

Princípios Básicos de Desenho Amostral em Monitoramento Biológico

Linguagem

- Parâmetros, Variáveis, e Covariáveis

$$y = ax + b$$

3 Pilares do Monitoramento

- Porquê?
- O quê?
- Como?

Dentro dos “porquês”

- Existe variação espacial ou temporal na variável y ?
- Qual é o efeito do fator x na variável y ?
- As medições da variável y são compatíveis com as previsões da hipótese H ?
- Usando as medições da variável y , qual é a melhor estimativa do parâmetro no modelo Z ?

Dentro dos “o quês”

- História natural
- Considerações logísticas
- Considerações económicas
- Considerações políticas

Dentro do “Como?”

3 pilares do desenho amostral

- Controle
- Aleatorização
- Replicação

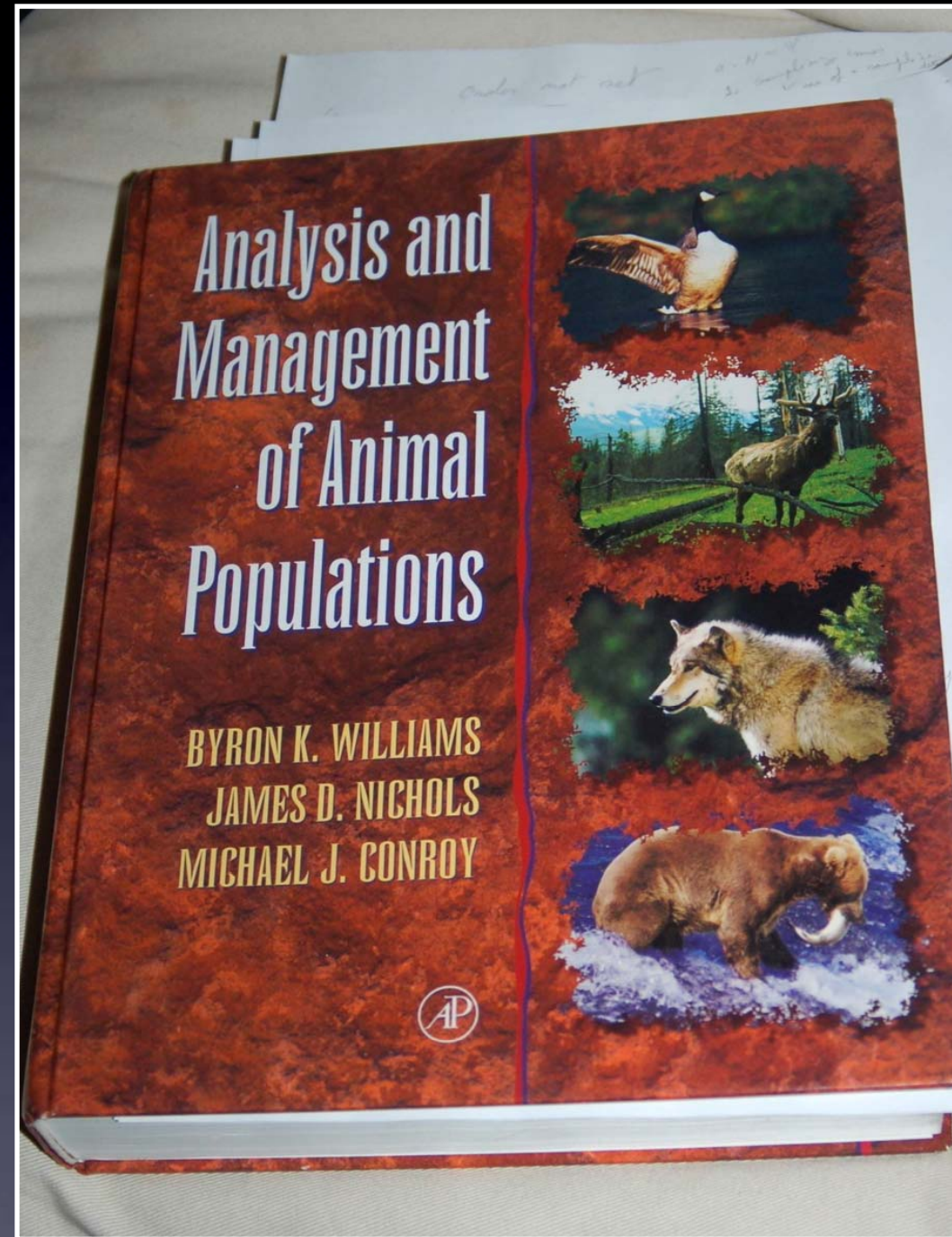
Ainda dentro do “Como?”

A forma canônica da modelagem de fauna

$$\hat{Y} = \frac{C}{\alpha p}$$

Passo a passo & exemplos

Williams, B. K., J. D.
Nichols & M. J. Conroy
(2002) Analysis and
Management of Animal
Populations. Academic
Press. Capítulo 5



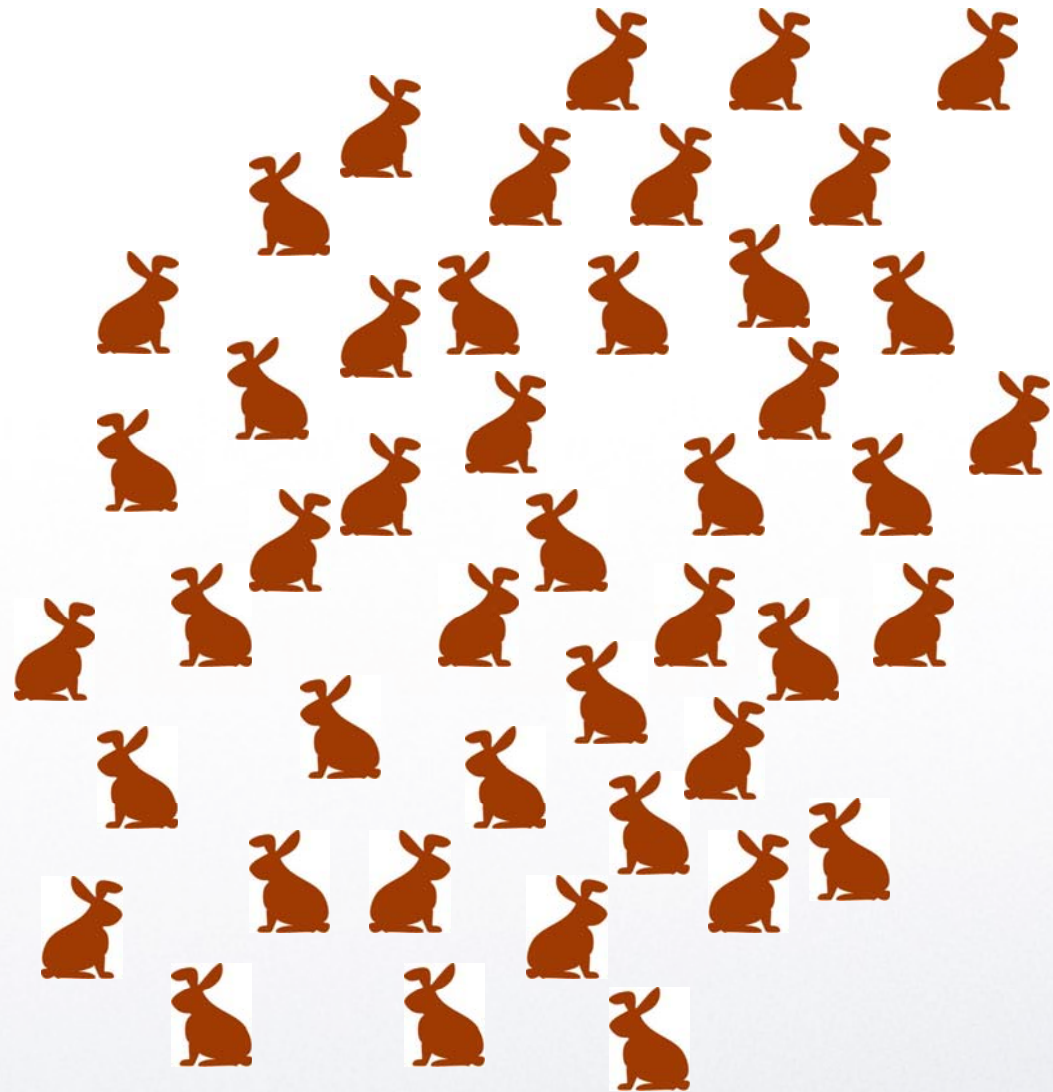
Problemas de amostragem:

