

# Tamanho e Forma de Parcelas

by João Luís Ferreira Batista

on 2020: LCF0510 Inventário Florestal – ESALQ – USP

## » Sumário

- \* A importância dos arvoredos nos levantamentos florestais.
- \* O conceito de parcela
- \* A importância do tamanho e forma da parcela nos levantamentos florestais.
- \* A escolher corretamente o tamanho e forma da parcela segundo os objetivos do levantamento.
- \* A forma correta de se locar e instalar uma parcela no campo.

## » Árvores e Florestas

### Levantamentos

- \* Medem-se as árvores.
- \* Procura-se informações sobre a floresta.

### Floresta

- \* *Não* é um conjunto de árvores.
- \* É um conjunto de conglomerados de árvores.

### ARVOREDO

- \* conglomerado de árvores;
- \* possui uma localização dentro da floresta
- \* possui uma *área*.

## » Parcelas Experimentais

### Função da Parcela

Parcelas para mostrar o efeito de um tratamento experimental

### Cuidados:

- \* É importante que a parcela não seja influenciada pelo entorno ou por fatores estranhos ao tratamento:
  - ⇒ efeito de bordadura
  - ⇒ uso de máquinas
  - ⇒ preparo do solo
  - ⇒ adubação, etc.

## » Parcelas em Levantamentos Florestais

### Função da Parcela

- \* Parcelas devem diminuir o *erro amostral* (aumentar a precisão)
- \* Parcelas devem diminuir os *custos*

### Medição de Experimento e Inventário Florestal

- \* Medir um experimento *não é inventário*
- \* Realizar um inventário *não é medir um experimento*
- \* Quais as diferenças?

## » Medição de Árvores

Determinam-se os atributos de *indivíduos*:

- ⇒ DAP
- ⇒ altura
- ⇒ volume
- ⇒ biomassa
- ⇒ qualitativos: morta, quebrada, doente, etc.

## » Levantamentos em Florestas

Desejam-se atributos de *conglomerados de árvores*

- ⇒ DAP *médio*
- ⇒ altura *média*
- ⇒ altura *média* das árvores dominantes
- ⇒ produção (volume/biomassa) *por área* ( $m^3 ha^{-1}$ ,  $Mg ha^{-1}$ )
- ⇒ número de árvores *por área* ( $ha$ ): total, vivas, quebradas, etc.

Atributos Totais:

- \* Total da Floresta: área total da floresta
- \* Total por unidade de área: hectare

## » A Parcela como Arvoredo

### Arvoredo

- \* *Agrega* os atributos da árvores individualmente para atributos de conglomerados de árvore
- \* É a *menor unidade* da floresta

### Parcela

- \* É um *conglomerados de árvores*
- \* É um *ARVOREDO*



## » A Parcela como Unidade de Observação

### Estimação baseada na Área

- \* As estimativas são para a floresta
- \* Estima-se *médias, totais e proporções*
- \* Conhece-se com maior *exatidão* a área da floresta do que o número de árvores nela
- \* A parcela deve ter uma *área mínima* para representar o arvoredo.

## » Efeito da Agregação por Arvoredo

### Dados: Floresta Nativa do Maranhão

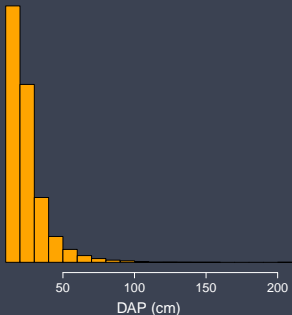
- \* Árvores medidas: 11972
- \* Parcelas medidas: 87
- \* Em média: 138 árvores/parcela

### Comportamento das Medidas Observadas

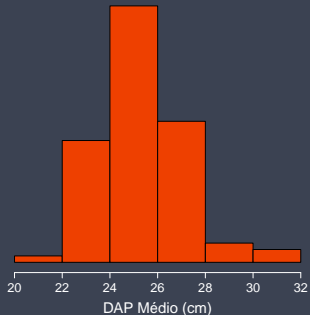
- \* Distribuição de valores das medidas observadas
  - ⇒ medida de árvores individuais
  - ⇒ medida agregada no arvoredo  
(aglomerado de árvores)

