

Amostragem Estratificada

Quem? João L.F. Batista

Onde? LCF0510 Inventário Florestal – ESALQ – USP

Quando? 11-11-2019

Objetivos da Aula

Aprender:

Objetivos da Aula

Aprender:

- O conceito de Estratificação

Objetivos da Aula

Aprender:

- O conceito de Estratificação
- Os estimadores da Amostragem Estratificada

Objetivos da Aula

Aprender:

- O conceito de Estratificação
- Os estimadores da Amostragem Estratificada
- Limitações da Amostragem Estratificada

Conceito de Amostragem Estratificada

Conceito de Amostragem Estratificada

Florestas

Conceito de Amostragem Estratificada

Florestas

- grandes áreas florestais são heterogêneas

Conceito de Amostragem Estratificada

Florestas

- grandes áreas florestais são heterogêneas
- com frequência existem mapas que mostram a heterogeneidade

Conceito de Amostragem Estratificada

Florestas

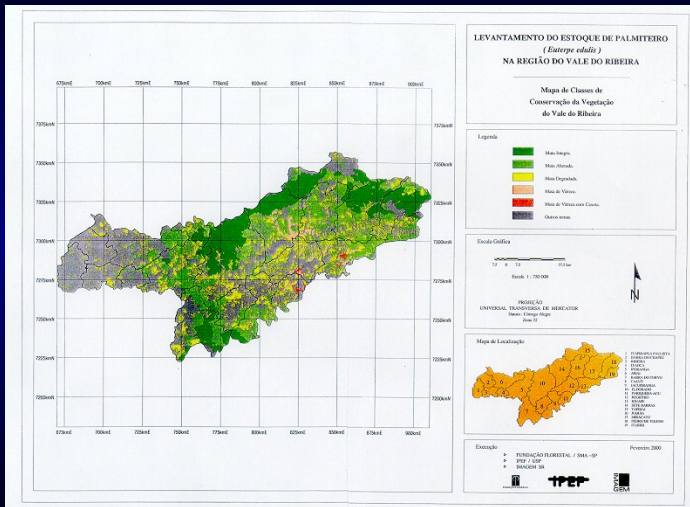
- grandes áreas florestais são heterogêneas
- com frequência existem mapas que mostram a heterogeneidade
- a floresta pode ser sub-dividida com base nos mapas

Conceito de Amostragem Estratificada

Florestas

- grandes áreas florestais são heterogêneas
- com frequência existem mapas que mostram a heterogeneidade
- a floresta pode ser sub-dividida com base nos mapas
- cada sub-divisão pode ser amostrada de modo *independente*

Exemplo: Vegetação no Vale do Ribeira, SP



Conceito de Estratificação

Conceito de Estratificação

Conceito

Conceito de Estratificação

Conceito

- Sub-dividir a floresta em *ESTRATOS*

Conceito de Estratificação

Conceito

- Sub-dividir a floresta em *ESTRATOS*
- *ESTRATOS*: áreas que são internamente mais homogêneas que a floresta como um todo

Conceito de Estratificação

Conceito

- Sub-dividir a floresta em *ESTRATOS*
- *ESTRATOS*: áreas que são internamente mais homogêneas que a floresta como um todo

Estratificação

Conceito de Estratificação

Conceito

- Sub-dividir a floresta em *ESTRATOS*
- *ESTRATOS*: áreas que são internamente mais homogêneas que a floresta como um todo

Estratificação

- Não existe *um* método definido para implementar

Conceito de Estratificação

Conceito

- Sub-dividir a floresta em *ESTRATOS*
- *ESTRATOS*: áreas que são internamente mais homogêneas que a floresta como um todo

Estratificação

- Não existe *um* método definido para implementar
- Qualquer método que gere verdadeiros *ESTRATOS* é válido

Conceito de Estratificação

Conceito

- Sub-dividir a floresta em *ESTRATOS*
- *ESTRATOS*: áreas que são internamente mais homogêneas que a floresta como um todo

Estratificação

- Não existe *um* método definido para implementar
- Qualquer método que gere verdadeiros *ESTRATOS* é válido
- A *ÁREA* de cada estrato deve ser conhecida *sem erro amostral*

