

Métodos Silvimétricos Básicos

by João Luís Ferreira Batista
on 2020/10

» O que veremos nessa aula?

Sumário

- * Os conceitos básicos dos Métodos Silvimétricos
- * Conceito de Amostragem Aleatória Simples
- * Locação de arvoredos na Amostragem Aleatória Simples
- * Estimadores da Amostragem Aleatória Simples
- * Conceito de Amostragem Sistemática
- * Locação de arvoredos na Amostragem Sistemática
- * Limitações da Amostragem Sistemática

» Conceito de Método Silvimétrico

Dois Aspectos

- * Seleção dos arvoredos na floresta: dados
⇒ coleta dos dados
- * Estimativa dos atributos da floresta:
⇒ cálculo com os dados

Seleção dos Arvoredos

- * Alguma forma de *Seleção Aleatória*
- * Alocação (localização) adequada na floresta
- * Medição das Árvores e do Arvoredo: dados

» Conceito de Método Silvimétrico

Estimativas do Atributos

- * Estimadores apropriados
 - ⇒ depende da forma de seleção aleatória
- * Cálculo das estimativas
 - ⇒ processamento dos dados
- * Interpretação das estimativas

» Amostragem Aleatória Simples

Seleção dos Arvoredos

- * Seleção dos arvoredos \Rightarrow *Completamente Aleatória*
- * Arvoredos com a mesma probabilidades de seleção?
- * Não
- * Florestas \rightarrow Populações Finitas
- * Seleção *Sem Reposição*
- * Cada arvoredo tem a sua probabilidade
- * Grandes Florestas \rightarrow Diferença desprezível

» Amostragem Aleatória Simples

Seleção SEM Reposição

* Numa amostra com n arvoredos:

$$\text{Arvoredo 1} \rightarrow \frac{1}{N}$$

$$\text{Arvoredo 2} \rightarrow \frac{1}{N-1}$$

$$\text{Arvoredo 3} \rightarrow \frac{1}{N-2}$$

$$\text{Arvoredo } n \rightarrow \frac{1}{N-n+1}$$

» Amostragem Aleatória Simples

Seleção da Amostra

- * Amostras de tamanho n
- * Têm a mesma probabilidade:

$$C_N^n = \frac{N!}{(N - n)!n!}$$

» Amostragem Aleatória Simples

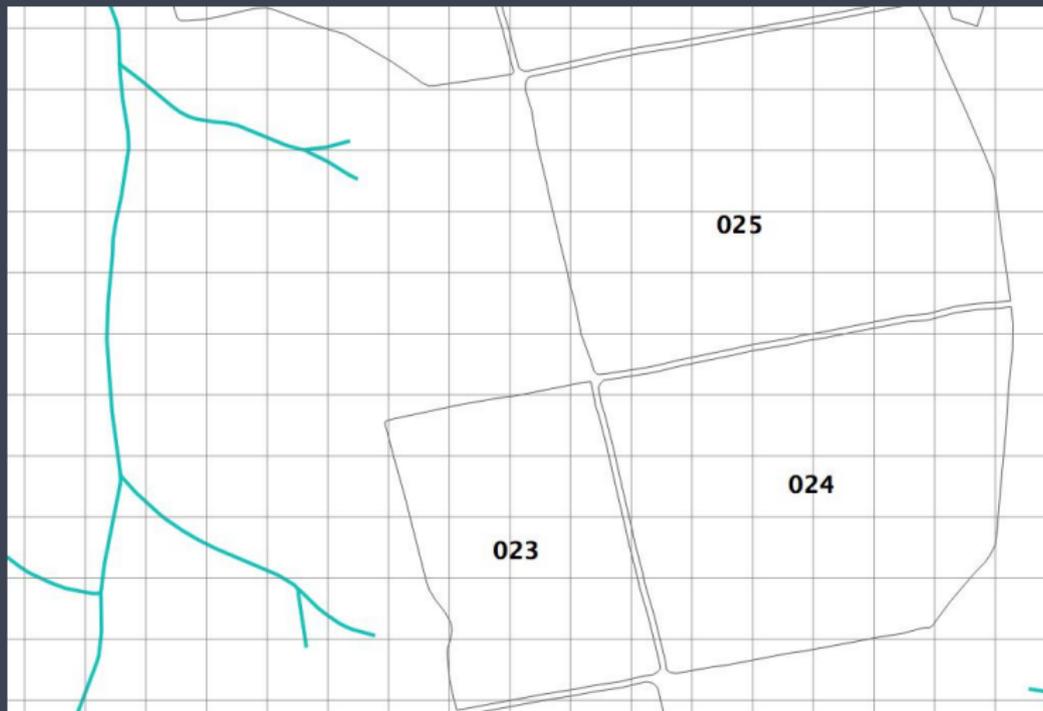
Número de Amostras *Possíveis* (parcelas de 1000 m^2)

