

Uso do sistema R para análise de dados

2019-08-02

Contents

1	Pré requisitos	5
2	R Básico	7
2.1	Expressões	7
2.2	Valores true/falso	8
2.3	Variáveis	8
2.4	Funções	9
2.5	Ajuda	9
2.6	Referência	11
3	Estruturas de Dados	13
3.1	Vetor	13
3.2	Matrizes	24
3.3	Fatores	34
3.4	Array	34
3.5	Data.frame	38
3.6	Lista	42
3.7	Referência	44
4	Final Words	45

Chapter 1

Pré requisitos

Material em construção.

Este material, em forma de notas de aula, foi escrito para a disciplina do Mestrado em Engenharia Agrícola, intitulado Uso do sistema R para análise de dados, no primeiro semestre de 2018. Estas notas de aulas é uma coletânea de apostilas, livros, sites, forum e cursos voltando ao sistema R. Foi utilizado desses materiais sua estrutura didática e rotinas que foram adaptados para o perfil da disciplina. O material consultado encontra-se referenciado no final de cada capítulo.

Chapter 2

R Básico

Este primeiro Capítulo foi baseado no curso on-line *Code School Try R e DataCamp*, modificações foram realizadas utilizando outros materiais que se encontram referenciado no final do Capítulo.

Iremos abordar as expressões básicas do R. Começaremos simples, com **números**, **strings** e valores **true/false**. Em seguida, mostraremos como armazenar esses valores em variáveis e como transmiti-los as funções. Como obter ajuda sobre as funções e no final vamos carregar um arquivo

2.1 Expressões

Vamos tentar matemática simples. Digite o comando abaixo e aperte enter

```
2+8
```

```
## [1] 10
```

Note que é impresso o resultado, 10.

Digite a frase “Engenharia Agrícola”

```
"Engenharia Agrícola"
```

```
## [1] "Engenharia Agrícola"
```

Agora tente multiplicar 6 vezes 5 (* é o operador de multiplicação).

```
6*5
```

```
## [1] 30
```

2.2 Valores true/falso

Algumas expressões retornam um “valor lógico”: TRUE ou FALSE e/ou “booleanos”. Vamos tentar digitar uma expressões que nos dá um valor lógico:

```
7<12
```

```
## [1] TRUE
```

E outro valor lógico (sinal duplo de igualdade)

```
6+5==10
```

```
## [1] FALSE
```

T e **F** são taquigrafia para TRUE e FALSE. Tente isso:

```
F==FALSE
```

```
## [1] TRUE
```

2.3 Variáveis

Você pode armazenar valores em uma variável para usar mais tarde. Digite **x <- 28** para armazenar um valor em **x**.

```
x<-28
```

Tende dividr **x** por 4(/ é o operador da divisão).

```
x/4
```

```
## [1] 7
```

Você pode retribuir qualquer valor a uma variável a qualquer momento. Tente atribuir “Engenharia Agrícola”em **x**.


```
x <- "Engenharia Agrícola"
```

Tente imprimir o valor atual de x.

```
x
```

```
## [1] "Engenharia Agrícola"
```

2.4 Funções

Você pode chamar uma **função** digitando seu nome, seguido de um ou mais argumentos para essa função entre parênteses.

Vamos tentar usar a função **sum**, para adicionar alguns números. Entrar:

```
sum(2, 4, 6)
```

```
## [1] 12
```

Alguns argumentos têm nomes. Por exemplo, para repetir um valor 3 vezes, você chamaria a função **rep** e forneceria seu argumento **times**:

```
rep("Engenharia Agrícola", times=3)
```

```
## [1] "Engenharia Agrícola" "Engenharia Agrícola" "Engenharia Agrícola"
```

Tente chamar a função **sqrt** para obter a raiz quadrada 16.

```
sqrt(16)
```

```
## [1] 4
```

2.5 Ajuda

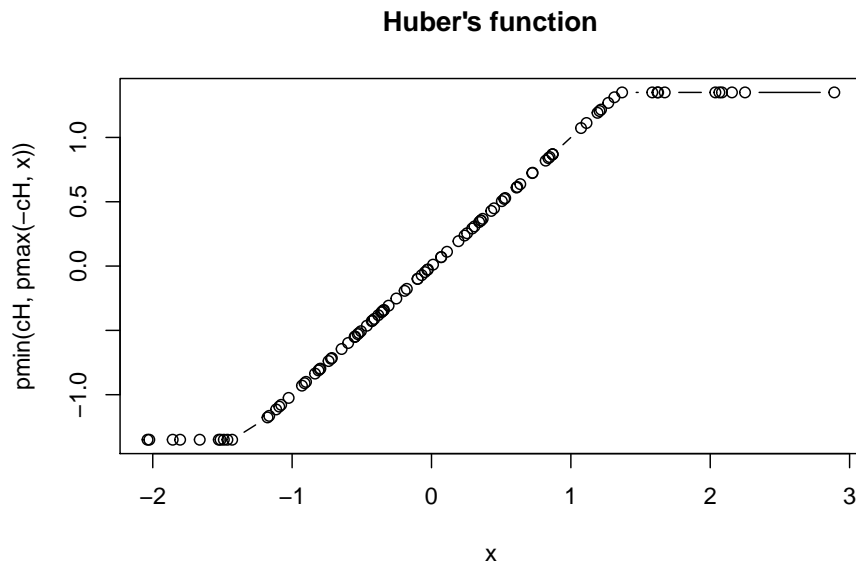
A função **help** () traz ajuda para a função desejada. Tente exibir ajuda para a função **mean**:

```
help(mean)
```

A função **example** () traz exemplos de usos. Tente exibir exemplos para a função **min**:

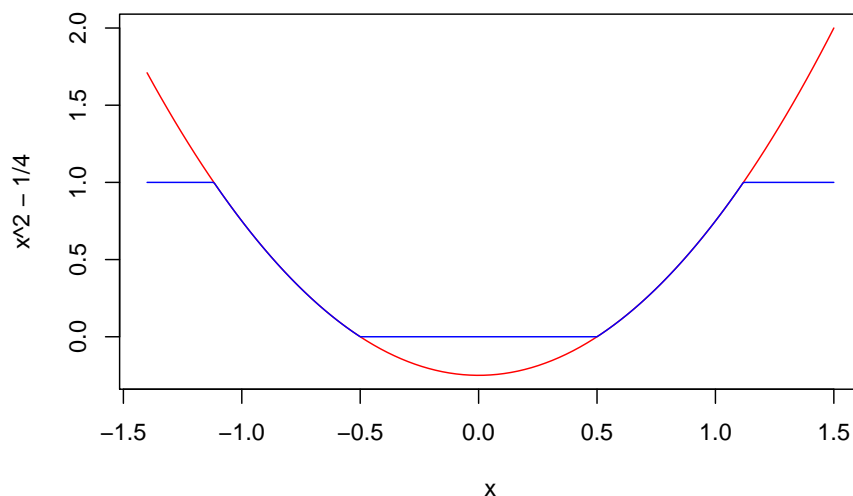
```
example(min)
```

```
##
## min> require(stats); require(graphics)
##
## min> min(5:1, pi) #-> one number
## [1] 1
##
## min> pmin(5:1, pi) #-> 5 numbers
## [1] 3.141593 3.141593 3.000000 2.000000 1.000000
##
## min> x <- sort(rnorm(100)); cH <- 1.35
##
## min> pmin(cH, quantile(x)) # no names
## [1] -2.03747859 -0.71636728 -0.05874021 0.72363527 1.35000000
##
## min> pmin(quantile(x), cH) # has names
##          0%          25%          50%          75%          100%
## -2.03747859 -0.71636728 -0.05874021 0.72363527 1.35000000
##
## min> plot(x, pmin(cH, pmax(-cH, x)), type = "b", main = "Huber's function")
```



```
##
```

```
## min> cut01 <- function(x) pmax(pmin(x, 1), 0)
##
## min> curve(      x^2 - 1/4, -1.4, 1.5, col = 2)
```



```
##
## min> curve(cut01(x^2 - 1/4), col = "blue", add = TRUE, n = 500)
##
## min> ## pmax(), pmin() preserve attributes of *first* argument
## min> D <- diag(x = (3:1)/4) ; n0 <- numeric()
##
## min> stopifnot(identical(D, cut01(D) ),
## min+          identical(n0, cut01(n0)),
## min+          identical(n0, cut01(NULL)),
## min+          identical(n0, pmax(3:1, n0, 2)),
## min+          identical(n0, pmax(n0, 4)))
```

2.6 Referência

MELO, M. P.; PETERNELI, L. A. **Conhecendo o R: Um visão mais que estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 222p.

Prof. Paulo Justiniando Ribeiro ><http://www.leg.ufpr.br/~paulojus/><

Prof. Adriano Azevedo Filho ><http://rpubs.com/adriano/esalq2012inicial><

Prof. Fernando de Pol Mayer ><https://fernandomayer.github.io/ce083-2016-2/><

Site Interativo Datacamp ><https://www.datacamp.com/><

Chapter 3

Estruturas de Dados

3.1 Vetor

Um vetor é simplesmente uma lista de valores. A maneira mais simples de usar um vetor é usando o comando `c()`, que concatena elementos num mesmo objeto. Exemplo

```
x<- c(2,3,5,7,11)
x
```

```
## [1]  2  3  5  7 11
```

Os argumentos de `c()` podem ser tanto elementos únicos quanto outros objetos. Adicione os três primeiros numeros primos no **vetor x**

```
y<- c(x,13,17,19)
y
```

```
## [1]  2  3  5  7 11 13 17 19
```

3.1.1 Vetores de Sequência

Se você precisa de um vetor com uma sequência de números, você pode cria-lo com a notação *start:end*. Vamos fazer um vetor com valores de 1 a 7:

```
1:7
```

```
## [1] 1 2 3 4 5 6 7
```

Uma maneira mais versátil de fazer sequências é chamar a função **seq**. Vamos fazer o mesmo com **seq**:

```
seq(1:7)
```

```
## [1] 1 2 3 4 5 6 7
```

A função **seq** também permite que você use incrementos diferentes de 1. Experimente com etapas de 0,5

```
seq(1,7,0.5)
```

```
## [1] 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0
```

```
seq(7,1,-0.5)
```

```
## [1] 7.0 6.5 6.0 5.5 5.0 4.5 4.0 3.5 3.0 2.5 2.0 1.5 1.0
```

Todo objeto possui atributos intrínsecos: tipo e tamanho. Com relação ao tipo ele pode ser: **numérico**, **caractere**, **complexo** e **lógico**. Existem outros tipos, como por exemplo, funções ou expressões, porém esses não representam dados. As funções **mode()** e **length()** mostram o tipo e tamanho de um objeto, respectivamente

```
z<-c(1,3,5,7,11)
mode(z)
```

```
## [1] "numeric"
```

```
length(z)
```

```
## [1] 5
```

```
a <- "Angela"
b<-TRUE;
c<-8i #objetos com tipos diferentes
mode(a);
```

```
## [1] "character"
```

```
mode(b);
```

```
## [1] "logical"
```

```
mode(c) #exibe os atributos "tipo" dos objetos
```

```
## [1] "complex"
```

Se o vetor é muito longo e não “cabe” em uma linha o R vai usar as linhas seguintes para continuar imprimindo o vetor.

```
longo<-100:50 #sequência decrescente de 100 a 50  
longo #exibe o conteúdo do objeto
```

```
## [1] 100 99 98 97 96 95 94 93 92 91 90 89 88 87 86 85 84  
## [18] 83 82 81 80 79 78 77 76 75 74 73 72 71 70 69 68 67  
## [35] 66 65 64 63 62 61 60 59 58 57 56 55 54 53 52 51 50
```

Os números entre colchetes não fazem parte do objeto e indica a posição do vetor naquele ponto. Pode-se ver que [1] indica que o primeiro elemento do vetor estão naquela linha, [17] indica que a linha seguinte começa pelo décimo sétimo elemento do vetor e assim por diante.

Você pode recuperar um valor individual dentro de um vetor fornecendo seu índice numérico entre colchetes. Tente obter o valor 18:

```
longo[18]
```

```
## [1] 83
```

Muitas linguagem de programação iniciam índices de matriz em 0, mas os índices vetoriais de R começam em 1. Obtenha o primeiro valor digitando:

```
longo[1]
```

```
## [1] 100
```

Você pode atribuir novos valores dentro de um vetor existente. Tente mudar o terceiro valor **28**:

```
longo [3] <- 28
```

Se você adicionar novos valores ao final, o vetor aumentará para acomodá-los. Vamos adicionar um valor no final

```
longo[101] <- 83
```

Você pode usar um vetor entre os colchetes para acessar vários valores. Tente obter a primeira e a terceira palavras

```
longo[c(1,3)]
```

```
## [1] 100 28
```

Isso significa que você pode recuperar intervalos de valores. Obter a segunda a quarta palavras:

```
longo[2:4]
```

```
## [1] 99 28 97
```

Você também pode definir intervalos de valores; apenas forneça os valores em um vetor. Adicione valores 5 a 7:

```
longo[5:7] <- c(42,52,75)
```

Agora tente acessar o oitavo valor do vetor:

```
longo[8]
```

```
## [1] 93
```

3.1.2 Nomes de vetores

Para esse desafio, criaremos um vetor de 3 itens e armazená-lo na variável `solo`. Você pode atribuir nomes aos elementos de um vetor passando um segundo vetor preenchido com os nomes com a função **names**, assim:


```
solo <- 1:3  
names(solo) <- c("Argila", "Areia", "Silte" )  
solo
```

```
## Argila  Areia  Silte  
##      1      2      3
```

Agora, defina o valor atual para o *silte* para um valor diferente usando o nome em vez da posição.