- Heterogeneidade temporal

- Heterogeneidade espacial

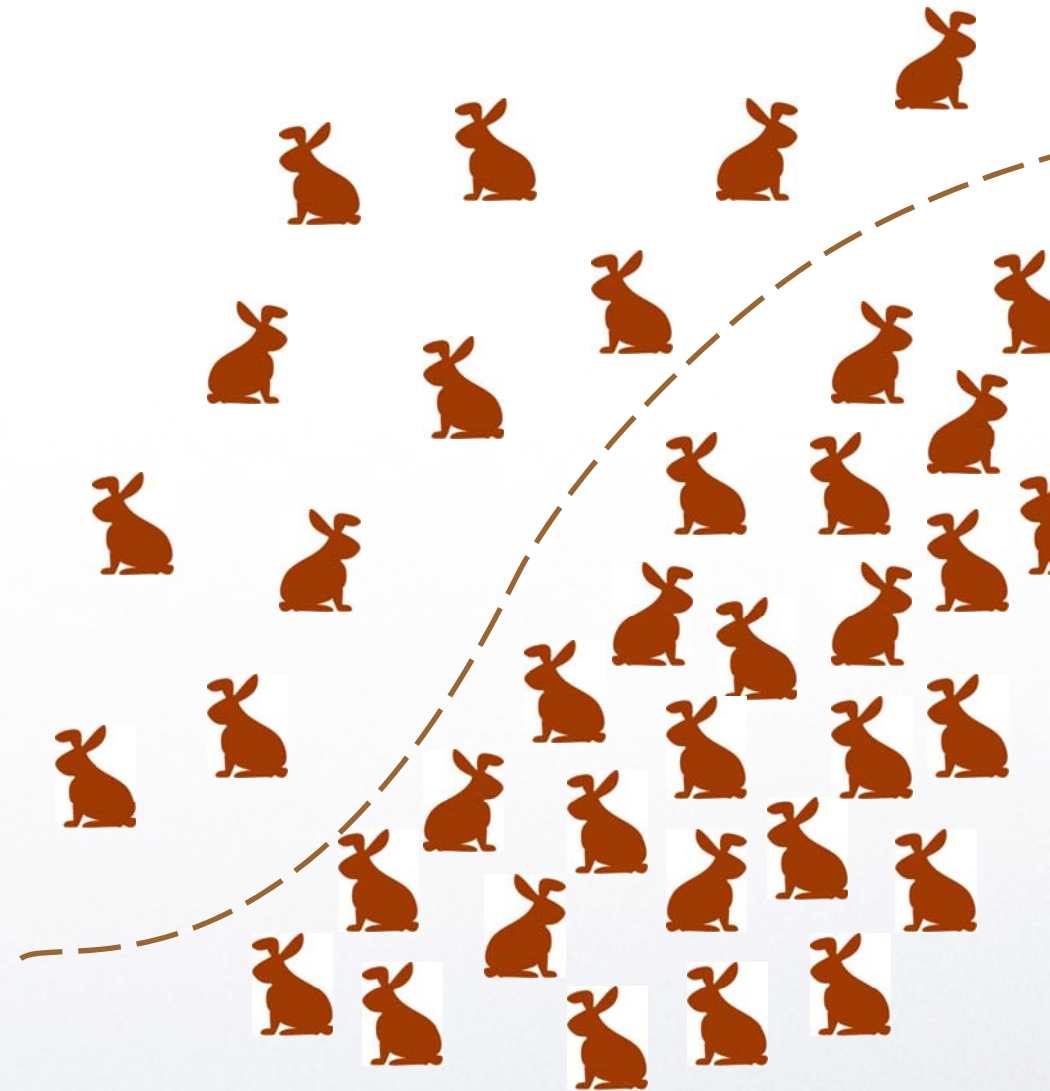
- Variabilidade amostral

- Detectabilidade



Problemas de amostragem:

- Heterogeneidade temporal
- **Heterogeneidade espacial**
- Variabilidade amostral
- Detectabilidade



Problemas de amostragem:

- Heterogeneidade temporal

- Heterogeneidade espacial

- Variabilidade amostral

- Detectabilidade



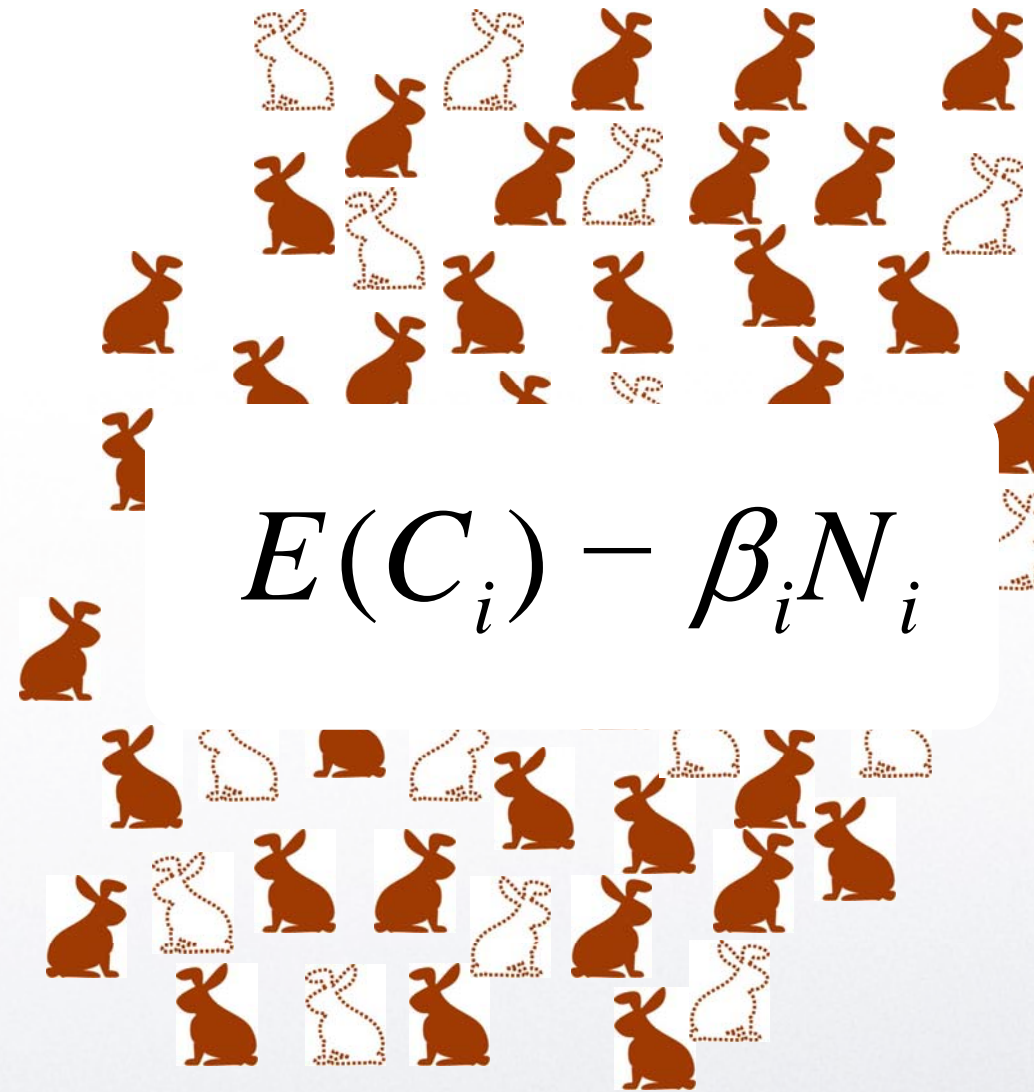
Problemas de amostragem:

Heterogeneidade temporal

Heterogeneidade espacial

Variabilidade amostral

Detectabilidade

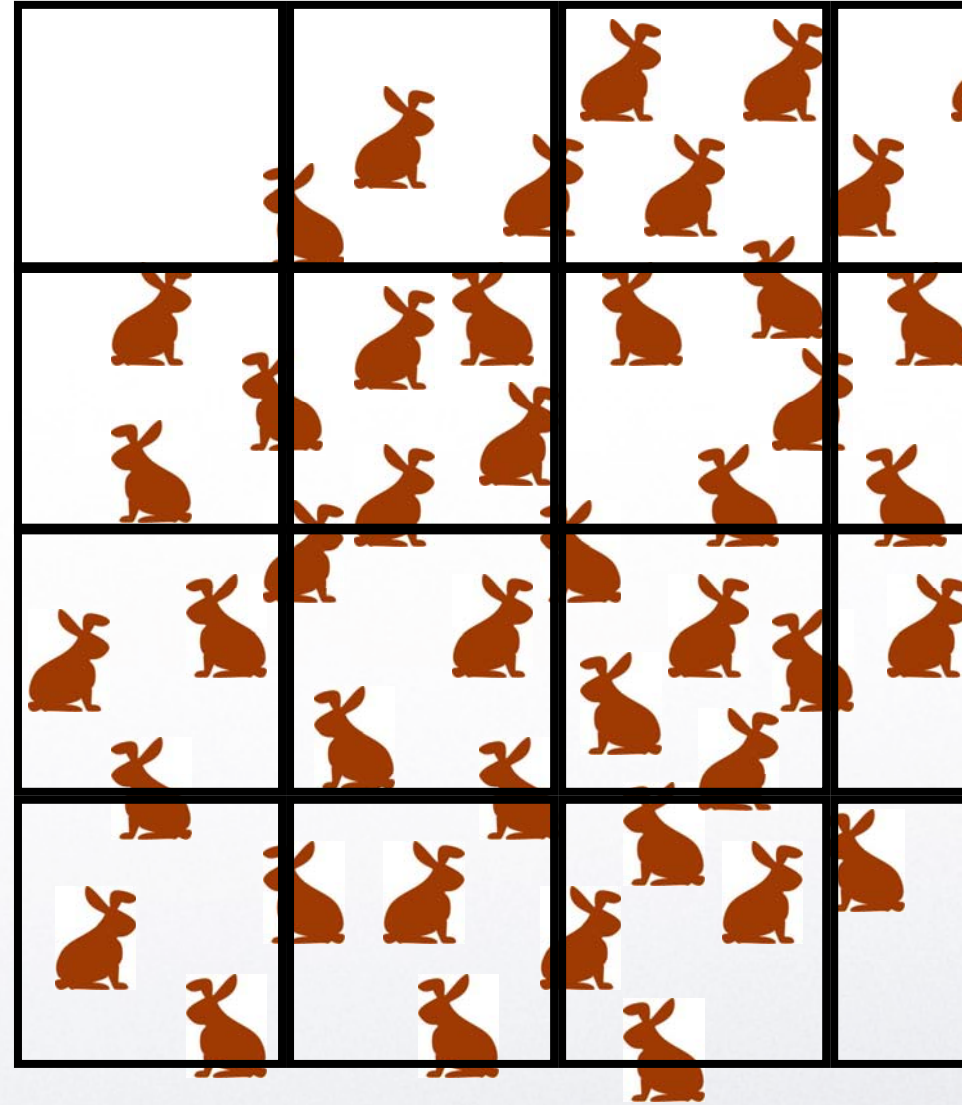


Aspectos principais (de novo)

- **Controle da variação**
(subdividir, medir covariáveis, amostrar mais)
- **Aleatorização**
(proteje contra fontes de variação não explicada)
- **Replicação**
(junto com a aleatorização, permite medição da variabilidade*)

O que fazemos:

- N unidades amostrais medindo o atributo y
- Observações $\{y_1, \dots, y_N\}$
- A partir do conjunto amostral y_i obter estimativas de parâmetros populacionais

