

# Medidas de diversidade e índices ecológicos usados na vigilância entomológica

Fredy Galvis-Ovallos  
Estatística aplicada à Entomologia

# Conceito de Diversidade

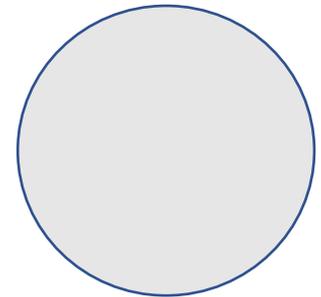
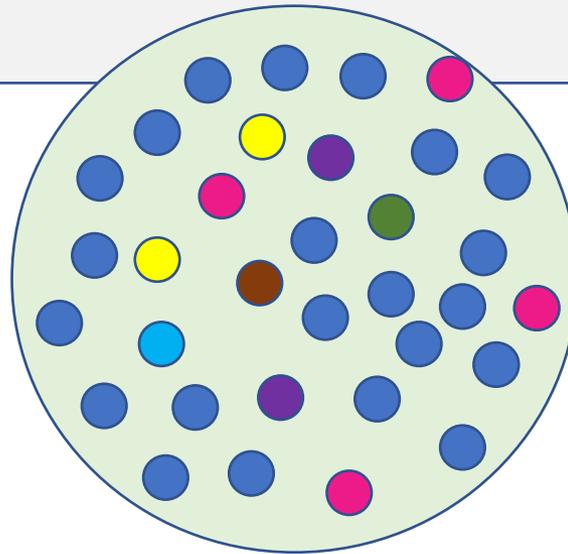
Um conceito que permite descrever e caracterizar uma comunidade ecológica, assim, a diversidade se refere às diferentes espécies que compõem uma comunidade.



Ex. Diversidade de aves

## DIVERSIDADE E TAMANHO AMOSTRAL

O número de espécies encontradas em um determinado local é considerado em relação ao número de indivíduos que constituem a amostra, portanto, a **diversidade** passa a ser função do **tamanho amostral**.



# Riqueza vs Equitabilidade

- Dois conceitos são fundamentais para entender a diversidade ecológica: Riqueza e equitabilidade.
- A **riqueza** refere-se ao número de espécies que compõem uma determinada comunidade.
- Por outro lado, na análise da diversidade também deve se considerar a distribuição dos indivíduos nas espécies que compõem a comunidade. Assim, a **equitabilidade** é um indicador dessa distribuição.

## Índices de Diversidade de Espécies

### 1 - Quais variáveis usar?

- Somente RIQUEZA
- Somente EQUITABILIDADE
- RIQUEZA e EQUITABILIDADE

Qual peso deve ser atribuído a cada variável?

Maior peso para RIQUEZA :

Espécies raras têm maior valor proporcional

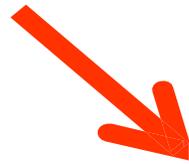
Maior peso para EQUABILIDADE :

