



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro de Ciências Agrárias**  
**Departamento de Ciências Florestais e**  
**da Madeira**



# **CAPÍTULO I**

## **Conceitos e Definições**

**Professor Gilson Fernandes da Silva**

# 1 - Introdução

De acordo com HUSCH *et al.* (2003), “**Inventários florestais** são procedimentos para obter informações sobre quantidades e qualidades dos recursos florestais e de muitas características das áreas sobre as quais as árvores estão crescendo”.

⇒ O inventário pode fornecer dados necessários a (MEUNIER *et al.*, 2001):

- Definição de diretrizes da política florestal nacional, regional, estadual ou local;
- Organização da administração florestal pública e de empresas;
- Preparação de planos de corte e de manejo;
- Dimensionamento de indústrias florestais;
- Avaliação de propriedades;
- Investigações científicas de aspectos silviculturais e ecológicos;
- Fiscalização da aplicação de normas e de recursos financiados;
- Estudos de impactos ambientais;
- Avaliação de recursos para subsidiar projetos de criação e manejo de unidades de conservação.

## 2 - CONCEITOS BÁSICOS EM TEORIA DE AMOSTRAGEM

- a) **VARIÁVEL:** Chama-se de variável ao atributo (característica) estudado, sujeito a variação. Podem ser qualitativas ou quantitativas, discretas ou contínuas, fixas ou aleatórias.
  
- b) **POPULAÇÃO:** É o conjunto de valores da variável, associados a todos os elementos de um conjunto, que têm em comum determinada característica.
  
- c) **AMOSTRAGEM:** É o processo pelo qual se avalia parte da população, possibilitando, a partir dos dados coletados nesta parte, inferir sobre toda a população de interesse, com precisão e custos aceitáveis e nível de confiança previamente especificado.

- d) **AMOSTRA:** É um subconjunto da população, constituído de elementos (e seus valores associados) que apresentam as características comuns que identificam a população a que pertencem. Pode ser entendida como o conjunto de informações colhidas de parte da população, com vistas a se inferir sobre ela (população).
- e) **UNIDADE DE AMOSTRA:** É a unidade mínima da amostra, de onde se obtém um dado referente a variável em estudo. O conjunto de todas as unidades de amostra constitui-se na amostra.
- f) **ELEMENTO:** Indivíduo no qual a medida ou observação é tomada.

- g) **INFERÊNCIA ESTATÍSTICA:** Tem por objetivo fazer generalizações sobre uma população com base em dados de uma amostra. Se fundamenta na teoria da probabilidade, diferentemente dos métodos descritivos.
- h) **PARÂMETRO:** É uma medida usada para descrever uma característica da população.
- i) **ESTATÍSTICA:** É uma característica da amostra, ou seja, uma estatística  $t$ , por exemplo, é uma função de  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ,  $t = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
- j) **ESTIMADOR:** É qualquer estatística usada para estimar uma quantia desconhecida (será sempre uma fórmula).
- k) **ESTIMATIVA:** É o valor numérico assumido pelo estimador, quando os valores obtidos na amostra são considerados.

