

# *Inventário Florestal*

---

## Amostragem

# Definição:

---

- Seleção de uma parte (amostra) de um todo (população), coletando na parte selecionada, algumas informações de interesse, com o objetivo de tirar conclusão (inferência) sobre o todo.

# Censo:

---

- **É o termo usado quando observamos, medimos ou contactamos todos os indivíduos da população.**

# Limitações do censo:

---

- **Ineficaz**: maior possibilidade de erro face a quantidade de dados coletados.
- **Impossível**: controle de qualidade de algum produto, quando o método de avaliação é destrutivo.
- **Impraticável**: custo e tempo de execução em geral são excessivos.

# Exemplos do uso da amostragem (dia-a-dia)

---

- Exame de sangue.
- Arqueologia: sítio arqueológico é uma amostra da vida de uma população que não existe mais.
- Cozinhar arroz.
- Pesquisa de opinião: eleições, lançamento de um produto, propaganda, manejo de parques, etc.

# Amostragem estatística ou científica:

---

- Utiliza conceitos ou a teoria estatística para estimar as incertezas (erros).
- População com distribuição normal (teorema do limite central).
- Sistemas de amostragem mais usados na área florestal: simples ao acaso, sistemática, estratificada, por razão, por conglomerados, probabilidade proporcional ao tamanho das unidades, etc.

# *Termos utilizados:*

---

**População**: conjunto completo de itens sobre os quais desejamos alguma informação.

**Elemento**: indivíduo no qual a medida ou observação é tomada.

**Unidade da amostragem**: um ou mais elementos sem sobreposição de uma população.

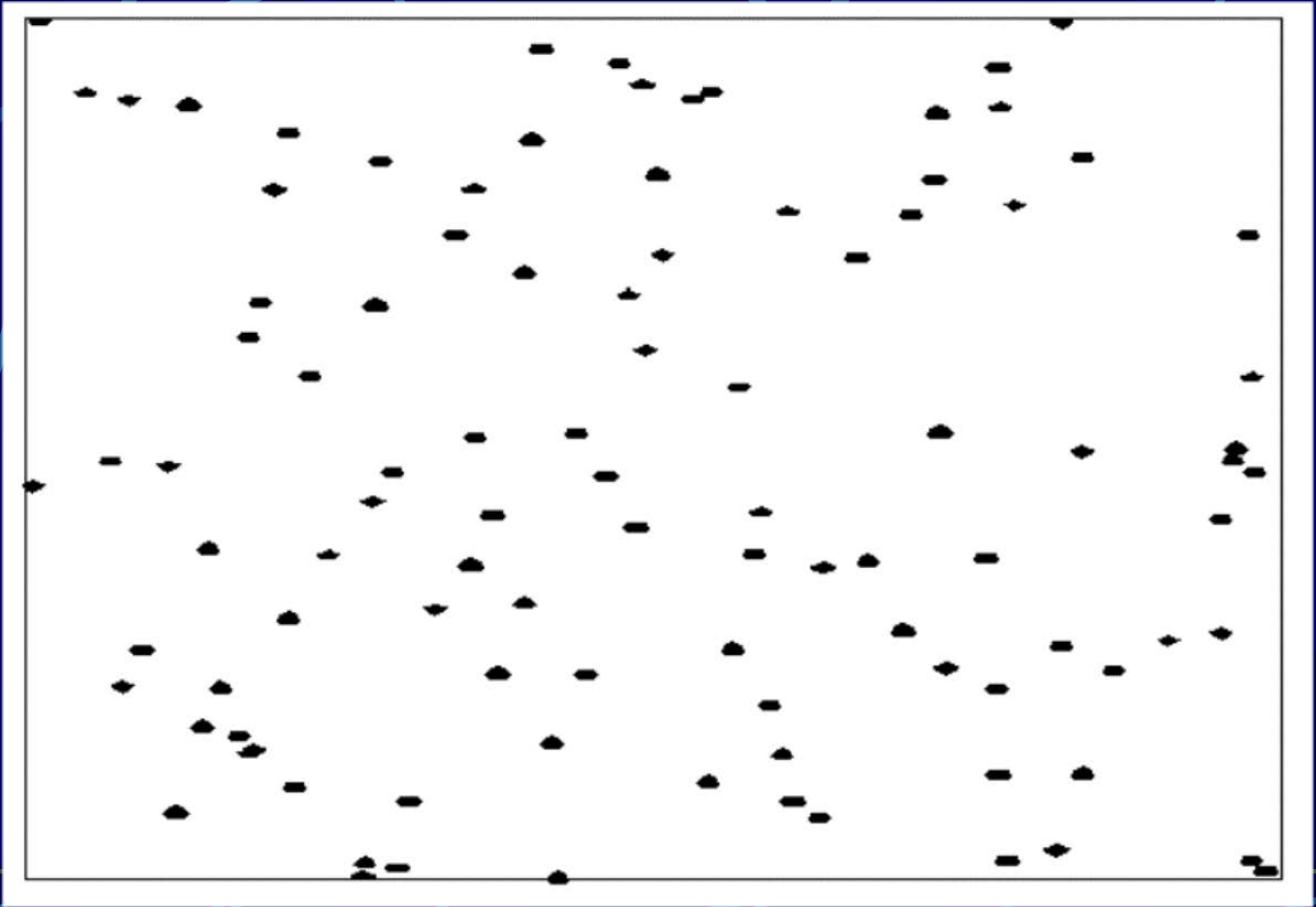
**Estrutura**: lista das unidades da amostragem.

