LCF0510 - Inventário Florestal - Exame Parcial 3 — 20/12/2021

Carolina Marcelino Soave
N° USP: 10319007

FLORESTA DE EUCALIPTO

1. **(1,0)** Considerando que a alocação das parcelas no campo segue a amostragem aleatória simples, para cada um dos atributos apresentados pelas parcelas de inventário, encontre a estimativa média com o respectivo erro amostral (coeficiente de confiança de 95%).

Resposta

Para encontrar a estimativa média com o respectivo erro amostral é necessário obter o valores da: média dos dados (mu); variância (Var); tamanho da amostra (n); número de parcelas (N); correção para população finita (Cor.); variância da média (Var(mu)); estatística (t). Além disso, devemos levar em considerção outros valores e informções que possuímos, como: N = Infinito; n = 40; Cor.(1-n/N) = 1; T (40 e 95 %) = 2,023.

Número de Fustes:

Média	μ =	1597,49		
Variância	σ^2 =	48965,5		
Número de parcelas	n =	40		
Estimativa da variância da média	$V(\mu)$ =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$	1224,14	
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023		
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40-1)} =$	70,7801	
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$	1597,49 $\pm$ 70,7801	n. fustes ha^{-1}

DAP Médio:

Média	μ =	15,7017		
Variância	σ^2 =	7,06392		
Número de parcelas	n =	40		
Estimativa da variância da média	$V(\mu)$ =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$	0,1766	
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023		
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40-1)} =$	0,85014	
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$	15,7017 $\pm$ 0,85014	cm

DAP Médio Quadrático:

Média	μ =	12,6163
Variância	σ² =	2,20618
Número de parcelas	n =	40
Estimativa da variância da média	V(μ) =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$ 0,05515
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40\_1)} =$ 0,4751
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$ 12,6163 ± 0,4751 cm

Área Basal

Média	μ =	24,2934
Variância	σ² =	20,4158
Número de parcelas	n =	40
Estimativa da variância da média	V(μ) =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$ 0,5104
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40\_1)} =$ 1,44527
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$ 24,2934 ± 1,44527 m^2ha^{-1}

Altura Média

Média	μ =	22,2398
Variância	σ² =	28,6874
Número de parcelas	n =	40
Estimativa da variância da média	V(μ) =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$ 0,71719
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40\_1)} =$ 1,71321
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$ 22,2398 ± 1,71321 m

Volume

Média	μ =	234,77		
Variância	σ² =	7584,83		
Número de parcelas	n =	40		
Estimativa da variância da média	V(μ) =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$	189,621	
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023		
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40-1)} =$	27,8573	
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$	234,77 ±27,8573	m^3ha^{-1}

Altura média das árvores dominantes

Média	μ =	23,7634		
Variância	σ² =	40,8618		
Número de parcelas	n =	40		
Estimativa da variância da média	V(μ) =	$V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} =$	1,02154	
Estatística T	$t_{(40-1)}$ =	2,023		
Intevalo de conf. 95%	I =	$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(40-1)} =$	2,04468	
Estimativa da média	μe =	$\mu e = \mu \pm I =$	23,7634 ±2,04468	m

2. **(1,0)** Encontre o tamanho de amostra para erro amostral de 5% (coeficiente de confiança de 95%) para o atributo da produção volumétrica de madeira.

Resposta

Para obter o resultado deste cálculo precismos do valor de V% (razão do desvio padrão com a média, multiplicado por 100).

V % = $$V\% = \frac{\sigma}{\mu} * 100 = \quad 37{,}09624547$$

Assim, podemos calcular o tamanho da amostra, n*, levando em consideração o erro amostral aceitável de (E%) de 5:

n* = $$n * = \frac{t_{(40-1)}{}^2 * V\%^2}{E^2\%} = \quad 225{,}2743111$$

Após obter esses dados realizamos a Iteração para garantir que o valor é real, e realizamos até que o valor se estabilize. Dessa maneira obtemos o novo valor de t que é igual à 1,96. Realizando as contas chegamos no valor de n*= 211,46, então o número de amostras corrigido é de 212.

Interação

t	n*
2,023	225,2743111
1,96	211,4618597

3. **(1,0)** Com base nas informações sobre os talhões, realize uma estratificação da floresta, definindo os estratos, os talhões a que pertence cada estrato e a área total de cada estrato.