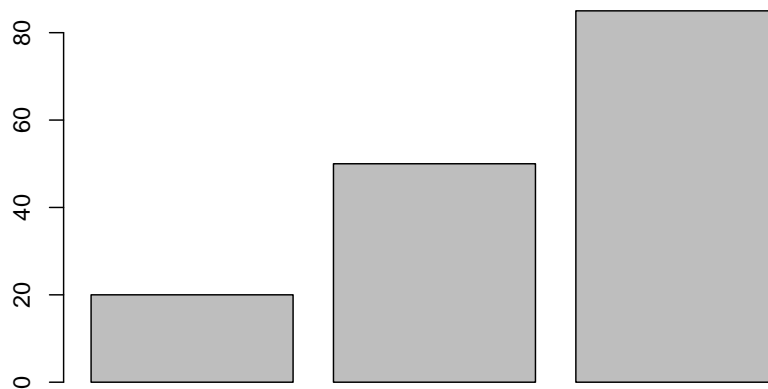
```
solo["Silte"]<-20
```

3.1.3 Plotando um vetor

A função **barplot** desenha um gráfico de barras com os valores de um vetor. Vamos criar um novo vetor para você e armazená-lo na variável *chuva*.

Agora, tente passar o vetor para a função **barplot**:

```
chuva <- c(20,50,85)  
barplot(chuva)
```

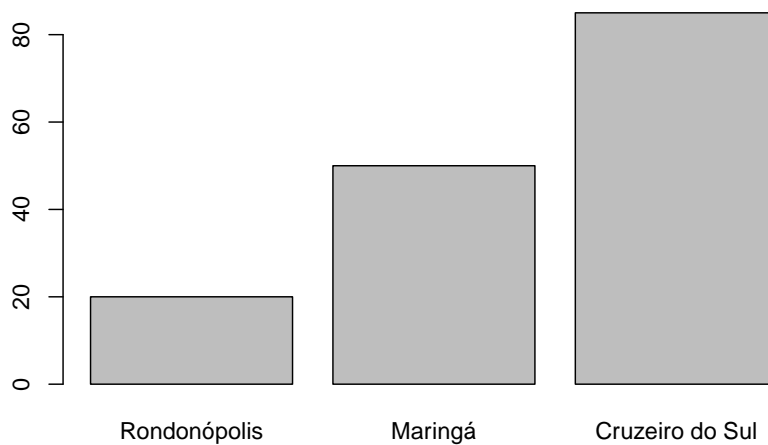


Se você atribuir nomes aos valores do vetor, o R usará esses nomes como rótulos no gráfico da barra. Vamos usar a função **names** novamente:

```
names(chuva)<- c("Rondonópolis", "Maringá", "Cruzeiro do Sul")
```

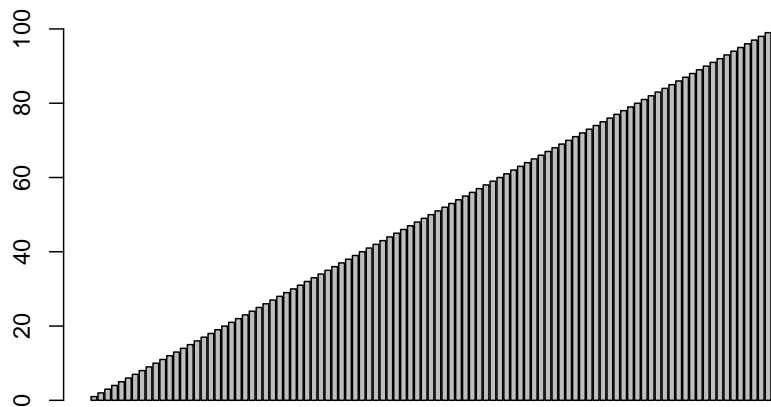
Agora, se você digitar **barplot** com o vetor novamente, você verá os rótulos:

```
barplot(chuva)
```



Agora, tente chamar barplot em um vetor de números inteiros que variam de 1 a 100:

```
barplot(1:100)
```



3.1.4 Operações matemáticas

A maioria das operações aritméticas funcionam tão bem em vetores quanto em valores únicos. Vamos fazer outro vetor de exemplo para você trabalhar e armazená-lo a variável **a**

Se você adicionar um escalar (um único valor) a um vetor, o escalar será adicionado a cada valor no vetor, retornando um novo vetor com os resultados. Tente adicionar 1 a cada elemento em nosso vetor:

```
a <- c(1, 2, 3)
a + 1
```

```
## [1] 2 3 4
```

O mesmo se aplica na divisão, multiplicação ou qualquer outra aritmética básica. Tente dividir nosso vetor por 2:

```
a / 2
```

```
## [1] 0.5 1.0 1.5
```

Agora, tente multiplicar nosso vetor por 2:

```
a*2
```

```
## [1] 2 4 6
```

Se você adicionar dois vetores, R irá tirar cada valor de cada vetor e adicioná-los. Vamos fazer um segundo vetor para você experimentar e armazená-lo na variável **b**

Tente adicioná-lo ao vetor **a**:

```
b <- c(4,5,6)
a+b
```

```
## [1] 5 7 9
```

Agora tente subtrair b de a:

```
a-b
```

```
## [1] -3 -3 -3
```

Você também pode tirar dois vetores e comparar cada item. Veja quais valores nos vetores são iguais aos de um segundo vetor

```
a == c(1, 99, 3)
```

```
## [1] TRUE FALSE TRUE
```

Observe que R não testou se os vetores inteiros eram iguais; verificou cada valor no vetor a contra o valor no mesmo índice no nosso novo vetor.

Verifique se cada valor nos vetores são menores que o valor correspondente em outro vetor:

```
a < c(1, 99, 3)
```

```
## [1] FALSE TRUE FALSE
```

Funções que normalmente funcionam com escalares também podem operar em cada elemento de um vetor. Tente obter o seno de cada valor em nosso vetor:

```
sin(a)
```

```
## [1] 0.8414710 0.9092974 0.1411200
```

Agora tente obter as raízes quadradas com a função **sqrt**:

```
sqrt(a)
```

```
## [1] 1.000000 1.414214 1.732051
```

3.1.5 Parcelas de dispersão

A função **plot** leva dois vetores, um para valores X e um para valores Y, e desenha um gráfico deles.