**Amostra**: coleção de unidades da amostragem retiradas de uma estrutura por algum método de seleção.

**Variável**: a característica de interesse que é medida ou observada em cada unidade da amostragem que compõe a amostra.

# *População:*

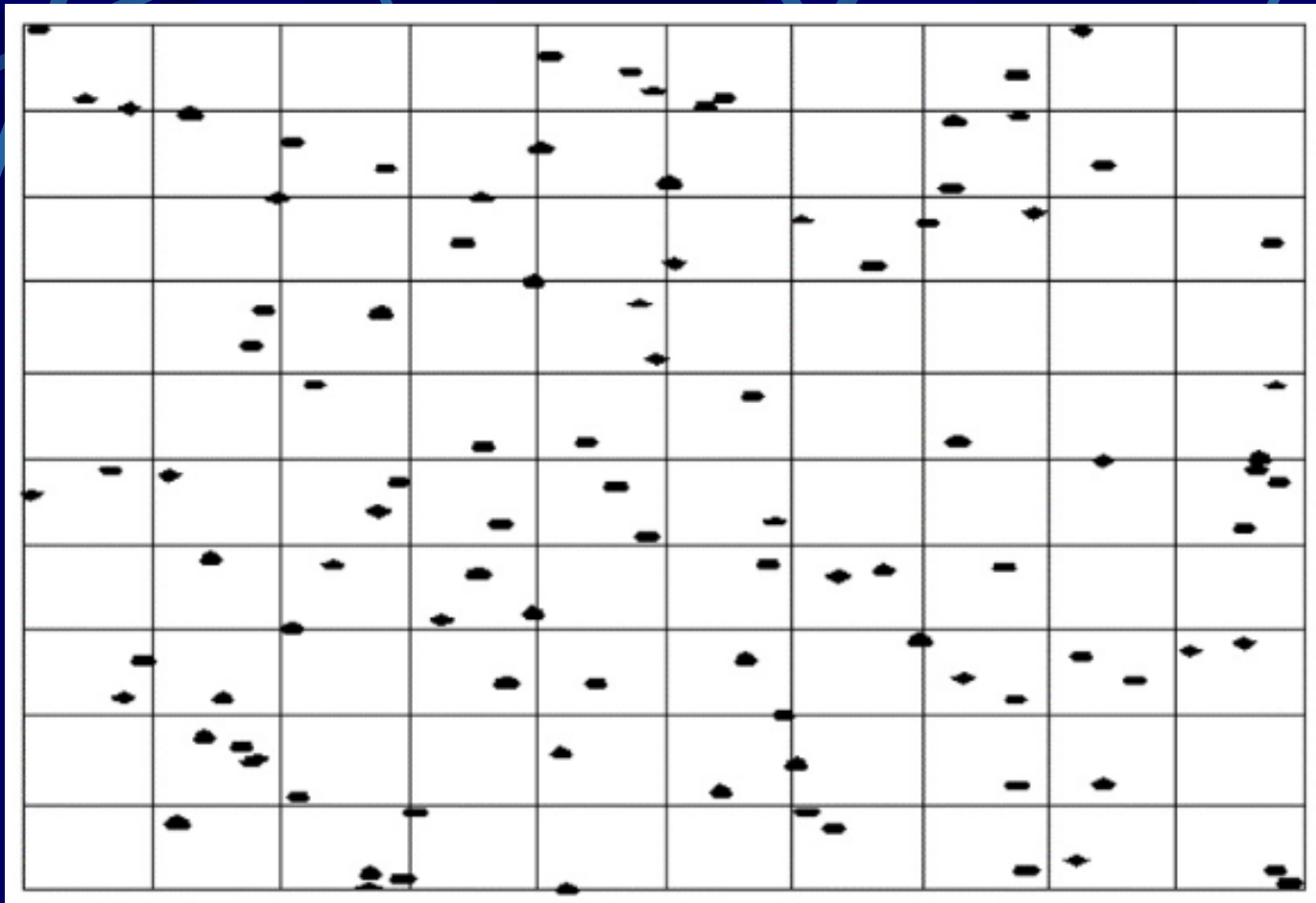
---



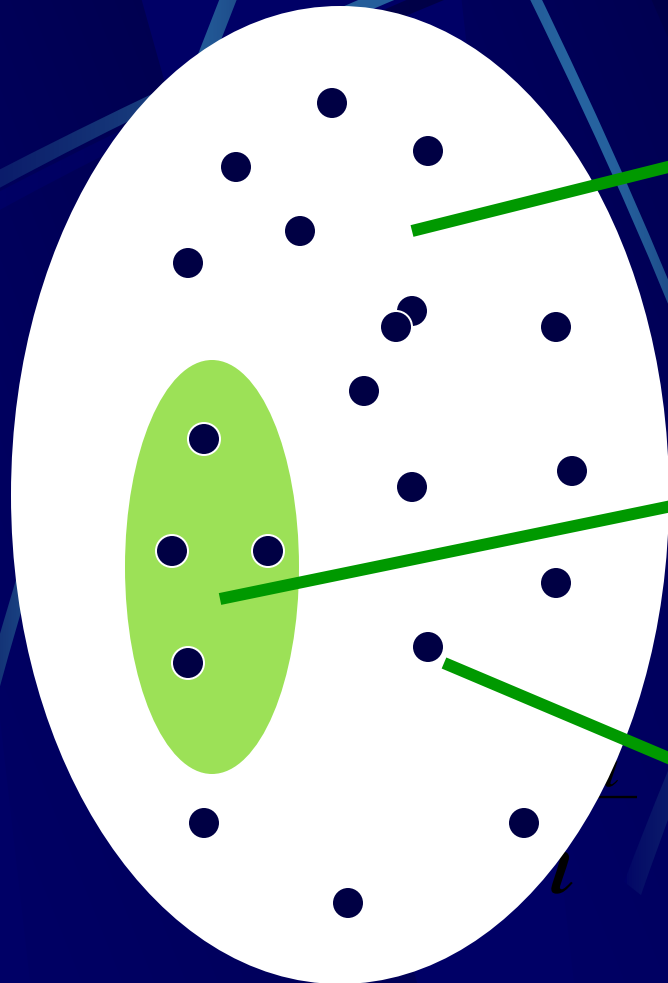


# *Estrutura da amostragem:*

---



# População e amostra:



População :  $N$   
 $\mu$  = média  
 $\sigma^2$  = variância

Parâmetros

Amostra :  $n$   
 $\bar{y}$  = média  
 $s^2$  = variância

Estatísticas

Unidade da amostragem

# *Parâmetro e estatística:*

---

**Parâmetro**: valor fixo e “desconhecido”

**Estatística**: (estimativa do parâmetro da população): valor variável (depende da amostra selecionada) e conhecido (para a amostra selecionada)

# *Viés de seleção:*

---

Tendência natural das pessoas de buscar a informação do modo mais conveniente.

Ex.: Escolha da árvore “média” para calcular a biomassa ou o fator de forma.

**Viés de seleção** (pesquisa de opinião por telefone)

**Viés de não resposta** (pesquisa de opinião pelo correio)

**Viés de resposta** (ordem dos nomes numa pesquisa de intenção de voto)

# Amostragem de conveniência:

---

Seleciona-se as unidades amostrais mais fáceis de serem tomadas. São geralmente enviesadas. (Ex.: seleciona-se o ambiente “médio” para coletar a amostra de solo).

# E R R O:

---

Amostrai: é o que vamos calcular para saber se a amostra tomada satisfaz as nossas expectativas.

Não amostrai: viés de seleção, inexperiência do observador. Difícil de estimar (quantificar).

# Precisão e exatidão:

---



Sem viés



Posição média em relação ao centro do alvo é próxima de zero



Precisa



Variância é pequena



Exata (acurada)



Sem viés e precisa

# Tabela de números aleatórios:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	8	0	9	4	2	5	2	5	8	2	4	7	1	3	4	7	7	4	3	3	3	6	2	0	1	8	9	7	2	1	3	4
2	3	5	6	3	2	1	9	8	8	2	1	1	9	0	4	5	2	6	1	8	2	7	5	1	2	6	2	7	1	0	9	5
