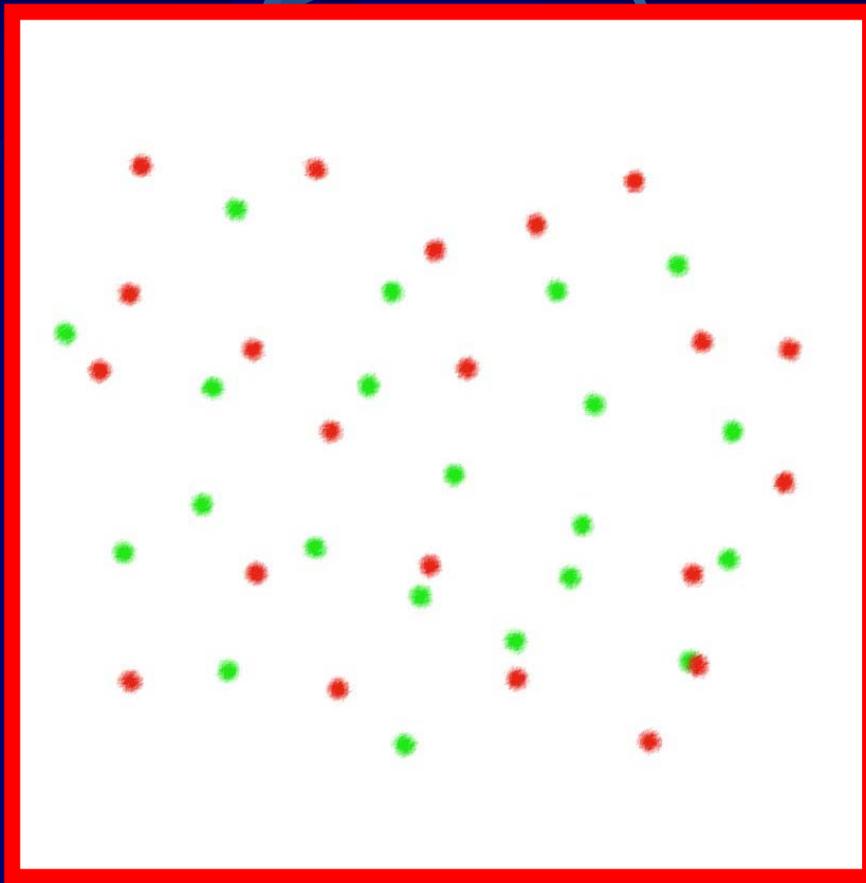


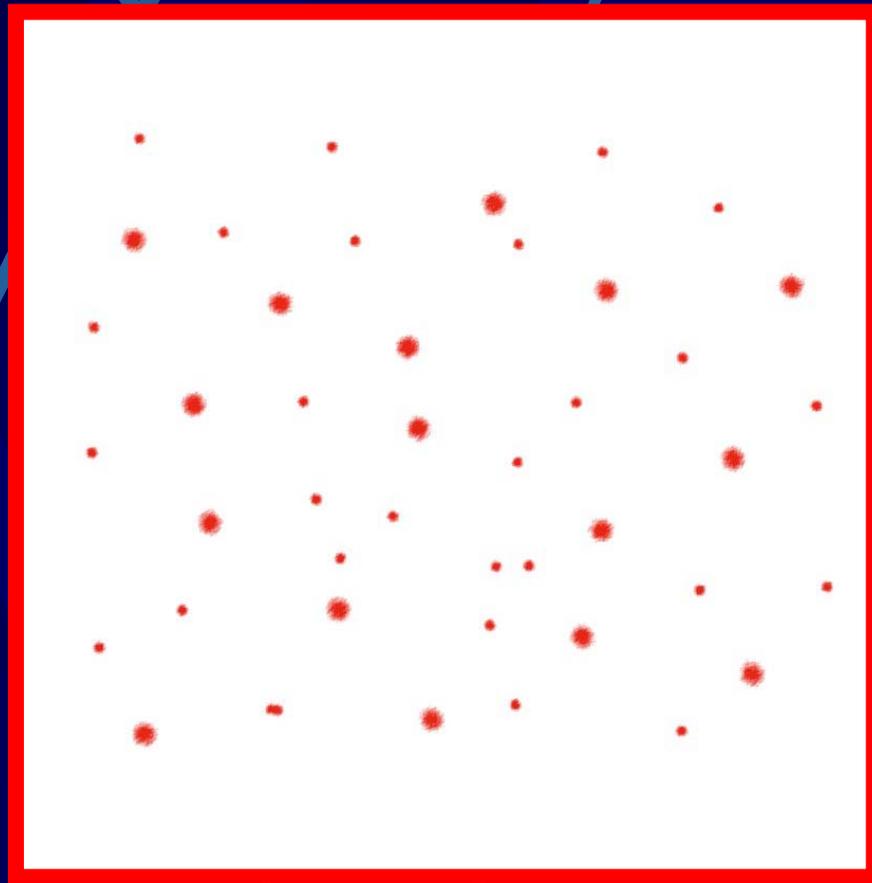
Inventário Florestal

Amostragem de
variáveis
binomiais

O que é uma variável binomial?



2 qualidades

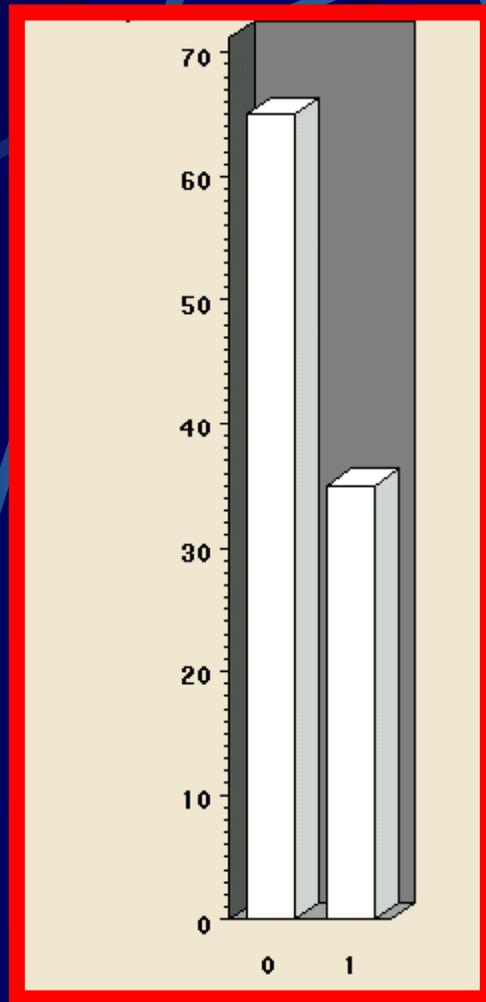


2 tamanhos

Exemplo de variável binomial:

- **Morta e viva**
- **Doente e sadia**
- **Macho e fêmea**
- **Jovem e adulto**
- **Degradado e não degradado**
- **Germinação de sementes.**

Distribuição de frequência:



0 0 0 0 0
0 1 1 0 0
0 0 0 0 0
0 0 1 0 0
1 0 0 0 0
1 1 1 0 0
1 0 1 0 0
0 0 1 0 1
0 0 1 0 1
1 0 0 0 1

Média:

0
0
0
0
1
1
1
0
0
1

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0 + 1}{10} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$\hat{p} = \bar{x} = 0,4 = \textit{proporção}$$

Variância da média:

$$s_{\hat{p}}^2 = \frac{n\hat{p}(1-\hat{p})}{n(n-1)} \cdot \left(\frac{N-n}{N}\right)$$

$$s_{\hat{p}}^2 = \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{(n-1)} \cdot \left(\frac{N-n}{N}\right)$$

Intervalo de confiança:

$$\hat{p} \pm t \cdot \sqrt{S_{\hat{p}}^2}$$

Erro da amostragem:

$$EA\% = \frac{100 \cdot t \cdot \sqrt{s_{\hat{p}}^2}}{\hat{p}}$$

t com (n-1) g.l.

