{2}\right)$$

$$V_{c(zona\ i-1)} = 43,8899 - \left(\frac{14,24018403}{2}\right)$$

$$V_{c(zona\ i-1)} = 36,7698 m^3 / UA$$

Limite inferior da zona inferior Limite superior da zona inferior

$$L_{I(zona\ i-1)} = V_{c(zona\ i-1)} - \left(\frac{S}{2}\right)$$

$$L_{S(zona\ i-1)} = L_{i.posterior}$$

$$L_{I(zona\ i-1)} = 36,7698 - \left(\frac{14,24018403}{2}\right)$$

$$L_{S(zona\ i-1)} = 43,8899 m^3 / UA$$

$$L_{I(zona\ i-1)} = 29,6497 m^3 / UA$$

onde:

$L_{i.posterior}$: Limite inferior da zona posterior (e/ou mediana);
 $L_{I(zona\ i-1)}$: Limite inferior da zona inferior;

$L_{S(zona\ i-1)}$: Limite superior da zona inferior;
 $V_{c(zona\ i-1)}$: Valor central da zona inferior;
 S : Desvio padrão.

Valor central da zona superior	
$V_{c(zona.i+1)} = L_{i(zona.i+1)} + \left(\frac{S}{2}\right)$	
$V_{c(zona.i+1)} = 58,1301 + \left(\frac{14,24018403}{2}\right)$	
$V_{c(zona.i+1)} = 65,2502 m^3 / UA$	
Limite inferior da zona superior	Limite superior da zona superior
$L_{i(zona.i+1)} = L_{s.anterior}$	$L_{s(zona.i+1)} = V_{c(zona.i+1)} + \left(\frac{S}{2}\right)$
$L_{i(zona.i+1)} = 58,1301 m^3 / UA$	$L_{s(zona.i+1)} = 65,2502 + \left(\frac{14,24018403}{2}\right)$
	$L_{s(zona.i+1)} = 72,3703 m^3 / UA$

onde:

$L_{s.anterior}$: Limite superior da zona anterior (e/ou mediana);
 $L_{i(zona.i+1)}$: Limite inferior da zona superior;

$L_{s(zona.i+1)}$: Limite superior da zona superior;
 $V_{c(zona.i+1)}$: Valor central da zona superior;
 S: Desvio padrão.

As amplitudes das zonas inferiores e superiores devem ser calculadas até que todos os valores de volumes (ou outro parâmetro selecionado) obtidos em cada unidade amostral (Tabela 1, coluna 3) possam ser perfeitamente classificados em cada zona florestal específica. Após a obtenção de todas as zonas, deve-se avaliar e classificar cada unidade amostral em uma determinada zona, de acordo com a amplitude calculada. Por meio deste procedimento estatístico é possível estabelecer zonas, onde a amplitude é ditada pelo desvio padrão da variável de interesse da população florestal. O parâmetro básico para criação das zonas dependerá do objetivo do diagnóstico, podendo ser empregadas inúmeras hipóteses mensuráveis dentro da UA, tais como: número de indivíduos, ocorrência de clareiras naturais, diversidade florística, potencial madeireiro, famílias, gêneros e espécies de interesse, e outras (Tabela 4).

TABELA 4. Estabelecimento das zonas florestais, pelo desvio padrão da variável volume.

Zonas florestais	Limite inferior (L _i)	↳	Limite superior (L _s)	Valor central (V _c)	NUA _i	NUA _a **
Zona I (inferior)	29,6497	↳	43,8899	36,7698	14	14
Zona II (mediana)	43,8899	↳	58,1301	51,0099676	8	22
Zona III (superior)	58,1301	↳	72,3703	65,2502	8	30
Zona IV (superior)	72,3703	↳	86,6105	79,4904	4	34
Total						34

** NUA_a com índice acumulado.

Determinação da área de cada zona florestal

Após o estabelecimento das quatro zonas florestais, serão estimadas as dimensões de cada área, pelo índice calculado anteriormente para o estabelecimento do intervalo K, denominado de Significância amostral (S_a), correspondente a $S_a=49,4706$ hectares/UA. Desta forma, é possível estimar a área de cada zona, multiplicando NUA_i por S_a , conforme Tabela 5.