| N | 10 | 10^2 | 10^3 | 10^4 | 10^5 | 10^6 | 10^7 |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| km^2 | 10^{-2} | 10^{-1} | 1 | 10 | 10^2 | 10^3 | 10^4 |
| $n = 10$ | 1 | 10^{13} | 10^{23} | 10^{33} | 10^{43} | 10^{53} | 10^{63} |
| $n = 100$ | - | 1 | 10^{139} | 10^{241} | ∞ | ∞ | ∞ |

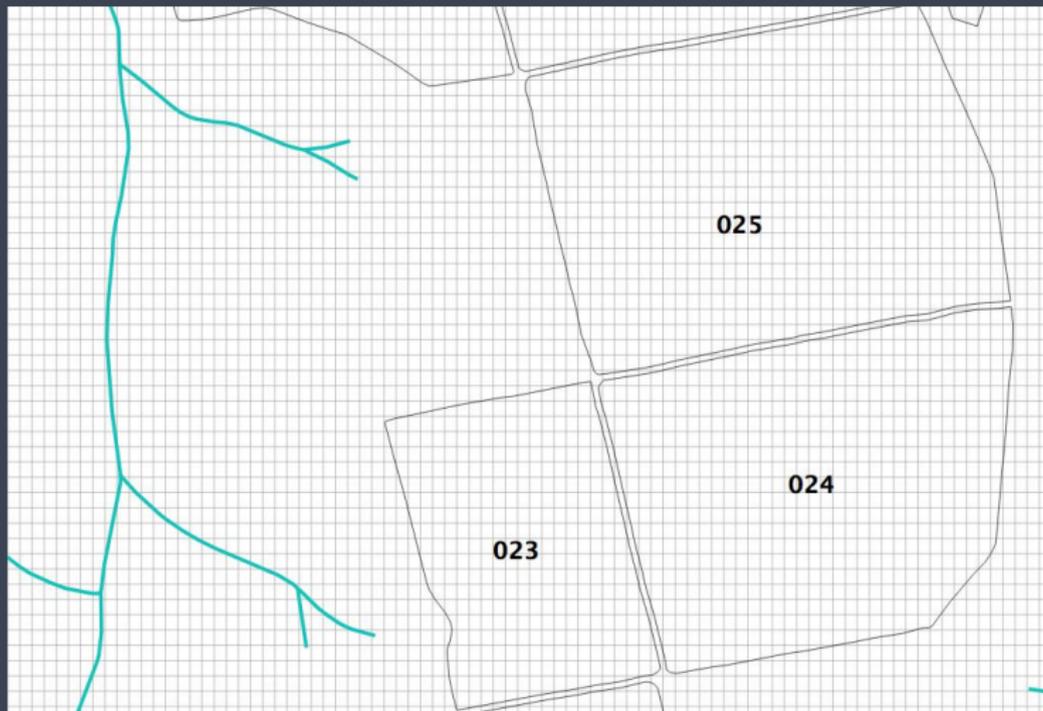
Exemplos de Populações:

- * Parque Nacional da Tijuca: 40 km^2
- * Parque Nacional do Tapajós: $5,27 \times 10^3 \text{ km}^2$
- * Floresta Nacional de Roraima: $2,66 \times 10^4 \text{ km}^2$
- * Número de estrelas no universo: 10^{21}
- * Número de átomos no universo: 10^{73} a 10^{83}