3	1	3	3	0	6	3	3	1	3	7	5	3	9	6	9	3	8	7	3	8	6	6	1	5	1	5	3	8	8	5	4	3
4	3	5	6	5	0	0	1	6	2	2	4	3	6	4	3	2	4	7	9	6	6	0	9	5	5	2	8	3	1	8	2	0
5	7	8	5	0	5	9	2	6	5	5	8	8	7	3	1	1	2	1	9	2	4	6	4	5	3	5	3	0	5	5	8	9
6	4	4	9	0	5	4	1	7	9	7	2	7	6	1	5	3	5	9	0	1	4	8	7	8	9	9	8	0	9	8	7	7
7	6	6	4	6	9	1	0	4	9	3	1	8	8	8	1	9	7	5	3	7	2	7	8	5	9	3	7	3	2	4	4	5
8	9	8	2	6	5	9	9	5	1	2	1	5	9	7	5	3	9	2	2	3	5	6	5	8	2	9	4	4	2	8	9	9
9	4	8	6	5	4	8	2	0	7	5	5	4	0	6	1	2	9	6	8	3	4	2	5	1	9	1	3	8	1	7	0	9
10	6	4	9	8	7	5	1	9	0	4	7	4	7	8	1	8	6	8	3	2	9	6	8	3	9	8	7	2	4	0	9	0
11	6	7	2	2	9	8	6	9	9	3	6	1	7	8	7	5	4	8	8	3	1	3	1	5	9	6	7	9	8	8	3	4
12	9	7	4	8	5	9	3	2	5	1	1	5	2	7	2	1	0	0	3	3	9	3	0	3	9	7	1	3	4	0	1	2
13	5	6	4	1	1	4	1	7	1	4	1	9	7	4	3	4	8	1	6	5	7	3	6	8	1	2	1	8	5	0	3	9
14	7	4	4	4	9	2	0	0	8	8	4	0	5	8	8	2	4	3	9	8	3	9	0	4	9	1	9	9	9	3	3	6
15	8	2	7	9	3	0	1	9	4	6	7	2	3	7	4	3	3	9	7	9	4	6	8	9	9	0	2	1	6	9	9	0
16	0	1	6	1	7	6	1	7	1	0	2	4	2	3	8	7	2	8	9	1	6	6	7	7	1	5	8	5	2	4	8	2
17	7	3	8	8	9	7	5	9	7	5	5	5	6	6	2	4	9	9	7	7	2	0	0	8	5	5	9	6	9	7	4	0
18	7	8	3	0	4	7	1	4	3	6	9	5	2	9	1	9	1	8	0	4	4	0	4	4	1	0	3	4	2	5	9	7
19	9	8	8	7	4	2	1	6	6	5	2	6	4	5	3	5	8	4	3	0	5	2	7	0	9	6	0	5	0	7	6	8
20	1	2	6	1	2	5	1	6	8	5	6	9	2	3	1	0	3	9	3	9	8	7	0	3	9	8	4	1	0	3	5	3
21	3	9	4	7	4	9	3	7	7	6	3	4	2	5	4	3	6	2	3	9	7	4	5	5	2	0	5	5	7	7	9	5
22	4	5	5	0	8	1	0	3	1	2	5	0	2	3	0	4	1	1	3	8	9	7	8	8	9	1	4	4	4	5	2	6
23	1	3	4	4	9	6	9	7	2	3	8	3	6	9	7	6	6	2	5	1	4	2	0	1	2	0	3	8	6	5	5	2
24	8	9	7	6	5	8	2	3	8	4	8	7	0	4	6	0	3	1	0	6	9	1	6	8	2	7	1	7	7	8	0	1
25	7	7	1	0	9	9	4	3	6	9	7	8	8	2	7	3	9	7	1	4	9	7	0	0	1	5	6	6	2	8	8	9
26	6	9	5	9	6	0	0	8	8	4	4	2	2	2	8	2	1	5	2	4	2	5	1	7	5	8	1	8	0	0	8	1
27	7	9	4	1	2	3	1	2	2	4	3	1	6	7	0	2	9	9	8	4	3	4	6	9	3	0	8	5	4	7	6	2
28	2	2	8	4	0	8	9	6	9	1	0	7	5	5	4	2	7	3	1	9	3	7	8	2	1	0	6	8	9	5	7	4
29	9	5	9	4	7	4	1	6	9	3	6	5	6	0	4	5	1	1	8	3	5	9	1	6	9	5	9	9	1	1	4	3
30	4	6	1	3	8	5	4	9	6	3	6	9	3	2	0	8	5	1	0	9	9	6	8	0	1	1	6	8	6	1	3	3