Intensidade da amostragem:

Populações finitas:

$$n^* = \frac{t^2 \cdot N \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}{d^2 \cdot N + t^2 \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}$$

d = erro desejado (valor absoluto)

Intensidade da amostragem:

Populações infinitas:

$$n^* = \frac{t^2 \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p}) + d^2}{d^2}$$

d = erro desejado (valor absoluto)

Exercício:

Você deseja conhecer o número de árvores mortas em um fragmento florestal na região de Piracicaba cuja área é de 3,6 ha e realizou uma amostragem simples ao acaso de 20 árvores. Um levantamento do fragmento mostrou que a área possui em média 689 árvores por hectare. Calcular os seguintes valores:

- a) Número total de árvores mortas no fragmento.**
- b) Erro da amostragem**
- c) Intensidade da amostragem para um erro de 0,05 e probabilidade de 95%**

Dados:

<i>Árvore</i>	<i>Situação</i>	<i>Árvore</i>	<i>Situação</i>
1	M	11	V
2	V	12	V
3	V	13	M
4	V	14	M
5	V	15	M
6	M	16	V
7	V	17	V
8	M	18	M
9	V	19	M
10	V	20	V

Resultado

$$\hat{p} = 0,40$$

$$s_{\hat{p}}^2 = 0,01253$$

$$n = 20$$

$$N = 2480,40$$

$$EA\% = 55,95$$

$$n^* = 385 \text{árvores}$$

Diversas proporções:

Estimativa simultânea de diversas proporções: mais de duas classes (abundantes, raras e frequentes; 3 ou mais candidatos; diversas classes de DAP; 3 ou mais faixas etárias, etc..)

Thompson, Sampling, (1992)

Exemplo:

Você necessita coletar uma amostra de freqüentadores de um Parque Florestal, para estimar a proporção da população em cada classe de idade.

Você deseja que o intervalo de confiança tenha 95% de probabilidade e seja de 0,03 das proporções estimadas. Você não sabe em quantas classes deve ser dividida a população. Qual o tamanho da amostra aleatória que você deve selecionar?

Tabela de Thompson:

α	$d^2 n^*$	n^* para $d=0,05$	m
0,50	0,44129	177	4
0,40	0,50729	203	4
0,30	0,60123	241	3
0,20	0,74739	299	3
0,10	1,00635	403	3
0,05	1,27359	510	3
0,025	1,55963	624	2
0,02	1,65872	664	2
0,01	1,96986	788	2
0,005	2,28514	915	2
0,001	3,02892	1212	2
0,0005	3,33530	1342	2
0,0001	4,11209	1645	2

Significado da Tabela:

Nota :	<i>α = probabilidade da estimativa estar fora do intervalo de confiança ($1 - \alpha$ = probabilidade da estimativa estar dentro do intervalo de confiança).</i>
	<i>d = valor do intervalo de confiança desejado (0,05, p. ex.).</i>
	<i>n^* = tamanho da amostra.</i>
	<i>m = número máximo de empates e as demais proporções sendo zero.</i>

Cálculos:

$$d = 0,03$$

$$\alpha = 0,05$$

$$d^2 n^* = 1,27359$$

$$n^* = \frac{1,27359}{0,03^2} = 1415 \text{ pessoas}$$

Se N for conhecido:

$$n^{**} = \frac{1}{\frac{1}{n^*} + \frac{1}{N}} = \frac{1}{\frac{1}{1415} + \frac{1}{2000}} = 829 \text{ pessoas}$$

*Amostragem
sistemática*

Definição:

A amostragem sistemática envolve a seleção aleatória de um elemento entre os k primeiros elementos e então a seleção é feita a cada k elementos. k é chamado de intervalo de amostragem e é calculado como:

$$k = \text{Int}\left(\frac{N}{n}\right),$$

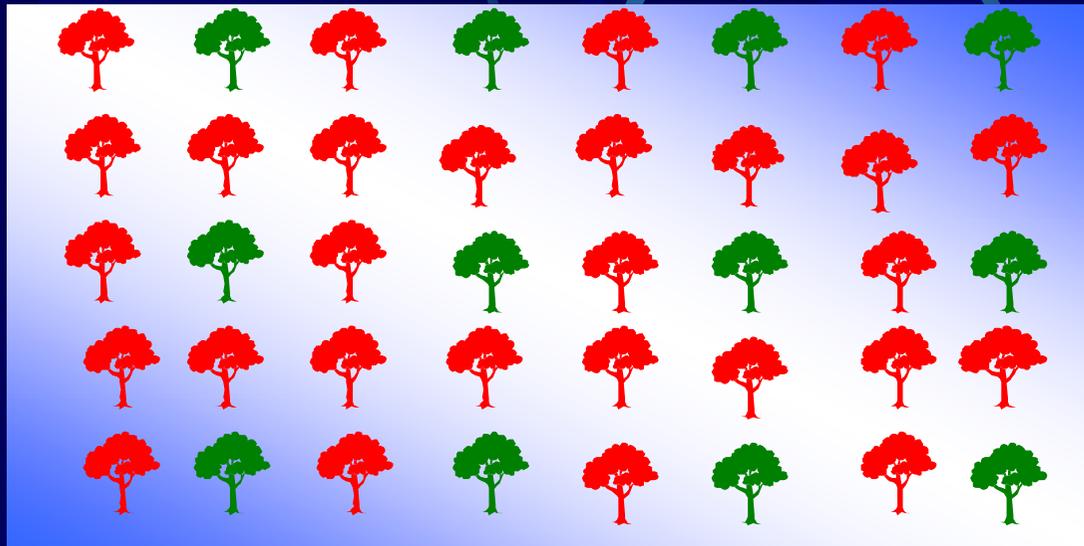
onde : Int = inteiro

N = elementos_na_população_(tamanho_da_população)

n = elementos_na_amostra(tamanho_da_amostra)

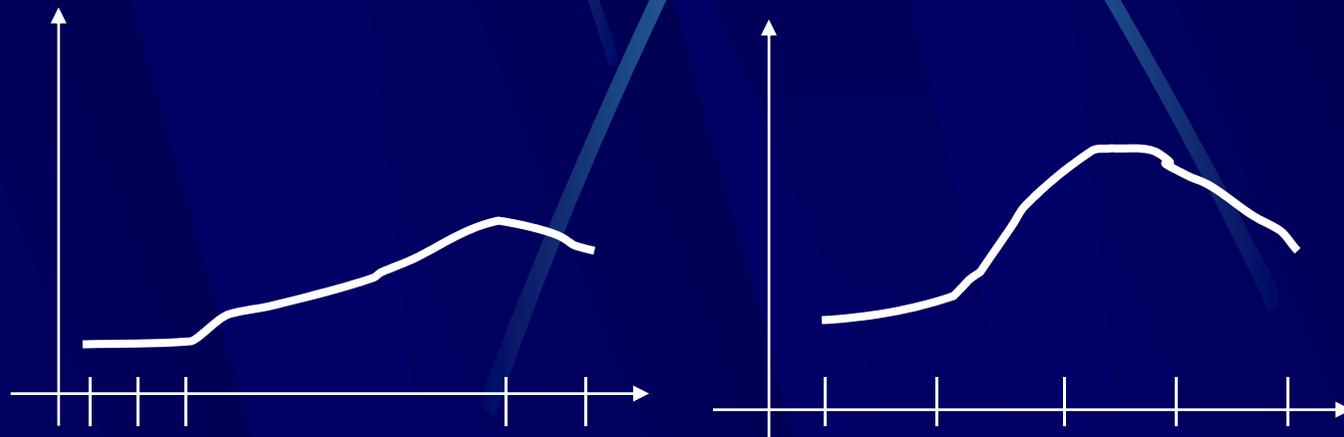
Razões para uso:

1. Em muitas situações a amostragem sistemática é muito mais efetiva em relação ao custo de coleta de dados do que a ASA.



Razões para uso:

2. Dá mais informação para cada amostra, pois os elementos de cada amostra são distribuídos de forma mais homogênea na área.



Razões para uso:

3. Pode ser usada quando não se conhece a estrutura da amostragem antes do levantamento.

Ex.: Estamos interessados em conhecer o dano causado por uma determinada praga (*Sirex noctilio* – Vespa da madeira) em uma plantação de *Pinus*. Não conhecemos o número de plantas na área de estudo. Avaliamos 1 planta a cada 500 e no final temos 35 plantas avaliadas. Quantos árvores temos na área de estudo?

