Comunidades II:

Métricas da diversidade

Abordagem via Riqueza S

Categorias de diversidade

DIVERSIDADE DE INVENTÁRIO

(em função da escala e heterogeneidade)

(Whittaker, 1972)

Diversidade de ponto

Diversidade Alfa

(área homogênea com micro-hábitats diferenciados)

Diversidade Gama

(área com diferentes hábitats)

Categorias de diversidade

DIVERSIDADE DE DIFERENCIAÇÃO

(em função da escala e heterogeneidade)

(Whittaker, 1972)

Unidades Alfa

Diversidade Beta

(entre unidades Alfa)

Diversidade Delta

(entre unidades Gama)

Descritores da diversidade de inventário

I) Descritores independentes das abundâncias específicas (qualitativos).

✳ Riqueza S:

- número de espécies no espaço descrito.
- depende do tamanho da área observada (amostra).
- pode ser apresentada na forma complexa:
  - espectros S x Área
  - espectros S x Número total de indivíduos na amostra
- em decorrência disso, a diversidade específica pode ser expressa em termos de atributos dos espectros tais como os parâmetros das funções matemáticas que os descrevem.

✳ Índices derivados de espectros:

$$\text{Gleason}_{(1922)} = \frac{S}{\log N}$$

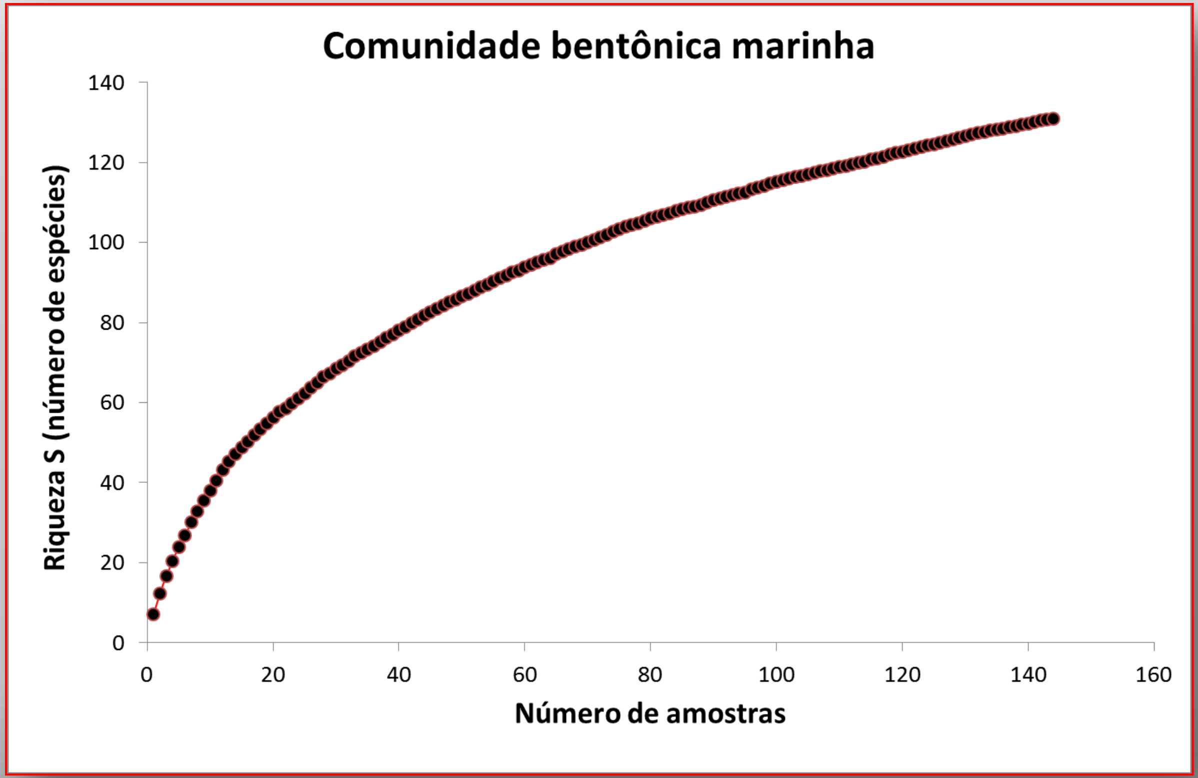
$$\text{Margalef}_{(1951)} = \frac{S-1}{\log N}$$

$$\text{Menhinik}_{(1964)} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Departamento de

Determinação da riqueza em espécies

Curva espécies x área - Dados diretos



Determinação da riqueza em espécies

Curva espécies x área - Dados diretos

Problema:

- A relação Riqueza S (Y) x Área (X) não é linear.

- O valor da riqueza é vinculado à área amostrada segundo diversas possíveis funções.

Determinação da riqueza em espécies

Curva espécies (Y) x área (X)

Solução: obter espectro linear cuja inclinação é constante em função da área

A relação espécies x área pode ser descrita por:

