

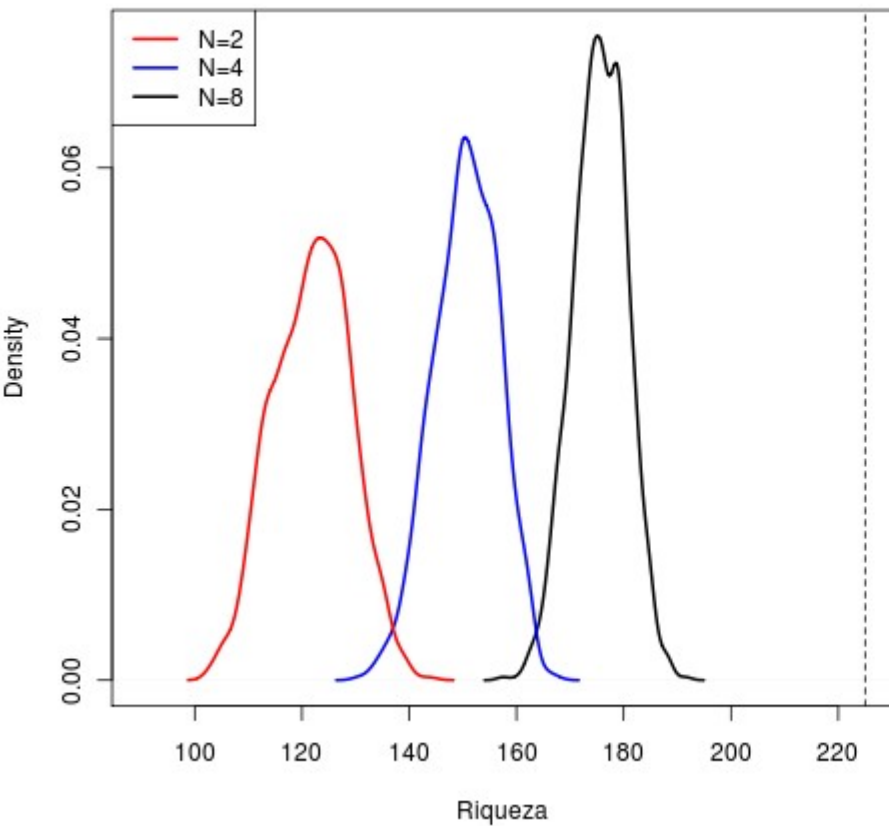
# ESTIMADORES DE RIQUEZA: Quanta diversidade há lá fora?