# » DAP: $\bar{A}$ × Arvoredo

Árvores

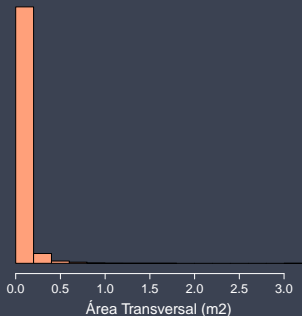


Parcelas

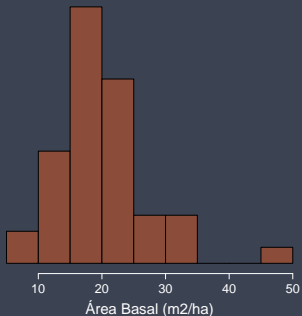


# » Área Transversal × Área Basal

Árvores

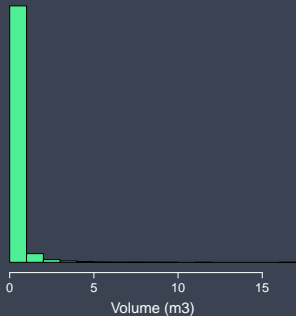


Arvoredo

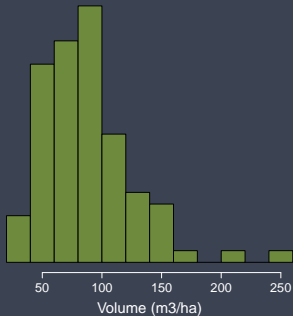


# » Volume: $\hat{A}$ rvore $\times$ Arvoredo

Árvores



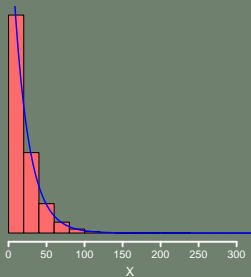
Arvoredo



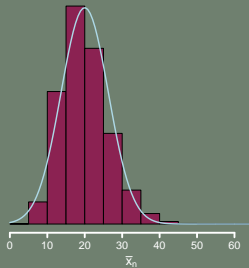
# » Teorema Central do Limite

Distribuição Exponencial:  $X \times \bar{x}_n \rightarrow n = 10$

Indivíduos



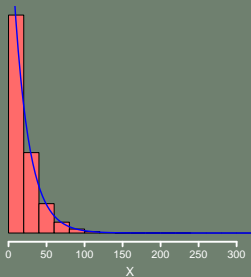
Agregado n = 10



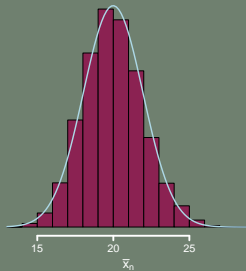
# » Teorema Central do Limite

Distribuição Exponencial:  $X \times \bar{x}_n \rightarrow n = 100$

Indivíduos



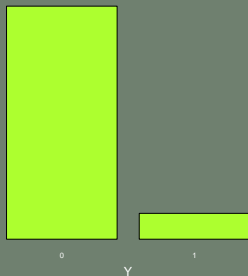
Agregado n = 100



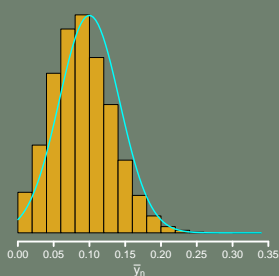
# » Teorema Central do Limite

Distribuição Binomial:  $Y \times \bar{y}_n \rightarrow n = 50$

Indivíduo



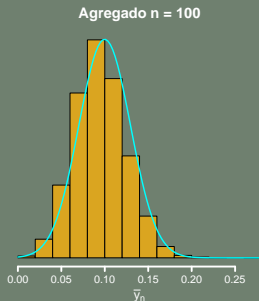
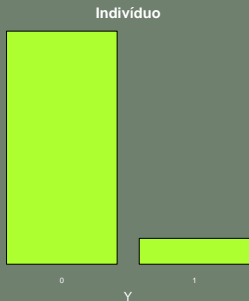
Agregado  $n = 50$





# » Teorema Central do Limite

Distribuição Binomial:  $Y \times \bar{y}_n \rightarrow n = 100$



# » Teorema Central do Limite (TCL)

## Dado

Variável  $X$  tem *qualquer* distribuição

Variável  $X$  tem média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$

## Lei dos Grandes Números

A média de  $X$  numa amostra de tamanho  $n$  é  $\bar{x}_n$

Para grandes tamanhos de amostra ( $n$  grande)

$\bar{x}_n$  tende a ter média  $\mu$  e variância  $\sigma^2/n$

## TCL

À medida que  $n \rightarrow \infty$

A dist. de  $\bar{x}_n$  tende à **Dist. Gaussiana** (Normal)

com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2/n$

## » Parcela Temporária

### Características:

- \* Medição em *uma única ocasião*
- \* Instalada, medida e abandonada (perdida)
- \* Levantamentos únicos
- \* Levantamentos expedidos
- \* Como unidades complementares em levantamentos contínuos
- \* Não é necessário *monumentá-la*