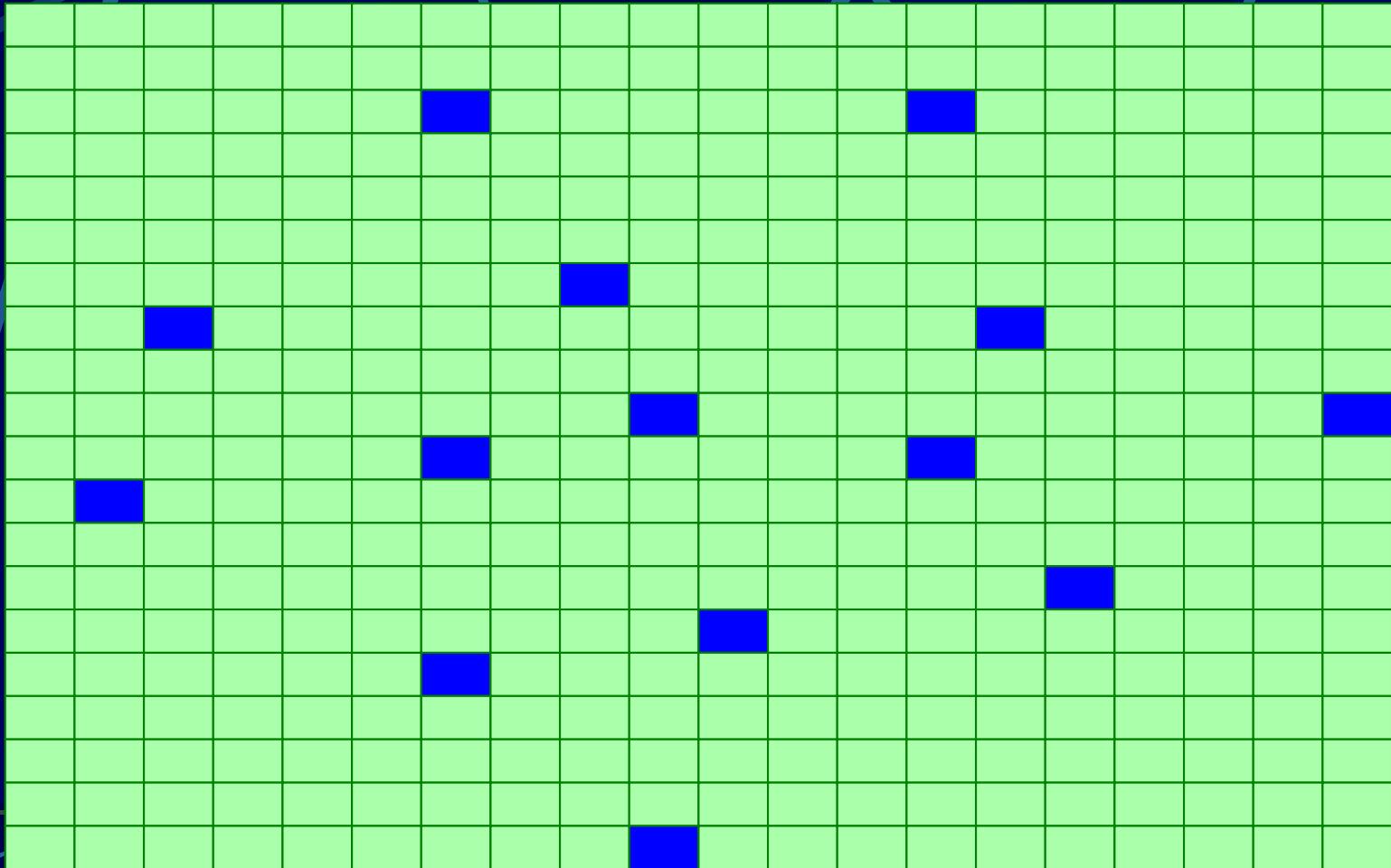
# Tipos básicos de amostragem probabilística