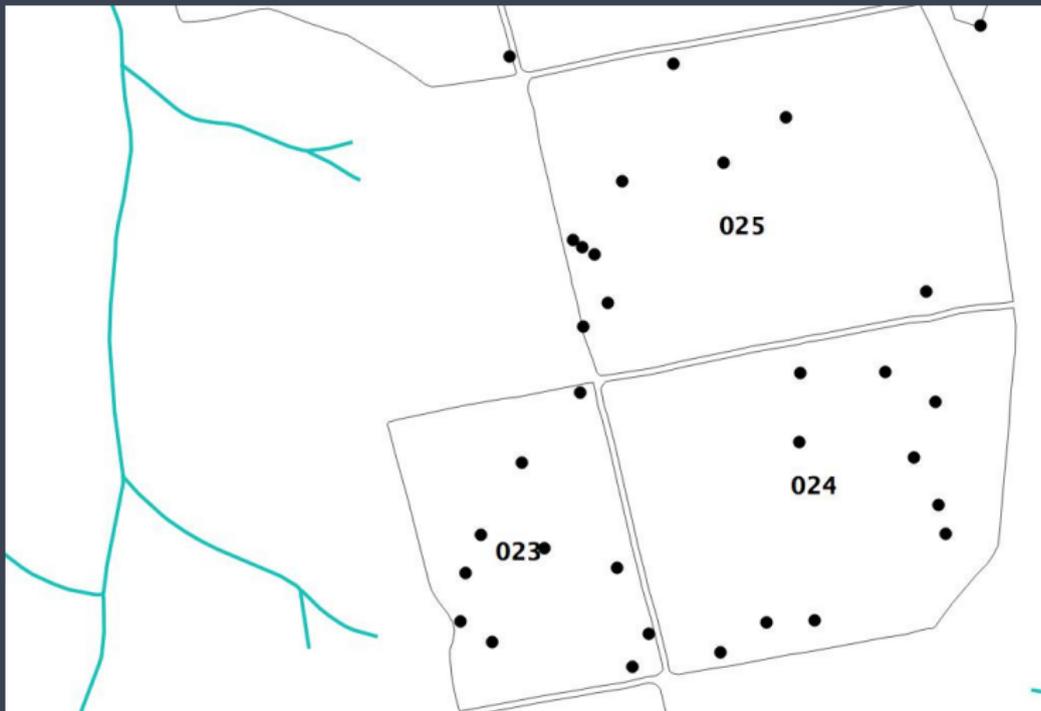
» Seleção Aleatória: Parcelas



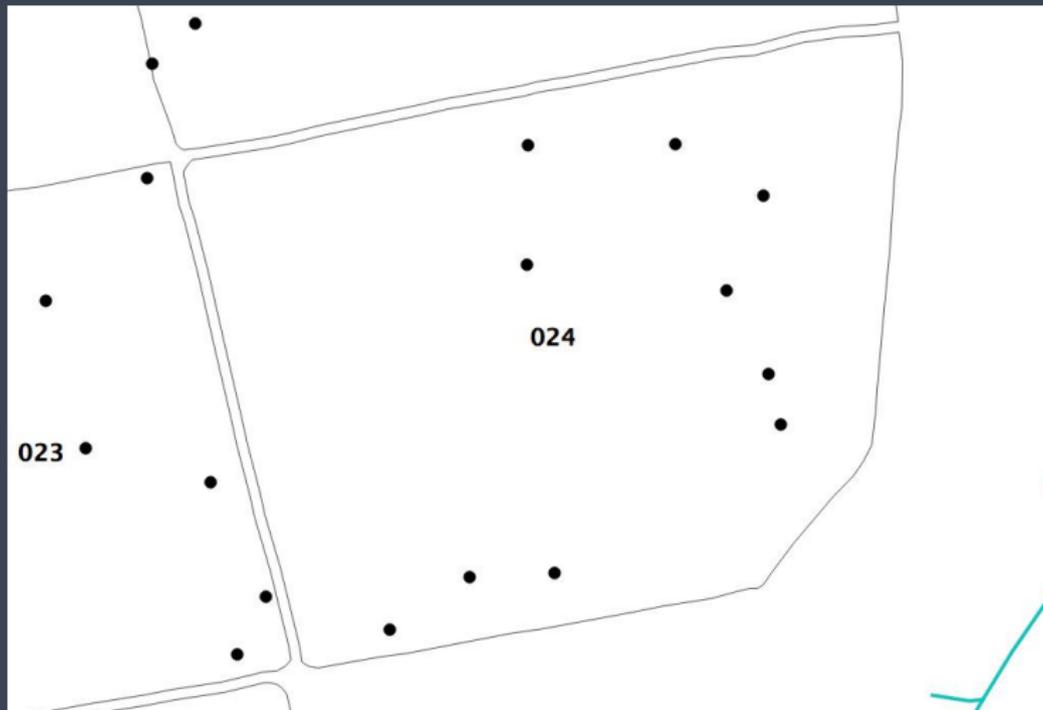
» Seleção Aleatória: Parcelas



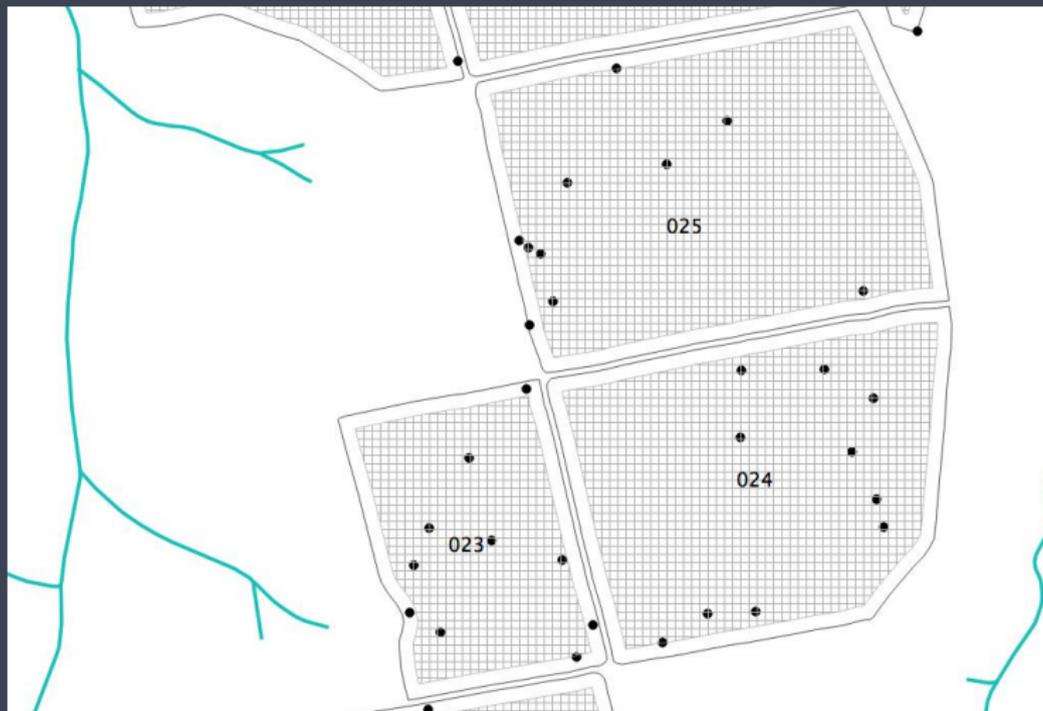
» Seleção Aleatória: Parcelas



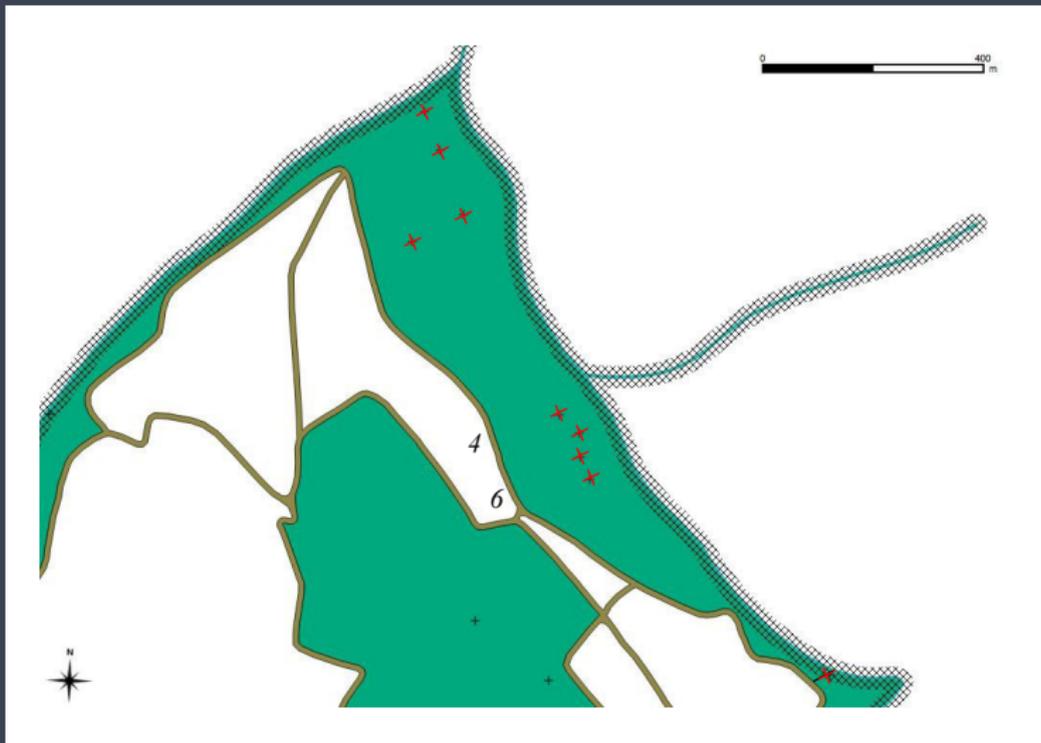
» Seleção Aleatória: Parcelas



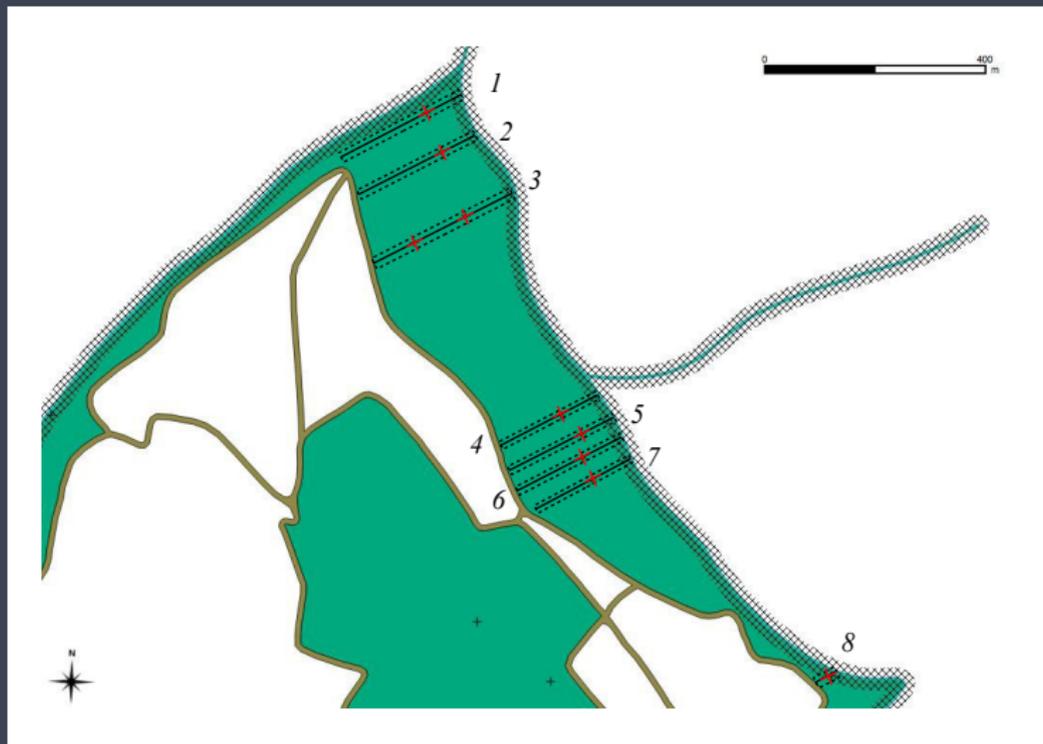
» Seleção Aleatória: Parcelas



» Seleção Aleatória: Parcelas



» Seleção Aleatória: Parcelas



» **Estimadores da Aleatória Simples**

Parâmetros Populacionais:

- * Média Populacional

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

- * Variância Populacional

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu})^2$$

» Estimadores da Aleatória Simples

Informações da Amostra:

- * Fração Amostrada

$$\frac{\text{Área amostrada}}{\text{Área da floresta}} = \frac{n \times S_p}{N \times S_p} = \frac{n}{N}$$

- * Correção para População Finita

$$1 - \frac{n}{N} = 1 - \text{Fração Amostrada}$$

» Estimadores da Aleatória Simples

Precisão da Média:

* Variância da Média

$$\widehat{V}(\widehat{\mu}) = \frac{\widehat{\sigma}^2}{n} \left[1 - \frac{n}{N} \right]$$