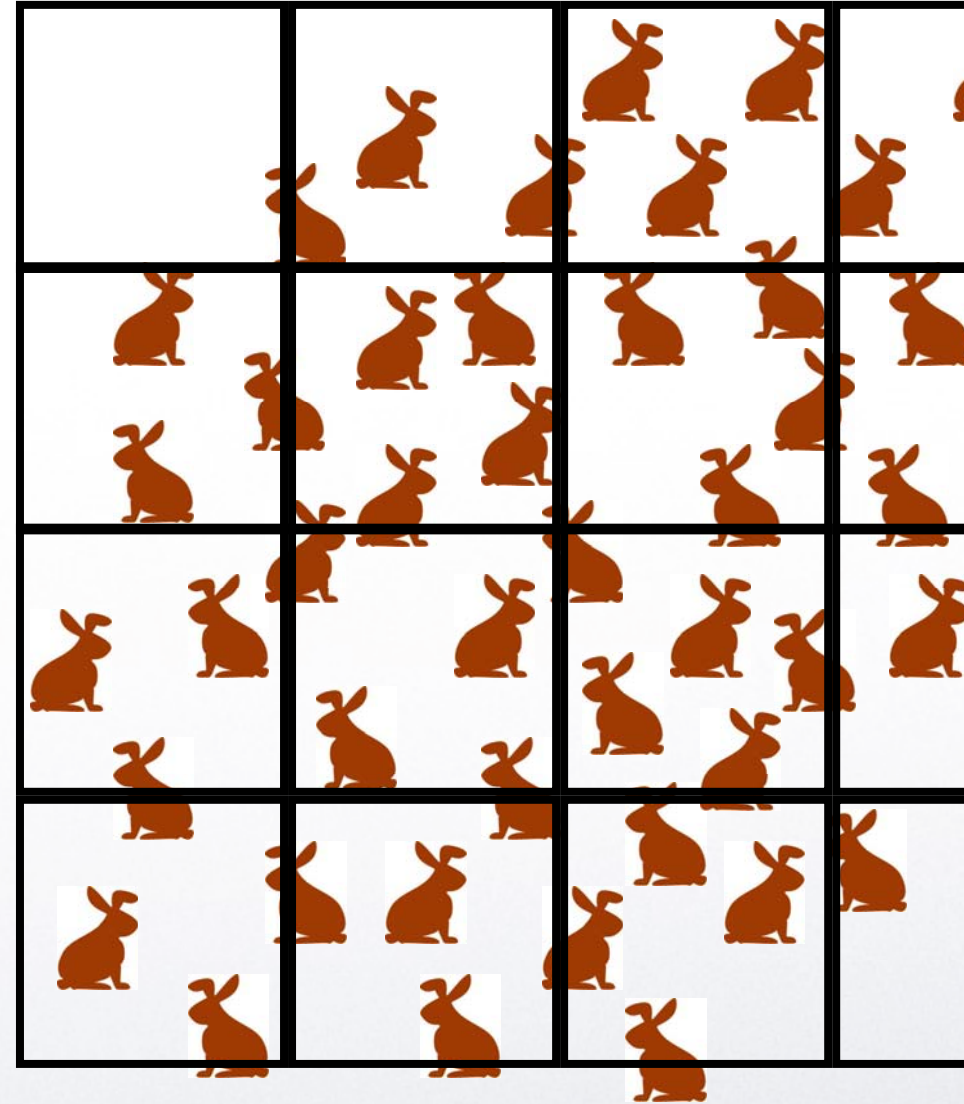


O que
fazemos:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^N y_i / N$$

$$Y = N\bar{Y}$$

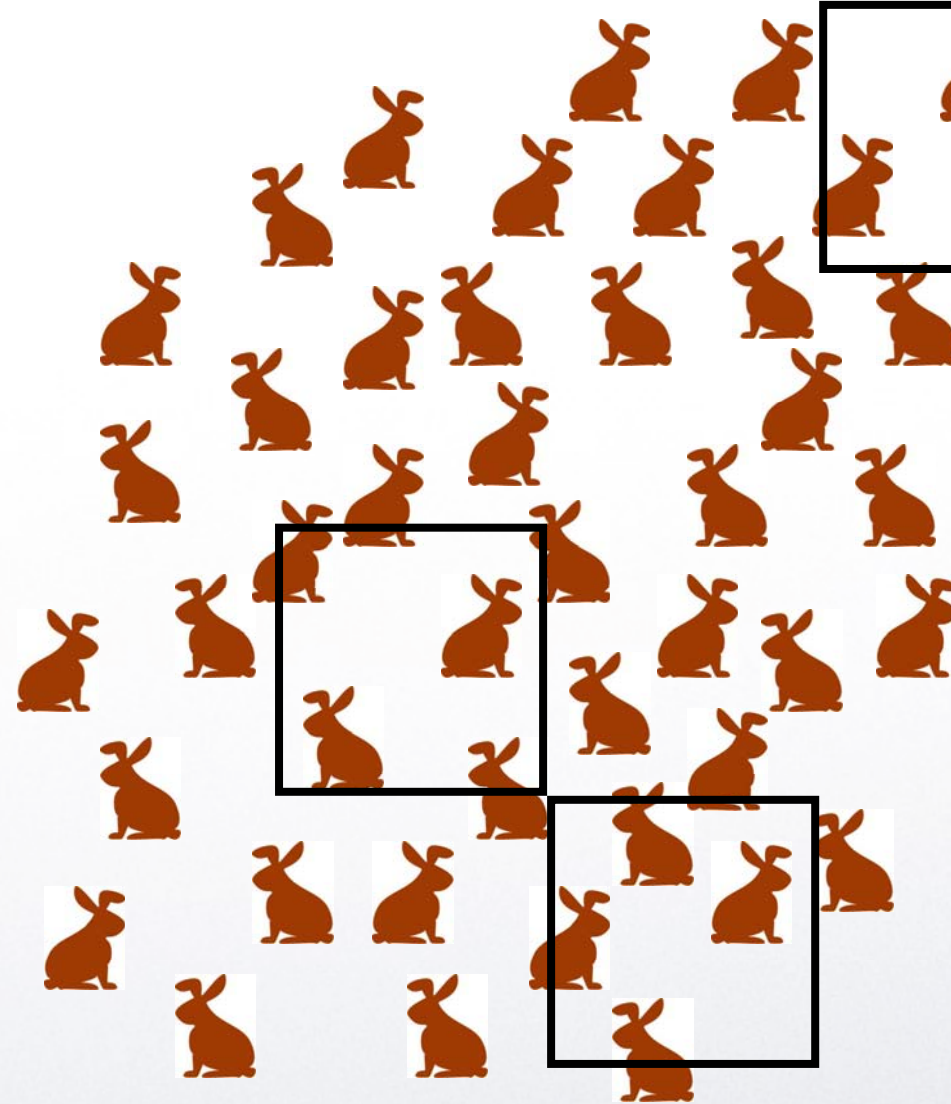
$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}{N},$$



Amostragem aleatória

Exemplos

- n unidades amostrais de um total de N unidades possíveis
- Cada uma com probabilidade n/N de ser selecionada
- Amostragem com ou sem reposição



Amostragem aleatória

mples (com reposição)

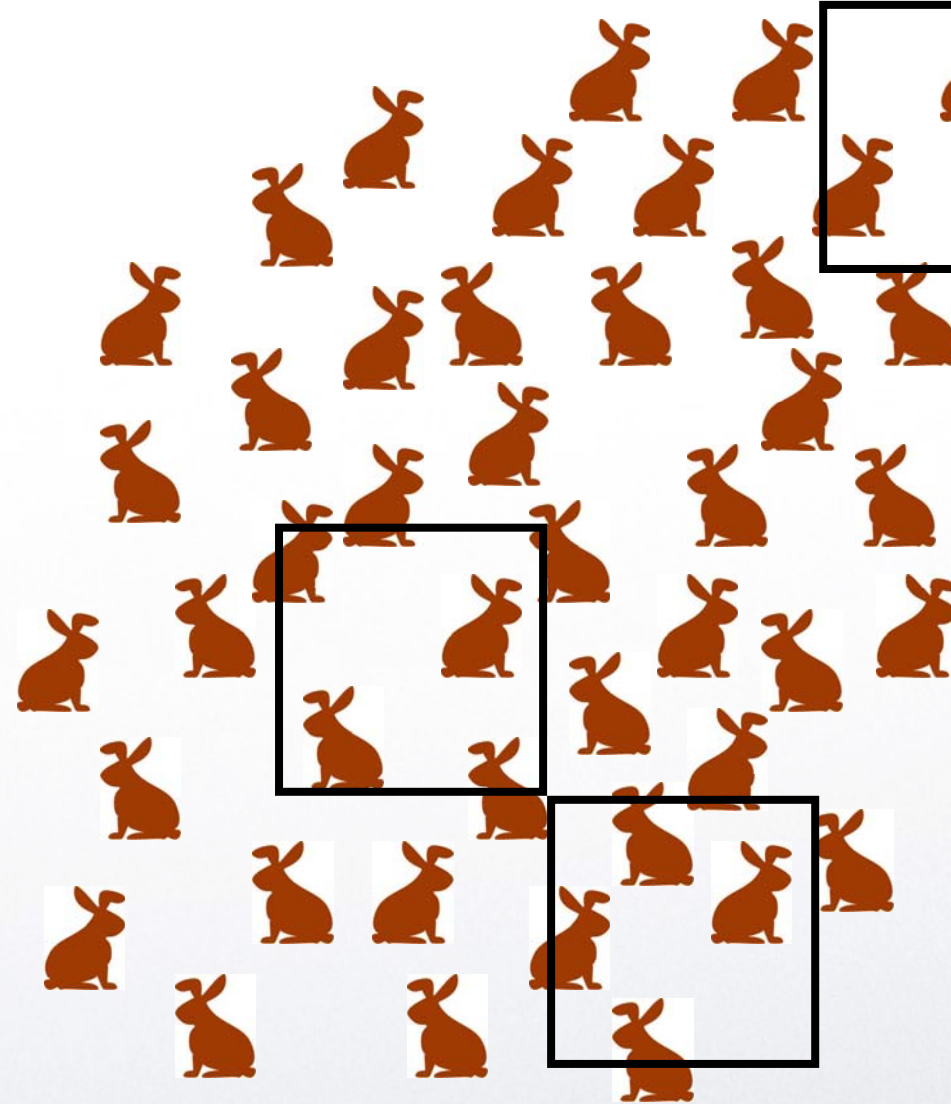
$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i / n$$

