



UFABC

# **Diversidade**

# **Aula prática**

Ana Silvia Andreu da Fonseca  
Christian Ricardo Ribeiro  
Vitor Vieira Vasconcelos

Universidade Federal do ABC  
São Bernardo do campo-SP  
Fevereiro de 2024

# Conteúdo

- Objetivos

- Explorar as ferramentas para análise de diversidade de sistemas
- Entender as possibilidades de extensão das análises de biodiversidade para a agrobiodiversidade

# Dados de aula

- Área:
  - Municípios da Região Metropolitana de São Paulo
- Dados:
  - Quantidade de produção (quilos) em horticultura, lavouras permanentes e temporárias, dividido pela área de cada município (agrodiversidade\_quilos\_km2.csv)
- Fonte: Censo Agropecuário de 2017

# <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>



PRODUCTS ▾

SOLUTIONS ▾

LEARN & SUPPORT ▾

EXPLORE MORE ▾

PRICING

## 1: Install R

RStudio requires R 3.3.0+. Choose a version of R that matches your computer's operating system.

[DOWNLOAD AND INSTALL R](#)

## 2: Install RStudio

[DOWNLOAD RSTUDIO DESKTOP FOR WINDOWS](#)

Size: 215.66 MB | [SHA-256: D3C03C42](#) | Version: 2023.12.1+402 | Released: 2024-01-29

# <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

## R-4.3.2 for Windows

[Download R-4.3.2 for Windows](#) (79 megabytes, 64 bit)

[README on the Windows binary distribution](#)

[New features in this version](#)

- Copiar os arquivos de aula para uma pasta
- Planilha com os dados
  - `agrodiversidade_quilos_km2.csv`
- Script para chamar a interface gráfica BiodiversityR, dentro do RStudio
  - `biodiversityR.R`



- Create project -> Existing directory

New Project Wizard

## Create Project



### New Directory

Start a project in a brand new working directory



### Existing Directory

Associate a project with an existing working directory

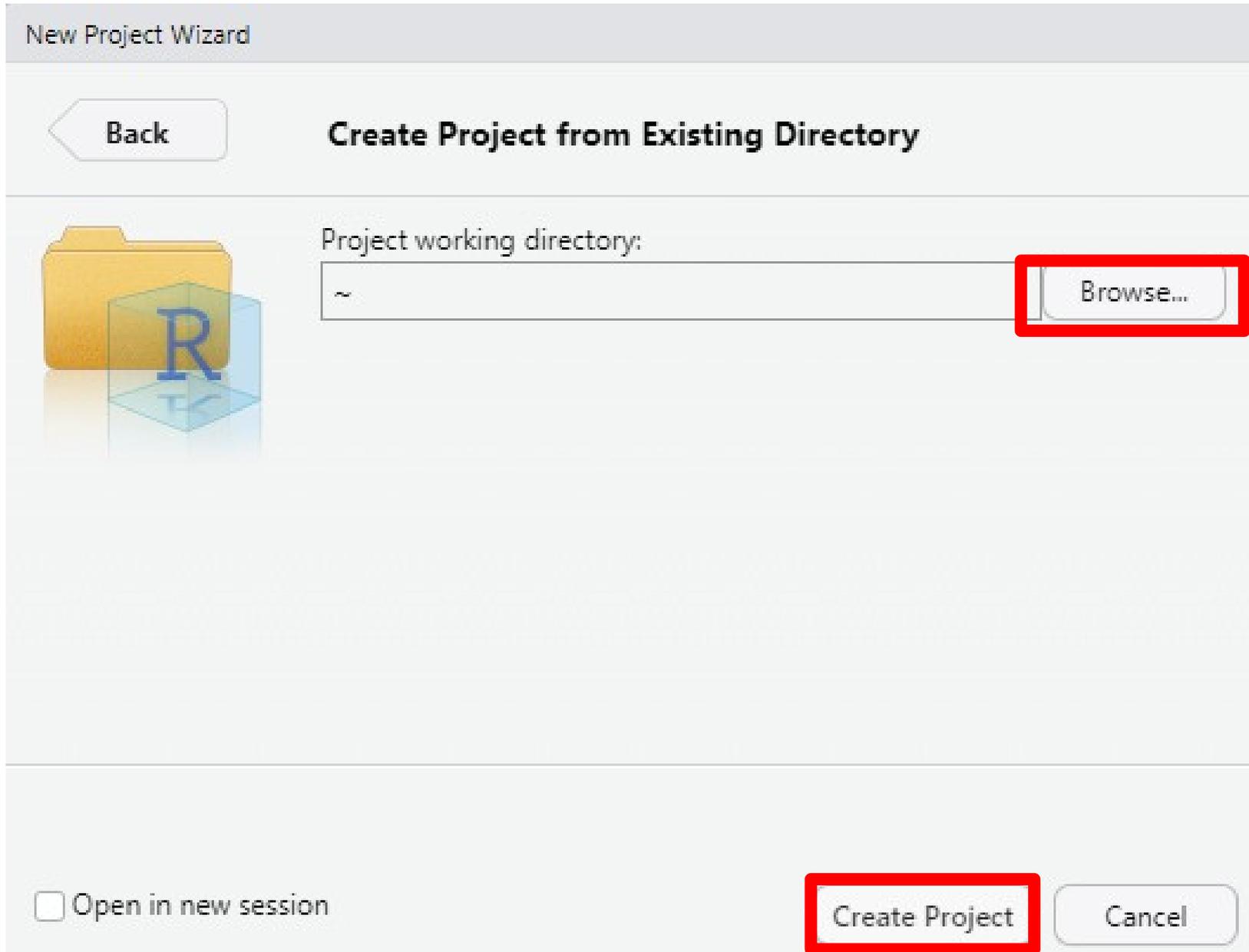


### Version Control

Checkout a project from a version control repository



- Escolha a pasta onde colocou os arquivos de aula
- Create project



# Interface do RStudio

The image shows the RStudio interface with three main components highlighted by red text:

- Scripts:** The script editor on the left contains R code for installing packages, loading libraries, and reading a CSV file.
- Objetos:** The Environment pane on the right shows an empty environment.
- Resultados:** The Console pane at the bottom shows the output of the R script, including the current working directory.
- Arquivos:** The Files pane on the right shows a list of files in the current directory.

```
1 # Instalação dos pacotes necessários
2 install.packages(pkgs=c("BiodiversityR", #complemento do R commander para interface gra
3 "vegan", #principal pacote do R para análises de biodiv
4 "Rcmdr", #R commander - interface gráfica para o R
5 #Os pacotes abaixo se referem aos algoritmos de estatística e d
6 "MASS", "mgcv", "cluster", "RODBC", "rpart", "effects", "multcom
7 "bootstrap", "PresenceAbsence", "maxlike", "gbm", "randomForest"
8
9
10 #Carrega o R commander e o complemento BiodiversityR na memória
11 library(BiodiversityR)
12 library(Rcmdr)
13
14 #abre os dados a serem usados na aula
15 agrodiversidade_quilos_km2 <- read.csv2("agrodiversidade_quilos_km2.csv", row.names=1)
16
17 # abre a interface visual
18 BiodiversityRGUI()
19
20 #Caso a interface visual não abra, retire habilite o comando abaixo
21 # Commander()
22
23
24 1:1 (Top Level) ↓ R Script ↓
```

