R

Estudo dirigido de linguagem R

Sergio Pedro R Oliveira

13 julho 2023

Table of Contents

# 1 OBJETIVO

Estudo dirigido de linguagem R.

# 2 CAP. 1 - INSTALAÇÃO DO **R** E **RSTUDIO**

* Download da linguagem R:  
  <https://www.r-project.org/>
* Download Rstudio IDE:  
  <https://posit.co/downloads/>

# 3 CAP. 2 - PACOTE BASE E FUNÇÕES ESTATÍSTICAS BÁSICAS

## 3.1 Operações matematicas basicas

Operações básicas do R

| Nome da operação | Operação | Resultado |
| --- | --- | --- |
| Adição | 5+4 | 9 |
| Subtração | 6-2 | 4 |
| Multiplicação | 7\*3 | 21 |
| Divisão | 45/9 | 5 |
| Potência | 2^2 | 4 |
| Raiz | sqrt(121) | 11 |
| Exponencial | exp(0) | 1 |
| Log na base e | log(1) | 0 |
| Log na base 10 | log10(1) | 0 |
| Log na base 2 | log2(4) | 2 |
| Log na base 3 ou qualquer outra | log(9,3) | 2 |

## 3.2 Vetor

* Para criar um vetor usamos a função *c*().
* Os argumentos são separados por virgula dentro do parênteses.
* strings devem estar entre aspas duplas.  
  Ex.: *c*(“um”,“sete”,“nove”)
* Vetores são compostos de elementos todos do mesmo tipo.
* Armazenando vetores em um objeto:  
  Ex.: *obj\_qualquer* <- *c*(1,2,3)

## 3.3 Tabela de dados (**data.frame**) e **matrizes**

### 3.3.1 **data.frame**

* Uma tabela onde cada coluna é um vetor.
* Como cada coluna é um vetor, cada coluna pode ser de um tipo diferente.  
  Ex.: nome\_data.frame <- data.frame(vetor\_1, vetor\_2)
* Acrescentando uma nova coluna ao data.frame.  
  Ex.: nome\_data.frame <- data.frame(nome\_data.frame, vetor\_3)
* Para visualizar um **data.frame** podemos usar a função **View**().  
  Ex.: View(nome\_data.frame)

### 3.3.2 **Matrizes**

* A diferença entre **matrizes** e **data.frames**, é que no caso das matrizes todas as colunas e linhas devem ser do mesmo tipo. Enquanto nos **data.frames** as colunas podem ser de tipos diferentes.
* Para adicionar uma coluna numa matriz, usamos a função cbind().  
  Ex.: nome\_matriz <- cbind(vetor\_1, vetor\_2, ...)
* Para adicionar uma linha numa matriz, usamos a função rbind().  
  Ex.: nome\_matriz <- rbind(vetor\_3, vetor\_4, ...)
* Quando inserimos dados (vetor) de naturezas diferentes (tipos) numa matriz, ela converte todos os dados para um único tipo. A principio *string* (*chr*).

## 3.4 Acessando valores em posições especificadas dos objetos - **vetor**, **matriz** e **data.frame**

### 3.4.1 Caso **vetor** e **matriz**

* Podemos acessar os valores do objeto tipo **vetor** e **matriz**, informando a posição entre colchetes [].
* Para os **vetores** precisamos apenas informa a posição. A contagem da posição começa a partir do 1.  
  Ex.:  
  vetor <- c(5,18,89)  
  vetor[1]
* Para as **matrizes**, é necessario informar a posição [*linha*, *coluna*]. A contagem da posição começa a partir do 1.  
  Ex.:Mc[1,2]
* Para acessar todos os valores de uma *linha* da **matriz**, podemos determinar a *linha* e deixar a *coluna* em branco.  
  Ex.: Mc[1,]
* Para acessar todos os valores de uma *coluna* da **matriz**, podemos determinar a *coluna* e deixar a *linha* em branco.  
  Ex.: Mc[,2]

### 3.4.2 Caso **data.frame**

* No caso do **data.frame** podemos acessar os valores das colunas informando, “nome do **data.frame**” “$” “nome da coluna”.  
  Sintaxe:  
  nome\_dataframe$nome\_coluna
* O **data.frame** também aceita as mesmas formas de acessar posições que as **matrizes**.

## 3.5 Visualizando dados

### 3.5.1 **View**() - visualização de dados

* Podemos visualizar dados de duas formas:  
  + Escrevendo o nome da variável  
    O valor dela será impressa na tela.
  + Atraves da função **View**()  
    Ao chamar a função View() e colocar dentro a variavel que queremos ver, será exibido uma nova janela com o valor da variável numa tabela.

### 3.5.2 **str**() - estrutura de objetos

* A função “**str**()” retorna a estrutura do objeto do argumento.
* Retorna diversos dados, entre eles:  
  + A classe do objeto.
  + Tamanho do objeto.
  + A lista, ou vertor, dos campos com o tipo e tamanho.
* Sintaxe:  
  str(argumento)

### 3.5.3 **summary**() - resumo de variáveis

* A função **summary**() retorna o resumo de variaveis.
* O retorno depende do argumento (se for um vetor, uma lista, um data.frame).
* O retorno para uma matriz ou **data**.**frame**, vai ser os metodos aplicados a cada campo/coluna.
* O retorno da função, no geral, retorna diversos metodos aplicados aos dados, tais como:  
  + valor mínimo
  + 1º quantil
  + valor da mediana
  + valor da media
  + 3º quantil
  + valor máximo
* Sintaxe:  
  summary(nome\_variavel)

### 3.5.4 **class**() - classe de objetos

* A função “**class**()” retorna a que classe do objeto do argemunto pertence.
* Basicamente diz se o objeto é numerico, string, vetor, lista, data.frame, matriz, …
* Sintaxe:  
  class(argumento)

## 3.6 Funções estatísticas básicas

| Função | Descrição |
| --- | --- |
| apply(D,i,f) | Retorna os valores resultantes da aplicação da função f ao objeto D, linhas i=1, ou colunas i=2. |
| c(valor1, valor2, valor3) | Concatena uma sequência de valores seja númerico ou de caracteres. Neste último caso os valores devem estar entre aspas. |
| cbind(x1, x2, …, xn) | Cria uma matriz com n colunas formada pelos vetores x1, x2, …, xn. |
| ceiling(x) | Retorna o menor inteiro maior ou igual ao valor x. |
| cor(x,y) | Calcula o coeficiente de correlação. |
| cumsum(x) | Retorna um vetor com valores acumulados em soma sobre os elementos de x. |
| cumprod(x) | Retorna um vetor com valores acumulados em produto sobre os elementos de x. |
| cummin(x) | Retorna um vetor com valores acumulados em mínimo sobre os elementos de x. |
| cummax(x) | Retorna um vetor com valores acumulados em máximo sobre os elementos de x. |
| data.frame(x1, x2, …, xn) | Cria um dataframe com os vatores x1, x2, …, xn. |
| det(M) | Calcula o determinante da matriz quadrada M. |
| dim(M) | Retorna as dimensões do objeto M. |
| diff(x) | Retorna um vetor com a diferença entre os valores de x. |
| eigen(M) | Retorna os autovalores e os autovetores da matriz quadrada M. |
| floor(x) | Retorna o maior inteiro menor ou igual a x. |
| identical(x,y) | Verifica se os vetores são idênticos. |
| intersect(x,y) | Realiza a interseção de dois conjuntos. |
| head(D) | Mostra o cabeçalho do objeto D. |
| length(x) | Calcula o comprimento do vetor x. |
| mean(x) | Calcula a média do vetor x. |
| median(x) | Calcula a mediana do vetor x. |
| min(x) | Calcula o mínimo de x. |
| max(x) | Calcula o máximo de x. |
| ncol(M) | Retorna o número de colunas da matriz M. |
| nrow(M) | Retorna o número de linhas da matriz M. |
| polyroot(x) | Encontra as raízes do polinômio de ordem n cujos coeficientes são representados no vetor x em ordem decrescente. |
| prod(x) | Multiplica os valores de x. |
| quantile(x,k) | Calcula o percentil de ordem dos valores de x. |
| Re(x) | Retorna a parte real de um vetor x. |
| rep(x,k) | Cria um vetor repetindo a sequência x k vezes. |
| round(x,k) | Arredonda o valor x com k casas decimais. |
| sd(x) | Calcula o desvio-padrão do vetor x. |
| seq(i,j,k) | Cria uma sequência de i ate j com tamanho de passo k. |
| setdiff(x,y) | Retorna um vetor contendo os elementos do conjunto diferença entre x e y. |
| setequal(x,y) | Verifica se os elementos dos vetores x e y são iguais, idenpendentemente da frequência em que aparecem no vetor. |
| solve(A,b) | Resolve Ax=b, retornando x. |
| sort(x) | Ordena os valores de vetor x em ordem crescente. |
| sort(x, decreasing = T) | Ordena os valores de x em ordem decrescente. |
| str(D) | Retorna a estrutura do objeto D. |
| sum(x) | Soma os valores de x. |
| union(x,y) | Retorna os elementos da união entre x e y. |
| var(x) | Calcula a variância do vetor x. |
| var(x,y) | Calcula a covariância entre x e y. |
| View(D) | Mostra o dataframe em janela separada. |

# 4 CAP. 3 - PRINCIPAIS PACOTES

## 4.1 Instalação de pacotes

* sintaxe de instalação:  
  **install.packages**(“*nome do pacote*”)
* sintaxe de variais instalações simultaneas:  
  **install.packages**(c(“*nome do pacote*”,“*nome do pacote*”,…), dependencies = **TRUE**)

## 4.2 Pacotes

1. Principais pacotes:

* **stringr**  
  Pacote para trabalhar com strings (texto).
* **Rmarkdown**  
  Produção de relatorios (html, pdf, doc, md).
* **knitr**  
  Interpretação e compilação do documento rmd.
* **data.table**  
  Exploração de data.frames.
* **janitor**  
  Limpeza de dados.
* **DescTools**  
  Analise descritiva de dados.
* **tidyverse**  
  conjunto de pacotes.  
  + **readr**  
    Importação e leitura de arquivos de dados.
  + **tibble**  
    estruturação de data.frame.
  + **dplyr**  
    Manipulação de data.frame.
  + **tidyr**  
    Organização de data.frame.
  + **ggplot2**  
    Visualização de dados, produção de gráficos.
  + **purr**  
    Manipulação de vetores e listas.
* **foreign**  
  Leitura e gravação de dados armazenados por algumas versões de “Epi Info”, “Octave”, “Minitab”, “S”, “SAS”, “SPSS”, “Stata”, “Systat”, “Weka” e para leitura e gravação de alguns “dBase” arquivos.
* **devtools**  
  Para instalar pacotes que não estejam no **CRAN**.

1. Pacotes auxiliares ao pacote **ggplot2**:

* **ggthemes**
* **grid**

## 4.3 Carregamento de pacotes

* Para poder utilizar o conjunto de funções de um determinado pacote, não basta apenas instalar o pacote, é preciso carrega-lo no script.
* As principais formas de carregar um pacote no script é través dos comandos *library*() e *require*().  
  **library**(*nome\_pacote*)  
  **require**(*nome\_pacote*)
* Outra possibilidade, é ao usar um função especificar a qual pacote ela pertence.  
  nome\_pacote::função.

## 4.4 Obter ajuda (informações) sobre pacotes

Duas formas de se conseguir informações sobre determinado pacote é através dos comandos:  
1. package?nome\_pacote  
2. help(package = "nome\_pacote")

# 5 SITES PARA USO REMOTO DO **R**

* Alguns sites que possibilitam utilizar o R básico, sem que seja necessário instala-lo no computador.
* Uma otima saída quando necessario utilizar em algum computador público (lan houses, hotéis, laboratórios, …)

1. <http://rstudio.cloud/>
2. <http://jupyter.org/try>
3. <http://www.tutorialspoint.com/execute_r_online.php>
4. <http://github.com/datacamp/datacamp_light>
5. <http://rdrr.io/snippets>
6. <http://www.jdoodle.com/execute-r-online>
7. <http://rextester.com/l/r_online_compiler>
8. <http://rnotebook.io>

# 6 CAP. 4 - **R MARKDOWN**

## 6.1 Preâmbulo

### 6.1.1 **Titulo**

*title*: “Titulo desejado”

### 6.1.2 **Autor**

* Para inserir um autor:  
  *author*: “Nome do autor”
* Para inserir varios autores:  
  *author*:  
  + autor\_1^[instituto]
  + autor\_2^[instituto]

### 6.1.3 **Data**

* O comando “*date*:”, adiciona uma data ao documento.
* Podemos adicionar uma data qualquer para o documento no formato “dd/mm/aaaa”.  
  *date*: “dd/mm/aaaa”
* Outra possibilidade é usar uma função dentro de um *chunk* “r Sys.Date()”, para adicionar a data atual do sistema (modelo inglês).  
  *date*: “r Sys.Date()”
* Outra opção é usar o a função dentro de um *chunk* “r format(Sys.time(), ‘%d %B %Y’)”. A data será gerada no modelo: 02 agosto 2004.  
  *date*: “r format(Sys.time(), ‘%d %B %Y’)”  
  Obs.: *chunk* deve ser colocado entre acentos graves.

### 6.1.4 **Tipo do Documento** (*output*)

* *output*: o tipo de saida, podem ser:  
  + Documentos:  
    - *pdf\_document*
    - *md\_document*
    - *html\_document*
    - *word\_document*
    - *odt\_document*
    - *rtf\_document*
  + Apresentação:  
    - *powerpoint\_presentation*
    - *ioslides\_presentation*
    - *beamer\_presentation*
  + mais:  
    - *flexdashboard::flex\_dashboard*
    - *github\_document*

### 6.1.5 **Sumário**

* Para inserir o sumário no documento, basta colocar o comando “*doc*: *yes*” indentado dentro do tipo de saída.
* O comando **number\_sections: true** adiciona numeração aos capítulos do sumário.

### 6.1.6 Formatação desejada

Para determinar a formatação desejada, basta salvar um arquivo com o nome *estilo*.*docx*, que contenha a formatação e referenciar o arquivo, indentado dentro do tipo de arquivo, através do comando “*reference\_docx*: caminho/…/estilo.docx”.

### 6.1.7 **Abstract**

*Abstract*: “Texto de abstract”.

### 6.1.8 **Bibliografia**

* Ter um arquivo \*.bib com as referencias.
* Adicionar o arquivo \*.bib no preâmbulo do **R Markdown**, atravês do comando:  
  *bibliograpy*: caminho/arquivo.bib
* Um arquivo \*.csl com o estilo da citação.  
  Este arquivo pode ser obtido no site:  
  <https://www.zotero.org/styles>  
  Pesquisar por: “abnt”  
  Opção: “Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - ABNT (Português - Brasil)”
* Adicionar o arquivo \*.csl no preâmbulo do R Markdown, através do comando:  
  *csl*: caminho/arquivo.csl
* É necessario criar um capítulo no final para as referências. A bibliografia vai ser alocada no final do documento, logo neste ultímo capítulo. A bibliografio é sempre inserida ao final do documento.
* Por fim, para aparecer as referencias elas precisam ser citadas no texto.  
  As principais formas de citar uma referência num texto de **R Markdown** é:  
  + Uma citação:  
    Exemplo do comando: [@ chave\_da\_referencia]  
    Exemplo de como fica no arquivo final: (Alcoforado, 2021).
  + Mais de uma citação ao mesmo tempo:  
    Exemplo do comando: [@ chave\_da\_referencia\_1, @ chave\_da\_referencia\_2]

## 6.2 *Chunks* (códigos embutidos)

### 6.2.1 Códigos embutidos no texto

* Podemos embutir códigos ao longo do texto.
* Para inserir um código que será rodado no meio do texto, usamos um sinais de crase para abrir, definimos a linguagem (normalmente r), o comando que desejamos e um sinal de crase para fechar o código.  
  Este é um código embutido
* Para rodar pequenos comandos no meio do texto códigos embutidos é uma ótima opção.
* Exemplo:  
  O resultado do comando 1:3 é criar uma sequencia com os valores 1:3. A soma destes valores é sum(1:3).  
  O resultado do comando 1:3 é criar uma sequencia com os valores 1, 2, 3. A soma destes valores é 6.

### 6.2.2 Chunk

* Códigos em R, ou em outras linguagens, podem ser inseriodos nos documentos através de *chunks*.
* *Chunks* são blocos de programação.
* A principal forma de inserir *chunks* é:
* Três sinais de acento grave (crases) para abrir o *chunk*.
* Na primeira linha, definir a linguagem do bloco de programação:  
  + **R**
  + **Python**
  + **Julia**
  + **C++**
  + **SQL**  
    …
* Para dar um nome ao *chunk*, após definir a linguagem de programação basta colocar o nome do *chunk*. Nomear o *chunk* facilita determinar sua função dentro do relatório/documento.
* Ainda na primeira linha, considerações sobre o bloco de programação (*chunk options*):  
  + *include*  
    Mostra (*true*), ou não (*false*), o código e os resultados no arquivo finalizado. O R Markdown ainda executa o código e o resultado dele ainda pode ser usado em outro bloco de programação.  
    *include* = *false* | *true*
  + *echo*  
    Impede (*false*), ou não (*true*), que o código apareça, não afeta o resultado.  
    *echo* = *false* | *true*
  + *results*  
    “*hide*” mostra o código e omite o resultado.  
    *results* = “*hide*”
  + *message*  
    Imprede (*false*), ou não (*true*),que mensagens geradas por código apareçam no arquivo finalizado.  
    *message* = *false* | *true*
  + *warning*  
    Imprede (*false*), ou não (*true*), que avisos gerados pelo código apareçam no final.  
    *warning* = *false* | *true*
  + *fig.cap*  
    Adiciona uma legenda aos resultados gráficos.  
    *fig*.*cap* = “…”
* Bloco de programação, escrito na linguagme definida.
* Três sinais de acento grave (crases) para fechar o *chunk*.
* Outras formas de inserir *chunks* é atraves do botão *Insert*, na área superior da tela do script, do **RStudio**.
* Observação:  
  *messagem* e *warning* igual a *false* é muito utilizado quando se carrega bibliotecas (**library**) no *chunk*, evita que as mensagens do carregamento apareçam.

### 6.2.3 Configurando imagens e tabelas dentro do *chunk*

* Os comandos de configuração de imagem no *chunk* são inseridos no cabeçalho do *chunk*.
* Principais comando de configuração de imagens com *chunk*:  
  + **fig.width** =  
    Largura da figura em cm na janela gráfica.
  + **fig.height** =  
    Altura da figura em cm na janela gráfica.
  + **fig.align** =  
    Alinha a figura no arquivo final (“left”, “right” ou “center”).
  + **fig.cap** = ” “  
    Texto para legenda.
  + **dpi** =  
    Valor referente a qualidade da imagem, padrão é 72.
  + **out.width ou out.height** =  
    Porcentagem do tamanho original da imagem.