contagem da
amostra i

$$\text{var}(\bar{y}) = \sigma^2 / n,$$

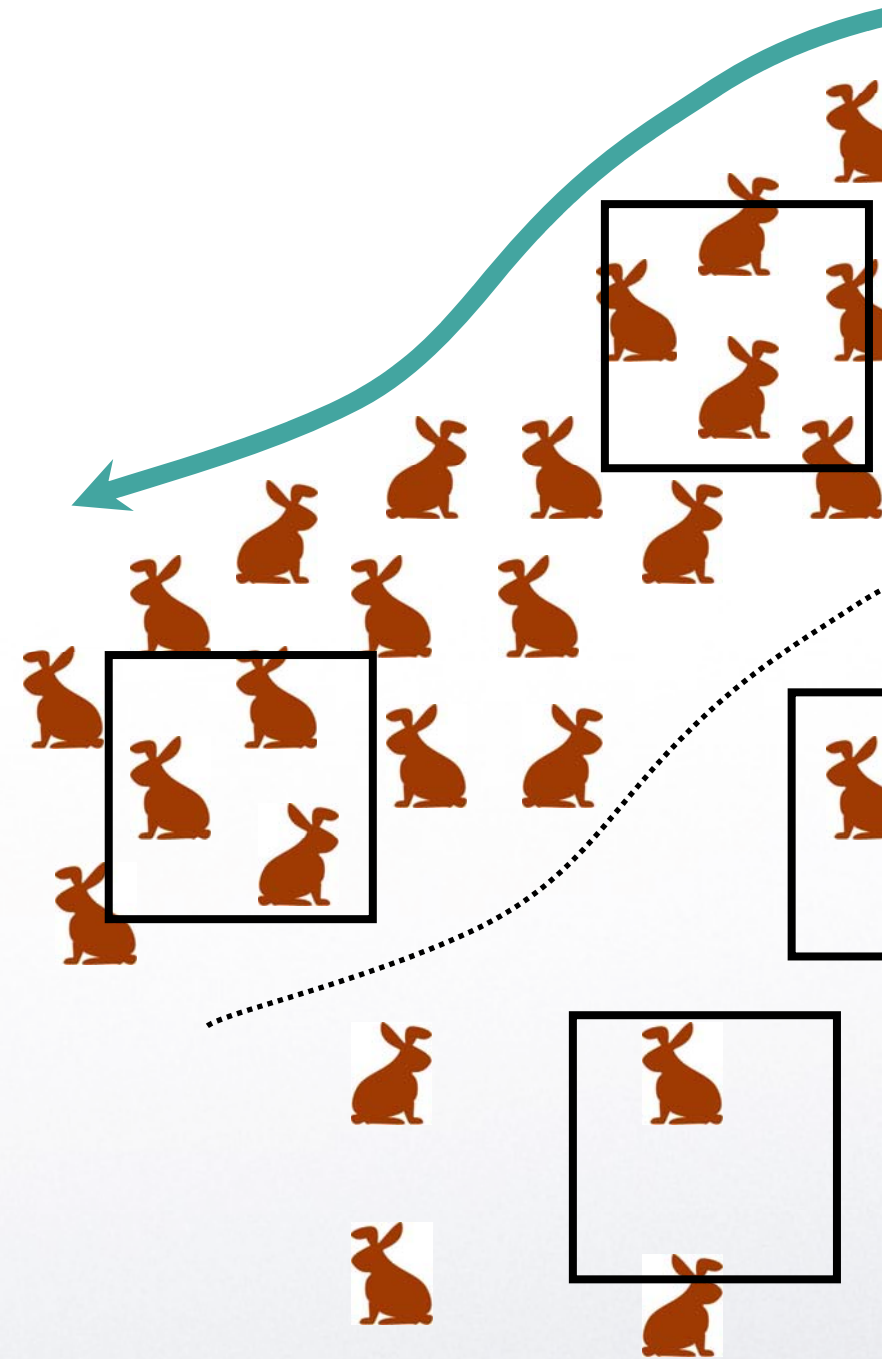
$$Y = N \bar{y}$$

$$\text{var}(Y) = N^2 \text{var}(\bar{y}),$$



Amostragem aleatória estratificada

- Partição da população em I blocos pertinentes
- Amostragem aleatória de n_i unidades no bloco i , com $i=1, \dots, I$
- Baixa variância dentro



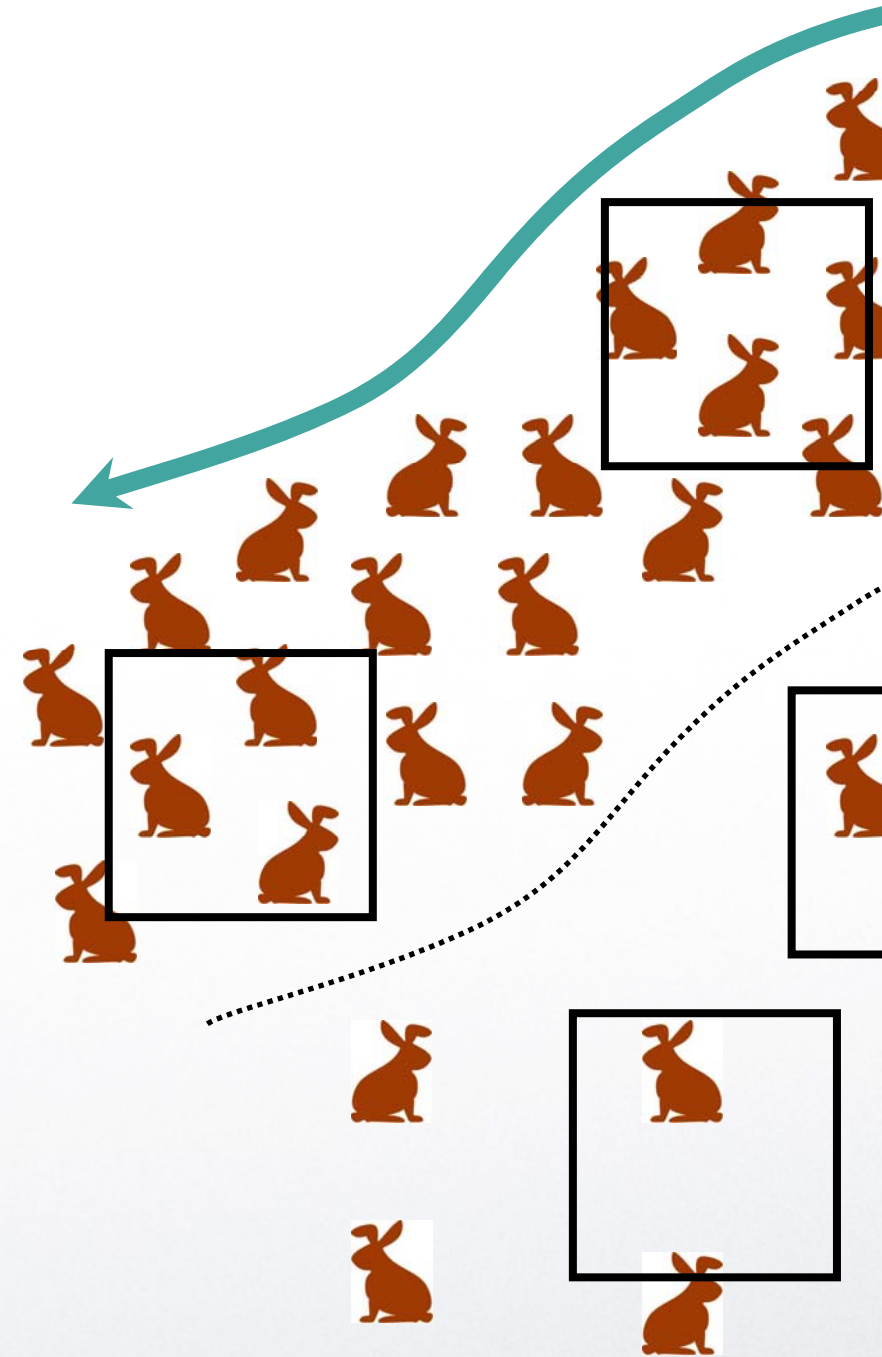
Amostragem aleatória estratificada (com reposição)