Espécies raras tem menor valor proporcional

**Quanto interessa uma espécie rara?**



Conservação



Estrutura da comunidade

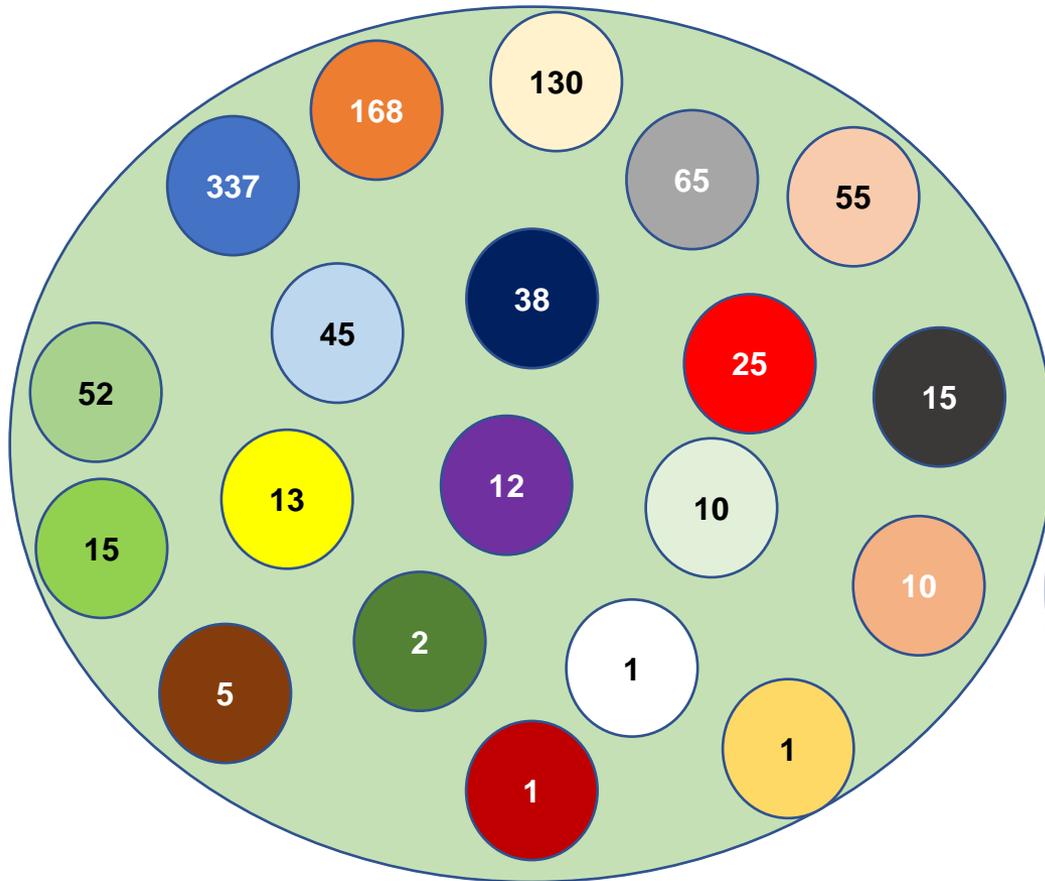
## Exemplo 1.

- Considere duas áreas nas quais foram coletados 1000 espécimes de mosquitos, usando os mesmos métodos e esforço amostral (Fig. 1).

ÁREA 1:

