

LCF0510 - Inventário Florestal

Exame 1 — 08/11/2021

Estudante: Stephany Gisele de Oliveira Rodrigues (10319028)

Assinatura:

A tabela abaixo apresenta os dados referentes a parcelas de 540 m^2 de um inventário florestal em floresta de eucalipto com 510 ha . Os dados de volume (em m^3) se referem ao volume comercial de madeira *encontrado na parcela*.

| Estrato | Vol. Comercial (m^3) | Estrato | Vol. Comercial (m^3) |
|---------|---------------------------------|---------|---------------------------------|
| A | 7,5273 | B | 17,2635 |
| A | 8,5958 | B | 17,5343 |
| A | 10,0856 | B | 18,8702 |
| A | 8,8854 | B | 17,1316 |
| A | 9,7246 | B | 19,9493 |
| A | 6,8705 | | |
| A | 7,2537 | | |
| A | 7,4154 | | |

QUESTÃO 1

Analise os dados ignorando a informação de extrato e tomando o método de amostragem aleatória simples em toda a floresta. Considere que a floresta é grande o suficiente para se ignorar a correção para populações finitas. Encontre

A) O volume comercial médio da floresta em m^3/ha , com seu respectivo intervalo de confiança de 95%.

1. Volume comercial médio da floresta (m^3/ha) - pode ser obtida ao calcularmos a média das amostras, sendo expressa pela fórmula:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Onde: μ = média populacional; n = número total de amostras; y_i = parcela amostrada i .

Assim, considerando os dados fornecidos e aplicando a fórmula descrita, temos:

$$\mu = \frac{1}{13} (7,5273 + 8,5958 + 10,0856 + 8,8854 + 9,7246 + 6,8705 + 7,2537 + 7,4154 + 17,2635 + 17,5343 + 18,$$

$$\mu = 12,0852 \text{ m}^3 \text{ em } 540 \text{ m}^2$$

Portanto o volume comercial médio para a floresta em questão é de 12,0852 m³ para o tamanho dessa parcela (540 m²)

Entretanto, como é pedido esse valor em ha, é necessária a conversão por meio da relação:

$$\begin{array}{l} 12,0852 \frac{\text{m}^3}{540 \text{ m}^2} \\ X \frac{\text{m}^3}{10.000 \text{ m}^2} \end{array} \qquad \begin{array}{l} X = 12,0852 * 10.000 / 540 \\ X = 223,7994 \text{ m}^3/\text{ha} \end{array}$$

Portanto o volume comercial médio para a floresta em questão é de 223,7994 m³/ha

2. Intervalo de confiança de 95%

Para se obter o intervalo de confiança de 95% para esse caso, após o cálculo da média foram calculados a variância da amostra, variância média, erro padrão e por fim o intervalo de confiança. Assim, foram realizados os seguintes cálculos:

I. Variância populacional

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{n=1}^n (y_i - \mu)^2$$

Onde: σ^2 = Variância populacional; n= número de amostras; y_i = parcela amostrada i; μ = média populacional

Aplicando a fórmula da variância chegamos com auxílio do excel chegamos a:

$$\sigma^2 = 486,045 \text{ m}^3/\text{ha}$$

II. Variância média ($\sigma^2 m$)

A variância média pode ser calculada por meio da divisão da variância (calculada acima) pelo número de amostra (n)

Assim temos:

$$\begin{array}{l} \sigma^2 m = \frac{\sigma^2}{n} = \frac{486,045}{13} \\ \sigma^2 m = 37,388 \text{ m}^3 \end{array}$$

III. Erro padrão

O erro padrão é obtido extraindo a raiz quadrada da variância média, esse cálculo é representado na fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Erro padrão} &= \sqrt{\sigma^2 m} \\ \text{Erro padrão} &= \sqrt{37,388} \\ \text{Erro padrão} &= 6,114 \end{aligned}$$

