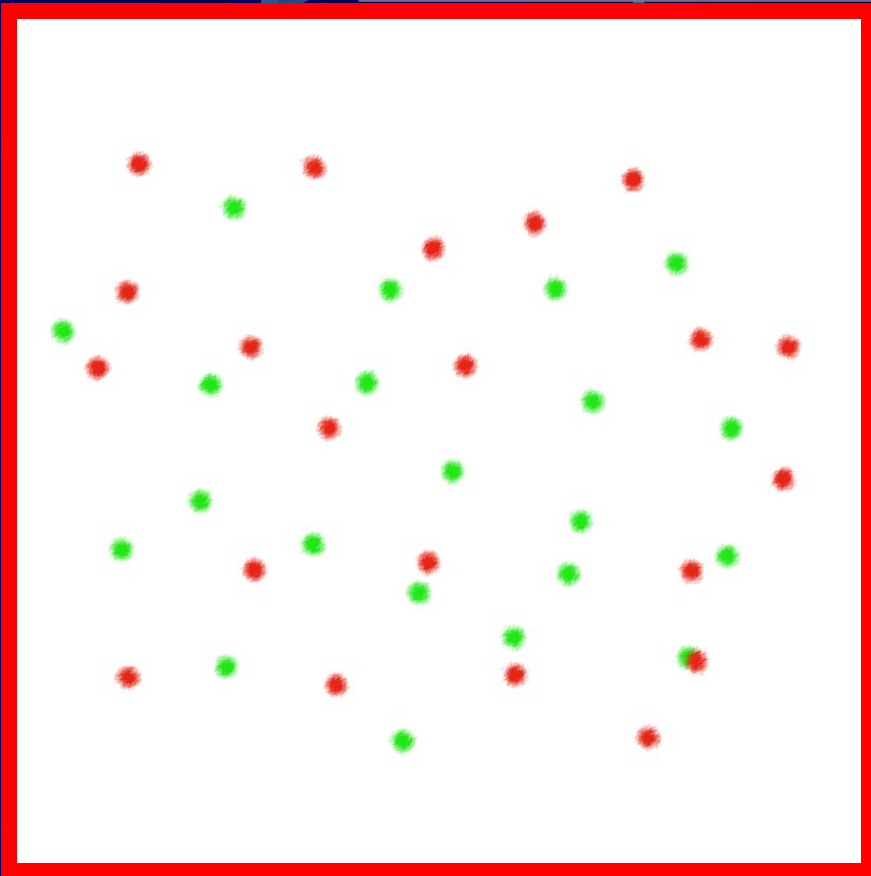


# *Inventário Florestal*

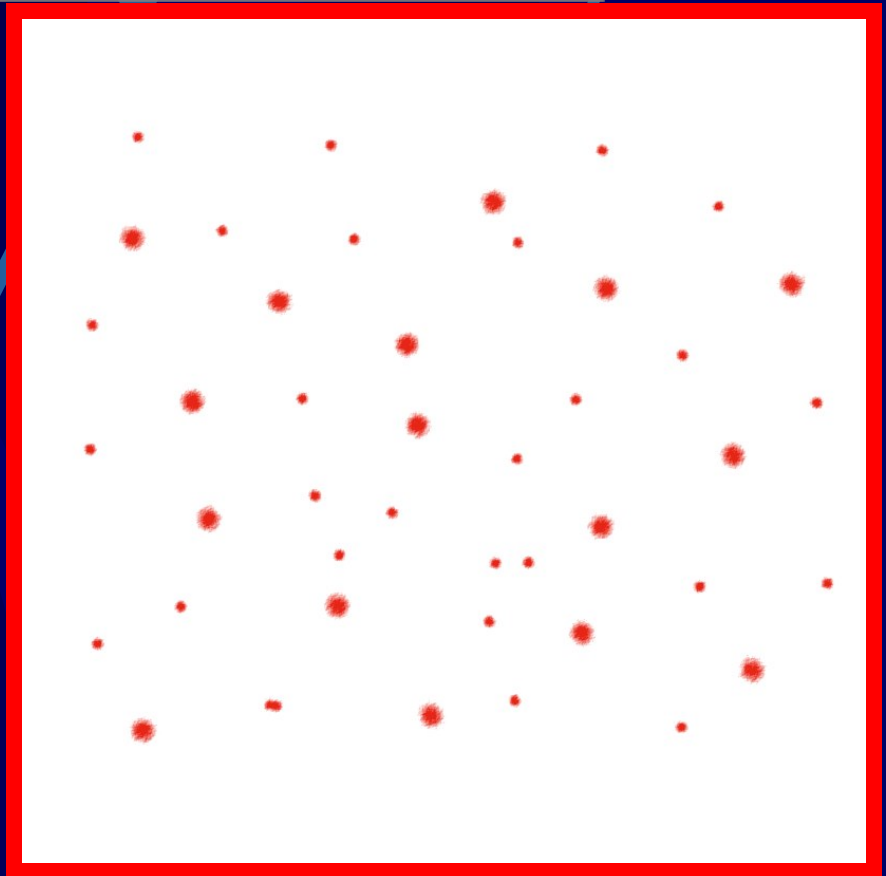
---

Amostragem de  
variáveis  
binomiais

# O que é uma variável binomial?



**2 qualidades**



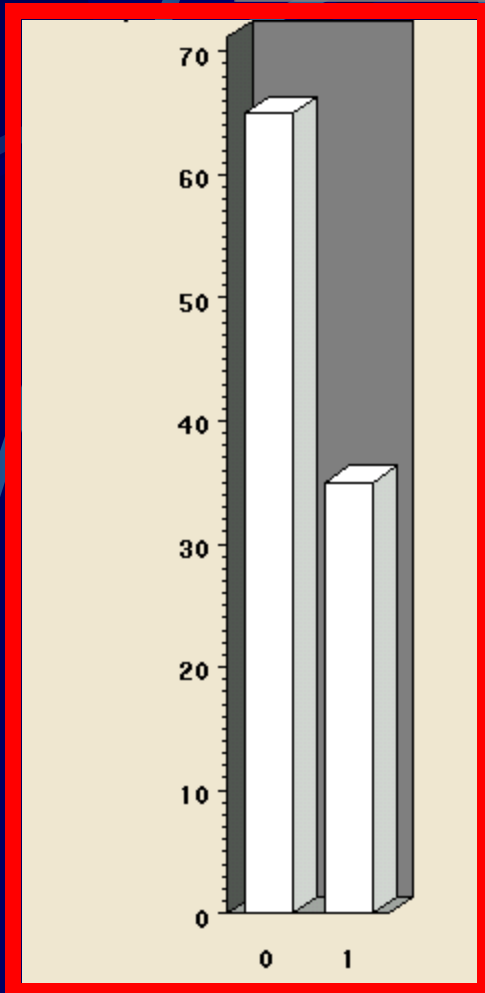
**2 tamanhos**

# Exemplo de variável binomial:

---

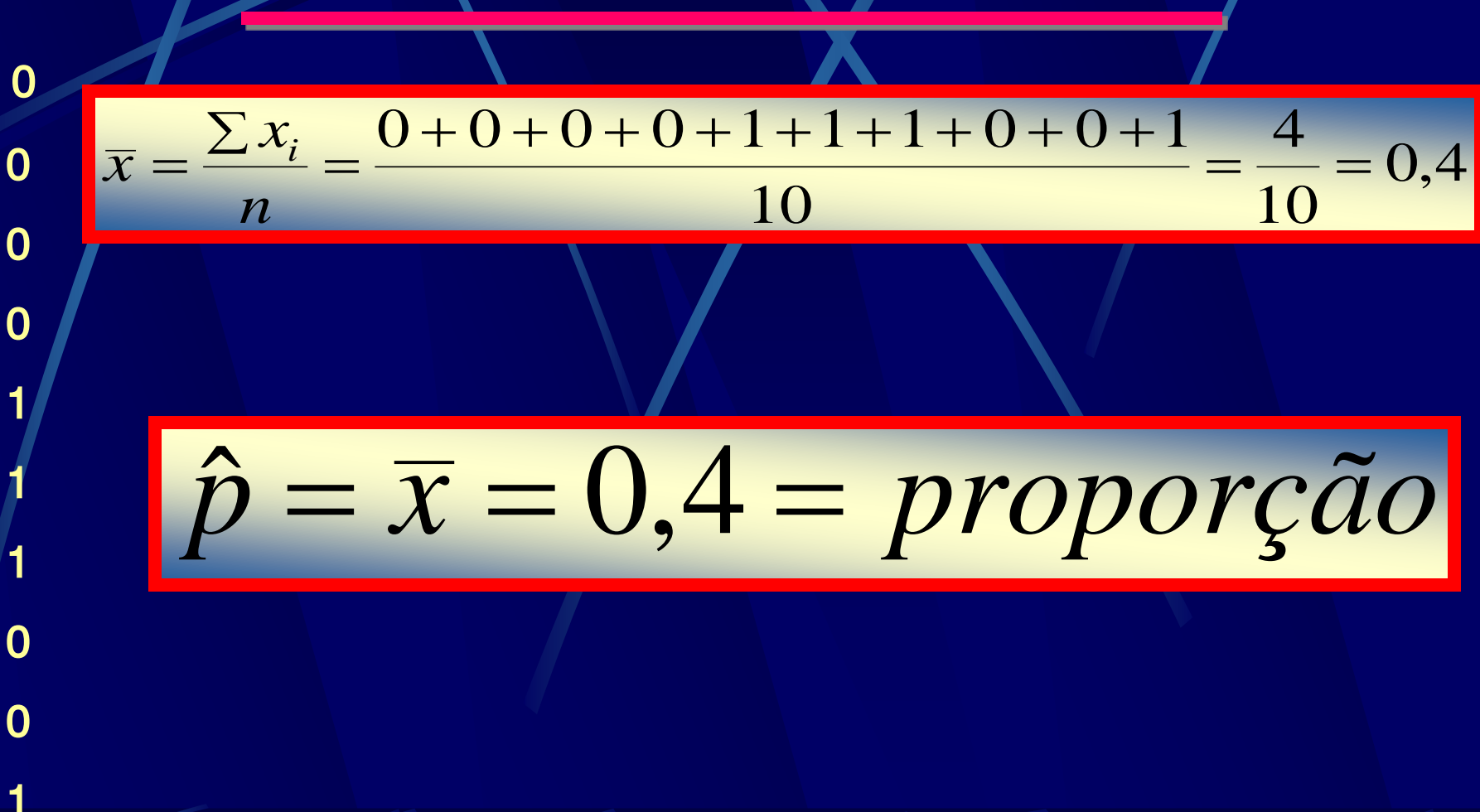
- **Morta e viva**
- **Doente e sadia**
- **Macho e fêmea**
- **Jovem e adulto**
- **Degradado e não degradado**
- **Germinação de sementes.**

# 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:


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

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

# 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

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

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

$$n = 20$$

$$N = 2480,40$$

$$EA\% = 55,95$$

$$n^* = 333\text{árvores}$$

# *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 frequentadores 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:

$\alpha$	$d^2 n^*$	$n^*$ 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><math>\alpha</math> = probabilidade da estimativa estar fora do intervalo de confiança (<math>1 - \alpha</math> = probabilidade da estimativa estar dentro do intervalo de confiança).</i>
	<i><math>d</math> = valor do intervalo de confiança desejado (0,05, p. ex.).</i>
	<i><math>n^*</math> = tamanho da amostra.</i>
	<i><math>m</math> = 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