- função potencial ($y = ax^b$) – lineariza com log-log

$$\boxed{S = cA^z}$$

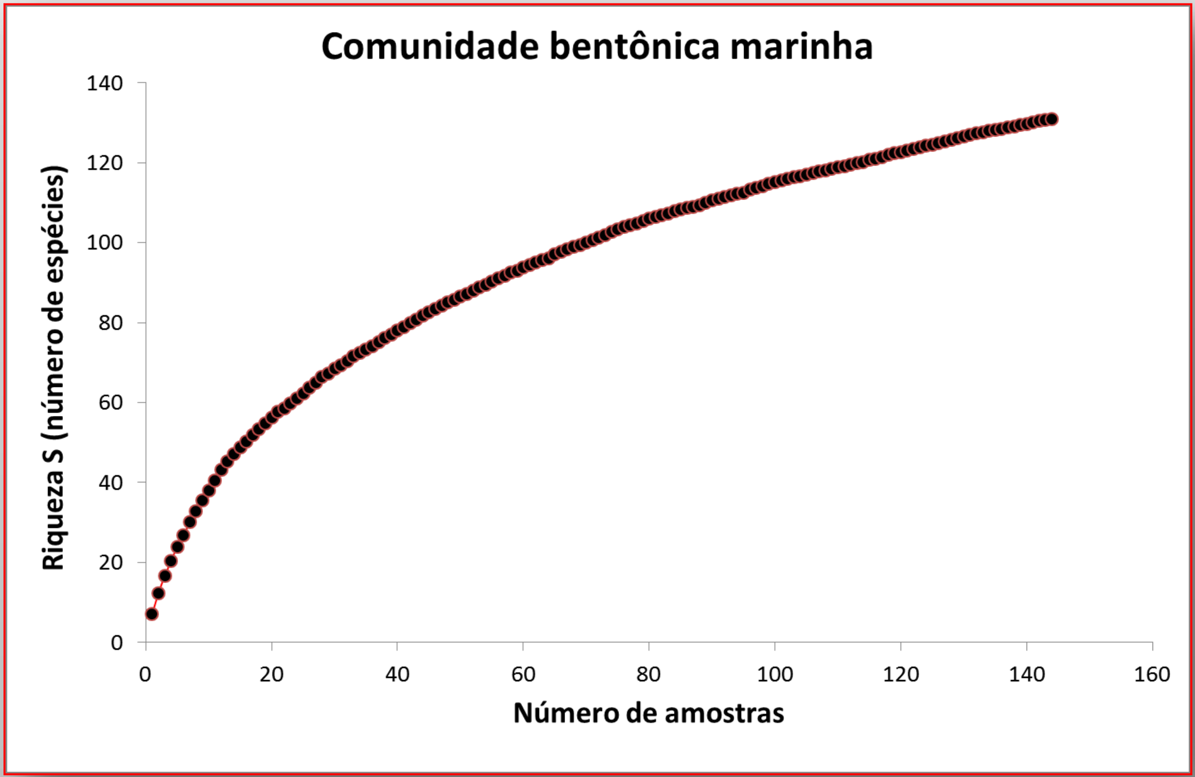
$$\boxed{log(S) = log(c) + zlog(A)}$$

- função exponenciais ($y = ab^x$) – lineariza com semi-log

- função de Michaelis-Menten ($ax/(1+bx)$) – é assintótica

Determinação da riqueza em espécies

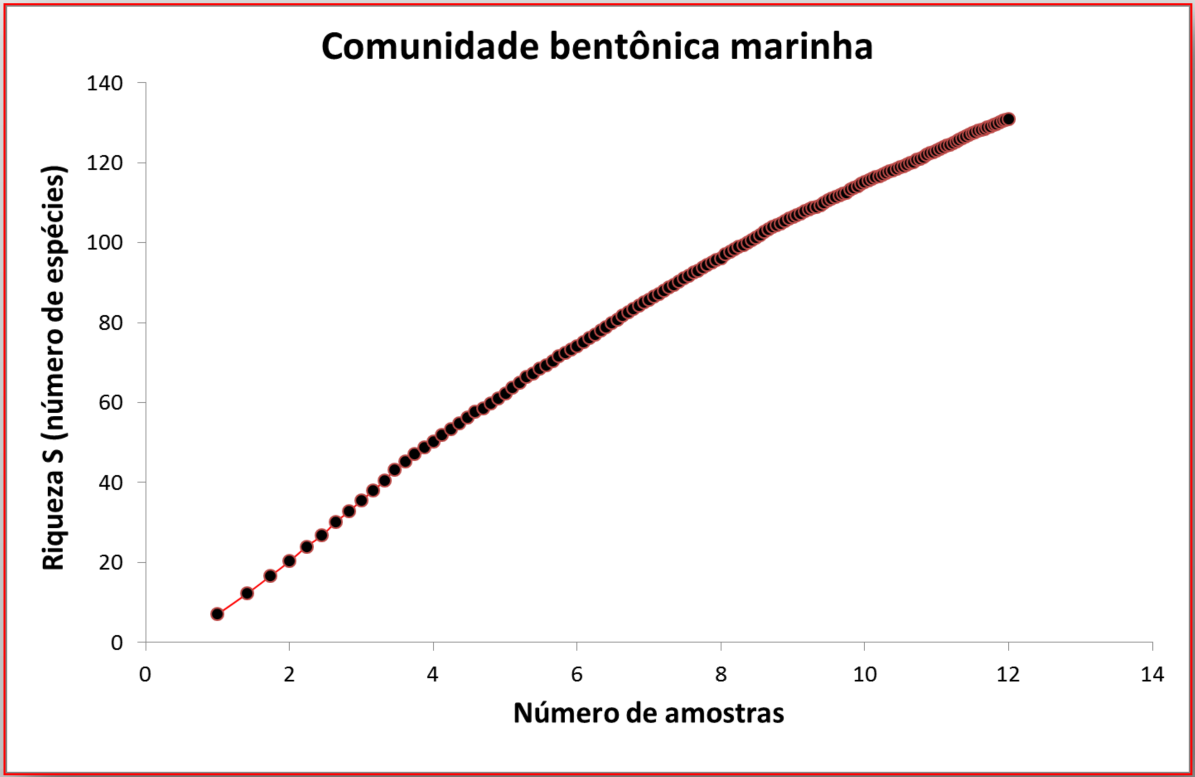
Curva espécies x área – Dados diretos



A relação Riqueza S (Y) x Área (X) não é linear. Pode ajustar bem funções potenciais ($y = ax^b$ e relacionadas), exponenciais ($y = ab^x$ e relacionadas), de Michaelis-Menten ($ax/(1+bx)$) ou outras.

Determinação da riqueza em espécies

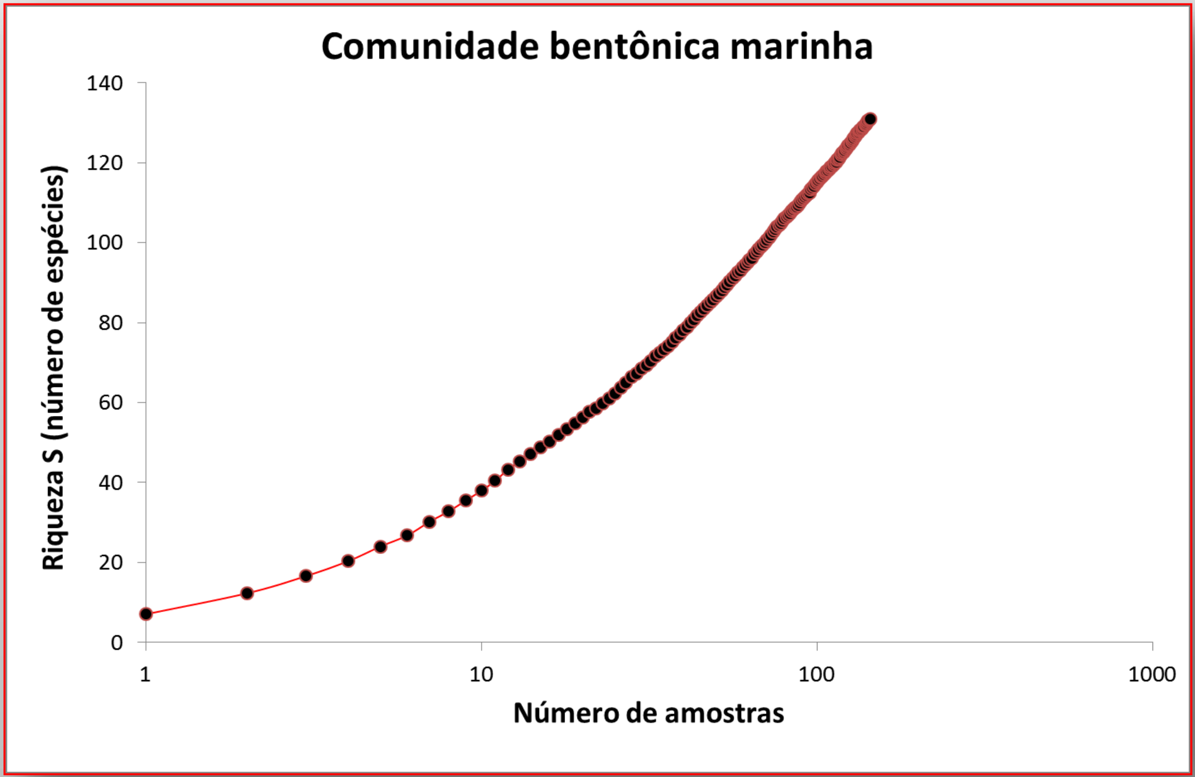
Curva espécies x área – Sqrt (X)



A relação Riqueza S (Y) x Área (X) não é linear. Pode ajustar bem funções potenciais ($y = ax^b$ e relacionadas), exponenciais ($y = ab^x$ e relacionadas), de Michaelis-Menten ($ax/(1+bx)$) ou outras.

Determinação da riqueza em espécies

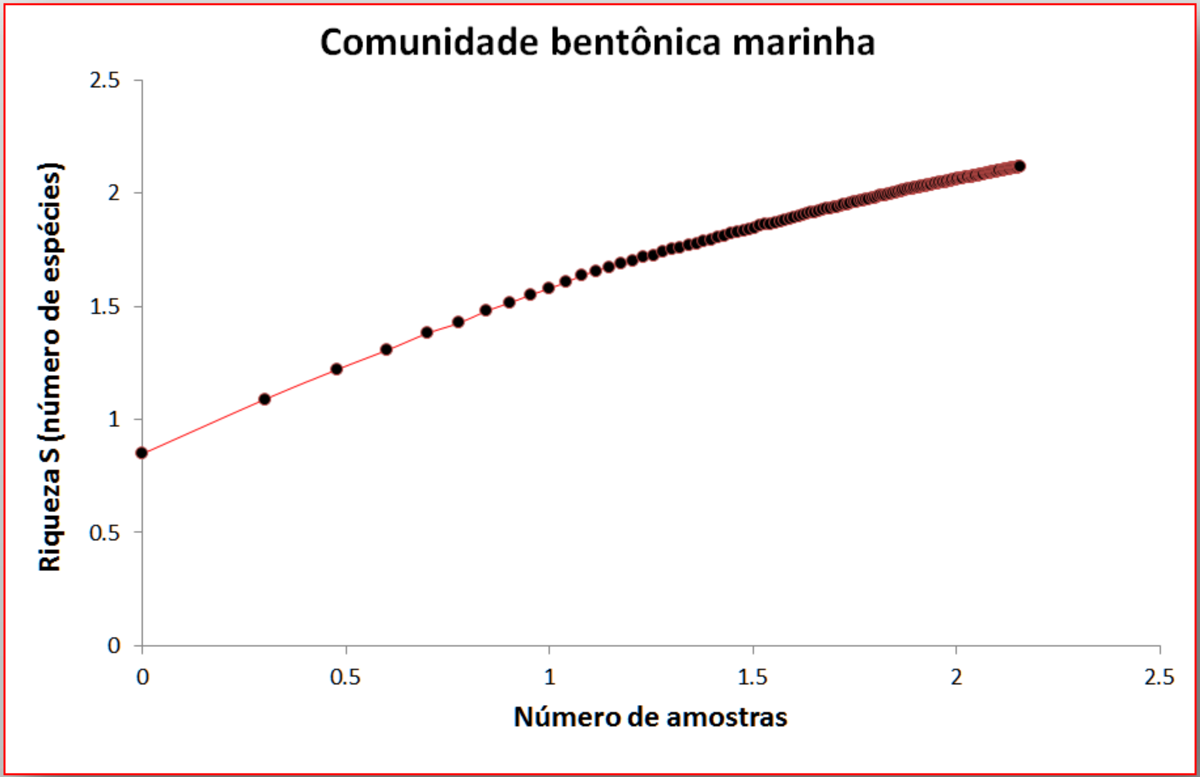
Curva espécies x área – Log_{10} (X)



A relação Riqueza S (Y) x Área (X) não é linear. Pode ajustar bem funções potenciais ($y = ax^b$ e relacionadas), exponenciais ($y = ab^x$ e relacionadas), de Michaelis-Menten ($ax/(1+bx)$) ou outras.