---

- **Amostragem simples aleatória**
- **Amostragem sistemática**
- **Amostragem estratificada**
- **Amostragem por conglomerados**

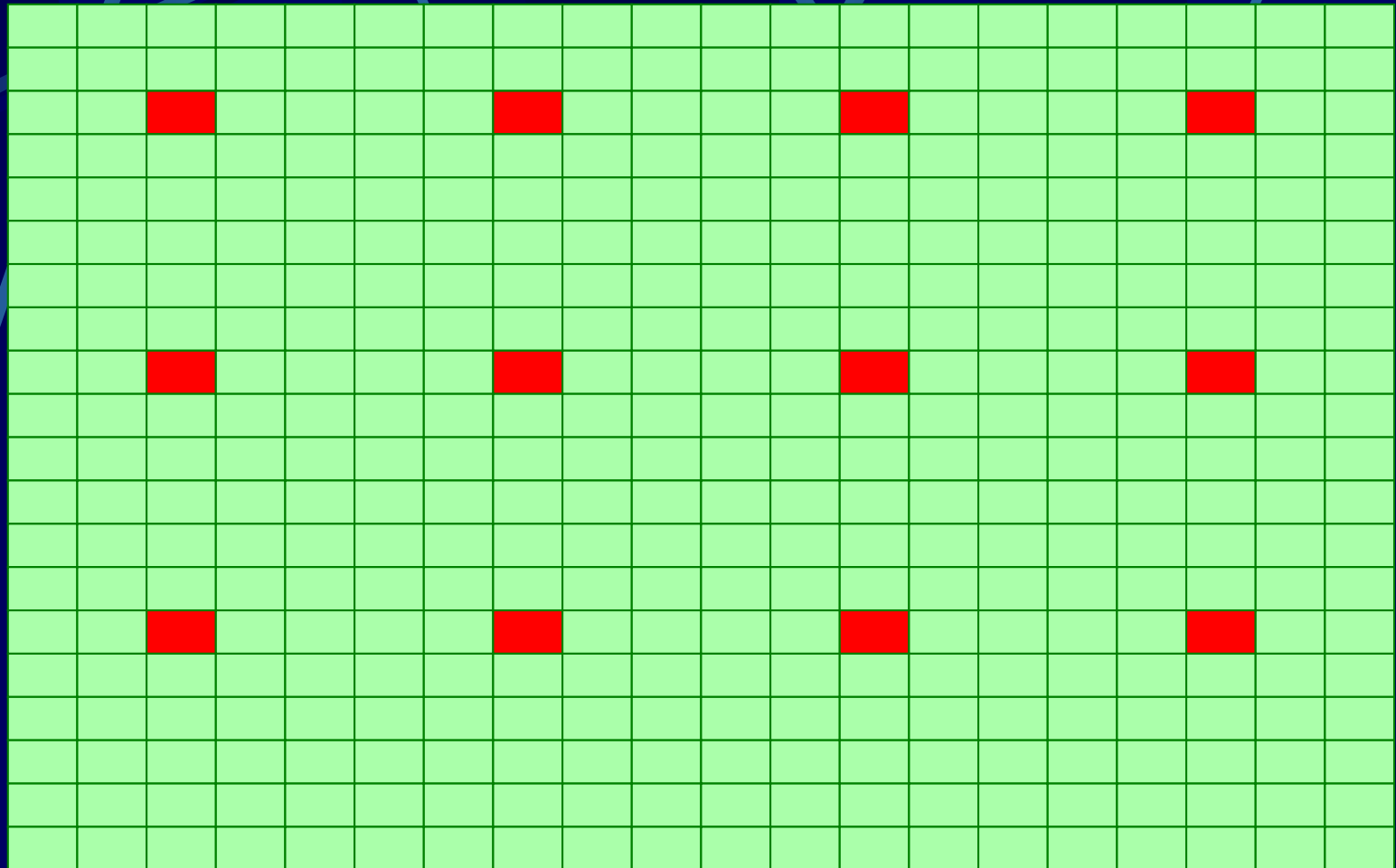
# Amostragem simples ao acaso (ASA):

