

Biodiversidade brasileira

desafios para o conhecimento, compreensão e conservação

Thomas Lewinsohn
Unicamp

Programa "Ciência às 19 horas"
Instituto de Física de São Carlos – USP
13 de maio de 2008

Dimensões da biodiversidade do mundo e do Brasil
Os grupos melhor conhecidos, os mais trabalhosos, os mais difíceis
Como acelerar o conhecimento?...
Dimensões espaciais da biodiversidade
Medidas mais informativas
Das listas de espécies até a estrutura e o funcionamento de ecossistemas

o que se entende por biodiversidade?



biodiversidade: a definição da Convenção de Diversidade Biológica

Biodiversidade é *toda a variabilidade entre organismos vivos*, incluindo ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce e os *complexos ecológicos* de que fazem parte; isto abrange a diversidade *dentro das espécies*, *entre espécies*, e de *ecossistemas*.

biodiversidade na prática

Proposições são fortemente baseadas em:

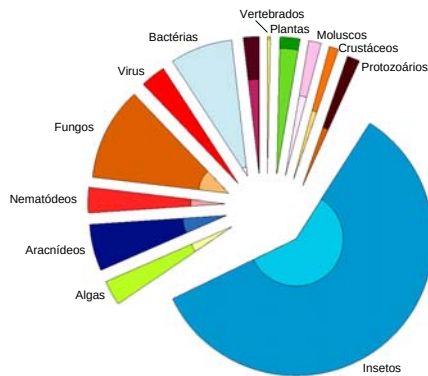
- grupos melhor conhecidos
- distribuição geográfica das espécies *supostamente bem delimitadas*
- riqueza (contagens) de espécies *supostamente os dados são (quase) completos*

diversidade genética e de ecossistemas são menos consideradas

DIMENSÕES DA BIODIVERSIDADE



diversidade desconhecida



Purvis & Hector (2000) Nature 405:214

Biodiversidade brasileira um diagnóstico institucional



Editora Contexto, 2003



MMA, 2006 2 volumes
<http://www.mma.gov.br/> > PROBIO > Publicações

quantas espécies há no mundo?

táxon	espécies	número	estimativa	estimativa
(x 1000)	atuais	provável	mínima	máxima
Vírus	4	400	50	1.000
Bactérias	4	1.000	50	3.000
Fungos	72	1.500	200	2.700
"Protozoários"	40	200	60	200
Algas	40	400	150	1.000
Plantas	270	320	300	500
Nematódeos	25	400	100	1.000
Crustáceos	40	150	75	200
Aracnídeos	75	750	300	1.000
Insetos	950	8.000	2.000	100.000
Moluscos	70	200	100	200
Cordados	45	50	50	55
Outros	115	250	200	800
Total	1.750	13.620	3.635	111.655

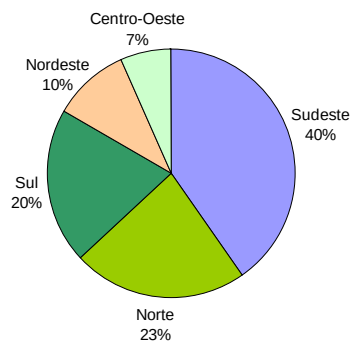
Lewinsohn e Prado, 2006. in Avaliação do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira. MMA, Brasília.

quantas espécies há no Brasil?

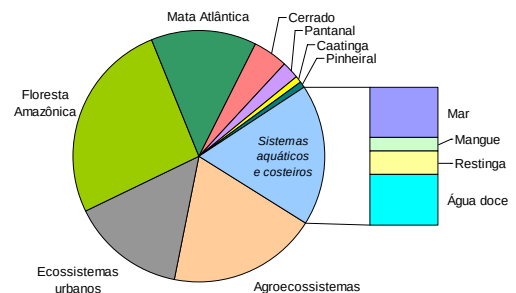
táxon	espécies	espécies totais
(x1000)	conhecidas	estimadas
Vírus	0,4	52,9
"Bactérias"	0,9	132,2
Fungos	13,8	198,3
"Protozoários"	3,6	26,4
Algas	5,0	52,9
Plantas	46,3	51,5
Nematódeos	2,1	52,9
Crustáceos	2,0	19,8
Aracnídeos	6,1	99,2
Insetos	95,0	1.057,8
Moluscos	2,7	26,4
Cordados	7,2	9,0
Outros	5,7	33,1
Total	190,7	1.812,4
	(179 - 226)	(1390 - 2390)

Lewinsohn e Prado, 2006. in Avaliação do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira. MMA, Brasília.