### 6.2.4 Global *Chunk*

* Para definir as opções globais que se aplicam a cada parte do seu arquivo, chame knitr::opts\_chunk$set em uma parte do código.
* O **knitr** tratará cada opção que você passar para knitr::opts\_chunk$set como um padrão global que pode ser substituído em cabeçalhos de blocos individuais.

## 6.3 Titulos e subtitulos

* Ao utilizar o comando # e em seguencia um texo, geramos um titulo.  
  # Titulo
* A cada # que adicionamos, diminuimos uma camada de subtitulos.  
  ## Subtitulo

## 6.4 Pular linha

* Para que duas frases fiquem em linhas separadas, dê dois espaços entre elas.
* Os dois espaços funcionam também para deixar uma linha em branco.
* Outra forma é adicinal “\”, tem o mesmo efeito.

## 6.5 Listas

### 6.5.1 Listas numeradas

* Basta inserir o número seguido de ponto e espaço.  
  1. Tópico da lista numerada
* A ordem das principais camadas de lista numeradas são:  
  + Número  
    1. Primeira camada
  + Algarismos romanos  
    i) Segunda camada
  + Letra  
    A. Terceira camada
* Para inserir uma lista dentro de uma outra lista, é necessario indentar os tópicos.

### 6.5.2 Listas não numeradas

* Os principais simbolos (na ordem de utilização) da lista não númerada:  
  + Asterisco(\*)
  + Mais(+)
  + Traço(-)
* Para inserir uma lista dentro de uma outra lista, é necessario indentar os tópicos.

## 6.6 Notas de rodapé (clicáveis)

* Há duas opções para criar uma nota de rodapé:

1. Escrever ao final do texto [^1] e então (pode ser logo abaixo, ou depois) escrever a nota de rodapé:  
   “Essa informação não é um consenso [^1]”  
   [^1]: Esta é uma nota de rodapé.
2. Colocar a informação da nota de rodapé no meio do texto, e o R numerará automaticamente:  
   “Essa informação não é um consenso ^[Esta é uma nota de rodapé]”

* Observação:  
  A informação da nota de rodapé deve estar separado do texto por uma linha, no primeiro caso, ou contida na nota no link clicável, como no segundo caso.
* Exemplo:  
  O RMarkdown é uma ferramenta excelente para documentar seus códigos e apresentar os resultados. As muitas funcionalidades dele são descritas detalhadamente no livro R Markdown: The Definitive Guide [[1]](#footnote-73).

## 6.7 Inserir tabelas

### 6.7.1 Formato de tabela padrão

* A tabela mais simples é atraves do padrão:  
  + Primeira linha:  
    Cabeçalho das colunas, separado por barra vertical(|).
  + Segunda linha:  
    - Tracejados (pelo menos 3), para representar cada coluna, com dois pontos onde se espera que o texto esteja alinhado:
      * Dois pontos no inicio do tracejado para representar alinhamento do texo a esquerda.
      * Dois pontos no inicio e no fim do tracejado para representar alinhamento centralizado do texto.
      * Dois ponstos no final do tracejado para representar alinhamento do texto a direita.
    - Cada coluna separada por barra vertical.
  + Terceira linha em diante:  
    Cada dado de linha em uma linha, com os dados de cada coluna separado por barras verticais.

### 6.7.2 Criador de tabelas online para R Markdown

Site que ajuda a construir tabelas para **R Markdown**:  
<https://tablesgenerator.com/markdown_tables>

### 6.7.3 Tabelas provenientes de banco de dados

#### 6.7.3.1 Mostrar todos os dados

Dentro do *chunk* chamar a variável que contém um **dataframe**, para imprimir ela na tela.

#### 6.7.3.2 Mostrar apenas os primeiros dados

* Dentro do *chunk* chamar a variável que contém um **dataframe**, e usar a função **head**() que mostra as 5 primeiras linhas. Podemos adicionar o parâmetro de quantidade de linhas desejamos apresentar.
* Exemplo:  
  **head**(*var\_dataframe*, *n\_linha*)

#### 6.7.3.3 Bibliotecas para criação de Tabelas

##### 6.7.3.3.1 **kable**

* Dentro do *chunk*, podemos chamar a biblioteca **knitr**, e usar a função **kable**() onde podemos chamar como argumento a variável **dataframe** (e outras funções).
* A função **kable**(), apresenta uma tabela em formato mais profissional.
* Argumentos do **kable**:  
  + format  
    Tipos de formatos que a tabela pode ser representada.  
    knitr::kable(head(mtcars[, 1:4]), "pipe")  
    - pipe
    - simple
    - latex
    - html
    - rst
  + **col.names**  
    O nome das colunas.  
    Podemos usar o argumento **col.names** para substituir os nomes das colunas por um vetor de novos nomes.  
    knitr::kable(iris, col.names = c('We', 'Need', 'Five', 'Names', 'Here'))
  + **row.names**  
    Adiciona nome as linhas.
  + **align**  
    Para alterar o alinhamento das colunas da tabela.  
    Podemos usar um vetor contendo os valores consistindo dos caracteres **l** (esquerda), **c** (centro) e **r** (direita).  
    kable(..., align = c("l","c",...))  
    ou  
    knitr::kable(iris2, align = "lccrr")
  + **caption**  
    Adiciona uma legenda a tabela.  
    knitr::kable(iris2, caption = "An example table caption.")
  + **digits**  
    Define o número máximo de casas decimais.  
    knitr::kable(d, digits = 4)  
    knitr::kable(d, digits = c(5, 0, 2))
  + **format.args**  
    Define o formato me que os números serão apresentados.  
    - scientific  
      Se é no formato cientifico (**true** ou **false**).  
      knitr::kable(d, digits = 3, format.args = list(scientific = FALSE))
    - big.mark  
      Como será a separação para números grandes.  
      knitr::kable(d, digits = 3, format.args = list(big.mark = ",", scientific = FALSE))
  + **escape**  
    Ativa (**TRUE**) e desativa (**FALSE**) os caracteres especiais.  
    knitr::kable(d, format = "latex", escape = TRUE)
* Exemplo:

library(knitr)  
kable(head(var\_dataframe,10))



Exemplo Tabela kable

##### 6.7.3.3.2 kableExtra

* Para mais opções de formatação do knitr::kable, temos o pacote kableExtra.
* kableExtra é um pacote complementar ao knitr::kable, por conta disto, é necessário chamar a função kable (primeiramente), e concatenar as funções do pacote kableExtra pelo operador pipe %>%.

library(knitr)  
library(kableExtra)  
kable(iris) %>%  
 kable\_styling(latex\_options = "striped")

* Definir o tamanho da fonte:

kable(head(iris, 5), booktabs = TRUE) %>%  
 kable\_styling(font\_size = 8)

* Estilizar linhas e colunas especificas:  
  + Funções:  
    - **row\_spec**  
      Especifica a linha que vai ser estilizada.
    - **column\_spec**  
      Especifica a coluna que vai ser estilizada.
  + Estilizações:  
    - negrito (**bold**)
    - italico (**italic**)
    - fundo preto (**background**)
    - fonte branca (**color**)
    - sublinhado (**underline**)
    - espaçamento (**monospace**)
    - ângulo (**angle**)
  + kable(head(iris, 5), align = 'c', booktabs = TRUE) %>%  
    row\_spec(1, bold = TRUE, italic = TRUE) %>%   
    row\_spec(2:3, color = 'white', background = 'black') %>%  
    row\_spec(4, underline = TRUE, monospace = TRUE) %>%   
    row\_spec(5, angle = 45) %>%   
    column\_spec(5, strikeout = TRUE)
* Alterar o tamanho da tabela, preenche todo espaço disponível (**full\_width**).

kable(head(dados, 10), col.names = c("Gênero", "Álcool", "Memória", "Latência")) %>%  
 kable\_styling(full\_width = FALSE)

* **bootstap\_options**  
  + Cores alternadas entre linhas (**bootstap\_options** = c(“striped”)).
* kable(head(dados, 10), col.names = c("Gênero", "Álcool", "Memória", "Latência")) %>%  
   kable\_styling(full\_width = F, bootstrap\_options = c("striped"))
  + Deixando a tabela mais condensada/junta (**bootstap\_options** = c(“striped”, “condensed”)).
* kable(head(dados, 10), col.names = c("Gênero", "Álcool", "Memória", "Latência")) %>%  
   kable\_styling(full\_width = F, bootstrap\_options = c("striped", "condensed"))
* Agrupar linhas e colunas.  
  Podemos agrupar conjunto de linhas, ou colunas, e dar um cobeçalho para elas.  
  + Agrupar colunas:  
    Através da função add\_header\_above podemos dar nome aos agrupamentos e definir o número de colunas agrupadas.
* iris2 <- iris[1:5, c(1, 3, 2, 4, 5)]  
  names(iris2) <- gsub('[.].+', '', names(iris2))  
  kable(iris2, booktabs = TRUE) %>%  
   add\_header\_above(c("Length" = 2, "Width" = 2, " " = 1)) %>%   
   add\_header\_above(c("Measurements" = 4, "More attributes" = 1))
  + Agrupar linhas:  
    Através da função pack\_rows e do argumento index podemos dar nome aos agrupamentos e definir o número de linhas agrupadas.
* iris3 <- iris[c(1:2, 51:54, 101:103), ]  
  kable(iris3[, 1:4], booktabs = TRUE) %>%   
   pack\_rows(index = c("setosa" = 2, "versicolor" = 4, "virginica" = 3))

##### 6.7.3.3.3 **xtable**

* A biblioteca **xtable** converte um objeto R em um objeto **xtable**, que pode ser expresso como uma tabela **LaTeX** ou **HTML**.
* Dentro do *chunk*, podemos chamar a biblioteca **xtable**, e usar a função **xtable**(), que recebe como argumentos a variável **dataframe** (e outras funções) e o *tipo* da saída para a tabela (**LaTeX** ou **HTML**).  
  library(xtable)  
  xtable(dataframe, type = "latex")

library(xtable)  
  
coluna1 <- c(1,2,3,4,5,6)  
coluna2<- c("a","b","c","d","e","f")  
tab <- data.frame(coluna1,coluna2)  
  
xtable(tab,type = "latex")  
xtable(tab,type = "html")

##### 6.7.3.3.4 **pander**

* O principal objetivo do pacote **pander** R é oferecer uma ferramenta de fácil renderização de objetos R no markdown do Pandoc.
* Um dos recursos mais populares do **pander** é pandoc.table, renderizando a maioria dos objetos R tabulares em tabelas de remarcação com várias opções de configuração:  
  + *Style* (**Estilo**)  
    - “*simple*”  
      style = "simple"
    - “*grid*”  
      style = "grid"
    - “*markdown*”  
      style = "markdown"
  + *Caption* (**Legenda**)  
    caption = "Legenda"
  + *Highlighting cells* (**Celulas destacadas**)  
    Comandos para destacar linhas, colunas e celulas.  
    As celulas pode estar em negrito e italico ao mesmo tempo.  
    - Italics (*italico*):  
      emphasize.italics.rows(1)  
      emphasize.italics.cols(2)  
      emphasize.italics.cells(which(t > 20, arr.ind = TRUE))
    - strong (**negrito**):  
      emphasize.strong.rows(1)  
      emphasize.strong.cols(1)  
      emphasize.strong.cells(which(t > 20, arr.ind = TRUE))
    - verbatim (estilo literal):  
      emphasize.verbatim.rows(1)  
      emphasize.verbatim.cols(2)  
      emphasize.verbatim.cells(which(t > 20, arr.ind = TRUE))  
      Exemplo:  
      emphasize.italics.cols(1)  
      emphasize.italics.rows(1)  
      emphasize.strong.cells(which(t > 20, arr.ind = TRUE))  
      pandoc.table(t)
  + *Justify* (**Alinhamento da celula**)  
    - Opções de alinhamento de celula:  
      * “*right*”
      * “*left*”
      * “*center*”
    - Formas de alinhamento de celula:  
      * Alinhando tudo de uma vez:  
        justify = "right"
      * Alinhando cada coluna separadamente:  
        justify = c("right","center","left")
  + *Table and Cell width* (**Largura**)  
    - split.table (**Largura tabela**) A largura máxima da tabela são 80 caracteres, caso ultrapasse esse tamanho, a tabela será quebrada e a parte excendente será inserida abaixo, como uma continuação. Para desligar essa opção e aumentar o tamanho da tabela, basta adicionar a opção *Inf*.  
      split.table = Inf
    - split.cell (**Largura celula**) O tamanho máximo da celula são 30 caracteres, caso ultrapasse esse tamanho, o texto será quebrado e adicionado a baixo, ainda na celula.  
      Para ajustar o tamanho da celula (definir o número de caracteres) existem três opções:  
      * Todas de uma vez.  
        split.cell = 40
      * Coluna por coluna.  
        split.cell = c(40,20,5)
      * Em termos de porcentagem.  
        split.cell = "40%"  
        split.cell = c("80%","20%","40%")
* Exemplo:  
  library(pander)  
  pandoc.table(dataframe, justify = "center", caption = "Exemplo de tabela")

#### 6.7.3.4 Tabela para paginas web

* Dentro do *chunk*, podemos chamar a biblioteca **rmarkdown**, e usar a função **paged\_table**(), onde podemos chamar como argumento a variável **dataframe**.
* Esse tipo de tabela é ideal para aplicações *web*.
* Separa os dados por páginas, de maneira dinâmica e com interação do usuário.
* Mostra dez linhas por página.
* Exemplo:  
  **library**(**rmarkdown**)  
  **paged\_table**(*var\_dataframe*)



Exemplo tabela paged\_table

## 6.8 Hiperlinks e imagens

### 6.8.1 Hiperlinks

* Sintaxe:  
  [Nome do Link](Endereço do Link)
* Exemplo:  
  [Canal do YouTube](https://www.youtube.com/)

### 6.8.2 Imagens

* Existem duas formas de pegar uma imagem são elas:  
  + Pegar a imagem de um endereço da web (igual a hiperlink).  
    ![Legenda](https://miro.medium.com/max/600/1\*sCJzUnDilAuvGrlllJeXKw.jpeg)
  + Pegar a imagem de uma pasta no computador (adicionar caminho ate a imagem).  
    ![Legenda](Cap4-R\_markdown/RMarkdown.png)
* Sintaxe:  
  ![Legenda](Endereço da Imagem)
* Exemplo:



Logo do R Markdown

## 6.9 Fórmulas LaTeX

### 6.9.1 Equações

* As equações no **R Markdown** são escritas com a linguagem **LaTeX**.
* Para que a equação apareça no meio do texto, devemos escrevê-la entre dois cifrões: $equação$
* Para que a equação apareça no formato destacado (display), deve ser colocada entre quatro cifrões:  
  $$equação$$

### 6.9.2 Superescrito e subscritos

* Superescrito $a^2$ =
* Subscrito $a\_2$ =
* Agrupado $a^{2+2}$ =
* Subscrito dois índices $a\_{i,j}$ =
* Combinando super e subscrito $a\_2^3$ =
* Derivadas $x'$ =

### 6.9.3 Sublinhados, sobrelinhas e vetores

| Fórmula | Símbolo |
| --- | --- |
| $\hat a$ |  |
| $\bar b$ |  |
| $\overrightarrow{a b}$ |  |
| $\overleftarrow{c d}$ |  |
| $\widehat{d e f}$ |  |
| $\overline{g h i}$ |  |
| $\underline{j k l}$ |  |

### 6.9.4 Frações, matrizes e chavetas

* Fração:  
  $\frac{1}{2}$ =
* pmatrix:

$\begin{pmatrix}  
x & y \\  
z & v \\  
\end{pmatrix}$

* bmatrix:

$\begin{bmatrix}  
0 & \cdots & 0 \\  
\vdots & \ddots & \vdots \\  
0 & \cdots & 0 \\  
\end{bmatrix}$

* Bmatrix:

$\begin{Bmatrix}  
x & y \\  
z & v \\  
\end{Bmatrix}$

* vmatrix:

$\begin{vmatrix}  
x & y \\  
z & v \\  
\end{vmatrix}$

* Vmatrix:

$\begin{Vmatrix}  
x & y \\  
z & v \\  
\end{Vmatrix}$

* matrix:

$\begin{matrix}  
x & y \\  
z & v \\  
\end{matrix}$

### 6.9.5 Expressões

* Combinação  
  ${n \choose k}$ =
* Função piso  
  $\lfloor x \rfloor$ =
* Função teto  
  $\lceil x \rceil$ =
* Sobrechaves  
  $\begin{matrix} 5050 \\ \overbrace{ 1+2+\cdots+100 } \end{matrix}$ =
* Sobchaves  
  $\begin{matrix} \underbrace{ 1+2+\cdots+100 } \\ 5050 \end{matrix}$ =
* Função por partes  
  $f(n) = \Bigg \{ \begin{matrix} n/2, & \mbox{se }n\mbox{ é par} \\ 3n+1, & \mbox{se }n\mbox{ é impar} \end{matrix}$ =
* Limites  
  $\lim\_{n \to \infty}x\_n$ =
* Integral  
  $\int\_{-N}^{N} e^x\, dx$ =
* Integral Linear  
  $\oint\_{C}x^3 \, dx + 4y^2 \, dy$ =
* Integral Múltipla  
  $\iiint\_V \mu(u,v,w) \, du \, dv \, dw$ =
* Somatório  
  $\sum\_{k=1}^{N} k^2$ =
* Somatório com dois índices  
  $\sum\_{\overset{0<i<m}{0<j<n}}k\_{i,j}$ =
* Produtório  
  $\prod\_{i=1}^{N}x\_{i}$ =
* Raiz n-ésima  
  $f(x)\approx\sqrt[n]{x}$ =

### 6.9.6 Sinais e setas

* Principais sinais e setas:

| Fórmula | Símbolo |
| --- | --- |
| $\sim$ |  |
| $\simeq$ |  |
| $\cong$ |  |
| $\le$ |  |
| $\ge$ |  |
| $\equiv$ |  |
| $\approx$ |  |
| $\ne$ |  |
| $\leftarrow$ |  |
| $\rightarrow$ |  |
| $\leftrightarrow$ |  |
| $\longleftarrow$ |  |
| $\longrightarrow$ |  |
| $\mapsto$ |  |
| $\longmapsto$ |  |
| $\nearrow$ |  |
| $\searrow$ |  |
| $\swarrow$ |  |
| $\nwarrow$ |  |
| $\uparrow$ |  |
| $\downarrow$ |  |
| $\updownarrow$ |  |

* Guia de fórmulas:  
  <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ajuda:Guia_de_edição/Fórmulas_TeX>

## 6.10 Letras gregas

* Expressões matemáticas, ou letras gregas, devem vir entre símbolos de $.

| Fórmula | Símbolo |
| --- | --- |
| $\alpha$ |  |
| $\beta$ |  |
| $\gamma$ |  |
| $delta$ |  |
| $\epsilon$ |  |
| $\varepsilon$ |  |
| $\zeta$ |  |
| $\eta$ |  |
| $\theta$ |  |
| $\vartheta$ |  |
| $\iota$ |  |
| $\kappa$ |  |
| $\lambda$ |  |
| $\mu$ |  |
| $\nu$ |  |
| $\xi$ |  |
| $\pi$ |  |
| $\varpi$ |  |
| $\rho$ |  |
| $\varrho$ |  |
| $\sigma$ |  |
| $\varsigma$ |  |
| $\tau$ |  |
| $\upsilon$ |  |
| $\phi$ |  |
| $\varphi$ |  |
| $\chi$ |  |
| $\psi$ |  |
| $\omega$ |  |

* Para letra maiúscula, inicie a letra na fórmula com letra maiúscula.  
   = $\delta$  
   = $\Delta$

## 6.11 Formatação (Fontes)

* Para deixar uma palavra em **negrito**, coloque-a entre quatro asteriscos: \*\*negrito\*\*.
* Para deixar uma palavra em *itálico*, coloque-a entre dois asteriscos: \*itálico\*.
* Para deixar uma palavra em ~~tachado~~, coloque-a entre dois til: ~~tachado~~.
* Para deixar caracteres sobrescritos, coloque-os entre acentos circunflexos: ^1^.
* Para deixar caracteres subscritos, coloque-os entre til: ~1~.
* Outra forma de escrever subscritos (forma *LaTeX*), colocar no formato subscrito equação do *LaTeX*: subscrito$\_{2}$.
* Para destacar um termo como código, coloque-o entre crases (backticks): `código`.
* Para criar uma citação (quote), escreva o texto após um sinal de maior: > Citação.

