# Métodos de Amostragem de Populações de Animais Silvestres

# Conceitos Básicos de Estatística



### Notação:

N= número de indivíduos na população n=número de indivíduos na amostra (tamanho da amostra)

M=número de indivíduos marcados na população m=número de indivíduos marcados na amostra k=número de amostras tomadas

O tamanho de uma população animal em uma dada área é determinado pelos processos de:

Imigração: movimento dos animais em direção a área

Emigração: movimento dos animais para fora da área

**Mortalidade** 

Recrutamento



Mortalidade total: mortalidade devida a exploração

Mortalidade natural: mortalidade devida a processos naturais de predação, clima.

Recrutamento: animais nascidos na população ou animais que podem ser detectados pelos métodos de amostragem

População fechada: população que mantém imutável durante o período de investigação, ou seja, não existe migração, mortalidade e recrutamento.

População aberta: a população muda dusrante o período investigação devido ao recrutamento, mortalidade e/ou migração.

# PROBLEMAS COMUNS EM AMOSTRAGENS

- Amostras não representativas
- Ausência de replicação
- "Pseudoreplicação" (Uma única amostra é subdividida em várias)
- Confusão entre causa e efeito (coleta no campo não é experimentação!)

# ERROS COMUNS EM LEVANTAMENTOS

 Acreditar que todos os animais na área são avistados/capturados pelo observador

• A sub-estimativa sistemática da abundância de populações durante contagens é chamada de erro de visibilidade

### AMOSTRAGEM

O delineamento amostral deve considerar fatores temporais, espaciais e comportamentais



**HETEROGENEIDADE** 

#### HETEROGENEIDADE

- Heterogeneidade temporal:
  - Populações mudam através do tempo em resposta às variações no habitat, interações interespecíficas, manejo etc.
- Heterogeneidade espacial:
  - Populações ocorrem em áreas com considerável heterogeneidade e, portanto, exibem variabilidade em sua distribuição espacial.
- Heterogeneidade comportamental:
  - Variação do comportamento entre sexos que influencia na conspicuidade, por exemplo.
- Cuidados:
  - Replicar as amostras em tempos selecionados ao acaso ao longo do período de estudo;
  - Replicar as amostras em "estratos" (sítios) semelhantes

### Viés de amostragem

#### Características da população animal

- Alta mobilidade
- Difícil detecção (conspicuidade)
- Reações diferentes após serem capturados
- Observações dependentes.

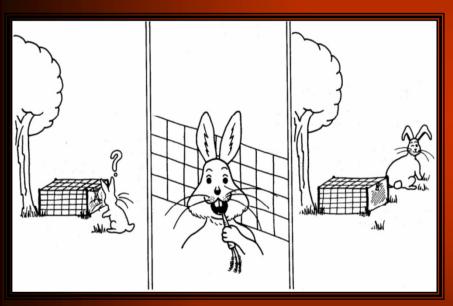
#### Mobilidade

- Impossibilita o contato ou detecção
- Recontagem (entra e sai da área de observação)
- Comportamento variável (grupo ou solitário)

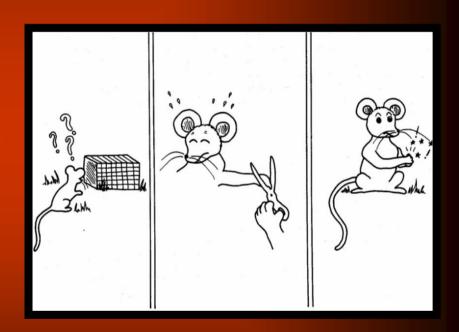
## Conspicuidade

 Probabilidade que possui um indivíduo que vive em um determinado habitat, num específico período de tempo em ser detectado (visto, ouvido, etc.).
 Dependendo da conspicuidade, o indivíduo pode não ser contado ou ser contado mais de uma vez.