Environment is empty

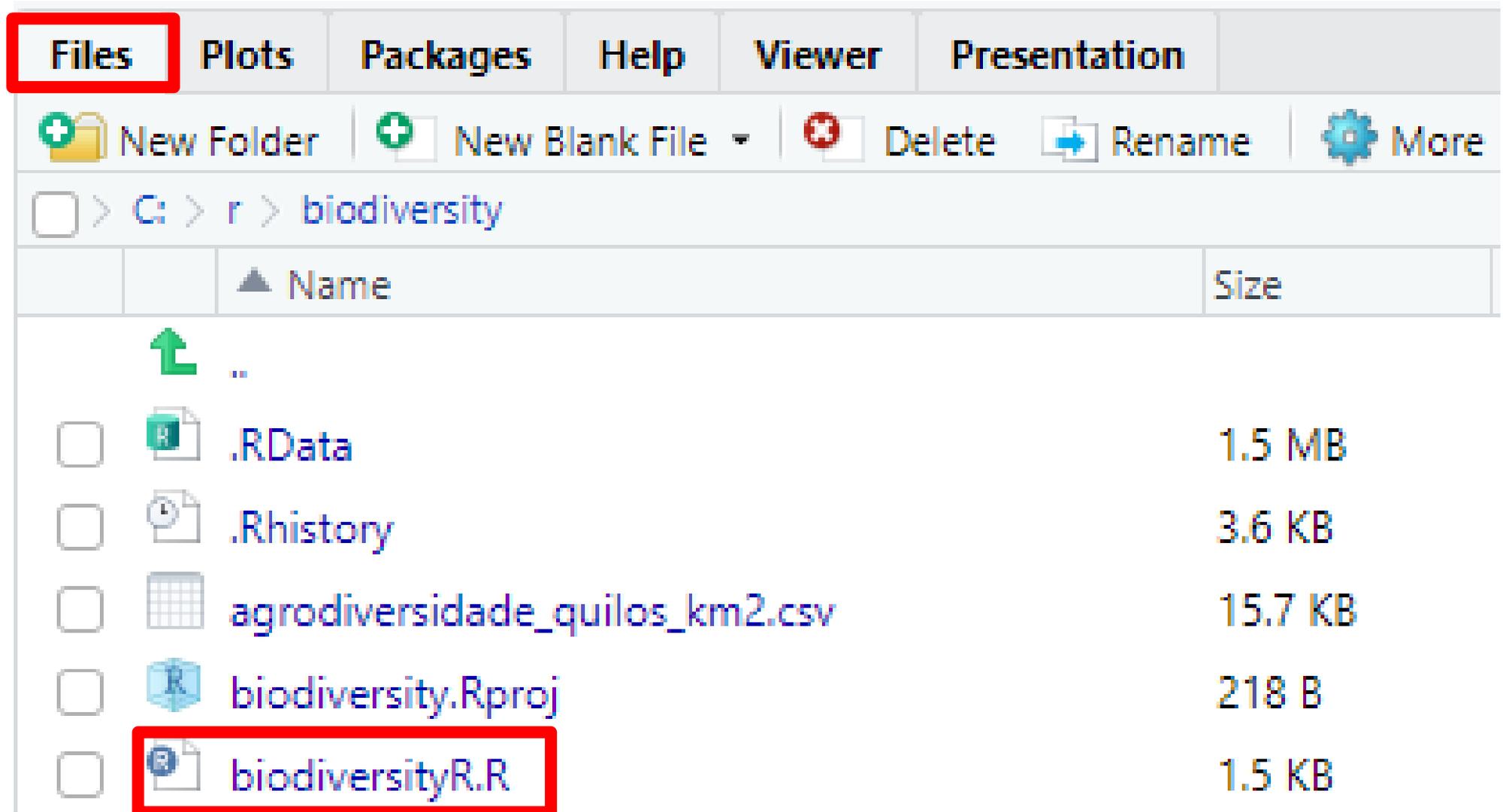
Files

Name	Size	Modified
..		
.RData	1.5 MB	Feb 9, 2024, 12:52 AM
.Rhistory	3.6 KB	Feb 9, 2024, 12:52 AM
agrodiversidade.csv	15.7 KB	Feb 9, 2024, 12:26 AM
biodiversity.Rproj	218 B	Feb 9, 2024, 12:32 PM
biodiversity.RR	1.5 KB	Feb 9, 2024, 12:33 PM
lavoura_permanente_temporaria_area.csv	1.9 KB	Jan 11, 2024, 2:24 PM

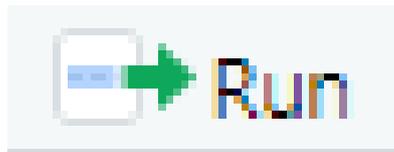
R 4.3.2 · C:/r/biodiversity/

```
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
[workspace loaded from C:/r/biodiversity/
> setwd("C:/r/biodiversity")
>
```

- Na janela inferior direita, escolha a aba “Files”
- Clique no script “BiodiversityR.r



# • Clique no botão “Run”



```
biodiversityR.R x
Source on Save
Run
Source

1 # Instalacao dos pacotes necessarios
2 install.packages(pkgs=c("BiodiversityR", #complemento do R commander para interface grafica de
3                               #analises de biodiversidade
4                               "vegan",      #principal pacote do R para analises de biodiversidade,
5                               #rodando no fundo da interface grafica do BiodiversityR
6                               "Rcmdr",      #R commander - interface grafica para o R
7                               #Os pacotes abaixo se referem aos algoritmos de estatistica e de
8                               #visualizacao de graficos que sao utilizados pelo R commander e pelo
9                               #complemento BiodiversityR
10                              "MASS", "mgcv", "cluster", "RODBC", "rpart", "effects", "multcomp", "ellipse",
11                              "maptree", "sp", "splancs", "spatial", "akima", "nnet", "dismo", "raster",
12                              "rgdal", "bootstrap", "PresenceAbsence", "maxlike", "gbm", "randomForest",
13                              "gam", "earth", "mda", "kernlab", "e1071", "glmnet", "sem", "rgl",
14                              "relimp", "lmtest", "leaps", "Hmisc", "colorspace", "aplpack", "abind",
15                              "XLConnect", "car", "markdown", "knitr", "geosphere", "maptools", "rgeos",
16                              "ENMeval", "red"),
17                              dependencies=c("Depends", "Imports"))
18
19
20 #Carrega o R commander e o complemento BiodiversityR na memoria
21 library(BiodiversityR)
22 library(Rcmdr)
23
24 #abre os dados a serem usados na aula
25 agrodiversidade_quilos_km2 <- read.csv2("agrodiversidade_quilos_km2.csv", row.names=1)
26
27 # abre a interface visual
28 BiodiversityRGUI()
29
30 #Caso a interface visual nao abra, ou falte o menu do BiodiversityR, ou tenha outro problema,
31 #feche a janela aberta do R Commander, selecione a linha abaixo e clique no botao "Run"
32 Commander()
```