$$\bar{y}_{st} = \sum_{i=1}^I W_i \bar{y}_i$$

proporção de
amostras no bloco i

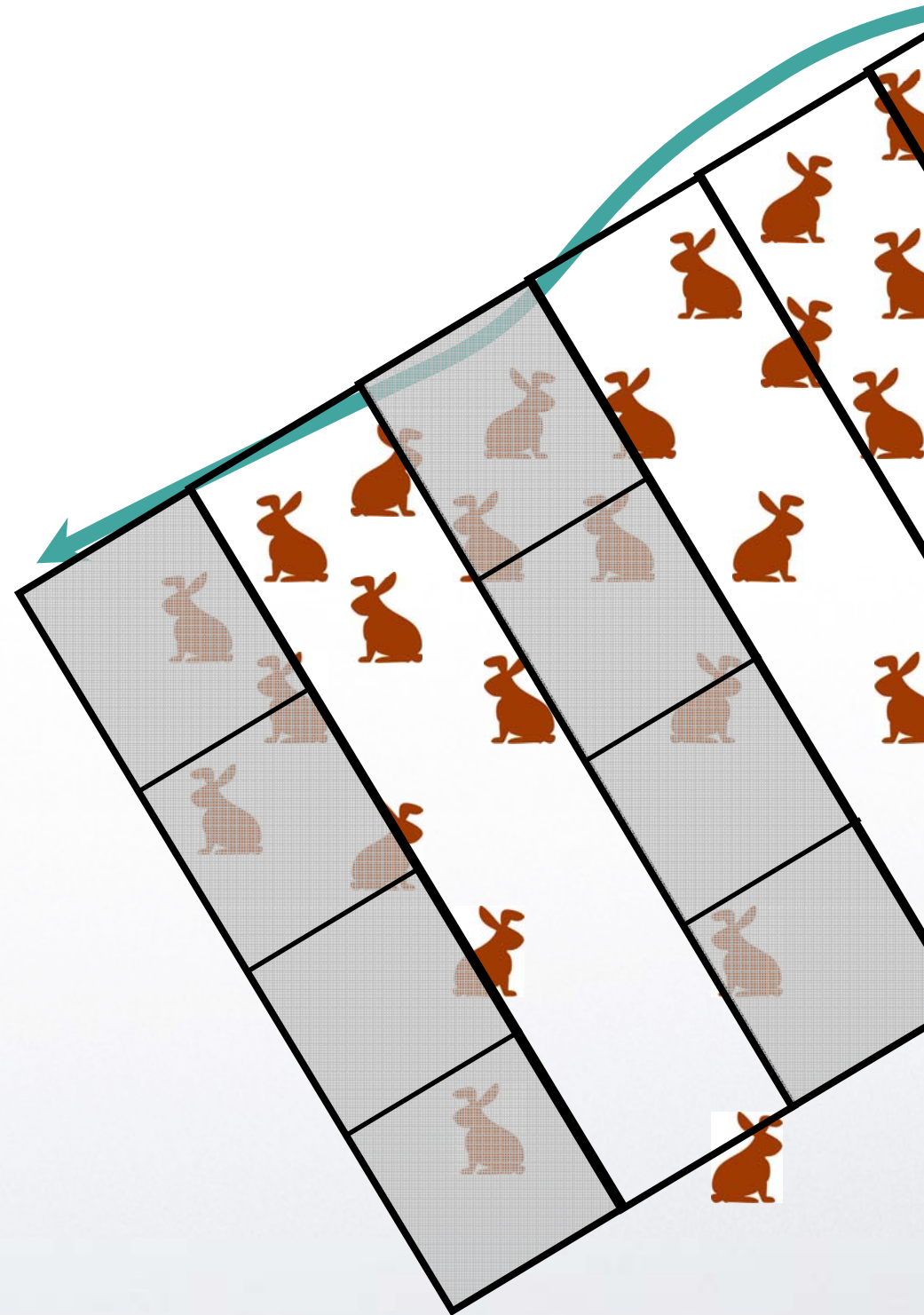
$$s_i^2 = \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 / (n_i - 1).$$

contagem na amostra j
do bloco i



Amostragem por clusters

- Definir M clusters como unidades amostrais primárias
- Subdividir clusters em N_i unidades secundárias dentro de cada cluster i , $i=1, \dots, M$
- Amostrar todas as unidades secundárias em amostra de m clusters
- Variação dentro é maior que a variação entre