Razões para uso:

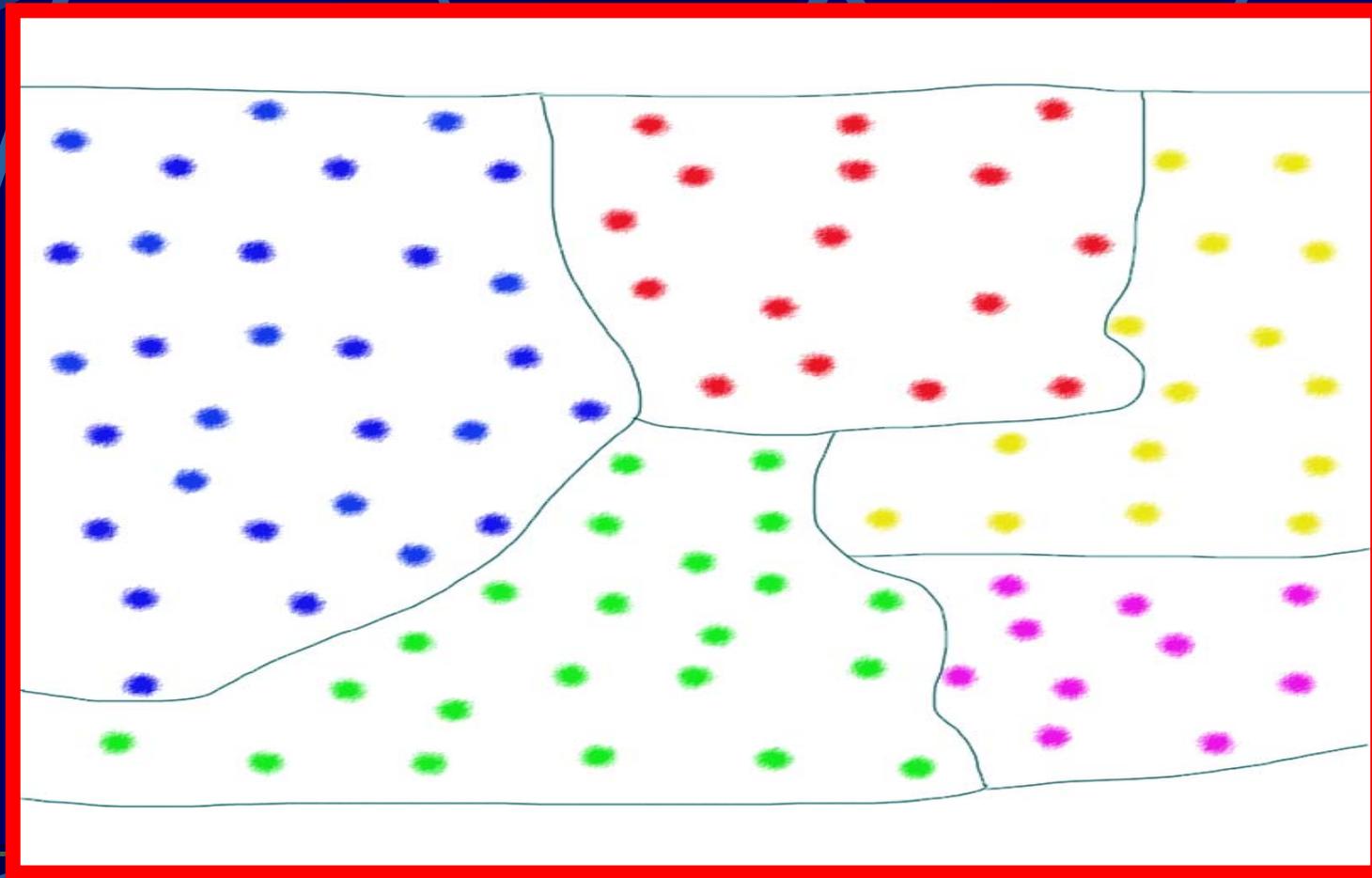
$$k = \frac{N}{n} \implies N = n.k = 35 \times 500 = 17.500 \text{ pés}$$

Razões para uso:

4. As mesmas fórmulas usadas para ASA podem ser usadas para AS, para estimar a média da população, o total e a proporção.

5. Possibilita o uso dos dados da amostragem (principalmente quando geo-referenciados – GPS) para a elaboração de mapas de distribuição espacial.