Resposta

A estratificação da floresta foi realizada através da rotação (1 e 2) e manejo (condução e reforma). Dessa maneira, obtemos: teremos:

Estrato A – Uma rotação em reforma, com 320,97 ha;

Estrato B – Duas rotações em condução com 244,82 ha;

Estrato A:

Talhão	Idade	Área	Rotação	Espaçamento	Espécie	Manejo	Tipo.Plantio
11	3,334246575	26,06	1	330X180	E. grandis	REFORMA	clonal
12	3,323287671	22,41	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA	clonal
13	3,328767123	31,05	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA	clonal
26	3,350684932	27,87	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA	clonal
28	3,145205479	51,42	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA	clonal
29	3,106849315	80,09	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA	clonal
30	2,761643836	44,7	1	330x220	E. grandis	REFORMA	clonal
31	2,756164384	26,34	1	330x220	E. grandis	REFORMA	clonal
32	2,805479452	11,03	1	330x220	E. grandis	REFORMA	clonal
Área Total		320,97					

Estrato B:

Talhão	Idade	Área	Rotação	Espaçamento	Espécie	Manejo	Tipo.Plantio
15	6,04109589	23,4	2	300x200	E. grandis	CONDUÇAO	clonal
16	6,183561644	28,05	2	300x200	E. grandis	CONDUÇAO	clonal
17	6,18630137	36,55	2	300x200	E. grandis	CONDUÇAO	clonal
18	6,230136986	54,47	2	300x200	E. grandis	CONDUÇAO	clonal
19	6,178082192	46,87	2	300x200	E. grandis	CONDUÇAO	clonal
27	5,852054795	55,48	2	300x180	E. grandis	CONDUÇAO	seminal
Área Total		244,82					

4. **(1,0)** Aplique a estratificação realizada no item anterior e encontre a estimativa da produção volumétrica de madeira (com respectivo erro amostral com 95% de confiança) segundo a amostragem estratificada.

Resposta

A estimativa de produção volumétrica pôde ser obtida através da variância que encontramos de cada estrato, dessa maneira calculamos a média, variância, estimativa da variância da média, o total do estrato e sua variância.

Estrato A:

Média	$\mu a =$	161,377281
Variância	$\sigma^2 =$	421,680627
Área total	AA =	320,97
Número de parcelas	n =	18

Estimativa da variância da média V(μa) = $V(\mu a) = \frac{\sigma^2}{n} =$ 23,42670148

Total do estrato τa= $\tau a = AA * \mu a =$ 51797,2658

Variância do total Var(τa) = $Var\,(\tau a) = AA^2 * V(\mu a) =$ 2413459,57

Estrato B:

Média	$\mu b =$	324,47268
Variância	$\sigma^2 =$	1388,94253
Área total	AB =	244,82
Número de parcelas	n =	17

Estimativa da variância da média V(μb) = $V(\mu b) = \frac{\sigma^2}{n} =$ 81,70250176

Total do estrato τb = $\tau b = AB * \mu b =$ 79437,4015

Variância do total Var(τb) = $Var\,(\tau b) = AB^2 * V(\mu b) =$ 4896989,15

Total da Floresta:

$$\tau f = \tau(f) = \tau a + \tau b = 131234{,}6673$$

Variância do Total da Floresta:

$$Var(\tau f) = Var(\tau f) = Var\,(\tau a) + Var\,(\tau b) = 7310448{,}724$$

Estatística T:

$$t_{(40-1)} = 2{,}023$$

Intervalo de Confiança:

$$I = I = \sqrt{Var(\tau f)} * t_{(40\,-\,1)} = 5469{,}755333$$

Estimador do Total:

$$\tau ef = \tau ef = \tau f \pm I = \quad 131234{,}6673 \pm 5469{,}755333 \quad m^3$$

Para se estimar o volume total da floresta, foram estimados e somados os volumes totais por estrato, e à esse valor foi colocado um erro, com base no intervalo de confiança de 95% e na variância do total, que resultou em 131235 mais ou menos 5470 m³ de volume.

5. **(1,0)** Compare os resultados de estimativa e de erro amostral da produção volumétrica da madeira segundo a amostragem aleatória simples (questão 1) e segundo a amostragem estratificada (questão 4.). Explique os resultados encontrados.

Resposta

Para se comparar ambas as amostragens, foi-se necessário estimar o total volumétrico usando a amostragem simples. Isso foi feito multiplicando-se a média e o intervalo de confiança, que estava em m³ por hectare, pelo AT, que é a área total. Observando o valor das duas, pode-se perceber que os totais são valores próximos, no entanto, o intervalo de confiança varia muito, sendo que o da amostragem simples é aproximadamente 3 vezes maior do que o da amostragem estratificada. Então, pode-se concluir que a amostragem estratificada, para essa situação, gera resultados mais precisos em comparação à amostragem simples.