## » Parcela Permanente

### Características

- \* Medição em *várias ocasiões* sucessivas
- \* Instalada, *monumentada*, medida e remedida
- \* Levantamentos contínuos
- \* Inventário Florestal Contínuo (IFC)
- \* Sistemas de monitoramento

### Monumentação

- \* Essencial para que a parcela seja *re-encontrada*
- \* Marcas/marcos *permanentes* ⇒ recuperar a parcela
- \* Marcação das árvores ⇒ re-identificar cada árvore

## » Marcação da Parcela



# » Marcação da Parcela



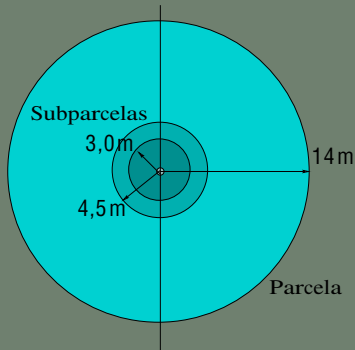
# » Marcação da Parcela



## » Parcela Circular

### Características:

- \* Um *único* marco central
- \* Dimensão de controle: *raio* da parcela
- \* Múltiplas *sub-parcelas*: concêntricas





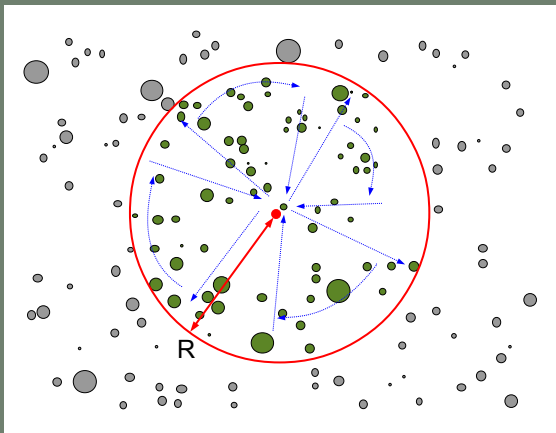
## » Parcela Circular

### Medição

- \* Uso da trena ou telêmetro para o raio
- \* Uso se torna dispensável com a prática
- \* Caminhamento depende da estrutura da floresta

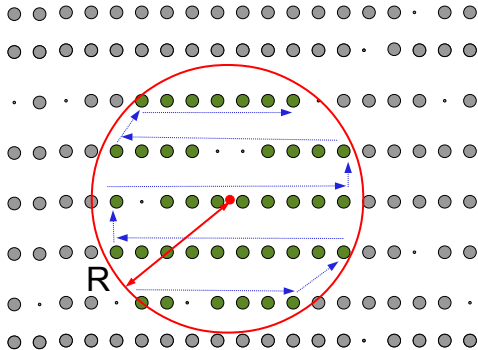
## » Parcela Circular

### Caminhamento em Floresta Nativa



## » Parcela Circular

### Caminhamento em Floresta Plantada



## » Parcela Circular

### Vantagens

- \* *Máxima localidade:*
  - ⇒ maior superfície / menor perímetro
- \* Boa parcela permanente:
  - \* fácil de monumentar
  - \* fácil de recuperar
- \* Boa parcela temporária:
  - \* rápida e fácil de instalar
  - \* rápida e fácil de medir
- \* Melhor para monitorar florestas plantadas desbastadas

## » Parcela Circular

### Desvantagens

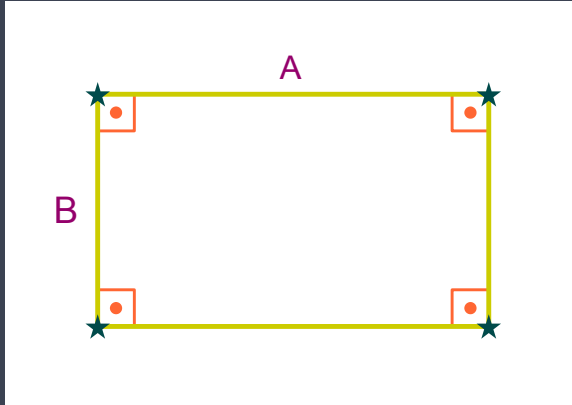
- \* Uso eficiente exige a visualização de *toda a parcela*
- \* Instalação problemática em plantios (veja adiante)
- \* Perda com a perda do *único marco*

