

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Departamento de Ciências Exatas

LCF510 – Inventário Florestal

3º Exame Parcial

Docente: Dr. João Luís Ferreira Batista

Discente: Paulo Honorato Lisbôa

Nº USP: 11242971

Dezembro 2021

1. Para que possamos encontrar a estimativa média com o respectivo erro amostral por meio da amostragem aleatória simples para cada um dos atributos apresentados na tabela (nº de fustes, área basal, produção volumétrica, DAP médio, altura média, altura média das árvores dominantes e o DAP médio quadrático) precisamos de algumas informações; a média dos dados (μ), a variância (Var), o tamanho da amostra (n), o número de parcelas em faixa (N), a correção para população finita (Cor.), a Variância da média (Var(μ)) e a estatística t (t). Alguns desses valores são comuns a todas as variáveis;

$N = \text{Infinito}$

$n = 40$

Cor. $(1-n/N) = 1$

t (39 e 95%) = 2,023

Enquanto que outros precisam ser calculados individualmente. O resultado final vai ser igual a (Média \pm Erro Amostral) sendo o erro amostral igual ao t vezes a raiz da Variância da Média. Para isso então, temos os seguintes valores;

Nº de Fustes;

$\mu = 1632,238$

Var = 41189,467

Var (μ) = (Var/ n)*Cor. = 1029,736

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **1632,238 \pm 64,853**

Área Basal;

$\mu = 23,833$

Var = 19,408

Var (μ) = (Var/ n)*Cor. = 0,485

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **23,833 \pm 1,407**

Produção Volumétrica;

$$\mu = 218,268$$

$$\text{Var} = 7201,752$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) * \text{Cor.} = 180,043$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **218,268 ± 27,117**

DAP médio;

$$\mu = 15,01$$

$$\text{Var} = 5,847$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) * \text{Cor.} = 0,1461$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **15,01 ± 0,772**

Altura média;

$$\mu = 21,052$$

$$\text{Var} = 23,985$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) * \text{Cor.} = 0,5996$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **21,052 ± 1,565**

Altura média das árvores dominantes;

$$\mu = 22,491$$

$$\text{Var} = 38,470$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) * \text{Cor.} = 0,9617$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **22,491 ± 1,982**

DAP médio quadrático;

$$\mu = 13,651$$

$$\text{Var} = 2,018$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) * \text{Cor.} = 0,0504$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **13,651 ± 0,454**

2. Para o cálculo do tamanho de amostra necessário para um erro amostral de 5% quanto ao atributo de volume de produção de madeira, precisamos de uma informação a mais das que foram calculadas anteriormente; o V%, que é igual à razão entre o desvio padrão e a média vezes 100. Com esse valor, temos tudo o que precisamos para o cálculo do tamanho ideal da amostra (n*);

$$n * = \frac{(t^2 * V\%^2)}{E\%^2}$$

$$V\% = \frac{\sqrt{\text{Var}}}{\mu} * 100$$

Com esse primeiro resultado, substituímos a estatística t por aquela relacionada ao “novo n”, realizando a equação novamente e repetindo esse processo até que o n* se estabilize e se mantenha constante;

n* = 246; Com isso, o novo t será igual a **1,960**

Nos utilizando do novo t, temos que;

n* = 232, O que mantém o t = 1,960

Sendo assim, temos que o tamanho de amostra necessário para um erro amostral de 5% quanto ao atributo de volume de produção de madeira é de 232.

3. Ao realizar uma estratificação da floresta por meio dos dados que nos foram apresentados, dividi os talhões em três estratos por meio das características de espécie utilizada e manejo, dividindo dessa forma entre; E. grandis em reforma, E. grandis em condução e grandes. grandis x E. urophylla em reforma, totalizando em área total 108.13, 216.77 e 212.84 metros quadrados respectivamente como mostra a tabela a seguir;

talhao	idade	area	rotacao	espacamento	especie	manejo	tipo.plantio
11	3,334246575	26,06	1	330x180	E. grandis	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 =	108,13	ha				
15	6,04109589	23,4	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO	clonal
17	6,18630137	36,55	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO	clonal
18	6,230136986	54,47	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO	clonal
19	6,178082192	46,87	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO	clonal
27	5,852054795	55,48	2	300x180	E. grandis	CONDUÇÃO	seminal
	Área Total =	216,77	ha				
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
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
26	3,350684932	27,87	1	330x180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA	clonal
	Área Total =	212,84	ha				

4. Aplicando a estratificação como apresentado na questão anterior para encontrarmos a estimativa da produção volumétrica de madeira, com respectivo erro amostral com 95% de confiança, segundo a amostragem estratificada, chegamos nos dados apresentados na seguinte tabela;