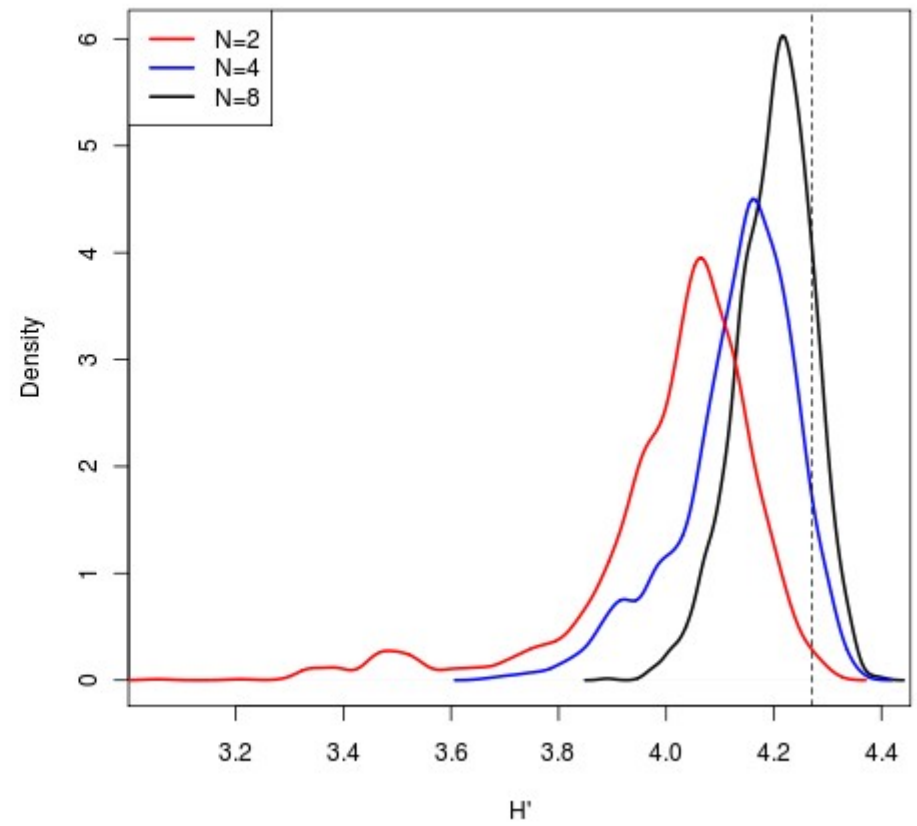
14a Parada do Orgulho LGBT, São Paulo

# Retomando o problema

RIQUEZA



SHANNON



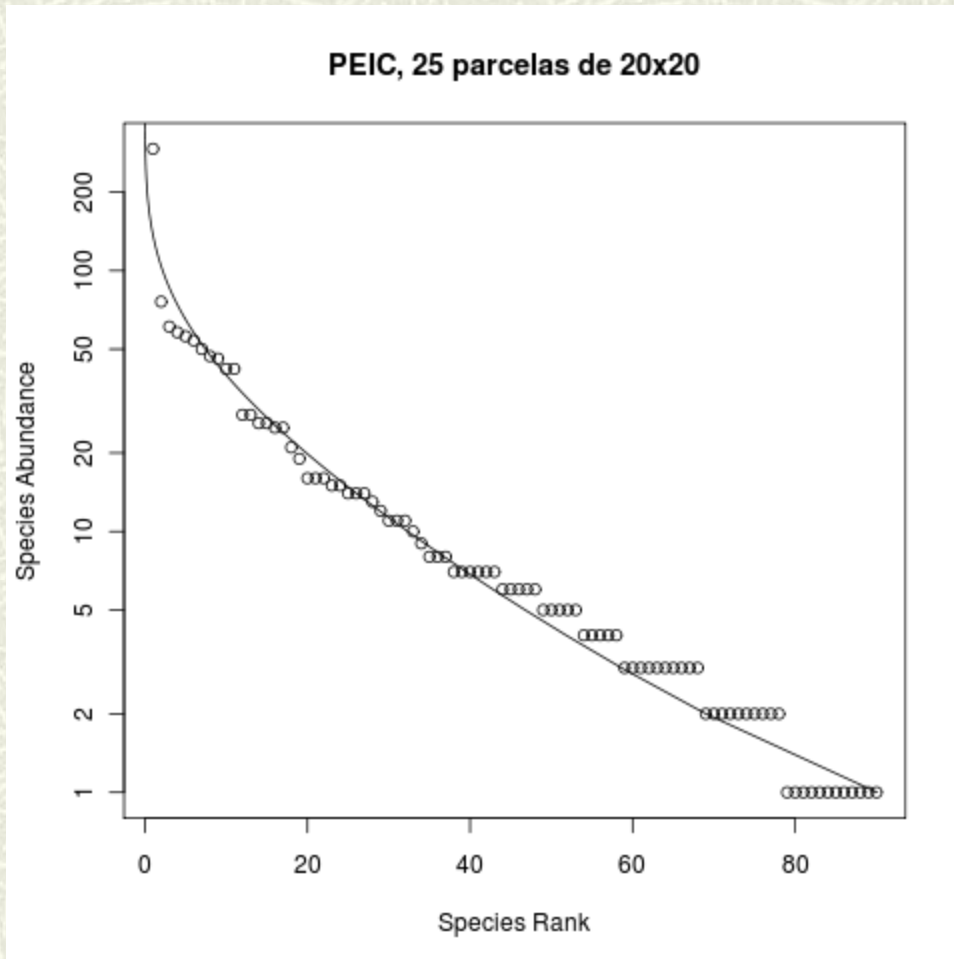
# Motivação

---

Como estimar a riqueza de espécies de uma comunidade, dadas as riquezas e abundâncias observadas na amostra?