## » Parcela Retangular

### Instalação

- \* Requer *quatro* marcos e a *definição do perímetro*
- \* Dimensões de controle:
  - ⇒ dois *lados* da parcela ( $A$  e  $B$ )
  - ⇒ quatro *ângulos* retos ( $90^\circ$ )

# » Parcela Retangular



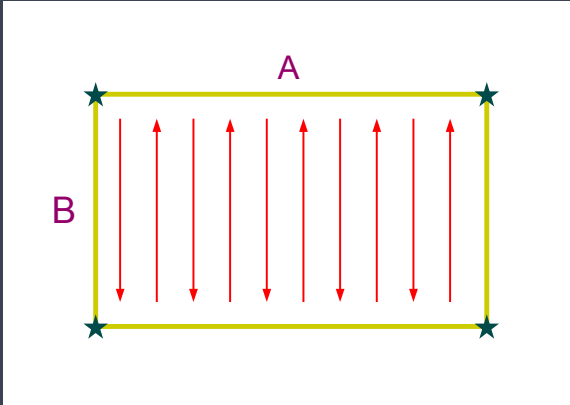
## » Parcela Retangular

### Medição

- \* Delimitada a parcela (definição do perímetro)
- \* Não são necessárias medidas de distância
- \* Caminhamento depende da estrutura da floresta
- \* Na ausência de linhas de plantio: realizar “varedura”



# » Parcela Retangular



## » Parcela Retangular

### Vantagens

- \* Fácil de entender o funcionamento
- \* Melhor em florestas com linhas de plantio regulares:
  - ⇒ dispensa definição do perímetro
  - ⇒ marcação da parcela pela marcação das árvores
  - ⇒ facilidade de caminhamento
- \* Instalação independente de situações problemáticas:
  - ⇒ sub-bosque denso
  - ⇒ muitos cipós e lianas

## » Parcela Retangular

### Desvantagens

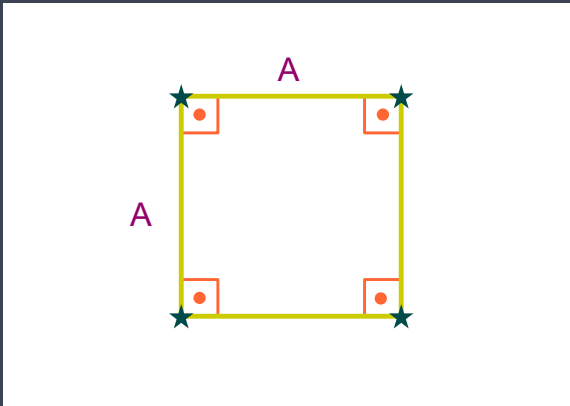
- \* Instalação trabalhosa
- \* Monumentação trabalhosa
- \* Em florestas plantadas:
  - ⇒ se torna problemática com a perda das linhas de plantio

## » Variantes de Parcelas Retangulares

### Parcela Quadrada

- \* Comum em estudos de ecologia em florestas tropicais
- \* Maior dificuldade de instalação no campo
- \* Lados iguais  $\Rightarrow$  dificuldade de visada

# » Variantes de Parcelas Retangulares

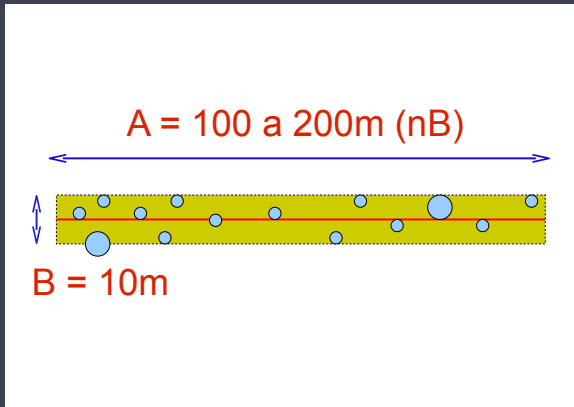


## » Variantes de Parcelas Retangulares

### Parcela em Faixa

- \* Instalação prática em florestas tropicais
- \* Não define o perímetro
- \* Define-se uma linha reta de caminhamento
- \* Mede-se a distância da linha de caminhamento para as árvores