	Área	N	n	a	s ²	m	tau	var(tau)	a.s ²	(a . S ²)/n-1
Estrato 1	108,13	40	8	160	301,8582893	139,4253	5577,01	543344,9	48297,33	333233103,9
Estrato 2	216,77	40	13	83,07692	917,0418883	334,3888	13375,55	1015800	76185,02	483679752,6
Estrato 3	212,84	40	19	44,21053	115,5164596	172,0138	6880,552	87549,32	5107,043	1448994,059
Floresta	537,74	120	40			215,276	25833,11	1646694	129589,4	818361850,5
					Var da Média	114,3538				
					nE	20				
					t-stat	2,093024				
					IC(95%)	22,38203				
					IC(95%)%	19,57262				

Com tais informações referentes à uma amostragem estratificada, chegamos em nosso erro amostral e estimativa de produção volumétrica (soma das médias dos três estratos/3);

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a **215,276 ± 22,38203** ao representar a floresta inteira

5. Comparando os resultados de estimativa e de erros amostrais obtidos nos exercícios 1 e 5, dessa maneira comparando a amostragem aleatória simples e a estratificada, temos o observado a seguir;

1 -> Estimativa da prod. vol = 218,268

5 -> Estimativa da prod. vol = 215,276

1 -> Erro amostral = 27,117

5 -> Erro amostral = 22,38203

Com tais valores podemos observar o quão mais precisa é a estimativa para a floresta inteira, quando comparada à estimativa gerada pela amostragem aleatória, e que o mesmo ocorre com o erro amostral adquirido na amostragem estratificada, consegue ser ainda mais preciso, tanto proporcionalmente como diretamente menor ao adquirido utilizando a amostragem aleatória simples.

6. Para que possamos encontrar a estimativa média com o respectivo erro amostral por meio da amostragem aleatória simples para o número total de árvores em vias públicas do bairro precisamos de algumas informações; a média (μ), a variância (Var), o tamanho da amostra (n), o tamanho total (N), a correção para população finita (Cor.), a Variância da média (Var(μ)) e a estatística t (t). Alguns desses valores são conhecidos;

$N = (140 \text{ Praças-Canteiro e } 275 \text{ Quadras}) = 415$

$n = 100$

Cor. $(1-n/N) = 0,76$

t (100 e 95%) = 1,984

Enquanto que outros precisam ser calculados individualmente. O resultado final vai ser igual a (Média vezes o número total de quadras (N) \pm Erro Amostral vezes o número total de quadras (N)) sendo o erro amostral igual ao t vezes a raiz da Variância da Média. Para isso então, temos os seguintes valores;

Número de Árvores;

