

## LCF510 – Inventário Florestal

### 3º Exame Parcial - 20/11/2021

Aluno: Stéphano Mikhael de Sousa. Nº USP: 10318987

1. Para encontrar a estimativa média e o erro amostral através da amostragem aleatória simples serão necessários os respectivos dados: média dos dados ( $\mu$ ), variância (Var), tamanho da amostra ( $n$ ), número de parcelas em faixa ( $N$ ), correção para população finita (Cor.), Variância da média (Var( $\mu$ )) e a estatística  $t$  ( $t$ ).

Alguns dados possuem valores comuns, como:  $N = \text{Infinito}$ ;  $n = 40$ ; Cor.  $(1-n/N) = 1$ ;  $t$  (40 e 95%) = 2,021.

Desse modo, o resultado final vai ser igual a (Média  $\pm$  Erro Amostral) onde o erro amostral igual ao  $t$  vezes a raiz da Variância da Média.

Segue abaixo os valores obtidos:

#### **Nº de Fustes:**

$$\mu = 1589,72$$

$$\text{Var} = 49312,1$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) \cdot \text{Cor.} = 1232,8$$

$$\text{Estimativa da média (com erro amostral)} = 1589,72 \pm 71,0302$$

#### **Área Basal:**

$$\mu = 24,1551$$

$$\text{Var} = 21,7753$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) \cdot \text{Cor.} = 0,54438$$

$$\text{Estimativa da média (com erro amostral)} = 24,1551 \pm 1,4926$$

#### **Volume:**

$$\mu = 229,455$$

$$\text{Var} = 7854,48$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) \cdot \text{Cor.} = 196,3620$$

$$\text{Estimativa da média (com erro amostral)} = 229,455 \pm 28,3481$$

#### **DAP médio:**

$$\mu = 15,6334$$

$$\text{Var} = 6,1914$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) \cdot \text{Cor.} = 0,15478$$

$$\text{Estimativa da média (com erro amostral)} = 15,6334 \pm 0,7959$$

#### **Altura média:**

$$\mu = 21,8640$$

$$\text{Var} = 28,9288$$

$$\text{Var}(\mu) = (\text{Var}/n) \cdot \text{Cor.} = 0,72322$$

$$\text{Estimativa da média (com erro amostral)} = 21,8640 \pm 1,7204$$

**Altura média das árvores dominantes:**

$\mu = 23,6175$

$Var = 44,9528$

$Var(\mu) = (Var/n) * Cor. = 1,12382$

Estimativa da média (com erro amostral) =  $23,6175 \pm 2,1446$

**DAP médio quadrático:**

$\mu = 15,3666$

$Var = 2,34329$

$Var(\mu) = (Var/n) * Cor. = 0,05858$

Estimativa da média (com erro amostral) =  $15,3666 \pm 0,48964$

2. Para realizar o cálculo do tamanho de amostra para um erro amostral de 5% relativo ao atributo de volume de produção de madeira, são necessários dados que foram calculadas anteriormente:  $V\%$  que é igual à razão entre o desvio padrão e também a média vezes 100. Desse modo, conseguimos realizar o cálculo do tamanho ideal da amostra ( $n^*$ ) com as seguintes formulas:

$$n^* = (t^2 * V\%^2) / E\%^2 = 38,6243$$

$$V\% = \sqrt{Var} / \mu * 100 = 244,2159$$

Com o primeiro resultado, realizamos a substituição da estatística  $t$  pela relacionada ao “novo  $n$ ”, realizando o cálculo da equação novamente. Posteriormente, é necessário realizar a iteração até que o processo se estabilize e também se mantenha constante. Desse modo, obtemos:

$n^* = 244 \Rightarrow$  novo  $t$  será igual a 1,960 e, utilizando o novo  $t$ , temos que:  $n^* = 229,24$  e, portanto, o número de amostras é de 230.