## 6.12 Abas

* Aplica a um #titulo um comando ({.tabset}) que transforma em abas os ##subtitulo com os graficos e tabelas contidos neles.
* Muito útil para relatórios dinâmicos (**html**).
* Exemplo:  
  # titulo {.tabset}

# 7 CAP. 5 - PACOTES DO TIDYVERSE E IDENTIFICANDO/MUDANDO TIPOS DE VARIÁVEIS

## 7.1 Identificando/mudando tipos de variáveis

1. Principais tipos de variáveis:

Principais tipos de dados

| Tipo | Descrição |
| --- | --- |
| numeric | Pode ser tanto inteiro (int, ou integer) quanto float (dbl). |
| character | São caracteres (chr). |
| factor | São variáveis do tipo fator. |
| logical | Variáveis do tipo lógico: TRUE ou FALSE. |
| complex | No formato de números complexo: 4 + 5i. |

1. Identificando o tipo da variável:  
   Uso do **is**.

is.numeric(variavel)  
[TRUE]

1. Mudando o tipo da variável:  
   Uso do **as**.  
   as.caracter(variavel)
2. Observações:  
   * Não é possivel transformar uma variavel do tipo caracter(character) direto para tipo número (numeric), é preciso transformar de caracter (character) para fator (factor) e de fator (factor) para número (numeric).
   * is.character(varaivel)  
     [TRUE]  
     as.factor(variavel)  
     as.numeric(variavel)
   * O contrário, transformar de numero (numeric) para caracter (character) é possivel.
   * is.numeric(variavel)  
     [TRUE]  
     as.character(variavel)

## 7.2 Pacotes do Tidyverse

* **readr**  
  Leitura de dados.
* **tibble**  
  Tipo de data.frame.
* **magrittr**  
  Operador pipe %>%, concatena linhas de comando.
* **dplyr**  
  Manipulação de dados.
* **tidyr**  
  Organização de dados.
* **ggplot2**  
  Elaboração de gráficos.

## 7.3 Leitura de dados (readr)

* Os principais formatos de importação de dados são:  
  + *csv*
  + *xls*
  + *xlsx*
  + *sav*
  + *dta*
  + *por*
  + *sas*
  + *stata*
* Entre os princiais formatos de importação de dados o mais usado é o *csv*.

### 7.3.1 Importação de dados via **RStudio**

* No “**Environment**” tem a opção “**Import Dataset**”, que pode ser usada para importação de dados “*.csv*”.  
  “**Environment**” > “**Import Dataset**” > “**From Text (Readr)**”
* Dentro de “**Import Text Data**”:  
  + **File/URL**  
    O caminho ate o arquivo “.csv”.
  + **Data Preview**  
    Mostra uma prévia de como os dados serão lidos (ficarão organizados no **R**). Se não estiver vizualizando, aperte o botão **update**.
  + **Import Options**  
    São as configurações que podem ser modificadas para garantir a integridade da importação dos dados.  
    Definindo, por exemplo, se o que serpara casas decimais nos dados é virgula ou ponto.
  + **Code Preview**  
    Apresenta o código que esta sento construido pela automatização da janela. Este código pode ser copiado e executado fora da janela.
  + **Import**  
    Botão para concluir a operação da importação dos dados.

### 7.3.2 Importação de dados via biblioteca **readr**

* As principais funções de importação de arquivo *.csv* são:  
  + read.csv  
    É uma função basica do **R**, não precisa chamar nenhuma biblioteca. Usa o separador de campos virgula.
  + read.csv2  
    É uma função basica do **R**, não precisa chamar nenhuma biblioteca. Usa o separador de campos ponto e virgula.
  + readr::read\_csv  
    É uma função do pacote **readr**, por isso o uso de “readr::” para chamar a função. Usa o separador de campos virgula.
  + readr::read\_csv2  
    É uma função do pacote **readr**, por isso o uso de “readr::” para chamar a função. Usa o separador de campos ponto e virgula.
  + readr::read\_tsv  
    É uma função do pacote **readr**, por isso o uso de “readr::” para chamar a função. Usa o separador de campos tabulação.
  + readr::read\_delim  
    É uma função do pacote **readr**, por isso o uso de “readr::” para chamar a função. Usa o separador de campos generico, deve ser especificado pelo parâmetro delim =.
* Principais parâmetros, das funções de importação, do pacote readr:  
  + file =  
    Define o caminho (ou **URL**), que deve ser pecorrido, e o arquivo, no formato .csv, a ser importado. Deve estar entre aspas.  
    Exemplo: file = "Caminho/arquivo.csv"
  + col\_names =  
    Indica se a primeira linha contém, ou não, o nome das colunas. Também pode ser usado para renomear colunas.  
    Se a primeira linha contém o nome das colunas = **TRUE**.  
    Para nomear, ou renomear, colunas podemos usar um vetor contendo os nomes.  
    Exemplo:  
    col\_names = TRUE  
    col\_names = c("coluna\_1", "coluna\_2", ...)
  + col\_types =  
    Caso alguma coluna tenha sido importada com a classe errada, podemos usar esse parâmetro para mudar e especificar o tipo de cada coluna.  
    Podemos especificar através de uma lista contendo as classes de cada coluna, ou uma cadeia de caracteres com caracteres simbolicos para cada classe de cada coluna.  
    Outra possibilidade é mudar as classes através de funções de mudança de classe, usando a função cols(), onde .default = indica a classe default de importação, para casos não especificados, e caso precisarmos identificar uma coluna em especifico nome\_da\_coluna =.  
    - Caracteres simbólicos:  
      * c = character
      * i = integer
      * n = number
      * d = double
      * l = logical
      * f = factor
      * D = date
      * T = date time
      * t = time
      * ? = guess
      * \_or- = skip
    - Funções de mudança de classe:  
      * col\_character()
      * col\_date()
      * col\_time()
      * col\_datetime()
      * col\_double()
      * col\_factor()
      * col\_integer()
      * col\_logical()
      * col\_number()
      * col\_skip()
    - Exemplos:  
      col\_types = "iccD"  
      col\_types = cols(.default = "i", xxx = "c")  
      col\_types = cols(.default = col\_integer(), xxx = col\_character())
  + skip =  
    Pula linhas do começo do arquivo antes de iniciar a importação. Utíl quando tem algum texto explicativo na primeira linha do arquivo.  
    Exemplos:  
    skip = 0  
    skip = 1
  + na =  
    Indica quais *strings* deverão ser tratas como **NA** na hora da importação.  
    Exemplo: na = c("","NA")
  + delim =  
    No caso da função read\_delim, podemos definir através deste parâmetro o tipo de delimitador de campos usado no arquivo. O caractere usado como delimitador de campo deve estar entre aspas.  
    Exemplo: delim = ","
* Sintaxe:

library(readr)  
dt <- read\_csv2(file = "~/caminho/arquivo.csv",  
 col\_names = TRUE,  
 col\_types = "iccD",  
 na = c("","NA"),  
 skip = 0)

* Observação:  
  Por padrão *csv* usa separação por virgula, porém no brasil como a virgula é usado para separação de casas decimais, o padrão *csv* brasileiro o separador de campo é o ponto e virgula, sendo assim, para importar dados em formato *csv* no brasil a melhor escolha é o pacote readr::read\_csv2.

### 7.3.3 Sincronização com banco de dados

* Drives **ODBC** é um conector com banco de dados.  
  + instalando **ODBC** no linux/Ubuntu:  
    sudo apt-get install unixodbc unixodbc-dev --install-suggests
  + Instalação de cada ODBC separadamente:  
    - SQL Server ODBC Drivers (Free TDS)  
      sudo apt-get install tdsodbc
    - PostgreSQL ODBC ODBC Drivers  
      sudo apt-get install odbc-postgresql
    - MySQL ODBC Drivers  
      sudo apt-get install libmyodbc
    - SQLite ODBC Drivers  
      sudo apt-get install libsqliteodbc
  + É necessário configurar dois arquivos odbcinst.ini e odbc.ini.  
    - odbcinst.ini
  + [PostgreSQL Driver]  
    Driver = caminho/psqlodbcw.so  
    [SQLite Driver]  
    Driver = caminho/libsqlite3odbc.dylib
    - odbc.ini
  + [PostgreSQL]  
    Driver = PostgreSQL Driver  
    Database = test\_db  
    Servername = localhost  
    UserName = postgres  
    Password = password  
    Port = 5432  
      
    [SQLite]  
    Driver = SQLite Driver  
    Database =/tmp/testing
* O pacote **DBI** ajuda a conectar o **R** aos sistemas de gerenciamento de banco de dados (DBMS).
* Conectando com banco de dados **Postgres**:

con <- DBI::dbConnect(odbc::odbc(),  
 Driver = "PostgreSQL Driver",  
 Server = "localhost",  
 Database = "name\_database",  
 UID = rstudioapi::askForPassword("Database user"),  
 PWD = rstudioapi::askForPassword("Database password"),  
 Port = 5432)

* Referência:  
  <http://db.rstudio.com/>

## 7.4 **tibble**

### 7.4.1 Visualização de tabelas tipo **tibble**

* *tibble* é um tipo especial de tabela equivalente ao *data.frame*, porem mais compacta e com mais informações.
* O *tibble* exibe informações sobre os tipos de cada variável:  
  + *factor*(**fct**)
  + *character*(**chr**)
  + *integer*(**int**)
  + *double*(**dbl**)
* Visualização da tabela:
* O *tibble* também omite linhas quando a tabela é muito numerosa, para melhor visualização.
* O *tibble* por **default** exibira ate 10 linhas.

library(tibble)  
dt <- tibble(dados)  
dt

* Caso necessite ver mais linhas basta especificar.  
  print(dt, n=15)

### 7.4.2 Criação de tabela tipo **tibble**

* Primeiramente é necessario chamar a biblioteca **tibble**  
  library(tibble)
* De forma semelhante ao **data.frame**, podemos criar tabelas do tipo **tibble**.  
  x = tibble(coluna1 = c(...), coluna2 = c(...), ...)

### 7.4.3 Funções **tibble**

* as\_tibble()  
  + Transforma um **data.frame** em tipo **tibble**, através da função **as\_tibble()**.  
    x <- as\_tibble(x)
* is\_tibble()  
  + Verifica se uma tabela é tipo **tibble**, através da função **is\_tibble()**. Retorna **TRUE** (se verdadeiro), ou **FALSE** (se falso).  
    is\_tibble(x)
* add\_column()  
  + Adiciona novas colunas.
* dados1 %>%   
  add\_column(nome = valor)
  + Também é possivel definir a posição onde a nova coluna vai se encaixar, indicando a posição (.before = 1 ou .after = 1).
* dados1 %>%   
  add\_column(nome = valor, .before = 1)
* add\_row()  
  + Adiciona novas linhas.
  + Também é possivel definir a posição da nova linha através dos comandos .before ou .after.
  + É necessário adicionar as informações e referenciar as colunas.
* dados1 %>%   
  add\_row(cupom = 100, filial = "A",  
  valor\_compra = 10, n\_itens = 1,  
  desconto\_perc = 0, quinzena = 1,  
  .before = 1)

## 7.5 Operador **pipe**

* Esta contido do pacote magrittr.
* Funciona como uma função composta, tornando a leitura das linhas de comando mais lógica e natural.
* Trata-se de um operador cuja notação é %>%. Com ele podemos encadear (concatenar) linhas de comandos na ordem de execução.
* Atalho no teclado ctrl+shift+M.
* Exemplo:

library(magrittr)  
library(dplyr)  
  
dados1 %>%   
select(filial,quinzena) %>%  
filter(quinzena == 1)

## 7.6 Manipulando dados com o **dplyr**

### 7.6.1 munipulação de dados:

* select()  
  + Seleciona e retorna as colunas selecionadas da tabela.
  + Retorna as colunas selecionadas no formato tabela.
  + Pode retornar mais de uma coluna.
  + Exemplo:
* library(dplyr)  
  library(magrittr)  
  dados1 %>%   
  select(filial,quinzena,valor\_compra)
* pull()  
  + Extrai uma coluna de uma tabela de dados e retorna ela como vetor.
  + A coluna identificada para extração pode ser tanto pelo nome, quanto pela posição.
  + Retorna apenas uma coluna, no formato vetor.
  + Exemplo:
* library(dplyr)  
  library(magrittr)  
  vetor <- dados1 %>%   
  pull(filial)
* ou,  
  pull(2)  
  ou,  
  pull(-5)
* filter()  
  + Filtra linhas.
  + Exemplo:
* library(dplyr)  
  library(magrittr)  
  dados1 %>%   
  filter(filial == "A")
  + Pricipais operadores lógicos:

Tabela dos principais operadores lógicos usados na função filter.

| Operador lógico | Descrição |
| --- | --- |
| == | Igualdade |
| != | Diferença |
| > | Maior que |
| < | Menor que |
| >= | Maior ou igual que |
| <= | Menor ou igual que |
| & | E |
| | | OU |
| ! | Negação |

* distinct()  
  + Remove linhas com valores repetidos de determinadas colunas.
  + Podemos extrair todas as linhas distintas , do banco de dados, pelo comando distinct(), apenas não especificando as colunas.
  + Exemplo:
* library(dplyr)  
  library(magrittr)  
  dados1 %>%   
  distinct(filial)
* ou,  
  distinct(filial, quinzena, desconto\_perc)  
  ou,  
  distinct()
* arrange()  
  + Reordena em determinadas colunas as linhas.
  + Pode reordenar mais de uma coluna por vez.  
    arrange(coluna\_1,coluna\_2,...)  
    ou
* arrange(coluna\_1) %>%   
  arrange(coluna\_2)
  + A ordem das colunas na função determina a prioridade na ordenação.
  + Por **default** reordena as linhas em ordem crescente.
  + Podemos também reordenar as linhas em ordem decrescente:  
    - arrange(-nome\_coluna)  
      Colocando um sinal de negativo na frente da coluna é informar ordenar em decrescente.
    - arrange(desc(nome\_coluna))  
      Usando a função desc().
  + Exemplo:
* library(magrittr)  
  library(dplyr)  
    
  dados1 %>%   
  arrange(n\_itens,valor\_compra) %>%   
  filter(valor\_compra > 100) %>%   
  select(filial,n\_itens,valor\_compra)
* mutate()  
  + Cria novas colunas, na base de dados.
  + Exemplo:
* library(magrittr)  
  library(dplyr)  
    
  dados1 %>%   
  mutate(vmci = round(valor\_compra/n\_itens))
* transmute()  
  + Cria novas colunas, mas não adiciona na base de dados.
  + A diferença de transmute() para mutate() é que em mutate() acrescenta novas colunas aos dados originais, enquanto que em transmute() criamos novas colunas a partir dos dados originais.
  + Exemplo:
* library(magrittr)  
  library(dplyr)  
    
  dados1 %>%   
  transmute(vmci = round(valor\_compra/n\_itens))
* summarise()  
  + Permite sumarizar variáveis, ou seja, produzir tabelas resumidas do banco de dados.
  + Pode ser usado em conjunto com o comando group\_by() para obter o resumo de grupos.
  + Sintaxe:  
    summarise(nome\_da\_coluna = função\_summarise(coluna))
  + Exemplo:
* dados1 %>%  
  select(filial) %>%  
  summarise(item\_total = sum(n\_itens))
* ou
* dados1 %>%  
  group\_by(filial) %>%  
  summarise(cupons\_distintos = n\_distinct(cupom))
  + Principais funções de sumarização:

Principais funções de summarise

| Funções | Descrição |
| --- | --- |
| n() | Conta o número de elementos da coluna x |
| n\_distinct(x) | Conta os elementos distintos da coluna x |
| sum(x) | Soma os valores da coluna x, retorna o acumulado |
| mean(x) | Cálcula a média da coluna x |
| median(x) | Cálcula a mediana da coluna x |
| quantile(x,k) | Cálcula o percentil de ordem 0<=k<=1 dos valores da coluna x |
| min(x) | Retorna o valor mínimo da coluna |
| max(x) | Retorna o valor máximo da coluna |
| var(x) ou var(x,y) | Cálcula a variância da coluna x, ou a covariância da coluna x em relação a coluna y |
| sd(x) | Cálcula o desvio-padrão da coluna x |
| prod(x) | Multiplica os valores da coluna x |

* group\_by()  
  + Permite operações por grupo. Agrupa dados de determinadas colunas.
  + Agrupa as colunas priorizando a ordem em que aparecem na função.
  + Exemplo:  
    group\_by(coluna1,coluna2,...)
* rename()  
  + Renomeia uma coluna.  
    rename(novo\_nome = antigo\_nome)
  + Pode renomear várias colunas de uma vez.
* dados1 %>%   
  rename(x1 = coluna1, x2 = coluna2, ...)