$$\mu = 25,02$$

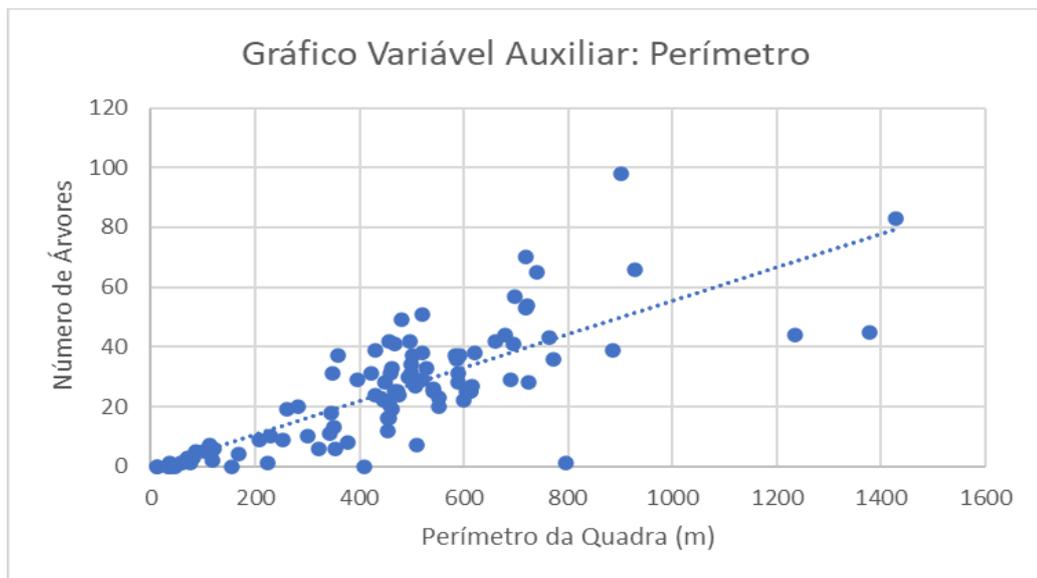
$$\text{Var} = 385,757$$

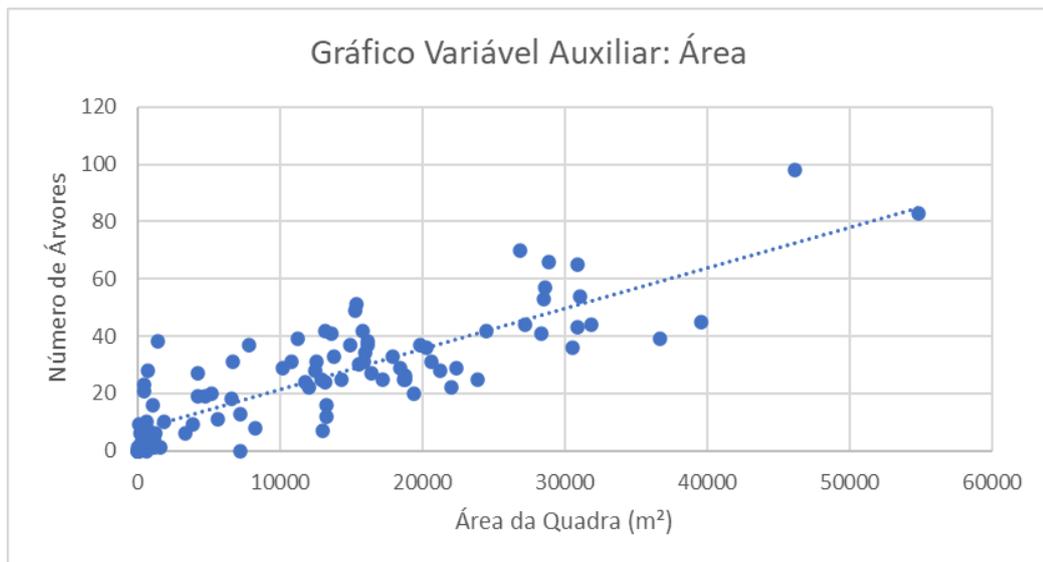
$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) * \text{Cor.} = 2,931$$

$$\text{Erro amostral} = 3,396$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa média do número de árvores total com seu devido erro amostral é igual a **10383,3 ± 1409,34**

7. Para que possamos escolher qual medida auxiliar usar para estimarmos o número total de árvores de vias públicas no bairro, entre perímetro e área das quadras, e também escolhermos qual estimador vamos usar, de razão ou regressão, precisamos analisar os gráficos que as duas medidas auxiliares realizam com nossa medida principal, neste caso, o número de árvores por quadra;





Como podemos observar, os dois gráficos diferem um do outro e também significam que seus estimadores ideais são diferentes; no gráfico do perímetro, pelo fato de que a linha de tendência passa pela origem, e a dispersão de Y é proporcional a X, seu estimador ideal é o de razão. Enquanto que no gráfico da área, pelo fato de que a linha de tendência não passa pela origem e a dispersão de Y não depende de X, o estimador ideal é o de regressão.

Mas, pelos valores menores e sua maior conexão com a variável de interesse número de árvores, a variável auxiliar que irei escolher é o perímetro, com o estimador de razão como o estimador mais adequado.

8. Primeiramente, para o cálculo da estimativa do número total de árvores de vias públicas no bairro, com seu respectivo erro amostral, nos utilizando do estimador de razão, precisamos de algumas informações iniciais; o número total de quadras (N), o número de parcelas (n), a média total do perímetro das parcelas (μ_X), a média do perímetro das parcelas (μ_x) e a média do número de árvores;

$$N = 415$$

$$n = 100$$

$$\mu_X = 444,96 \text{ m} = 0,0445 \text{ ha}$$

$$\mu_x = 456,0357 \text{ m} = 0,0456 \text{ ha}$$

$$\mu_y = 25,02$$

Agora, inicialmente, descobrimos o estimador de razão (R), dividindo o μ_y por μ_x ;

$$R = 548,684 \text{ \u00e1rvores/ha}$$

A seguir, calculamos a Vari\u00e2ncia Populacional, nos utilizando da f\u00f3rmula conceitual, nos utilizando de uma tabela para calcular $(Y-R.X)^2$, sendo o Y e o X, o n\u00famero de \u00e1rvores e o per\u00edmetro (em hectare) de cada quadra. Tendo esses valores de cada quadra, para chegarmos \u00e0 Vari\u00e2ncia, somamos todos esses valores e os dividimos por $(n-1)$;