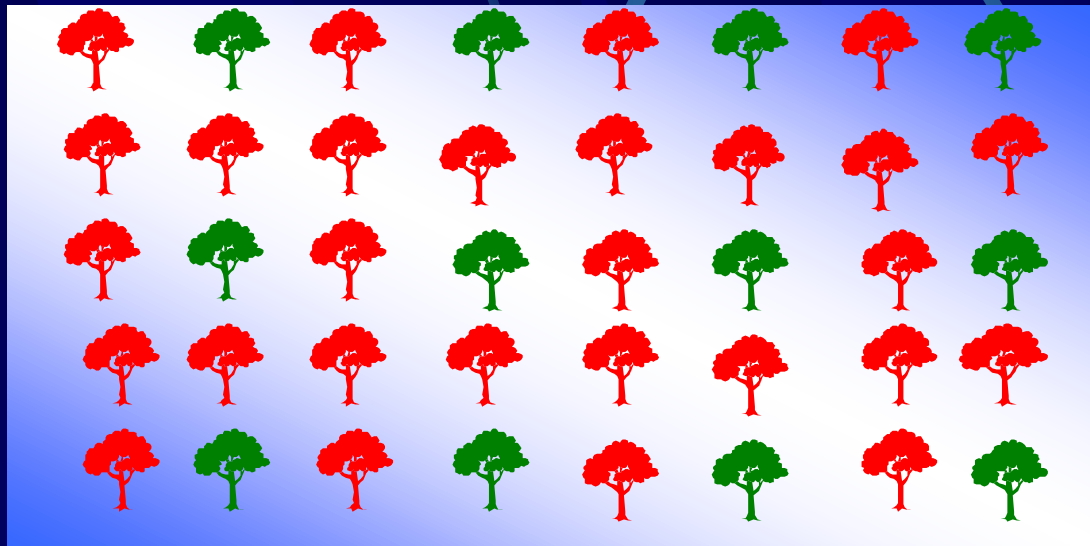
$N$  = elementos\_na\_população\_(tamanho\_da\_população)

$n$  = elementos\_na\_amostra(tamanho\_da\_amostra)

# Razões para uso:

---

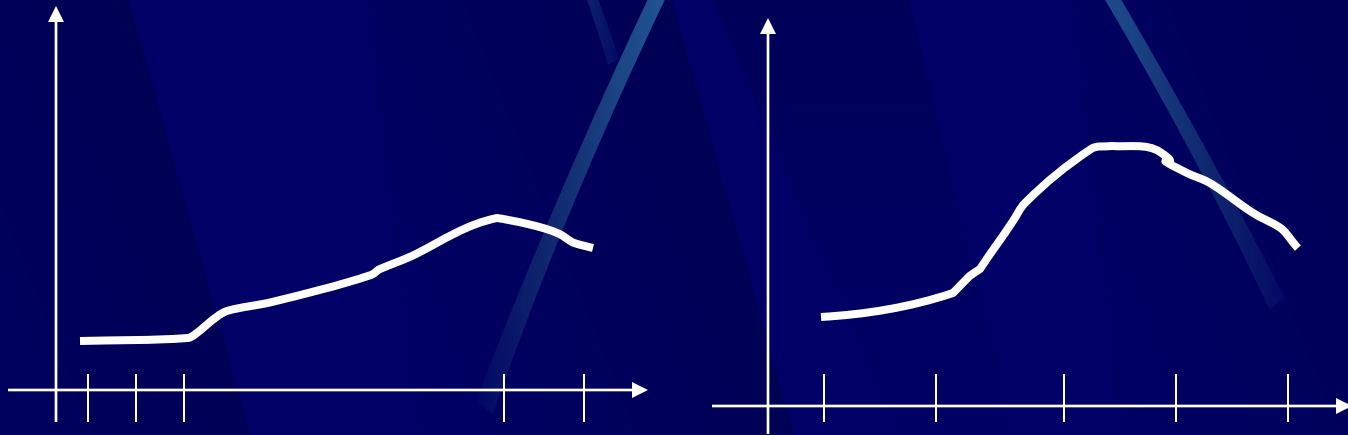
1. Em muitas situações a amostragem sistemática é muito mais efetiva em relação ao custo de coleta de dados do que a ASA.