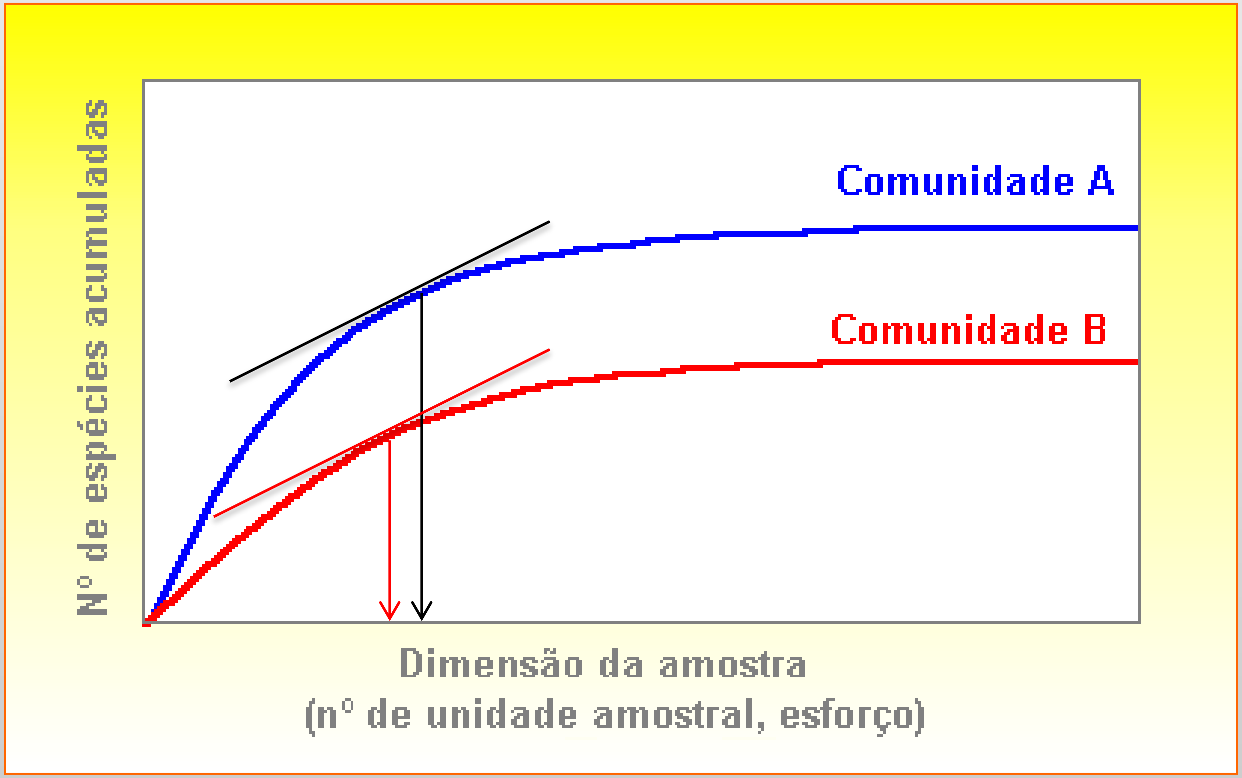
Determinação da riqueza em espécies

Curva espécies x área – Log_{10} (X); Log_{10} (Y)



A relação Riqueza S (Y) x Área (X) não é linear. Pode ajustar bem funções potenciais ($y = ax^b$ e relacionadas), exponenciais ($y = ab^x$ e relacionadas), de Michaelis-Menten ($ax/(1+bx)$) ou outras.

Determinação da riqueza em espécies

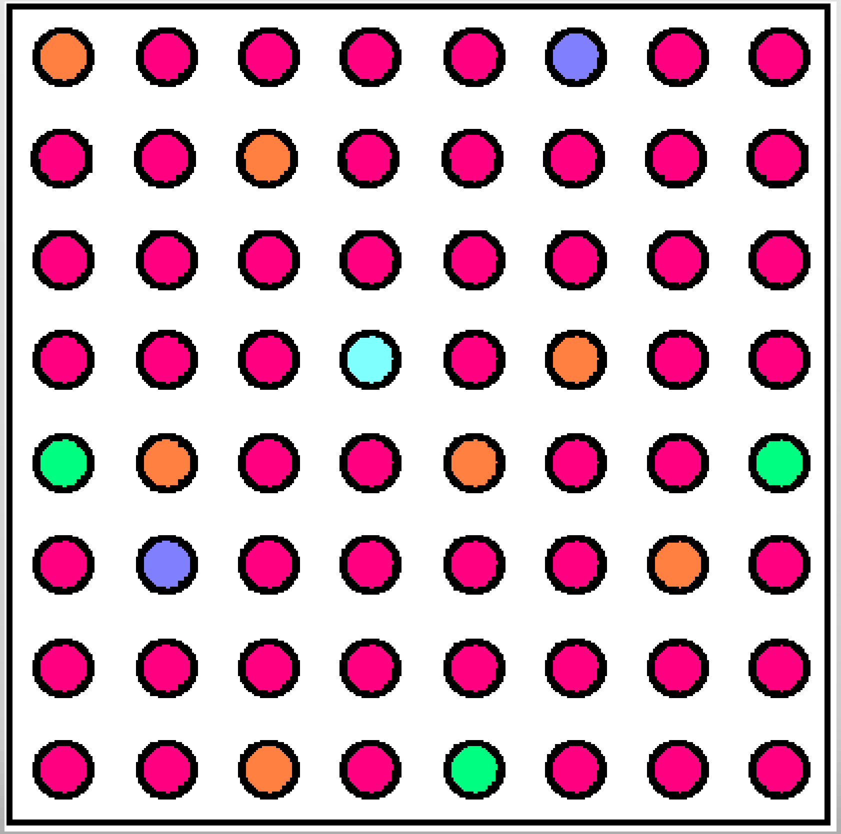


Comparações entre riquezas são possíveis somente se as representatividades das amostras das respectivas comunidades forem equivalentes.

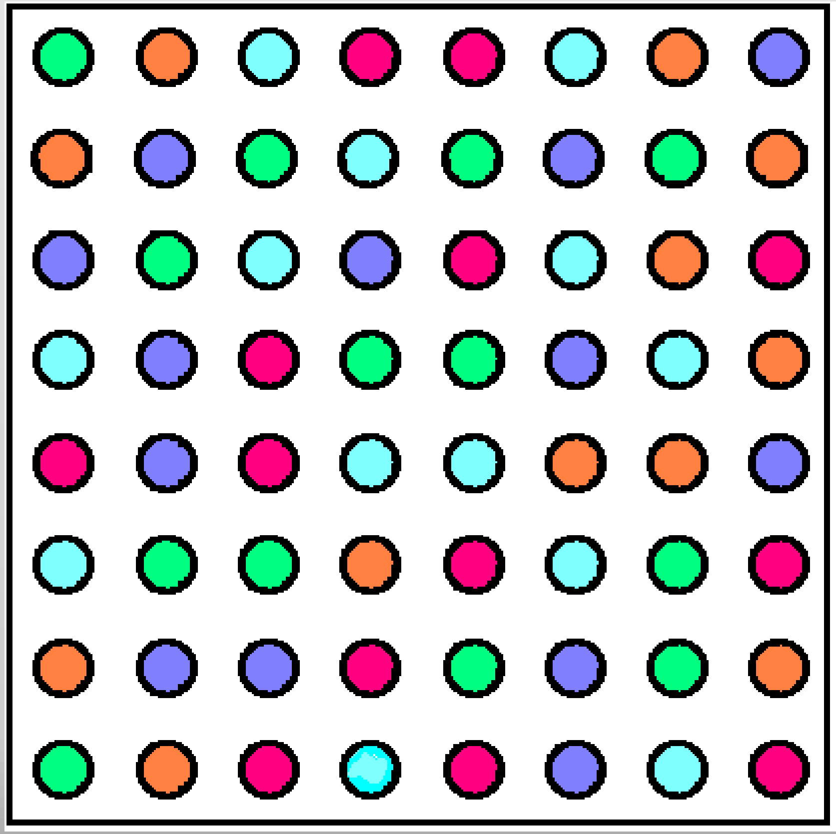
Abordagem via Índices

Riqueza aparente: qual o padrão mais rico?