## » Variantes de Parcelas Retangulares



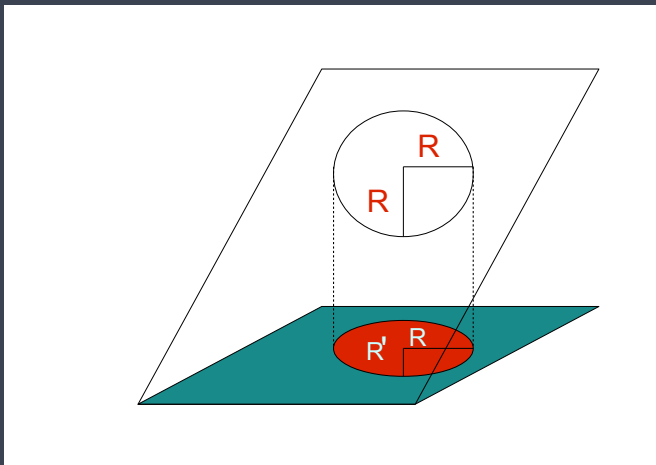
## » Terrenos Declivosos

### Parcela Circular

- \* Localização é irrelevante
- \* Se torna elíptica na projeção plana
- \* Altera a área:  $\pi R^2 \rightarrow \pi R R'$



## » Terrenos Declivosos



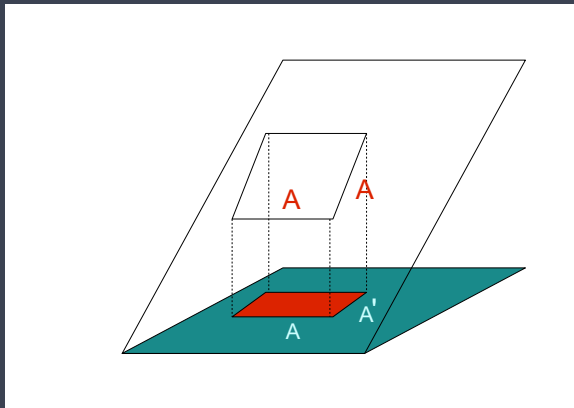
## » Terrenos Declivosos

### Parcela Quadrada

Locação é irrelevante

- \* De quadrada para retangular
- \* Altera de área:  $A^2 \rightarrow A A'$
- \* Necessário tomar distâncias *em nível*

## » Terrenos Declivosos



## » Terrenos Declivosos

### Parcela Retangular ou em Faixa

Permanece retangular

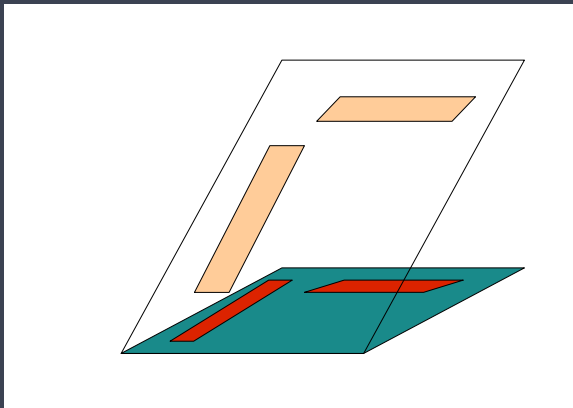
Necessário tomar distâncias *em nível*

Locação **É RELEVANTE**

⇒ Maior *variação interna* na parcela

⇒ Menor *variação entre* parcelas

## » Terrenos Declivosos



## » Espaçoamento Regular

### Parcela Retangular

Dimensões da parcela *tem de ser* múltiplos do espaçoamento

⇒ Espaçoamento de plantio:  $3 \times 2$

⇒ Parcela:  $3x \times 2y \rightarrow 6xy \text{ m}^2$

⇒ Exemplo 1:  $30 \times 20 \rightarrow 600 \text{ m}^2$  ( $x = y = 10$ )

⇒ Exemplo 2:  $15 \times 20 \rightarrow 300 \text{ m}^2$  ( $x = 5, y = 10$ )

⇒ Exemplo 3:  $12 \times 20 \rightarrow 240 \text{ m}^2$  ( $x = 4, y = 10$ )

⇒ Exemplo 4:  $18 \times 20 \rightarrow 360 \text{ m}^2$  ( $x = 6, y = 10$ )

⇒ Exemplo 5:  $27 \times 20 \rightarrow 540 \text{ m}^2$  ( $x = 9, y = 10$ )

## » Espaçoamento Regular

## Parcela Retangular

Número de árvores na parcela compatível com espaçoamento

⇒ Espaçoamento  $2,5 \times 2,5 = 6.25 \text{ m}^2/\text{árvore}$

⇒ Densidade da floresta:

$$10000\text{m}^2 / 6.25\text{m}^2 = 1600 \text{ árvores/ha}$$

⇒ Parcela:  $6(2,5) \times 10(2,5) = 15 \times 25 = 375\text{m}^2$

⇒ Árvores na parcela:  $375\text{m}^2 / 6.25\text{m}^2 = 60 \text{ árvores}$

⇒ Representação da parcela:

$$\frac{10000\text{m}^2}{375\text{m}^2} = 26.66667 \Rightarrow 26.66667 \times 60 = 1600 \text{ árvores/ha}$$