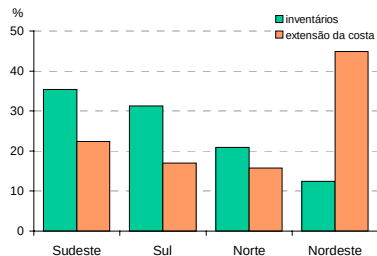
Biodiversidade: diagnóstico brasileiro Inventários faunísticos por região geográfica



Biodiversidade: diagnóstico brasileiro Inventários faunísticos por ecossistema



Biodiversidade: diagnóstico brasileiro repartição de inventários na costa do Brasil



Uma classificação pragmática

- grupos melhor **conhecidos**
- grupos factíveis porém **trabalhosos**
- grupos **difíceis**



biodiversidade na prática

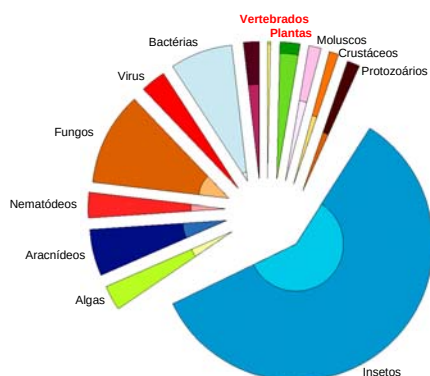
Proposições são fortemente baseadas em:

- **grupos melhor conhecidos**
- distribuição geográfica das espécies *supostamente bem delimitada*
- riqueza (contagens) de espécies *supostamente os dados são (quase) completos*

grupos melhor conhecidos quem são eles?

- aves
- mamíferos
- répteis
- anfíbios
- plantas superiores
- borboletas
- formigas, abelhas

- peixes marinhos
- crustáceos
- moluscos



grupos melhor conhecidos mas longe de serem totalmente conhecidos

São Paulo, sábado, 13 de maio de 2006 **FOLHA** ciência

[Próximo Texto](#) | [Índice](#)

BIODIVERSIDADE

Estudo em seis Estados achou animais que ainda precisam ser batizados e confirma alta diversidade na área

Cerrado ganha 20 novas espécies de réptil

Cristiano Nogueira/Divulgação

O lagarto do gênero Stenocercus, do Parque Nacional Grande Sertão Veredas

biodiversidade na prática

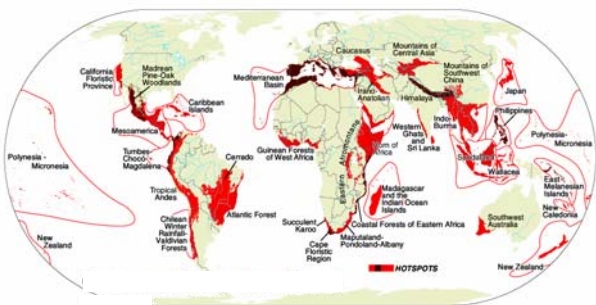
Proposições são fortemente baseadas em:

- grupos melhor conhecidos
- **distribuição geográfica das espécies supostamente bem delimitada**
- riqueza (contagens) de espécies supostamente os dados são (quase) completos

distribuição geográfica da diversidade Hotspots de biodiversidade

- um *hotspot* contém ao menos 1.500 espécies de **plantas**
- deve ter perdido ao menos 70% de seus habitats nativos
- também avaliado por **vertebrados** (mamíferos, aves etc.)

