

Prova 2 – Inventário Florestal

Raissa Sartori Martins dos Santos – 10755881

Floresta de Eucalipto

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

Utilizando os dados disponibilizados da amostragem de 40 árvores (n), realizado em um plantio de eucalipto, foi calculada a média e o respectivo erro amostral de cada um dos atributos: número de fustes, área basal, volume, DAP, altura, altura média das árvores dominantes e DAP quadrático.

Para calcular, foi necessário encontrar a média aritmética (μ) e variância (σ) de cada atributo. Com esses dois valores, é possível calcular a variância da média através da fórmula:

$$Var(\mu) = \frac{\sigma}{n}$$

Então, calcula-se o erro padrão (S) através da fórmula abaixo, e encontra-se o valor do teste T de Student (t), considerando o intervalo de confiança e n-1, no caso do exercício, é igual a 39. O valor de t de Student então é $t_{(0,975;39)} = 2,023$ para a realização dos cálculos a seguir.

$$S = \sqrt{Var(\mu)}$$

O intervalo de confiança (I.C.) e o erro amostral (I.C.%), por fim, são calculados através das fórmulas:

$$I.C. = S \cdot t$$

$$I.C. \% = \frac{I.C.}{\mu}$$

Abaixo, todos os valores encontrados para os diferentes atributos.

Número de fustes	Área Basal	Volume	DAP
Média: 1578,410	Média: 23,719	Média: 226,667	Média: 15,607
Variância: 42176,495	Variância: 18,367	Variância: 7028,443	Variância: 6,549
V (u): 1054,412	V (u): 0,459	V (u): 175,711	V (u): 0,164
Erro padrão: 32,472	Erro padrão: 0,678	Erro padrão: 13,256	Erro padrão: 0,405
T stud. 2,023	T stud. 2,023	T stud. 2,023	T stud. 2,023
Int.	Int.	Int.	Int.
Confiança 65,680	Confiança 1,371	Confiança 26,812	Confiança 0,818
I.C. (%) : 4,16%	I.C. (%) : 5,78%	I.C. (%) : 11,83%	I.C. (%) : 5,24%

Altura	Altura m. Dominantes	DAP quad.
Média: 22,034	Média: 23,908	Média: 13,847
Variância: 27,917	Variância: 43,692	Variância: 1,870
V (u): 0,698	V (u): 1,092	V (u): 0,047
Erro padrão: 0,835	Erro padrão: 1,045	Erro padrão: 0,216
T stud. 2,023	T stud. 2,023	T stud. 2,023
Int. Confiança 1,690	Int. Confiança 2,114	Int. Confiança 0,437
I.C. (%): 7,67%	I.C. (%): 8,84%	I.C. (%): 3,16%

QUESTÃO 2: Encontre o tamanho de amostra para o erro amostral de 5% (coeficiente de confiança de 95%) para o atributo da produção volumétrica de madeira.

Para encontrar o tamanho da amostra ideal para um erro de 5%, é preciso calcular o coeficiente de variação e então seguir a fórmula representada abaixo e refazer até que o coeficiente T de Student fique estável.

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

Em que:

$$V\% = \frac{\sqrt{\sigma}}{\mu} \cdot 100$$

Após o cálculo do V% e a substituição dos valores na fórmula de n* utilizando o T student apresentado antes e realizar repetições até que os números se estabilizassem, é possível concluir que o tamanho amostral necessário para um erro de 5% é de 213 parcelas, como demonstra a tabela abaixo.

Volume
V% 36,986
T. stud. 2,023
E% 5
n*: 223,873
n* arredondado: 224
T. stud.: 1,971
n*: 212,503
n* arredondado: 213
T. stud.: 1,971
n*: 212,623
n* arredondado: 213
T. stud.: 1,971

QUESTÃO 3: 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.

Através dos dados disponibilizados e, de acordo com o livro “Quantificação de Recursos Florestais” os estratos são, de forma geral, definidos pelas práticas de implantação e manejo da floresta. Baseando-se nessas informações, os estratos foram definidos com base no manejo realizado, separando os dados em dois estratos: com manejo “reforma” e “condução”.