# PARÂMETRO

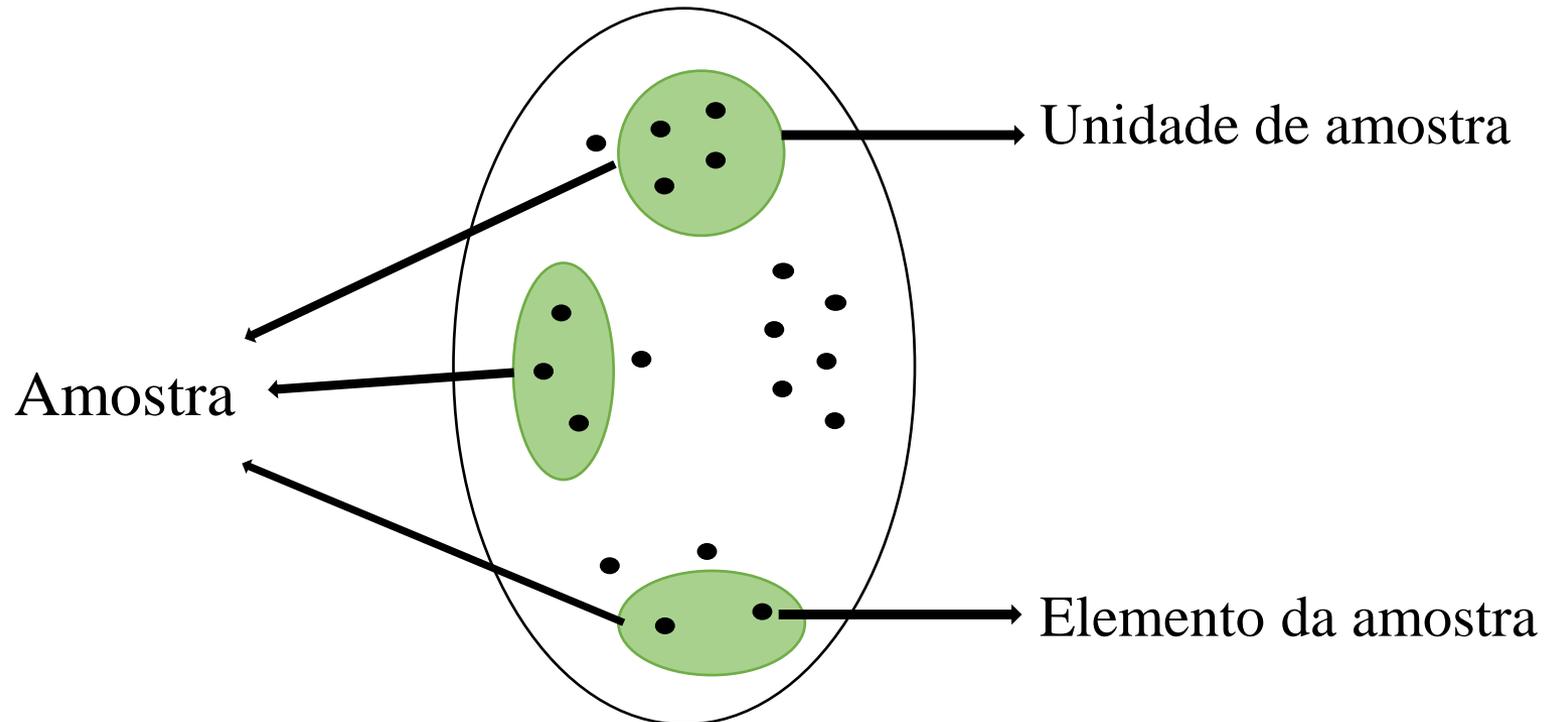


População:  $N$  elementos  
 $\mu$ : Média populacional  
 $\sigma^2$ : Variância populacional

# ESTATÍSTICA



Amostra:  $n$  elementos  
 $\bar{x}$ : Média amostral  
 $s^2$ : Variância amostral



1) **AMOSTRAGEM NÃO ESTATÍSTICA:** Baseia-se no juízo subjetivo do técnico para seleção de amostras. A subjetividade na seleção da amostra resulta em sérias desvantagens, sendo as mais importantes o fato de que dois técnicos com diferentes experiências profissionais e habilidades técnicas, podem produzir resultados bastante discrepantes; em segundo lugar, a precisão e a confiabilidade da informação não pode ser calculada.

## m) AMOSTRAGEM ESTATÍSTICA:

- ✓ Baseia-se em metodologias objetivas de seleção de amostras representativas da população.
- ✓ Representatividade significa que cada unidade da população possui uma probabilidade não nula de ser selecionada.
- ✓ O conceito probabilístico de representatividade permite que a confiabilidade das informações obtidas por amostragem estatística possa ser quantificada.
- ✓ O aspecto custo passa a ser limitante, ou seja, quanto mais confiabilidade se desejar, maiores serão os custos da amostragem.

### 3 - TIPOS DE INVENTÁRIOS FLORESTAIS

- a) **ENUMERAÇÃO TOTAL OU CENSO:** Nesse tipo de inventário, todos os indivíduos da população são medidos, obtendo-se os valores reais ou verdadeiros, isto é, os parâmetros da população.
- b) **AMOSTRAGEM:** Por este método, observa-se apenas uma parte da população e obtém-se uma estimativa dos seus parâmetros, procurando-se quantificar o erro de amostragem. A grande maioria dos inventários florestais em todo o mundo é realizada desta forma, em razão de se obter os resultados em um menor espaço de tempo, com menor custo e com a precisão desejada.

- c) **INVENTÁRIOS TEMPORÁRIOS OU DE UMA OCASIÃO:** Nesse tipo de inventário, a amostragem a ser realizada é idealizada apenas para uma única coleta de dados em um dado momento do tempo. Por essa razão, são também conhecidos como inventários de uma ocasião. Desse modo, as unidades amostrais são temporárias, sendo abandonadas ao final do trabalho de medição.
- d) **INVENTÁRIOS PERMANENTES, CONTÍNUOS OU DE MÚLTIPLAS OCASIÕES:** Neste tipo de inventário, as medições são repetidas periodicamente. Assim, a estrutura de amostragem é concebida de forma tal para que seja duradoura.