# Viés de amostragem



Trap-happy



Trap-shy

# Viés de amostragem



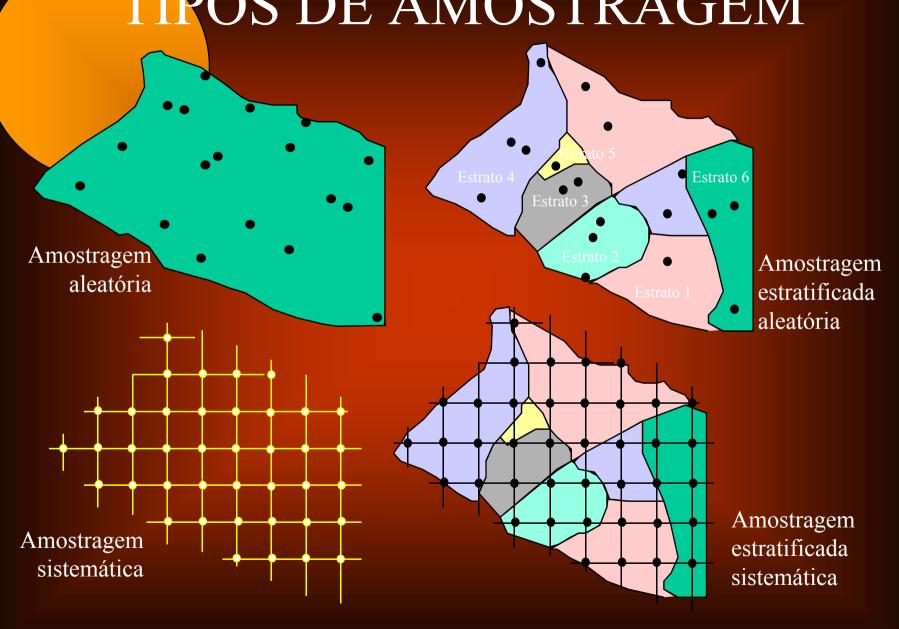


Idade do animal

## Estratégias de amostragem

- Pouca ou nenhuma perturbação aos animais
- Observações com o observador em movimento (levantamento aéreo ou por caminhamento)
- Observação com o observador parado (por pontos de observação)
- Captura com armadilhas (trap-shy ou trap-happy)
- Uso de colares com rádio ou GPS (alto custo, poucos animais, representação da população)
- Uso de câmeras trap.

## TIPOS DE AMOSTRAGEM





$$\mu = \frac{\sum x_i}{N}$$

Variância da população<sup>2</sup> = 
$$\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N - 1}$$

Média da amostra

$$\overline{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$



Variância da amostra

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \overline{x})^2}{n - 1}$$

Desvio padrão da amostra

$$s = \sqrt{s^2}$$

Variância da média

$$s_{\overline{x}}^2 = \frac{\sum (x_i - \overline{x})^2}{n(n-1)}$$



Erro padrão da média

Coeficiente de variação (%)

Média ponderada

Variância da média ponderada

$$S_{\overline{x}} = \sqrt{S_{\overline{x}}^2}$$

$$CV = \frac{s}{\overline{x}} 100$$

$$\overline{x}_w = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i}$$

$$s_{\overline{x}_{w}}^{2} = \frac{\sum w_{i}(x_{i} - \overline{x}_{w})^{2}}{(n-1)\sum w_{i}}$$

### Distribuições estatísticas:

Início do século: todos os dados biológicos distribuição Normal (dados de humanos)

Desenvolvimento dos testes baseados na distribuição Normal

Muitas variáveis biológicas possuem distribuição normal ou próxima da normal (peso ou comprimento de animais, altura das plantas, etc.)

Distribuição das variáveis não é a mesma em todas as circunstâncias (variam com o tempo, época do ano, etc.)