» Estimadores da Aleatória Simples

Precisão dos Estimadores

- * Intervalo de Confiança da Média

$$\hat{\mu} \pm t_{[\alpha;n-1]} \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu})}$$

» Aleatória Simples: Exemplo Numérico

Inventário Florestal

Inventário em floresta de eucalipto:

$$n = 38; \quad N = 7620$$

$$\hat{\mu} = 252 \text{ m}^3/\text{ha}; \quad \hat{\sigma}^2 = 1804 (\text{m}^3/\text{ha})^2$$

* Estimativas:

$$\hat{V}(\hat{\mu}) = \frac{1804}{38} \left[1 - \frac{38}{7620} \right] = 47,2369 (\text{m}^3/\text{ha})^2$$

» Aleatória Simples: Exemplo Numérico

Média

Intervalo de Confiança de 95%:

$$t_{[0,05;38-1]} = 2,03;$$

$$252 \pm 2,03 \sqrt{47,2369} \Rightarrow 252 \pm 13,95$$

$$\approx 252 \pm 14m^3/ha$$

» Tamanho da Amostra

Tamanho *Esperado* da Amostra

* Erro Amostral Absoluto

$$n^* = \frac{N (t_{\alpha;n-1} \hat{\sigma})^2}{N E^2 + (t_{\alpha;n-1} \hat{\sigma})^2}$$

» Tamanho da Amostra

Tamanho *Esperado* da Amostra

- * Coeficiente de Variação Amostral

$$V_{\%} = \frac{\widehat{\sigma}}{\widehat{\mu}} \times 100$$

- * Erro Amostral Relativo

$$n^* = \frac{N (t_{\alpha;n-1} V_{\%})^2}{N E_{\%}^2 + (t_{\alpha;n-1} V_{\%})^2}$$

» Exemplo Numérico

Tamanho de *Esperado* Amostra

Coeficiente de Variação:

$$V = \frac{\sqrt{1804}}{252} \times 100 = 16,8546$$

Erro amostral aceitável: 5% ($E = 5$):

$$n^* = \frac{N (t_{\alpha;n-1} V_{\%})^2}{N E_{\%}^2 + (t_{\alpha;n-1} V_{\%})^2}$$

» Processo Iterativo

1a. Iteração

$$t_{[0,05; 38-1]} = 2,03;$$

$$n^* = \frac{7.620 [2,03 (16,8546)]^2}{7.620 (5)^2 + [2,03 (16,8546)]^2} \approx 47$$

» Processo Iterativo

2a. Iteração

$$t_{[0,05; 47-1]} = 2,01;$$

$$n^* = \frac{7.620 [2,01 (16,8546)]^2}{7.620 (5)^2 + [2,01 (16,8546)]^2} \approx 46$$

3a. Iteração

$$t_{[0,05; 46-1]} = 2,01;$$

$$n^* = \frac{7.620 [2,01 (16,8546)]^2}{7.620 (5)^2 + [2,01 (16,8546)]^2} \approx 46$$