Número de espécimes coletados: 1000

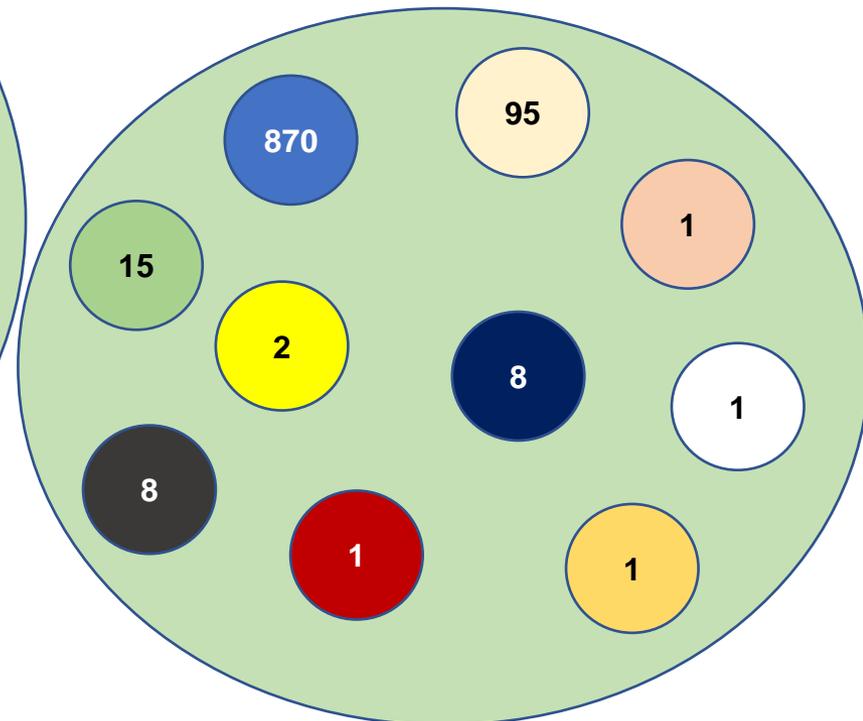
Composta por 20 espécies

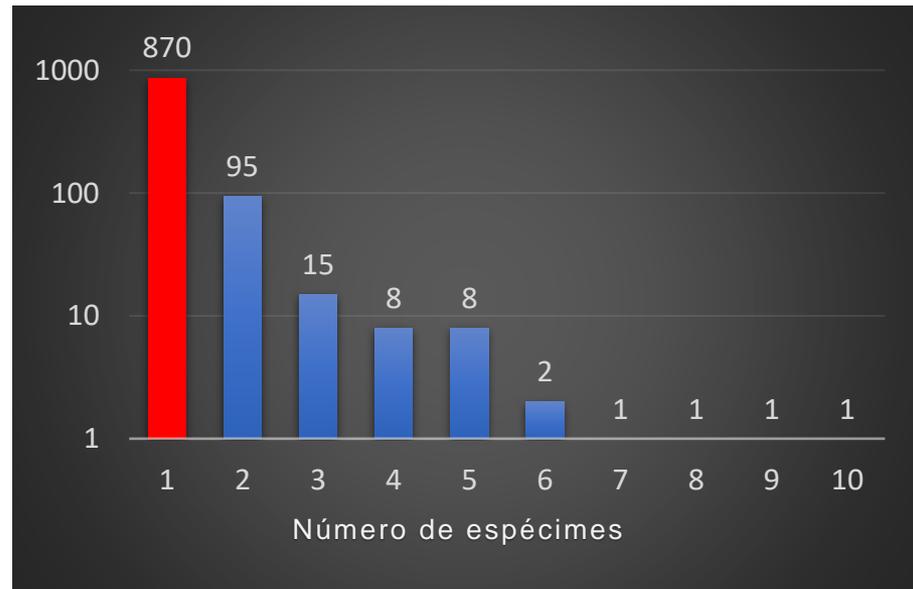
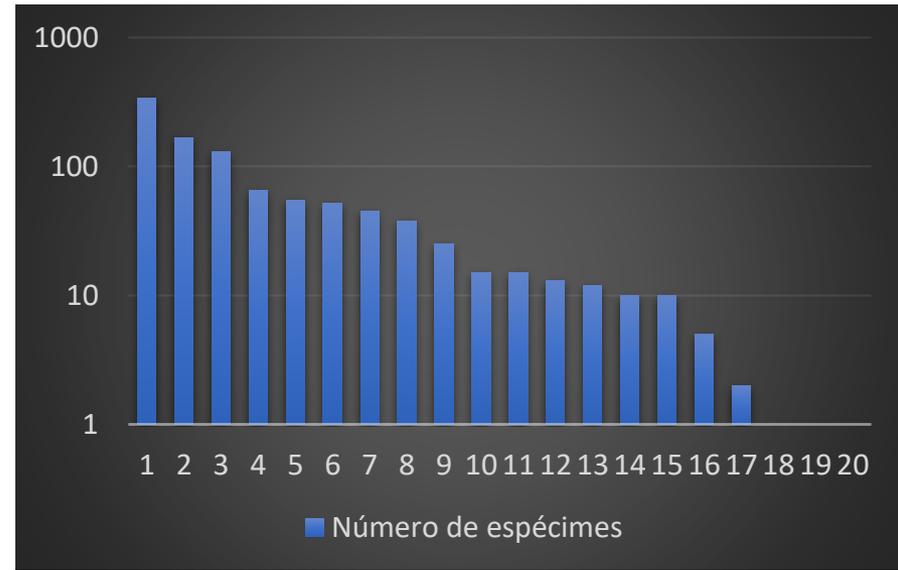