### 7.6.2 combinando tabelas de dados:

* bind\_cols()  
  + Une duas tabelas lado a lado, sobrepostas. Ou seja, soma o número de colunas das duas tabelas.
  + Acrescenta numeração as colunas repetidas. Ou seja, se hover a mesma coluna nas duas tabelas, será acrescido ao nome das colunas repetidas um valor.
  + É necessario que tenha o mesmo número de linhas nas duas tabelas para fazer essa combinação.
  + Dentro da função, a ordem de chamada de cada tabela determina a ordem das colunas.
  + Exemplo:
* library(tibble)  
  library(magrittr)  
  library(dplyr)  
  x <- dados1 %>%   
  select(cupom,filial,valor\_compra)  
  y <- dados1 %>%  
  select(cupom,n\_itens)  
  z <- bind\_cols(x,y)  
  colnames(z)
* [1] "cupom...1" "filial" "valor\_compra" "cupom...4" "n\_itens"
* bind\_rows()  
  + Une duas tabelas pelas linhas.
  + Não é necessário que o número de linhas, ou colunas, seja igual nas duas tabelas. Nesse ponto é diferente do comando bind\_cols().
  + As colunas das duas tabelas são combinadas, porém das colunas repetidas é mantida apenas uma.
  + Quando não há correspondencia entre as colunas o comando retorna **NA**, no valor especifico da linha.
  + Dentro da função, a ordem de chamada de cada tabela determina a ordem das colunas.
  + Exemplo:
* library(tibble)  
  library(magrittr)  
  library(dplyr)  
  x <- dados1 %>%   
  select(cupom,filial,valor\_compra)  
  y <- dados1 %>%  
  select(cupom,n\_itens)  
  z <- bind\_rows(x,y)  
  colnames(z)
* [1] "cupom" "filial" "valor\_compra" "n\_itens"
* inner\_join()  
  + A tabela final será o resultado da intersecção das colunas de x e y, que possuem pelo menos uma coluna em comum, a coluna *chave*.
  + Junta duas colunas pela interseção.
  + Ao juntar as duas tabelas pela função inner\_join(), apenas os registros que existam nas duas tabelas (pela coluna chave) são unidos, os demais registros de cada tabela não são agregados.
  + Os filtros (filter()) aplicados a cada tabela são somados.
  + Exemplo:
* x = dados1 %>%  
  select(cupom, filial, valor\_compra) %>%  
  filter(valor\_compra >500)  
  x  
  y = dados1 %>%  
  select(filial,n\_itens) %>%  
  filter(n\_itens < 8)  
  y  
  inner\_join(x,y)
* left\_join()  
  + Une duas tabelas, definindo qual será a tabela principal (tabela da **esquerda**).
  + Apresenta e prioriza os registros da tabela principal (tabela da **esquerda**).
  + O resultado final reúne todos os registros da tabela principal e os correspondentes na outra tabela.
  + É necessário que tenha pelo menos uma coluna em comum, a coluna chave.
  + Exemplo:  
    left\_join(tabela\_principal, tabela\_secundaria)
* right\_join()  
  + Une duas tabelas, definindo qual será a tabela principal (tabela da **direita**).
  + Apresenta e prioriza os registros da tabela principal (tabela da **direita**).
  + O resultado final reúne todos os registros da tabela principal e os correspondentes na outra tabela.
  + É necessário que tenha pelo menos uma coluna em comum, a coluna chave.
  + Exemplo:  
    right\_join(tabela\_secundaria, tabela\_principal)
* full\_join()  
  + Une duas tabelas.
  + Mantem todos os registros.
  + Prestar atenção na junção das linhas/registros que formam novas informações, através da combinação de correspondentes.
  + Os registros sem correspondentes na outra tabela são preenchidos com valor **NA**.
  + É necessario que tenha pelo menos uma coluna em comum, uma coluna chave.
  + Exemplo:
* x <- dados1 %>%   
  select(cupom,filial,valor\_compra) %>%   
  filter(valor\_compra > 500)  
    
  y <- dados1 %>%   
  select(filial,n\_itens) %>%   
  filter(n\_itens < 8)  
    
  full\_join(x,y)
* intersect()  
  Retorna a interseção entre tabelas.  
  intersect(x,y)
* union()  
  + Retorna a união de tabelas.
  + Não repete registros iguais nas duas tabelas.
  + Monta a nova tabela na ordem em que as tabelas foram inseridas na função.
  + Exemplo:  
    union(x,y)
* setdiff()  
  + Retorna a diferença entre tabelas.
  + A ordem das tabelas na função interfere na saída:  
    - setdiff(x,y)  
      Retorna tudo que esta em x e não esta em y.
    - setdiff(y,x)  
      Retorna tudo que esta em y e não esta em x.
* setequal()  
  + Esse comando verifica se duas tabelas de dados possuem linhas com os mesmos valores, independentemente da ordem em que tais valores se apresentem.
  + Retorna **TRUE**, se os registros forem iguais, ou **FALSE**, se os registros forem diferentes.
  + Sintaxe:  
    setequal(tabela\_1,tabela\_2)

## 7.7 Organizando dados com o **tidyr**

* pivot\_longer() ou gather()  
  + Converte a tabela de dados do formato larga para o formato longo. (larga -> longo)
  + A função pivot\_longer() substituiu a função gather(), após o ano de 2019.
  + Transformação:  
    - Converte várias colunas do dataframe original em duas colunas e várias linhas/registros.
    - Uma coluna recebe o nome das variáveis em colunas e a outra recebe os valores dessas variáveis.
    - Ao final o número de linhas do dataframe é ampliado e o número de colunas diminuiu.
  + Condição:  
    - As colunas originais devem ter em comum a mesma variável.
    - Pelo menos duas colunas contendo os nomes das categorias de uma variável separados por colunas.
  + Sintaxe:  
    tabela\_longa <- tabela\_larga %>% pivot\_longer(cols = c(coluna\_4,coluna\_5)), names\_to = "nova\_coluna\_1", values\_to = "nova\_coluna\_2")  
    - cols  
      Recebe as colunas que vão ser transformadas em linhas.
    - names\_to  
      Nome da nova coluna que vai receber como variável o nome das colunas originais.
    - values\_to  
      Nome da nova coluna que vai receber os valores contidos nas colunas originais.
  + Exemplo:

Tabela de chegada de turistas no formato larga

| Estado | Terrestre | Aéreo |
| --- | --- | --- |
| SP | 3900 | 4200 |
| RS | 2800 | 3800 |
| RJ | 2600 | 3950 |

Tabela de chegada de turistas no formato longo

| Estado | Meio | Chegada |
| --- | --- | --- |
| SP | Terrestre | 3900 |
| SP | Aereo | 4200 |
| RS | Terrestre | 2800 |
| RS | Aereo | 3800 |
| RJ | Terrestre | 2600 |
| RJ | Aereo | 3950 |

* pivot\_wider() ou spread()  
  + Converte a tabela de dados do formato longo para o formato larga. (longo -> larga)
  + A função pivot\_wider() substituiu a função spread(), após o ano de 2019.
  + As funções pivot\_wider() e spread(), faz o inverso das funções pivot\_longer() e gather(), ou seja, espalha os dados das linhas por colunas.
  + Transformação:  
    - Converte várias linhas do dataframe original em colunas.
  + Sintaxe:  
    tabela\_larga <- tabela\_longa %>% pivot\_wider(names\_to = "coluna\_4", values\_to = "coluna\_5")  
    - names\_to  
      Determina qual coluna terá seus valores transformados em novas colunas.
    - values\_to  
      Determina qual coluna terá seus valores distribuidos entre as novas colunas.
  + Exemplo:

Tabela em formato longo dieta de pacientes

| Pacientes | Tempo | Sexo | dieta | Peso |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 4 | Homem | Antes | 150 |
| 2 | 4 | Homem | Antes | 160 |
| 3 | 3 | Mulher | Antes | 90 |
| 4 | 3 | Mulher | Antes | 95 |
| 5 | 6 | Mulher | Antes | 110 |
| 1 | 4 | Homem | Depois | 140 |
| 2 | 4 | Homem | Depois | 110 |
| 3 | 3 | Mulher | Depois | 80 |
| 4 | 3 | Mulher | Depois | 80 |
| 5 | 6 | Mulher | Depois | 82 |

Tabela em formato larga dieta de pacientes

| Pacientes | Tempo | Sexo | Antes | Depois |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 4 | Homem | 150 | 140 |
| 2 | 4 | Homem | 160 | 110 |
| 3 | 3 | Mulher | 90 | 80 |
| 4 | 3 | Mulher | 95 | 80 |
| 5 | 6 | Mulher | 110 | 82 |

* separate()  
  + Separa os dados contidos numa mesma coluna para diversas colunas.
  + Transforma um campo vetorizado em diversas colunas separadas.
  + É necessário determinar o separador, o caracter que separa os dados dentro do campo.
  + Argumentos:  
    - Coluna que vai ter seus dados separados.
    - Novas colunas que vão receber os dados.
    - Caracter que separa os dados na coluna original.
  + Exemplo:  
    resposta <- dados %>% separate(cor, c("cor1","cor2"), sep = ",")
* unite()  
  + O comando unite() é utilizado para unir duas ou mais colunas em uma unica coluna.
  + Argumentos:  
    - Nova coluna que vai receber os dados unidos.
    - Colunas originais que vão ceder os dados.
    - Caracter separador usados para separar os dados na nova coluna.
  + Exemplo:  
    resposta\_unida <- dados %>% unite("cor", c("cor1","cor2"), sep = ",")
* complete()  
  + Gera todas as combinações possiveis entre as colunas, ou tabelas, selecionadas.  
    dados %>% complete(coluna1,coluna2,coluna3,...)  
    dados %>% complete(dt1,dt2,...)
  + Completa as combinações de colunas, se não houver valor, com **NA**.
  + O comando nesting(), que pode ser usado dentro da função complete(), cruza todos os valores de determinado grupo (tabela) com os pares unicos dos valores das colunas selecionadas em nesting().  
    dados1 %>% complete(dt,nesting(coluna1,coluna3))
* drop\_na()  
  + Elimina as linhas, especificadas ou não, com valor **NA**.
  + Eliminando linhas com **NA**, de colunas especificadas:  
    dados %>% drop\_na(c(coluna1,coluna2))
  + Eliminando todas as linhas com valor **NA**:  
    dados %>% drop\_na()
* replace\_na()  
  + Substitui os valores **NA**, de determinada coluna, por outro valor especificado.
  + Especifica a coluna, ou as colunas atraves de list(), e define o valor caso **NA**.
  + Exemplo:  
    dados %>% replace\_na(list(paciente = "ausente", antes = 0, depois = 0))

# 8 CAP. 6 - PACOTE **DATA.TABLE**

## 8.1 Teoria

* Manipula dados, porém usa uma filosofia diferente de **tidyverse**.
* Chega nos mesmo resultados que **tidyverse**.
* Apresenta um ganho em desempenho no tempo, em relação ao **tidyverse**.
* Não necessita de tantos pacotes para executar as tarefas.

## 8.2 Estrutura

* A estrutura básica do data.table:  
  + Sintaxe:  
    DT[i,j,by]  
    onde,  
    - **DT**  
      É o nome do data.frame.
    - *i*  
      Corresponde a(s) linha(s) selecionadas, ou uma operção sobre a(s) linha(s).
    - *j*  
      Corresponde a(s) coluna(s) selecionadas, ou uma operção sobre a(s) coluna(s).
    - *by*  
      Agrupa os dados em torno de determinada(s) coluna(s) (semelhante a group\_by).
  + Exemplo:  
    dt[, .N, by = filial]  
    Obs.: A função .N conta número de registros.
* O data.table pode receber mais argumentos (como no magrittr, semelhante ao operador *pipe*):  
  + Sintaxe:  
    DT[i,j,by][...]...
  + Exemplo:  
    DT[c(1,7,9)][order(-valor\_compra)]

## 8.3 Transformando **data.frame** em **data.table**

* Para transformar data.frame em data.table aplicamos a função data.table().
* Exemplo:

# Biblioteca  
library(data.table)  
  
# Transformando data.frame dados em data.table dt  
dt <- data.table(dados)

## 8.4 **data.table**

### 8.4.1 Manipulando linhas

5 formas de manipulação de linhas no data.table

| Comando | O que faz? |
| --- | --- |
| DT[condições sobre as colunas] | Seleciona as linhas de DT que satisfazem as condições. |
| DT[1:k] | Seleciona as linhas de 1 a k. |
| DT[order(j1,j2)] | Ordena os dados em ordem ascendente do vetor 1, seguido por vetor 2. Para ordem descendente use sinal de menos antes do nome do vetor. Ex.: DT[order(-j)] |
| unique(DT) ou unique(DT,by = colunas selecionadas) | Seleciona as linhas distintas (elimina as repetidas) considerando as colunas selecionadas. |
| na.omit(DT,cols = colunas selecionadas) | Elimina as linhas com valores faltantes, considerando as colunas selecionadas. |

### 8.4.2 Manipulando colunas

8 formas de manipulação de colunas no data.table

| Comando | O que faz? |
| --- | --- |
| DT[,j] ou DT[[j]] | Seleciona a coluna j e retorna um vetor. |
| DT[,list(j)] ou DT[,.(j)] | Seleciona a coluna j e retorna um data.table |
| DT[,-c(j1,j2,…,jn)] | Exclui as colunas listadas j1, j2, …, jn |
| DT[,.(j1,j2,…,jn)] | Retorna as colunas listadas j1, j2, …, jn |
| DT[,.(nome\_escolhido = função(j))] | Aplica a função especificada à coluna j e retorna um data.table. |
| DT[,.(nome\_1 = f(j1), nome\_2 = f(j2), …, nome\_n = f(jn))] | Aplica várias funções a várias colunas e retorna um data.table. |
| DT[,novacol := vetor] | Adiciona uma nova coluna. |
| DT[,c(‘col1’, ‘col2’, …,‘coln’) := c(vetor1, vetor2, …, vetorn)] | Adiciona várias novas colunas. |

### 8.4.3 Sumarizando dados

* Realiza operações para apuração de valores sobre linhas de um data.table.
* Argumentos de operações de sumariazação de dados:

Argumentos para operações em um DT aplicados a uma ou mais colunas

| Comandos | O que faz? |
| --- | --- |
| .N | Conta o número de linhas. |
| DT[,.N, by = c(j1,…,jn)] | Conta o número de linhas de acordo com os agrupamentos das colunas j1, …, jn |
| DT[,.(f1(j1),…,fn(jn)), by = j] | Aplica diversas funções nas colunas especificadas, de acordo com o agrupamento da coluna j em by. |
| DT[,.(f1(j1),…,fn(jn)), keyby = .(j1,…,jn)] | Aplica diversas funções nas colunas especificadas, de acordo com o agrupamento das colunas listadas j1, …, jn em keyby. |

### 8.4.4 Operando um subconjunto de dados

* O pacote possui um símbolo especial denotado por .SD para realizar operações em um subconjunto de dados do data.table **DT**, de acordo com um grupo definido por by (agrupa em torno de determinadas colunas, igual a group\_by).  
  + DT[,.SD]  
    Subconjunto completo dos dados.
  + DT[,.SD, by = .(j)]  
    É o subconjunto completo dos dados exeto pela coluna j, formando subconjuntos para cada grupo da coluna j.
  + DT[,.SD, by = .(j,k)]  
    Podemos agrupar entorno de mais de uma coluna, definidas por by.
* É possível ainda definir (**selecionar**) as colunas do conjunto completo que deverão ser consideradas em .SD através do operador .SDcols. São as colunas que vão receber as funções.  
  DT[,lapply(.SD,mean), .SDcols = c("coluna\_1", "coluna\_2"), by = .(coluna\_3)]
* lapply  
  + Aplica a função determinada no subconjunto.  
    Sintaxe: lapply(.SD, função)
  + É comum que apareça dentro de data.table quando realizando operação de subconjuntos. É fundamental para as operações.  
    Ex.: DT[,lapply(.SD, mean), .SDcols = "coluna\_1", by = .(coluna\_2)]
  + Podem ser aplicadas várias funções no subconjunto.  
    Ex.: DT[,c(lapply(.SD,mean),lapply(.SD,sum)), .SDcols = "coluna\_1", by = .(coluna\_2)]
* Exemplo:  
  DT[, c(lapply(.SD,mean), lapply(.SD, sum)), .SDcols = c("coluna\_1", "coluna\_2"), by = .(coluna\_3, coluna\_4)]  
  + Aplica as funções média(mean) e soma(sum) sobre as colunas selecionadas coluna\_1 e coluna\_2.
  + Agrupando os dados (by) entorno das colunas selecionadas coluna\_3 e coluna\_4.

### 8.4.5 Modificando dados com **set**

* As funções **set** são para modificação de dados do data.table.
* São as principais funções **set**:

Funções set para modificação de dados no formato data.table

| Funções set | Descrição | Fórmula |
| --- | --- | --- |
| set | Modifica o valor da linha e coluna. | set(dt, i=1, j=3, value=999) |
| setnames | Modifica o nome da coluna. | setnames(dt, old=‘nome\_coluna’, new=‘novo\_nome\_coluna’) |
| setorder | Reordena linhas de forma de forma decrescente ou crescente. | setorder(dt, -vendas, n\_itens) |
| setcolorder | Reordena colunas. | setcolorder(dt, c(1,3,2)) |

# 9 CAP. 7 - GRÁFICOS PACOTE BÁSICO E PACOTE **ggplot2**

* Objetivo é obter o grafico ideal, com o qual se consiga visualizar os dados e analiza-los.
* Os principais passos:  
  + Identificação dos tipos de variáveis.
  + Construção dos gráficos.
  + Ajustes.
  + Refinamento.