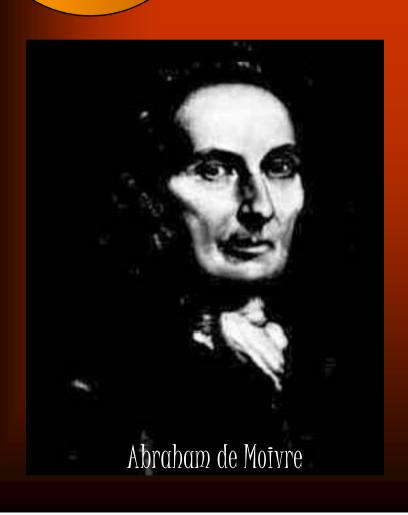
Demonstrado por DeMoivre em 1733 para distribuição binomial (Gauss ainda não existia)

LaPlace em 1812 demonstrou que poderia ser generalizado para todas as demais distribuições

x<sub>i</sub>= variável com qualquer distribuição

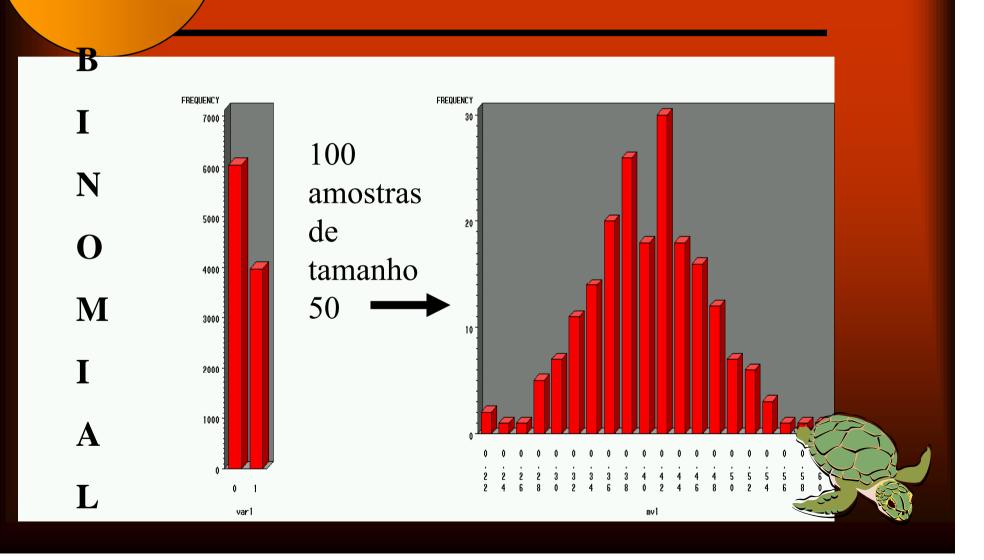
$$\overline{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Possui distribuição normal, para amostras de tamanho grande (30 a 60 unidades amostrais)



Nasceu na França em 1667 e faleceu na Inglaterra em 1754

Pesquisador em probabilidade, publicou em 1718, na Inglaterra o livro *The Doctrine of Chance* 