Exemplo: Levantamento do Estoque de Palmiteiro no Vale do Ribeira

Exemplo: Levantamento do Estoque de Palmitero no Vale do Ribeira

Método

Exemplo: Levantamento do Estoque de Palmiteiro no Vale do Ribeira

Método

- Método de multiobjetivos com 3 “camadas” de geoinformação

Exemplo: Levantamento do Estoque de Palmiteiro no Vale do Ribeira

Método

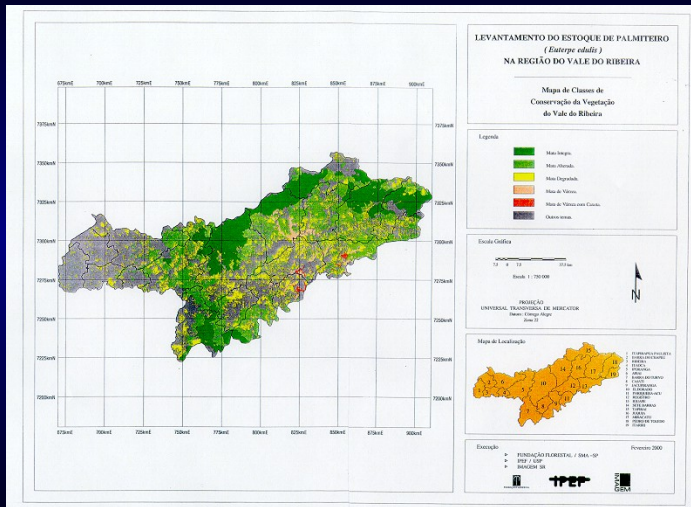
- Método de multiobjetivos com 3 “camadas” de geoinformação
- “Cruzamento” das camadas para gerar a estratificação

Exemplo: Levantamento do Estoque de Palmiteiro no Vale do Ribeira

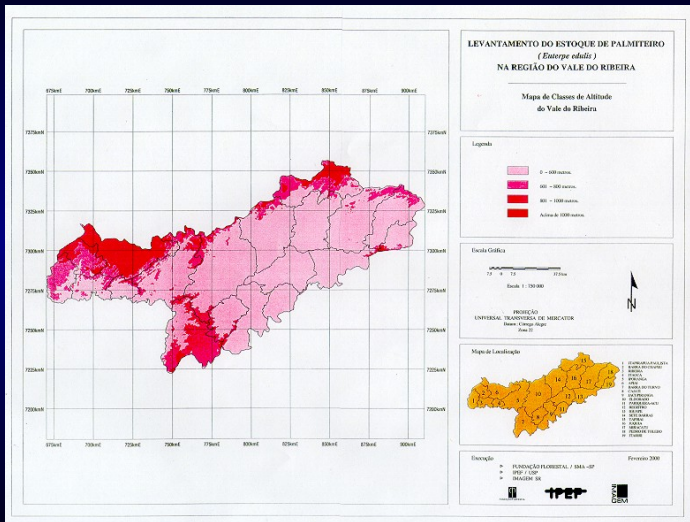
Método

- Método de multiobjetivos com 3 “camadas” de geoinformação
- “Cruzamento” das camadas para gerar a estratificação
- Estratos segunda a *aptidão para presença* do palmitreiro