# Instala os pacotes necessários para a interface gráfica Biodiversity R

```
# Instalacao dos pacotes necessarios
install.packages(pkgs=c("BiodiversityR", #complemento do R commander para interface grafica de
#analises de biodiversidade
"vegan", #principal pacote do R para analises de biodiversidade,
#rodando no fundo da interface grafica do BiodiversityR
"Rcmdr", #R commander - interface grafica para o R
#Os pacotes abaixo se referem aos algoritmos de estatistica e de
#visualizacao de graficos que sao utilizados pelo R commander e pelo
#complemento BiodiversityR
"MASS", "mgcv", "cluster", "RODBC", "rpart", "effects", "multcomp", "ellipse"
"maptree", "sp", "splancs", "spatial", "akima", "nnet", "dismo", "raster",
"rgdal", "bootstrap", "PresenceAbsence", "maxlike", "gbm", "randomForest",
"gam", "earth", "mda", "kernlab", "e1071", "glmnet", "sem", "rgl",
"relimp", "lmtree", "leaps", "Hmisc", "colorspace", "aplpack", "abind",
"XLConnect", "car", "markdown", "knitr", "geosphere", "maptools", "rgeos",
"ENMeval", "red"),
dependencies=c("Depends", "Imports"))
```

**Rcmdr (R Commander):** Interface gráfica para R

**BiodiversityR:** Complemento do R Commander para interface gráfica de análises de biodiversidade

**Vegan:** principal pacote do R para análises de Biodiversidade

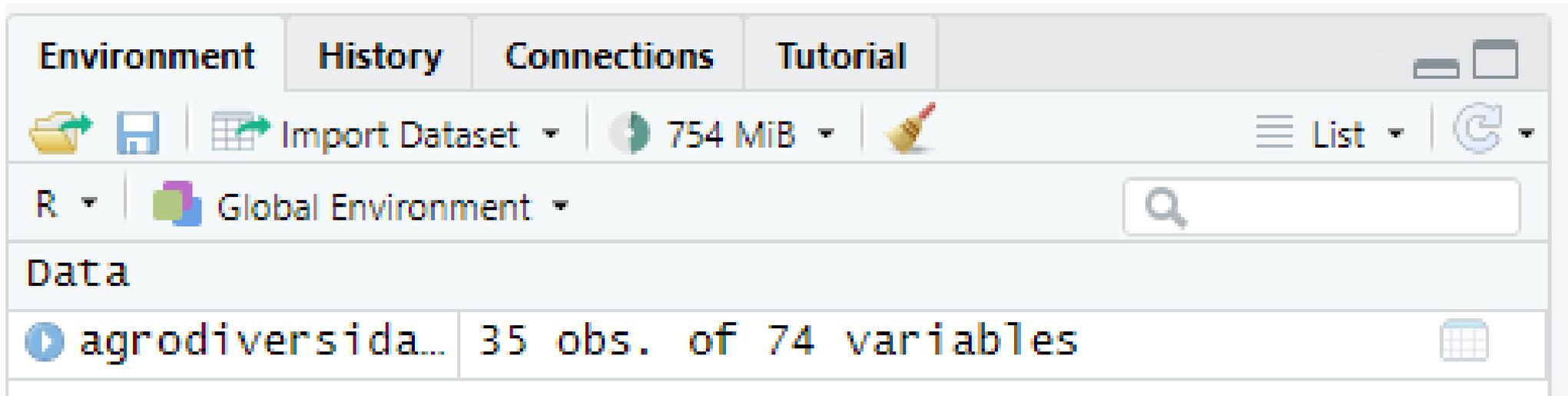
- Carrega o R Commander e o complemento Biodiversity R na memória, para execução

```
library(BiodiversityR)  
library(Rcmdr)
```

- Abre os dados a serem usados na aula

```
agrodiversidade_quilos_km2 <- read.csv2("agrodiversidade_quilos_km2.csv", row.names=1)
```

**Primeira  
coluna é o  
nome dos  
municípios**



The screenshot shows the RStudio interface. At the top, there are tabs for 'Environment', 'History', 'Connections', and 'Tutorial'. Below these is a toolbar with icons for file operations and a 'List' button. The 'Environment' pane shows 'R' and 'Global Environment'. The 'Data' pane displays a dataset named 'agrodiversida...' with '35 obs. of 74 variables'.

Environment	History	Connections	Tutorial
R	Global Environment	754 MiB	
Data			
▶ agrodiversida...	35 obs. of 74 variables		

- Abre a interface visual

`BiodiversityRGUI()`

- Se houver algum problema, como não abrir o menu BiodiversityR, feche a janela do R Commander, selecione a linha da função `Commander()` e clique novamente no botão “Run” para recarregar do R Commander



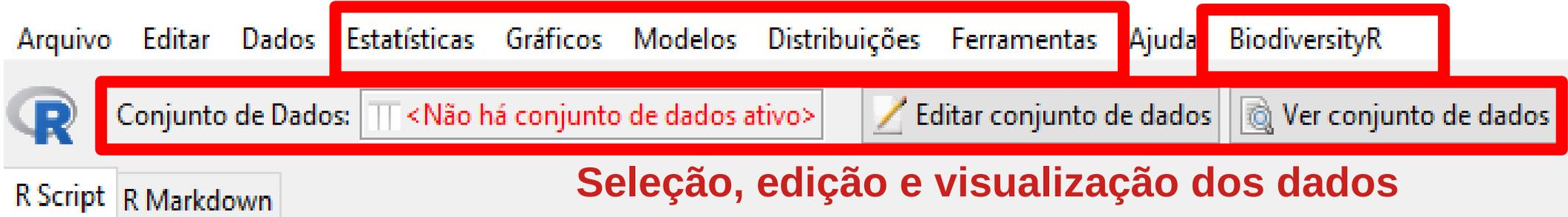
```
biodiversityR.R* *
← → | 📄 | 💾 |  Source on Save | 🔍 | ✨ | 📄
30 #Case a interface visual não abra, retire o # para habilitar o comando abaixo
31 Commander()
32
```

# R Commander e BiodiversityR

 R Commander

**Estatísticas básicas**

**Biodiversidade**



Arquivo Editar Dados **Estatísticas** Gráficos Modelos Distribuições Ferramentas Ajuda **BiodiversityR**

Conjunto de Dados:   Editar conjunto de dados  Ver conjunto de dados

R Script R Markdown

**Seleção, edição e visualização dos dados**

**Scripts para repetir as análises**

- Selecione a planilha “agrodiversidade\_quilos\_km2 e depois a visualize

R Commander

Arquivo Editar Dados Estatísticas Gráficos Modelos Distribuições Ferramentas Ajuda BiodiversityR

Conjunto de Dados <Não há conjunto de dados ativo> Editar conjunto de dados Ver conjunto de dados