Padrão A

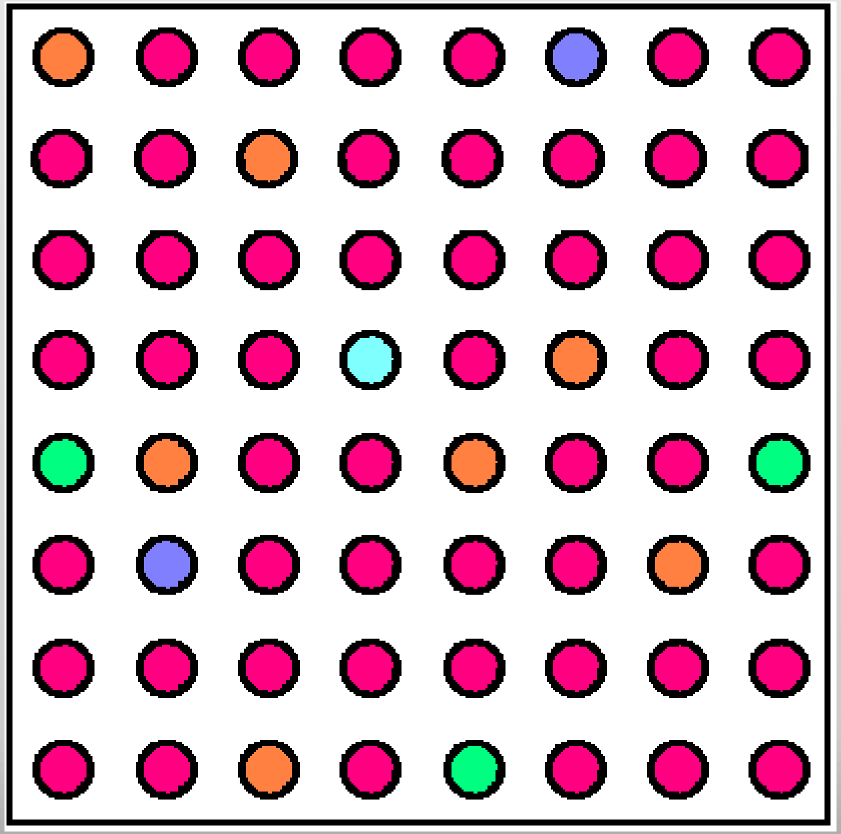


Padrão B



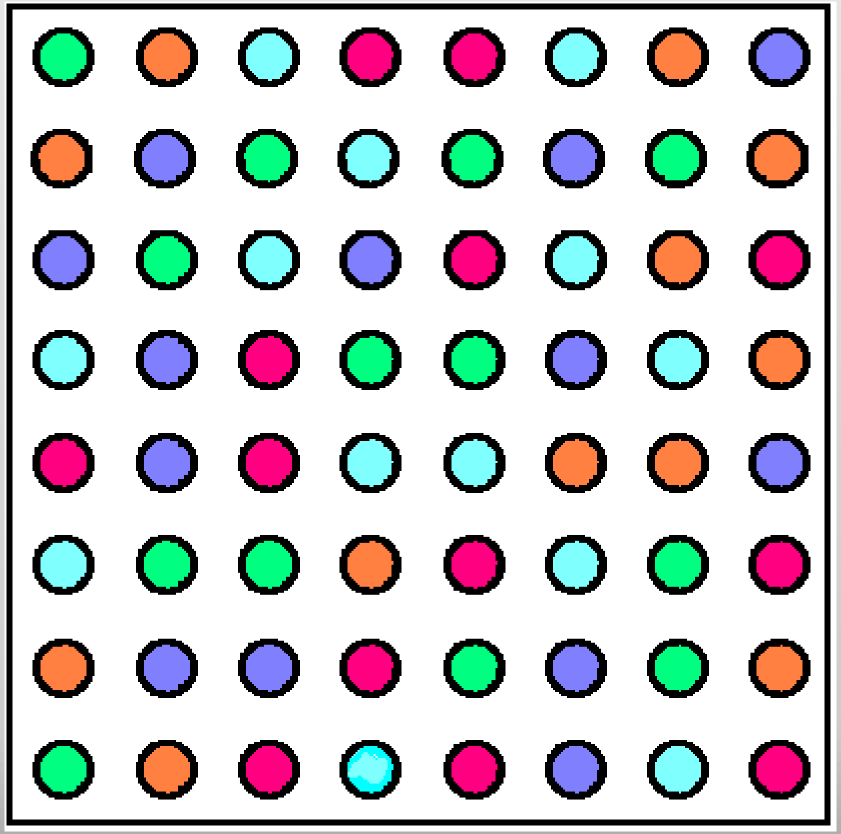
Riqueza aparente: qual o padrão mais rico?

Padrão A



S = 5

Padrão B



S = 5

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Conceitos importantes

- **Riqueza aparente:**
  - corresponde ao número de espécies que seriam necessárias para, ocorrendo em proporções exatamente iguais, produzir-se o valor numérico da diversidade efetivamente determinado para a amostra.
  - na prática, pode ser entendida como o número de espécies conspícuas, do ponto de vista do índice utilizado.

- **Dominância:**
  - situação em que uma ou poucas espécies de uma comunidade já acumulam grande parte dos indivíduos da mesma.
  - a dominância numérica, relevante para as medidas de diversidade, pode refletir ou não a dominância ecológica de uma espécie sobre outras no sentido de alocar para si recursos que seriam em sua ausência alocados pelas demais espécies.

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Índices de diversidade mais comuns

- **Índices de Shannon-Wiener e de equitatividade de Pielou: (1949):**

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \lg_2 p_i$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{max} = \log_2 S}$$

- **Índice de Simpson:**

$$C_{Simpson} = 1/\lambda_{Simpson}$$

$$\lambda_{Simpson} = \sum_{i=1}^{S} p_i^{\,2}$$

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Índice de Shannon-Wiener (1949)

- seus pressupostos nem sempre são atendidos:
  - **todas as espécies da comunidade precisam estar incluídas na amostra.**
  - **as proporções entre abundâncias das espécies na amostra precisam ser boas estimativas das correspondentes na comunidade.**
- usando-se a base 2 no logaritmo, o valor é dado em *bits* (*nats* e *decits* são as correspondentes às bases natural e 10), que independe daquela que se refere às abundâncias.

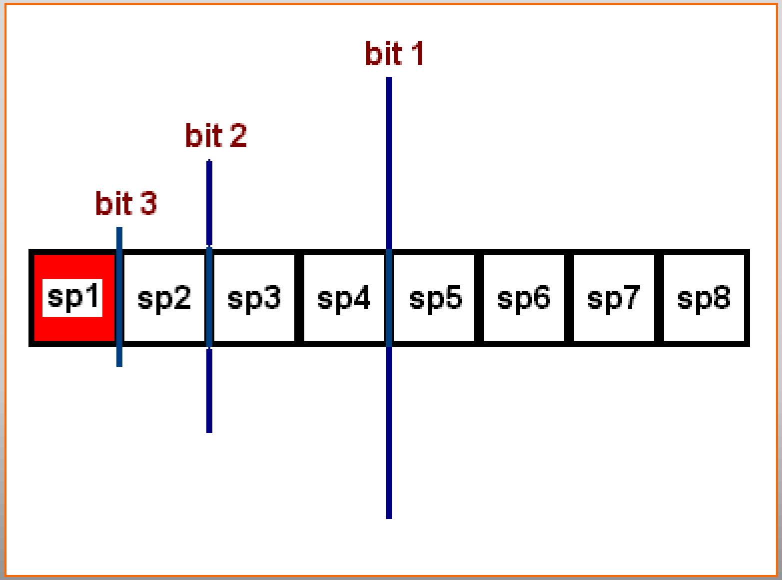
Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Índice de Shannon-Wiener (1949)

- o valor numérico do índice de Shannon expressa a quantidade mínima de decisões binárias necessária para individualizar uma espécie, em média.

Exemplo:



Neste caso,

S = 8

$p_1 = p_2 = ... = p_8 = 1/8 = 0,125$

$0,125 \times lg_2\ 0,125 = 0,125 \times (-3) = -0,375$

$H' = -(8 \times -0,375) = 3$ bits

$$3 = \lg_2 8 \quad \therefore \quad H' = \lg_2 S$$

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Expressão de Hill (1973) para H'

- dada a dificuldade de interpretação de valores em bits, Hill propôs apresentar H' na forma exponencial $2^{H'}$.
- na versão exponencial (Shannon-Hill) o índice volta à métrica da riqueza, passando a ter sentido de riqueza aparente.
- no caso do exemplo anterior, seria mesmo de se esperar que a riqueza aparente fosse a própria riqueza S já que todas as espécies estavam igualmente representadas:

$$\boxed{H'_{\text{máximo}} = \lg_2 S \Rightarrow 2^{H'} = S_{\text{real}}}$$

$$\boxed{2^{H'(\text{calculado})} = S_{\text{aparente}}}$$

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Índices de dominância e de diversidade de Simpson (1949)

- o índice de diversidade de Simpson relaciona-se com o λ de Simpson, que nada mais é que uma medida de dominância.

- o λ de Simpson corresponde à probabilidade de 2 indivíduos sorteados ao acaso na comunidade serem de uma mesma espécie, não importando qual:

  ind_1 e ind_2 devem ser *ambos* da sp_1 ou sp_2 ou .... ou sp_S

- essa probabilidade, para cada espécie *i* , é dada por p_i^2; para o conjunto das espécies, o resultado é dado por uma somatória de S parcelas:

$$\boxed{\lambda_{Simpson} = \sum_{i=1}^{S} p_i^2}$$

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Índice de diversidade de Simpson (1949) – versões 1- λ e 1/λ.