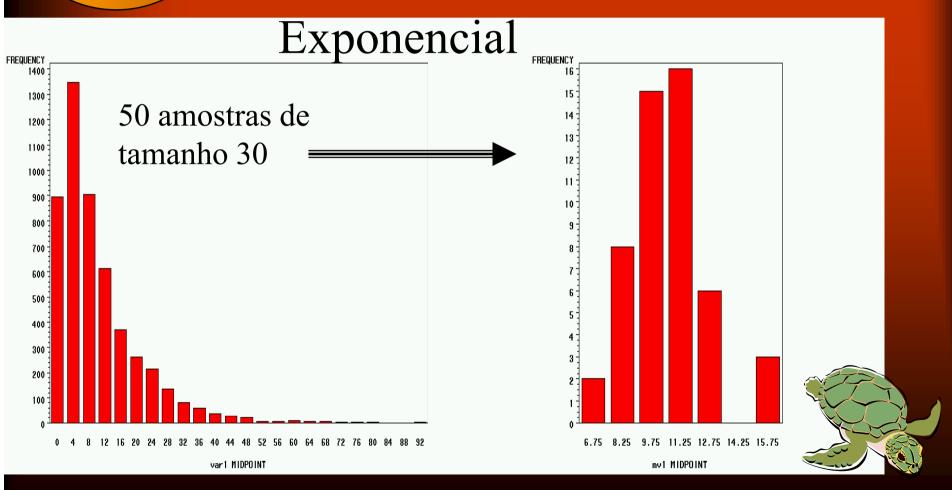




#### Pierre-Simon Laplace

Viveu na França de 1749 a 1827

Pesquisava diferentes áreas desde equações diferenciais e probabilidade, e mecânica celeste Ainda trabalhou com Lavoisier no estudo comparativo do poder calorífico do arroz.



### Distribuições estatísticas:

- **Discretas**: variáveis apresentam dados com número definido (inteiro). Ex.: número de animais por ponto, sexo, espécie, etc.
- Contínuas: os dados das variáveis podem ter qualquer valor e depende exclusivamente como o valor é tomado. Ex.: comprimento do corpo de animais, peso, etc.

# Distribuições de variáveis discretas:

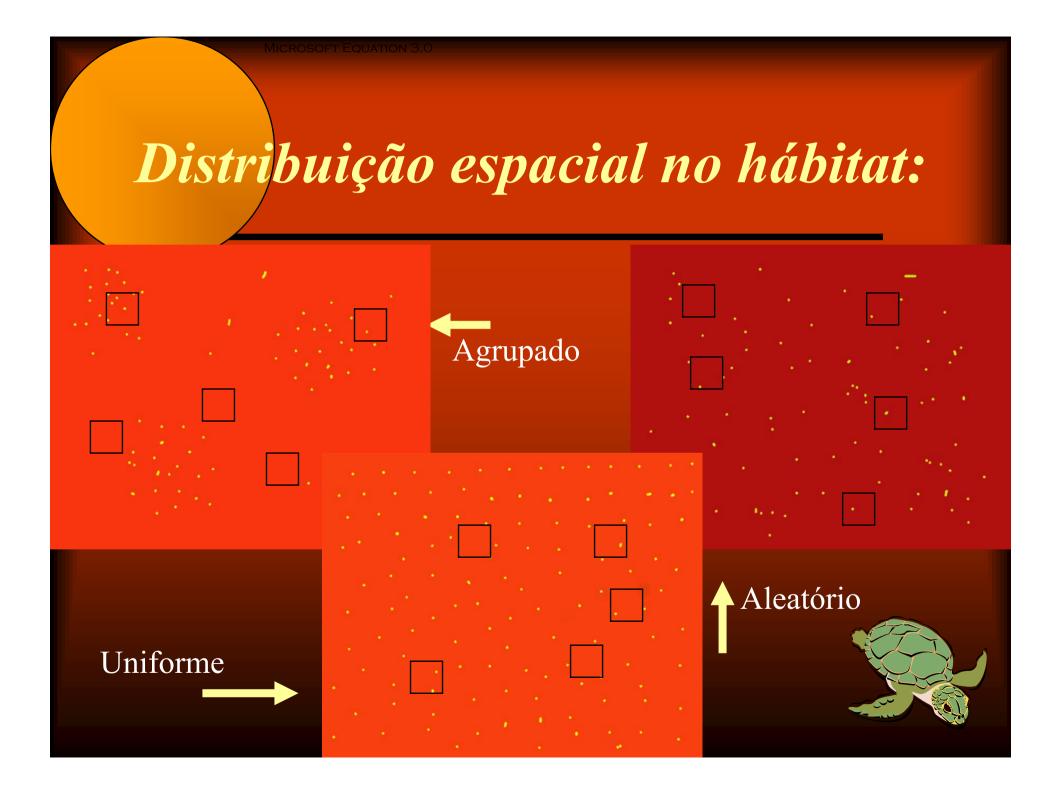
- Mais comuns: binomial, Poisson, binomial negativa, hipergeométrica.
- Alguns testes estatísticos baseados na distribuição dos dados. Ex.: ocupação de hábitat por uma determinada espécie de animal. Desejamos saber se a distribuição é aleatória, agrupada (contagiosa) ou uniforme.