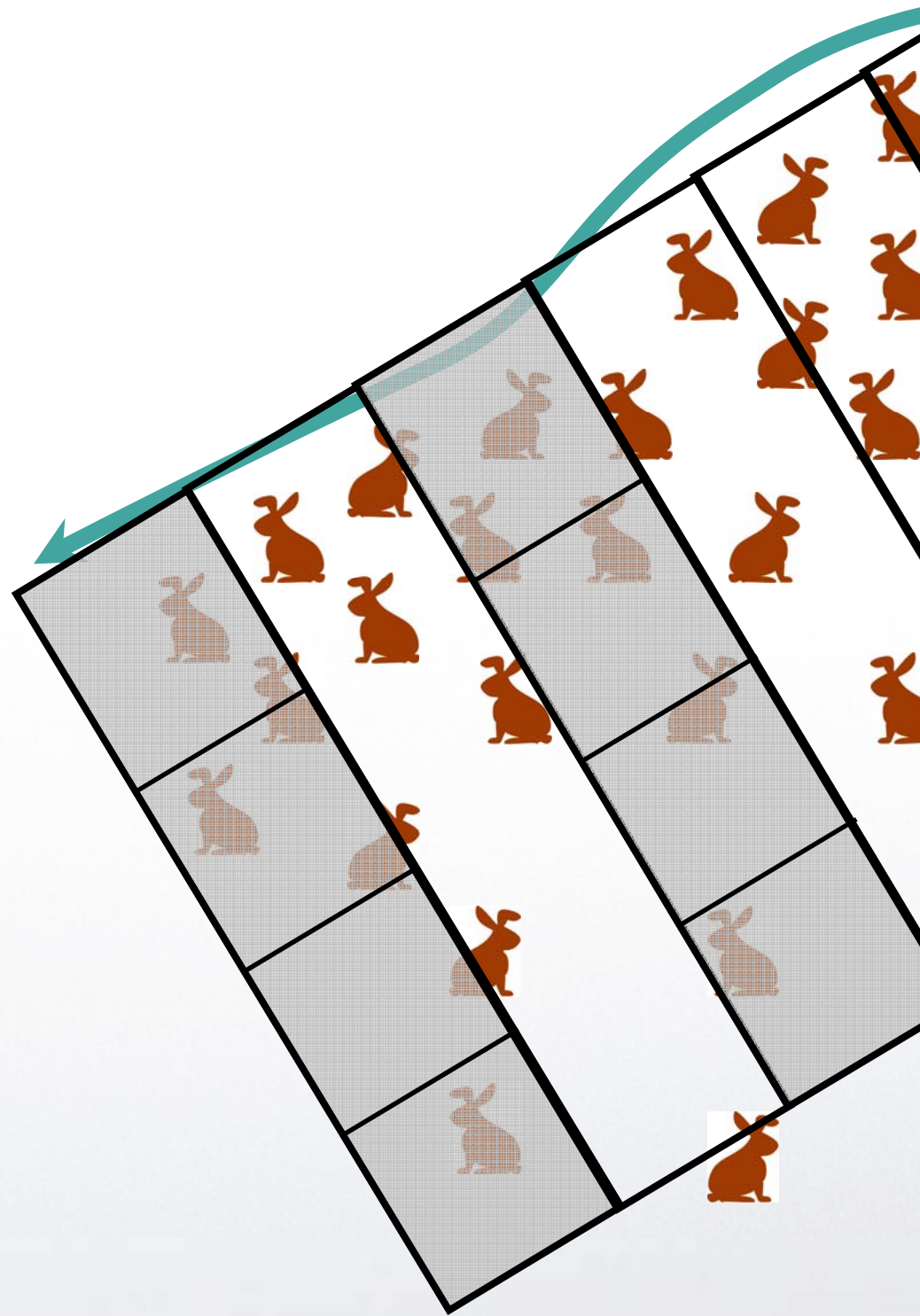
Amostragem por clusters

$$\hat{Y} = \frac{M}{m} \sum_{i=1}^m y_i = M \bar{y}_c$$

$$\hat{\text{var}}(\hat{Y}) = M(M - m) \frac{s_c^2}{m}$$

sem reposição

$$s_c^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2$$



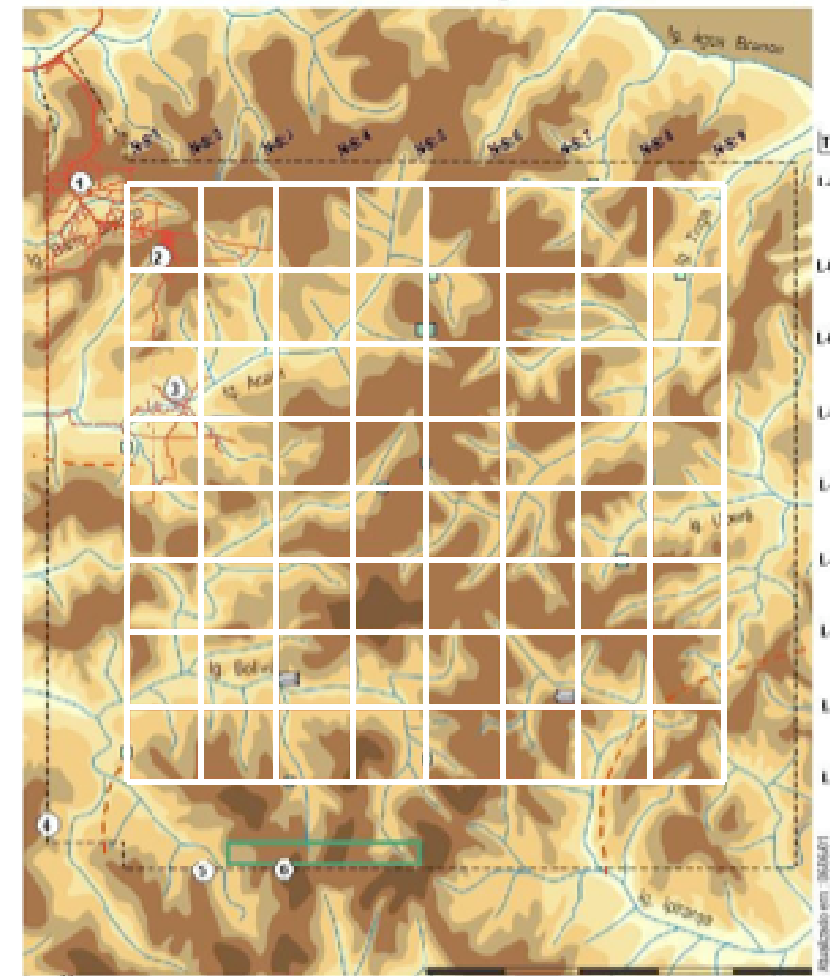
4. Amostragem sistemática

Obter n amostras de um conjunto de N unidades amostrais ordenadas

Escolher primeira amostra (aleatoriamente) em um conjunto de $k = N/n$ unidades

Daí para a frente, escolher sempre a k ésima unidade até atingir n

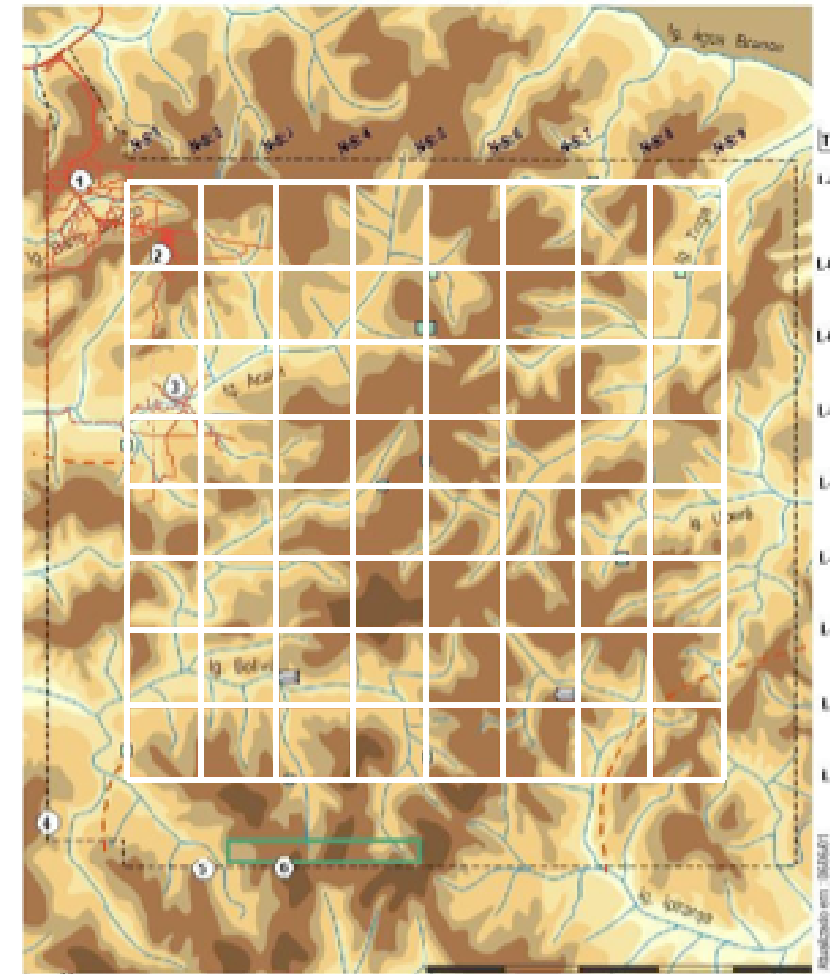
Reserva Ducke:
Relevo e Hidrografia



4. Amostragem sistemática

- Muito popular por razões logísticas
- Pode ser equivalente a amostragem aleatória se a ordenação das unidades for independente do atributo medido
- Possível problema: subestimar as variâncias
- Notar: possibilidade de escolher inícios aleatórios, ou seleção aleatória de pontos