## 9.1 Gráficos com o pacote básico

* Principais funções de gráfico do pacote básico:

Nome das principais funções para construção de gráficos do pacote base.

| Função | Tipo de Gráfico |
| --- | --- |
| barplot(x) | Produz um gráfico de colunas do vetor x. |
| boxplot(x) | Produz o boxplot de x. |
| coplot(y~x|z) | Produz um gráfico de dispersão entre x e y condicionado por z. |
| curve(expressão) | Produz um gráfico a partir da expressão de certa função de x. |
| dotplot(x) | Produz um gráfico de pontos. |
| hist(x) | Produz um histograma do vetor x. |
| mosaicplot | Produz um mosaico para tabelas de contigência. |
| pairs(x) | Produz uma grande de gráficos de dispersão entre variáveis quantitativas de uma tabela. |
| pie(x) | Produz um gráfico circular (pizza). |
| plot(x) | Produz um gráfico de dispersão entre x e y |
| qqnorm(x) | Plota os quantis de x usando como base a curva normal. |
| stem(x) | Produz um ramo e folha. |
| stripchart | Produz um gráfico de dispersão unidimensional. |

* Principais argumentos das funções de gráfico do pacote básico:

Nome dos argumentos para adicionar efeito em gráficos.

| Função | Efeito no gráfico |
| --- | --- |
| adj= | Controla a formatação do texto (0 formatação à esquerda; 0.5 centralizada; 1 à direita). |
| main=’’ | Adiciona um título principal ao gráfico de acordo com texto entre aspas. |
| col= | Comando para colorir diversos itens do gráfico, pode ser valores como 1,2,…, ou por nome como ‘red’, ‘blue’, etc (consulte nomes com o comando colors() ou sistemas como rgb(), hsv(), gray() e rainbow()). Para cor das fontes use: col.lab, col.main, col.sub |
| border= | Especifica a cor da borda de uma coluna no gráfico. |
| font= | Controla o estilo da fonte de: 0-normal, 1-itálico, 2-negrito, 3-itálico e negrito. |
| cex= | Controla o tamanho da fonte de textos, o valor padrão é 1.(cex.axis, cex.lab, cex.main, cex.sub) |
| lty= | Especifica o tipo de linha (1-sólida, 2-tracejadas, etc). |
| lwd= | Especifica a espessura da linha (1, 2, …). |
| pch= | Controla o tipo de símbolo (1 a 25 ou especificando entre aspas). |
| type= | Especifica o tipo de plotagem: ‘p’ (pontos); ‘l’ (linhas); ‘b’ (pontos conectados por linhas); ‘o’ (idem a b com pontos sobrepostos à linhas); ‘h’ (linhas verticais); ‘s’ (degrau no qual o dado é representado no topo da linha vertical); ‘S’ (idem ao s porém o dado é representado na base da linha vertical). |
| xlim=(inicio,fim) | Controla os limites do eixo X. |
| ylim=(inicio,fim) | Controla os limites do eixo Y. |
| xlab=’’ | Adiciona rótulo para o eixo X de acordo com texto entre aspas. |
| ylab=’’ | Adiciona rótulo para o eixo Y de acordo com texto entre aspas. |
| las=’’ | Controla a orientação dos rótulos dos eixos. 0 - paralelo ao eixo; 1 - horizontal; 2 - perpendicular; 3 - vertical. |
| xaxt ou yaxt=’’ | Se xaxt = ‘n’, o eixo X é definido porém não é desenhado; Se yaxt = ‘n’, o eixo Y é definido porém não é desenhado. |
| text |  |
| (x,y,‘texto’,cex,col) | Adiciona texto ao gráfico na coordenada (x,y) podendo ser diminuído o tamanho da fonte na proporção desejada em relação ao tamanho padrão 1 e com a cor especificada. |
| legend(x,y,legenda) | Adiciona uma legenda no ponto (x,y) com símbolos dados no campo legenda |
| locator |  |
| (n,type=‘n’,…) | Retorna as coordenadas correspondentes pedidas pelo usuário ao clicar (n vezes) no gráfico. Também desenha símbolos (type = ‘p’) ou linhas (type = ‘1’) Respeitando os parâmetros do gráfico. Por padrão type = ‘n’. |
| segments(x0,y0,x1,y1) | Desenha segmentos de linha a partir do ponto (x0,y0) até (x1,y1). |

* Observações sobre visulização:  
  Podemos usar o comando par(mfrow = c(i,j)) que prepara uma janela gráfica para receber vários gráficos.  
  + Dois gráficos, lado a lado.  
    par(mfrow=c(1,2))
  + Dois gráficos, um abaixo do outro.  
    par(mfrow=c(2,1))
  + Quatro gráficos, sendo dois em cada linha.  
    par(mfrow=c(2,2))
  + Um gráfico na janela gráfica.  
    Basta omitir o comando.
  + Redefinir o número de linhas a partir das margens da janela gráfica (**default**).  
    par(mar=c(5,4,4,2))  
    Sendo na ordem: abaixo, esquerda, acima e direita.  
    Esses valores tem impacto no espaço dos títulos dos gráficos.  
    Mudar esses valores reajusta o gráfico.
  + Define a medida das margens.  
    par(mai=c(x1,x2,x3,x4)  
    Sendo na ordem: abaixo, esquerda, acima e direita.
  + Fecha a janela gráfica (*devices*).  
    dev.off()

### 9.1.1 Gráfico de barras (barplot)

* A função barplot() gera um gráfico de barras.

#### 9.1.1.1 Pré-requisitos

* Necessita que os dados estejam preparados para gerar os gráfico, em formato *tabulado*.
* Para preparação dos dados é necessario o uso das funções dos pacotes magrittr, dplyr (ou data.table), e tidyr.
* Uma coluna com os dados **númericos** (frequencias e/ou valores).
* Uma coluna com os dados **string**, ou **factor**.

#### 9.1.1.2 Preparação dos dados

* Organização dos dados das colunas, colocando uma coluna em função da outra. As principais funções necesse caso são:
  + order  
    Retorna uma permutação que reorganiza seu primeiro argumento em ordem crescente ou decrescente, quebrando laços por argumentos adicionais.  
    x <- tabula\_Estado$Estado[order(tabula\_Estado$cheg\_2012)]
  + sort  
    Ordena um vetor em ordem crescente ou decrescente.  
    y <- sort(tabula\_Estado$cheg\_2012)/1000
* Definindo parâmetros para a janela gráfica (par):  
  + mar  
    Vetor númerico que oferece o número de linhas a partir das margens da janela gráfica.  
    No formato c(inferior, esquerda, superior, direita).  
    mar = c(9,5,4,2)
  + mai  
    Vetor númerico que oferece o tamanho da margem, especificado em polegadas.  
    No formato c(inferior, esquerda, superior, direita).  
    mai = c(1.8,1,0.8,0.4)
  + Exemplo:  
    par(mar = c(9,5,4,2),mai = c(1.8,1,0.8,0.4))

#### 9.1.1.3 Plotagem gráfico de barras (barplot)

* Principais argumentos:  
  + y  
    Vetor do eixo Y.
  + names.arg  
    Vetor com os nomes das barras do eixo X.
  + main  
    Título principal do gráfico.
  + cex.main  
    Tamanho da fonte de textos (título do gráfico).
  + xlab  
    Rótulo do eixo X.
  + ylab  
    Rótulo do eixo Y.
  + cex.names  
    Tamanho da fonte de textos (nomes das barras do eixo X, vetor x).
  + axisnames  
    Inclui os nomes das categorias no eixo x.
  + las  
    Controla a orientação dos rótulos dos eixos.
  + ylim  
    Controla os limites do eixo Y.
  + text  
    Neste caso, adiciona valores de Y no topo de cada barra de **xbar** (variável com gráfico).  
    Como consequência dessa função, é necessário colocar o gráfico dentro de uma variável (**xbar**), se não for desejado este artificio não é necessário colocar barplot dentro de uma variável.
  + Para plotar gráfico de barras na horizontal basta adicionar o argumento horizon = TRUE.
  + Exemplo:
* xbar = barplot(  
  y, names.arg = x,  
  main = "Titulo do gráfico.",  
  cex.main = 1.5,  
  xlab = "Rótulo do eixo X.",  
  ylab = "Rótulo do eixo Y.",  
  cex.names = 1,  
  axisnames = T,  
  las = 2,  
  ylim = c(0,1.2\*max(y))  
  )  
  text(xbar, y, label = round(y,2), pos = 3, cex = 0.8, col = "black")



Gráfico de barras - Vertical



Gráfico de barras - Horizontal

### 9.1.2 Gráfico circular/pizza (pie)

* A função pie gera um gráfico circular/pizza.
* Essa forma de visualização serve para analisar a frequencia de variáveis categóricas.

#### 9.1.2.1 Pré-requisitos

* Utilize somente em casos de a variável possuir poucas categorias (em torno de cinco).
* Com quantidades diferentes entre si.
* Caso não se enquadrar nos pré-requisitos o ideial é optar por gráfico de barras.
* Os dados devem estar organizados em formato tabular.

#### 9.1.2.2 Preparação dos dados

* Organização dos dados das colunas, colocando uma coluna em função da outra. As principais funções necesse caso são:
  + order  
    Retorna uma permutação que reorganiza seu primeiro argumento em ordem crescente ou decrescente, quebrando laços por argumentos adicionais.  
    x <- tabula\_Estado$Estado[order(tabula\_Estado$cheg\_2012)]
  + sort  
    Ordena um vetor em ordem crescente ou decrescente.  
    y <- sort(tabula\_Estado$cheg\_2012)/1000
* Definindo parâmetros para a janela gráfica (par):  
  + mar  
    Vetor númerico que oferece o número de linhas a partir das margens da janela gráfica.  
    No formato c(inferior, esquerda, superior, direita).  
    mar = c(9,5,4,2)
  + mai  
    Vetor númerico que oferece o tamanho da margem, especificado em polegadas.  
    No formato c(inferior, esquerda, superior, direita).  
    mai = c(1.8,1,0.8,0.4)
  + Exemplo:  
    par(mar = c(9,5,4,2),mai = c(1.8,1,0.8,0.4))

#### 9.1.2.3 Plotagem gráfico circular/pizza (pie)

* Principais argumentos:  
  + y  
    O vetor do eixo Y, contendo os valores das categorias.
  + main  
    Título principal do gráfico.
  + labels  
    Rótulo com cada categoria do gráfico.
  + cex.main  
    Tamanho da fonte de textos (título do gráfico).
  + cex  
    Tamanho do texto dos rótulos (labels).
  + col  
    Comando para colorir diversos itens do gráfico, pode ser valores como 1,2,…, ou por nome como ‘red’, ‘blue’, etc.  
    Neste caso para colorir os pedaços do gráfico circular/pizza.
  + text  
    Adiciona texto ao final do gráfico, neste caso o texto é a fonte usada para elaboração do gráfico.  
    Dentro do text apresenta parâmetros para localizar o texto na janela gráfica, o texto e tamanho da fonte.
  + **rotulos**  
    Variável que recebe o texto, a partir da função paste de concatenação de texto e valores, com os rótulos de cada categoria, contendo nome de cada categoria (**x**) e porcentagem(**porc**).
  + Exemplo:
* #Juntando categorias com baixa proporção na categoria outros.  
  y <- c(sum(y[1:10]), y[11:15])  
  x <- c("Outros", as.character(x[11:15]))  
    
  #Gráfico circular/pizza  
  #Variável rótulo  
  porc = 100\*round(y/sum(y),2) #calcula a %  
  rotulos = paste(x,"(",porc,"%)",sep = "") #texto para rotulo  
    
  #plotando gráfico pizza  
  par(mar = c(4,0,2,0), mai = c(0.8,0,0.4,0))  
  pie(  
  y,  
  main = "Título do gráfico",  
  labels = rotulos,  
  cex.main = 2,  
  cex = 1.5,  
  col = gray(1:length(x)/length(x))  
  )  
  text(0, -1, "Fonte: Elaborado com pacote graphics version 3.6.1 do R.", cex = 1)



Gráfico circular/pizza

### 9.1.3 Gráfico de linhas (plot lines)

* O gráfico de linhas (plot) é utilizado para vizualizar uma ou mais variáveis númericas que podem ser plotadas ao longo do tempo (não somente tempo) no eixo x.
* Podemos adicionar mais linhas (variáveis) no gráfico através do comando lines.

#### 9.1.3.1 Pré-requisitos

* Os dados devem estar organizados em formato tabular.

dados\_SP <- dados %>%  
 select(Mes, Estado, cheg\_2012, cheg\_2013, cheg\_2014, cheg\_2015) %>%  
 filter(Estado == "SaoPaulo")  
dados\_SP

* Separar as colunas em vetores.

# Definindo os valores dos eixos  
x <- dados\_SP$Mes  
y1 <- dados\_SP$cheg\_2012/1000  
y2 <- dados\_SP$cheg\_2013/1000  
y3 <- dados\_SP$cheg\_2014/1000  
y4 <- dados\_SP$cheg\_2015/1000

#### 9.1.3.2 Preparação dos dados

* Definir os limites do eixo y:  
  + **li**  
    Variável que recebe o limite inferior do eixo y, com base no menor valor do eixo y dos vetores de cada coluna.
  + **ls**  
    Variável que recebe o limite superior do eixo y, com base no maior valor do eixo y dos vetores de cada coluna.
  + Exemplo:
* # Definindo os limites do eixo y  
  li <- min(y1,y2,y3,y4)  
  ls <- max(y1,y2,y3,y4)

#### 9.1.3.3 Plotagem gráfico plot

* Principais argumentos:  
  + **x**  
    Variável do tipo vetor que recebe valores de tempo.
  + **y1**, **y2**, **y3** e **y4**  
    Variáveis do tipo vetor em que cada uma representa os valores de uma linha.
  + lty  
    Especifica o tipo de linha.
  + lwd  
    Especifica a espessura da linha.
  + type  
    Especifica o tipo de plotagem, ‘b’ (pontos conectados por linhas).
  + ylim  
    Controla os limites do eixo Y.
  + xlab  
    Rótulo do eixo X.  
    Quando o gráfico apresentar diversas linhas, o rótulo deve ser inicializado e zerado dentro do plot e adicionado seu valor definitivo na função title.
  + ylab  
    Rótulo do eixo Y.  
    Quando o gráfico apresentar diversas linhas, o rótulo deve ser inicializado e zerado dentro do plot e adicionado seu valor definitivo na função title.
  + lines  
    Adiciona novas linhas ao gráfico de linhas, cada uma com suas particularidades.
  + title  
    Função que adiciona títulos, rótulos e texto ao gráfico de linhas.
  + main  
    Título principal do gráfico.
  + sub  
    Adiciona texto ao final do gráfico.
  + cex.sub  
    Tamanho da fonte do texto.
  + col  
    Comando para colorir diversos itens do gráfico, pode ser valores como 1,2,…, ou por nome como ‘red’, ‘blue’, etc.  
    Neste caso para colorir as linhas do gráfico de linhas.
  + legend  
    Adiciona um quadro de legenda a janela gráfica.
  + Exemplo:
* plot(x, y1, lty = 1, lwd = 1, type = "b", ylim = c(0.8\*li,ls\*1.2),xlab ="",  
   ylab = "", col = "red")  
  lines(x, y2, lty = 2, lwd = 1, type = "b", col = "yellow")  
  lines(x, y3, lty = 3, lwd = 2, type = "b", col = "blue")  
  lines(x, y4, lty = 4, lwd = 1, type = "b", col = "green")  
  title(main = "Chegada de turistas em São Paulo",  
   xlab ="Mês",  
   ylab = "Chegadas por mil",  
   sub = "Fonte: Elaborado com pacote graphics version 3.6.1 do R.",  
   cex.sub = 0.8)  
  legend(9,400,c("2012","2013","2014","2015"), col = c("red","yellow","blue","green"),  
   lty = 1:4, cex = 0.5)



Gráfico de linhas

#### 9.1.3.4 Comparando séries de gráficos de linhas

##### 9.1.3.4.1 O que é comparar séries

* O intuito é plotar mais de um gráfico na mesma janela gráfica, para facilitar a comparação das diferentes séries de dados.
* Sendo possível preparar a janela gráfica assim como uma matriz, para receber gráficos em linha, ou em coluna, ou em linhas e colunas ao mesmo tempo.

##### 9.1.3.4.2 Preparação da janela gráfica

* Existem duas formas de preparar a janela gráfica para receber os gráficos:  
  + par(mfrow = c(nº\_linhas, nº\_colunas))  
    Prepara a janela gráfica como uma matriz, sendo definido o número de linhas e colunas a receber os gráficos.  
    Necessita ajeitar os parâmetros de margem da janela gráfica(mai e mar), por conta disto não é o mais aconselhado de usar.
  + layout(matrix(nº\_linhas,nº\_colunas), nº\_linhas, nº\_colunas)  
    Prepara a janela gráfica como uma matriz, sendo definido o número de linhas e colunas a receber os gráficos.  
    Mais recomendado a utilização.

##### 9.1.3.4.3 Plotagem de gráficos de linhas comparando séries

#script para dois graficos de linha  
#preparando a janela grafica para receber dois graficos  
  
#metodo 1 - não recomendado  
#par(mfrow = c(2,1)) #necessidade de configurar margens  
#par(mar = c(6,4,1,1), mai = c(0.9,0.9,0.3,0.1))  
  
#Metodo 2 - Recomendado  
layout(matrix(c(1,2), 1, 2)) #tende a funcionar melhor que par(mfrow())  
#numero de linhas, numero de colunas  
  
#grafico 1  
  
#definindo os limites do eixo y  
li1 <- min(y1,y2,y3,y4)  
ls1 <- max(y1,y2,y3,y4)  
  
#script para o grafico de linha  
plot(x1, y1, lty = 1, lwd = 1, type = "b", ylim = c(0.8\*li1,ls1\*1.2),xlab ="",  
 ylab = "") #xlab e ylab vazios some com os rotulos x e y, para que possa colocar a no titulo (title) abaixo  
lines(x1, y2, lty = 2, lwd = 1, type = "b") #acrescenta y2  
lines(x1, y3, lty = 3, lwd = 2, type = "b") #acrescenta y3  
lines(x1, y4, lty = 4, lwd = 1, type = "b") #acrescenta y4  
#lty = especifica o tipo de linha  
#lwd = especifica a espessura da linha  
#type = especifica o tipo de plotagem, 'b' (pontos conectados por linhas)  
title(main = "Chegada de turistas em São Paulo",  
 xlab ="Mês",  
 ylab = "Chegadas por mil")  
legend(9,400,c("2012","2013","2014","2015"), lty = 1:4, cex = 0.5) #os dois primeiros valores são a posição (coordenadas) da legenda no grafico  
  
#grafico 2  
  
#definindo os limites do eixo y  
li2 <- min(z1,z2,z3,z4)  
ls2 <- max(z1,z2,z3,z4)  
  
#script para o grafico de linha  
plot(x2, z1, lty = 1, lwd = 1, type = "b", ylim = c(0.8\*li2,ls2\*1.2), xlab ="",  
 ylab = "") #xlab e ylab vazios some com os rotulos x e y, para que possa colocar a no titulo (title) abaixo  
lines(x2, z2, lty = 2, lwd = 1, type = "b") #acrescenta y2  
lines(x2, z3, lty = 3, lwd = 2, type = "b") #acrescenta y3  
lines(x2, z4, lty = 4, lwd = 1, type = "b") #acrescenta y4  
#lty = especifica o tipo de linha  
#lwd = especifica a espessura da linha  
#type = especifica o tipo de plotagem, 'b' (pontos conectados por linhas)  
title(main = "Chegada de turistas em Rio de Janeiro",  
 xlab ="Mês",  
 ylab = "Chegadas por mil",  
 sub = "Fonte: Elaborado com pacote graphics version 3.6.1 do R.", cex.sub = 0.8)  
legend(9,300,c("2012","2013","2014","2015"), lty = 1:4, cex = 0.5) #os dois primeiros valores são a posição (coordenadas) da legenda no grafico



Gráfico de linha comparando séries

### 9.1.4 Gráfico de dispersão (plot abline)

* O gráfico de dispersão é usado para observar a relação entre duas variáveis quantitativas (que podem ser contadas).
* O pesquisar a principio busca uma relação linear, logo a visão do gráfico deve ser acompanhado do **coeficiente de correlação linear**, que mede matematicamente a intensidade dessa relação.
* **Coeficiente de correlação linear**:  
  + A relação entre duas variáveis é chamada **regressão linear simples**.
  + O coeficiente de **correlação linear** é uma medida que varia entre 1 e -1.
  + Espera-se encontrar valores próximos de -1 e 1 no caso de presença de relacionamento linear.
  + no caso de 1.  
    O coeficiente é positivo ou dito crescente, uma variável cresce acompanhando o crescimento da outra.
  + no caso de -1.  
    O coeficiente é negativo ou dito decrescente, uma variável cresce com o decaimento da outra.