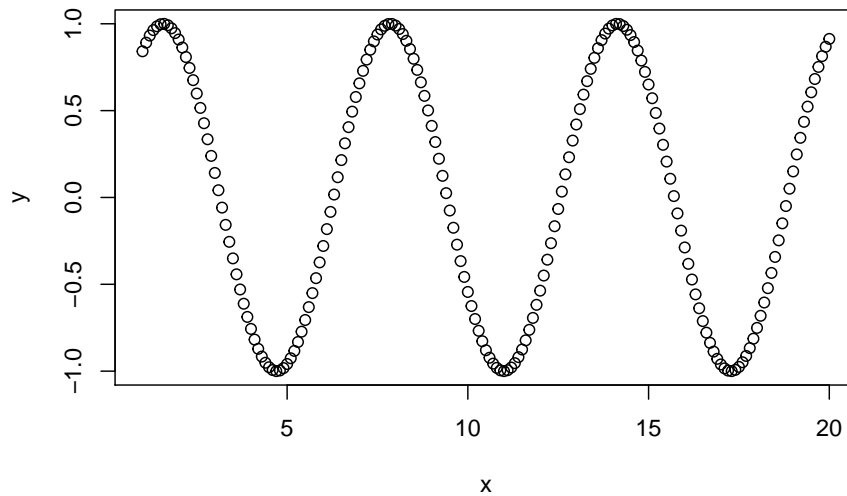
Vamos desenhar um gráfico que mostra a relação de números e seus senos.

Primeiro, precisaremos de alguns dados de amostra. Criaremos um vetor com alguns valores fracionários entre 0 e 20, e armazenó-lo na variável **x**. E na variável **y** um segundo vetor com os senos de **x**:

```
x <- seq(1, 20, 0.1)  
y<-sin(x)
```

Em seguida, basta chamar o **plot** com seus dois vetores:

```
plot(x, y)
```



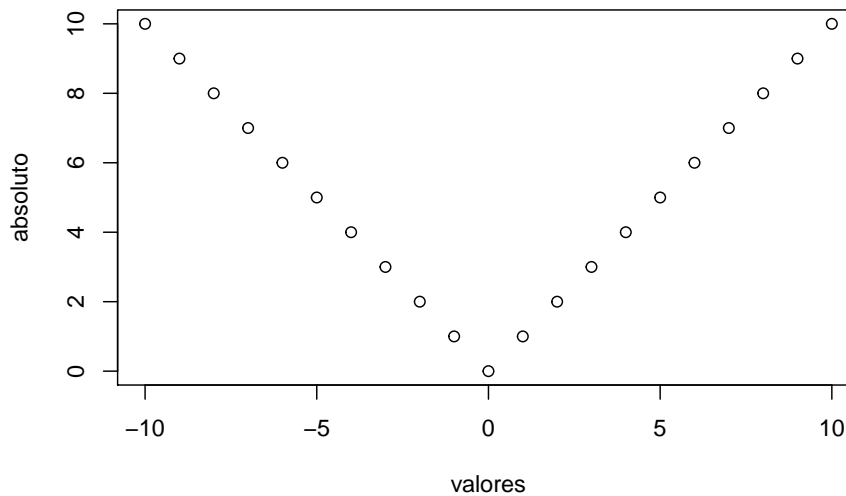
Observe sobre o gráfico que os valores do primeiro argumento (**x**) são usados para o eixo horizontal, e os valores do segundo (**y**) para o vertical.

Vamos criar um vetor com alguns valores negativos e positivos para você e armazená-lo na variável **valores**.

Também criaremos um segundo vetor com os valores absolutos do primeiro e armazená-lo na variável **absoluto**.

Tente traçar os vetores, com os **valores** no eixo horizontal e no eixo vertical os **absoluto**.

```
valores <- -10:10  
absoluto<- abs(valores)  
plot(valores, absoluto)
```



3.1.6 Valores Faltantes

As vezes, ao trabalhar com dados de amostra, um determinado valor não está disponível. Mas não é uma boa idéia apenas tirar esses valores. R tem um valor que indica explicitamente uma amostra não estava disponível: **NA**. Muitas funções que funcionam com vetores tratam esse valor especialmente.

Vamos criar um vetor para você com uma amostra ausente e armazená-lo na variável **a**.

Tente obter a soma de seus valores e veja qual é o resultado:

```
a <- c(1, 3, NA, 7, 9)
sum(a)
```

```
## [1] NA
```

A soma é considerada “*não disponível*” por padrão porque um dos valores do vetor foi **NA**.

Lembre-se desse comando para mostrar ajuda para uma função ? Apresente a ajuda para a função **sum**:

```
help(sum)
```

Como você vê na documentação, **sum** pode tomar um argumento opcional **na.rm**, configurado **FALSE** por padrão, mas se você configurá-lo com **TRUE**, todos os argumentos **NA** serão removidos do vetor antes do cálculo ser executado.

Tente rondar **sum** novamente, com o **na.rm** conjunto para **TRUE**:

```
sum(a, na.rm = T)
```

```
## [1] 20
```

3.2 Matrizes

Há varias formas de criar uma matriz. O comando **matrix()** recebe um vetor como argumento e o transforma em uma matrix de acordo com as dimensões. Vamos fazer uma matriz de 3 linhas de altura por 4 colunas de largura, com todos os seus campos definidos 0.

```
matrix(0,3,4)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    0    0    0    0
## [2,]    0    0    0    0
## [3,]    0    0    0    0
```

Você também pode usar um vetor para inicializar o valor de uma matriz. Para preencher uma matriz de 3x4, você precisará de um vetor de 12 itens.

```
a <- (1:12)
```

```
print (a)
```

```
## [1]  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12
```

Agora chame matrix com o vetor, o número de linhas e o número de colunas:

```
matrix(a, # chama o vetor
       3, # linha
       4) #coluna
```



```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    4    7   10
## [2,]    2    5    8   11
## [3,]    3    6    9   12
```

Você também pode usar um vetor para inicializar o valor de uma matriz. Para preencher uma matriz 3x4, você precisará de um vetor de 12 itens. Nós vamos fazer isso para você agora:

```
a <-1:12
a
```

```
## [1]  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12
```

Agora chame **matrix** com o vetor, o número de linhas e o número de colunas:

```
matrix (a,3,4)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    4    7   10
## [2,]    2    5    8   11
## [3,]    3    6    9   12
```

3.2.1 Outras formas

```
matrix (a, 3)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    4    7   10
## [2,]    2    5    8   11
## [3,]    3    6    9   12
```

```
matrix (a, ,4)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    4    7   10
## [2,]    2    5    8   11
## [3,]    3    6    9   12
```