## » Espaço Regular

### Parcela Retangular

Vértices do retângulo centrados

⇒ no meio entre as linhas

⇒ no meio entre as plantas



## » Espaçoamento Regular

### Parcela Circular

\* Problemas com árvores na bordadura da parcela

\* Exemplo:

⇒ Espaçoamento  $2 \times 2 \rightarrow 4m^2/\text{planta}$

⇒ Parcela:  $S = 400m^2 \rightarrow 100$  plantas

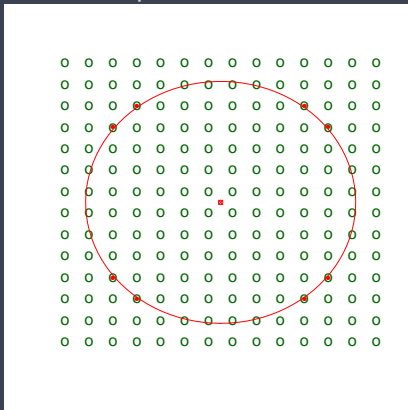
⇒ Parcela:  $S = 400m^2 \rightarrow R = 11.28m$

⇒ Plantas sem problema de bordadura: 94

⇒ Plantas **com** problema de bordadura: 8  $\rightarrow$  8%

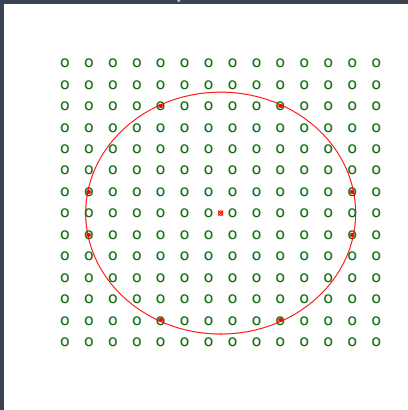
# » Espaço Regular: Parcela Circular

Centro da parcela na *entre-linha*



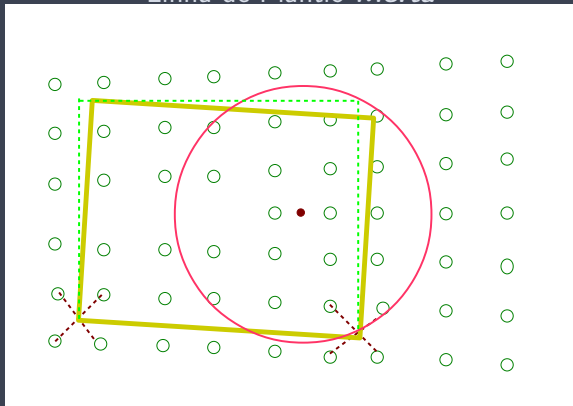
# » Espaço Regular: Parcela Circular

Centro da parcela na *linha*



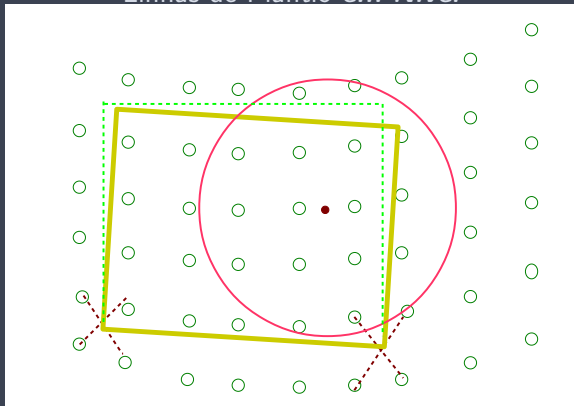
## » Espaçamento Regular

Linha de Plantio *Morta*



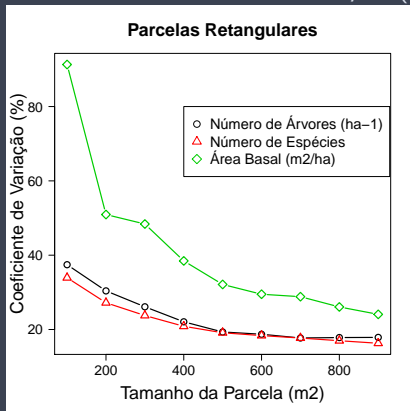
## » Espaçamento Regular

Linhas de Plantio *em Nível*



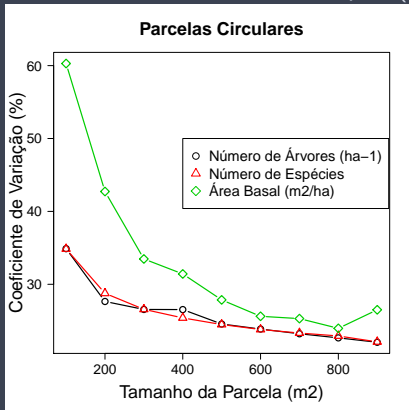
# » Tamanho de Parcela: Floresta Ombrófila