#### 9.1.4.1 Pré-requisitos

* Os dados devem estar em formato tabular, ou as variáveis em formato de vetor.

#### 9.1.4.2 Preparação dos dados

* Coeficiente de Correlação linear:  
  + Teoria  
    - O coeficiente de correlação tem o objetivo de entender como uma variável se comporta num cenario onde a outra variável variando. E se existe alguma relação entre a variabilidade de ambas as variáveis.
    - Os coeficientes variam de 1 a -1. Quanto mais proximo dos extremos, mais forte é a relação entre as variáveis. Quanto mais proximo do centro 0, menor é a relação entre as variáveis. Em 0 não existe relação entre as variáveis.
  + 
  + Correlações fortes e fracas
    - A correlação proximo do valor 1, significa que a relação é positiva, ou seja, a reta de regressão é ascendente. Quando uma variável aumenta a outra aumenta também.
    - A correlação proximo do valor -1, significa que a relação é Negativa, ou seja, a reta de regressão é descendente. Quando uma variável diminui a outra aumenta.
  + 
  + Tipos de Correlação
  + Cálculo de correlação linear:
* Onde,  
   é o número de registros/linhas.  
   é o vetor x.  
   é o vetor y.  
   é x vezes y.
* Uma forma rápida e simples de resolver o cálculo é preencher a tabela de correlação linear com as informações:
* 
* Tabela de correlação linear
  + cor(x,y)  
    Função do **R** que cálcula a correlação linear das variáveis vetor x e y.
* Coeficiente de reta de regressão:  
  Tenta traçar uma reta que melhor aproxime todos os pontos dispersos.
* Onde,  
   é o intercepto  
   é o coeficiente angular.  
  + Coeficiente angular:
  + Intercepto:
  + lm(y ~ x)$coef  
    Esta função do **R** retorna os coeficientes da reta de regressão (**intercepto** e **coeficiente angular**).  
    A parte da função $coef apenas retorna de maneira mais direta os coeficientes separados, assim deixando claro em cada coluna o que é **intercepto** e o que é **coeficiente angular**.

#### 9.1.4.3 Plotagem gráfico plot abline

* Funções usadas:  
  + paste()  
    Concatena as strings e valores.
  + expression()  
    Salva numa variável o desenho de texto no formato **expression**, ou seja, uma expressão matematica, uma equação.  
    As Expressões (**expressions**) podem ser usadas como título, subtitulo e rotulos de eixos.
  + eval()  
    Avalia, e se possivel resolve, uma **expression**.
* Principais argumentos do gráfico de dispersão:  
  + **x**  
    Vetor com variável quantitativa x.
  + **y**  
    Vetor com variável quantitativa y.
  + main  
    Título principal do gráfico.
  + xlab  
    Rótulo do eixo x.
  + ylab  
    Rótulo do eixo y.
  + text  
    Adiciona texto ao gráfico.  
    Neste caso adiciona, pela posição do texto inserido, o nome a reta e a equação/expressão da reta.
  + abline  
    Adiciona a reta tracejada.
  + lty  
    Especifica o tipo de linha.
  + lwd  
    Especifica a espessura da linha.
  + Exemplo:
* #Observando a correlação entre as chegadas de São Paulo e Rio de Janeiro  
  x <- dados\_RJ$cheg\_2014/1000  
  y <- dados\_SP$cheg\_2014/1000  
  x  
  y  
    
  #Obtendo a correlação  
  cor(x,y)  
    
  #Obtendo os coeficientes da reta de regressão  
  lm(y ~ x)$coef  
  #lm = é usado para ajustar modelos lineares. Ele pode ser usado para realizar regressão, análise de variância de estrato único e análise de covariância   
  #coef = é uma função genérica que extrai coeficientes de modelo de objetos retornados por funções de modelagem. coeficientes é um apelido para ele.  
    
  #Gráfico de dispersão  
  plot(x, y,   
   main = paste("Gráfico de Dispersão entre as chegadas de turistas de 2014",  
   "\n","São Paulo x Rio de Janeiro"),  
   xlab = "Chegadas no Rio de Janeiro/1000",  
   ylab = "Chegadas em São Paulo/1000"  
   )  
  abline(lm(y ~ x), lty = 2, lwd = 2) #adiciona a reta tracejada  
  #lty = especifica o tipo de linha  
  #lwd = especifica a espessura da linha  
  text(130,230,"reta de regressão") #adiciona texto na posição (130,230)  
  text(130,210,paste("y = ",eval(expression(round(lm(y ~ x)$coef[[2]],2))),   
   #[[j]] seleciona a coluna j.  
   "x + ",eval(expression(round(lm(y ~ x)$coef[[1]],2)))))  
  #adiciona equação na posição (130,210)  
  #paste = Concatenar vetores após a conversão em caractere.  
  #eval = Avalie uma expressão R em um ambiente especificado.  
  #expression = Cria ou testa objetos do modo "expressão".



Gráfico de dispersão

### 9.1.5 Diagrama de caixa (boxplot)

* O **Diagrama de caixa** serve para compreensão da forma e amplitude dos dados.
* É importante para fazer o **diagrama de caixa** conhecer a fórmula das **separatrizes**.
* O **diagrama de caixa** usa em sua construção os conceitos de **quartis** (**Q1**, **Q2**, e **Q3**).

#### 9.1.5.1 Separatrizes

* Quartis:  
  + Q1 (25%)
  + Q2 (50% ou mediana)
  + Q3 (75%)
* Tabela de distribuição de frequências:



Exemplo de tabela de distribuição de frequências

* Como achar o intervalo de classe que corresponde a separatriz calculada.  
  Ex.: Se Q1 (25%), achar na tabela de classes e frequências, na coluna frequência acumulada, a classe que contém o valor que corresponde a 25% da frequência acumulada total.  
  Esse intervalo de classe será a classe selecionada para aplicação da fórmula.
* Fórmula da separatriz:

onde,  
 é o percentil (separatriz),  
 é o limite inferior do intervalo de classe selecionada,  
 é o número em fração do percentil,  
 é a frequência,  
 é a frequência acumulada total,  
 é a frequencia acumulada do intervalo de classe anterior (ao selecionado) do qual se esta calculando,  
 é a frequência do intervalo de classe selecionada,  
 é a amplitude de classe ().

#### 9.1.5.2 boxplot

* Montando a box:  
  A box contém como limite superior , limite inferior e linha interna a mediana ().
* Intervalo interquartil:
* Limites:  
  + Máximo
  + Mínimo
* Valores discrepantes (**Outliers**):  
  + Possíveis erros (arredondamento ou observação).
  + Alguma condição especial que deve ser observada separadamente.
* Exemplo explicativo de boxplot:



Exemplo explicativo de boxplot

#### 9.1.5.3 Pré-requisitos

* Os dados devem estar em formato tabular.

#### 9.1.5.4 Preparação dos dados

* A variável em formato de vetor.  
  Ex.: x <- turismo$cheg\_2012/1000

#### 9.1.5.5 Plotagem gráfico boxplot

* Principais argumentos do gráfico de dispersão:  
  + **x**  
    Variável em formato de vetor.
  + main  
    Título principal do gráfico.
  + xlab  
    Rótulo do eixo x.
  + ylab  
    Rótulo do eixo y.
  + Exemplo:
* #Variável x  
  x <- turismo$cheg\_2012/1000  
    
  #Plotando o diagrama de caixa - boxplot  
  boxplot(x,  
   main ="Boxplot das chegadas de Turistas ao Brasil em 2012",  
   xlab ="Ano de 2012",  
   ylab ="Chegadas de turistas em 2012 por mil")



Gráfico de caixa (boxplot)

### 9.1.6 Histograma (hist)

* Histograma é um tipo de gráficos de barras.
* É usado para variáveis quantitativas continuas.
* Este tipo de gráfico é muito usado para observar:  
  + **Distribuição de frequências**
  + **Simetria**
  + **Desvio**  
    Presença de valores discrepantes (Outliers).
  + **Amplitude da variável**
* A diferença entre gráficos de barras e histograma:  
  + **Gráfico de barras**  
    É aplicado a variáveis categóricas, apenas um eixo representando variável númerica e o outro eixo representando um variável categórica.
* 
* Exemplo gráfico de barras
  + **Histograma**  
    É aplicado a variáveis númericas e possui dois eixos númericos (x representando a variável e y representando a frequência da variável).
* 
* Exemplo histograma

#### 9.1.6.1 Pré-requisitos

* Os dados devem estar em formato tabular.

#### 9.1.6.2 Preparação dos dados

* A variável em formato de vetor.  
  Ex.: x <- dados$cheg\_2012/1000
* A frequência é calculada automaticamente pela função hist (histograma), basta informar a função se ela deve cálcular a frequência absoluta (**T**) ou a frequência relativa (**F**).  
  Ex.: hist(... , freq = T | F, ...)

#### 9.1.6.3 Plotagem gráfico boxplot

* Principais argumentos do histograma:  
  + **x**  
    Variável em formato de vetor.
  + freq  
    É a frequência.  
    Caso queira a frequência absoluta = T.  
    Caso queira a frequência relativa = F.
  + col  
    Comando para colorir diversos itens do gráfico, pode ser valores como 1,2,…, ou por nome como ‘red’, ‘blue’, etc.
  + main  
    Título principal do gráfico.
  + xlab  
    Rótulo do eixo x.
  + ylab  
    Rótulo do eixo y.
  + sub  
    Adiciona texto ao final do gráfico.
  + Exemplo:
* #Compreendendo a distribuição frequência de chegadas de turistas do Brasil em  
  #2012  
  x <- dados$cheg\_2012/1000  
    
  #histograma  
  hist(x,  
   freq = T, #se T fornece a frequencia absoluta, se F fornece a frequencia relativa  
   main = "Histograma das chegadas de turistas ao Brasil em 2012",  
   xlab = "Chegadas de turistas em 2012 por mil",  
   ylab = "Frequencia Absoluta das chegadas",  
   sub = "Fonte: elaboração propria") #legenda



Histograma

## 9.2 Pacote **ggplot2**

O pacote ggplot2 constroi diversos tipos de graficos a partir da mesma estrutura de componentes:  
- data: referente ao banco de dados.  
- geom\_forma: um rol de tipos possiveis de representação dos dados.  
- coord\_system: referente ao sistema de coordenadas, que podem ser cartesianas, polares e projeção de mapas.

### 9.2.1 O que precisa para fazer o gráfico?

A. Um nome de objeto para guardar o grafico (uma variavel).  
B. A base de dados que será utilizada para a plotagem.  
ggplot(data=nome\_da\_base)  
C. Descrever como as variaveis serão utilizadas na plotagem:  
aes(x=..., y=..., ...)  
D. Especificar o tipo de gráfico:  
geom\_forma(...)  
E. Utilizar o operador “**+**” para adicionar camadas (*layers*) ao objeto ggplot criado.  
F. Pacotes auxiliares como ggthemes e grid, dentre outros.

### 9.2.2 Quais formatos podemos utilizar no **ggplot2** (*geom\_forma*)?

Nome das principais formas geométricas para construção de gráficos do pacote ggplot2

| Forma | Tipo de gráfico |
| --- | --- |
| geom\_area ou geom\_ribbon | Produz um grafico para visualizar área sob a curva ou entre curvas. |
| geom\_bar ou geom\_col | Produz um grafico de colunas do vetor x. |
| geom\_bar+coord\_polar | Produz um grafico circular (Pizza). |
| geom\_boxplot | Produz o boxplot de x. |
| geom\_curve | Produz um grafico em curva. |
| geom\_density | Produz um grafico da densidade de x. |
| geom\_dotplot | Produz um grafico de pontos. |
| geom\_histogram | Produz um histograma do vetor x. |
| geom\_line, geom\_abline, geom\_hline, geom\_vline | Produz um grafico de linhas |
| geom\_point | Produz um grafico de dispersão entre x e y. |
| geom\_qq ou geom\_qq\_line | plota os quantis de x usando como base a curva normal. |
| geom\_tile, geom\_rect ou geom\_raster | Produz uma grade de retangulos. |
| geom\_violin | Produz um grafico em forma de violino. |

### 9.2.3 Nome dos argumentos para adicionar efeito em gráficos do pacote **ggplot2**

Nome dos argumentos para adicionar efeito em gráficos do pacote ggplot2.

| Funções | Efeitos no gráfico |
| --- | --- |
| autoplot | Produz um grafico apropriado para o tipo de variavel. |
| coord\_cartesian | Coordenada cartesiana. |
| coord\_fixed | Coordenada cartesiana com razão entre eixo x e y fixada. |
| coord\_flip | Inverte a posição dos eixos x e y. |
| coord\_polar | Coordenada polar. |
| geom\_blank | Janela em branco. |
| geom\_jitter | Produz um efeito jitter. |
| geom\_smooth | Produz uma curva suavizada. |
| geom\_text | Aplica texto a janela grafica. |
| scale\_fill\_(=brewer ou grey ou gradient) | Define a escala de cores. |
| scale\_\*\_continuos | Define parametros para o eixo x ou y continuos. |
| scale\_\*\_discrete | Define parametros para o eixo x ou y discreto. |
| scale\_\*\_manual | Define parametros para os eixos manualmente. |

### 9.2.4 Definindo um tema para o grafico **ggplot**

* *theme\_gray*  
  Fundo cinza e linhas grandes brancas.
* *theme\_bw*  
  O classico preto e branco. Otimo para projetor.
* *theme\_linedraw*  
  Linhas pretasde varias larguras num fundo branco. semelhante ao theme\_bw.
* *theme\_light*  
  Semelhante ao theme\_linedraw, porem com as linhas mais cinza claro, para dar atenção aos dados.
* *theme\_dark*  
  Versão escura do theme\_light, com o fundo escuro, util para criar linhas finas coloridas.
* *theme\_minimal*  
  Um tema minimalista sem anotações de fundo.
* *theme\_classic*  
  Tema classico, com linhas do eixo x e y, sem linhas de grade.
* *theme\_void*  
  Um tema completamente vazio.

### 9.2.5 Pacote ggthemes

Temas do pacote ggthemes

| Tema | Semelhanças |
| --- | --- |
| theme\_base | Tema do pacote básico do R |
| theme\_calc | Semelhante aos gráficos produzidos pelo Calc do LibreOffice B |
| theme\_economist | Semelhante ao The Economist |
| theme\_economist\_white | Semelhante ao The Economist com fundo branco |
| theme\_excel | Semelhante aos gráficos produzidos pelo Excel |
| theme\_few | Baseado nas regras de Stephen Few sobre regras práticas para o uso de cores nos gráficos |
| theme\_fivethirtyeight | Baseado nos gráficos do site fivethirtyeight.com |
| theme\_foundation | Tema de fundação, para produzir novos temas |
| theme\_gdocs | Semelhante aos gráficos do Google Docs |
| theme\_hc | Baseado em Highcharts JS |
| theme\_igray | Inverte o tema gray |
| theme\_map | Limpa o tema para incluir mapas |
| theme\_pander | Baseado no pacote pander |
| theme\_par | Baseado nos parâmetros definidos em par() do pacote base |
| theme\_solarized | Baseado na paleta Solarized |
| theme\_solarized\_2 | Baseado na paleta Solarized |
| theme\_solid | Elimina todas as linhas e textos, mantendo somente os objetos geométricos |
| theme\_stata | Semelhante aos gráficos do Stata |
| theme\_tufte | Baseado no designer de Edward Tufte |
| theme\_wsj | Semelhante aos gráficos do Wall Street Journal |

Exemplo:

#Bibliotecas  
library(ggthemes)  
  
#Plotando gráficos  
f <- ggplot(dados,aes(cheg\_2012/1000,cheg\_2013/1000)) +  
 geom\_blank() +  
 labs(x="",y="")  
  
#Tema  
p1 <- f +  
 theme\_gdocs(base\_size = 18) +  
 ggtitle("theme\_gdocs")  
   
p1

### 9.2.6 Inserindo títulos, subtítulos e rótulos aos eixos de um ggplot

* Existem duas formas de inserir textos no gráfico no **ggplot2**.