R Script R Markdown

Select Data Set

Data Sets (pick one)

agrodiversidade quilos km2

BradypusAbsence

BradypusPresence

dune

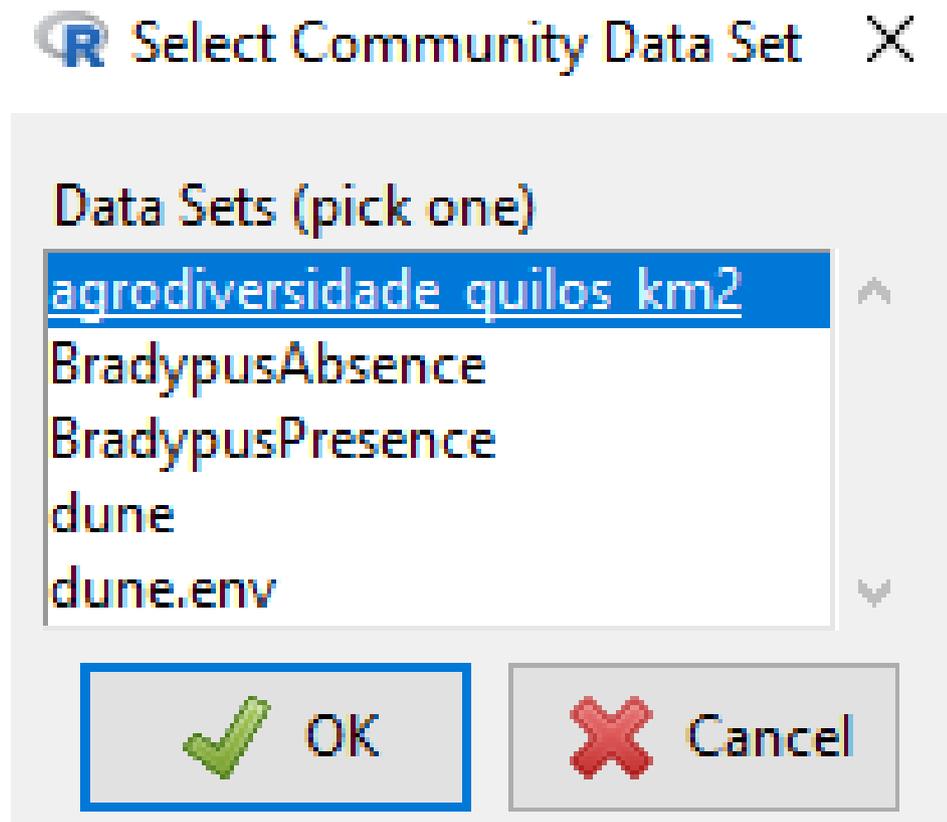
dune.env

OK Cancel

 agrodiversidade\_quilos\_km2

	Abóbora..moranga..jerimum	Batata.inglesa
Arujá	0.000000	0.000000
Biritiba Mirim	9.451498	0.000000
Caieiras	0.000000	0.000000
Cajamar	0.000000	0.000000
Cotia	6.172649	0.000000
Diadema	0.000000	0.000000
Embu das Artes	0.000000	0.000000
Embu Guaçu	12.850993	0.000000
Ferraz de Vasconcelos	0.000000	0.000000
Francisco Morato	0.000000	0.000000
Franco da Rocha	37.332656	0.000000
Guararema	40.617384	0.000000

- Menu “BiodiversityR”-> Community matrix -> “Select community data set...”



- Menu BiodiversityR ->  
    Analysis of Diversity ->  
        Rank Abundance

BiodiversityR

Community matrix ▶

Environmental matrix ▶

Analysis of diversity ▶

Analysis of species as response ▶

Analysis of ecological distance ▶

Ensemble suitability modelling ▶

del >

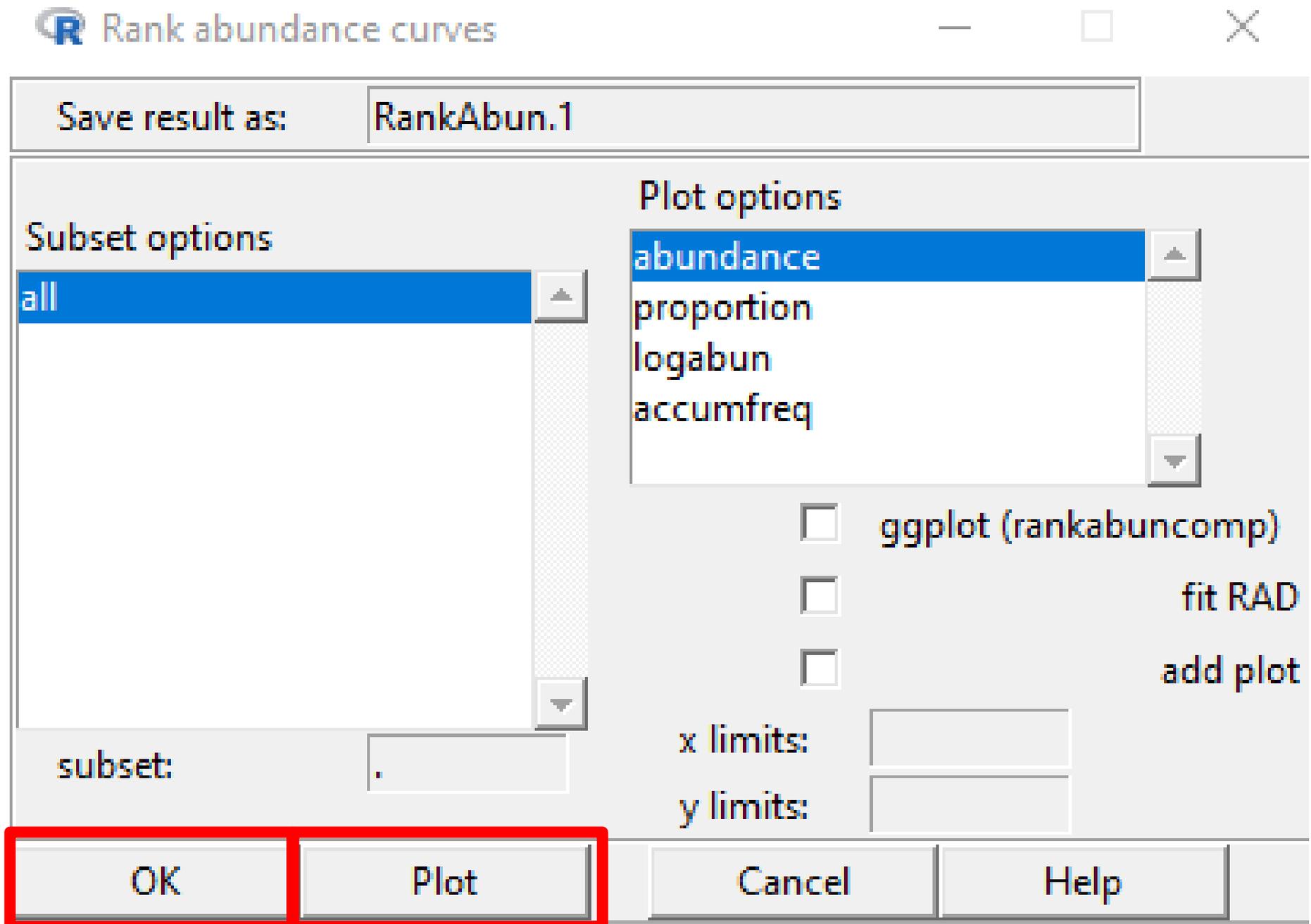
Species accumulation curves...

Diversity indices...