Hotspots atuais



Conservation International 2005

onde ocorre o jatobá “comum”?



Hymenaea courbaril

onde ocorre o jatobá “comum”?



W3Tropicos
Missouri Botanical Garden, USA

onde ocorre o jatobá “comum”?



Hymenaea courbaril
Hymenaea stilbocarpa?
Hymenaea courbaril var. *stilbocarpa*?

SINBIOTA (Biota/Fapesp)

e os jatobás amazônicos?



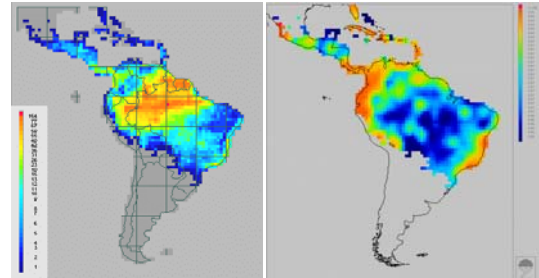
Hymenaea parvifolia



Hymenaea intermedia

distribuição geográfica da diversidade

Modelos: riqueza e raridade de árvores tropicais



diversidade (interpolada)

raridade média das espécies

Dichapetalaceae, Lecythidaceae, Caryocaraceae, Chrysobalanaceae e Panopsis (Proteaceae)
Williams et al., 2000 Worldmap site

biodiversidade na prática

Proposições são fortemente baseadas em:

- grupos melhor conhecidos
- distribuição geográfica das espécies *supostamente bem delimitada*
- **riqueza (contagens) de espécies** *supostamente os dados são (quase) completos*

a Reserva Ducke

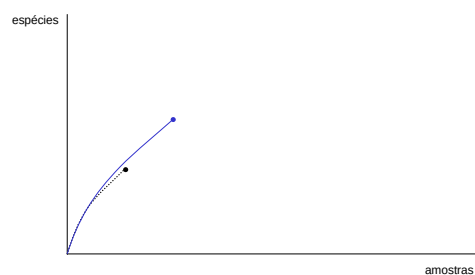
Uma reserva de 10 mil ha
"perto" de Manaus
Pertence ao INPA desde
1963
A área mais coletada na
Amazônia central.



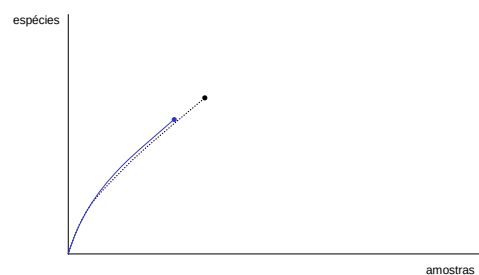
Em 1990, lista preliminar: **825** espécies de plantas
A flora deveria chegar a **1.000** espécies

Em 1999, a Flora é publicada...
com **2.175** espécies (mais de 50 novas)