# Distribuição espacial no hábitat:



Aleatório

Uniforme



# Distribuição espacial no hábitat:

Por que desejamos saber a distribuição da espécie no hábitat?

Se a espécie está distribuída aleatoriamente no hábitat os dados seguem a distribuição de Poisson.



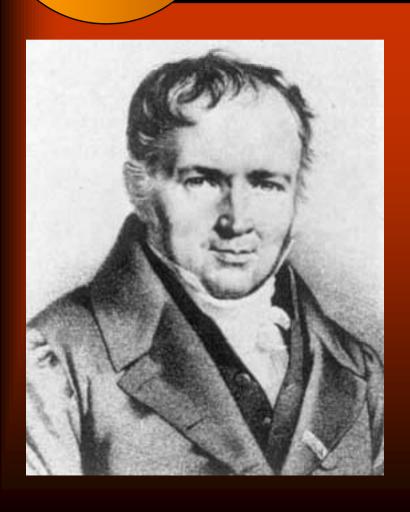
## Distribuição de Poisson:

Possui apenas um parâmetro: λ

$$\lambda = \mu = \sigma^2$$



#### Simeon Denis Poisson:



Matemático francês viveu entre 1781 e 1840, na França. Foi aluno de Laplace e Lagrange. Publicou mais de 300 trabalhos, com ênfase a probabilidade.

A distribuição que leva o seu nome foi publicada em 1837 no trabalho: Recherchés sur la probabilité des jugements.

# Índice de dispersão (ID):

$$I.D. = \frac{s^2}{\overline{x}}$$

 $ID = 1 \rightarrow aleatório$ 

 $ID > 1 \rightarrow agrupado$ 

 $ID < 1 \rightarrow uniforme$ 



# Índice de dispersão: teste de $\chi^2$

$$\chi^2 = \frac{(n-1).s^2}{\overline{x}}, com(n-1)g.l.$$



# Índice de dispersão: teste de $\chi^2$

Parcela	Indivíduos	Parcela	Indivíduos
1	3	6	9
2	0	7	4
3	1	8	0
4	6	9	3
5	4	10	2

# Índice de dispersão: teste de $\chi^2$

Exercício: Fazer um programa SAS para calcular o índice de dispersão, fazer o teste estatístico e decidir se a distribuição é aleatória, uniforme ou agrupada.



# Índice de dispersão: programa SAS

```
OPTIONS PS=54 PAGENO=1;
DATA DIST;
INPUT PARC NIND;
DATALINES:
1 3
9 3
102
ODS PDF FILE='C:\Arquivos2009\MAPAS2009\MAPAS2009 Aulas\RESULTADO3.PDF';
TITLE1'*** Análise de dispersão de animais silvestres ***';
PROC MEANS DATA=DIST NOPRINT:
VAR NIND:
OUTPUT OUT=B MEAN=MNIND VAR= VARNIND N=NPARC:
DATA C:
 SET B:
    OUI=((NPARC-1)*VARNIND)/MNIND;
    GL=NPARC-1;
    RAZAO=VARNIND/MNIND;
    PROBQUI=1-CDF('CHISQUARED',QUI,GL);
          IF PROBQUI LE 0.05 THEN DO;
            IF RAZAO GT 1 THEN DISTRIBUICAO='Agrupada';
            ELSE IF RAZAO LT 1 THEN DISTRIBUICAO='Uniforme'; END;
          ELSE DISTRIBUICAO='Aleatória';
PROC PRINT DATA=C NOOBS LABEL SPLIT='*';
VAR RAZAO QUI GL DISTRIBUICAO;
LABEL OUI='Valor do*Teste*OUI-OUADRADO'
  GL='Graus*de*liberdade'
            RAZAO='Índice*de*Dispersão'
            DISTRIBUICAO='Distribuição';
FORMAT QUI RAZAO COMMAX8.2;
RUN:
ODS PDF CLOSE;
```