---



# Amostragem sistemática:

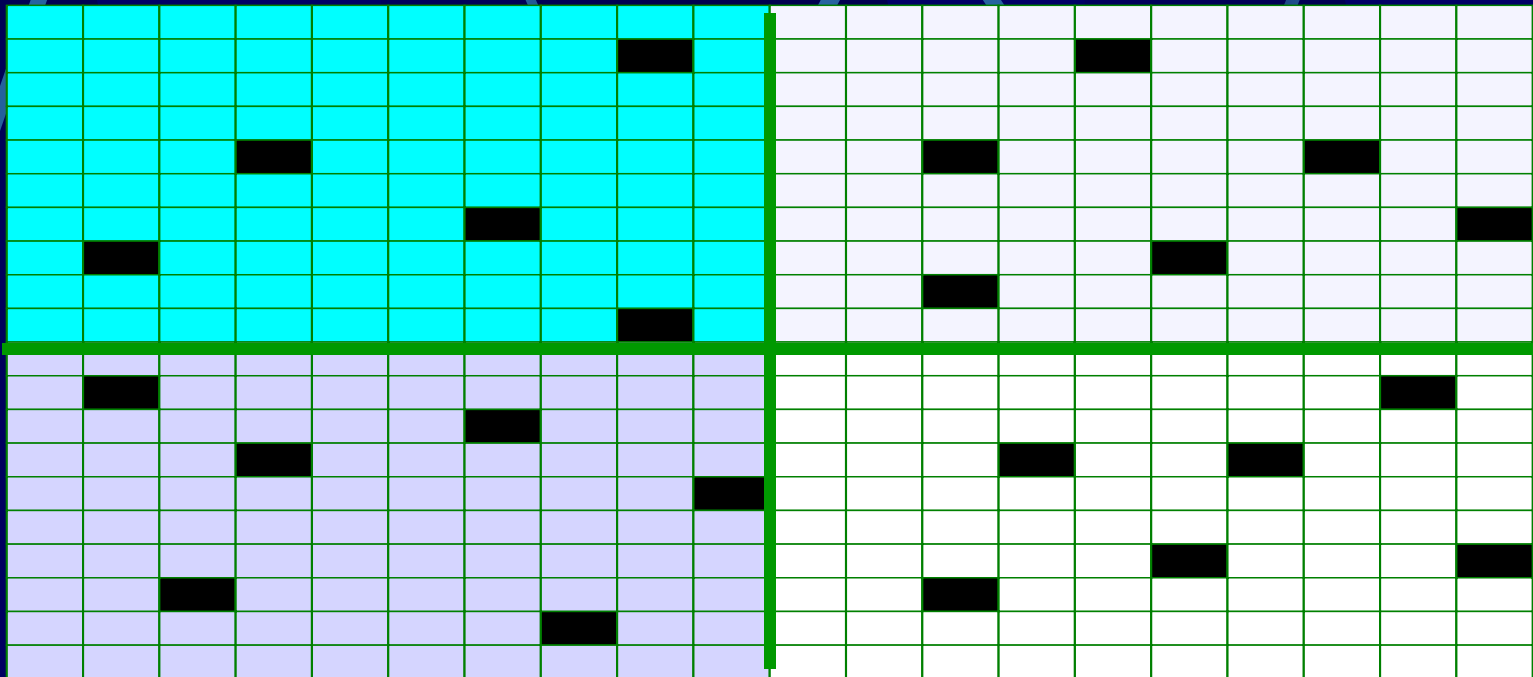
---



# Amostragem estratificada aleatória

**Estrato A**

**Estrato B**

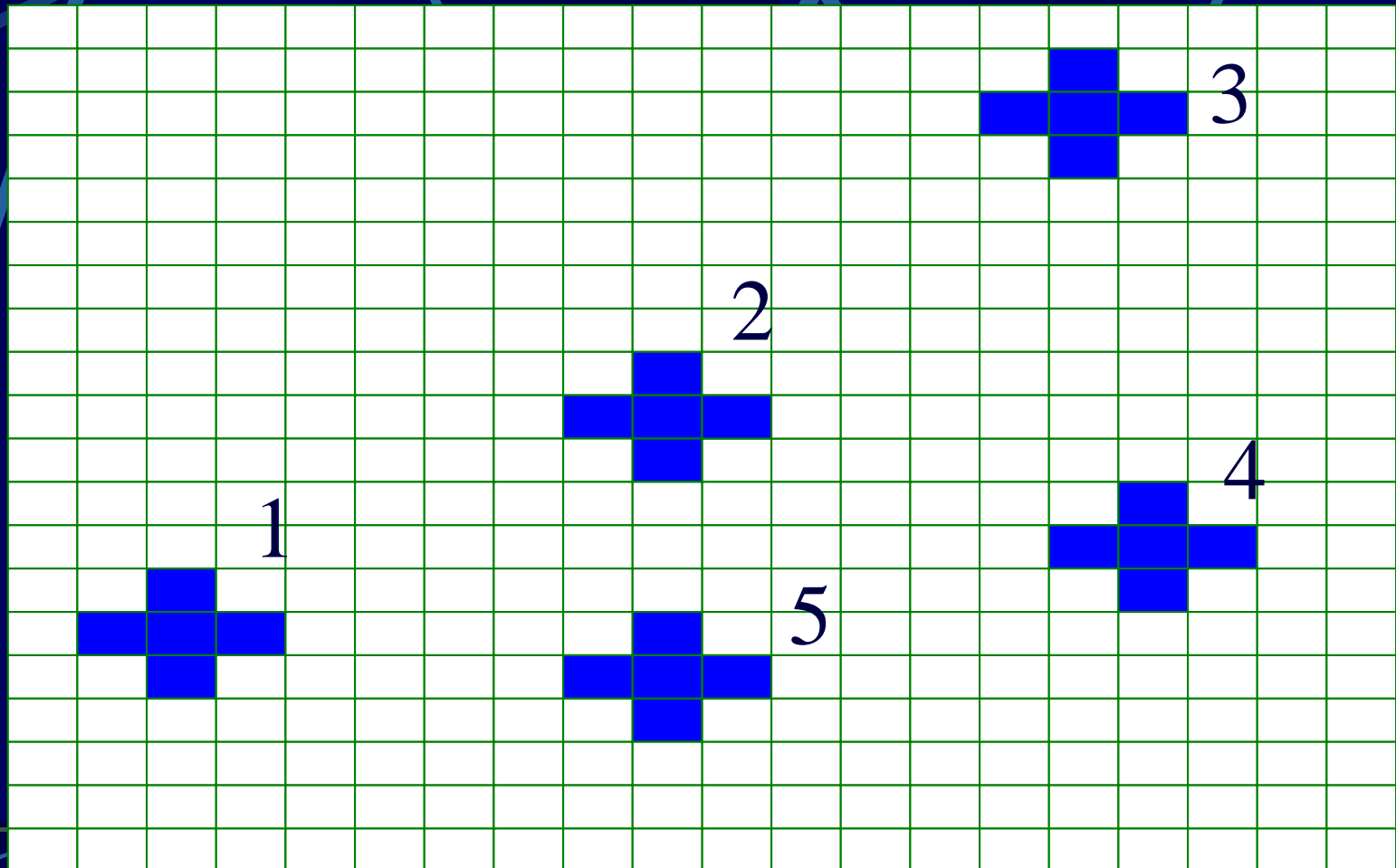


**Estrato C**

**Estrato D**

# Amostragem por conglomerados

---



# *Amostragem simples aleatória (ASA):*

---

**Com substituição de unidades:** cada unidade amostral tem a chance de ser selecionada mais de uma vez (sem informação adicional)

**Sem substituição de unidades:** não há chance das unidades amostrais serem selecionadas mais de uma vez (o que se faz na prática)