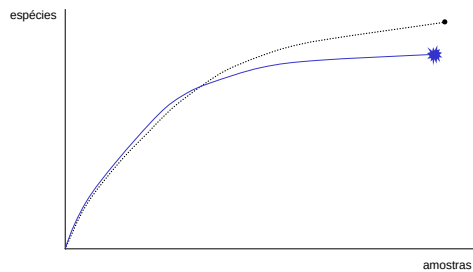
O espelho de Narciso



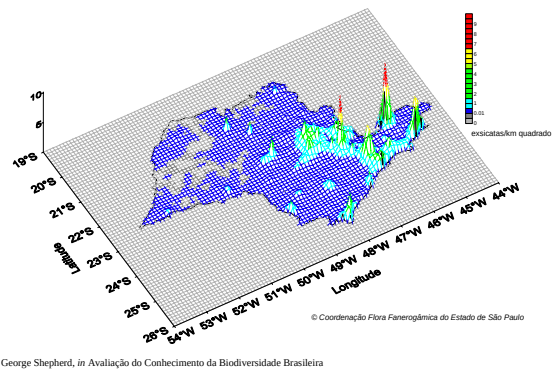
O espelho de Narciso



O espelho de Narciso



grupos melhor conhecidos de onde temos dados: plantas em SP até 1992

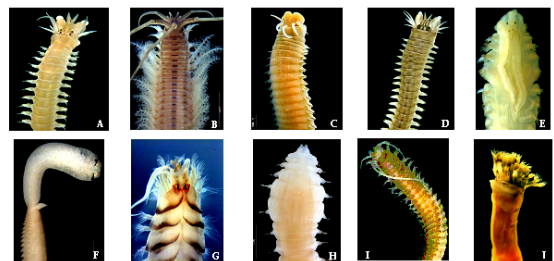


grupos trabalhosos Descobrir e descrever novas espécies



Lou Stig – novas espécies de orquídeas no Rio Pastizal, Equador

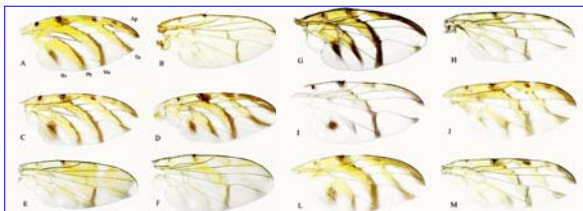
Espécies novas, novos registros Invertebrados do litoral raso – norte de SP



70 novas espécies de poliquetos

A.C. Z. Amaral et. al. 2005. Bentos Marinho – Relatório Final. Biota-FAPESP

Descrever espécies por mais 800 anos...



... ou 2.000

Prado, Norbom e Lewinsohn (2004). New species of *Tomoplagia*... *Neotropical Entomology*.

COMO ACELERAR O CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE?

Novos métodos



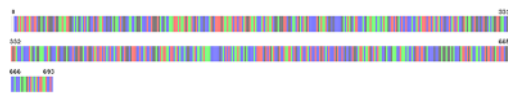
Encarando os grupos difíceis



Novas fronteiras



Código de barras de DNA uma solução radical para os grupos trabalhosos?



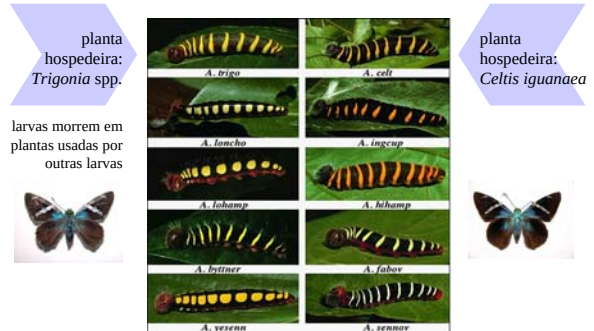
- Uma região do **gene mitocondrial** da enzima Citocromo-Oxidase I (**CO1**)
- 600 nucleotídeos
- presente em todos organismos

Um teste:
o problema de *Astraptes fulgerator*



Hebert et al. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proc R Soc Lond B* 270: 313-321.

Código de barras de DNA O problema de *Astraptes fulgerator*



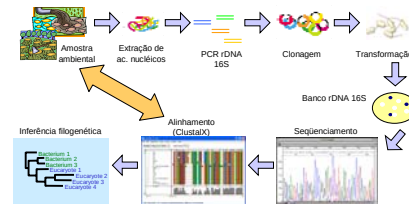
Hebert et al. (2004). Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proc Natl Acad Sci USA* 101: 14812-14817.

grupos difíceis diversidade microbiana

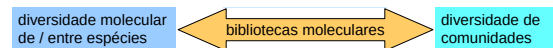
- Métodos baseados em cultivo são inadequados para estudar a composição de comunidades microbianas
- Muitos grupos de bactérias identificados pela primeira vez com métodos independentes de cultivo
- Mais de 90% dos microrganismos presentes na natureza eram desconhecidos
- Componentes predominantes de muitas comunidades ainda não são cultivados

Fabiana Fantinatti Garboggini (Divisão de Recursos Microbianos, CPQBA/UNICAMP)