IV. Intervalo de confiança

O intervalo de confiança é obtido por meio da multiplicação entre a constante T (extraída da tabela T de student) e o erro padrão. Assim, primeiramente consultou-se a tabela T de student para a obtenção da constante de intervalo de confiança de 95% para o grau de liberdade 12 ($n-1 = 13-1$). Assim, para esse exercício considerou-se $T=2,18$. Assim, temos:

$$\text{Int. de confiança} = t(0,95; 13 - 1) * \sqrt{\sigma^2 m}$$

Onde: t = constante extraída da tabela T de student; $\sqrt{\sigma^2 m}$ = erro padrão

Aplicando a fórmula:

$$\text{Int. de confiança} = 2,18 * 6,114$$

$$\text{Int. de confiança} = 13,33 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Portanto, para esse exercício temos o intervalo de confiança de 13,33 m³/ha

B) O tamanho da amostra é necessário para um erro amostral de 5%.

Organizando os dados:

- Tamanho da parcela (T) = 540 m²
- Tamanho da floresta (Tf) = 510 ha = 5.100.000 m²
- Número de parcelas amostradas (n) = 13
- Número de parcelas na floresta (N) = 5.100.000 / 540 = 9444

Para calcular o tamanho da amostra, seguimos os seguintes passos:

1. Coeficiente de Variação amostral - para calcular essa variável fazemos a divisão da variância pela média amostral, posteriormente multiplicando por 100, para obtermos um valor em porcentagem se igualando a unidade do erro amostral dado. Assim, temos:

$$V\% = \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\text{Média amostral}} * 100$$

$$V\% = \frac{\sqrt{486,045}}{223,799} * 100$$

$$V\% = 9,851$$

2. Tamanho esperado da amostra com erro amostral de 5% (E) - com o coeficiente de variação calculado, aplicamos a fórmula para relacionar o tamanho populacional com o erro aceitável, como descrito abaixo:

$$n' = \frac{N(t(\alpha;n-1)*V\%)^2}{N*E^2 + (t(\alpha;n-1)*V\%)^2}$$

Observando a amostra percebemos que para se calcular o tamanho da amostra (n') precisamos saber o $t(\alpha;n-1)$, que é obtido por meio do tamanho de amostra. Com isso aplicamos o processo Iterativo, de forma que fazemos o cálculo com diferentes valores de $t(\alpha;n-1)$ até que o valor da amostra obtida passe a resultar em um mesmo valor para essa constante.

Considerando $t(0,05;13-1)$ temos:

$$n' = \frac{9444 (2,18 * 9,851)^2}{9444*(5)^2 + (2,18 * 9,851)^2}$$

$$n' \approx 18$$

Com o tamanho de amostra = 18, calculamos novamente, agora considerando $t(0,05;18-1)$, temos:

$$n' = \frac{9444 (2,11 * 9,851)^2}{9444*(5)^2 + (2,11 * 9,851)^2}$$

$$n' \approx 17$$

Com o tamanho de amostra = 17, calculamos novamente, agora considerando $t(0,05;17-1)$, temos:

$$n' = \frac{9444 (2,12 * 9,851)^2}{9444*(5)^2 + (2,12 * 9,851)^2}$$

$$n' \approx 17$$

Portanto o tamanho da amostra necessário para obter um erro amostral de 5% será de 17 amostras

QUESTÃO 2

Considerando que a área dos estratos são: Estrato A: 321 *ha*; Estrato B: 189 *ha*; analise os dados pelo método da amostragem estratificada com amostragem aleatória simples nos estratos. Encontre:

A) O volume comercial médio da floresta em m^3/ha , com seu respectivo intervalo de confiança de 95%.

Os cálculos de cada atributo solicitado serão realizados individualmente para cada estrato e posteriormente serão somados para se obter os valores para a floresta.