Reserva Ducke:
Relevo e Hidrografia



Amostragem dupla

Medir variável auxiliar x_i em um conjunto de n' unidades

Medir variável primária y_i em subamostra de n dessas unidades

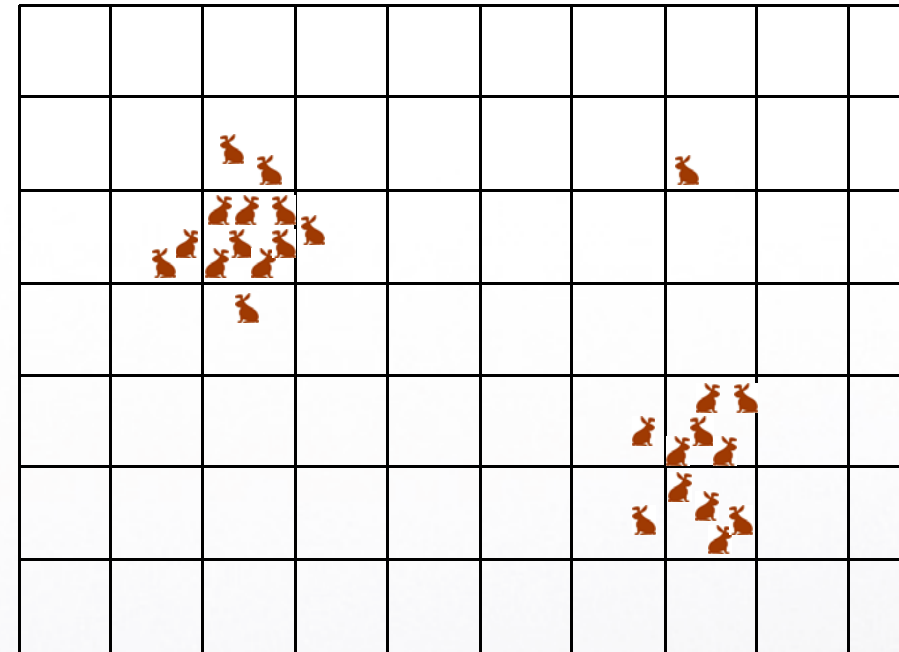
$$n \ll n'$$

Prever y a partir de x

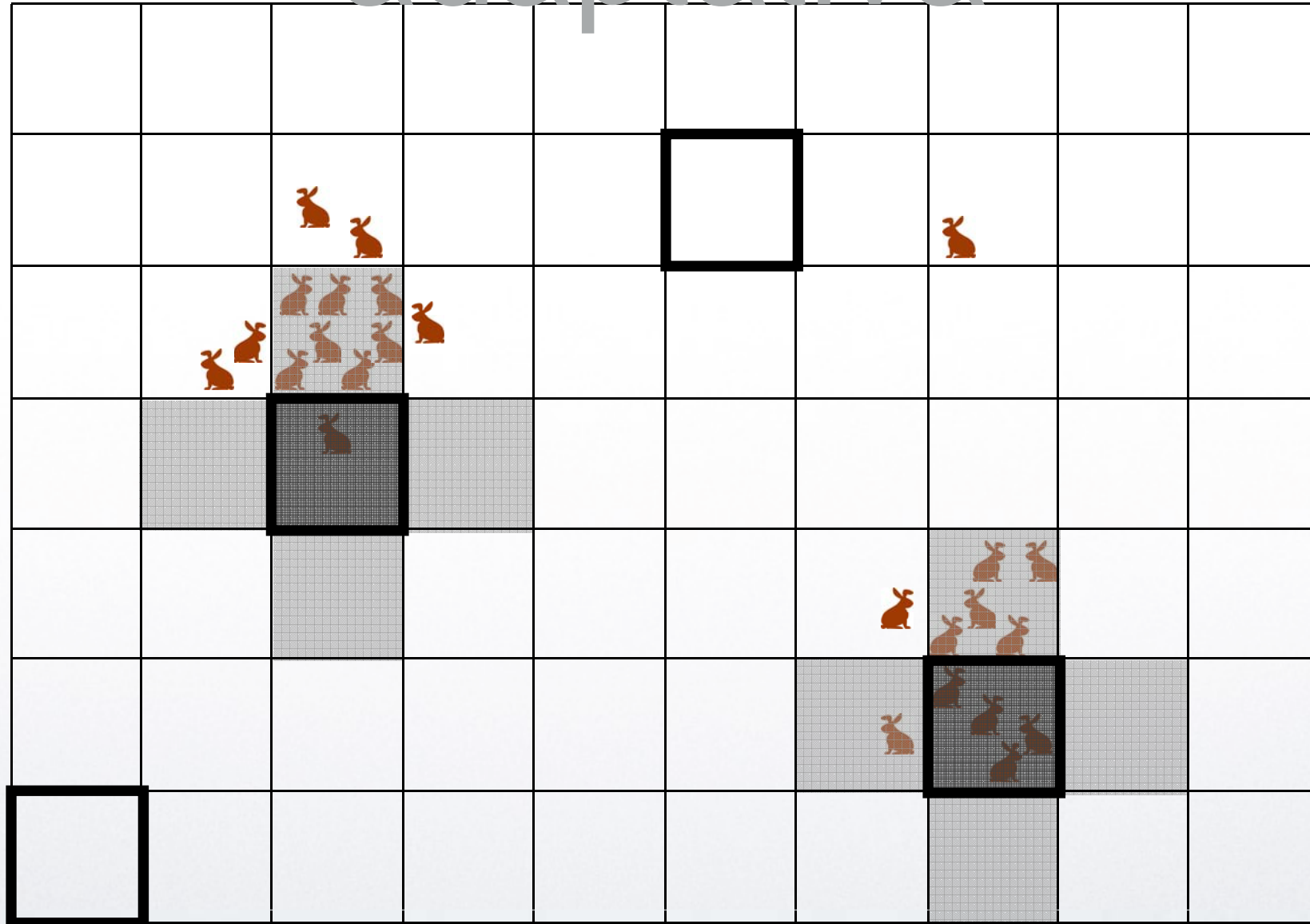
$$B_{arv} = f(\text{DAP})$$

6. Amostragem adaptativa

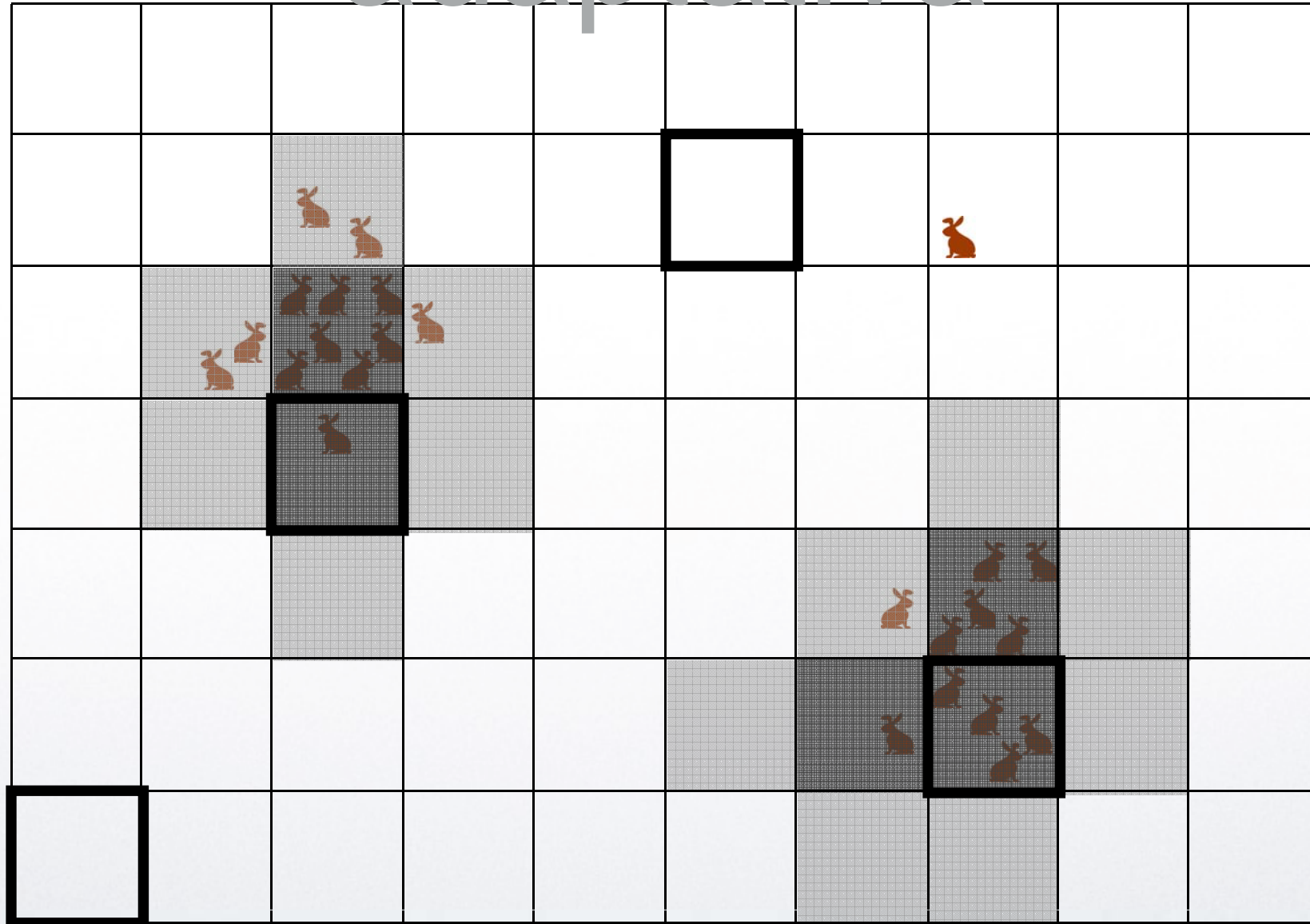
- Estratégia formal para realocar esforço quando o sucesso é variável
- Seleção de locais depende de valores medidos em amostras anteriores
- Cada unidade amostral tem uma probabilidade diferente (e mensurável) de ser amostrada



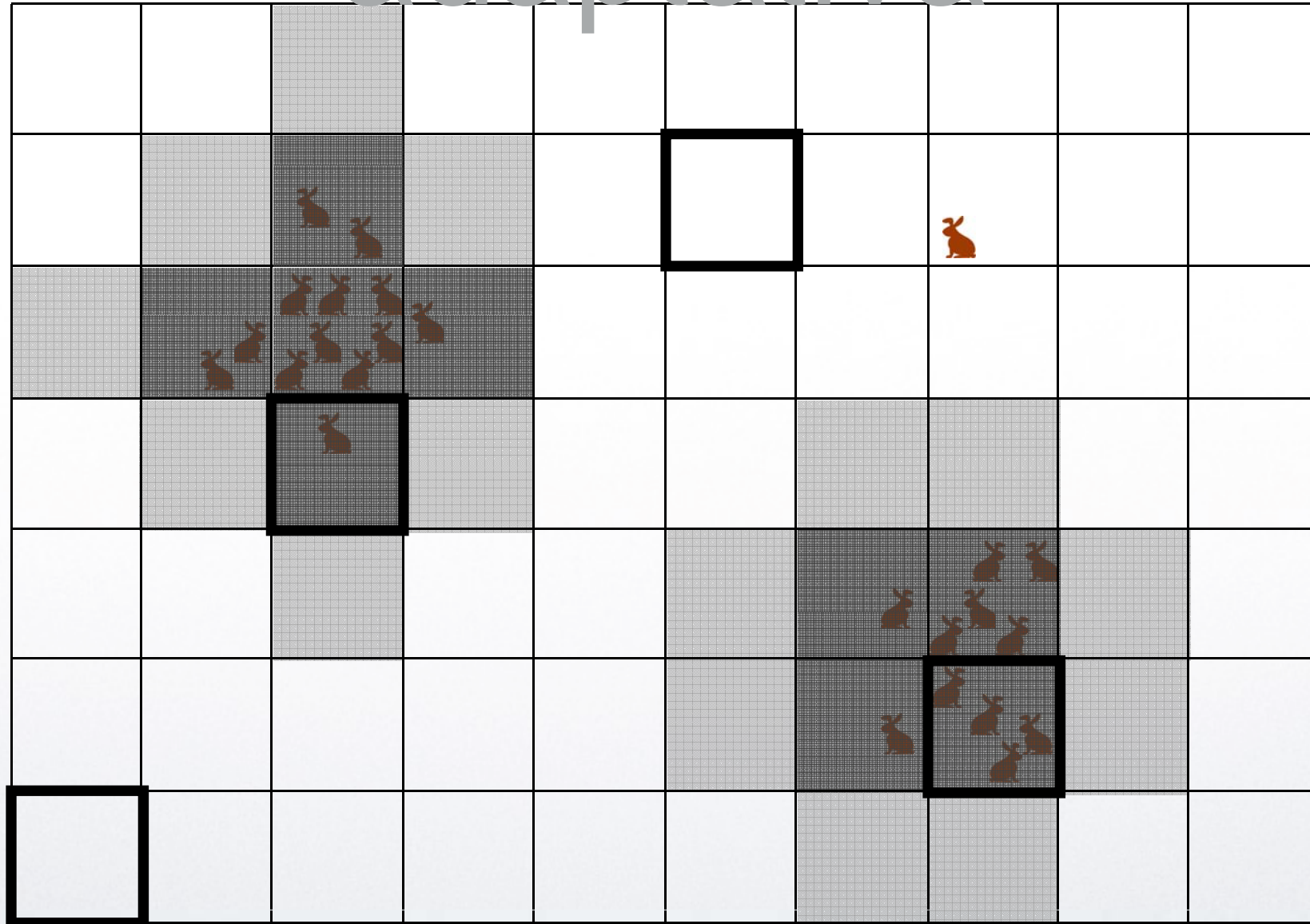
6. Amostragem adaptativa



6. Amostragem adaptativa



6. Amostragem adaptativa

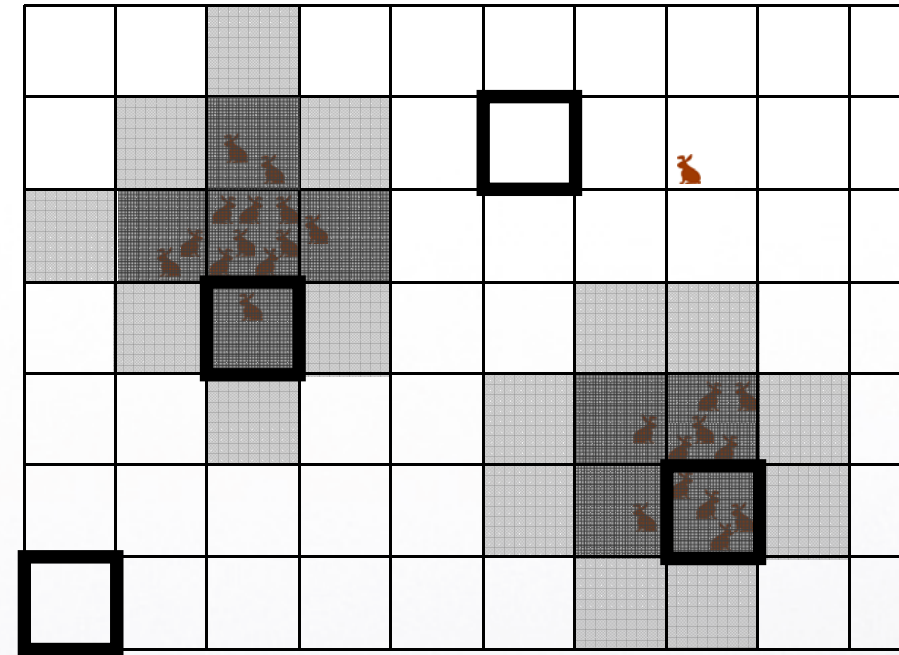


6. Amostragem adaptativa

$$a = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K \frac{y_k^* z_k}{p_k}$$