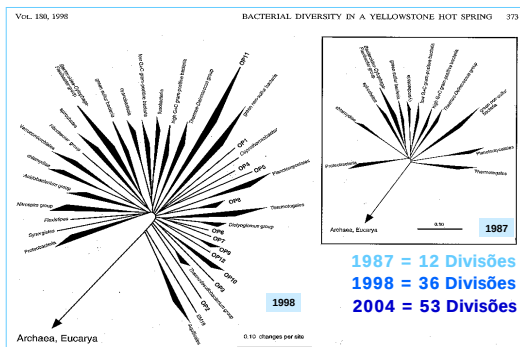
Diversidade microbiana métodos independentes de cultivo



Um curto-circuito na sequência convencional de estudo:



Diversidade microbiana novas radiações no domínio Bacteria



Fronteiras regiões profundas dos oceanos

São Paulo, sábado, 06 de maio de 2006 **FOLHA** ciência

[Texto Anterior](#) [Próximo Texto](#) [Índice](#)

PANORÂMICA

BIODIVERSIDADE **centenas de novas espécies marinhas,**

Expedição acha nova fauna marinha microscópica
Pesquisadores do Instituto Oceanográfico Woods Hole, nos Estados Unidos, concluíram uma viagem de três semanas pelo oceano Atlântico anunciando a descoberta de que podem ser centenas de novas espécies marinhas, muitas delas membros do zooplâncton (membros da fauna microscópica das águas), como minúsculos camarões e outros invertebrados. Segundo a rede britânica BBC, as amostras vieram de profundidades que vão de 1.000 m a 5.000 m. A expedição faz parte do Censo da Vida Marinha, que tenta mapear a ainda misteriosa biodiversidade dos oceanos.

profundidades que vão de 1.000 m a 5.000 m

Fronteiras o dossel das florestas

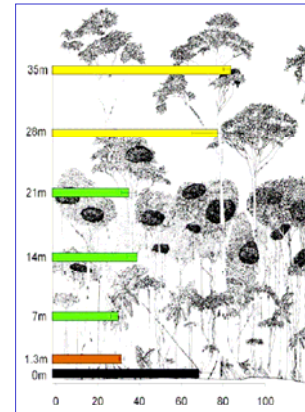


Projeto IBISCA, Panamá

Fronteiras o dossel das florestas

Número médio de insetos capturados por cada armadilha adesiva, em diferentes alturas da floresta

o solo



Projeto IBISCA, Panamá

Fronteiras interiores Fungos endofíticos - um mundo virado ao avesso

- Fungos endofíticos vivem internamente em plantas superiores sem causar doenças
- são encontrados desde as briófitas até angiospermas
- efeitos são pouco conhecidos
- em gramíneas temperadas, plantas com fungos são mais vigorosas, resistentes a seca, e tóxicas para gado
- folhas de **cacaueiro** infectadas por fungos endofíticos têm menores taxas de necrose e mortalidade por patógenos
- quantas espécies??



Neovossia coenophialum em *Festuca arundinacea*, (invasora exótica nos USA)

Clay & Holah (1999) Science 285: 1742-1744.
Arnold et al. (2003) Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. PNAS 100: 15649-54

DIMENSÕES ESPACIAIS DA BIODIVERSIDADE



Diversidade local (*alfa*) no limite uma xícara de solo

Table 1. Prokaryotic abundance as determined by fluorescence microscopy and total genomic diversity in prokaryotic communities calculated from the reassociation rate of DNA isolated from the community (9). Community genome complexity is described as numbers of base pairs (bp). Genome equivalents are given relative to the *Escherichia coli* genome (4.1×10^6 bp).