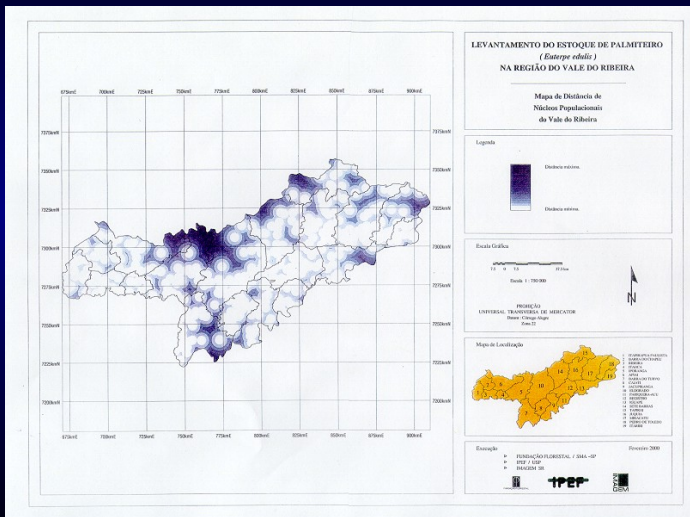
Primeira Camada: Vegetação



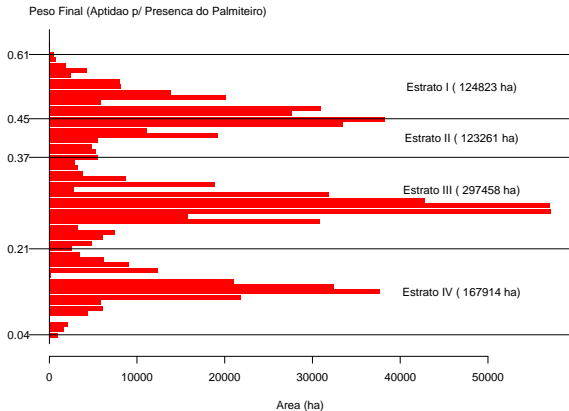
Segunda Camada: Altitude



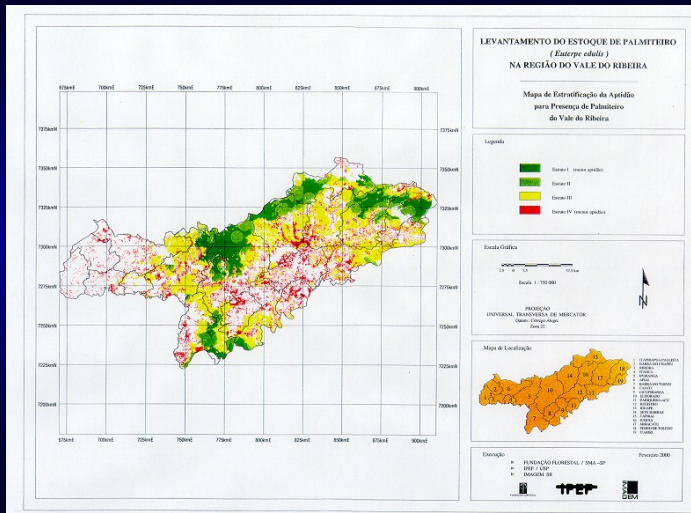
Terceira Camada: Núcleos Populacionais na Floresta



Cruzamento das Camadas: Histograma da Aptidão



Resultado: Mapa dos Estratos



Estimadores por Estrato

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Tamanho do Estrato: N_h

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Tamanho do Estrato: N_h

- Tamanho da Amostra no Estrato: n_h

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Tamanho do Estrato: N_h

- Tamanho da Amostra no Estrato: n_h
- *Calcular* o Índice do Estrato: $a_h = N_h (N_h - n_h) / n_h$

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Tamanho do Estrato: N_h

- Tamanho da Amostra no Estrato: n_h
- *Calcular* o Índice do Estrato: $a_h = N_h (N_h - n_h) / n_h$
- *Estimar* a Variância do Estrato: $\hat{\sigma}_h^2$

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Tamanho do Estrato: N_h

- Tamanho da Amostra no Estrato: n_h
- *Calcular* o Índice do Estrato: $a_h = N_h (N_h - n_h) / n_h$
- *Estimar* a Variância do Estrato: $\hat{\sigma}_h^2$
- *Estimar* o Total do Estrato: $\hat{\tau}_h$

Estimadores por Estrato

Em cada
Estrato:

Tamanho do Estrato: N_h

- Tamanho da Amostra no Estrato: n_h
- *Calcular* o Índice do Estrato: $a_h = N_h (N_h - n_h) / n_h$
- *Estimar* a Variância do Estrato: $\hat{\sigma}_h^2$
- *Estimar* o Total do Estrato: $\hat{\tau}_h$
- *Estimar* a Variância do Total do Estrato: $\widehat{\text{Var}}(\tau_h)$

Estimadores para a Floresta

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

$$\text{Total da Floresta: } \hat{\tau} = \sum_{h=1}^L \hat{\tau}_h$$

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

Total da Floresta: $\hat{\tau} = \sum_{h=1}^L \hat{\tau}_h$

- Variância do Total da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\tau) = \sum_{h=1}^L \widehat{\text{Var}}(\tau_h)$

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

Total da Floresta: $\hat{\tau} = \sum_{h=1}^L \hat{\tau}_h$

- Variância do Total da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\tau) = \sum_{h=1}^L \widehat{\text{Var}}(\tau_h)$
- Tamanho da Floresta: $N = \sum_{h=1}^L N_h$

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

Total da Floresta: $\hat{\tau} = \sum_{h=1}^L \hat{\tau}_h$

- Variância do Total da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\tau) = \sum_{h=1}^L \widehat{\text{Var}}(\tau_h)$
- Tamanho da Floresta: $N = \sum_{h=1}^L N_h$
- Média da Floresta: $\hat{\mu} = \hat{\tau}/N$

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

Total da Floresta: $\hat{\tau} = \sum_{h=1}^L \hat{\tau}_h$

- Variância do Total da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\tau) = \sum_{h=1}^L \widehat{\text{Var}}(\tau_h)$
- Tamanho da Floresta: $N = \sum_{h=1}^L N_h$
- Média da Floresta: $\hat{\mu} = \hat{\tau}/N$
- Variância da Média da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\mu) = \widehat{\text{Var}}(\tau)/N^2$

Estimadores para a Floresta

Estimadores:

Total da Floresta: $\hat{\tau} = \sum_{h=1}^L \hat{\tau}_h$

- Variância do Total da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\tau) = \sum_{h=1}^L \widehat{\text{Var}}(\tau_h)$
- Tamanho da Floresta: $N = \sum_{h=1}^L N_h$
- Média da Floresta: $\hat{\mu} = \hat{\tau}/N$
- Variância da Média da Floresta: $\widehat{\text{Var}}(\mu) = \widehat{\text{Var}}(\tau)/N^2$
- Tamanho *Efetivo* da Amostra na Floresta:

$$n_E = \frac{\left(\sum_{h=1}^L a_h \cdot \hat{\sigma}_h^2 \right)^2}{\sum_{h=1}^L (a_h \cdot \hat{\sigma}_h^2)^2 / (n - 1)}$$

Tamanho Ideal de Amostra

Tamanho Ideal de Amostra

Fórmula

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N_h^2 \cdot V_{\%h}^2 / W_h}{N^2 \cdot E_{\%}^2 / t^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot V_{\%h}^2}$$

Tamanho Ideal de Amostra

Fórmula

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N_h^2 \cdot V_{\%h}^2 / W_h}{N^2 \cdot E_{\%}^2 / t^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot V_{\%h}^2}$$

N_h – Tamanho do Estrato

Tamanho Ideal de Amostra

Fórmula

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N_h^2 \cdot V_{\%h}^2 / W_h}{N^2 \cdot E_{\%}^2 / t^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot V_{\%h}^2}$$

N_h – Tamanho do Estrato

$E_{\%}$ – Erro Aceitável em porcentagem

Tamanho Ideal de Amostra

Fórmula

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N_h^2 \cdot V_{\%h}^2 / W_h}{N^2 \cdot E_{\%}^2 / t^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot V_{\%h}^2}$$

N_h – Tamanho do Estrato

$E_{\%}$ – Erro Aceitável em porcentagem

$V_{\%h}$ – Coeficiente de Variação de cada estrato:

$$V_{\%h} = \frac{\hat{\mu}_h}{\hat{\sigma}_h} \cdot 100 = \frac{\hat{\tau}_h / N_h}{\sqrt{\hat{\sigma}_h^2}} \cdot 100$$

Tamanho Ideal de Amostra

Fórmula

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N_h^2 \cdot V_{\%h}^2 / W_h}{N^2 \cdot E_{\%}^2 / t^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot V_{\%h}^2}$$

N_h – Tamanho do Estrato

$E_{\%}$ – Erro Aceitável em porcentagem

$V_{\%h}$ – Coeficiente de Variação de cada estrato:

$$V_{\%h} = \frac{\hat{\mu}_h}{\hat{\sigma}_h} \cdot 100 = \frac{\hat{\tau}_h / N_h}{\sqrt{\hat{\sigma}_h^2}} \cdot 100$$

W_h – Proporção da amostra alocada em cada estrato

Tamanho Ideal de Amostra

Fórmula

$$n^* = \frac{\sum_{h=1}^L N_h^2 \cdot V_{\%h}^2 / W_h}{N^2 \cdot E_{\%}^2 / t^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot V_{\%h}^2}$$

N_h – Tamanho do Estrato

$E_{\%}$ – Erro Aceitável em porcentagem

$V_{\%h}$ – Coeficiente de Variação de cada estrato:

$$V_{\%h} = \frac{\hat{\mu}_h}{\hat{\sigma}_h} \cdot 100 = \frac{\hat{\tau}_h / N_h}{\sqrt{\hat{\sigma}_h^2}} \cdot 100$$

W_h – Proporção da amostra alocada em cada estrato

t – Estatística t de Student para n_E graus de liberdade

Alocação da Amostra nos Estratos

Alocação da Amostra nos Estratos

Métodos

Alocação da Amostra nos Estratos

Métodos

Alocação Proporcional:

$$W_h = \frac{N_h}{N} = \frac{N_h}{\sum_{i=1}^L N_i}$$

Alocação de Neyman:

$$W_h = \frac{N_h \cdot \hat{\sigma}_h^2}{\sum_{i=1}^L N_i \cdot \hat{\sigma}_i^2}$$

Alocação da Amostra nos Estratos

Métodos

Alocação Proporcional:

$$W_h = \frac{N_h}{N} = \frac{N_h}{\sum_{i=1}^L N_i}$$

Alocação de Neyman:

$$W_h = \frac{N_h \cdot \hat{\sigma}_h^2}{\sum_{i=1}^L N_i \cdot \hat{\sigma}_i^2}$$

Alocação Ótima:

$$W_h = \frac{N_h \cdot \hat{\sigma}_h^2 / \sqrt{C_h}}{\sum_{i=1}^L N_i \cdot \hat{\sigma}_i^2 / \sqrt{C_i}}$$

C_h – custo de amostragem do estrato h

Fim!

Muito Obrigado!