Área total	AT =	565,79	
Amostragem simples		Área total	Totais
Média	234,770	* 565,79 =	132830,637
Intervalo de conf.	27,857	* 565,79 =	15761,3749

Amostragem estrat.	
Total	131234,6673
Intervalo de conf.	5469,755333

Comparação entre os intervalos de confiança

$$\frac{\text{Intervalo de conf. AS}}{\text{Intervalo de conf. AE}} = 15761{,}79/5469{,}755 = 2{,}88155$$

INVENTÁRIO URBANO DO BAIRRO JARDINS, CIDADE DE SÃO PAULO

6. **(1,0)** Ignorando o tipo de quadra, encontre a estimativa do número total de árvores de vias públicas no bairro (com respectivo erro amostral com coeficiente confiança de 95%), segundo a amostragem aleatória simples.

Resposta

Para se calcular o número total de árvores no bairro, foi-se primeiramente calculado a estimativa da média de árvores por quadra, a 95% de confiança. Depois, à essa estimativa multiplicou-se o número de quadras, que resultou então na estimativa do número de árvores no bairro, que é de 9951 mais ou menos 1578 árvores.

Média	μ =	23,98
Variância	σ² =	367,535
Número de quadras amostradas	n =	100
Número de quadras total	N =	415

Estimativa da variância da Média:

$$V(\mu) = \quad V(\mu) = \frac{\sigma^2}{n} = \quad 3{,}67535$$

Estatística T:

$$t_{(100-1)} = \quad 1{,}984$$

Intervalo de Conf. 95%:

$$I = \sqrt{V(\mu)} * t_{(100\,-\,1)} = \quad 3{,}803566287$$

Estimativa da Média:

$$\mu e = \quad \mu e = \mu \pm I = \quad 23{,}98 \pm 3{,}803566287$$

Estimativa do Total:

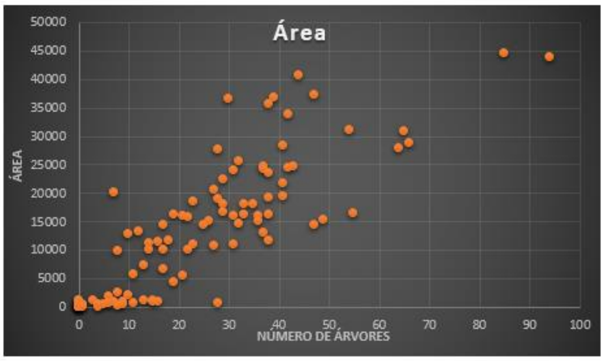
$$\tau = N * \mu e = \quad 9951{,}7 \pm 1578{,}480009 \text{ árvores}$$

7. **(1,0)** Ignore novamente o tipo de quadra. Se você fosse utilizar uma medida auxiliar para estimar o número total de árvores de vias públicas no bairro, qual você utilizaria: a área da quadra ou o perímetro da quadra? Qual estimador você utilizaria? Justifique detalhadamente sua resposta.

Resposta

Com base nos dados abaixo, a área seria escolhida como medida auxilar, pois apresenta maior correlação com a variável de interesse, que é o número de árvores, ou seja, ao se utilizar a medida da área para se encontrar o número de árvores, se terá uma maior precisão. Seria mais adequado usar para essa situação o estimador de regressão, já que a reta de correlação entre as variáveis não passa pela origem, pois se tem o caso de haverem quadras com perímetro e área definidos em que não se tem nenhuma árvore.

Área: Correlação r = 0,84703



Perímetro: Correlação r = 0,84002

8. **(1,0)** Aplique a variável auxiliar e o estimador segundo a sua resposta da questão anterior para obter a estimativa do número total de árvores de vias públicas no bairro, com respectivo erro amostral (coeficeinte de confiança de 95%).

Resposta

Para se obter o número total de árvore no bairro, foi-se calculado o número total com base no estimador de regressão, obtido pelo cálculo do beta, um coeficente. Após isso, aplicou-se a estatística necessária para um intervalo de confiança de 95%, chegando no seguinte valor total de árvores: 9597 mais ou menos 986.