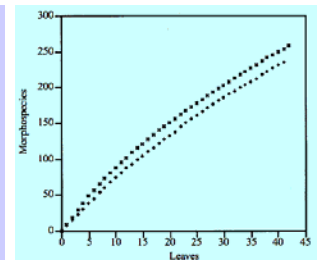
DNA source	Abundance (cells cm ⁻³)	Community genome complexity (bp)	Genome equivalents	Ref.
Forest soil	4.8×10^9	2.5×10^{10}	6000	(8)
Forest soil, cultivated	1.4×10^7	1.4×10^8	35	(8)
prokaryotes				
Pasture soil	1.8×10^{10}	$(1.5 \times 10^{10}) - (3.5 \times 10^{10})$	3500-8800	(22)
Arable soil	2.1×10^{10}	$(5.7 \times 10^9) - (1.4 \times 10^9)$	140-350	(22)
Pristine marine sediment	3.1×10^9	4.8×10^{10}	11,400	(8)
Marine fish-farm sediment	7.7×10^9	2.0×10^8	50	(8)
Salt-crystallizing pond, 22% salinity	6.0×10^7	2.9×10^7	7	(9)

Cerca de **11.000** diferentes genomas em uma amostra de 100 ml de sedimento marinho

Torsvik et al. (2002). Prokaryotic Diversity—Magnitude, Dynamics, and Controlling Factors. Science 296: 1064-1066.

Fungos endofíticos diversidade em folhas de árvores tropicais

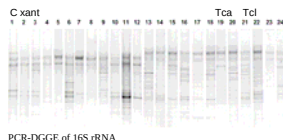
- Folhas de **2 espécies** de árvores tropicais examinadas para fungos endofíticos
- Em **83 folhas**, **todas** tinham endófitos
- 418 morfoespécies e 347 táxons genéticos** presumidos
- Somente **140** das 418 morfoespécies encontradas em mais de uma folha
- Destas, **62%** ocorreram em uma só das espécies de árvore



Arnold et al. (2000). Are tropical fungal endophytes hyperdiverse? Ecology Letters 3(4): 267-274
Arnold et al. (2001) Fungal endophytes in dicotyledonous neotropical trees: patterns of abundance and diversity. Mycol. Res. 105: 1502-1507

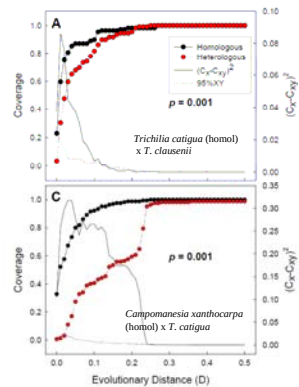
Bactérias da filosfera na Mata Atlântica biotas da superfície foliar

- Estudo inicial em nove espécies de árvores
- Extrapolação para **20.000 espécies** da Mata Atlântica:
- **2 - 13 milhões** de novas espécies de bactérias??



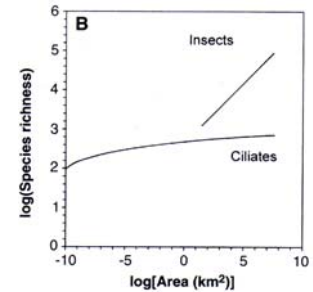
PCR-DGGE of 16S rRNA

Lambais et al. 2006 Science



A biogeografia dos microrganismos de vida livre pode ser diferente

diversidade *beta* de protozoários pode ser muito menor ...
...embora sua diversidade “micro”-*alfa* seja maior que a de organismos maiores.



Finlay 2002 Global dispersal of free-living microbial eukaryote species. Science 296, 1061–1063. (Figure 2b)

MEDIDAS MAIS INFORMATIVAS E MENOS CONVENCIONAIS

- vivendo com dados incompletos
- classificações **não-taxonomicas** – p.ex.: **tipos funcionais**
- informação **filogenética** ou taxonômica

Análises de diversidade sem nomes

Podemos fazer análises de biodiversidade **sem identificar** [todas] as espécies

Para isto, é necessária a **comparação direta** de indivíduos coletados, **dentro** e **entre** amostras