Note que as matrizes são preenchidas ao longo das colunas. Para que a matriz seja preenchida por linhas deve-se alterar o argumento **byrow**, que, por padrão, está definido como **FALSE**, passe para **TRUE**

```
matrix(a,3, byrow=T)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    2    3    4
## [2,]    5    6    7    8
## [3,]    9   10   11   12
```

Os valores do vetor são copiados para a nova matriz, um por um. Você também pode reformular o próprio **vetor** em uma **matriz**. Crie um vetor de 8 itens:

```
foliar <- 1:8
```

A função **dim** define as **dimensões** para uma matriz. Ele aceita um vetor com o número de linhas e o número de colunas a serem atribuídas. Atribua novas dimensões para **foliar** passando um vetor especificando 2 linhas e 4 colunas (`c(2, 4)`):

```
dim(foliar) <- c(2,4)
```

O vetor não é mais unidimensional. Foi convertido, no local, para uma matriz. Agora, use a função **matrix** para criar uma matriz **5x5**, com seus campos inicializados para qualquer valor que você desejar.

```
matrix (2,5,5)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5]
## [1,]    2    2    2    2    2
## [2,]    2    2    2    2    2
## [3,]    2    2    2    2    2
## [4,]    2    2    2    2    2
## [5,]    2    2    2    2    2
```

3.2.2 Acesso a Matriz

Obter valores de matrizes não é diferente de vetores; você só precisa fornecer dois índices em vez de um. Abra a matriz **foliar**:

```
print (foliar)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    3    5    7
## [2,]    2    4    6    8
```

Tente obter o valor da segunda linha na terceira coluna da matriz foliar;

```
foliar[2,3]
```

```
## [1] 6
```

O valor da primeira linha da quarta coluna

```
foliar[1,4]
```

```
## [1] 7
```

Você pode obter uma linha inteira da matriz omitindo o índice da coluna (mas mantenha a vírgula). Tente recuperar a segunda linha:

```
foliar[2,]
```

```
## [1] 2 4 6 8
```

Para obter uma coluna inteira, omita o índice da linha. Recupere a quarta coluna:

```
foliar[,4]
```

```
## [1] 7 8
```

Você pode ler várias linhas ou colunas, fornecendo um vetor ou sequência com seus índices. Tente recuperar as colunas de 2 a 4:

```
foliar[,2:4]
```

```
##      [,1] [,2] [,3]  
## [1,]    3    5    7  
## [2,]    4    6    8
```

O comando **summary** pode ser usado para obter informações da matriz

```
summary(foliar)
```

```
##          V1          V2          V3          V4
## Min.    :1.00   Min.    :3.00   Min.    :5.00   Min.    :7.00
## 1st Qu.:1.25   1st Qu.:3.25   1st Qu.:5.25   1st Qu.:7.25
## Median :1.50   Median :3.50   Median :5.50   Median :7.50
## Mean   :1.50   Mean   :3.50   Mean   :5.50   Mean   :7.50
## 3rd Qu.:1.75   3rd Qu.:3.75   3rd Qu.:5.75   3rd Qu.:7.75
## Max.    :2.00   Max.    :4.00   Max.    :6.00   Max.    :8.00
```

Se desejar um resumo de todos os elementos da matriz, basta transformá-la em um vetor

```
summary(as.vector(foliar))
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##      1.00   2.75   4.50   4.50   6.25   8.00
```

3.2.3 Visualizações em dados matriciais

Com um mapa de elevação. Tudo fica a 1 metro acima do nível do mar. Vamos criar uma matriz de 10 por 10 com todos os seus valores inicializados para 1 para você:

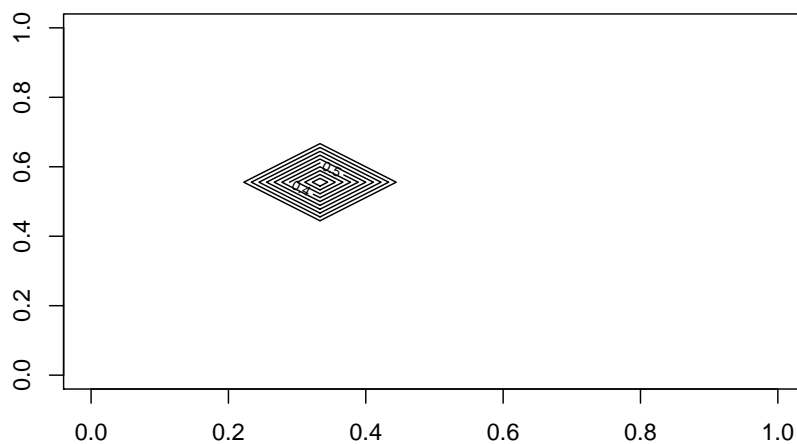
```
elevacao <- matrix(1,10,10)
```

Na quarta linha, sexta coluna, defina a elevação para 0:

```
elevacao[4, 6] <- 0
```

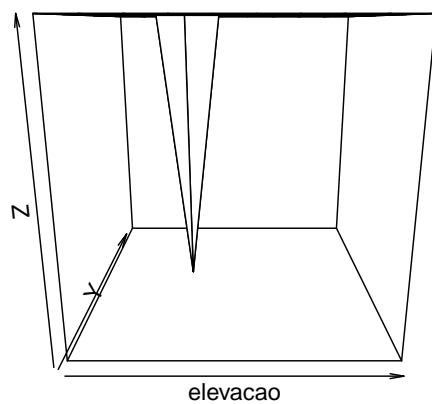
Mapa de contorno dos valores passando a matriz para a função *contour*

```
contour(elevacao)
```



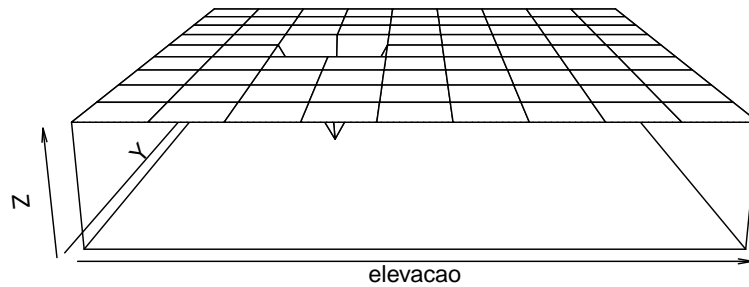
Criar um gráfico em perspectiva 3D com a função **persp**:

```
persp (elevacao)
```



Podemos consertar isso especificando nosso próprio valor para o parâmetro **expand**.

```
persp (elevacao, expand =0.2)
```



R inclui alguns conjuntos de dados de amostra. Um deles é o *volcanoum* mapa 3D de um vulcão adormecido da Nova Zelândia.