Add diversity variables to data set

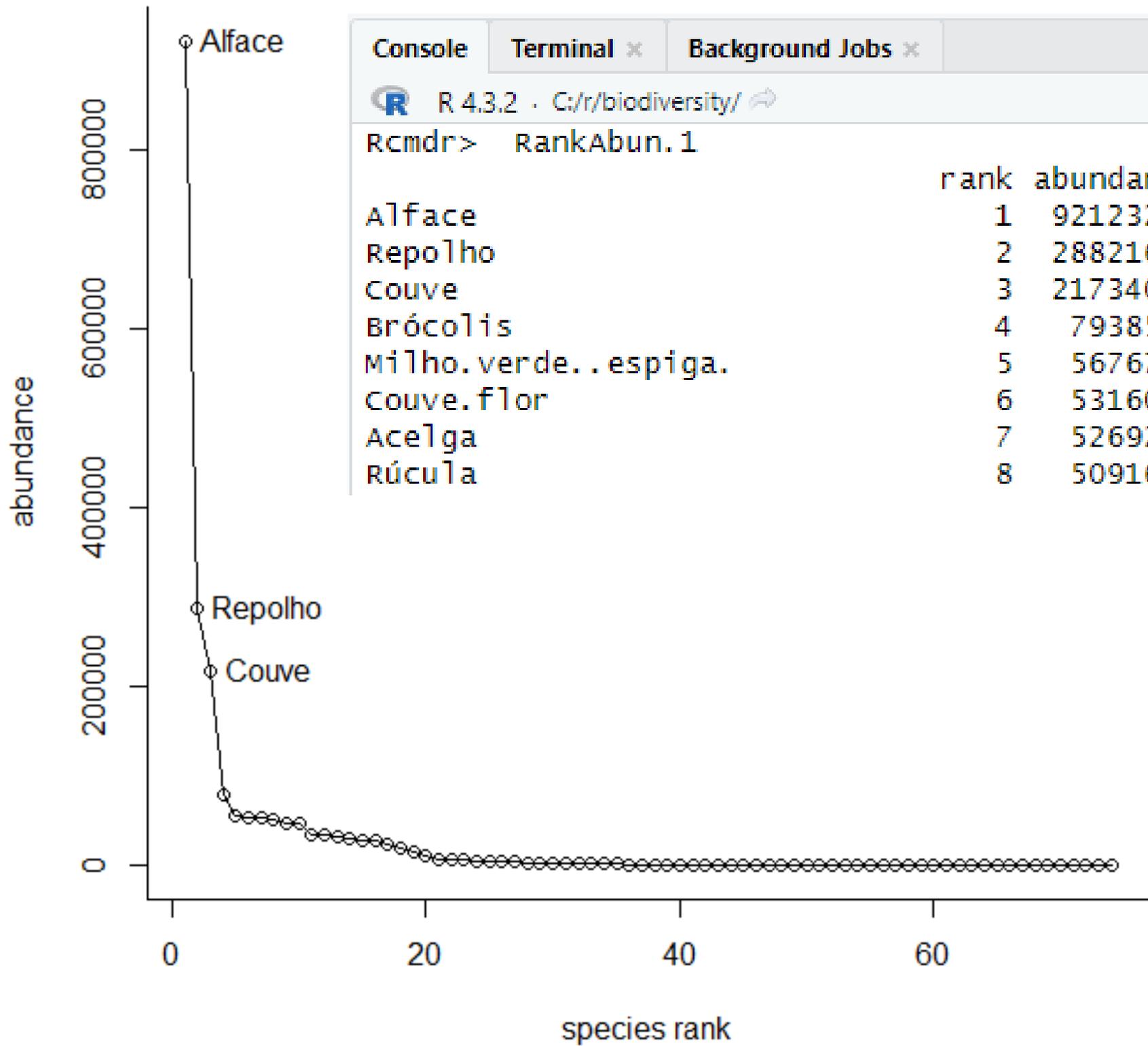
Rank abundance...

- Clique em “OK”, e em seguida, em “Plot”



```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.3.2 · C:/r/biodiversity/
Rcmdr> RankAbun.1
```

	rank	abundance	proportion
Alface	1	921232.1	42.9
Repolho	2	288216.1	13.4
Couve	3	217340.1	10.1
Brócolis	4	79385.5	3.7
Milho.verde..espiga.	5	56767.5	2.6
Couve.flor	6	53160.4	2.5
Acelga	7	52692.3	2.5
Rúcula	8	50916.8	2.4



- Observe que os scripts estão sendo gravados

R Commander

File Edit Data Statistics Graphs Models Distributions Tools Help BiodiversityR



Data set:



Edit data set



View data set

Model:

R Script R Markdown

```
rankabunplot(RankAbun.1, scale='abundance', addit=FALSE, specnames=c(1,2,3))
check.datasets(agrodiversidade_quilos_km2, agrodiversidade_quilos_km2)
RankAbun.1 <- rankabundance(agrodiversidade_quilos_km2)
RankAbun.1
rankabunplot(RankAbun.1, scale='abundance', addit=FALSE, specnames=c(1,2,3))
```

# Análise de Componentes Principais (ACP)

- “Analysis of ecological distance” -> Unconstrained ordination

BiodiversityR

Community matrix ▶  
Environmental matrix ▶  
Analysis of diversity ▶  
Analysis of species as response ▶  
Analysis of ecological distance ▶  
Ensemble suitability modelling ▶

del>

Calculate distance matrix...

Unconstrained ordination...

- Clique em “OK” e, em seguida, em “Plot”

Unconstrained ordination

Save model as: Ordination.model1

Ordination method: PCA  
Distance: euclidean

PCoA/NMS axes: 2  
NMS permutations: 1  
 PCoA/NMS species

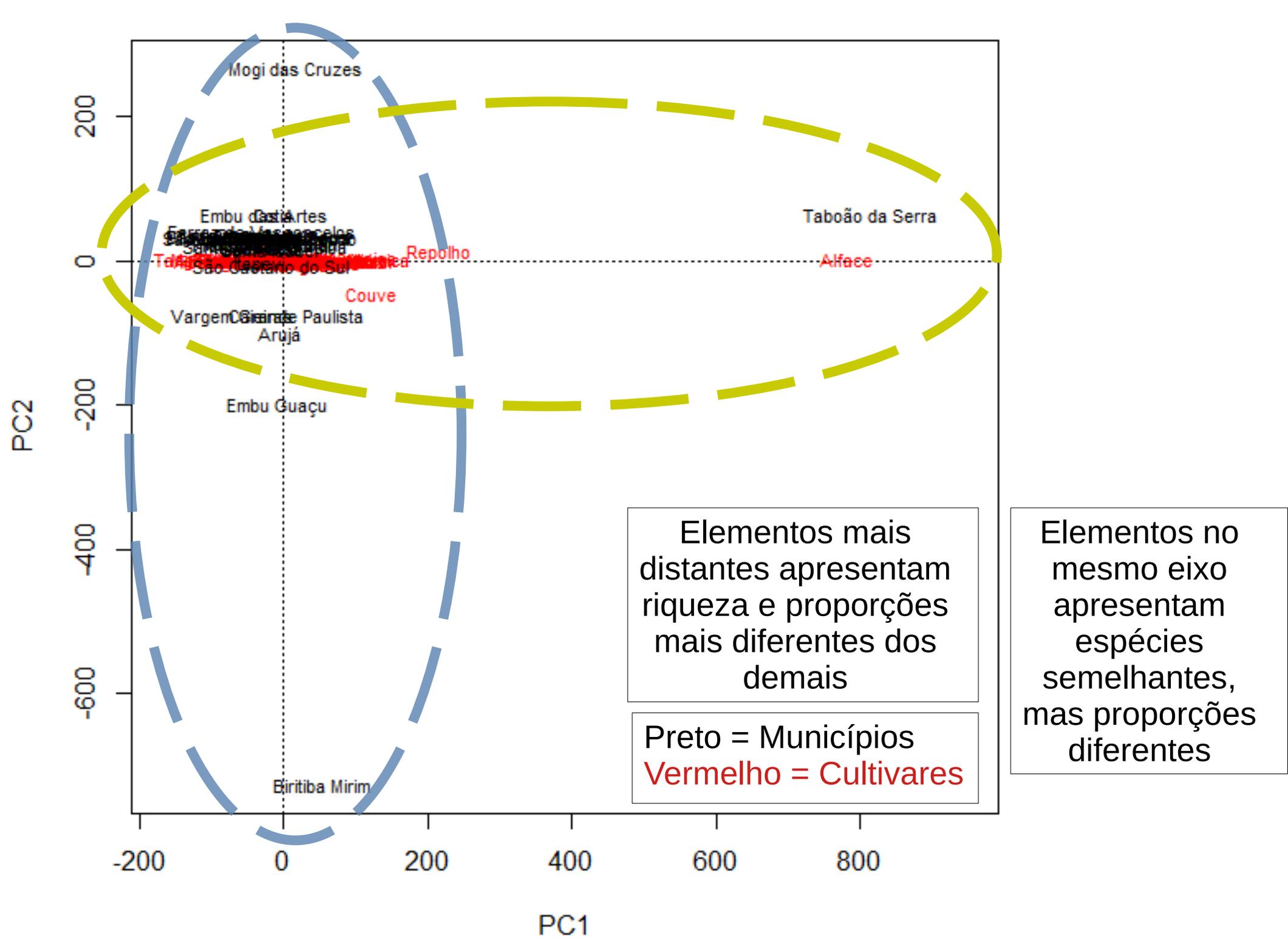
model summary  
scaling: species  
 as.dist(Community)