variável aleatória da média por unidade

prob. de inclusão da rede k



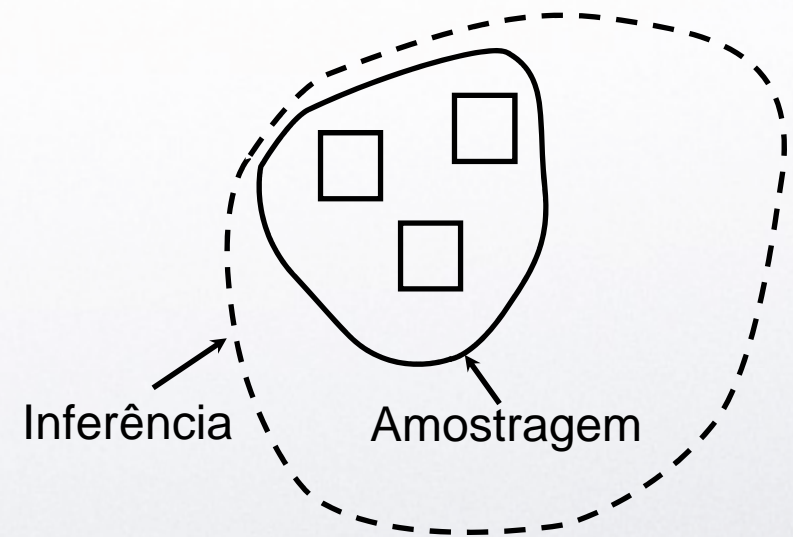
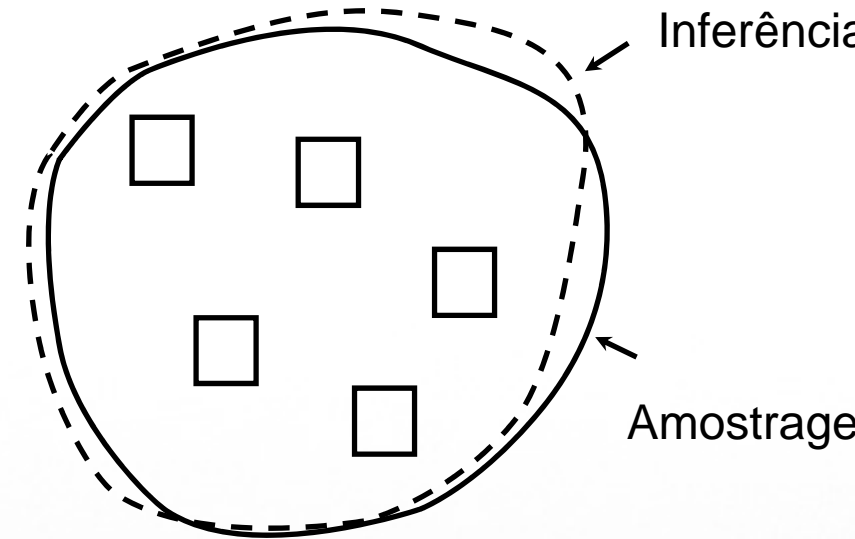
$$E(\bar{y}_a) = \frac{1}{N^2} \left[\sum_{k=1}^K \left(\frac{1}{p_k^2} - \frac{1}{p_k} \right) y_k^2 z_k + \sum_{k=1}^K \sum_{h \neq k}^K \left(\frac{1}{p_k p_h} - \frac{1}{p_{kh}} \right) y_k y_h z_k z_h \right]$$

Problemas comuns

• Área de amostragem não quadra com área de inferência (redesenhar, info. aux., redefinir área de inf.)

• Replicação pobre (individualidade, identidade, independência)

• Causalidade vs correlação (quando monitoramento vira experimento)

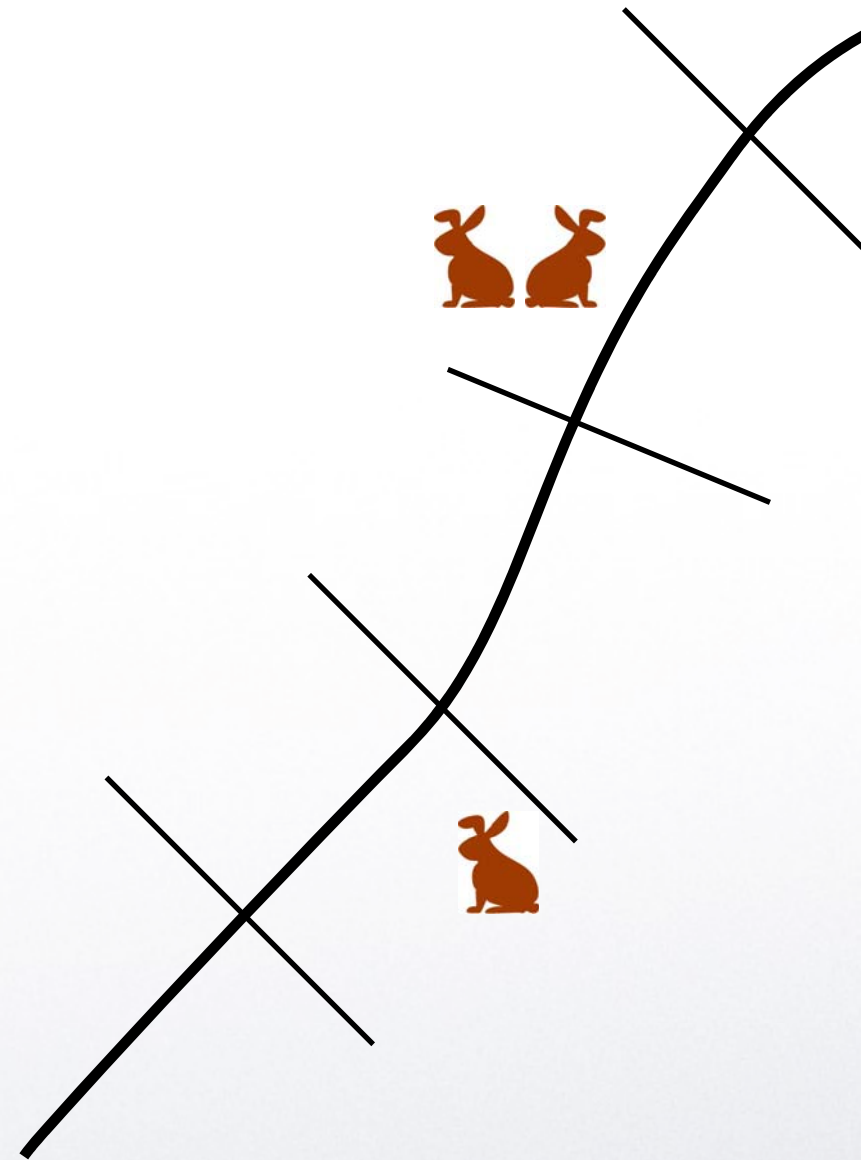


Problemas comuns

Área de amostragem não quadra com área de inferência
(redesenhar, info. aux., redefinir área de inf.)

Replicação pobre
(individualidade, identidade, independência)

Causalidade vs correlação
(quando monitoramento vira experimento)

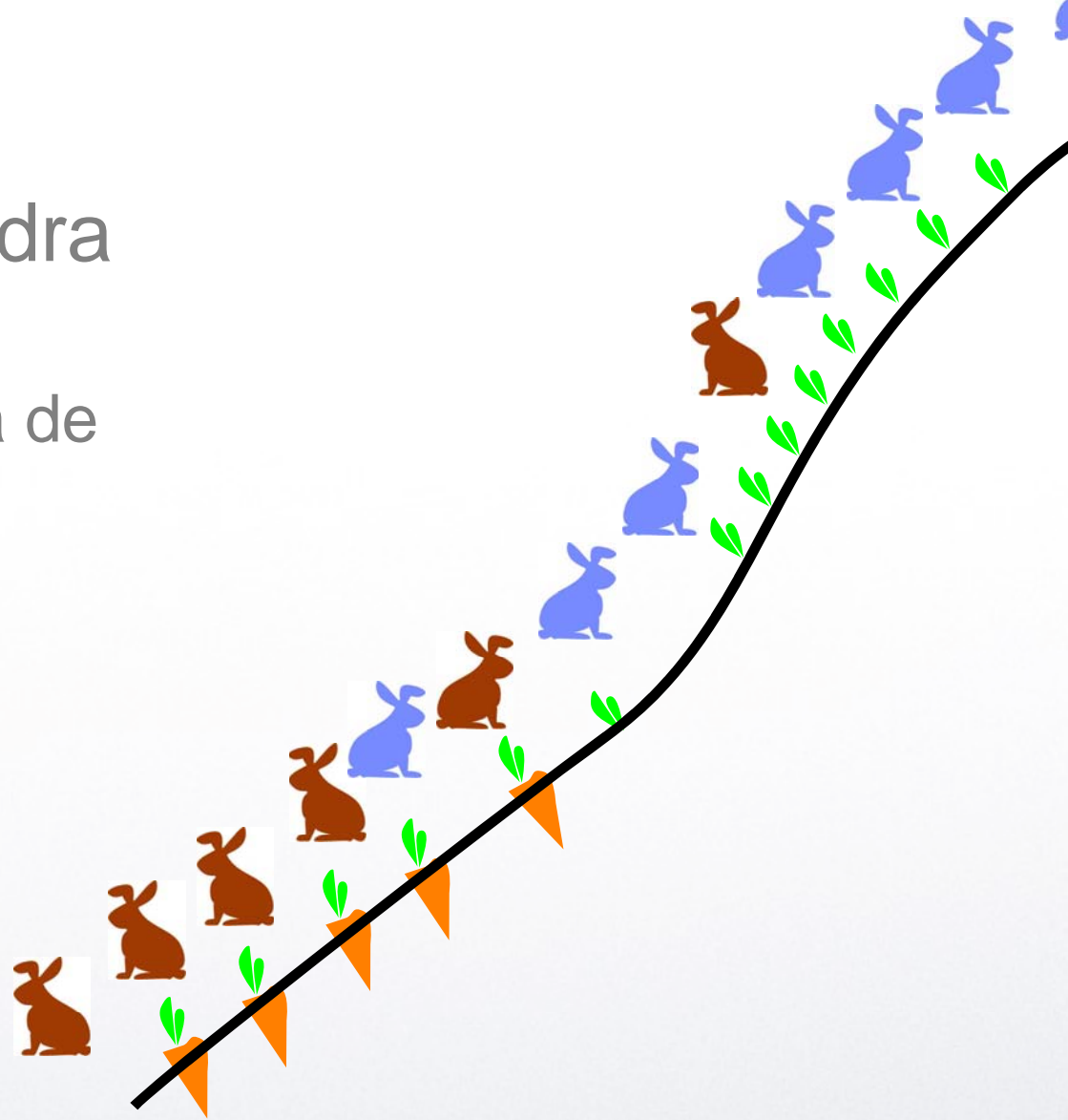


Problemas comuns

Área de amostragem não quadra com área de inferência
(redesenhar, info. aux., redefinir área de inf.)

Replicação pobre
(individualidade, identidade, independência)

Causalidade vs correlação
(experimento vs monitoramento)



Ponto da situação:

Duas tentações:

O que fazer?

As coisas se
resolvem no campo

Porquê, o quê, como
(Nichols & Williams 2006 *TREE*)

Fazer o que todo o
mundo faz

Lembrar problemas já
foram analisados