É simplesmente uma matriz de 87x61 com valores de elevação, mas mostra o poder das visualizações de matriz do R. Criar um mapa de calor:

```
contour(volcano)
```

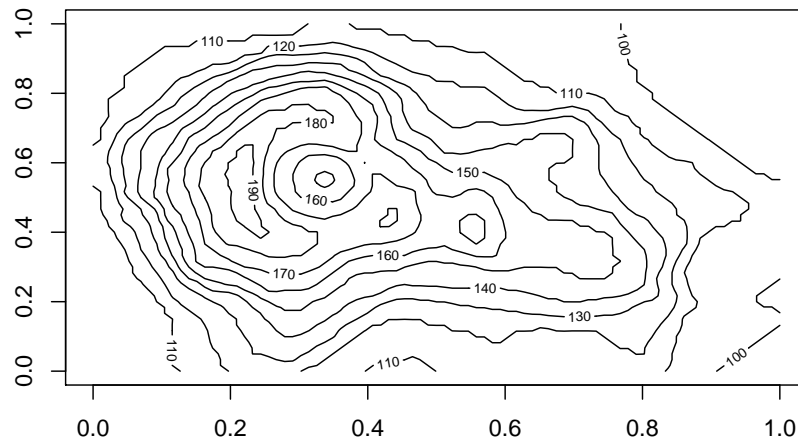
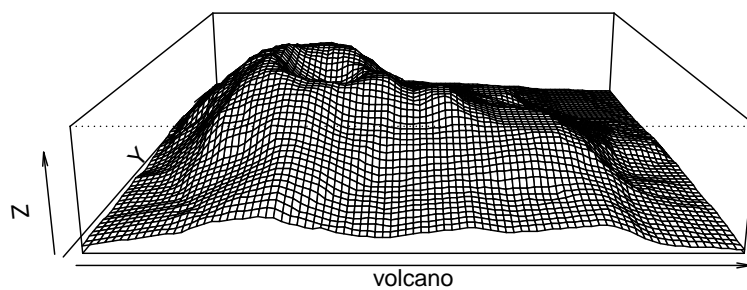


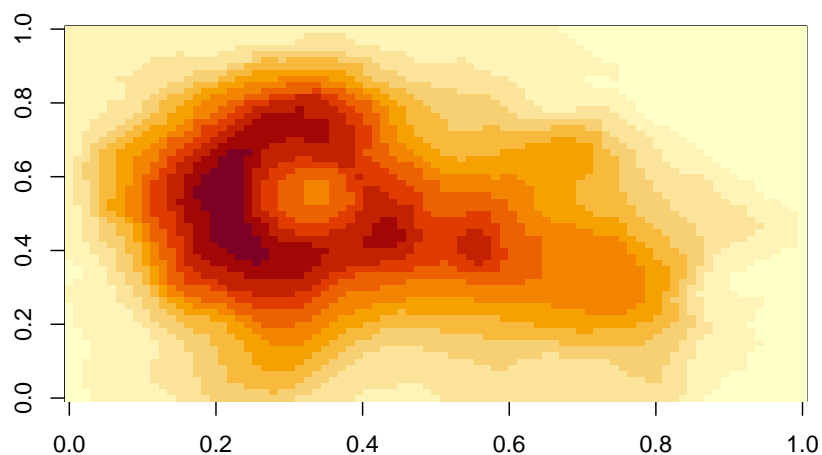
Gráfico em perspectiva:

```
persp(volcano, expand=0.2)
```



A função **image** criar um mapa de calor:

```
image(volcano)
```



3.2.4 Mais informações sobre construções de Matrizes

Há outros comandos que podem ser usados para construir matrizes como `cbind()` e `rbind()`. Esses comandos concatenam colunas ou linhas, respectivamente, na matriz (ou vetor).

```
a <- matrix(10:1,ncol=2) #construir uma matriz qualquer
a
```

```
##      [,1] [,2]
## [1,]  10   5
## [2,]   9   4
## [3,]   8   3
## [4,]   7   2
## [5,]   6   1
```

```
b <- cbind(a,1:5) #adicionar uma terceira coluna
b
```

```
##      [,1] [,2] [,3]
```



```
## [1,] 10 5 1
## [2,] 9 4 2
## [3,] 8 3 3
## [4,] 7 2 4
## [5,] 6 1 5
```

```
c<- rbind(b,c(28,28,28))
c
```

```
##      [,1] [,2] [,3]
## [1,] 10 5 1
## [2,] 9 4 2
## [3,] 8 3 3
## [4,] 7 2 4
## [5,] 6 1 5
## [6,] 28 28 28
```

Opcionalmente matrizes podem ter nomes associados às linhas e colunas (“row-names” e “colnames”). Cada um destes componentes da matrix é um vetor de nomes.

```
m1 <- matrix(1:12, ncol = 3)

dimnames(m1) <- list(c("L1", "L2", "L3", "L4"), c("C1", "C2", "C3"))
dimnames(m1)
```

```
## [[1]]
## [1] "L1" "L2" "L3" "L4"
##
## [[2]]
## [1] "C1" "C2" "C3"
```

Matrizes são muitas vezes utilizadas para armazenar frequências de cruzamentos entre variáveis. Desta forma é comum surgir a necessidade de obter os totais marginais, isto é a soma dos elementos das linhas e/ou colunas das matrizes, o que pode ser diretamente obtido com **margin.table()**.

```
margin.table(m1, margin = 1)
```

```
## L1 L2 L3 L4
## 15 18 21 24
```

```
margin.table(m1, margin = 2)
```

```
## C1 C2 C3
## 10 26 42
```

```
apply(m1, 2, median)
```

```
## C1 C2 C3
## 2.5 6.5 10.5
```

3.3 Fatores

Os fatores são vetores em que os elementos pertencem a uma ou mais categorias temáticas. Por exemplo: ao criar um vetor de indicadores de “tratamentos” em uma análise de experimentos devemos declarar este vetor como um “fator”. Pode criar um fator usando o comando **factor()**, ou o comando **gl**.

```
factor(rep(paste("T", 1:3, sep = ""), c(4, 4, 3)))
```

```
## [1] T1 T1 T1 T1 T2 T2 T2 T2 T3 T3 T3
## Levels: T1 T2 T3
```

```
peso <- c(134.8, 139.7, 147.6, 132.3, 161.7, 157.7, 150.3, 144.7,
          160.7, 172.7, 163.4, 161.3, 169.8, 168.2, 160.7, 161.0,
          165.7, 160.0, 158.2, 151.0, 171.8, 157.3, 150.4, 160.4,
          154.5, 160.4, 148.8, 154.0)
trat <- rep(seq(0,300,50), each=4) #?each
dados <- data.frame(peso, trat=as.factor(trat))
```