Método do Coeficiente de Variação (CV)

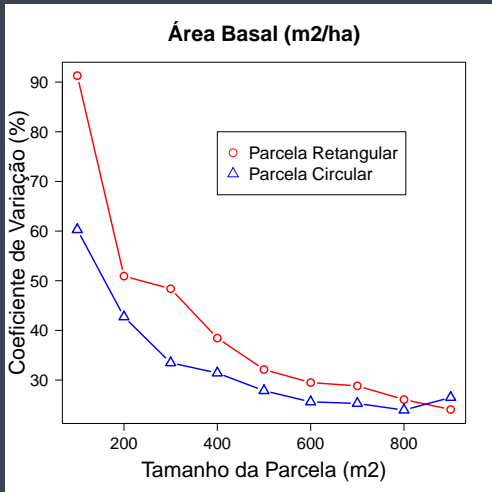


# » Tamanho de Parcela: Floresta Ombrófila

Método do Coeficiente de Variação (CV)

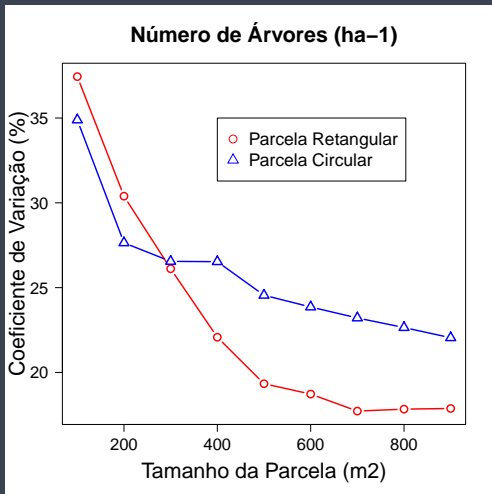


# » Forma de Parcela: Floresta Ombrófila

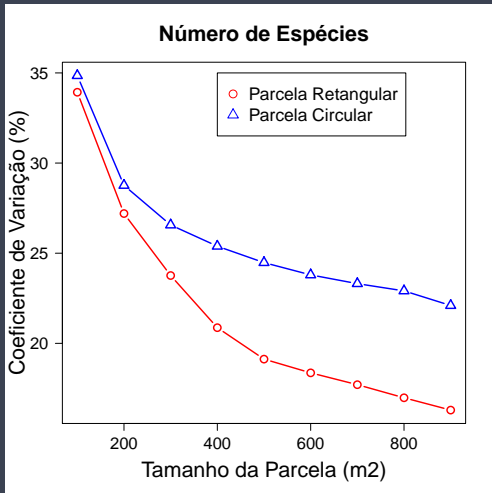




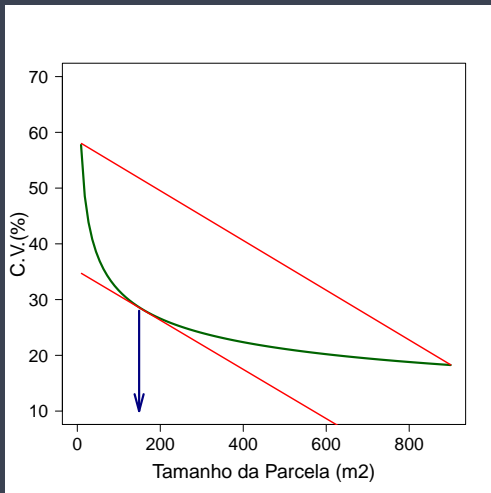
# » Forma de Parcela: Floresta Ombrófila