ÁREA 2:

Número de espécimes coletados: 1000

Composta por 10 espécies





# Distribuição de *Nyssomyia neivai* segundo ambiente:

## 1. Intradomicílio



## 2. Peridomicílio



## 3. Borda da Mata



## 4. Interior da Mata



## Exemplo 2.

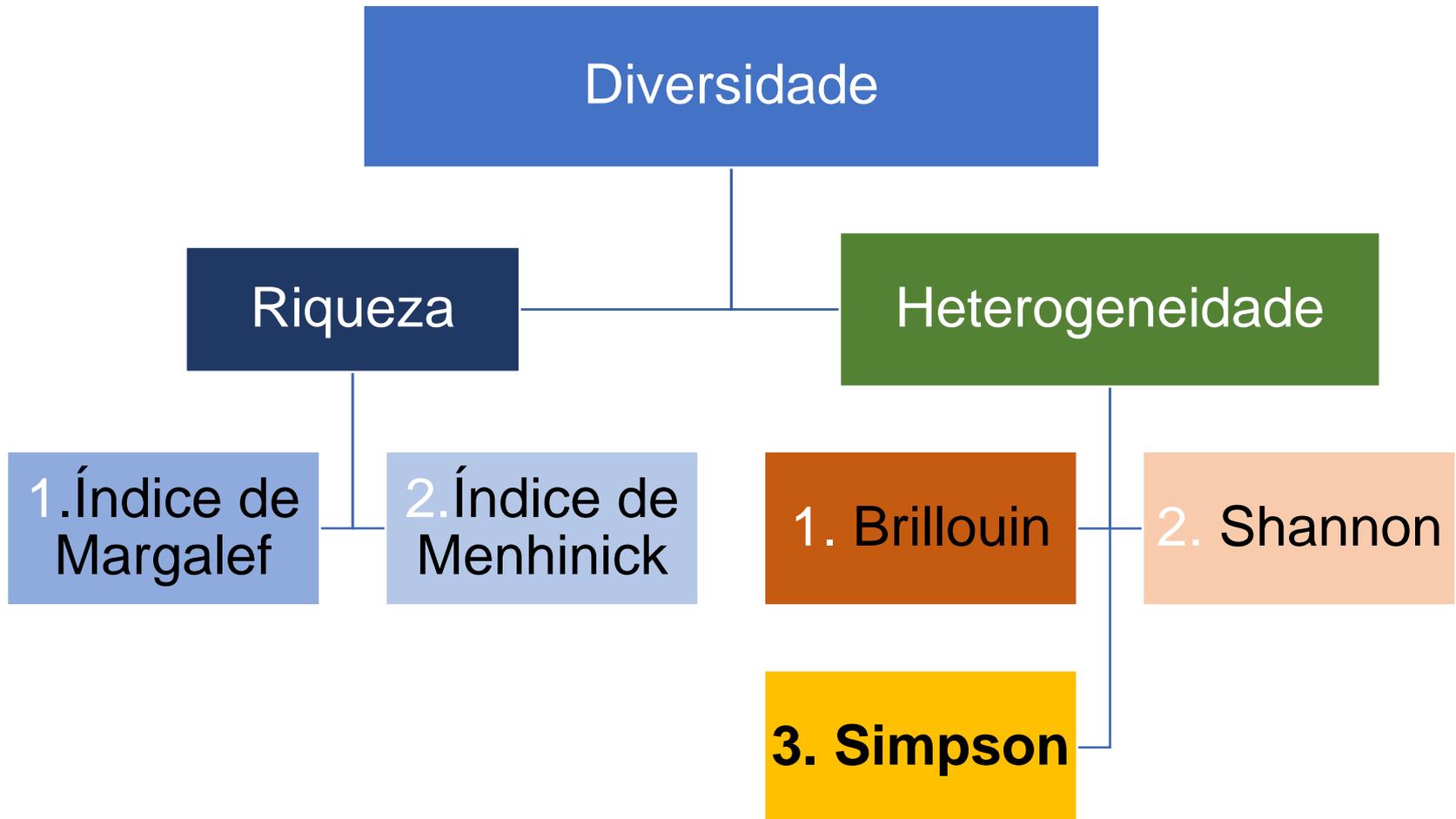
Ambiente	Número de espécimes
1. Intradomicilio	500
2. Peridomicilio	500
3. Borda da Mata	500
4. Interior da Mata	500
Total	2.000