- se a diversidade for definida como a probabilidade de 2 indivíduos sorteados ao acaso na comunidade serem de duas espécies distintas então seu valor numérico seria 1- λ, ou seja, o **oposto** da dominância.
- se por outro lado a diversidade for definida como o **inverso** da dominância, então seu valor seria dado por 1/λ.

Exemplo:

sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8

$S = 8$

$p_1 = p_2 = \ldots = p_8 = 1/8 = 0{,}125$

$\lambda = 8 \times (0{,}125)^2 = 0{,}125$

$1 - \lambda = 1 - 0{,}125 = 0{,}875$

$1 / \lambda = 1 / 0{,}125 = 8$

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos)

Índice de diversidade de Simpson (1949)

- no exemplo, onde a dominância é nula, o valor de λ (0,125 = 1/8) não é 0, e sim 1/S.

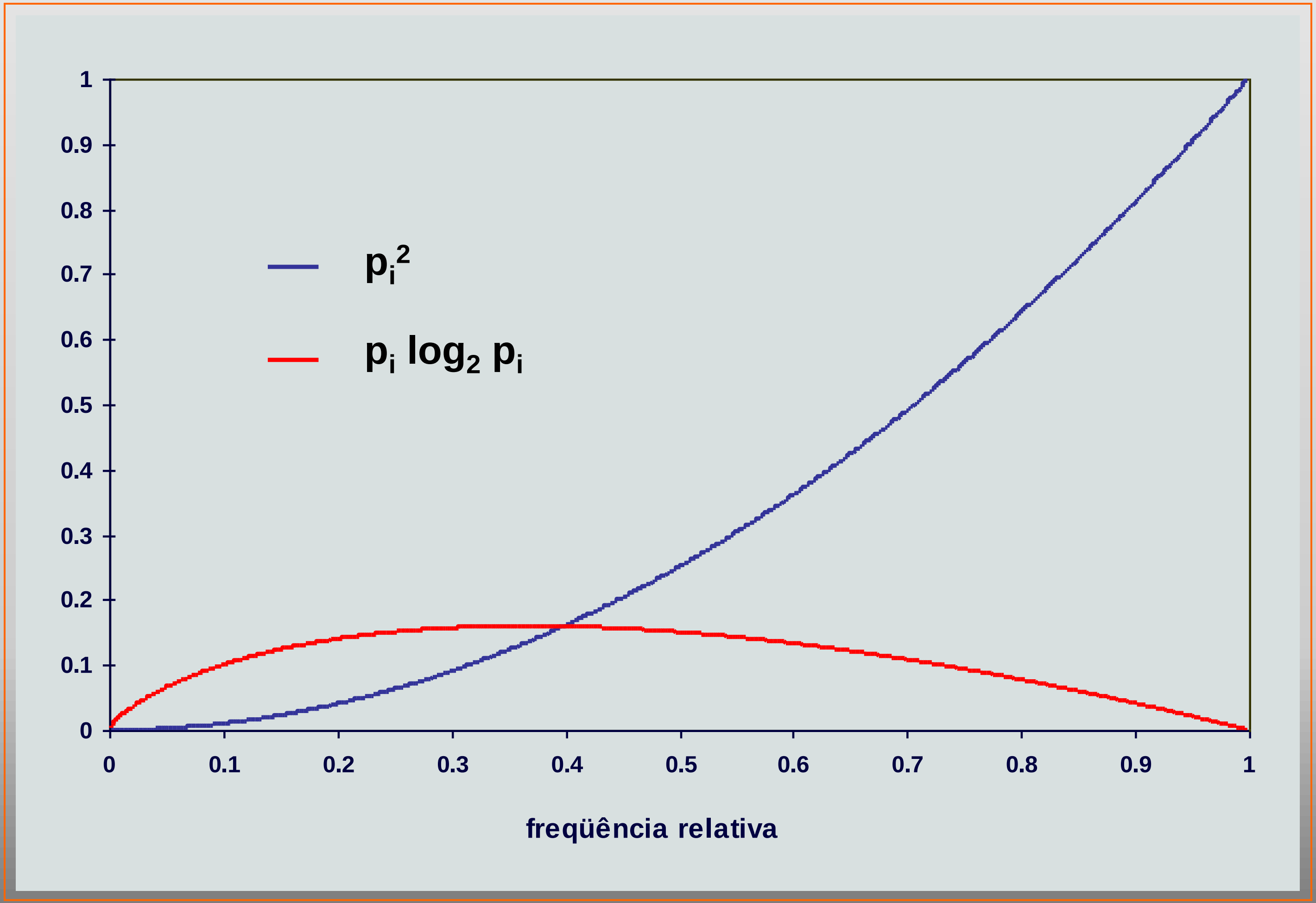
- no caso da diversidade 1 / λ , seu valor (8) corresponde exatamente ao que se espera da riqueza aparente quando as espécies estão igualmente representadas.

- **1 / λ (C, de Simpson) pode então ser interpretado como uma medida de riqueza aparente.**

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

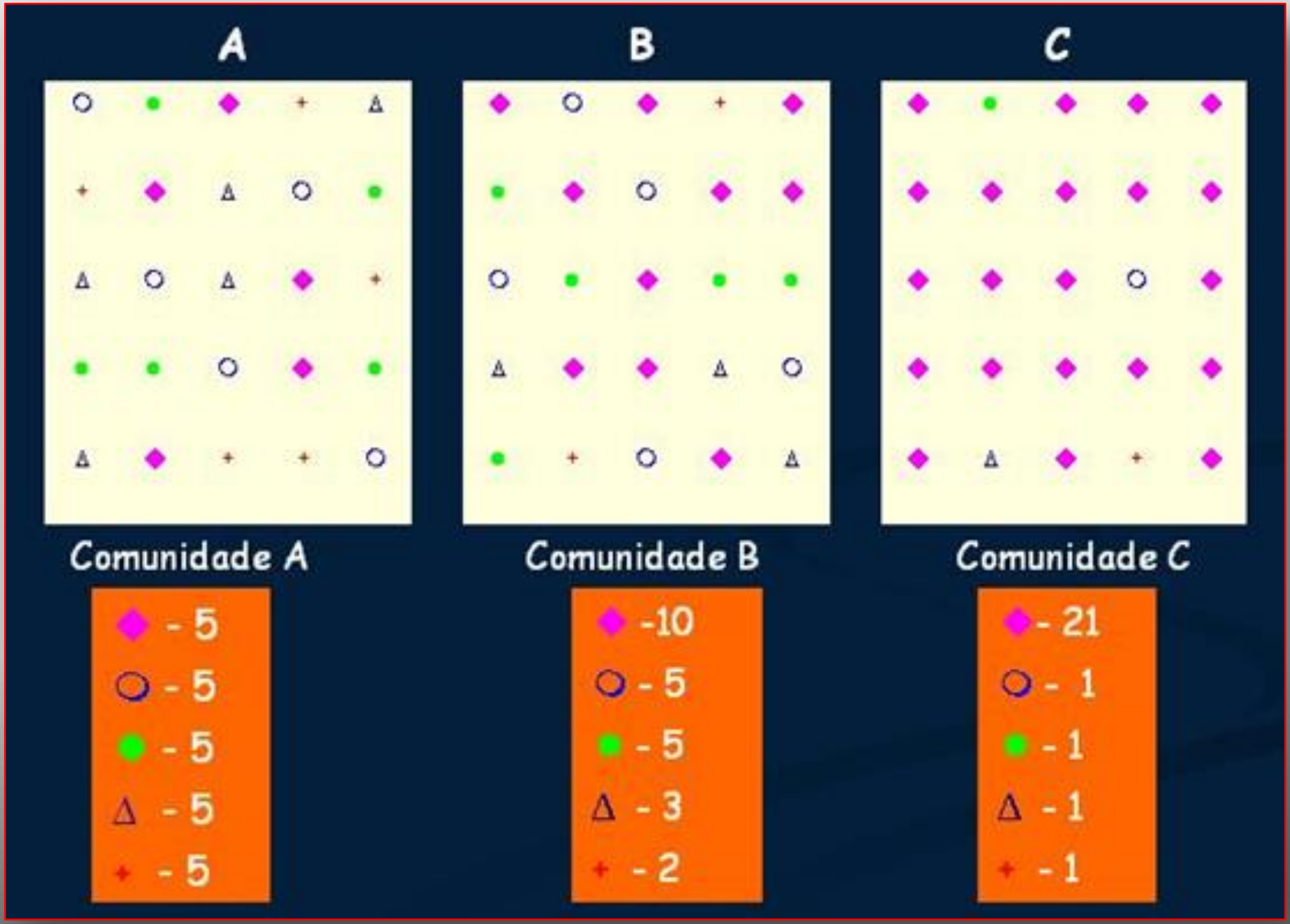
Índices de diversidade e importância dada a espécies raras



Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

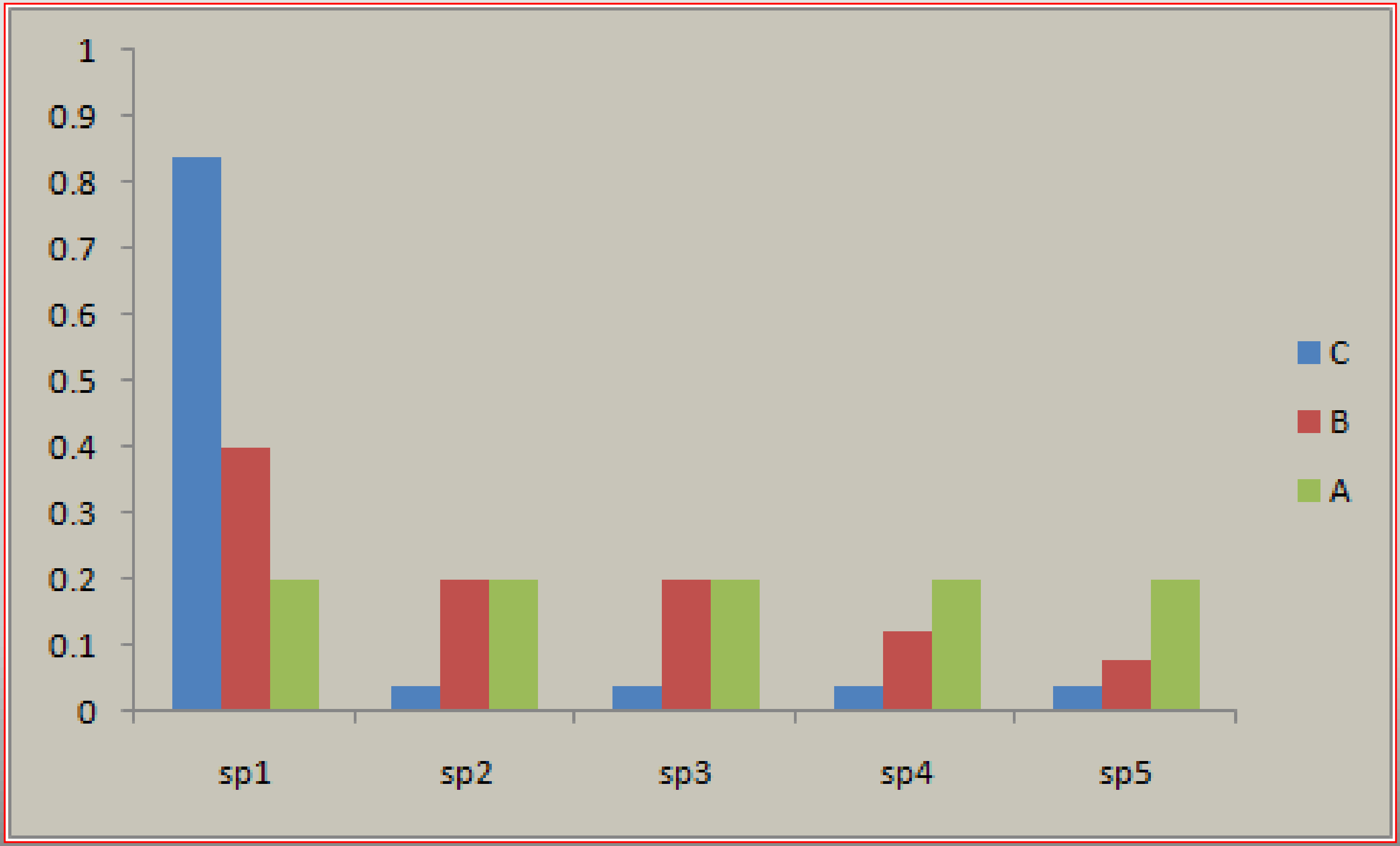
Relações entre os índices: um exemplo.



Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Relações entre os índices: um exemplo.



Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

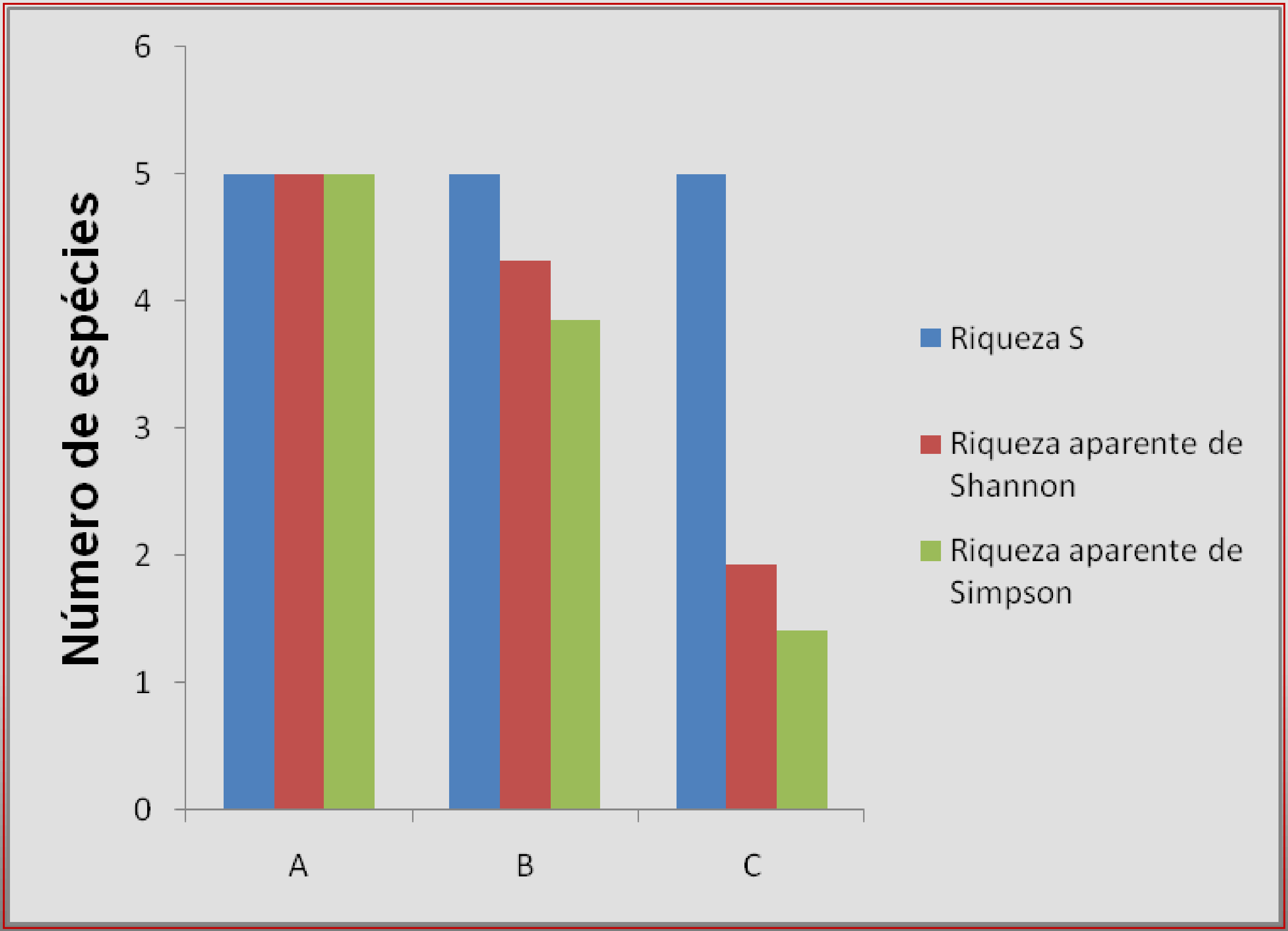
Relações entre os índices: um exemplo.

	A	B	C
S =	5	5	5
H' =	2.3219	2.1161	0.9543
$2^{H'}$ =	5	4.3353	1.9377
$J' = H'/H'_{max}$ =	1	0.9113	0.4109
1 - J' =	0	0.0886	0.5890
λ =	0.20	0.26	0.71
$1/\lambda$ =	5.00	3.8344	1.4045

Descritores da diversidade de inventário

II) Descritores dependentes das abundâncias específicas (quantitativos).

Relações entre os índices: um exemplo.