Estrato I: Condução

Talhão	Idade	Área	Rotação	Espaçamento	Espécie	Manejo
15	6,041	23,4	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO
16	6,184	28,05	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO
17	6,186	36,55	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO
18	6,230	54,47	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO
19	6,178	46,87	2	300x200	E. grandis	CONDUÇÃO
27	5,852	55,48	2	300x180	E. grandis	CONDUÇÃO
Total:		272,69				

Estrato II: Reforma

Talhão	Idade	Área	Rotação	Espaçamento	Espécie	Manejo
11	3,334	26,06	1	330X180	E. grandis	REFORMA
12	3,323	22,41	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA
13	3,329	31,05	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA
26	3,351	27,87	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA
28	3,145	51,42	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA
29	3,107	80,09	1	330X180	E. grandis x E. urophylla	REFORMA
30	2,762	44,7	1	330x220	E. grandis	REFORMA
31	2,756	26,34	1	330x220	E. grandis	REFORMA
32	2,805	11,03	1	330x220	E. grandis	REFORMA
Total:		565,79				

QUESTÃO 4: 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.

Inicialmente, foi calculado o índice dos estratos a partir da fórmula:

$$a_h = \frac{N_t \cdot (N_t - n_h)}{n_h}$$

O próximo passo é calcular a variância (σ) e as médias de volume (μ) para cada estrato, da mesma forma da questão 1. Com essas informações, é necessário calcular a média total do inventário, para isso é necessário multiplicar as médias de cada estrato pelo N individual e então somá-los. A média total é obtida a partir da soma dessa multiplicação, dividido pelo N total.

Estratos	Manejo	N	n	a	Variância	Média	Média * N
Estrato I	Condução	17	17	54,118	1141,992	317,979	5405,644
Estrato II	Reforma	23	23	29,565	423,912	159,176	3661,038
Total		40	40				9066,682

$$\text{Média Volume (m}^3\text{)} = \frac{9066,682}{40} = 226,667 \text{ m}^3$$

O terceiro passo é o cálculo da variância total da média para cada estrato, necessária para o cálculo do intervalo de confiança pode ser calculado através da fórmula:

$$\text{Variância total (VT)} = N^2 \cdot \frac{\sigma}{n}$$

Após a soma das variâncias totais calculadas para cada estrato, a variância média é calculada pela fórmula:

$$\text{Var}(\mu) = \frac{\sum VT}{N^2} = 18,227$$

Então, será calculado o tamanho efeito das amostras através da fórmula:

$$n_E = \frac{(\sum_{h=1}^L a \cdot \sigma)^2}{\sum_{h=1}^L \left(\frac{(a \cdot \sigma)^2}{n-1} \right)} = 22,475$$

Estratos	Manejo	N	n	Var total	a*s	(a*s) ² /n-1
Estrato I	Condução	17	17	19413,856	61801,894	238717131,568
Estrato II	Reforma	23	23	9749,976	12533,051	7139880,402
Total		40	40	29163,832	74334,945	245857011,971

O tamanho efetivo da amostra é utilizado para encontrar a estatística T de Student, utilizada no cálculo do intervalo de confiança, por isso seu valor será arredondado para baixo e o valor de t é igual a $t_{(0,975;22-1)} = 2,080$.

Por fim, o intervalo de confiança de 95% é:

$$I.C. = t_{(0,975;21)} \cdot \sqrt{Var(\mu)} = 2,080 \cdot \sqrt{18,227} = 8,879$$

Em porcentagem, dividindo-se o intervalo de confiança de 95% pela média amostral, resultou em 3,92%, número menor que o primeiro tipo de amostragem.

Média	226,667
Variância Média	18,227
Tamanho efetivo	22,475
	22
T student	2,080
I.C. 95%	8,879
I.C. %	3,92%

QUESTÃO 5: 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.

Os valores de erro amostral foram bastante diferentes, sendo 11,83% para a questão 1 e 3,92% para a questão 4, apesar da média encontrada ter sido a mesma. Isso se dá pela estratificação e aproximação dos dados da realidade, pois quando se faz os cálculos comparando cada estrato e suas quantidades, é mais preciso do que extrapolar os dados para a quantidade geral, sem considerar os diferentes manejos.