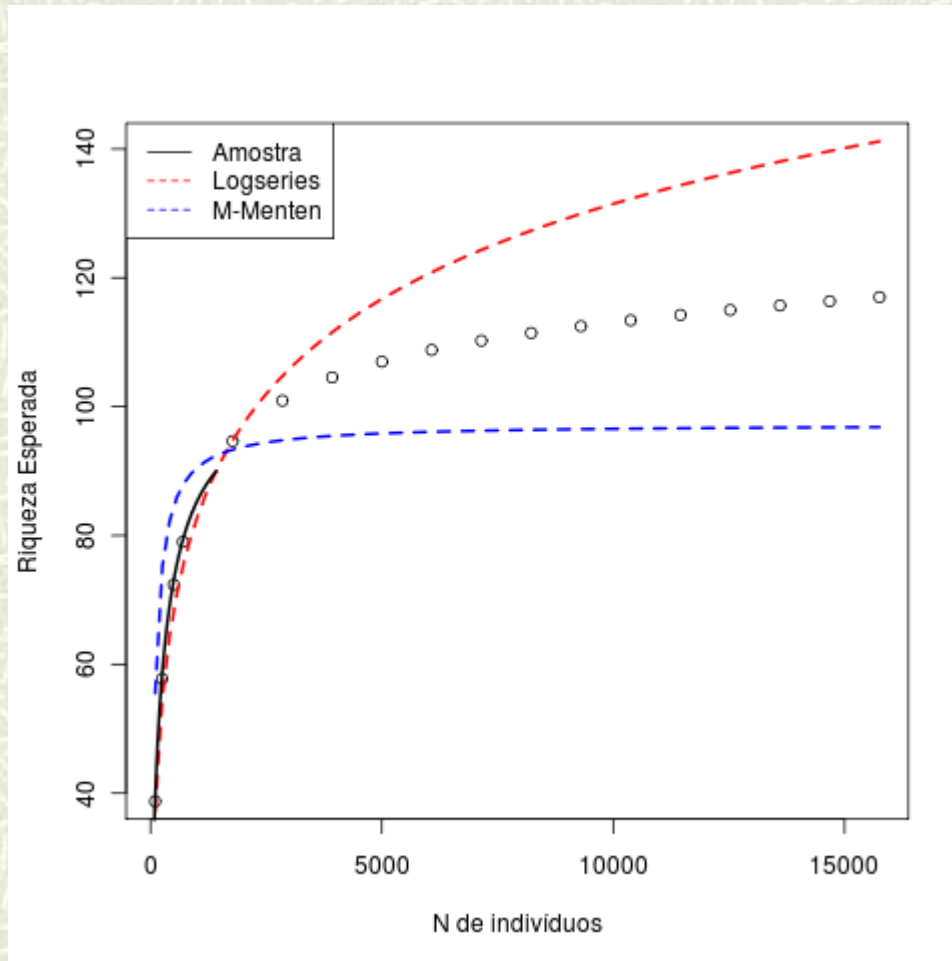
---

# Estimadores Paramétricos



$$S = \alpha \ln \left( 1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

# Ajustes Paramétricos, PEIC N=25



Michaelis-Menten

$$S = \frac{97 \times 15574}{75 + 15574} = 97$$

Logserie

$$S = 21,4 \ln \left( 1 + \frac{15574}{21,4} \right) = 141$$

# Estimadores Não Paramétricos

---

- NÚMERO DE RARAS
    - Chao1
  - FREQUÊNCIA DE RARAS
    - Chao2
    - Jackknife
    - Bootstrap
  - COBERTURA
    - ICE
    - ACE
-

# Premissas

---

- A riqueza aumenta com o acréscimo de espécies raras.
  - Não há agregação dos indivíduos nas amostras.
  - A comunidade é homogênea (e.g, não há gradientes ou transições bruscas).
  - Comunidades fechadas.
  - Estimam o mínimo de riqueza total.
-

# N de raras

---

$$\hat{S}_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2}$$

sigletons

doubletons

The diagram illustrates the Chao1 estimator formula. The term  $F_1^2$  is associated with 'sigletons' (singletons) and the term  $2F_2$  is associated with 'doubletons'. Arrows point from the text labels to their respective terms in the formula.