3. Para realizar a estratificação da floresta, separei os talhões por meio das respectivas rotações (1 e 2), mostrados e representados a seguir:

**Talhões:**

Estrato A: 11; 12; 13; 26; 28; 29; 30; 31 e 32.

Estrato B: 15; 17; 18; 19 e 27.

**Área Total:**

Estrato A: 320,97 ha

Estrato B: 216,77 ha

	talhao	idade	area	rotacao	espacamento	especie	manejo	tipo.plantio
Estrato A:	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
		<b>Área Total =</b>		<b>320,97 m<sup>2</sup></b>				
Estrato A:	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
		<b>Área Total =</b>		<b>216,77 m<sup>2</sup></b>				

4. Para encontrar a estimativa de produção volumétrica de madeira, com respectivo erro amostras com 95% de confiança, foi necessário encontrar a variância de cada estrato e, desse modo, obter a média, a variância, a estimativa da variância da média e o total do estrato e sua respectiva variância.

Para isso, utilizamos as seguintes fórmulas:

$$\tau a = AA * \mu a$$

$$Var(\tau a) = AA^2 * V(\mu a)$$

Os resultados obtidos foram:

#### Estrato A

A				
Média	$\mu a =$	161,451846		
Variância	$\sigma^2 =$	488,20857		
Área total	AA =	320,97		
Número de parcelas	n =	22		
Estimativa da variância da média	$V(\mu a) =$	$V(\mu a) = \frac{\sigma^2}{n} =$		22,19129864
Total do estrato	$\tau a =$	$\tau a = AA * \mu a =$		51821,199
Variância do total	$Var(\tau a) =$	$Var(\tau a) = AA^2 * V(\mu a) =$		2286186,2

### Estrato B

B			
Média	$\mu_b =$	332,7583009	
Variância	$\sigma^2 =$	1340,68584	
Área total	AB =	216,77	
Número de parcelas	n =	18	
Estimativa da variância da média	$V(\mu_b) =$	$V(\mu_b) = \frac{\sigma^2}{n} =$	74,48254667
Total do estrato	$\tau_b =$	$\tau_b = AB * \mu_b =$	72132,01688
Variância do total	$Var(\tau_b) =$	$Var(\tau_b) = AB^2 * V(\mu_b) =$	3499877,733

### Total da Floresta

FLORESTA			
Total da floresta	$\tau_f = \tau(f) = \tau_a + \tau_b =$	123953,216	
Variância do total da floresta	$Var(\tau_f) =$	$Var(\tau_f) = Var(\tau_a) + Var(\tau_b) =$	5786063,951
Estatística T	$t_{(40-1)} =$	2,023	
Intervalo de confiança	$I =$	$I = \sqrt{Var(\tau_f)} * t_{(40-1)} =$	4866,172471
Estimador do total	$\tau_{ef} = \tau_{ef} = \tau_f \pm I =$	123953,216 + 4866,172471	m <sup>3</sup>

Portanto, obtivemos que a estimativa média com seu devido erro amostral é igual a 123953,2160 ± 4866,1725 ao representar o total da floresta.

- Para realizar a comparação dos resultados obtidos nos exercícios 1 e 4, foi necessário estimar o total volumétrico usando a amostragem simples. Assim, foi necessário multiplicar o valor da estimativa e o erro amostral dos exercícios pela área total da floresta. Tais resultados estão representados abaixo:

**Total AS:** 123387,1807

**Total AE:** 123953,216

**Intervalo de confiança AS:** 15243,9329

**Intervalo de confiança AE:** 4866,1724

**Comparação entre os intervalos de confiança:** 15243,9329 / 4866,1724 = 3,132633

Observando o valor das duas, percebe-se que os totais são valores próximos, porém, o intervalo de confiança varia muito, no qual, o da amostragem simples é mais que 3 vezes maior do que o da amostragem estratificada.

Portanto, conclui-se que a amostragem estratificada gera resultados mais precisos em comparação à amostragem simples, nessa situação.