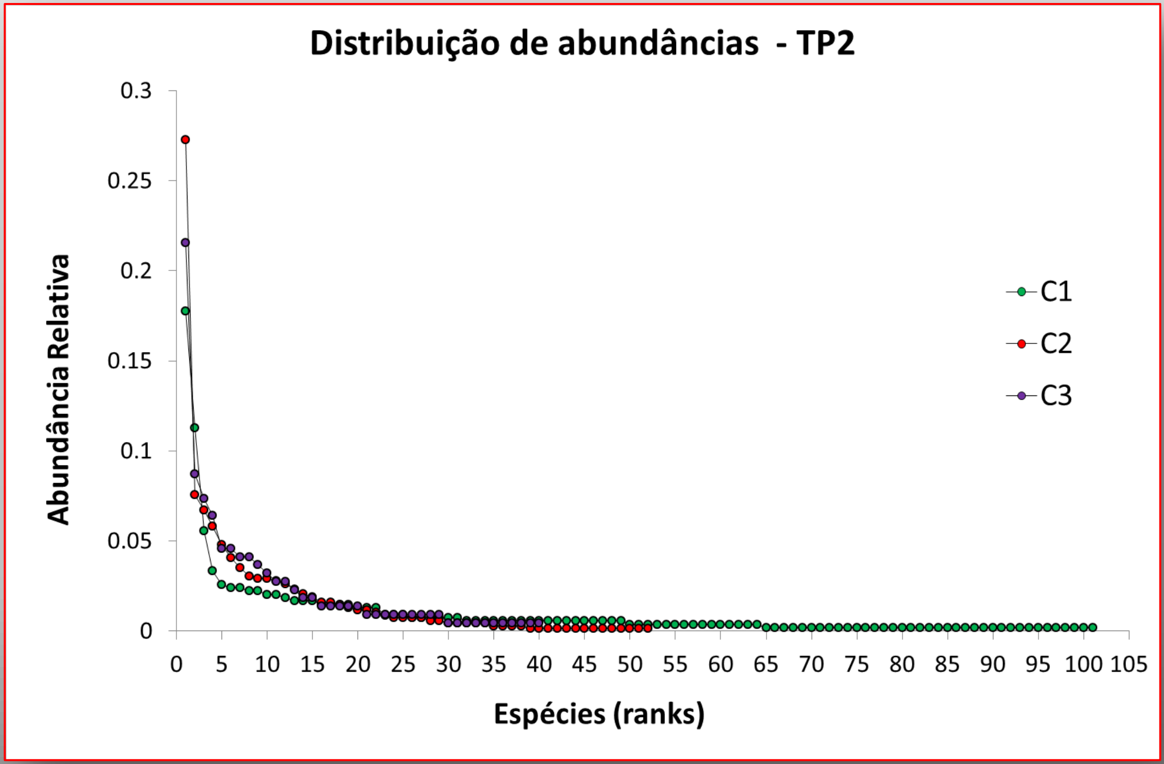


Abordagem via Espectros

Descritores complexos de diversidade

Distribuição de abundâncias das espécies: um exemplo

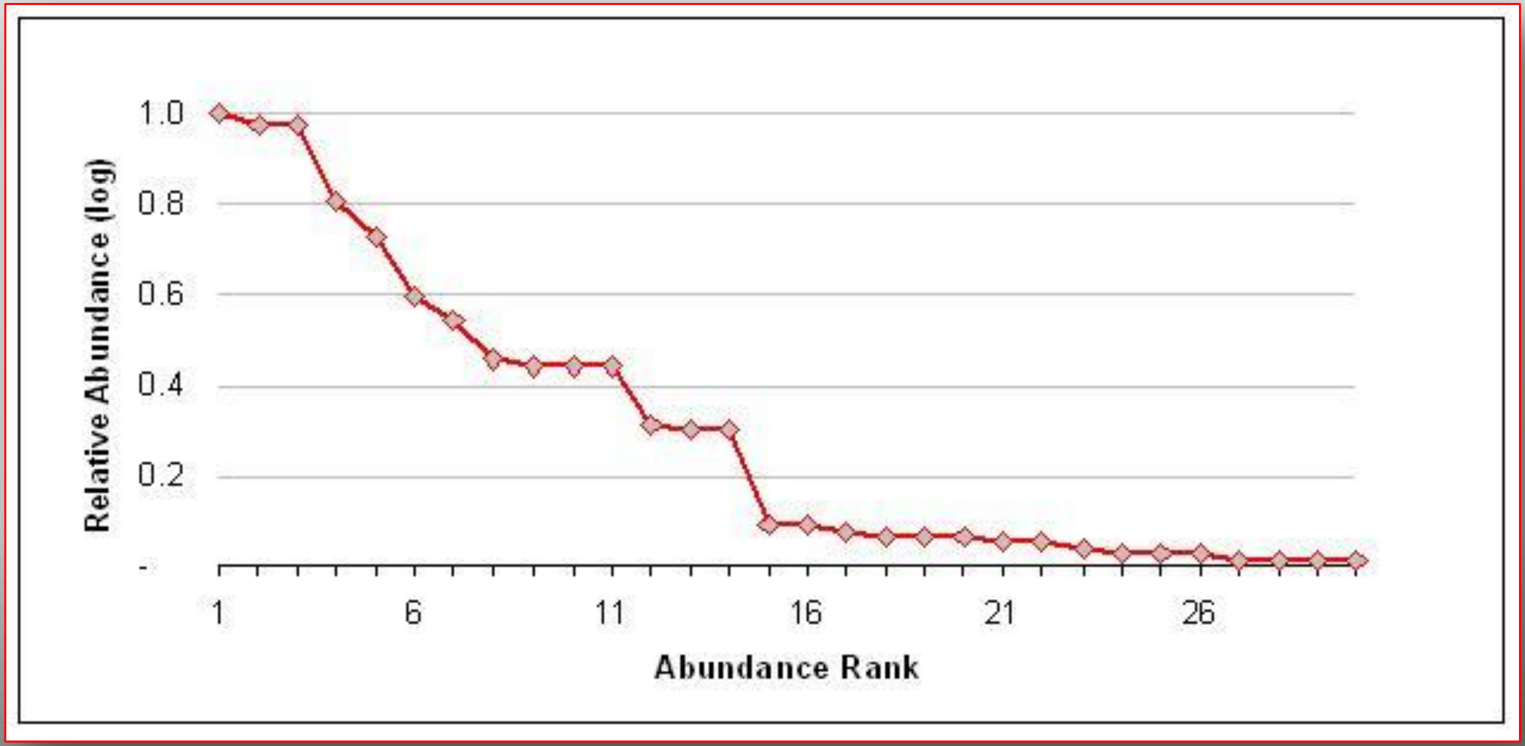
Espécies são ordenadas em sequência, da mais abundante para a mais rara, ao longo da abcissa, com abundâncias absolutas ou relativas.



Descritores complexos de diversidade

1. **curvas rank-abundância:**

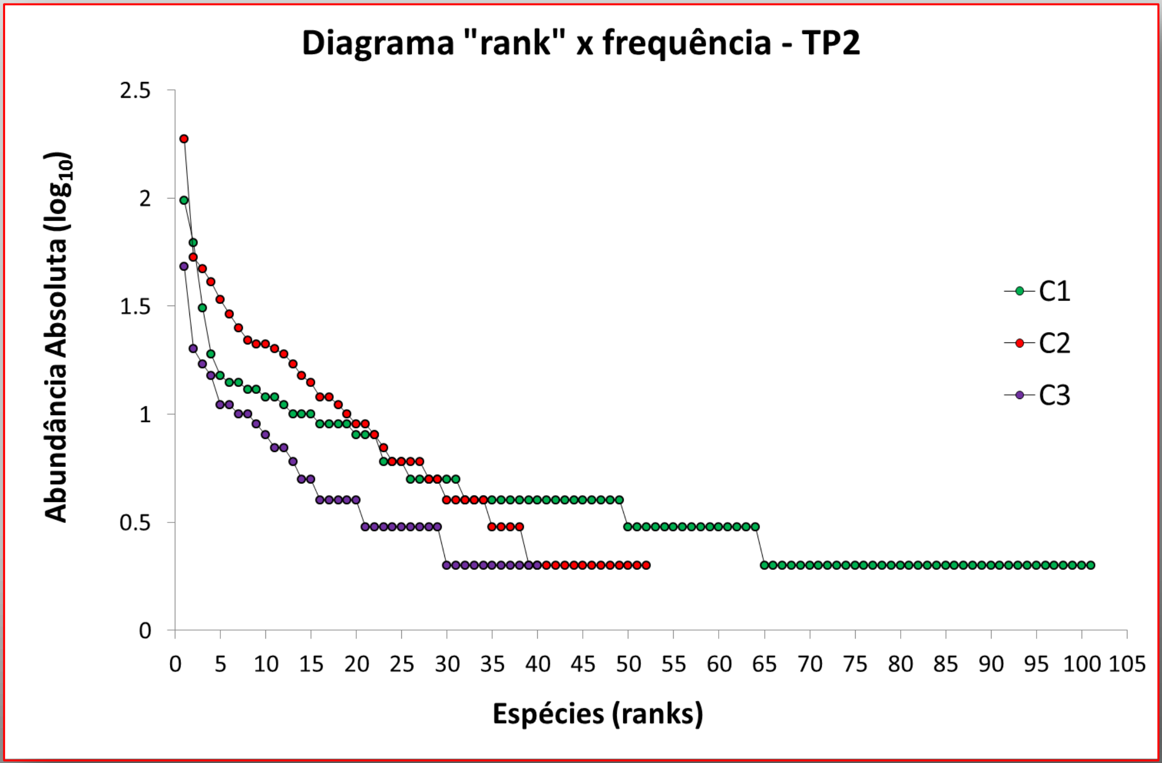
Espécies são ordenadas em sequência, da mais abundante para a mais rara, ao longo da abcissa, com abundâncias absolutas ou relativas log-transformadas na ordenada.