#### 9.2.6.1 Primeira forma

* Podemos adicionar texto ao gráfico **ggplot2** através do comando labs() e seus parâmetros:  
  + title  
    Adicionar um título ao gráfico **ggplot**.
  + x  
    Adiciona um rótulo ao eixo x no gráfico **ggplot**.
  + y  
    Adiciona um rótulo ao eixo y no gráfico **ggplot**.
  + subtitle  
    Adicionar um subtítulo ao gráfico **ggplot**.
  + caption  
    Adiciona texto ao final do gráfico **ggplot**.
* Exemplo:

#Plotando gráfico  
p <- ggplot(data = Turismo, aes(x=cheg\_2012/1000,y=cheg\_2013/1000)) #Salva gráfico em variável  
  
#Aplicando elementos de texto na forma janela em branco  
p +  
 geom\_blank() + #Produz efeito janela em branco  
 labs(title = "Título", #Adiciona texto ao gráfico  
 x = "Eixo x", #Adiciona rótulo ao eixo x  
 y = "Eixo y", #Adiciona rótulo ao eixo y  
 subtitle = "Subtítulo", #Adiciona subtitulo ao gráfico  
 caption = "Elaborado por ...")+ #Adciona texto ao final do gráfico  
 theme\_bw(base\_size = 18)

#### 9.2.6.2 Segunda forma

* Podemos adicionar texto ao **ggplot2** atraves dos comandos:  
  + ggtitle("",subtitle = "")  
    O comando ggtitle adiciona título ao gráfico **ggplot**.  
    Podemos adicionar o parâmetro subtitle para adicionar um subtítulo ao gráfico **ggplot**.
  + xlab("")  
    Adiciona um rótulo ao eixo x no gráfico **ggplot**.
  + ylab("")  
    Adiciona um rótulo ao eixo y no gráfico **ggplot**.
  + labs(caption = "")  
    O comando labs() acompanhado do parâmetro caption, adiciona texto ao final do gráfico **ggplot**.
* Exemplo:

#Plotando gráfico  
p <- ggplot(data = Turismo, aes(x=cheg\_2012/1000,y=cheg\_2013/1000)) #Salva gráfico em variável  
  
#Aplicando elementos de texto na forma janela em branco  
p +  
 geom\_blank() + #Produz efeito janela em branco  
 ggtitle("Título",subtitle = "Subtítulo") + #Adiciona título e subtitulo ao gráfico  
 xlab("Eixo x") + #Adiciona rótulo ao eixo x  
 ylab("Eixo y") + #Adiciona rótulo ao eixo y  
 labs(caption = "Elaborado por ...") + #Adciona texto ao final do gráfico  
 theme\_bw(base\_size = 18)

### 9.2.7 Escalas no **ggplot2**

* Podemos definir a escala dos eixos utilizando uma camada especifica para esse fim:  
  + Variáveis Discretas  
    scale\_x\_discrete() ou scale\_y\_discrete()
  + Variáveis Continuas  
    scale\_x\_continuous() ou scale\_y\_continuous()
* Principais argumentos das funções scale\_(x|y)\_discrete() e scale\_(x|y)\_continuous():  
  + drop  
    T omite do gráfico os níveis de um fator que não aparecem nos dados; F usa todos os níveis de um fator.
  + na.translate  
    F remove valores faltantes da escala.
  + labels  
    NULL (nenhum nome **ticks**) ou um vetor com nome (caracteres) dos **ticks**.  
    labels = c("One Hundred Fifty","Three Hundred","Four Hundred Fifity")  
    O comando abbreviate, abrevia o nome dos vetores nos **ticks**.  
    labels = abbreviate
  + limits  
    Vetor de caracteres, ou números, com os possíveis limites dos valores de escala e sua ordem.  
    limits = c("caracter\_1","caracter\_2")  
    limits = c(0,600)
  + name  
    Nome da escala que aparece na legenda (rótulos de x).
  + breaks  
    O argumento breaks nos permite especifica onde os **ticks** aparecem.  
    Podemos dar nomes aos **ticks** especificados para aparecerem, usando o argumento labels.  
    breaks = c(150,300,450),  
    labels = c("One Hundred Fifty","Three Hundred","Four Hundred Fifity")
  + expand  
    Expande a escala por adição de x aos limites da escala.  
    expand = expand\_scale(add = x) ou expand = expansion(add = x)  
    Expande a escala por multiplicação de x aos limites da escala.  
    expand = expand\_scale(mult = x) ou expand = expansion(mult = x)
  + position  
    Posição da escala no eixo x (*top* ou *bottom*) e no eixo y (*left* ou *right*).  
    position = 'top'
  + trans  
    Transforma a escala continua.  
    trans = "reverse"  
    Principais transformações:  
    - ans
    - atanh
    - boxcox
    - date
    - exp
    - hms
    - identity
    - log
    - log10
    - log1p
    - log2
    - logit
    - modulus
    - probability
    - probit
    - pseudo\_log
    - reciproval
    - reverse
    - sqrt
    - time
* Exemplos:

#Plotando gráfico  
p = ggplot(data = Turismo, aes(x=Estado, y=cheg\_2012))  
p+  
geom\_blank()+  
labs(title = "Título",  
 x = "Eixo x",  
 y = "Eixo y",  
 subtitle = "Subtítulo",  
 caption = "Elaborado por ...")+  
theme\_bw(base\_size = 18)+ #Tema  
scale\_x\_discrete(limits=c("Amazonas","RioJaneiro"))  
#Vetor de caracteres com os possíveis valores de escala e sua ordem.



Exemplo 1 - scale\_x\_discrete

#Plotando gráfico  
p = ggplot(data = Turismo, aes(x=cheg\_2012/1000, y=cheg\_2013/1000))  
p+  
 geom\_blank()+  
 labs(title = "Título",  
 x = "Eixo x",  
 y = "Eixo y",  
 subtitle = "Subtítulo",  
 caption = "Elaborado por ...")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Tema  
 scale\_y\_continuous(  
 breaks = c(75,150,225),  
 labels = c("75 mil","150 mil","225 mil"), #nome dos ticks do eixo y  
 position = "right",  
 trans = "reverse")+  
 scale\_x\_continuous( limits = c(50,150)) #limites do eixo x



Exemplo 2 - scale\_(x|y)\_continuous

### 9.2.8 Cores nos gráficos ggplot2

* As cores podem ser aplicadas em diversos elementos do gráfico:  
  + Linhas
  + Preenchimentos da forma gráfica
  + Texto
* Principais parâmetros:  
  + fill  
    Controla o preenchimento de um gráfico.
  + colour ou color  
    Cor de linha ou contorno do gráfico.
  + alpha  
    Controla o grau de transparância da cor, valores entre 0 e 1 (0 sendo muito transparênte e 1 sendo opaco).  
    Ex.: alpha <- 1

#### 9.2.8.1 Método para obter cores em **R**

* Pelo número  
  col = x, sendo algum número. x = 1, 2, ...
* Pelo nome  
  Há 657 nomes de cores disponiveis no **R**.  
  Através da função colors() diretamente na linha de comando será exibido o nome das 657 cores. Ademais se colocar colors()[x] será exibido o nome na posição x.  
  Ex.: colors()[657] = “grey”.
* Pelo sistema **RGB** (*Red*, *Green*, *Blue*)  
  rgb(0,0,0)
* Pelo sistema hexa decimal  
  #ff0000



657 cores e seus repectivos nomes.

#### 9.2.8.2 Principais pacotes de paletas de cores do **R**

* **R** básico
* Pacote **RColorBrewer**

#### 9.2.8.3 Tipos de paletas de cores

* *sequencial*  
  Cores que variam em sequência da mais clara para mais escura.
* *divergente*  
  O centro da paleta é mais claro e os extremos mais escuros em ambas as direções.
* *qualitativa*  
  Não possui um ordenamento nas variações das cores.

#### 9.2.8.4 5 funções básicas do **R** que geram paletas de cores sequenciais

* rainbow(n,alpha)
* heat.colors(n,alpha)
* terrain.colors(n,alpha)
* topo.colors(n,alpha)
* cm.colors(n,alpha)

#### 9.2.8.5 **RColorBrewer** paletas de cores disponíveis

* *sequencial*

**Pacote RColorBrewer**: Nome das paletas sequencial.

| Nome das paletas |
| --- |
| Blues |
| BuGn |
| BuPu |
| GnBu |
| Greens |
| Greys |
| Oranges |
| OrRd |
| PuBu |
| PuBuGn |
| PuRd |
| Purples |
| RdPu |
| Reds |
| YlGn |
| YlGnBu |
| YlOrBr |
| YlOrRd |

As variações de cores vão de três a nove valores possíveis em cada paleta.

* *divergente*

**Pacote RColorBrewer**: Nome das paletas divergente.

| Nome das paletas |
| --- |
| BrBG |
| PiYG |
| PRGn |
| PuOr |
| RdBu |
| RdGy |
| RdYlBu |
| RdYlGn |
| Spectral |

As variações de cores vão de três a onze valores possíveis em cada paleta.

* *qualitativa*

**Pacote RColorBrewer**: Nome das paletas qualitativas e número de cores possiveis em cada paleta.

| Nome das paletas | Número de cores |
| --- | --- |
| Accent | 8 |
| Dark2 | 8 |
| Paired | 12 |
| Pastel1 | 9 |
| Pastel2 | 8 |
| Set1 | 9 |
| Set2 | 8 |
| Set3 | 12 |

#### 9.2.8.6 Aplicando escala de cinza ao gráfico

* scale\_fill\_grey(..., start = x, end = x)  
  x é um valor entre 0 e 1, sendo 0 mais escuro e 1 mais claro.  
  Aplica-se a gráficos que possuem preenchimento interno na forma como: **boxplot**, **histograma**, **violino** e **barras**.
* scale\_color\_grey(..., start = x, end = x)  
  x é um valor entre 0 e 1, sendo 0 mais escuro e 1 mais claro.  
  Aplica-se a gráficos como **dispersão** ou **linhas**.

### 9.2.9 Ajustando parâmetro de textos de um **ggplot**

* Os temas possuem formatações padronizadas para todos os elementos textuais de um gráfico como título, subtítulo ou rótulos dos eixos.
* É possível realizar ajustes através da camada theme(), utilizando-se dos argumentos de element\_text().
* Em element\_text() podemos ajustar os seguintes parâmetros:  
  + family  
    Tipo de fonte, o padrão é “sans”. No sistema **Windows** é possível consultar as famílias disponíveis através do comando windowsFonts(). Para mais opções de fontes utilize o pacote *extrafont* ou *showtext*.
  + face  
    **plain**, **italic**, **bold**, **bold.italic** para ajustar a fonte em **plana**, **itálico**, **negrito** ou **negrito**-**itálico** respectivamente.
  + colour  
    Cor da linha.
  + size  
    Tamanho do texto em pontos. Pode usar um valor ou proporcional ao padrão, fazendo rel(1.5) para o aumento de 50% ou rel(0.5) para diminuir 50%.
  + hjust  
    Alinhamento horizontal entre [0,1], hjust = 0,5 centraliza.
  + vjust  
    Alinhamento vertical entre [0,1], vjust = 0,5 centraliza.
  + angle  
    De 0 a 360.
  + lineheight  
    Altura da linha.
* Podemos aplicar os elementos de texto de forma global ou especificando o elemento que pode ser só o título, só um dos eixos, etc.
* Para maiores detalhes utilize o comando ??theme.
* Exemplo:

#Plot  
p = ggplot(data = dados, aes(x = cheg\_2012/1000, y = cheg\_2013/1000))  
  
#ajustando parâmetros de texto  
p+  
 geom\_blank()+  
 labs(title = "Título",  
 x = "Eixo x",  
 y = "Eixo y",  
 subtitle = "Subtítulo")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+  
 theme(text = element\_text(family = "mono"))+   
 #Altera a fonte de todos os textos  
 theme(axis.text.x = element\_text(size = rel(1.2)))+   
 #Aumenta a fonte só do eixo x em 20%  
 theme(axis.text.y = element\_text(angle = 45))+   
 #Muda o angulo do texto do eixo y em 45 graus  
 theme(axis.title.y = element\_text(face = "bold.italic"))+   
 #Muda o rótulo do eixo y para negrito-itálico  
 theme(plot.title = element\_text(hjust = 0.5))+   
 #Centraliza o título  
 theme(plot.subtitle = element\_text(hjust = 1))   
 #Subtítulo a direita  
  
#fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Gráfico com ajustes de texto.

### 9.2.10 Layout da janela gráfica e plotagem de vários gráficos em uma janela

#### 9.2.10.1 Principais pacotes para configurar layout da janela gráfica

* grid
* patchwork

#### 9.2.10.2 Pacote grid

* O pacote grid implementa funções gráficas no sistema de plotagem ggplot2 e também é um pacote gráfico independente, apesar de ser pouco usada essa última função.
* O pacote grid oferece uma ampla variedade de funções que personalizam elementos de plotagem do ggplot2, como:  
  + Temas
  + Cores
  + Grafos (pequenos e multiplos)
  + Incluir anotações matemáticas em objetos ggplot  
    <https://github.com/tidyverse/ggplot2/wiki/Plotmath>
  + Alterar sistemas de coordenadas
  + *Layout* da janela gráfica
* Sobre o *layout* da janela gráfica, podemos configurar para adicionar vários gráficos numa mesma janela gráfica. O passo a passo:  
  + Criar e configurar os gráficos.
  + Definir quais gráficos devem aparecer e configuração do *layout* da janela gráfica (em tabela).
  + *Print* dos gráficos em suas devidas posições no *layout* (em tabela) na janela gráfica.
* Exemplo:

#ggplot  
p = ggplot(data = dados, aes(x = cheg\_2012/1000,y = cheg\_2013/1000))  
  
#Gráfico 1  
g1 <- p+  
 geom\_blank()+  
 theme\_bw(base\_size = 18)  
  
#Gráfico 2  
g2 <- p+  
 geom\_point()+  
 theme\_minimal(base\_size = 18)  
  
#Layout para 1 linha e 2 colunas (g1 ao lado de g2)  
pushViewport(viewport(layout = grid.layout(1,2)))  
  
#Atribuindo g1  
print(g1, vp=viewport(layout.pos.row = 1, layout.pos.col = 1))  
  
#Atribuindo g2  
print(g2, vp=viewport(layout.pos.row = 1, layout.pos.col = 2))  
  
#fechando dispositivo grafico  
dev.off()



*Layout* da janela gráfica com dois gráficos, usando biblioteca grid do **R**.

#### 9.2.10.3 Pacote patchwork

* O objetivo do patchwork é tornar simples juntar ggplot separados no mesmo gráfico.
* O patchwork usa uma API que incita a exploração, iteração e escala para *layout* arbitrariamente complexos.
* Formas de agrupar gráficos num *layout* usando patchwork:  
  + g1 + g2  
    Agrupa em linha.
  + (g1|g2|g3)/g4  
    Agrupa em linhas e colunas.
* Exemplo:

#ggplot  
p = ggplot(data = dados, aes(x = cheg\_2012/1000,y = cheg\_2013/1000))  
  
#Gráfico 1  
g1 <- p+  
 geom\_blank()+  
 theme\_bw(base\_size = 18)  
  
#Gráfico 2  
g2 <- p+  
 geom\_point()+  
 theme\_minimal(base\_size = 18)  
  
#Gráfico 3  
g3 <- p+  
 geom\_boxplot()+  
 theme\_grey(base\_size = 18)  
  
#Gráfico 4  
g4 <- p+  
 geom\_point()+  
 theme\_minimal(base\_size = 18)  
  
#Layout 1 para 1 linha e 2 colunas (g1 ao lado de g2)  
g1 + g2 + plot\_layout(ncol = 2) + plot\_annotation(title = "Dois gráficos com patchwork",  
 tag\_levels = "1")   
 #Título geral e número em cada gráfico  
  
#fechando dispositivo grafico  
dev.off()  
  
#Layout 2  
(g1 | g2 | g3) / g4  
  
#fechando dispositivo grafico  
dev.off()



*Layout* 1 da janela gráfica com dois gráficos, usando biblioteca patchwork do **R**.



*Layout* 2 da janela gráfica com quatro gráficos, usando biblioteca patchwork do **R**.

### 9.2.11 Gráficos usando pacote ggplot2

* Passo a passo (principais pacotes):  
  + Importa dados  
    readr
  + Organizar os dados  
    tidyr  
    dplyr  
    magrittr
  + Preparar gráfico  
    ggplot2
  + Adicionar camadas ao gráfico  
    grid  
    ggthemes  
    RColorBrewer  
    extrafont  
    showtext
  + Plotar gráfico e definir layout  
    grid  
    patchwork

#### 9.2.11.1 Gráfico de barras (geom\_bar) com ggplot2

* Tipos de gráficos de barras do ggplot2:  
  + geom\_bar  
    Para plotar um gráfico de barras no ggplot2, definimos o tipo de gráfico geom\_bar.  
    A altura das barras é proporcional ao número de casos em cada grupo.
  + geom\_col  
    Outra forma de gerar gráficos de barras no ggplot2 é o tipo de gráfico geom\_col.  
    A altura das barras representão os valores dos dados.
* Observações:  
  + A função reorder serve para reordenar uma variável em função de outra. Muito útil para organizar as barras em formato crescente, ou decrescente, dos grupos.
  + Quando temos mais de uma variável númerica associada a variável categorica (grupo) podemos ter no gráfico de barras com barras lado a lado ou empilhadas.(Ver exemplo 2)  
    - fill = variável  
      Categorias secundarias agrupadas.  
      Gera legenda automática na lateral.
    - geom\_bar(stat = "identity", position = "dodge")  
      barras agrupadas da mesma categoria ficam lado a lado.
    - geom\_bar(stat = "identity")  
      Sem position = "dodge", por default é barras agrupadas da mesma categoria na forma empilhadas.
* Os argumentos:  
  + stat = identity  
    Não altera o gráfico de barras.
  + stat = count  
    Conta o número de casos em cada posição x.
* Exemplo 1 - Gráfico de Barras:

#Plotando gráfico de barras (geom\_bar)  
p <- ggplot(data = dt, aes(x = reorder(Estado,y), y))+ #Mapeamento das variáveis  
 geom\_bar(stat = "identity")+ #Forma de barras  
 labs(title = "Chegada de Turistas ao Brasil em 2013", #Título  
 x = "Estados", #Texto do eixo x  
 y = "Número de chegadas por mil")+ #Texto do eixo y  
 geom\_text(aes(label = round(y,2)), hjust=0.5, vjust=0)+ #Insere valores sobre as barras  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Define o tema  
 theme(plot.title = element\_text(hjust = 0.5))+ #Centraliza o texto do título  
 theme(axis.text.x = element\_text(angle = 90)) #Muda o ângulo do texto do eixo x em 90 graus  
p  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Gráfico de barras (geom\_bar)

* Exemplo 2 - Gráfico de Barras com mais de uma categoria e *layout* com dois gráficos:

#Preparação dos dados  
dt <- dados %>%   
 filter(Estado == "SaoPaulo" | Estado == "RioJaneiro") %>%   
 rename('2012' = cheg\_2012, '2013' = cheg\_2013, '2014' = cheg\_2014, '2015' = cheg\_2015) %>%   
 gather(ano, chegada, '2012':'2015') %>%   
 select(Estado, ano, chegada) %>%   
 group\_by(Estado,ano) %>%   
 summarize(chegada=sum(chegada)) %>%   
 ungroup()  
  
#Convertendo ano para fator  
dt$ano = factor(dt$ano)  
  
#Visualizando dados  
dt  
View(dt)  
  
#Plotagem gráfico de barras com duas ou mais categorias  
p = ggplot(dt)+  
 aes(x=reorder(Estado,chegada), y=chegada/1000, fill = ano)+  
 geom\_bar(stat = "identity",position = "dodge")+  
 geom\_text(aes(label = round(chegada/1000,2)),   
 position = position\_dodge(width = 0.9),   
 vjust=-0.25)  
  
#Adicionando camadas a p  
p1 = p +  
 labs(title = "Chegada de Turistas ao Brasil - Versão barras lado a lado",  
 x = "Estados",  
 y = "Número de chegadas por mil")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+  
 theme(plot.title = element\_text(hjust = 0.5))+  
 scale\_fill\_grey(start = 0, end = 0.9)  
  
p1  
  
#Plotando versão barras empilhadas  
p = ggplot(dt)+  
 aes(x=reorder(Estado,chegada), y=chegada/1000, fill = ano)+  
 geom\_bar(stat = "identity")+  
 geom\_text(aes(label = round(chegada/1000,2)),   
 position = position\_stack(vjust=1))  
  
#Adicionando camadas a p  
p2 = p+  
 labs(title = "Chegada de Turistas ao Brasil - Versão barras empilhadas",  
 x = "Estados",  
 y = "Número de chegadas por mil")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+  
 theme(plot.title = element\_text(hjust = 0.5))+  
 scale\_fill\_grey(start = 0.4, end = 1)  
  
p2  
  
#Layout (patchwork)  
pp = p1 + p2 + plot\_layout(ncol = 1) +  
 plot\_annotation(title = "Gráfico de Barras com duas ou mais categorias",  
 tag\_levels = "1")  
  
pp  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Gráfico de Barras (geom\_bar) com duas ou mais categorias e *layout* com dois gráficos.