---



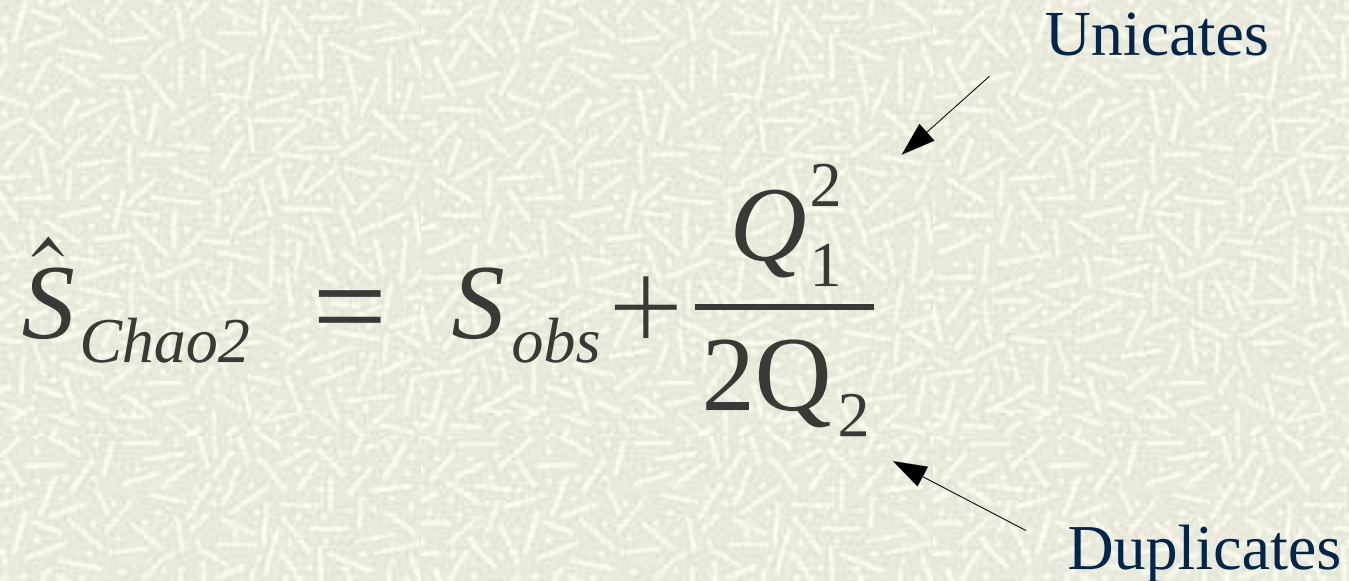
# Frequência de raras

---

$$\hat{S}_{Chao2} = S_{obs} + \frac{Q_1^2}{2Q_2}$$

Unicates

Duplicates



# Frequência de raras

---

$$\hat{S}_{Jack1} = S_{obs} + Q_1 \left( \frac{m-1}{m} \right)$$

$$\hat{S}_{Boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{obs}} (1 - p_k)^m$$

---

# Cobertura

---

$$C_{ACE} = 1 - \frac{F_1}{N_{raras}}$$

$N_{raras}$  = Total de indivíduos das espécies raras

**Raras:** com até 10 indivíduos

**Comuns:** com mais de 10 indivíduos

---

# Cobertura

---

$$C_{ICE} = 1 - \frac{Q_1}{N_{infr}}$$

$N_{infr}$  = Total de ocorrências das espécies pouco frequentes

**Infrequentes:** com até 10 ocorrências

**Frequentes:** com mais de 10 ocorrências

---

# Estimadores por Cobertura

---

$$\hat{S}_{ACE} = S_{abund} + \frac{S_{raras}}{C_{ACE}} + \frac{F_1}{C_{ACE}} \gamma_{ACE}^2$$

$$\hat{S}_{ACE} = S_{freq} + \frac{S_{infr}}{C_{ICE}} + \frac{Q_1}{C_{ICE}} \gamma_{ICE}^2$$

---

# Resultados PEIC, N=25

---

<b>S</b>	<b>117</b>
Sobs	90
Chao1	96
Chao2	97
Jack1	103
Boot	97
ACE	96
M-Menten	97
Logserie	140