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro de Ciências Agrárias**  
**Departamento de Ciências Florestais e**  
**da Madeira**



# **CAPÍTULO II**

## **Terminologias de amostragem em inventário florestal**

**Professor Gilson Fernandes da Silva**

# 1 - Introdução

- ✓ Nos trabalhos de inventário florestal, a amostragem consiste na medição de uma amostra e da obtenção das estimativas em cada unidade de amostra considerada representativa da população (a floresta e suas características).
- ✓ As unidades de amostra podem ser povoamentos, talhões, unidades administrativas, parcelas de área fixa ou faixas, ou pontos de amostragem.

- ✓ Para ser correto nas estimativas em predições sobre uma população, a amostra tem que satisfazer certos requerimentos. O primeiro é que as unidades de amostra têm de ser obtidas sem “*bias*” ou viés, isto é, sem tendência.
- ✓ Para satisfazer a esta condição, o ideal seria que todas as unidades de amostra tivessem a mesma oportunidade de serem selecionadas.
- ✓ Uma das principais fontes de viés na amostragem é causada pela seleção pessoal das unidades de amostra. A interferência humana num sistema de seleção tende a selecionar os maiores e/ou melhores indivíduos à despeito daqueles que são considerados abaixo da média.

- ✓ O segundo requerimento é que a amostra tenha um tamanho suficiente para ser realmente representativa da população. Nenhum requerimento rígido pode ser atribuído ao tamanho da amostra.
- ✓ Uma população com pequena variação pode ser adequadamente amostrada com um pequeno número de unidades de amostra, enquanto que uma população com um alto grau de variação irá requerer uma amostra maior.
- ✓ Resumindo, **as amostras** devem ser realmente **representativas da população**, isto é, **obtidas sem viés e com tamanho suficiente** para assegurar que as variações nas dimensões da população sejam representadas na amostra.

## 2 - Erros no inventário florestal

- ✓ Todos os inventários florestais estão sujeitos a erros que podem ser agrupados em duas categorias: **erros de amostragem** e **erros de não amostragem**. Juntos, eles perfazem o **erro total da estimativa**.
- ✓ O erro total é a diferença entre a estimativa de uma amostra e o valor verdadeiro da população. Se não existirem erros de não amostragem, então, o erro total é equivalente ao erro de amostragem.

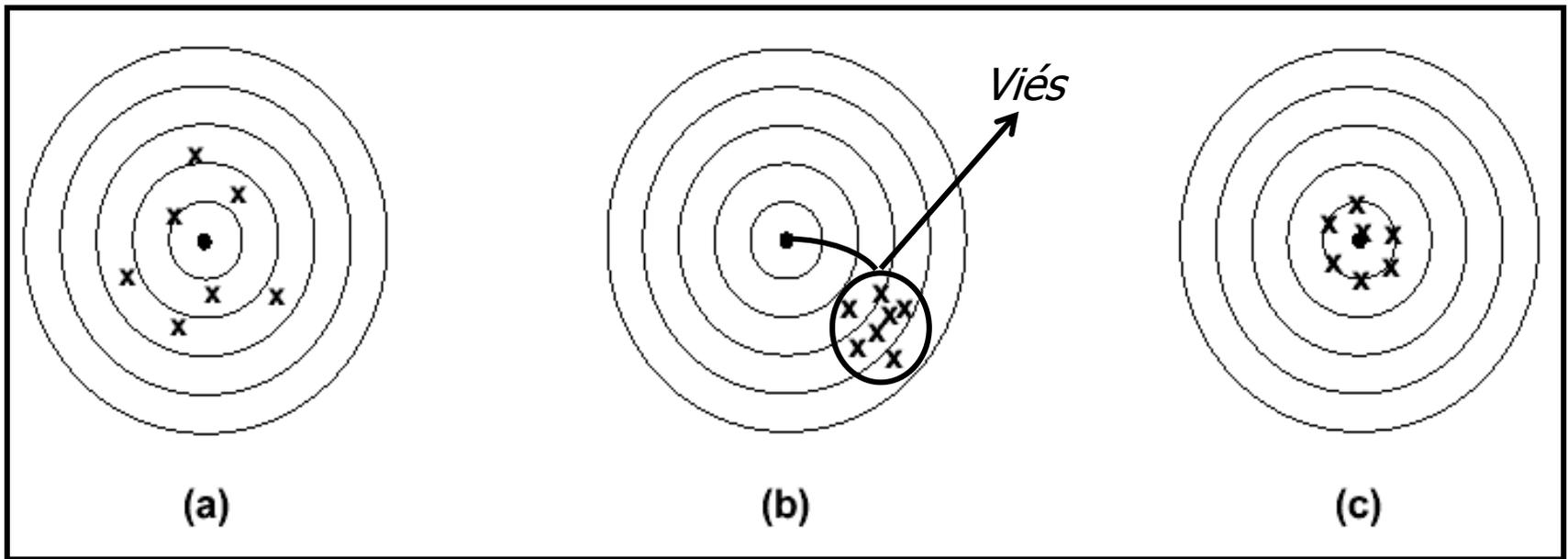
□ **ERROS DE AMOSTRAGEM:** Resultam do fato de que **a amostra é simplesmente uma porção da população** e pode não produzir valores idênticos aos parâmetros da mesma. Assumindo que nenhum erro de não amostragem existe, a diferença entre a estimativa da amostra e o valor do parâmetro **é expressa pelo erro padrão da estimativa.**