$$\text{Var. Pop.} = 146,7606$$

Tendo a Vari\u00e2ncia Populacional, agora calculamos os outros elementos necess\u00e1rios para que possamos calcular o estimativa do n\u00famero total de \u00e1rvores de vias p\u00fablicas no bairro, com seu respectivo erro amostral; entre eles o Estimador da quantidade de \u00e1rvores da floresta (o pr\u00f3prio R), a corre\u00e7\u00e3o para popula\u00e7\u00e3o finita $(1-n/N)$, a vari\u00e2ncia de R $((1/\mu X)^2 \times (\text{Var. Pop.}/n) \times \text{Cor. Pop. Fin.})$, o t estat\u00edstico (para $n=100$), e por fim conseguimos o erro amostral para nosso resultado;

$$\text{Cor. } (1-n/N) = 0,76$$

$$t (100 \text{ e } 95\%) = 1,984$$

$$\text{Var R} = 563,2524$$

$$\text{Erro Amostral} = 47,086$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa do n\u00famero total de \u00e1rvores de vias p\u00fablicas no bairro com seu devido erro amostral ao multiplicarmos o R e o Erro amostral pela \u00e1rea total das quadras, que \u00e9 4,56 h\u00e1. Fazendo isso, temos que o resultado final \u00e9 igual a **2502,195 \u00b1 214,729**

9. Considerando agora os diferentes tipos de quadras (Quadras propriamente ditas e Pra\u00e7a Canteiros), nos utilizaremos da vari\u00e1vel auxiliar e o estimador como na quest\u00e3o anterior, mas seguindo a amostragem estratificada. Para isso precisamos de certos valores referentes \u00e0 cada tipo de quadra; o tamanho da popula\u00e7\u00e3o (N), o total da vari\u00e1vel auxiliar (total do per\u00edmetro), o tamanho da amostra (n), a vari\u00e2ncia populacional (S^2R), o coeficiente de Varia\u00e7\u00e3o (V%), o total da vari\u00e1vel de interesse (n\u00famero de \u00e1rvores) e a vari\u00e2ncia do total da vari\u00e1vel de interesse;

Quadra;

$$N = 275$$

$$\text{Taux} = 15,79079 \text{ ha}$$

$$n = 66$$

$$\begin{aligned}S^2R &= 179,5506 \\V\% &= 10,31 \\T_{\text{auy}} &= 9375,263 \\Var(t_{\text{auy}}) &= 148042,8\end{aligned}$$

Praça Canteiro;

$$\begin{aligned}N &= 140 \\T_{\text{aux}} &= 2,675 \text{ ha} \\n &= 34 \\S^2R &= 86,6215 \\V\% &= 6,335 \\T_{\text{auy}} &= 886,95 \\Var(t_{\text{auy}}) &= 2372,591\end{aligned}$$

Agora para calcularmos o Erro Amostral, precisamos da estatística t de 100 a 95% e da raiz da soma dos $Var(t_{\text{auy}})$;

$$\begin{aligned}t &= 1,960 \\Soma \text{ } Var(t_{\text{auy}}) &= 150415,391\end{aligned}$$

$$\text{Erro Amostral total} = 760,155$$

$$\text{Erro amostral de média} = 41,165$$

Resultado; Com isso, temos que a estimativa do número total de árvores de vias públicas no bairro com seu devido erro amostral, ao multiplicarmos pela área total do bairro analisado, que é 18,4658 ha, temos que nosso resultado final é igual a **10286,12 ± 760,144**

- 10.** Comparando os resultados de erros amostrais obtidos nos exercícios 6, 8 e 9, pode parecer que a precisão de tais exercícios diminuiu, como observado a seguir;

$$6 \rightarrow \text{Erro amostral} = 1409,34$$

$$8 \rightarrow \text{Erro amostral} = 214,729$$

$$9 \rightarrow \text{Erro amostral} = 760,144$$

Porém, ao levarmos em conta as estimativas do número de árvores total ao qual cada um está se comparando, e pegando essa medida como porcentagem das médias às quais eles estão se relacionando, a forma de porcentagem desses erros demonstra mais precisamente o quão próximos eles estão;

6 -> Erro amostral % = 13,573%

8 -> Erro amostral % = 8,581%

9 -> Erro amostral % = 7,39%

O que demonstra o aumento de precisão de cada uma dessas amostragens; simples aleatórias, com estimadores de razão e com amostragem estratificada, cada vez mais precisas.