TABELA 5. Estabelecimento da área de cada zona florestal, pela significância amostral.

Zonas florestais	Limite inferior (L_i)	↳	Limite superior (L_s)	NUA_i	S_a	Área da zona (A_z)	Área da zona acumulada
Zona I (inferior)	29.6497	↳	43.8899	14	49,4706	692.5883	692.5883
Zona II (mediana)	43.8899	↳	58.1301	8	49,4706	395.7647	1088.3530
Zona III (superior)	58.1301	↳	72,3703	8	49,4706	395,7647	1484,1177
Zona IV (superior)	72.3703	↳	86.6105	4	49,4706	197.8823	1682.0000
Total				34		1682.0000	

Análise da variabilidade das zonas florestais

O passo seguinte é a alocação das unidades amostrais pertencentes a cada zona, cuja finalidade é a sistematização das informações, visando obter as variáveis estatísticas necessárias para consolidação da análise de variabilidade das zonas florestais. Para isto, será classificada cada UA (valores em volume), conforme a amplitude estabelecida entre o limite inferior e superior de cada zona, de acordo com a Tabela 6.

TABELA 6. Demonstrativo das unidades amostrais pertencentes a cada zona florestal.

Seq.	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
01	39,1306	48,9940	66,0478	72,8435
02	39,6858	52,1092	59,0994	73,2532
03	38,8675	49,8253	64,3088	75,2093
04	37,7417	50,6246	70,3022	72,7990
05	39,7802	44,1502	69,0403	-
06	38,1912	46,1605	60,0213	-
07	35,4517	48,0960	68,8895	-
08	32,1554	47,6780	69,9335	-
09	33,1304	-	-	-
10	38,9351	-	-	-
11	38,9121	-	-	-
12	39,2492	-	-	-
13	39,8754	-	-	-
14	37,8470	-	-	-

A variabilidade das zonas florestais será expressa pelos cálculos da Tabela 7.

TABELA 7. Equações que expressam a variabilidade das zonas florestais.

Média da população por zona	Média da população zoneada	Variância da população por zona
$\bar{X}_z = \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_z}{n_z} \right)$	$\bar{X}_{ZD} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{NUA_{cabíveis}}{NUA_{TOT}} \right) \times \bar{X}_Z \right]$	$S_{XZ}^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n X_z^2 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n X_z}{n_z} \right)^2}{n_z \times (n_z - 1)} \right]$
Variância da população zoneada	Erro padrão da média para população zoneada	Erro padrão da média % para população zoneada
$S_{XZD}^2 = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{NUA_{cabíveis}}{NUA_{TOT}} \right)^2 \times S_{XZ}^2 \right]$	$S_{\bar{X}_{ZD}} = \sqrt{S_{XZD}^2}$	$S_{\bar{X}_{ZD}\%} = \left(\frac{S_{\bar{X}_{ZD}}}{\bar{X}_{ZD}} \right) \times 100$
Erro do inventário (Absoluto)		Erro do inventário (Relativo)
$E_{ZD} = S_{\bar{X}_{ZD}} \times t$		$E_{\%ZD} = \left(\frac{E_{ZD}}{\bar{X}_{ZD}} \right) \times 100$
Intervalo de confiança		
$\bar{X}_{ZD} - (tx S_{\bar{X}_{ZD}}) \leq m \leq \bar{X}_{ZD} + (tx S_{\bar{X}_{ZD}})$		
t de Student $t_{gl33}^{5\%} = 2,0420$		

onde:

\bar{X}_{ZD}	Média estimada da população florestal zoneada;	$t_{gl33}^{5\%}$	t de Student para o grau de liberdade 33;
$\sum_{i=1}^n X_z^2$	Somatório da variável ao quadrado;	$\sum_{i=1}^n X_z$	Somatório das variáveis por zona;
$S_{\bar{X}_{ZD}}$	Erro padrão da média em termos absolutos da população zoneada;	\bar{X}_z	Média da população por zona;
$S_{\bar{X}_{ZD}\%}$	Erro padrão da média em termos relativos da população zoneada;	S_{XZ}^2	Variância da população por zona;
n_z	Número de unidades amostrais por zona;	S_{XZD}^2	Variância da população zoneada;
X_z	Variável de cada zona;	E_{ZD}	Erro do inventário em termos absolutos da área zoneada;
$NUA_{cabíveis}$	Número de amostras cabíveis na área total da zona florestal diagnosticada.	$E_{\%ZD}$	Erro do inventário em termos relativos da área zoneada;
		NUA_{TOT}	Somatório de NUA cabíveis de todas as zonas.

Com a finalidade de facilitar a obtenção das variáveis para o atendimento das equações estatísticas, recomendam-se obter as informações contidas na Tabela 8.

TABELA 8. Síntese das variáveis necessárias para análise de variância das zonas.

Variáveis	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Totais
Área da zona (A_z)	692,5883	395,7647	395,7647	197,8823	1682,0000
NUA_i	14	8	8	4	34
$NUA_{cabíveis}$	2770,3532	1583,0588	1583,0588	791,5292	(NUA_{TOT}) 6728,0000
$\left(\frac{NUA_{cabíveis}}{NUA_{TOT}}\right)$	0,411764744	0,235294114	0,235294114	0,117647027	1,000000
\bar{X}_Z	37,4966642	48,454725	65,95535	73,52625	
$\bar{X}_Z \times \left(\frac{NUA_{cabíveis}}{NUA_{TOT}}\right)$	15,43980434	11,40111159	15,51890564	8,650144719	51,00996629
$\left(\frac{NUA_{cabíveis}}{NUA_{TOT}}\right)^2$	0,169550204	0,055363320	0,55363320	0,013840823	
S_{XZ}^2	0,449330913	0,799236203	2,460421578	0,325187811	
$\left(\frac{NUA_{cabíveis}}{NUA_{TOT}}\right)^2 \times S_{XZ}^2$	0,076184148	0,044248370	1,362171071	0,004500867	S_{XZD}^2 1,4871044
$\sum X_z$	524,9533	387,6378	527,6428	294,105	
$\sum X_z^2$	19765,7758	18827,6402	34938,6491	21628,34000	

Por meio das variáveis acima pode-se obter:

Média da população zoneada	Variância da população zoneada
$\bar{X}_{ZD} = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{NUA_{cabiveis}}{NUA_{TOT}} \right) \times \bar{X}_Z \right]$ $\bar{X}_{ZD} = 51,0099662 \text{ 8}$	$S_{XZD}^2 = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{NUA_{cabiveis}}{NUA_{TOT}} \right)^2 \times S_{XZ}^2 \right]$ $S_{XZD}^2 = 1,48710445 \text{ 6}$
Erro padrão da média para população zoneada	Erro padrão da média % para população zoneada
$S_{\bar{X}_{ZD}} = \sqrt{S_{XZD}^2}$ $S_{\bar{X}_{ZD}} = \sqrt{1,487104456} = \pm 1,2195 \text{ m}^3 / \text{UA}$	$S_{\bar{X}_{ZD}\%} = \left(\frac{S_{\bar{X}_{ZD}}}{\bar{X}_{ZD}} \right) \times 100$ $S_{\bar{X}_{ZD}\%} = \left(\frac{1,2195}{51,0100} \right) \times 100 = 2,39\%$
Erro do inventário (Absoluto)	Erro do inventário (Relativo)
$E_{ZD} = S_{\bar{X}_{ZD}} \times t$ $E_{ZD} = 1,2195 \times 2,0420 = 2,4902 \text{ m}^3 / \text{UA}$	$E_{\%ZD} = \left(\frac{E_{ZD}}{\bar{X}_{ZD}} \right) \times 100$ $E_{\%ZD} = \left(\frac{2,4902}{51,0100} \right) \times 100 = 4,88\%$
t de Student	
$t_{g/133}^{5\%} = 2,0420$	
Intervalo de confiança para UA (probabilidade de 95%)	
$\bar{X}_{ZD} - (txS_{\bar{X}_{ZD}}) \leq m \leq \bar{X}_{ZD} + (txS_{\bar{X}_{ZD}})$ $51,0100 - (2,0420 \times 1,2195) \leq m \leq 51,0100 + (2,0420 \times 1,2195)$ $48,5198 \text{ m}^3 / \text{UA} \leq m \leq 53,5002 \text{ m}^3 / \text{UA}$	