❑ **ERROS DE NÃO AMOSTRAGEM:** Podem **ocorrer** de várias maneiras, mas **principalmente devido a equívocos**, tais como:

- Erros na alocação das unidades de amostra;
- Erros nas tomadas de dados (medições de árvores) ou no registro dos dados ou das observações;
- Emprego de métodos falhos na compilação e erros no processamento dos dados (erros de cálculos etc);
- Podem ocorrer tanto em amostragens quanto em censos.

# 3 - Precisão e exatidão em inventário florestal

- ✓ **PRECISÃO**: É baseada na amostragem e indicada pelo tamanho do erro de amostragem, **não incluindo o efeito de viés**.
- ✓ **EXATIDÃO**: Refere-se ao tamanho do erro total e, portanto, **inclui os efeitos de viés**. Assim, as estimativas de um inventário exato teriam de ser precisas e terem pouco ou nenhum viés. Dessa forma, **um inventário preciso pode não ser exato** se os resultados contiverem um grande efeito de viés.



(a) Demonstra ausência de viés, com baixa precisão e exatidão, pois a região de dispersão dos tiros é ampla em relação à mosca.

(b) Apresenta alta precisão e baixa exatidão, pois a região de dispersão dos tiros é pequena, mas apresenta-se enviesada em relação à mosca.

(c) Apresenta alta precisão e exatidão, pois a região de dispersão dos tiros é pequena e concentrada em torno da mosca sem qualquer viés.

## 4 - Medidas de tendência central

São exemplos de medidas de tendência central a **média**, a **moda** e a **mediana**. Estas medidas têm a capacidade de resumir em um único valor um conjunto de dados que pode ser grande. A medida de tendência central é um importante resultado dos inventários florestais.

➤ **Média Aritmética:**

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

## 5 - Medidas de dispersão

São exemplos de medidas de dispersão a **variância**, o **desvio padrão** e o **coeficiente de variação**. Estas medidas permitem inferir sobre a confiança que se pode ter na estimativa da média. Quanto mais variações ocorrem em torno da média, menos confiável será o inventário florestal.

- A variância amostral ( $s^2$ ):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}{n}}{n-1}$$

- O desvio padrão ( $s$ ):

$$s = \pm \sqrt{s^2}$$

- O coeficiente de variação:

$$CV\% = \pm \frac{s}{\bar{Y}} \cdot 100$$

**EXERCÍCIO:** Calcule as medidas de dispersão para os dados da Tabela 1:

Tabela 1 – Dados amostrais para as florestas A, B e C

Número da u. a.	Florestas		
	A	B	C
1	20	25	50
2	20	15	2
3	20	20	10
4	20	28	8
5	20	12	30
Total	100	100	100
Média	20	20	20

# Resultados

---

<b>Floresta</b>	<b>Total</b>	<b>Média</b>	$s^2$	$s$	<i>E.P.</i>	<i>CV(%)</i>
<b>A</b>	100	20	0	0	0,00	0,0
<b>B</b>	100	20	44,5	6,67	2,98	33,4
<b>C</b>	100	20	392,0	19,80	8,86	99,0

---

## 6 - Erro padrão e intervalo de confiança para a média

- ✓ Para entender o erro padrão da média é importante considerar o fato de que na amostragem de uma população, existem várias possibilidades de amostras diferentes.
- ✓ A cada possível amostra, está associado uma média, e as médias de todas as possíveis amostras dificilmente serão iguais.
- ✓ Sendo assim, haverá uma variação entre as médias das amostras e esta variação é estimada pelo erro padrão da média. 