Inventário Urbano do Bairro Jardins, Cidade de São Paulo

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

Para calcular a estimativa do número total de árvores de vias públicas através da amostragem aleatória simples, seguiu-se, de forma geral, a mesma metodologia da questão 1. O total foi calculado a partir da fórmula:

$$\tau = N \cdot \mu$$

A tabela abaixo demonstra os valores encontrados, sendo a média de 22,790 árvores por quadra, o total de árvores igual a 9457,85 e erro amostral de 3,698 ou 16,23%.

N° de árvores	
Média:	22,790
Total:	9457,85
Variância:	347,359
V (u):	3,474
Erro padrão:	1,864
T stud.	1,984
Int. Confiança	3,698
I.C. (%) :	16,23%

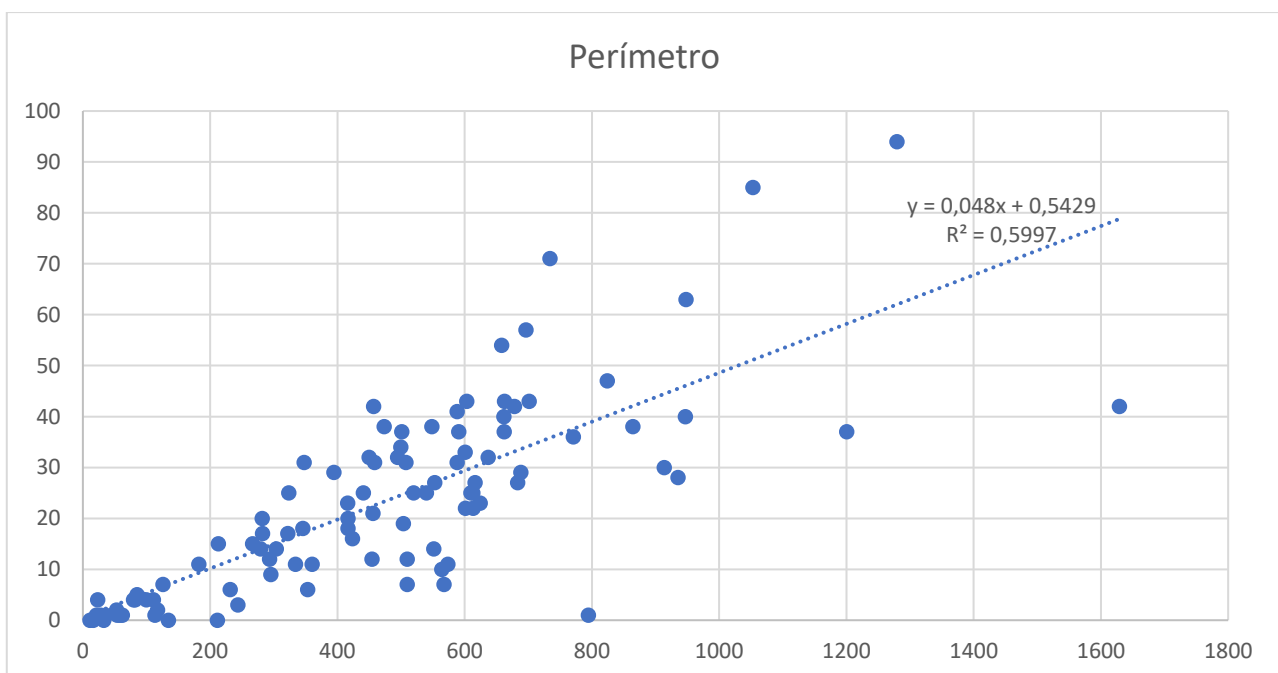
QUESTÃO 7: Ignore novamente o tipo de quadra. Se você fosse utilizar uma medida auxiliar para estimar o número total de árvores de vias públicas no bairro, qual você utilizaria: a área da quadra ou o perímetro da quadra? Qual estimador você utilizaria? Justifique detalhadamente sua resposta.