Plot method: plot  
Plot variable: Abóbora..moranga..jerimum

axes: 1,2  
cex: 1  
colour: blue

add scores to dataframe

OK Plot Cancel



# Índices de Diversidade

- Analysis of Diversity -> Diversity indices

BiodiversityR

Community matrix ▶

Environmental matrix ▶

Analysis of diversity ▶

Analysis of species as response ▶

del>

Species accumulation curves...

Diversity indices...

# Riqueza

*Número de especies*

- Richness e pooled (todos juntos)

Diversity calculation

Save result as: Diversity.1

Diversity index

- richness
- abundance
- Shannon
- Simpson
- inverseSimpson

Calculation method

- pooled
- each site
- mean
- sd
- jackknife

Subset options

- (none)

Output options

- save results
- sort results
- label results
- add plot

y limits: 0,5

symbol: 1

subset: .

OK Plot Cancel Help

- Quantidade total de espécies cultivadas na RMSP

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.3.2 · C:/r/biodiversity/ ↗
Rcmdr> Diversity.1 <- diversityresult(agrodiversidade_quilos_km2, index='richness'
Rcmdr+   ,method='pooled', sortit=FALSE, digits=6)

Rcmdr> Diversity.1
      richness
pooled      74
```

- Altere agora para “Richness” e “Mean” (média por município)

```
Console Terminal x Background Jobs x
R 4.3.2 · C:/r/biodiversity/ ↗
Rcmdr> Diversity.1 <- diversityresult(agrodiversidade_quilos_km2, index='richness'
Rcmdr+   ,method='mean', sortit=FALSE, digits=6)