6. Para conseguir encontrar o número total de árvores no bairro, foi necessário calcular a estimativa da média de árvores por quadra, com o intervalo de confiança de 95%. Posteriormente, foi necessário multiplicar o número de quadras que resultou na estimativa total de árvores no bairro.

Para isso, alguns dados foram necessários: média ( $\mu$ ), variância (Var), tamanho da amostra ( $n$ ), tamanho total ( $N$ ), correção para população finita (Cor.), Variância da média (Var( $\mu$ )) e a estatística  $t$  ( $t$ ).

Alguns dados possuem valores comuns, como:  $N = (140 \text{ Praças-Canteiro e } 275 \text{ Quadras}) = 415$ ;  $n = 100$ ; Cor.  $(1-n/N) = 0,76$  e;  $t$  (100 e 95%) = 1,984.

Os resultados obtidos foram:

**Nº de árvores:**

Média = 22,40

Variância = 301,6162

Estimativa da variância da média = 3,0162

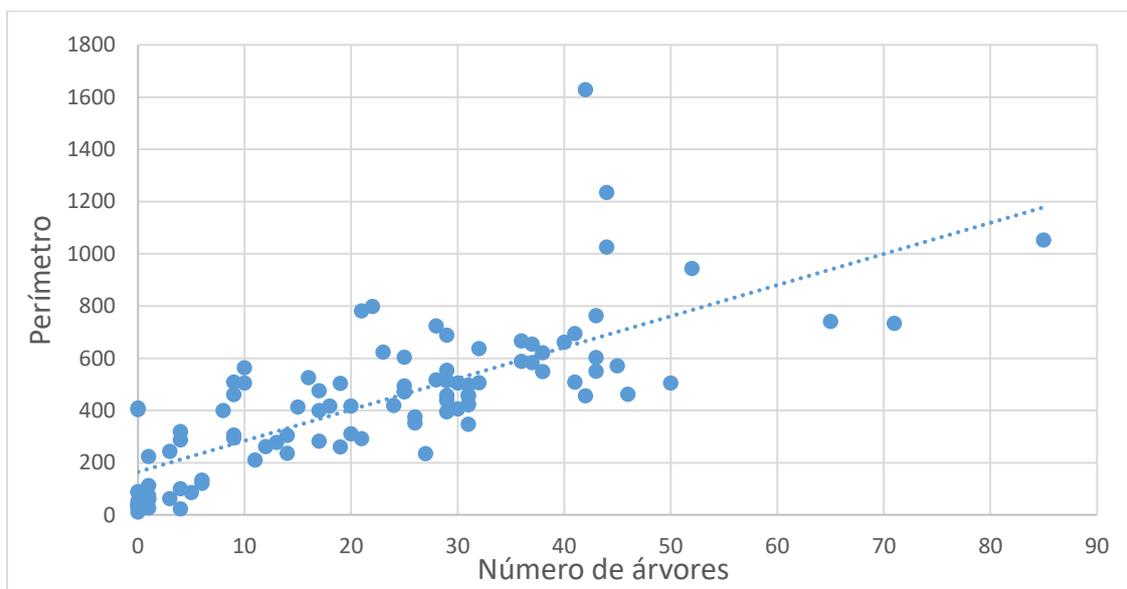
Intervalo de conf. 95% = 3,44563

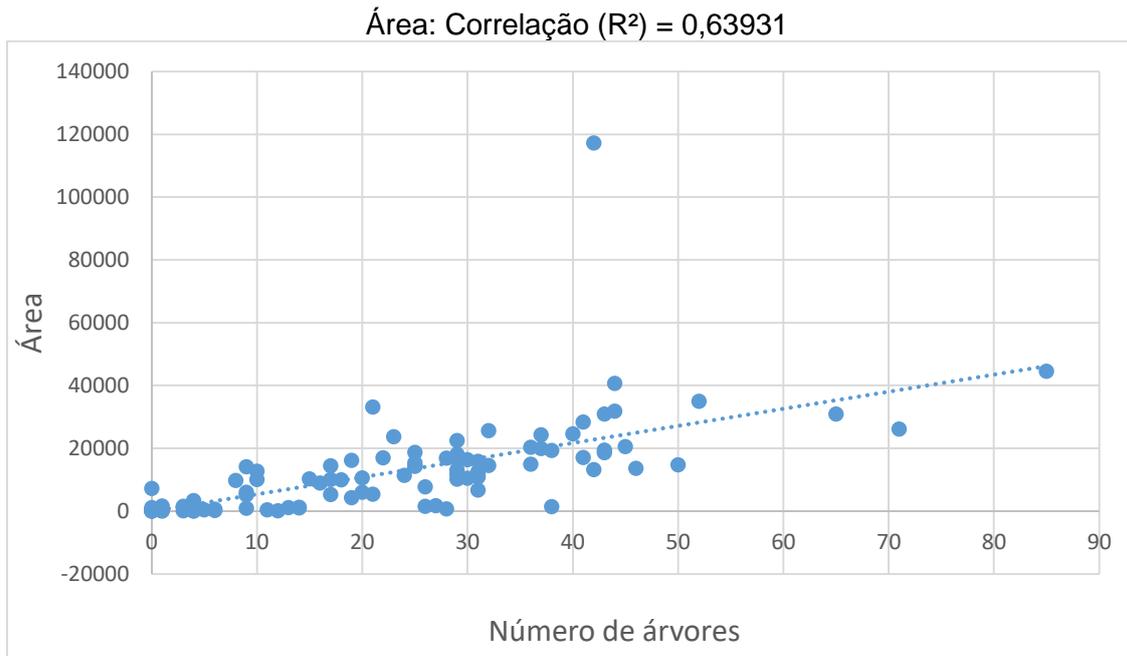
Estimativa da média =  $22,40 \pm 3,44563$

Estimativa do total =  $9296 \pm 1429,93754$

7. Para escolher qual medida auxiliar utilizar, foram criados dois gráficos (Perímetro e Área), para auxiliarem na decisão do estimador (razão ou regressão).

Perímetro: Correlação ( $R^2$ ) = 0,75689





Devido ao maior coeficiente de correlação, optou-se pelo uso do perímetro como variável auxiliar, no qual, o estimador da reta de correlação entre as variáveis não passa pela origem.