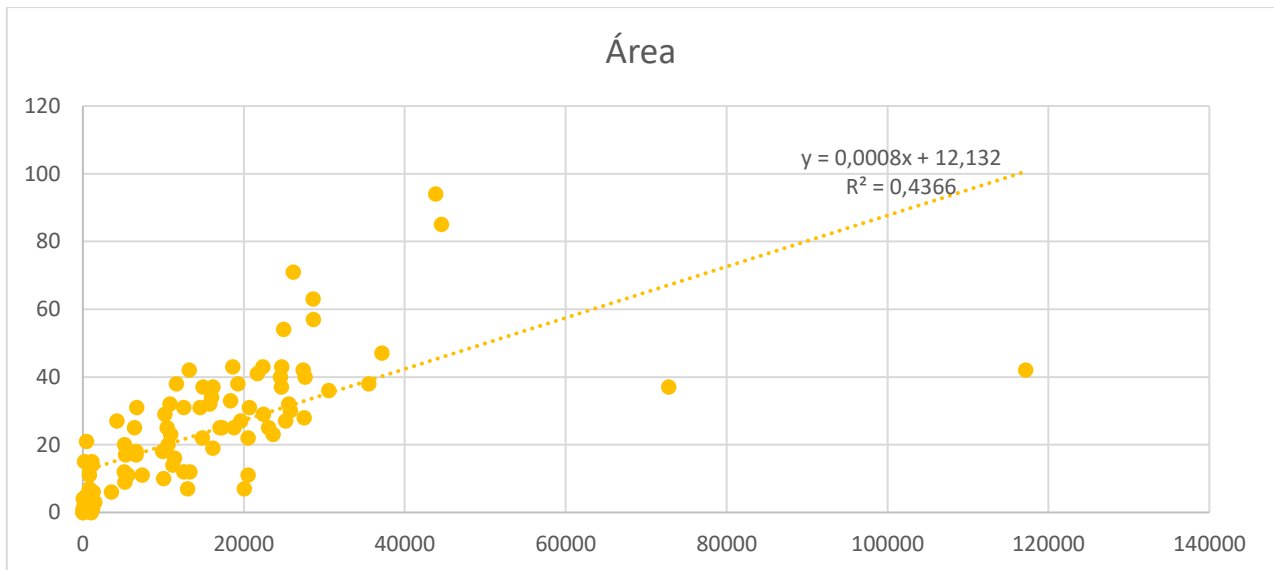
Como medida auxiliar, utilizaria o perímetro da quadra, pois, analisando os gráficos individuais de dispersão e seus devidos R^2 , é possível notar que o perímetro e o número de árvores estão mais correlacionados do que área. Além disso, foi utilizada a fórmula “correlação” do Excel, que demonstra que a correlação perímetro x n° de árvores é maior do que área x n° de árvores.

Correlação:

- Perímetro x n° de árvores: 0,774

- Área x n° de árvores: 0,661





Como a medida auxiliar escolhida foi o perímetro, e é possível notar que ela satisfaz as propriedades do estimador de razão, de acordo com o mesmo livro citado acima, a relação média entre a medida de interesse e a medida auxiliar pode ser representada por uma reta; a reta passa pela origem do plano cartesiano e o grau de dispersão ao redor da reta é proporcional aos valores da medida auxiliar. Com base nisso, irei utilizar o estimador de razão.

QUESTÃO 8: 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 (coeficiente de confiança de 95%).

Inicialmente, para encontrar o valor da estimativa do número total de árvores, foi necessário encontrar o total da variável medida auxiliar X (perímetro) e da medida de interesse Y (número de árvores). A razão entre esses totais é o estimador de razão, como demonstra a fórmula abaixo.

$$R = \frac{\tau_y}{\tau_x} = \frac{9457,850}{192183,388} = 0,049 \text{ árvores/m}$$

Então, para encontrar o erro amostral foi necessário encontrar a variância do estimador de razão, encontrada pela fórmula:

$$Var(R) = \frac{1}{\mu_x^2} \cdot \frac{\sigma^2}{n} \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Sendo a variância populacional (σ) calculada através de:

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (y - R \cdot x)^2}{n - 1}$$

Com esses valores, foi possível então, encontrar o erro amostral através da fórmula:

$$I.C. 95\% = \sqrt{Var(R)} \cdot t_{(0,975;99)} = 0,004$$

Var. Populacional	139,185
Var. Estimador	4,93E-06
T. stud.	1,984
I.C. 95%	0,004
E%	5
V%	23972,813
T. stud.	1,984
n*:	414,019
n* arredondado:	415
T. stud.:	1,966
n*:	414,000
n* arredondado:	415

Além disso, o tamanho amostral ideal seria de 415 parcelas para esta análise.