Descritores complexos de diversidade

1. curvas rank-abundância: um exemplo

Espécies são ordenadas em sequência, da mais abundante para a mais rara, ao longo da abcissa, com abundâncias absolutas ou relativas log-transformadas na ordenada.



Descritores complexos de diversidade

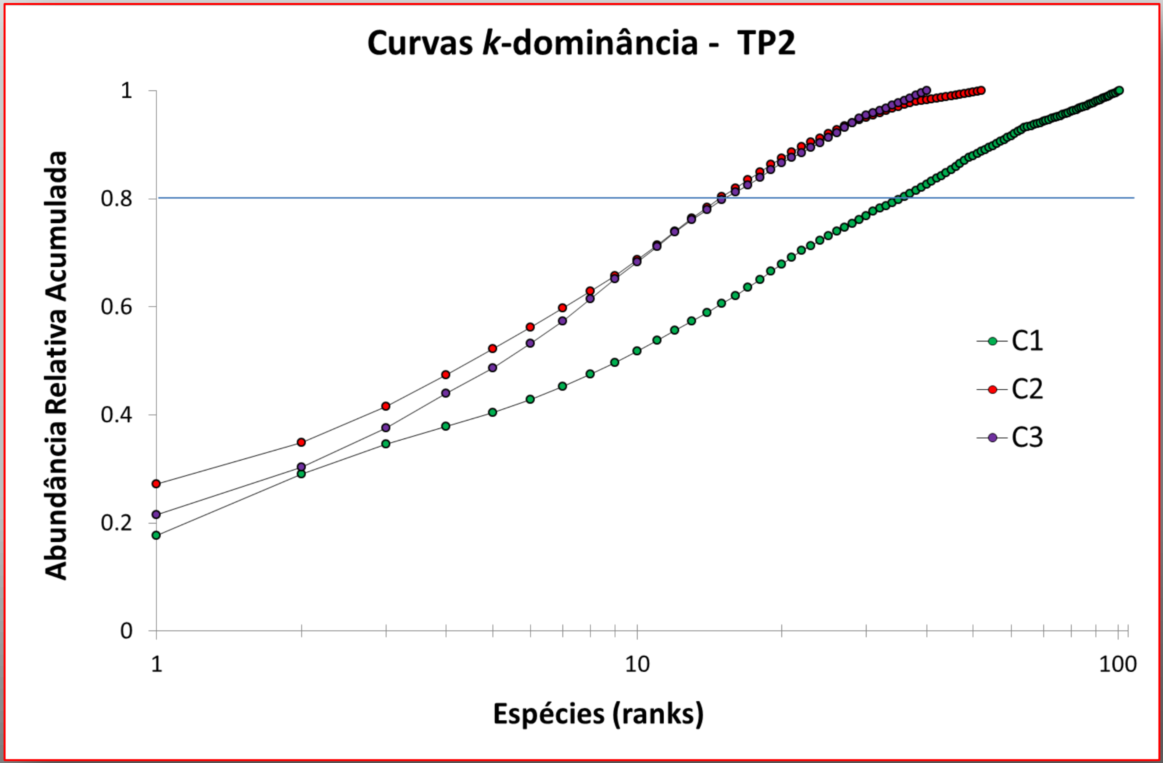
2. curvas de k-dominância (curvas de Whittaker):

Espécies são ordenadas em sequência, da mais abundante para a mais rara, ao longo da abcissa, com abundâncias relativas acumuladas na ordenada. A escala na abcissa pode ou não ser logarítmica.

Descritores complexos de diversidade

2. curvas de k-dominância (curvas de Whittaker): um exemplo

As curvas mais altas têm maior dominância. Não podem ser comparadas facilmente curvas que se intersectam.



Descritores complexos de diversidade

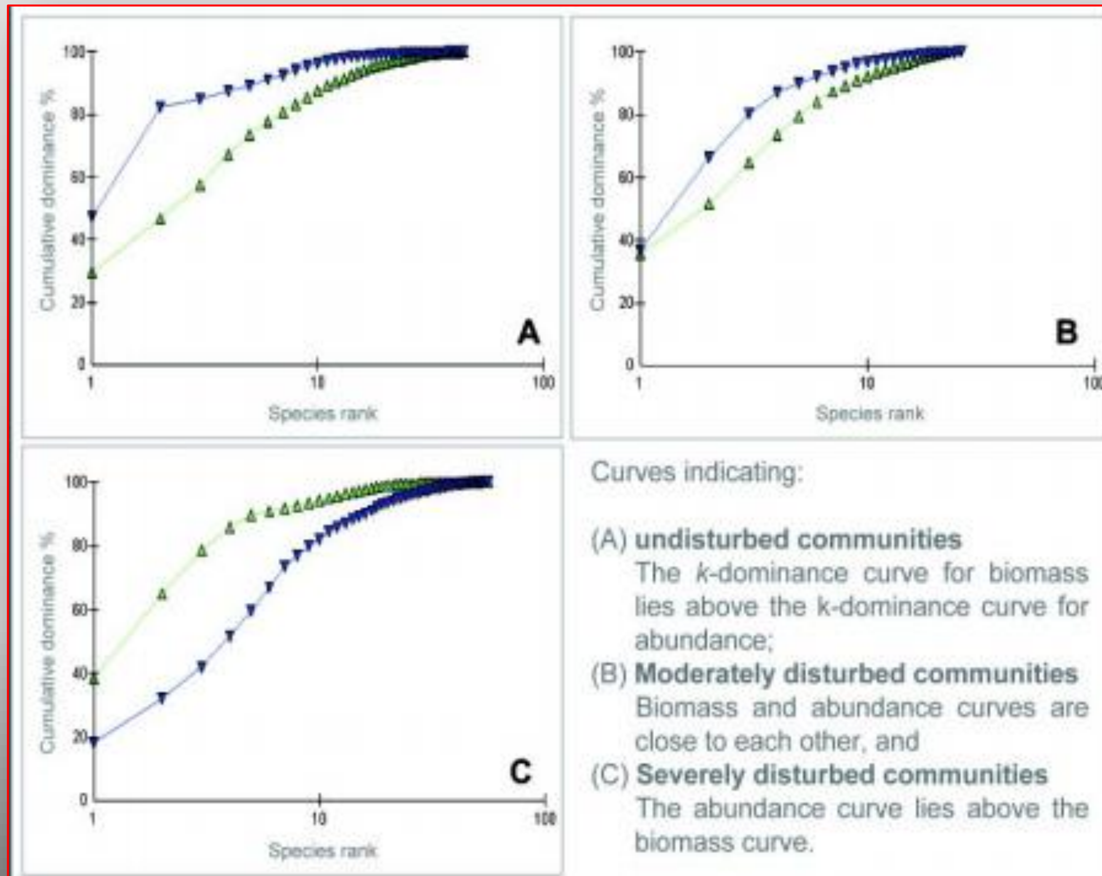
2. curvas de k-dominância: outro exemplo

As curvas mais altas têm maior dominância. Não podem ser comparadas facilmente curvas que se intersectam (dados: nematoda na plataforma continental).

Descritores complexos de diversidade

3. curvas ABC (Abundance-Biomass Curves)

São duas curvas de k-dominância superpostas, porém uma relativa a números e outra a biomassas.



Descritores complexos de diversidade

4. curvas de rarefação:

Plota-se o número acumulado de espécies em função do número acumulado de indivíduos, podendo-se padronizar as duas variáveis como porcentagens do total final. Curva mais diagonal indica maior diversidade.

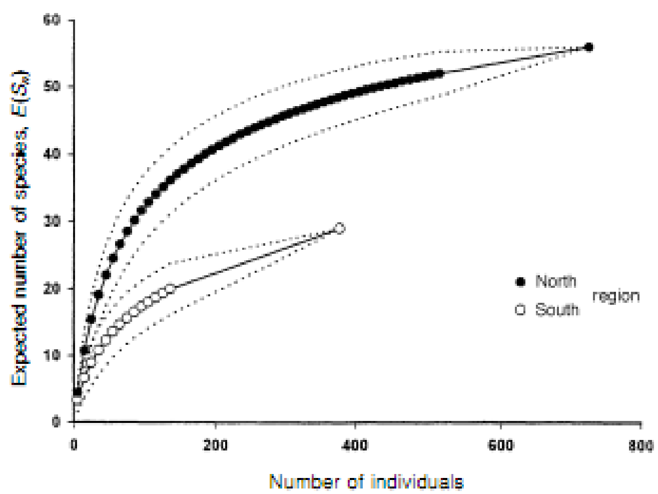


Fig. 3. Comparisons between the north region and the south region of species diversity in polychaete communities using rarefaction measurements. Dashed lines depict the 95% confidence limits ($\pm 1.96\ Var^{1/2}$).

Próxima aula:

Comunidades III:

Fatores que afetam a diversidade