✓ As estimativas médias diferem entre si porque elas são observadas em amostras diferentes, embora de mesmo tamanho. As estimativas médias, portanto, dispersam em torno de uma média geral.

✓ Amostras grandes tendem a ter médias com erro padrão baixo, isto é, pouco variáveis, mais precisas. Tendência contrária é esperada para amostras pequenas.

✓ A variabilidade de uma estimativa depende do método de amostragem, do tamanho da amostra e da variabilidade entre as unidades individuais da população. Essas são as informações necessárias para se computar a variância e o erro padrão da estimativa.

✓ Para cada método de amostragem existe um procedimento para se computar o erro padrão da estimativa. Uma estimativa quase não possui valor se não houver uma indicação de sua confiabilidade. O erro padrão é a estatística que expressa o grau de confiabilidade de uma estimativa.

# Erro padrão x desvio padrão

- O erro padrão equivale ao desvio padrão entre as estimativas, não entre as unidades individuais.

$$S_{\bar{Y}} = \pm \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

## Intervalo de confiança para a média

- Intervalo de confiança pode ser definido como os limites que definem o grau de aproximação esperado para o parâmetro que estiver sendo estimado.

$$IC = \left[ \bar{Y} - ts_{\bar{Y}} \leq \mu \leq \bar{Y} + ts_{\bar{Y}} \right] = P \quad t(\alpha; n - 1 \text{ g.l.})$$

**EXERCÍCIO:** Considere os seguintes dados amostrais: 247, 206, 229, 230 e 235.

Com base nos dados apresentados, calcule o erro padrão e o intervalo de confiança para a média.

**Solução:**  $S_{\bar{Y}} = \pm \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{14,91}{\sqrt{5}} = 6,67$  e  $\bar{Y} = 229,4$

$t(5\%; 4) = 2,78$  então, o Intervalo de Confiança será:

$$IC = [229,4 - 2,78(6,67) \leq \mu \leq 229,4 + 2,78(6,67)] = 95\%$$

$$IC = [210,9 \leq \mu \leq 247,9] = 95\%$$

## 7 - Fator de correção para populações finitas

Imagine uma floresta dividida em  $N$  unidades de amostra, onde tenha sido feito um inventário, para o qual se mediu uma amostra composta de  $n$  unidades de igual forma e tamanho.

A fração de amostragem ou intensidade de amostragem é  $n/N$ . O erro de amostragem se deve à parte não incluída no inventário, ou seja, à fração  $(1-n/N)$ . Quando se mede toda a floresta, esta fração será zero, pois, neste caso,  $n = N$ .

O valor ou fração  $(1-n/N)$  é denominado de “fator de correção para populações finitas”. Este fator, multiplicado pelo erro padrão da média, proporciona uma estimativa apropriada para este estimador.

Na prática, esse valor pode ser omitido quando  $n$  for muito pequeno em relação a  $N$ . Em termos práticos, quando  $n$  for menor que 5% de  $N$ , o fator é comumente ignorado.

O erro padrão da média para uma população finita é, portanto, calculado pela seguinte equação, empregando o fator de correção para populações finitas:

$$S_{\bar{Y}} = \pm \sqrt{\frac{s^2}{n} \left( 1 - \frac{n}{N} \right)}$$

**FIM**

80	92	96	94	90	85	73	63	83	101	115	156
99	69	102	103	91	123	83	128	68	98	86	88
86	69	85	127	98	102	98	179	71	116	98	101
81	89	122	110	80	99	184	81	85	114	191	132
131	115	92	76	136	157	95	80	89	85	126	106
162	100	118	90	116	83	163	95	107	125	145	162
166	164	191	190	165	155	186	188	156	108	116	177
185	227	171	239	185	114	138	186	232	213	147	125
216	101	148	151	149	159	158	184	142	180	159	126
189	197	132	137	160	190	165	240	125	258	205	214
236	269	172	237	243	213	233	205	244	230	229	238
273	176	217	194	314	221	201	193	239	184	162	173
197	279	225	184	237	169	228	204	253	271	210	232
246	256	249	180	231	229	188	199	200	242	221	274
306	281	248	294	187	196	278	241	272	287	263	229



# Referências

HUSCH, B.; BEERS, T.W.; KERSHAW JR., J.A.; **Forest Mensuration**. 4 th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, INC. 2003. 443p.

MEUNIER, I.M.J.; SILVA, J.A.A.; FERREIRA, R.L.C. **Inventário Florestal: Programas de Estudo**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2001. 189p.