---

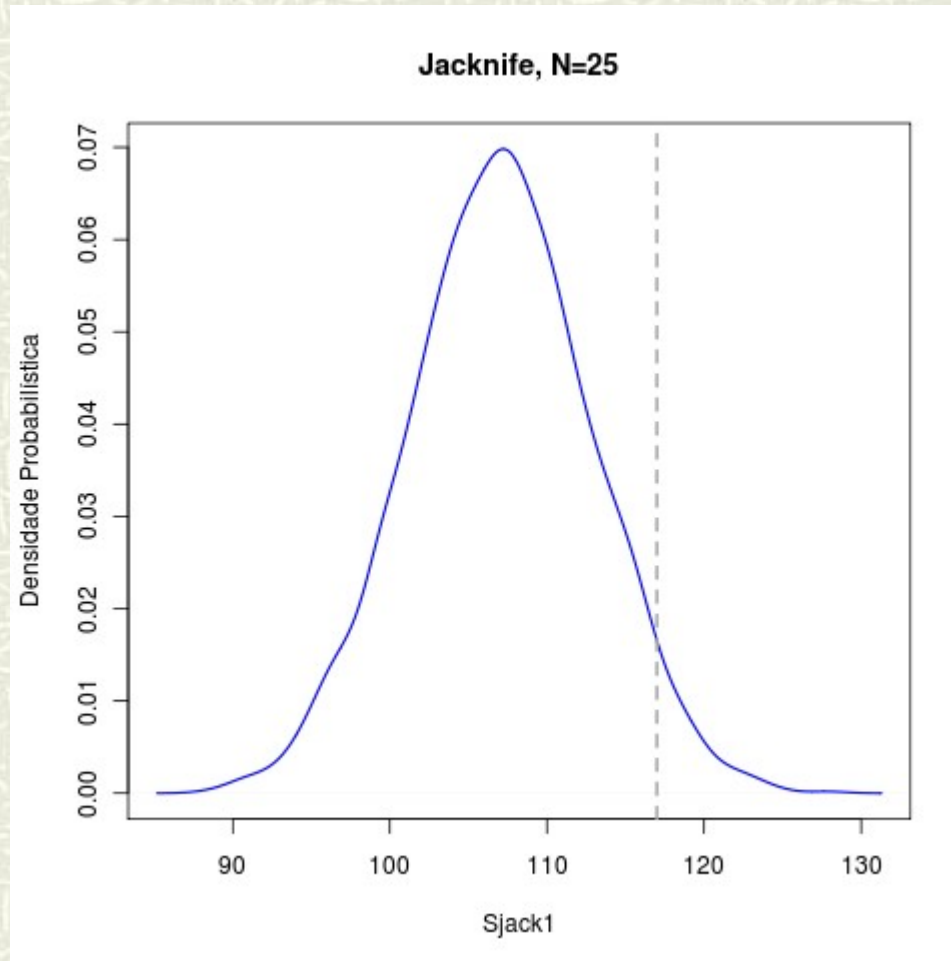
# Resultados PEIC, N=50

---

<b>S</b>	<b>117</b>
Sobs	102
Chao1	109
Chao2	113
Jack1	117
Boot	109
ACE	111
M-Menten	103
Logsérie	135