# Fórmulas para ASA:

---

Média

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$$

Variância  
da amostra

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum (y_i - \bar{y})^2$$

Variância da  
média da  
amostra

$$s_{\bar{y}}^2 = \frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

# Fórmulas para ASA:

---

**Correção para  
população finita**

$$1 - \frac{n}{N}$$

**Erro padrão  
da média**

$$s_{\bar{y}} = \sqrt{s_y^2}$$

**Total da  
população**

$$\hat{T} = N\bar{y}$$



# Fórmulas para ASA:

---

**Variância do total :**

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

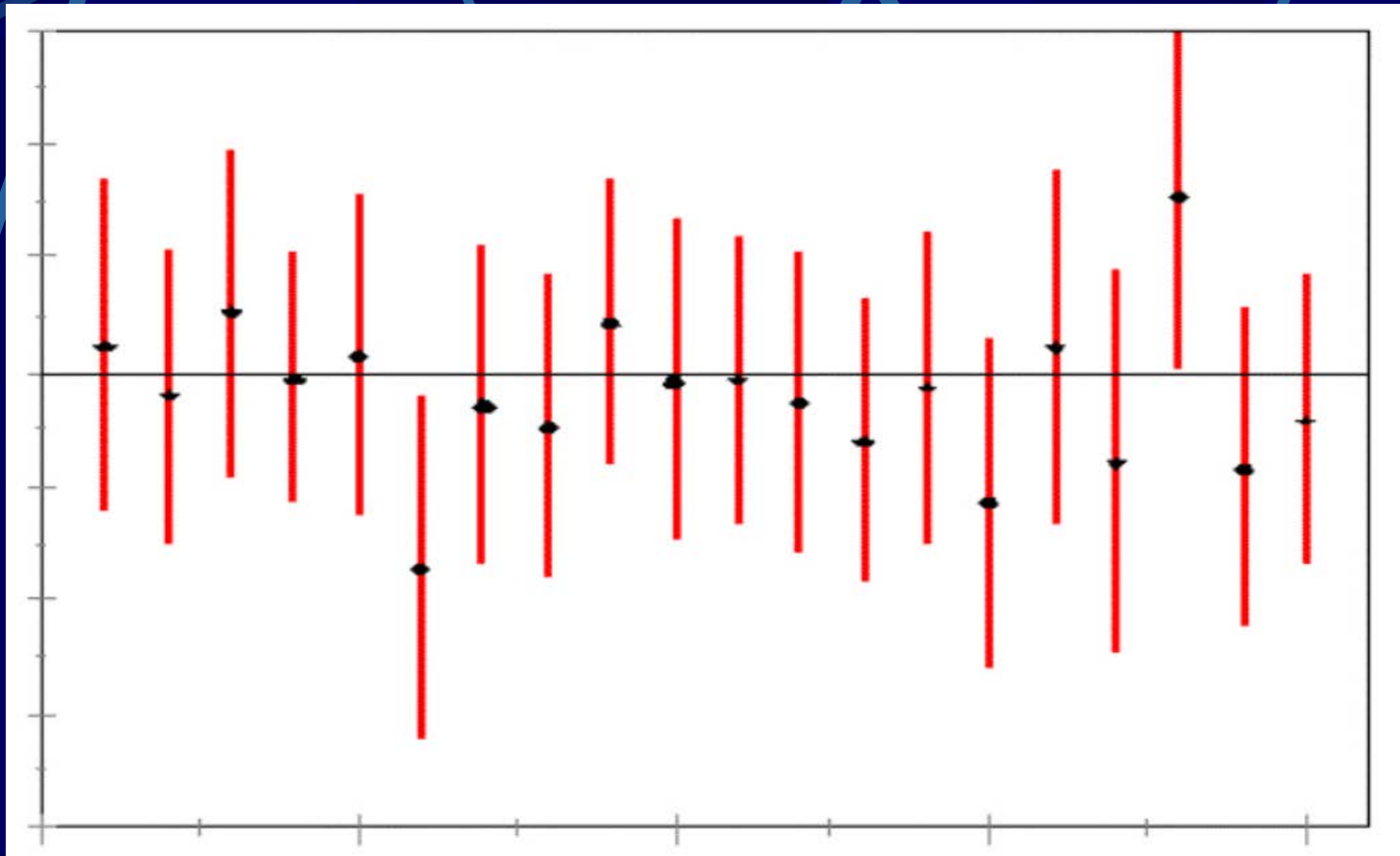
# *Intervalo de confiança (I.C.):*

---

**Indica a precisão de nossa estimativa.**

**Probabilidade de 95%** : se tomarmos diversas amostras de nossa população e construirmos um intervalo de confiança para cada amostra selecionada, esperamos que 95% dos intervalos de confiança calculados contenham o valor verdadeiro da população.

# *Intervalo de confiança (I.C.):*



Intervalos de confiança

# *Intervalo de confiança (I.C.):*

---

$$I.C. = [\bar{y} - ts_{\bar{y}}, \bar{y} + ts_{\bar{y}}]$$

$$I.C. = \bar{y} \pm ts_{\bar{y}}$$

**t=tabela de t de Student com  
(n-1) g.l.**

# Tabela de *t* de Student:

<i>Graus de Liberdade</i>	<i>Probabilidade</i>		
	<i>0,1</i>	<i>0,05</i>	<i>0,01</i>
<i>1</i>	<i>6,314</i>	<i>12,706</i>	<i>63,657</i>
<i>2</i>	<i>2,920</i>	<i>4,303</i>	<i>9,925</i>
<i>3</i>	<i>2,353</i>	<i>3,182</i>	<i>5,841</i>
<i>9</i>	<i>1,833</i>	<i>2,262</i>	<i>3,250</i>
<i>10</i>	<i>1,812</i>	<i>2,228</i>	<i>3,169</i>
<i>11</i>	<i>1,796</i>	<i>2,201</i>	<i>3,106</i>
<i>26</i>	<i>1,706</i>	<i>2,056</i>	<i>2,779</i>
<i>27</i>	<i>1,703</i>	<i>2,052</i>	<i>2,771</i>