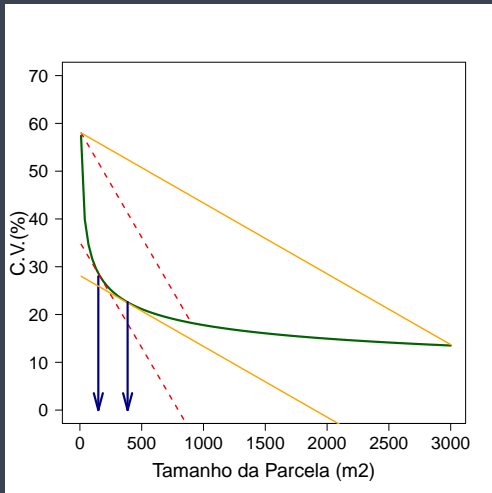
# » Forma de Parcela: Floresta Ombrófila



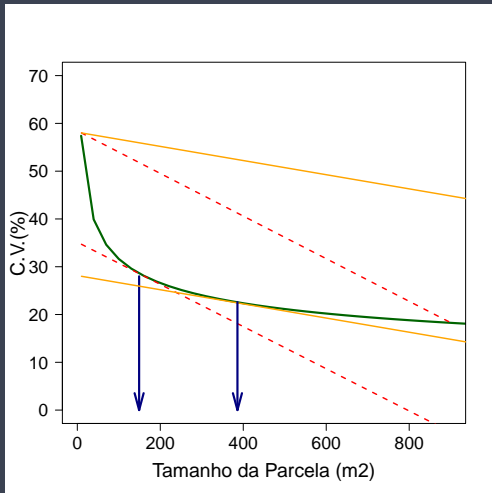
## » Método da Curvatura Máxima



# » Método da Curvatura Máxima: Problema



# » Método da Curvatura Máxima: Problema



## » Determinação do Tamanho de Parcela

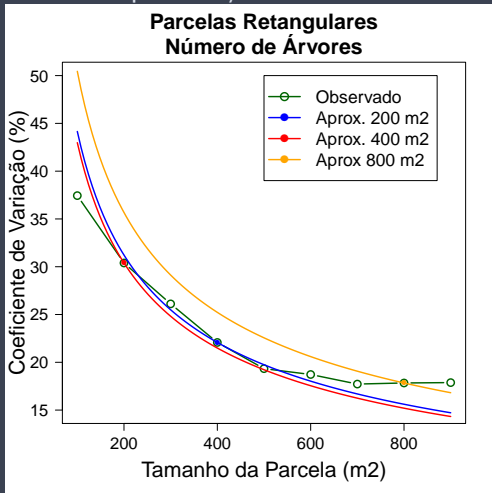
### Aproximação de Freese

$$V_{\%} = V_{\%}^* \sqrt{\frac{T^*}{T}}$$

- \*  $V_{\%}$  – C.V. na curva
- \*  $V_{\%}^*$  – C.V. observado (fixo)
- \*  $T$  – tamanho de parcela na curva
- \*  $T^*$  – tamanho de parcela observado (fixo)

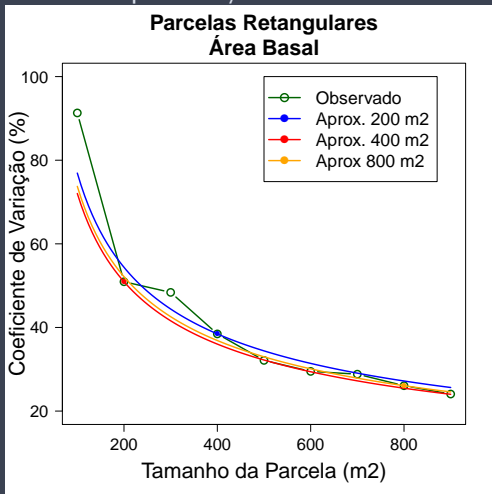
# » Determinação do Tamanho de Parcela

Aproximação de Freese



# » Determinação do Tamanho de Parcela

Aproximação de Freese

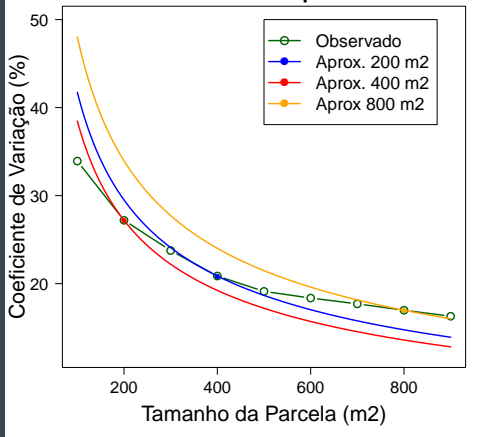




# » Determinação do Tamanho de Parcela

Aproximação de Freese

**Parcelas Retangulares**  
**Número de Espécies**



*Fim!*

*Muito Obrigado!*