O erro padrão da média ($S_{\bar{X}_{ZD}}$), em termo absoluto ou relativo, representa a precisão alcançada no inventário. Segundo o IBGE (1992), consideram-se como aceitáveis erros de até $\pm 10,0000 \text{ m}^3/\text{ha}$, sendo que neste caso obteve-se $\pm 1,2195 \text{ m}^3/\text{UA}$ ou $\pm 4,8780 \text{ m}^3/\text{ha}$.

CONFECÇÃO DO CROQUI DAS ZONAS FLORESTAIS

A etapa final do processo é a elaboração do croqui ou mapa das zonas florestais. A princípio as unidades amostrais devem ser desenhadas em planta georreferenciada, conforme foram alocadas em campo, posteriormente demarcam-se as zonas de acordo com as informações obtidas no Tabela 6. Com a finalidade de ilustrar o procedimento, apresenta-se na Figura 1 a demarcação das zonas num croqui sem escala, porém, podem-se obter várias categorias de cartas temáticas das variáveis florestais diagnosticadas.

Este procedimento metodológico permite aos responsáveis técnicos pelo planejamento florestal, interpretar e construir, conjuntamente com a comunidade interessada (extrativistas ou pequenos produtores), empresários ou o poder público, por meio dos órgãos responsáveis pelo controle ambiental, a melhor forma de utilizarem os recursos disponíveis, começando pelo adequado planejamento da área florestal.

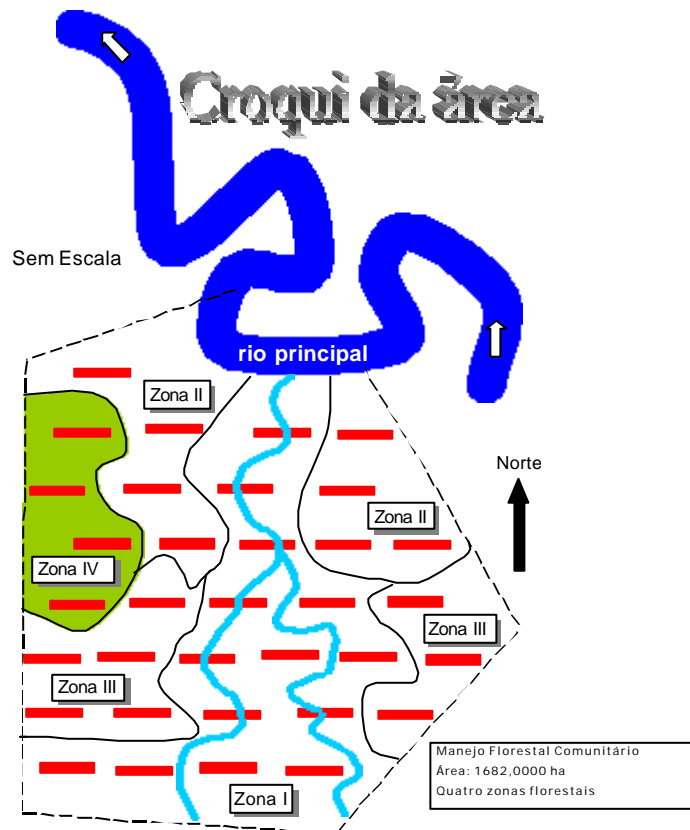


FIG. 1. Croqui das zonas florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. Diretoria de Geociências (Rio de Janeiro, RJ). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

SCOLFORO, J.R.S. **Inventário florestal**. Lavras:ESAL/FAEPE, 1993. 228p.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA FILHO, A.T. **Mensuração florestal 1: medição de árvores e povoamentos florestais**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1995. 146p.