**Grande a incerteza** a respeito ao ambiente em que os espécimes estariam distribuídos se uma armadilha for instalada em um dos quatro ambientes selecionado aleatoriamente

Ambiente	Número de espécimes
1. Intradomicilio	1700
2. Peridomicilio	100
3. Borda da Mata	100
4. Interior da Mata	100
Total	2.000

Em termos de incerteza, pode-se dizer que neste caso, **é possível prever com relativa certeza** onde poderemos capturar espécimes desta espécie instalando armadilhas aleatoriamente

# Estimando a diversidade



# RIQUEZA

Tenta compensar o efeito de diferentes tamanhos de amostras

## 1 Índice de Margalef ( $D_{Mg}$ )

$$D_{Mg} = (S-1)/\ln N$$

S= número total de espécies encontradas

N= número total de espécimes coletados

ln= logaritmo natural

Em uma amostra coletada na floresta amazônica foram capturados 523 espécimes pertencentes a 35 espécies de mosquitos.

Portanto a riqueza segundo o índice de Margalef neste local será:

$$D_{Mg} = (35-1)/\ln 523$$

$$D_{Mg} = 34/ 6,26 = \mathbf{5,43}$$

Em uma amostra coletada na Mata Atlântica foram capturados 523 espécimes pertencentes a 15 espécies de mosquitos.

Portanto a riqueza segundo o índice de Margalef neste local será:

**Estimar a riqueza segundo Margalef e compare com os resultados obtidos no exemplo anterior!**

$$D_{Mg} = (15-1)/\ln 523$$

$$D_{Mg} = 14/ 6,26 = \mathbf{2,23}$$

Valores <2 são considerados como baixa diversidade

Valores > 5 são considerados como alta diversidade.

# RIQUEZA

## 2 Índice de Menhinick ( $D_{Mn}$ )

- $D_{Mn} = S / \sqrt{N}$

- S= número total de espécies encontradas
- N= número total de espécimes coletados
- ln= logaritmo natural

Em uma amostra coletada na floresta amazônica foram capturados 523 espécimes pertencentes a 35 espécies de mosquitos.

Portanto a riqueza segundo o índice de Menhinick neste local será:

- $D_{Mn} = 35 / \sqrt{523}$
- $D_{Mn} = 35 / 22,87 = 1,53$
- Em uma amostra coletada na Mata Atlântica foram capturados 523 espécimes pertencentes a 15 espécies de mosquitos.
- $D_{Mn} = 15 / \sqrt{523}$
- $D_{Mn} = 15 / 22,87 = 0,65$

# Índice de Shannon

Assume que:

- os indivíduos são amostrados de forma aleatória, de uma comunidade infinitamente grande.
- Todas as espécies estão representadas na amostra.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

$p_i$  = abundância relativa (proporção) da espécie  $i$  na amostra

$$p_i = n_i/N$$

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$N$  = Número de indivíduos total da amostra

Estimando o índice de Shannon para flebotomíneos capturados em área peri-urbana de um município

Espécie	Número de espécimes	n/N	Pi	ln Pi	Pi ln Pi
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	12				
<i>Evandromyia lenti</i>	21				
<i>Nyssomyia whtimani</i>	5				
<i>Nyssomyia neivai</i>	25				
<i>Psathyromyia lanei</i>	2				
<i>Pintomyia fischeri</i>	17				
<i>Migonemyia migonei</i>	9				
Total	91				
Número de espécies	7				
Número de espécimes	91				
Soma Pi ln Pi					
H'					

Dados hipotéticos.