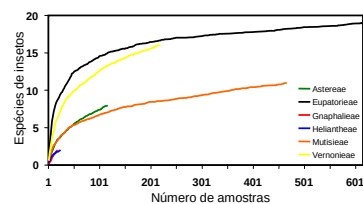


Análises com amostras incompletas

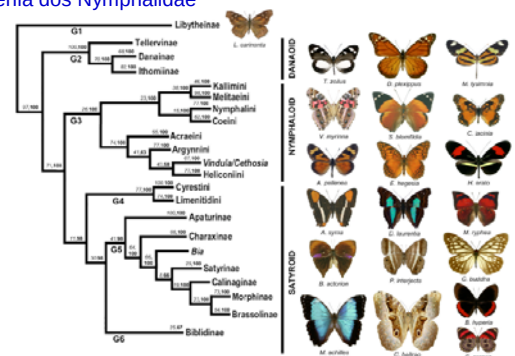
Podemos fazer análises de biodiversidade **sem ter amostrado todas as espécies**

Para isto, precisamos:

- ter **séries de amostras** distintas e, se possível, padronizadas
- usar métodos estatísticos apropriados



Singularidade taxonômica / filogenética filogenia dos Nymphalidae



Freitas & Brown (2004) Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). Syst. Biol. 53(3):363–383.

Diversidade e funções de ecossistemas duas visões opostas



Diversidade e funções de ecossistemas Experimento de Cedar Creek



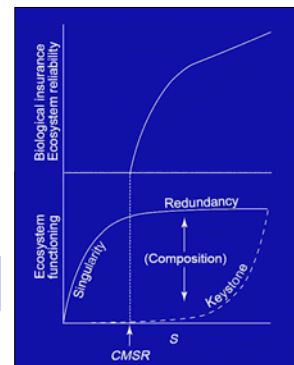
Experimento de Cedar Creek sete níveis de diversidade combinação aleatória de espécies

Variáveis medidas	Resultados com maior diversidade...
produtividade	maior produtividade
captura de nutrientes	menos N disponível no solo
lixiviação de nutrientes	menor lixiviação

Tilman et al. 1996 Nature 379:718-720

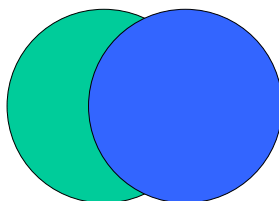
Redundância de espécies? Seguro biológico e confiabilidade de ecossistemas

CMSR: critical minimum
species richness



Naeem et al. 1998. TREE 13:134-135

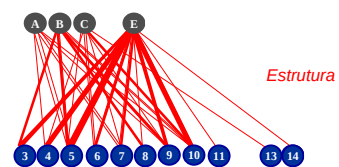
Biocomplexidade: organização



$$\text{Diversidade} + \text{Estrutura} = \text{Biocomplexidade}$$

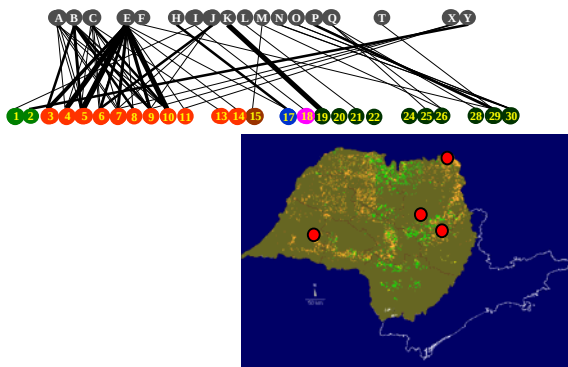
Anand & Tucker 2003. Defining biocomplexity: an ecological perspective