Rcmdr> Diversity.1
      richness
mean 18.2857
```

- Altere agora para “Richness” e “each site”

- Quais os municípios com maior ou menor riqueza?

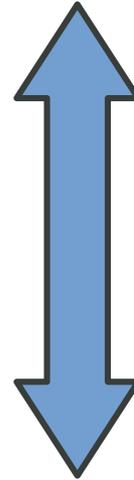
Arujá	21
Biritiba Mirim	47
Caieiras	5
Cajamar	22
Cotia	32
Diadema	1
Embu das Artes	9
Embu Guaçu	28
Ferraz de Vasconcelos	8
Francisco Morato	2
Franco da Rocha	31
Guararema	26
Guarulhos	20
Itapeçerica da Serra	14
Itapevi	2
Itaquaquecetuba	15
Juquitiba	32
Mairiporã	10
Mauá	9
Mogi das Cruzes	66
Osasco	8
Pirapora do Bom Jesus	1
Poá	4
Ribeirão Pires	4
Salesópolis	7
Santa Isabel	34
Santana de Parnaíba	17
Santo André	1
São Bernardo do Campo	12
São Caetano do Sul	12
São Lourenço da Serra	4
São Paulo	39
Suzano	47
Taboão da Serra	38
Vargem Grande Paulista	12

- Refaça as análises de “pooled”, “mean” e “each site” para as seguintes métricas:
  - Jeveness (equabilidade de Shannon)
  - Diversidade de Shannon
  - Diversidade de Simpson

# Índice de Equabilidade de Shannon

Teoria da informação, derivada da teoria de sistemas

$$\frac{- \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)}{\ln(S)}$$



1 – Máximo de equabilidade

0 – Mínimo de equabilidade

onde

$p$  = proporção da abundância de uma espécie em relação à abundância total

$s$  = número de espécies

$$p = n/S$$

$n$  = abundância da espécie

$S$  = abundância total

# Índices de Biodiversidade

- Shannon

- Combina riqueza com equitabilidade

$$- \sum_{i=1}^S p_i \ln (p_i)$$

onde

$p$  = proporção da abundância de uma espécie em relação à abundância total

$s$  = número de espécies

# Índices de Biodiversidade

- Simpson

- Probabilidade de escolher dois espécimes, aleatoriamente, e eles serem de espécies diferentes
- Mais importância para abundância do que o índice de Shannon

$$1 - \sum p^2$$

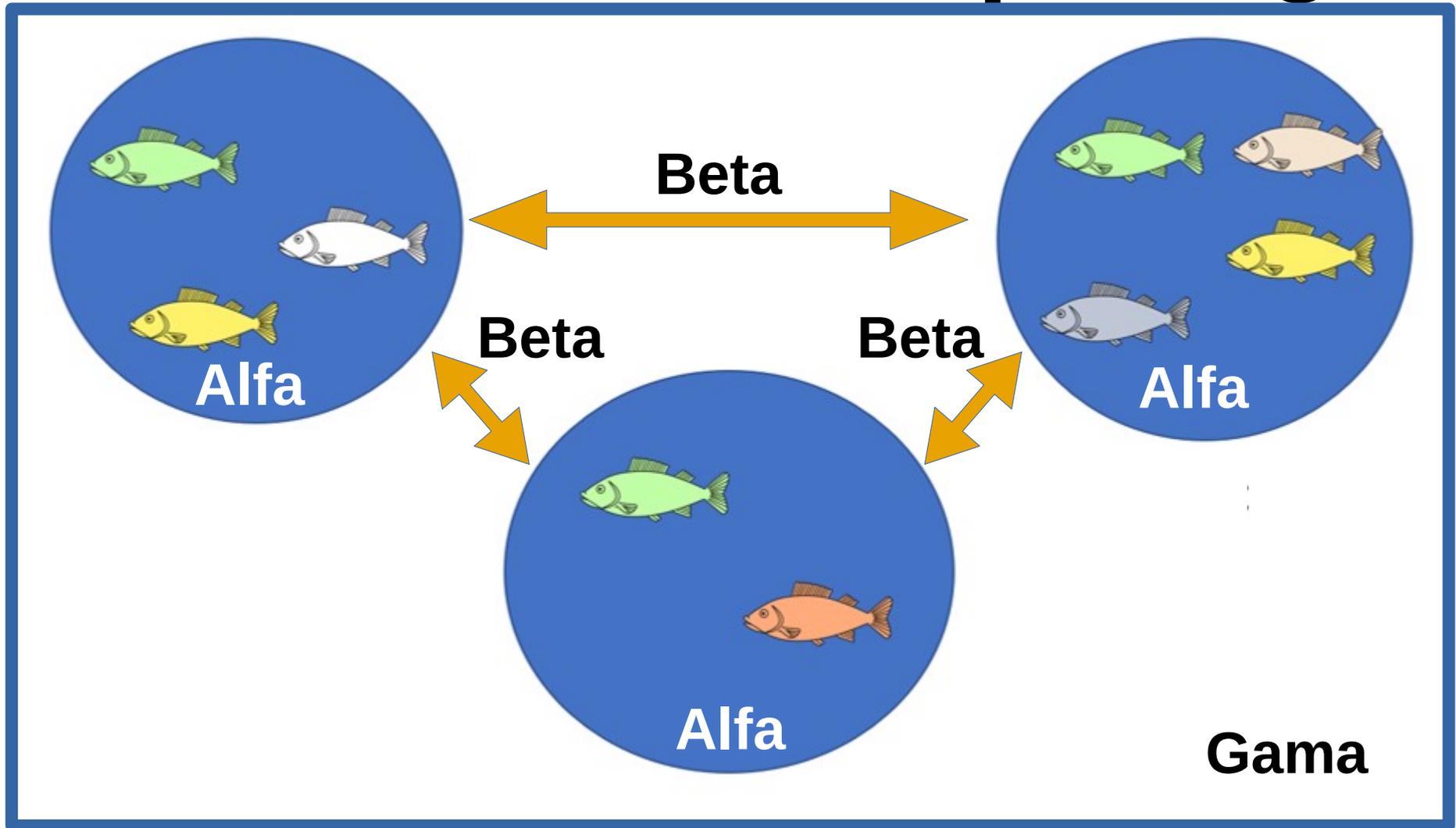
Onde

$p$  = proporção da abundância de uma espécie em relação à abundância total

- Refaça as análises com a opção “simpson (contribdiv)” e “each site”

	alpha	beta	gamma
Arujá	0.761129	0.050117960	0.811247
Biritiba Mirim	0.796121	0.031782184	0.827904
Caieiras	0.465021	0.327159790	0.792181
Cajamar	0.839667	0.015544216	0.855211
Cotia	0.813584	0.049497999	0.863082
Diadema	0.000000	0.649695606	0.649696
Embu das Artes	0.457200	0.424220179	0.881420
Embu Guaçu	0.777830	0.046868729	0.824699
Ferraz de Vasconcelos	0.708437	0.103894996	0.812332
Francisco Morato	0.408163	0.298068214	0.706231
Franco da Rocha	0.858405	-0.000789218	0.857616
Guararema	0.732841	0.243536435	0.976377
Guarulhos	0.786616	0.066760252	0.853376
Itapeçerica da Serra	0.671206	0.124211612	0.795418
Itapevi	0.110727	0.725204781	0.835931
Itaquaquecetuba	0.768912	0.065675707	0.834588
Juquitiba	0.894806	0.023940081	0.918746
Mairiporã	0.822232	0.111850804	0.934083
Mauá	0.725632	0.075133561	0.800766
Mogi das Cruzes	0.886640	0.016652953	0.903293
Osasco	0.802768	0.046041022	0.848809
Pirapora do Bom Jesus	0.000000	0.950733319	0.950733
Poá	0.617188	0.204849439	0.822037
Ribeirão Pires	0.552467	0.192106317	0.744574
Salesópolis	0.520189	0.452297831	0.972487
Santa Isabel	0.806434	0.027707116	0.834141
Santana de Parnaíba	0.509098	0.224172747	0.733271
Santo André	0.000000	0.955437049	0.955437
São Bernardo do Campo	0.643549	0.126701062	0.770250
São Caetano do Sul	0.755985	0.069415838	0.825401
São Lourenço da Serra	0.577637	0.242147615	0.819785
São Paulo	0.756321	0.054412270	0.810733
Suzano	0.816418	0.047405407	0.863824
Taboão da Serra	0.723777	0.077282768	0.801060
Vargem Grande Paulista	0.783617	0.042342738	0.825959

# Biodiversidade na paisagem



Diversidade:

Alfa = dentro de cada unidade de amostragem

Beta = diferença entre as unidades de amostragem

Gama = diversidade considerando todas as unidades de amostragem juntas

# Diversidade Contributiva

- Beta (aditiva) = Diversidade gama - Média das diversidades alfa
- Soma dos pesos das unidades = diversidade total
- Unidades mais diferentes das demais contribuem mais para a diversidade total
- Duas unidades idênticas em biodiversidade dividem o seu “peso” para a diversidade total

	alpha	beta	gamma
Arujá	0.761129	0.050117960	0.811247
Biritiba Mirim	0.796121	0.031782184	0.827904
Caieiras	0.465021	0.327159790	0.792181
Cajamar	0.839667	0.015544216	0.855211
Cotia	0.813584	0.049497999	0.863082
Diadema	0.000000	0.649695606	0.649696

Lu, H. P., Wagner, H. H. and Chen, X. Y. 2007. A contribution diversity approach to evaluate species diversity. *Basic and Applied Ecology*, 8, 1–12.

# Perfis de Diversidade

- Analysis of diversity -> Renyi profile

BiodiversityR

Community matrix ▶

Environmental matrix ▶

Analysis of diversity ▶

Analysis of species as response ▶

Analysis of ecological distance ▶

Ensemble suitability modelling ▶

Help ▶

del>

Species accumulation curves...

Diversity indices...

Add diversity variables to data set

Rank abundance...

Renyi profile...

# Séries de Rényi

$$\frac{1}{1 - \alpha} \log \left( \sum_{i=1}^n p_i^\alpha \right)$$

*Série de diversidade original da Teoria da Informação, posteriormente adaptada por Hill para biodiversidade*

onde

$p$  = proporção da abundância de uma espécie em relação à abundância total

$\alpha$  = nível da série de Rényi ( $\alpha \geq 0$  e  $\alpha \neq 1$ ):

Maior influência do número de espécies	↑	0	= riqueza de espécies
		0,99...	= proporcional à diversidade de Shannon
		2	= proporcional à diversidade de Simpson
		...	
Maior influência da equabilidade	↓	$\infty$	= maior influência da equabilidade

- Clique em “OK”

 Renyi diversity profile

Save result as:

Calculation method

renyi separate per site  
renyi accumulation  
tsallis  
tsallis accumulation

Subset options

subset:

scale parameters:   
permutations:

Plot options

ggplot (renyicomp)  
 evenness profile  
 add plot

y limits:   
symbol:   
colour:   
cex:

# Série de Rényi para a RMSP como um todo