Média de x	μx =	13251,94
Média de y	μy =	23,98
Beta	β =	0,001375172
Área total	τx =	5240969
Número de quadras total	N =	415
Número de quadras amostradas	n =	100

Número de árvores:

$$\tau y = \quad \tau y = N * \mu y + \beta(\tau x - N\mu x) = 9596{,}099636$$

Variância pop. de y:

$$\sigma l^2 = 188{,}6470309$$

Variância da média de y:

Var(μl) = $Var(\mu l) = \frac{\sigma l^2}{n} * (1 - \frac{n}{N}) =$ 1,43189915

Variância do total:

Var(τl) = $Var(\tau l) = N^2 * Var(\mu l) =$ 246608,8311

Estatística T:

$t_{(100-1)} =$ 1,984

Intevalo de conf. 95%:

I = $I = \sqrt{Var(\tau l)} * t_{(100\ -\ 1)} =$ 985,2489489

Estimativa do total:

τl = $\tau l = \tau y \pm I =$ 9596,1 $\pm$ 985,249 árvores

9. **(1,0)** Considere o tipo de quadra como estrato e encontre a estimativa do número total de árvores de vias públicas no bairro, com respectivo erro amostral (coeficeinte de confiança de 95%), utilizando a variável auxiliar e o estimador como na questão 8, mas seguindo a amostragem estratificada.

Reposta

Estrato A - Praça canteiro		
Média de x	μxA =	2512,794118
Média de y	μyA =	4,705882353
Beta	βA =	0,001219966
Área A	τxA =	161016
Número de quadras total	NA =	140
Número de quadras amostradas	nA =	34

Número de árvores estrato A τyA = $\tau yA = NA * \mu yA + \beta A(\tau xA - NA\mu xA) =$ 426,0842922

Variância pop. de y σl²A = 6,812760926

Variância da média de y Var(μlA) = $Var(\mu lA) = \frac{\sigma l^2 A}{nA} * (1 - \frac{nA}{NA}) =$ 0,151712743

Variância do total Var(τlA) = $Var(\tau lA) = NA^2 * Var(\mu lA) =$ 2973,569769

Estatística T $t_{(34-1)} =$ 2,035

Intevalo de conf. 95% I = $I = \sqrt{Var(\tau lA)} * t_{(34\ -\ 1)} =$ 110,9694619

Estimativa do total estrato A τlA = $\tau lA = \tau yA \pm I =$ 426,084$\pm$ 110,969 árvores

Estrato B - Quadra		
Média de x	μxB =	18784,22727
Média de y	μyB =	33,90909091
Beta	βB =	0,001578703
Área B	τxB =	5079953
Número de quadras total	NB =	275
Número de quadras amostradas	nB =	66

Número de árvores estrato B $\quad \tau yB = \quad \tau yB = NB * \mu yB + \beta B(\tau xB - NB\mu xB) = 9189{,}690155$

Variância pop. de y $\quad \sigma l^2 B = \quad 138{,}8913399$

Variância da média de y $\quad Var(\mu lB) = \quad Var(\mu lB) = \frac{\sigma l^2 B}{nB} * (1 - \frac{nB}{NB}) = 1{,}599354823$

Variância do total $\quad Var(\tau lB) = \quad Var(\tau lB) = NB^2 * Var(\mu lB) = 120951{,}2085$

Estatística T $\quad t_{(66-1)} = \quad 1{,}997$

Intevalo de conf. 95% $\quad I = \quad I = \sqrt{Var(\tau lB)} * t_{(66\,-\,1)} = \quad 694{,}5174642$

Estimativa do total estrato A $\quad \tau lB = \quad \tau lB = \tau y B \pm I = 9189{,}69 \pm \; 694{,}517 \quad$ árvores

Bairro

Total do bairro $\quad \tau y = \quad \tau y = \tau ya + \tau yb = \quad 9615{,}77$

Variância do total do bairro $\quad Var(\tau ly) = \quad Var(\tau ly) = Var\,(\tau lA) + Var\,(\tau lB) = 123925$

Estatística T $\quad t_{(100-1)} = \quad 1{,}984$

Intervalo de confiança $\quad I = \quad I = \sqrt{Var(\tau ly)} * t_{(100\,-\,1)} = \quad 698{,}427$

Estimador do total $\quad \tau ey = \quad \tau ey = \tau y \pm I = \quad 9615{,}77 \pm 698{,}427$ árvores

Através da aplicação da amostragem estratificada e do estimador de regressão, chegou-se num valor total de 9615 mais ou menos 698 árvores.

10. (1,0) Compare e explique os resultados obtidos nas questões 6, 8 e 9.

Resposta

Através da tabela abaixo, pode-se comparar as estimativas, em que, na questão 6, foi utilizada a amostragem simples, na 8 amostragem simples com uso do estimador de regressão e na 9, amostragem estratificada com estimador de regressão. Pode-se perceber então que, o principal caso em que há maior variação de dados é na amostragem simples e, logo, entende-se que o estimador de regressão é o fator que mais afeta a precisão da estimativa, sendo mais relevante, nesse caso, do que o tipo de amostragem.

Questão	Número de árv.	Intervalo
6	9951,7	1578,48
8	9596,099636	985,249
9	9615,774447	698,427