Tamanho de Amostra

Para erro amostral aceitável de 5%: $n^* = 46$

Tamanho de amostra realizado: $n = 38$

» Amostragem Sistemática

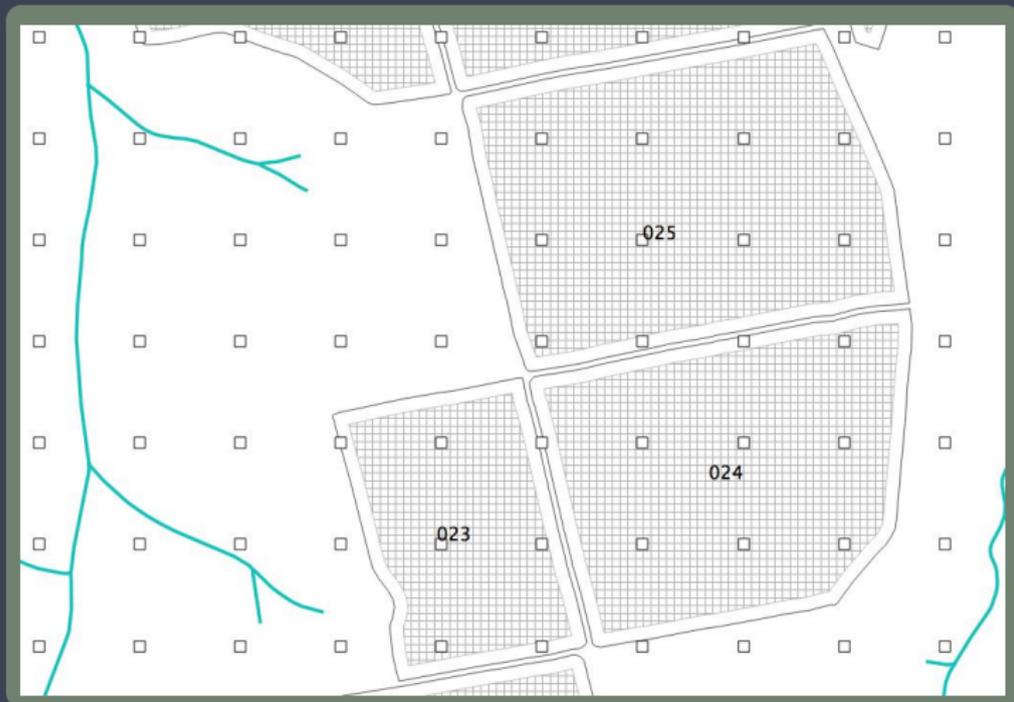
Aplicação

- * Mais fácil de definir no escritório
- * Mais prática de realizar no campo
- * Economiza tempo e recursos
- * Facilita o deslocamento na floresta

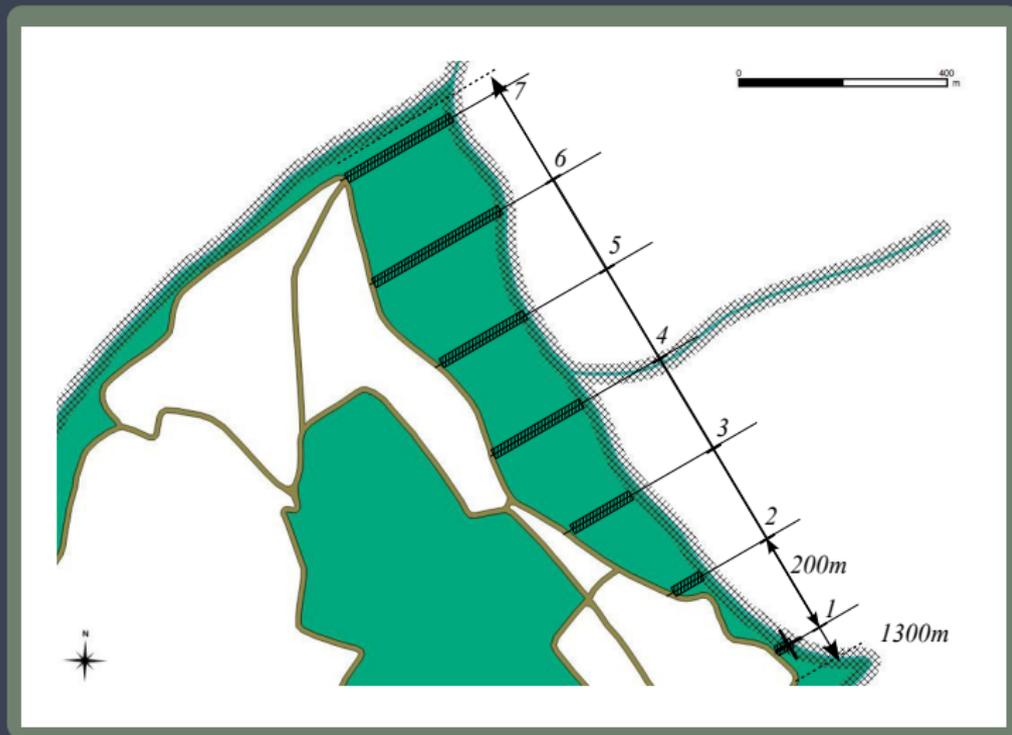
O que Muda?

- * Alocação no campo: SIM
- * Estimadores e cálculos: NÃO

» Alocação de Parcelas



» Alocação de Parcelas em Faixa



» Outras Formas de Alocação

Em Florestas Plantadas

- * Todos os talhões/quadras/UPs devem ter parcelas
- * A alocação dentro dos talhões é aleatória
- * É mantida uma distância mínima entre as parcelas

Formas de Seleção

- * Seleção regular aleatorizada
- * Seleção aleatória regularizada

» Seleção Regular Aleatorizada



Fim!

Muito Obrigado!