Realizando os cálculo para o estrato A, seguindo os seguintes passos:

Organizando os dados:

- Tamanho das parcelas = 540 m^2
- Tamanho do estrato A = 321 *ha* = 3.210.000 m^2
- Número de parcelas A (N_A) = 3.210.000 / 540 = 5944
- Número de amostras A (n_A) = 8

1. Índice do Estrato (a_A)

$$a_A = N_A * (N_A - n_A) / n_A$$

$$a_A = 5944 * (5944 - 8) / 8$$

$$a_A = 4411108,025$$

- ### 2. Total do estrato (T_A) - essa fator é calculado por meio da somatória dos valores de volume dados para cada parcela, assim, temos:

$$T_A = \sum_{i=1}^n y_i$$

Onde: y_i = volume comercial para a parcela i

Somando os valores de volume de todas as parcelas do estrato A temos:

$$T_A = 66,3583 \text{ m}^3 \text{ em } 540 \text{ m}^2$$

3. Cálculo da média para o estrato

Assim, para cálculo da média populacional nesse estrato temos:

$$\mu_A = T_A / n_A$$

$$\mu A = 66,3583 / 8$$

$$\mu A = 8,2948 \text{ m}^3 \text{ em } 540\text{m}^2$$

Entretanto, como é pedido esse valor em ha, é necessária a conversão por meio da relação:

$$8,2948 \frac{\text{m}^3}{540 \text{ m}^2} \quad X = 8,2948 * 10.000 / 540$$

$$X \frac{\text{m}^3}{10.000 \text{ m}^2} \quad X = 153,6072 \text{ m}^3/\text{ha}$$

4. Intervalo de confiança

Para o cálculo dessa variável é necessário o cálculo da variância da média

$$Var(A) = NA^2 \times Var(\mu A)$$

$$Var(A) = 8^2 \times 3,3616$$

$$Var(A) = 215,1454 \text{ m}^3$$

$$Int. \text{ de confiança} = t(0,95; 8 - 1) * \sqrt{Var(A)}$$

$$Int. \text{ de confiança} = 2,36 * \sqrt{215,1454}$$

$$Int. \text{ de confiança} = 34,61 \text{ m}^2$$

Realizando os cálculo para o estrato B, seguindo os seguintes passos:

Organizando os dados:

- Tamanho das parcelas = 540 m²
- Tamanho do estrato B = 189 ha = 1.890.000 m²
- Número de parcelas B (NB) = 1.890.000 / 540 = 3500
- Número de amostras A (nA) = 5

1. Índice do Estrato (aB)

$$aB = NB * (NB - nB) / nB$$

$$aB = 3500 * (3500 - 5) / 5$$

$$aB = 2446500$$

2. Total do estrato (TB) - essa fator é calculado por meio da somatória dos valores de volume dados para cada parcela, assim, temos:

$$TB = \sum_{i=1}^n y_i$$

Onde: y_i = volume comercial para a parcela i

Somando os valores de volume de todas as parcelas do estrato A temos:

$$TB = 90,7489 \text{ m}^3 \text{ em } 540 \text{ m}^2$$

3. Cálculo da média para o estrato

Assim, para cálculo da média populacional nesse estrato temos:

$$\mu_B = TB / n_B$$

$$\mu_B = 90,7489 / 5$$

$$\mu_B = 18,1498 \text{ m}^3 \text{ em } 540 \text{ m}^2$$

Entretanto, como é pedido esse valor em ha, é necessária a conversão por meio da relação:

$$18,1498 \frac{\text{m}^3}{540 \text{ m}^2} \quad X = 8,2948 * 10.000 / 540$$
$$X \frac{\text{m}^3}{10.000 \text{ m}^2} \quad X = 336,1070 \text{ m}^3/\text{ha}$$

4. Intervalo de confiança

Para o cálculo dessa variável é necessário o cálculo da variância da média

$$Var(B) = nB^2 \times Var(\mu_B)$$

$$Var(B) = 5^2 \times 5,5169$$

$$Var(B) = 137,923 \text{ m}^3$$

$$Int. \text{ de confiança} = t(0,95; 5 - 1) * \sqrt{Var(A)}$$

$$Int. \text{ de confiança} = 2,78 * \sqrt{137,9230}$$

$$Int. \text{ de confiança} = 32,65 \text{ m}^2$$

Realizando os cálculo para a floresta, somamos os valore de média e intervalo de conficança para termos os valores totais, seguindo os seguintes passos:

I. Volume médio total para a floresta

$$\mu_{total} = \mu_A + \mu_B$$

$$\mu_{total} = 153,6072 + 336,107$$

$$\mu_{total} = 489,7142 \text{ m}^3$$

II. Intervalo de confiança para a floresta

$$Int. \text{ de confiança} = A + B$$

Int. de confiança = 34,6161 + 32,65

Int. de confiança = 67,2646 m²

Portanto, o volume comercial médio é 489,7142 m³ e o intervalo de confiança é 67,2646 m²

B) O tamanho da amostra é necessário para um erro amostral de 5%, realizando alocação proporcional das parcelas nos estratos.

Para o cálculo do tamanho da amostra seguiu-se os seguintes passos:

1. Cálculo do coeficiente de variação em cada estrato

Estrato A

V%_A = variância / média

V%_A = 26,8932 / 153,6072 * 100

V%_A = 17,5078

Estrato B

V%_B = variância / média

V%_B = 27,5846092 / 336,107037 * 100

V%_B = 8,207090648

2. Cálculo do tamanho da amostra pelo erro amostral aceitável de 5%

Esse cálculo foi realizado por meio da aplicação da fórmula Iterativa, representada a seguir para cada estrato

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N^2 h \cdot V^2 \%h / Wh}{N^2 \cdot E^2 \% / t^2 + \sum_{h=1}^L Nh \cdot V^2 \%h}$$

Assim, chegou-se nos valores:

n*_A ≈ 13

n*_B ≈ 11

Portanto, para a amostragem em questão será necessária a amostragem de 13 parcelas do estrato A e 11 do estrato B

QUESTÃO 3

Calcule a seguinte razão:

$$\frac{\text{Variância da Média da Amostragem Estratificada}}{\text{Variância da Média da Amostragem Aleatória Simples}} \times 100$$

O que pode ser dito a respeito da eficiência da estratificação com base na razão calculada? Explique.

$$\frac{3,3616 + 5,5169}{37,3881} \times 100 = 23,7470$$

Levando em conta os valores calculados para os atributos citados pode-se perceber que a variância média obtida com a amostragem estratificada foi menor que a variância média obtida com a aleatória simples. Essa relação pode indicar uma maior precisão da amostragem estratificada em comparação com a aleatória simples, assim, a estratificação alcançou seu objetivo de tornar a amostragem mais precisa, sendo mais eficiente.

QUESTÃO 4

Levantamento piloto em floresta ombrófila com parcelas de 600 m² apresentou coeficiente de variação de 55% para a área basal e de 18% para a densidade de estande (número de árvores por hectare). Utilizando o método gráfico de Freese, encontre o tamanho adequado de parcelas para esses dois atributos.

O método de aproximação de Freese é uma forma de se calcular o tamanho de parcela por meio da relação entre um único tamanho de parcela e um coeficiente de variação, tentando reproduzir de forma aproximada a curva obtida com o método da curvatura máxima. Essa relação é calculada aplicando a equação:

$$V\% = V\%' * \sqrt{\frac{T'}{T}}$$

Onde: V% – C.V. na curva; V%' – C.V. observado (fixo) * T – tamanho de parcela na curva
T' – tamanho de parcela observado (fixo)

Assim, considerando os valores dados e temos:

$$T' = 600 \text{ m}^2$$

$$V\%' \text{ área basal} = 55$$

$$V\%' \text{ densidade de estande} = 18$$

Partindo desses dados, foram calculados os valores de coeficiente de variação a cada 10 m² no intervalo de 100 à 1000 m² de tamanho da parcela. Com os valores obtidos, montou-se o gráfico abaixo. Analisando visualmente a curvatura obtida, pode-se identificar que o tamanho de parcela indicado para esse caso seria de 200 a 400 m², pois é o intervalo onde se observa maior curvatura.