## Resultado Programa SAS

\*\*\* Análise de dispersão de animais silvestres \*\*\*

Índice de	Valor do Teste	Graus de	
Dispersão	QUI-QUADRADO	liberdade	Distribuição
1,00	3,00	3	Aleatória

# Por quê levantar populações de animais silvestres?

- Importância de um local para conservação, translação, etc.
- Tamanho da população de uma determinada espécie.
- Necessidades em hábitat (fatores limitantes) de uma ou mais espécies.
- Razão do declínio ou explosão da população de uma determinada espécie (história da vida, fecundidade, sobrevivência, clima, sinistros: fogo, ventos)

# Por quê levantar populações de animais silvestres?

- Manejo do hábitat (pressão de caça, visita de humanos).
- ◆ Estudo da dinâmica das populações (história da vida, tamanho da população em função do ano, fatores que influenciam o nível de abundância, atuação dos competidores, predadores).

## Índice de Diversidade: Shannon-Wiener

$$H' = -1,4427.\sum_{i=1}^{s} [p_i.ln(p_i)]$$

H'varia de 0 a 5



# Índice de Diversidade: Shannon

Espécie	Indivíduos	Espécie	Indivíduos
HEM	1940	BCH	34
BEE	1207	WAS	22
YBI	171	BAS	15
SMA	134	YPO	7
BBI	97	MAG	4
RMA	93		

### Índice de Diversidade: Shannon

Exercício: Fazer um programa SAS, usando os dados apresentados, para calcular o índice de diversidade.



### Índice de Diversidade: programa SAS

```
OPTIONS PS=56 PAGENO=1;
DATA DIVER:
INPUT ESP $ INDIV:
DUM=1;
DATALINÉS;
HEM_1940
MAG 4
ODS PDF FILE='C:\Arquivos2009\MAPAS2009\MAPAS2009 Aulas\RESULTADO5.PDF';
TITLE1'*** Índice de Diversidade de SHANNON ***':
PROC SORT DATA=DIVER;
 BY DUM:
PROC MEANS DATA=DIVER NOPRINT;
 BY DUM:
VAR INDIV:
OUTPUT OUT=B SUM=TOTAL;
DATA C;
 MERGE DIVER B;
          BY DUM:
PI=INDIV/TOTAL:
INDICE=-1.4427*PI*LOG(PI);
PROC PRINT DATA=C LABEL SPLIT='*';
VAR ESP INDIV PI INDICE;
LABEL ESP='Espécie'
  INDIV='Número*de*indivíduos'
           PI='Razão*indivíduos'
           INDICE='Índice*de*SHANNON';
FORMAT PI INDICE COMMAX8.4;
SUM INDIV PI INDICE;
RUN;
```

**ODS PDF CLOSE**;



## Resultado Programa SAS

#### \*\*\* Índice de Diversidade de SHANNON \*\*\*

	Número		Índice
	de	Razão	de
Espécie	indivíduos	indivíduos	SHANNON
HEM	1940	0,5209	0,4901
BEE	1207	0,3241	0,5268
YBI	171	0,0459	0,2041
SMA	134	0,0360	0,1726
BBI	97	0,0260	0,1371
RMA	93	0,0250	0,1329
ВСН	34	0,0091	0,0619
WAS	22	0,0059	0,0437
BAS	15	0,0040	0,0320
YPO	7	0,0019	0,0170
MAG	4	0,0011	0,0106
TOTAL	3724	1,0000	1,8289

# Obrigado e até a próxima aula