Estimando o índice de Shannon para flebotomíneos capturados em área peri-urbana de um município

Espécie	Número de espécimes	n/N	Pi	ln Pi	Pi ln Pi
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	12	12/91	0,132	-2,026	-0,27
<i>Evandromyia lenti</i>	21	21/91	0,231	-1,466	-0,34
<i>Nyssomyia whtimani</i>	5	5/91	0,055	-2,901	-0,16
<i>Nyssomyia neivai</i>	25	25/91	0,275	-1,292	-0,35
<i>Psathyromyia lanei</i>	2	2/91	0,022	-3,818	-0,08
<i>Pintomyia fischeri</i>	17	17/91	0,187	-1,678	-0,31
<i>Migonemyia migonei</i>	9	9/91	0,099	-2,314	-0,23
Total	91				
Número de espécies	7				
Número de espécimes	91				
Soma Pi ln Pi	-1,746				
H'	1.747				

Dados hipotéticos.

Estimando o índice de Shannon para flebotomíneos capturados em área urbana de um município

Espécie	Número de espécimes	n/N	Pi	ln Pi	Pi ln Pi
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	6				
<i>Evandromyia lenti</i>	5				
<i>Nyssomyia whitmani</i>	1				
<i>Nyssomyia neivai</i>	3				
<i>Psathyromyia lanei</i>	12				
Total	27				
Número de espécies	5				
Número de espécimes	27				
Soma Pi ln Pi					
H'					

Comparando os resultados:

H' Peri urbano: 1.746

H' Urbano: 1.373

Estimando o índice de Shannon para flebotomíneos capturados em área urbana de um município

Espécie	Número de espécimes	n/N	Pi	ln Pi	Pi ln Pi
<i>Lutzomyia longipalpis</i>	6	6/27	0.222	-1.504	-0.334
<i>Evandromyia lenti</i>	5	5/27	0.185	-1.686	-0.312
<i>Nyssomyia whitmani</i>	1	1/27	0.037	-3.296	-0.122
<i>Nyssomyia neivai</i>	3	3/27	0.111	-2.197	-0.244
<i>Psathyromyia lanei</i>	12	12/27	0.444	-0.811	-0.36
Total	27				-1.373
Número de espécies	5				
Número de espécimes	27				
Soma Pi ln Pi	-1.373				
H'	1.373				

# Comparando os índices de Shannon dos dois ambientes

- Teste t de Hutcheson: versão modificada do teste t. Estima a variância do índice de Shannon.

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2}}$$

$$S_H^2 = \frac{\sum p \cdot (\ln p)^2 - \left(\sum p \cdot \ln p\right)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

	Periurbano	Urbano
Número de espécies S	7	5
Número de espécimes N	91	27
Soma $P_i \ln P_i$	-1,74604	-1,373
H'	1,747	1,3732
Soma $p^*(\ln p)^2$	3,334078	2,2604
Soma $(p^*\ln p)^2$	3,048644	1,8855
S <sup>2</sup> H	0,003499	0,0166
Parte 1 equação	0,003137	0,0139
Parte 2 equação	0,000362	0,0027

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2}}$$

Site:	Periurbano	Urbano
Total	91	27
Riqueza	7	5
H	1,74	1,37
$S^2_H$	0,0035	0,0166
t	2,609779	
df	39	
Crit	2,022691	
p	0,012785	
CI	0,118322	0,257682

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2}}$$

$$s_H^2 = \frac{\sum p \cdot (\ln p)^2 - (\sum p \cdot \ln p)^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2}$$

$$df = \frac{(S_{H_a}^2 + S_{H_b}^2)^2}{\left( \frac{(S_{H_a}^2)^2}{N_a} + \frac{(S_{H_b}^2)^2}{N_b} \right)}$$