Portanto, o estimador de regressão será o escolhido, onde, o mesmo possui maior correlação com o número de árvores e, caso houvesse a necessidade de encontrar o número de árvores através do perímetro, haveria uma maior precisão.

8. Para realizarmos o cálculo da estimativa do número total de árvores de vias públicas no bairro, foi necessário realizar os cálculos com base no estimador de regressão. Desse modo, foi usada a estatística para um intervalo de confiança de 95%.

Primeiramente, foi calculado o estimador de razão, através da divisão da média de  $y$  pela média de  $x$ . Posteriormente, foi calculado a variância populacional através da fórmula:

$$S^2 = \sum (y_i - R \cdot x_i)^2 / (n - 1).$$

Posteriormente, a variância do estimado de razão foi obtida pela divisão da variância populacional ( $S^2$ ) pelo tamanho de amostra ( $n$ ) e logo após, foi realizada a multiplicação da média amostral de  $x$  ao quadrado e pela correção para a população finita:

$$\text{Var}(R) = S^2/n \times (1/\mu_x)^2 \times (1 - n/N).$$

O erro padrão foi obtido pela razão do resultado estatístico t-student, multiplicado pela raiz da variância do estimador de razão. Assim, para obter-se o total de árvores no bairro, é realizada a multiplicação do estimador de razão pelo tau ( $x$ ).

O resultado obtido, do total de árvores no bairro, é de: 9835,165 ± 428,87842.

- 9.
- 10.