# 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:*

---

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

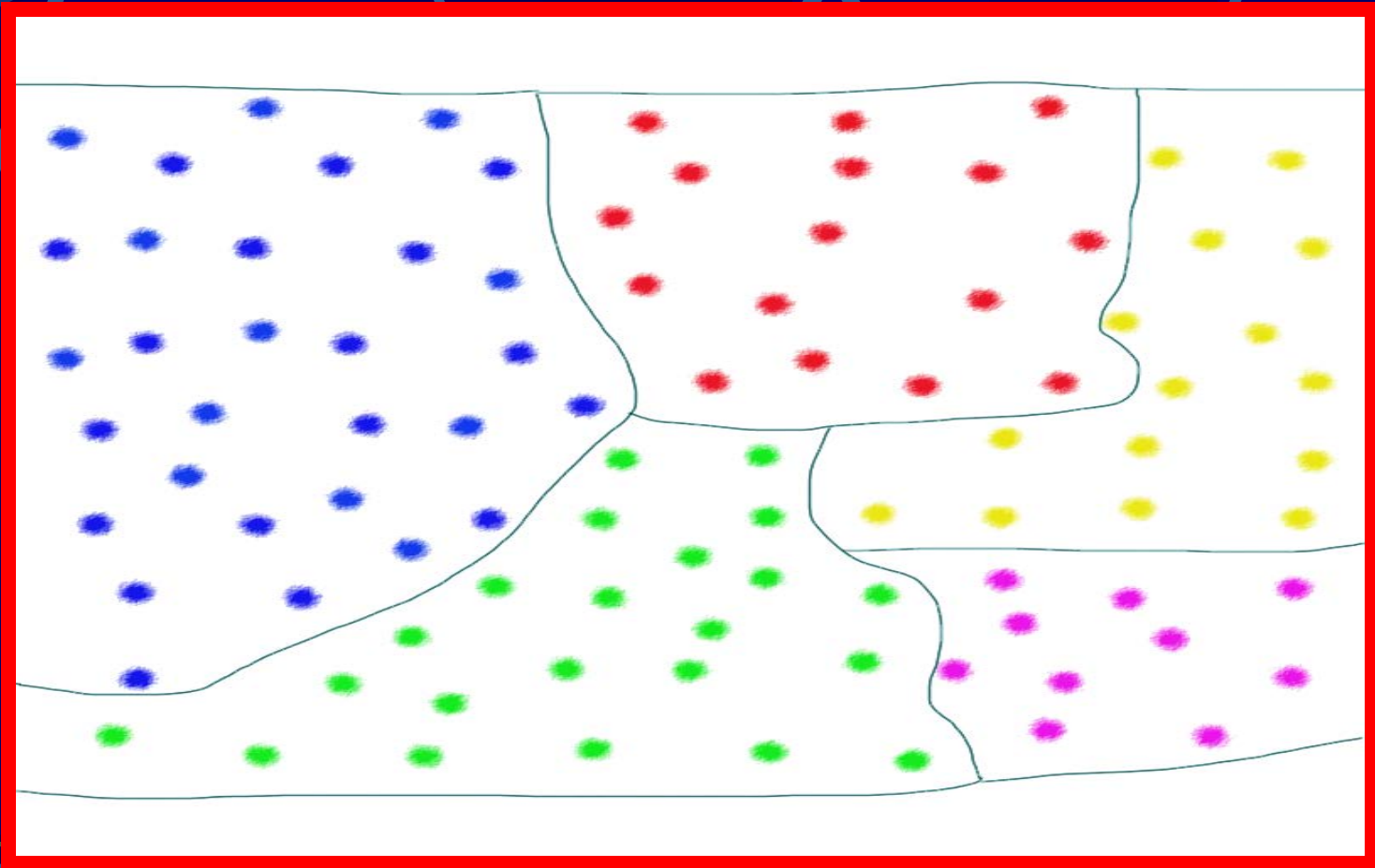
# Razões para uso:

---

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:

---



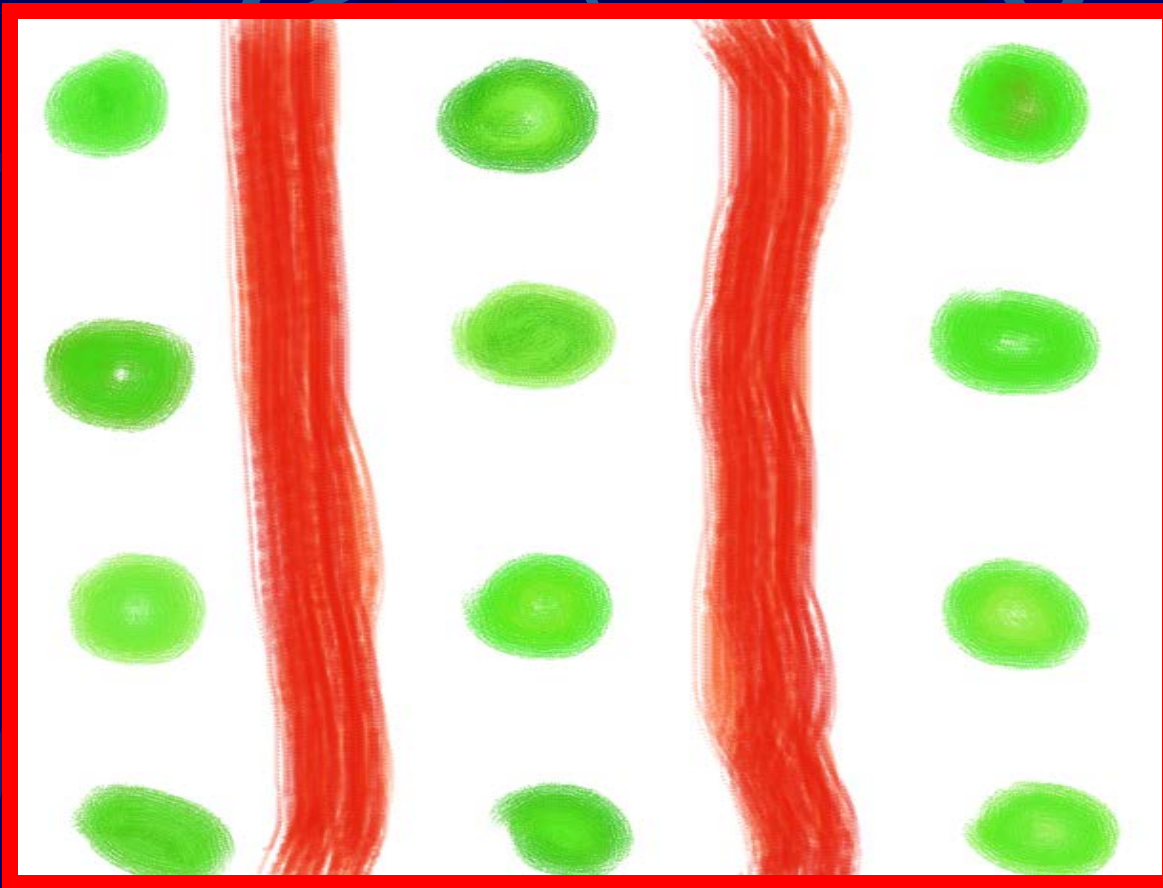
# Desvantagens:

---

- 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 =  $571,94 \pm 54,39 \text{ há}$**

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

**$n^* = 1914 \text{ pontos}$**

**Grade = 0,53 cm**

---

***Obrigado e  
até a próxima  
aula !!!***