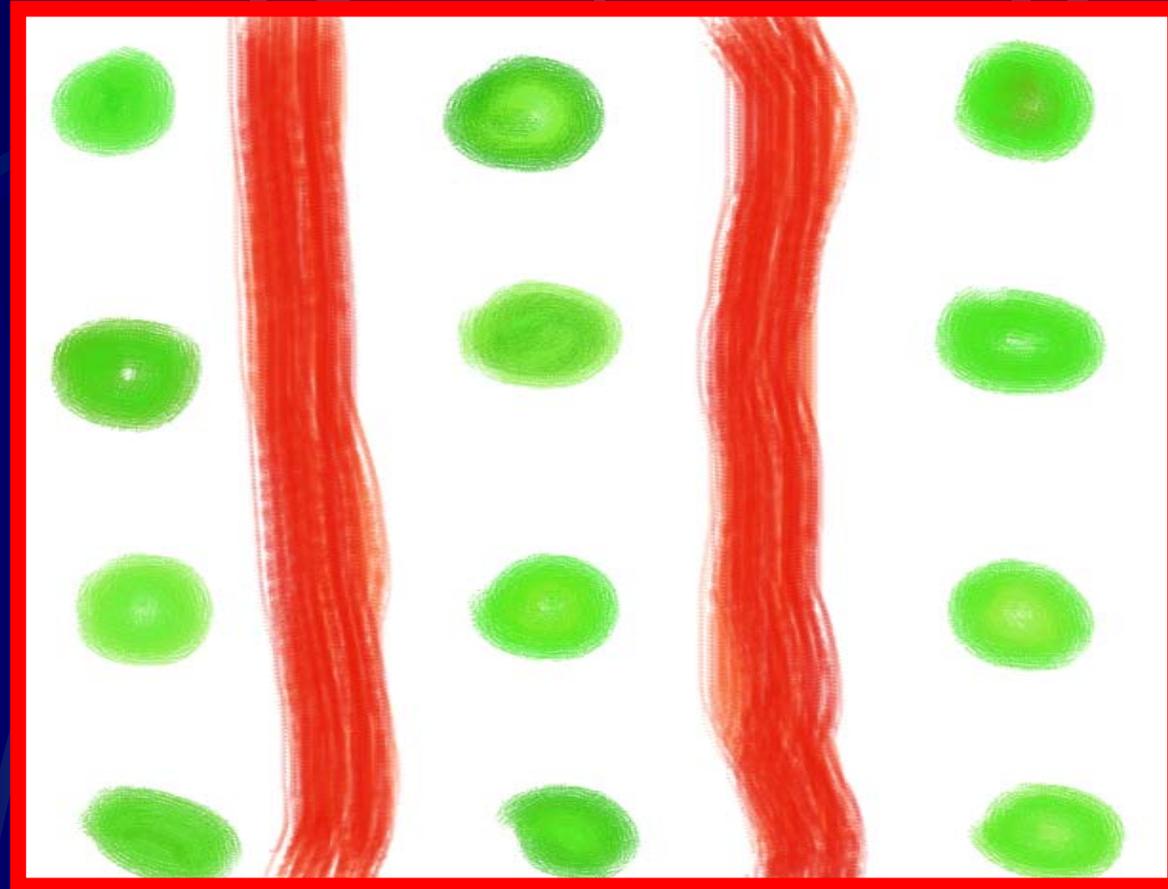
Mapa de distribuição espacial:



Desvantagens:

- 1. A estimativa da variância é enviesada (sempre maior).**
- 2. Quando a população é periódica as estimativas da média e variância são também enviesadas.**

Desvantagens:



*População
periódica*

Exercício:

Em uma foto aérea de 23x23 cm, na escala de 1:25000, utilizando-se uma grade de pontos sistemática de 0,5 cm de distância entre pontos, contou-se 366 pontos com florestas. Verificar se a amostragem está dentro dos 10% de erro desejado, com 95% de probabilidade.

Determinar a área total de florestas na foto aérea e seu respectivo intervalo de confiança. Calcule o erro da amostragem. Caso as especificações do levantamento não sejam satisfeitas, qual seria o intervalo da grade de pontos utilizada?

Solução:

Área da foto = 3306 ha

Pontos amostrados = $529/0,25 \text{ cm}^2 = 2116$

Proporção de florestas = $366/2116 = 0,1730$

N = infinito

Desvio da proporção = 0,0082

Erro da amostragem = 9,51 %

Área total com floresta = $3306 \times 0,1730 = 571,94 \text{ ha}$

Intervalo de confiança = $571,94 \pm 54,39 \text{ há}$

$d = 0,10 \times 0,1730 = 0,01730$

$n^* = 1914$ pontos

Grade = 0,53 cm

*Obrigado e
até a
próxima
aula !!!*