<i>28</i>	<i>1,701</i>	<i>2,048</i>	<i>2,763</i>
<i>29</i>	<i>1,699</i>	<i>2,045</i>	<i>2,756</i>
<i>30</i>	<i>1,697</i>	<i>2,042</i>	<i>2,750</i>
<i>40</i>	<i>1,684</i>	<i>2,021</i>	<i>2,704</i>
<i>60</i>	<i>1,671</i>	<i>2,000</i>	<i>2,660</i>
<i>120</i>	<i>1,658</i>	<i>1,980</i>	<i>2,617</i>
<i>∞</i>	<i>1,645</i>	<i>1,960</i>	<i>2,576</i>

g.l. = graus de liberdade

# Erro da amostragem (EA%):

O que deve ser divulgado nos trabalhos.

$$\bar{y} - \text{-----} > t s_{\bar{y}}$$

$$100 - \text{-----} > EA\%$$

$$EA\% = \frac{t \cdot s_{\bar{y}} \cdot 100}{\bar{y}}$$

# *Tamanho da amostra:*

---

## ■ Premissas:

- Qual o erro da amostragem que desejamos (ED%)? (5, 10, ou 15 %?)
- Qual a probabilidade do I.C.? (90, 95%?)
- Levantamento piloto (para conhecer as estatísticas da população)

# *Fórmulas para calcular o tamanho da amostra ( $n^*$ ):*

$$n^* = \frac{t^2 \cdot N \cdot (CV)^2}{(CV)^2 \cdot t^2 + (ED\%)^2 \cdot N}$$

População finita



*Fórmulas para calcular o tamanho da amostra ( $n^*$ ):*

---

$$n^* = \frac{t^2 \cdot (CV)^2}{(ED\%)^2}$$

População infinita

# Exercício sobre ASA:

---

**Com os dados a seguir, calcular a média, total, intervalo de confiança para o total, erro e intensidade da amostragem para um erro desejado de 10% com 95 % de probabilidade. O valor de  $N=1000$  e o tamanho de cada parcela (unidade amostral) é de  $500 \text{ m}^2$  .**

Volume em  
m<sup>3</sup>/parcela

# Dados:

<i>Parcela</i>	<i>Vol/parcela</i>
1	12
2	15
3	12
4	11
5	5
6	34
7	14

Resultados:

Média=14,71 m<sup>3</sup>/parcela

Total=14.714 m<sup>3</sup>

IC do Total=8.374 m<sup>3</sup>

Erro amostral = 56,91 %

Intensidade amostral = 186 parcelas

---

***Obrigado e até  
a próxima aula***

***!!!***