3.4 Array

O conceito de array generaliza a idéia de matrix. Enquanto em uma matrix os elementos são organizados em duas dimensões (linhas e colunas), em um array os elementos podem ser organizados em um número arbitrário de dimensões. No R um array é definido utilizando a **função array()**.

```
ar1 <- array(1:24, dim = c(3, 4, 2))
ar1
```

```
## , , 1
##
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]    1    4    7   10
## [2,]    2    5    8   11
## [3,]    3    6    9   12
##
## , , 2
##
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]   13   16   19   22
## [2,]   14   17   20   23
## [3,]   15   18   21   24
```

Veja agora um exemplo de dados já incluído no R no formato de array. Para “carregar” e visualizar os dados digite:

```
data(Titanic)
Titanic
```

```
## , , Age = Child, Survived = No
##
##      Sex
## Class Male Female
## 1st      0      0
## 2nd      0      0
## 3rd     35     17
## Crew      0      0
##
## , , Age = Adult, Survived = No
##
##      Sex
## Class Male Female
## 1st   118      4
## 2nd   154     13
## 3rd   387     89
## Crew  670      3
##
## , , Age = Child, Survived = Yes
##
##      Sex
## Class Male Female
## 1st      5      1
## 2nd     11     13
## 3rd     13     14
```

```
##   Crew    0    0
##
##   , , Age = Adult, Survived = Yes
##
##           Sex
## Class   Male Female
##   1st     57    140
##   2nd     14     80
##   3rd     75     76
##   Crew   192     20
```

Para obter maiores informações sobre estes dados digite: **help(Titanic)**

Agora vamos responder às seguintes perguntas, mostrando os comandos do R utilizados sobre o array de dados.

1. Quantas pessoas havia no total?

```
sum(Titanic)
```

```
## [1] 2201
```

2. Quantas pessoas havia na tripulação (crew)?

```
sum(Titanic[4, , , ])
```

```
## [1] 885
```

3. Quantas pessoas sobreviveram e quantas morreram?

```
apply(Titanic, 4, sum)
```

```
##   No  Yes
## 1490  711
```

4. Quais as proporções de sobreviventes entre homens e mulheres?

```
margin.table(Titanic, margin = 1)
```

```
## Class
##   1st  2nd  3rd Crew
##   325  285  706  885
```

```
margin.table(Titanic, margin = 2)
```

```
## Sex
##   Male Female
##   1731    470
```

```
margin.table(Titanic, margin = 3)
```

```
## Age
## Child Adult
##   109  2092
```

```
margin.table(Titanic, margin = 4)
```

```
## Survived
##   No  Yes
## 1490  711
```

Esta função admite ainda índices múltiplos que permitem outros resumos da tabela de dados. Por exemplo mostramos a seguir como obter o total de sobreviventes e não sobreviventes, separados por sexo e depois as porcentagens de sobreviventes para cada sexo.

```
margin.table(Titanic, margin = c(2, 4))
```

```
##           Survived
## Sex           No  Yes
##   Male    1364  367
##   Female   126  344
```

```
prop.table(margin.table(Titanic, margin = c(2, 4)), margin = 1)
```

```
##           Survived
## Sex           No      Yes
##   Male    0.7879838 0.2120162
##   Female  0.2680851 0.7319149
```

```
prop.table(margin.table(Titanic, margin = c(2, 1)), margin = 1)
```

```
##           Class
## Sex           1st      2nd      3rd      Crew
##   Male    0.10398614 0.10340843 0.29462738 0.49797805
##   Female  0.30851064 0.22553191 0.41702128 0.04893617
```

3.5 Data.frame

Os `datas.frames` são muito semelhantes às matrizes, pois têm linhas e colunas e, portanto, duas dimensões. Entretanto, diferentemente das matrizes, colunas diferentes podem armazenar elementos de tipos diferentes. Por exemplo, a primeira coluna pode ser numérica, enquanto a segunda, constituída de caracteres. Cada coluna precisa ter o mesmo tamanho. Criar o vetor `nomes`

```
nome <- c("Melissa José",  
          "Jennifer Linhares",  
          "Gedilene Ponciano",  
          "Edinar da Silva",  
          "Osmar Emidio",  
          "Jeeziel Vieira")
```

Criar vetor `idade`

```
idade <- c(17,18,16,15,15,18)
```

Criar vetor `sexo` (categoria=fator)

```
sexo <- factor(c("F","F","F","F","M","M"))
```

Criar vetor `altura`

```
alt <- c(180,170,160,150,140,168)
```

Reunir tudo em um `data.frame`

```
dados <- data.frame(nome, idade, sexo, alt)
```

Ver atributos da tabela

```
str(dados)
```

```
## 'data.frame':    6 obs. of  4 variables:  
## $ nome : Factor w/ 6 levels "Edinar da Silva",...: 5 4 2 1 6 3  
## $ idade: num  17 18 16 15 15 18  
## $ sexo : Factor w/ 2 levels "F","M": 1 1 1 1 2 2  
## $ alt : num  180 170 160 150 140 168
```

Adicionar nome as linhas com o comando `row.names()`

```
row.names(dados) <- c(1,2,3,4,5,6)
dados
```

```
##           nome idade sexo alt
## 1   Melissa José   17    F 180
## 2 Jennifer Linhares  18    F 170
## 3 Gedilene Ponciano  16    F 160
## 4   Edinar da Silva  15    F 150
## 5      Osmar Emidio  15    M 140
## 6   Jeeziel Vieira  18    M 168
```

```
names(dados) <- c("Nome", "Idade", "Sexo", "altura")
dados
```

```
##           Nome Idade Sexo altura
## 1   Melissa José   17    F   180
## 2 Jennifer Linhares  18    F   170
## 3 Gedilene Ponciano  16    F   160
## 4   Edinar da Silva  15    F   150
## 5      Osmar Emidio  15    M   140
## 6   Jeeziel Vieira  18    M   168
```

3.5.1 Índice dos Data.frames

Buscar elementos

```
dados[2,1] #elemento da linha 2, coluna 1
```

```
## [1] Jennifer Linhares
## 6 Levels: Edinar da Silva Gedilene Ponciano ... Osmar Emidio
```

```
dados[2,] #toda linha dois
```

```
##           Nome Idade Sexo altura
## 2 Jennifer Linhares  18    F   170
```

Repare que apesar de “Nomes” ter sido criado como vetor de caracterer o R passou a entender como um fator dentro do data.frame.

```
dados[,1]
```

```
## [1] Melissa José      Jennifer Linhares Gedilene Ponciano Edinar da Silva
## [5] Osmar Emidio        Jeeziel Vieira
## 6 Levels: Edinar da Silva Gedilene Ponciano ... Osmar Emidio
```