```
Rcmdr> Renyi.1
      0      0.25      0.5      1      2      4      8      Inf
a11 4.30407 3.60021 3.05133 2.27566 1.51987 1.12421 0.967232 0.846341
```

Proporcional a: Riqueza

Shannon Simpson

Equabilidade

- Mude para “renyi separate per site”
- Clique em “OK” e, em seguida, em “Plot”

Calculation method

renyiall  
**renyi separate per site**  
renyi accumulation  
tsallis  
tsallis accumulation

Subset options

**(none)**

subset: .

scale parameters: 0, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, Inf

permutations: 999

Plot options

ggplot (renyicomp)

evenness profile

add plot

y limits:

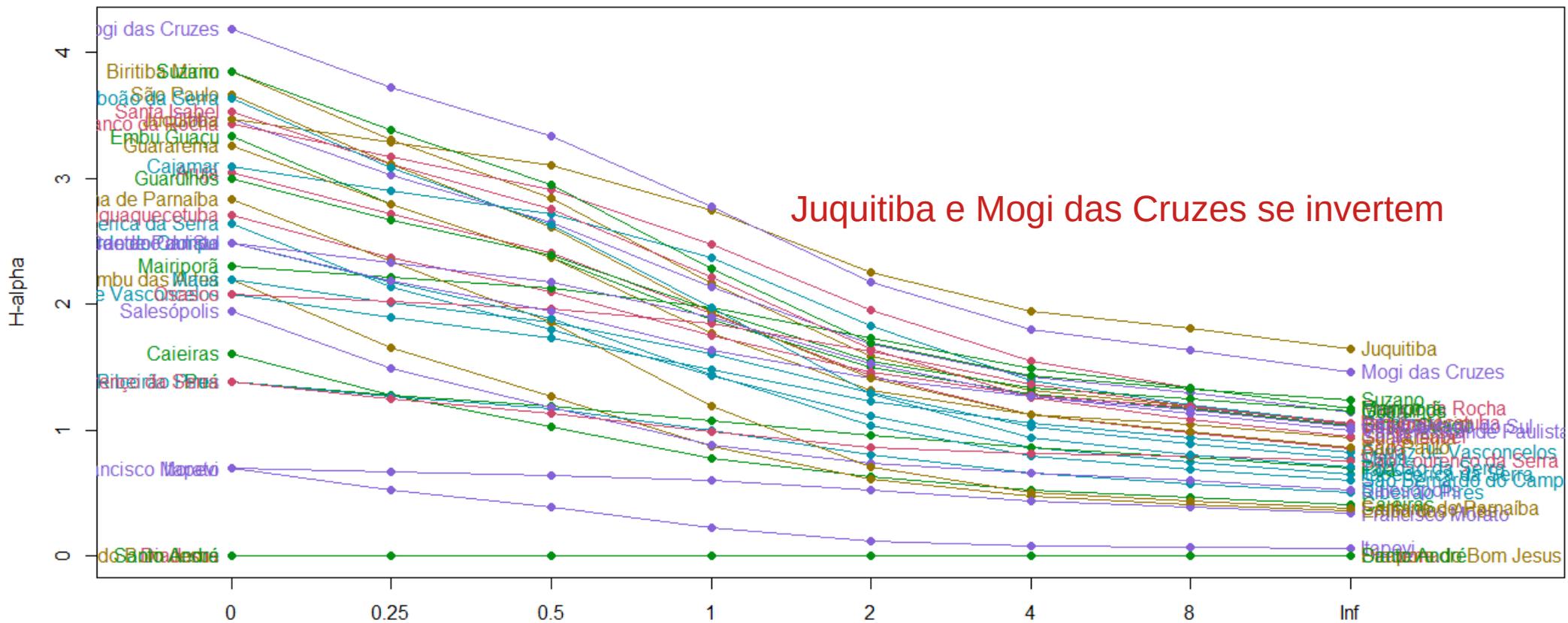
symbol: 1

colour: 1

cex: 1

OK Plot Cancel Help

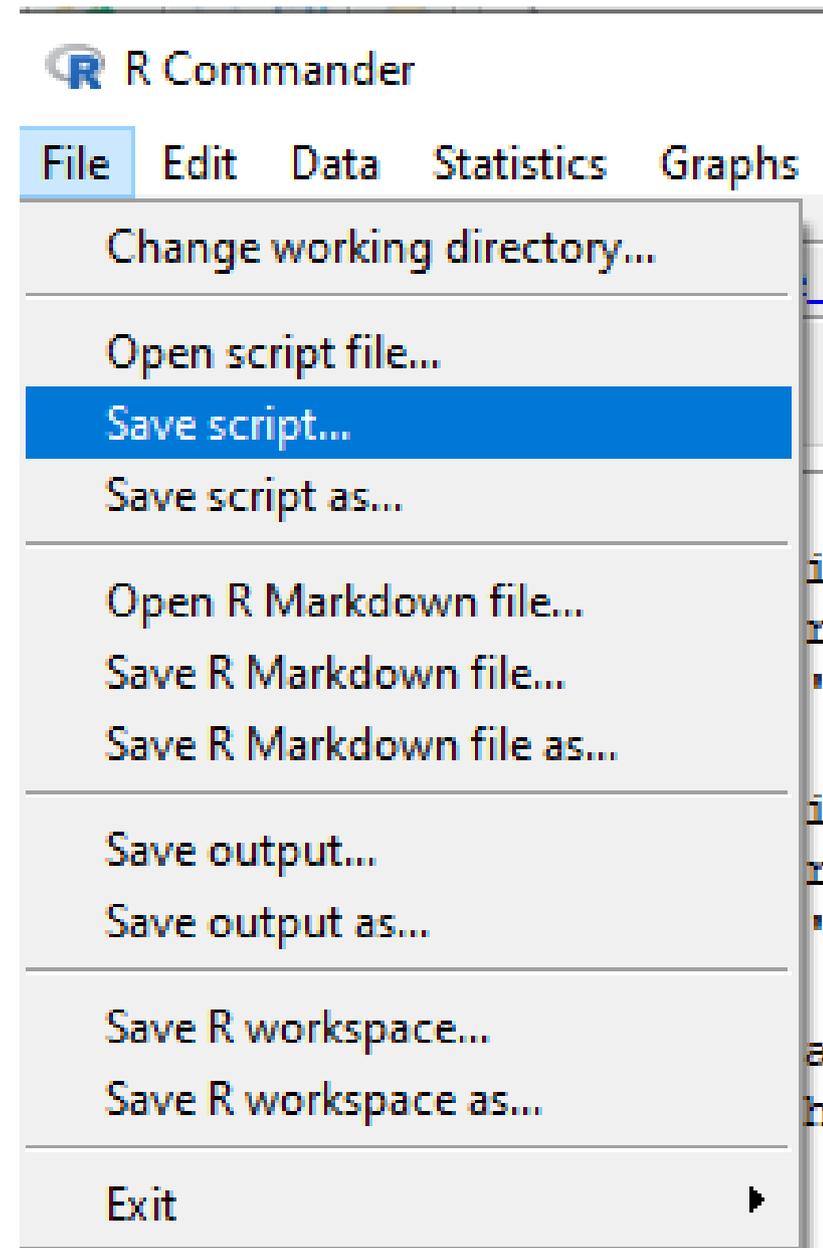
# Séries de Rényi para cada Município



- Pirapora do Bom Jesus, Santo André e Diadema têm os menores valores
- Francisco Morato e Itapevi começam semelhantes em riqueza, mas Itapevi tem pior equabilidade

# Finalizando a atividade

- File -> Save script
- File -> Save R workspace
- Entregar arquivos no moodle



Muito obrigado!

Dúvidas?

Comentários?