---

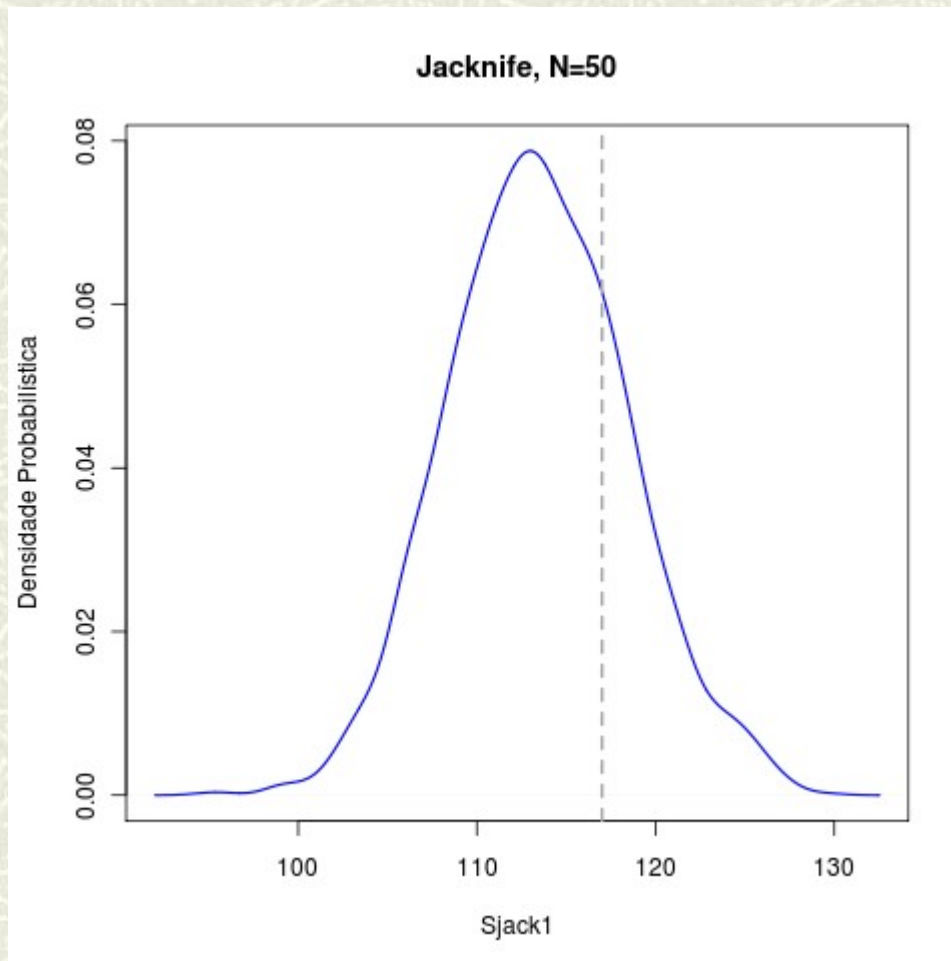
# Viés do melhor estimador, N=25



Média = 107  
Viés de -8,5%

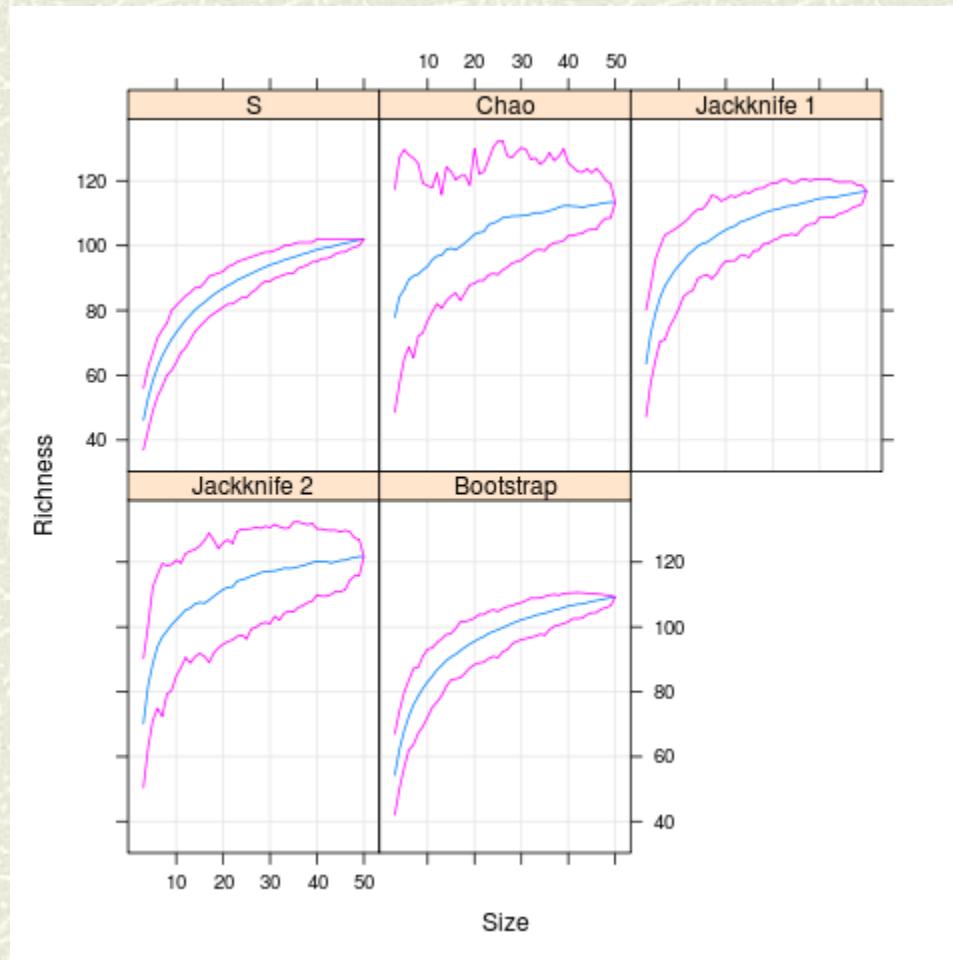


# Viés do melhor estimador, N=50



Média = 113,4  
Viés de -3,1%

# Diagnóstico do viés



# Recomendações

---

- Use muitos estimadores.
  - Avalie se as premissas são aceitáveis.
  - Avalie se os índices estabilizaram com tamanhos amostrais inferiores ao total.
  - Compare com número máximo de espécies esperado (e.g por listas ou distribuição geográfica de espécies).
-

# Moral da História

---

“Confie em Allah,  
mas amarre seu camelo”

Provérbio árabe, uso autorizado em livretos de máximas do professor Paulo.

---

# Leituras Recomendadas

---

- Magurran (2004), cap.3
  - Colwell & Coddington (1994)
  - Santos (2003) *In: Cullen Jr. Et al.*
  - Web of Science: pesquise e encontrará uma vasta e polêmica literatura!
-