Transformar para caracterer

```
dados[,1] <- as.character(dados[,1])
dados[,1]
```

```
## [1] "Melissa José"      "Jennifer Linhares" "Gedilene Ponciano"
## [4] "Edinar da Silva"   "Osmar Emidio"      "Jeeziel Vieira"
```

Acessando aos dados

```
dados$Nome
```

```
## [1] "Melissa José"      "Jennifer Linhares" "Gedilene Ponciano"
## [4] "Edinar da Silva"   "Osmar Emidio"      "Jeeziel Vieira"
```

```
dados$Nome[3]
```

```
## [1] "Gedilene Ponciano"
```

```
dados$Nome [1:3]
```

```
## [1] "Melissa José"      "Jennifer Linhares" "Gedilene Ponciano"
```

```
str(dados)
```

```
## 'data.frame':    6 obs. of  4 variables:
## $ Nome : chr  "Melissa José" "Jennifer Linhares" "Gedilene Ponciano" "Edinar da S
## $ Idade : num  17 18 16 15 15 18
## $ Sexo : Factor w/ 2 levels "F","M": 1 1 1 1 2 2
## $ altura: num  180 170 160 150 140 168
```

3.5.2 Manipulando um Data.frame

Você pode manipular um data.frame add ou eliminando colunas ou linhas, assim como em matrizes. Podem-se usar os comandos `cbind()` e `rbind()` para adicionar colunas e linhas respectivamente, a um data.frame.


```
dados <- cbind (dados, #adicionar uma coluna
               Conceito=c("A","A","A","C","A","B"))
```

```
dados <- rbind (dados, #adicionar uma linha
               "7"= c("Caio Pinto", 21, "M", 172, "C"))
dados
```

##		Nome	Idade	Sexo	altura	Conceito
## 1		Melissa José	17	F	180	A
## 2		Jennifer Linhares	18	F	170	A
## 3		Gedilene Ponciano	16	F	160	A
## 4		Edinar da Silva	15	F	150	C
## 5		Osmar Emidio	15	M	140	A
## 6		Jeeziel Vieira	18	M	168	B
## 7		Caio Pinto	21	M	172	C

Assim como para vetores e matrizes voce pode selecionar um subgrupo de um data.frame e armazená-lo em um outro objeto ou utilizar índices como o sinal negativo para eliminar linhas ou colunas de um data.frame.

```
dados<- dados [1:6,] #selecionar linha de 1 a 6
dados<- dados [, -5] #excluir a quinta coluna
dados
```

##		Nome	Idade	Sexo	altura
## 1		Melissa José	17	F	180
## 2		Jennifer Linhares	18	F	170
## 3		Gedilene Ponciano	16	F	160
## 4		Edinar da Silva	15	F	150
## 5		Osmar Emidio	15	M	140
## 6		Jeeziel Vieira	18	M	168

```
dados[dados$Sexo=="F",] #exibir só masculinos
```

##		Nome	Idade	Sexo	altura
## 1		Melissa José	17	F	180
## 2		Jennifer Linhares	18	F	170
## 3		Gedilene Ponciano	16	F	160
## 4		Edinar da Silva	15	F	150

A ordenação das linhas de um **data.frame** segundo os dados contidos em determinadas colunas também é extremamente útil

```
dados [order(dados$altura),]
```

```
##              Nome Idade Sexo altura
## 5      Osmar Emidio   15    M   140
## 4    Edinar da Silva   15    F   150
## 3 Gedilene Ponciano   16    F   160
## 6      Jeeziel Vieira   18    M   168
## 2 Jennifer Linhares   18    F   170
## 1      Melissa José   17    F   180
```

```
dados [rev(order(dados$altura)),]
```

```
##              Nome Idade Sexo altura
## 1      Melissa José   17    F   180
## 2 Jennifer Linhares   18    F   170
## 6      Jeeziel Vieira   18    M   168
## 3 Gedilene Ponciano   16    F   160
## 4    Edinar da Silva   15    F   150
## 5      Osmar Emidio   15    M   140
```

3.5.3 Separando um data.frame por grupos

```
split (dados, sexo)
```

```
## $F
##              Nome Idade Sexo altura
## 1      Melissa José   17    F   180
## 2 Jennifer Linhares   18    F   170
## 3 Gedilene Ponciano   16    F   160
## 4    Edinar da Silva   15    F   150
##
## $M
##              Nome Idade Sexo altura
## 5      Osmar Emidio   15    M   140
## 6      Jeeziel Vieira   18    M   168
```

3.6 Lista

Lista são objetos muito úteis, pois são usados para combinar diferente estruturas de dados em um mesmo objeto, ou seja, vetores, matrizes, arrays, data.frames e ate mesmo outras listas.

```
pes <- list (idade=32, nome="Maria", notas=c(98,95,78), B=matrix(1:4,2,2))
pes
```

```
## $idade
## [1] 32
##
## $nome
## [1] "Maria"
##
## $notas
## [1] 98 95 78
##
## $B
##      [,1] [,2]
## [1,]    1    3
## [2,]    2    4
```

Listas são construídas com o comando **list** (). Quando você exibe um objeto que é uma lista, cada componente é mostrado com seu nome **\$** ou **[]**

3.6.1 Alguns comandos que retornam listas

Muitos comandos do R retornam seu resultado na forma de listas. Um exemplo pode ser mostrado com o uso do comando **t.test** (), que retorna um objeto que é uma lista.

```
x <- c(1,3,2,3,4)
y <- c(4,5,5,4,4)
tt <- t.test (x,y, var.equal=T)
tt

##
## Two Sample t-test
##
## data:  x and y
## t = -3.182, df = 8, p-value = 0.01296
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -3.1044729 -0.4955271
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##      2.6      4.4
```

Comprovar que é uma lista

```
is.list(tt)
```

```
## [1] TRUE
```

```
mode (tt)
```

```
## [1] "list"
```

Exibir o componentes da lista

```
names(tt)
```

```
## [1] "statistic" "parameter" "p.value" "conf.int" "estimate"  
## [6] "null.value" "stderr" "alternative" "method" "data.name"
```

```
tt$conf.int #intervalo de confianca
```

```
## [1] -3.1044729 -0.4955271  
## attr(,"conf.level")  
## [1] 0.95
```

3.7 Referência

MELO, M. P.; PETERNELI, L. A. **Conhecendo o R: Um visão mais que estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2013. 222p.

Prof. Paulo Justiniando Ribeiro ><http://www.leg.ufpr.br/~paulojus/><

Prof. Adriano Azevedo Filho ><http://rpubs.com/adriano/esalq2012inicial><

Prof. Fernando de Pol Mayer ><https://fernandomayer.github.io/ce083-2016-2/><

Site Interativo Datacamp ><https://www.datacamp.com/><

Chapter 4

Final Words

We have finished a nice book.