Biocomplexidade: além da listagem

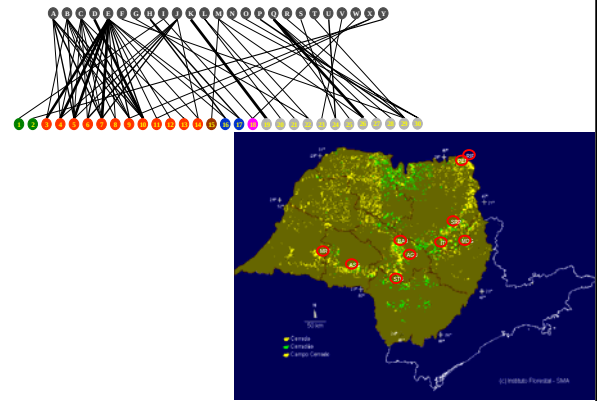


Diversidade de espécies

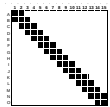
Teias locais em cerrados de SP



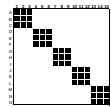
Cerrados de SP: a teia regional



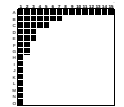
gradiente



compartimentos

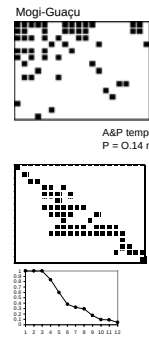
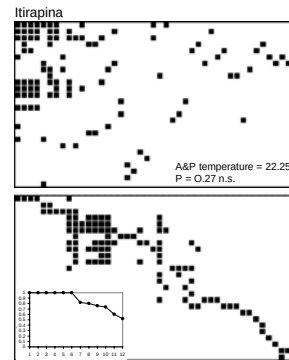


encaixamento



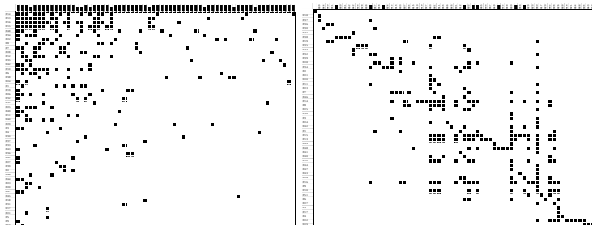
Lewinsohn et al. (2006) *Oikos*

Cerrados de SP – duas matrizes locais



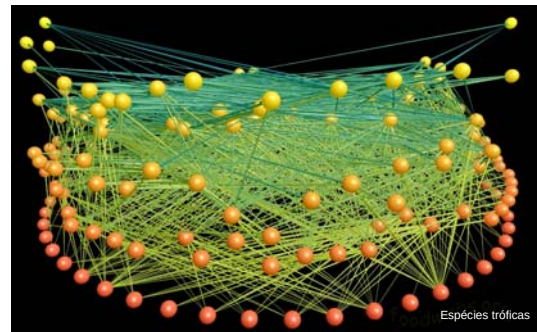
Lewinsohn et al. (2006) *Oecologia Brasiliensis*, 10 (1): 90-104

Cerrados de SP – a matriz regional



A&P temperature = 8.52°
P = 7.8×10^{-19} *****

CONCLUSÕES



Waide & Reagan (orgs) 1996. *The Food Web of a Tropical Forest*. Univ. Chicago Press.

Perguntas importantes

Quanto – e como – a biodiversidade afeta processos de ecossistemas?
Quantas e quais espécies podem ser perdidas sem afetar sensivelmente o funcionamento de um ecossistema?
Quanto, e o que, se perde efetivamente com a conversão de habitat para outros usos?
Como a biodiversidade – e os processos que dela dependem – estão sendo afetados por mudanças globais?
Como recuperar a biodiversidade e os processos ecológicos de áreas degradadas?
Que riscos acompanham a entrada de espécies invasoras? E o escape de OGMs ou de seus genes?

Para um avanço mais efetivo

Não daremos conta de responder perguntas prementes sem fazer escolhas, definir prioridades, e assegurar recursos humanos e materiais realistas
Há um potencial enorme dos dados existentes – se eles forem bem capturados e organizados
Mamíferos, aves e árvores são ótimos – mas os outros 99% merecem atenção pelo menos igual
Precisamos melhorar muito a cobertura geográfica e a consistência dos dados sobre biodiversidade

Para um avanço mais efetivo

Devemos investir no entendimento da

composição (contagens e listas)

até

estrutura

até

função

A pesquisa da biodiversidade é muito mais do que a elaboração de um grande catálogo