#### 9.2.11.2 Histograma com ggplot2

##### 9.2.11.2.1 Teoria histograma

* Histograma é um tipo de gráficos de barras.
* É usado para variáveis quantitativas continuas.
* Para elaborar um histograma é necessário uma variável quantitativa.
* No eixo x teremos os valores da variável e no eixo y sua frequência que pode ser absoluta ou relativa.
* Este tipo de gráfico é muito usado para observar:  
  + **Distribuição de frequências**
  + **Simetria**
  + **Desvio**  
    Presença de valores discrepantes (Outliers).
  + **Amplitude da variável**
* A diferença entre gráficos de barras e histograma:  
  + **Gráfico de barras**  
    É aplicado a variáveis categóricas, apenas um eixo representando variável númerica e o outro eixo representando um variável categórica.
* 
* Exemplo gráfico de barras
  + **Histograma**  
    É aplicado a variáveis númericas e possui dois eixos númericos (x representando a variável e y representando a frequência da variável).
* 
* Exemplo histograma

##### 9.2.11.2.2 Histograma

* Principais argumentos da função geom\_histogram():  
  + binwidth  
    A largura das caixas (barras).
  + color = "nome\_cor", fill = "nome\_cor"  
    Altera a cor da linha e do preenchimento.
  + color = variável\_factor, fill = variável\_factor  
    Controla a variação de cor em função da variável **fator**(**factor**) do histograma.
  + linetype="dashed"  
    Altera o tipo da linha de contorno das caixas (barras) para pontilhado.
  + position="identity"  
    Histogramas sobrepostos.
  + position="dodge"  
    Histogramas intercaladas.  
    -alpha=0.6  
    Controlar transparencia da cor do preenchimento.
* Alterar a posição da legenda:  
  + theme(legend.position="top")  
    Legenda posicionada na parte superior da janela gráfica.
  + theme(legend.position="bottom")  
    Legenda posicionada na parte inferior da janela gráfica.
  + theme(legend.position="none")  
    Remove a legenda.
* Exemplo - Histograma com eixo x logarítmo no ggplot2:

#Plotagem  
p = ggplot(dados,aes(x=cheg\_2013/1000))  
  
#Adição de camadas  
p+  
 geom\_histogram(aes(y= ..count.., fill = factor(Regiao)), #fill = variável factor  
 position = "identity", #Histogramas sobrepostos  
 alpha = 0.6, #Densidade das cores  
 binwidth = 0.1)+ #Largura das caixas (barras)  
 scale\_x\_log10()+ #Eixo x em escala logarítmica  
 labs(x = "Chegadas em escala logarítmica",  
 y = "Frequência Absoluta",  
 title = "Histograma do número de chegadas de turistas ao Brasil \nAno de 2013")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Tipo de tema  
 scale\_fill\_discrete(name = "Região")+ #Escala de cores dos dados discretos  
 scale\_fill\_grey(start = 0.2,end = 0.8) #Escala de cinza  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Histograma (geom\_histogram) com eixo x logarítmo.

#### 9.2.11.3 boxplot (diagrama de caixa) com ggplot2

##### 9.2.11.3.1 Teoria boxplot

* O **Diagrama de caixa** serve para compreensão da forma e amplitude dos dados.
* Para elaborar um boxplot é necessário pelo menos uma variável quantitativa.
* Se a variável pode ser agrupada por fatores(factor), temos um boxplot comparativo y ~ x, isto é, a variável númerica y agrupada pelas categorias da variável do tipo fator x.
* É importante para fazer o **diagrama de caixa** conhecer a fórmula das **separatrizes**.
* O **diagrama de caixa** usa em sua construção os conceitos de **quartis** (**Q1**, **Q2**, e **Q3**).

##### 9.2.11.3.2 Separatrizes

* Quartis:  
  + Q1 (25%)
  + Q2 (50% ou mediana)
  + Q3 (75%)
* Tabela de distribuição de frequências:



Exemplo de tabela de distribuição de frequências

* Como achar o intervalo de classe que corresponde a separatriz calculada.  
  Ex.: Se Q1 (25%), achar na tabela de classes e frequências, na coluna frequência acumulada, a classe que contém o valor que corresponde a 25% da frequência acumulada total.  
  Esse intervalo de classe será a classe selecionada para aplicação da fórmula.
* Fórmula da separatriz:

onde,  
 é o percentil (separatriz),  
 é o limite inferior do intervalo de classe selecionada,  
 é o número em fração do percentil,  
 é a frequência,  
 é a frequência acumulada total,  
 é a frequencia acumulada do intervalo de classe anterior (ao selecionado) do qual se esta calculando,  
 é a frequência do intervalo de classe selecionada,  
 é a amplitude de classe ().

##### 9.2.11.3.3 boxplot

* Montando a box:  
  A box contém como limite superior , limite inferior e linha interna a mediana ().
* Intervalo interquartil:
* Limites:  
  + Máximo
  + Mínimo
* Valores discrepantes (**Outliers**):  
  + Possíveis erros (arredondamento ou observação).
  + Alguma condição especial que deve ser observada separadamente.
* Exemplo explicativo de boxplot:



Exemplo explicativo de boxplot

* Exemplo - boxplot com eixos invertidos no ggplot2:

#Plotagem  
p <- dados %>%   
 ggplot(aes(x=as.factor(Mes),y=cheg\_2012/1000))  
  
#Adição de camadas  
p +  
 geom\_boxplot() +  
 labs(title = "Visualizando a variabilidade de chegadas de turistas ao Brasil no ano de 2012",  
 x= "Mês",  
 y="Número de chegadas") +  
 theme\_bw(base\_size = 18) + #Adiciona tema "black and white"  
 coord\_flip() #Inverte posição do eixo x  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



boxplot (diagrama de caixa) com eixos invertidos.

* Exemplo - boxplot com efeito jitter:

#Plotagem  
p <- dados %>%   
 ggplot(aes(x=as.factor(Mes),y=cheg\_2012/1000))  
  
#Adição de camadas  
p +  
 geom\_boxplot() +  
 geom\_jitter()+ #Adiciona o feito jitter  
 labs(title = "Efeito jitter",  
 x= "Mês",  
 y="Número de chegadas") +  
 theme\_bw(base\_size = 18) #Adiciona tema "black and white"  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Boxplot com efeito jitter.

* Exemplos - boxplot dividindo gráfico por facetas (facet\_grid() e facet\_wrap()):

#Organizando dados  
dt = dados %>%   
 filter(Regiao == "Norte" | Regiao == "Nordeste")  
  
#Plotagem  
p <- dt %>%   
 ggplot(aes(x=as.factor(Mes),y=cheg\_2012/1000))  
  
#Adição de camadas  
p +  
 geom\_boxplot() +  
 labs(title = "Chegada de turistas ao Brasil em 2012: Regiões Norte e Nordeste",  
 x= "Mês",  
 y="Número de chegadas") +  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Adiciona tema "black and white"  
 facet\_grid(Regiao ~.,scales = "free\_y", space = "free")  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



boxplot divido por facetas das regiões norte e nordeste, usando facet\_grid().

#Organizando dados  
dt = dados %>%   
 filter(Regiao != "Variados")  
  
#Plotagem  
p <- dt %>%   
 ggplot(aes(x=as.factor(Mes),y=cheg\_2012/1000))  
  
#Adição de camadas  
p +  
 geom\_boxplot() +  
 labs(title = "Chegada de turistas ao Brasil em 2012 por Regiões",  
 x= "Mês",  
 y="Número de chegadas") +  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Adiciona tema "black and white"  
 facet\_wrap(~Regiao, scale = "free\_y", nrow=2)  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Gráfico dividido por facetas das regiões, usando facet\_wrap().

#### 9.2.11.4 Gráfico circular (pizza) com ggplot2

* O gráfico circular é montado a partir do gráfico de barras.
* O gráfico circular é produzido a partir do gráfico de barras (geom\_bar()), com uma única coluna e empilhado, e a variável y transforma em coordenada polar (coord\_polar()).  
  geom\_bar(aes(x=1,weight=variável\_y,fill=variável\_de\_agrupamento))+coord\_polar(theta="y")
* Passo a passo:  
  + Produzir um gráfico de barras.  
    geom\_bar()
  + As barras devem ser em formato empilhado, com uma única coluna.  
    aes(x = 1, weight = variável\_y, fill = variável\_de\_agrupamento)
  + Aplicar coordenadas polar para transformar as barras em formato circular.  
    coord\_polar(theta = "y")
  + Adicionar textos.  
    geom\_text(x = 1.3, aes(y = Calculo\_porcentagem, label = paste0(), "%"))  
    label adiciona texto as fatias do gráfico circular.  
    paste0 concatena texto.
  + Adicionar camadas:  
    - Retirar escalas  
      scale\_x\_continuous(breaks = NULL)  
      scale\_y\_continuous(breaks = NULL)
    - Adicionar título e rótulos.  
      labs(title = "Título", x = "", y = "Rótulo de y")  
      x não recebe rótulo no gráfico circular.
    - Atribuir tema e tamanho de fonte.  
      theme\_bw(base\_size = 18)
    - Retirar grades.  
      theme(panel.grid = element\_blank())
* Exemplo - Gráfico circular (pizza):

#Organizando dados  
d <- data.frame(orcamento = c(10,20,30,40),  
 Empresa = c(paste("E",1:4)))  
  
#Plotando gráficio  
d %>%   
 ggplot(aes(x = 1, weight = orcamento,   
 fill = Empresa))+ #Gráfico de barras empilhado e coluna única, com variável de agrupamento.  
 geom\_bar(color = "black")+  
 coord\_polar(theta = "y")+ #Transforma variável y em polar e o gráfico de barras em circular.  
 geom\_text(x = 1.3,  
 aes(y = cumsum(orcamento[4:1]) - orcamento[4:1]/2,   
 label = paste0(100\*round(orcamento[4:1]/sum(orcamento[4:1]),3), "%")))+  
 scale\_x\_continuous(breaks = NULL)+ #Retirar a escala x  
 scale\_y\_continuous(breaks = NULL)+ #Retirar a escala y  
 labs(title = "Gráfico circular com ggplot2",  
 x = "",  
 y = "Fatia do orçamento a ser pago")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Tema e tamanho da fonte base.  
 theme(panel.grid = element\_blank())+ #Não atribui nenhum valor as grades (sem desenho).  
 scale\_fill\_grey(start = 0.6, end = 1) #Escala de cores cinza.  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()



Gráfico circular por ggplot2, construido a partir das funções gráficas geom\_bar() + coord\_polar().

#### 9.2.11.5 Gráfico de pontos com ggplot2

* No gráfico de pontos temos dois eixos númericos produzindo um gráfico de dispersão.
* Comando para aplicar gráfico de pontos:  
  geom\_point()
* É possivel agrupar os pontos por grupos e atribuir cores e formas distintas.
* Principais argumentos:  
  + subset  
    Subconjunto de dados de um data.frame, aplica um filtragem nos dados.  
    subset(data, variável %in% c(valor1,valor2,...))
  + shape  
    Altera as formas de determinados grupos a partir de variável.
  + color  
    Altera as cores de determinados grupos a partir de variável.
  + scale\_x\_continuous  
    Configuração do eixo x (para dados númericos).  
    - limits  
      Define os limites do eixo x.  
      limits = c(limite\_inferior, limite\_superior)
    - breaks  
      Define o espaçamento da escala do eixo x.  
      breaks = seq(limite\_inferior, limite\_superior, valor\_espaçamento)
  + geom\_point(size = valor)  
    size altera o tamanho dos ícones do gráfico (os pontos).
* Exemplo - Gráfico de pontos (geom\_point()) com subgrupos:

#Plotagem  
ggplot(subset(dados, Regiao %in% c("Sul", "Sudeste")), #Subconjunto de dados de um data.frame  
 #O comando filtra dos dados do data.frame  
 aes(x = Mes, y = cheg\_2013/1000,   
 shape = Estado, #Alterar formas desse grupo de variáveis  
 color = Regiao))+ #Diferencia os grupos das variáveis regiao por cor  
 scale\_x\_continuous(limits = c(1,12), #Limites do eixo x  
 breaks = seq(1,12,1))+ #Espaçamento do eixo x  
 geom\_point(size = 3)+ #Tamanho dos ícones (pontos)  
 labs(title = "Gráfico de Dispersão: Mês x chegadas em 2013",  
 x = "Meses",  
 y = "Chegadas por mil")+  
 theme\_bw(base\_size = 18)+ #Adiciona tema "black and white" e tamanho da fonte  
 scale\_color\_grey(start = 0.8, end = 0.2) #Aplica escalas de cinza  
  
#Fechando dispositivo gráfico  
dev.off()

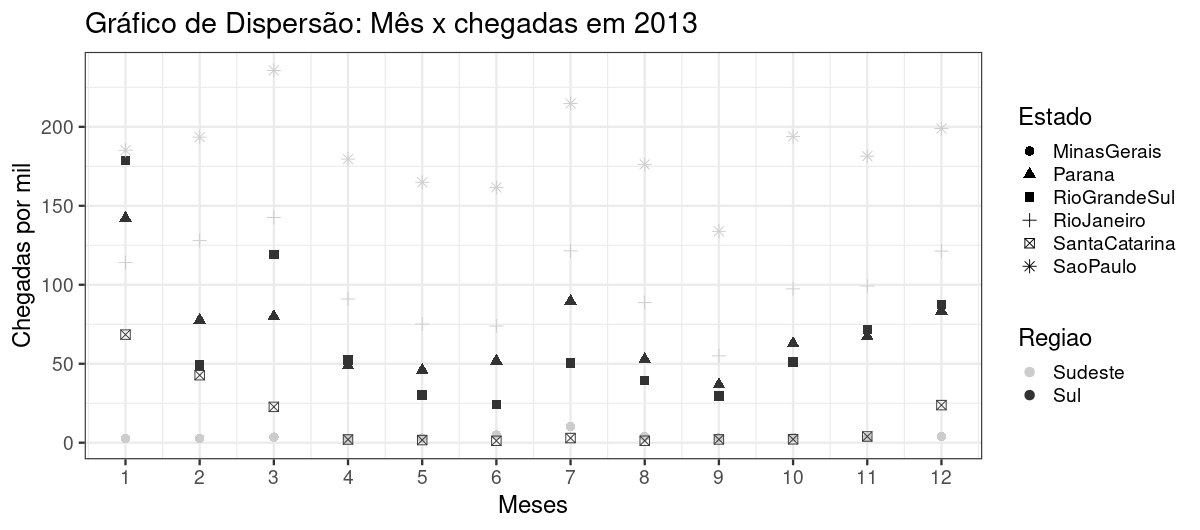


Gráfico de pontos, construido a partir da biblioteca ggplot2 usando a função geom\_point().

#### 9.2.11.6 Gráfico de linhas com ggplot2

#### 9.2.11.7 Gráfico de dispersão com linha de tendência usando ggplot2

#### 9.2.11.8 Efeitos

##### 9.2.11.8.1 O efeito jitter

* No gráfico de pontos ou dispersão, quando diversas observações (pontos) apresentam o mesmo valor, na visualização convencional, não é possivel perceber esse fato.
* O feito jitter estabelece uma forma de evidenciar essas repetições. É um efeito que mostra os pontos sobrepostos num resultado de espalhamento em torno do ponto de sobreposição, permitindo que se visualize melhor a quantidade de ocorrências.
* Adiciona uma pequena váriação aleatória à localização de cada ponto, é uma maneira útil de lidar com *overplotting* causada pela discrêpancia em conjuntos de dados menores.
* *Overplotting* é quando os dados ou rótulos em uma visualização de dados se sobrepõem, dificultando a visualização de pontos de dados individuais em uma visualização de dados.
* Comando para adicionar o efeito jitter no gráfico, usando a biblioteca **ggplot2**:  
  geom\_jitter()



Gráfico sem efeito jitter.



Gráfico com feito jitter.

##### 9.2.11.8.2 Facetas

* Divide o gráfico em vários painéis.
* O facet\_grid() forma uma matriz de painéis definidos por variáveis de facetação de linha e coluna.
* É mais útil quando se tem duas variáveis discretas e todas as combinações das variáveis existem nos dados.
* Caso tenha apenas uma variável com muitos niveis, vale tentar facet\_wrap().



Diferença entre facet\_grid() e facet\_wrap().

* Principais argumentos do facet\_grid():  
  + rows ou cols  
    O conjunto de variáveis var(). Definição de grupo de facetas na dimensão de linhas e colunas.  
    Exemplo: row = var(variável\_de\_agrupamento)  
    Outra forma de escrever é através da expressão variável\_linha ~ variável\_coluna, onde qualquer variável pode ser substituida por ponto (variável\_linha ~ . ou . ~ variável\_coluna), que é usado para indicar não haver lapidação nessa dimensão.  
    Exemplo: Regiao ~ .
  + nrow ou ncol  
    Funciona para o facet\_wrap(), controla como a feixa de opções é agrupada em uma grade, ou seja, controla o número de colunas e linhas, assim o como as facetas estão dispostas numa tabela.  Exemplo: nrow = 3
  + scale  
    Por padrão, todos os painéis tem as mesmas escalas (scale = "fixed"). Eles podem se tornar independente, definindo as escalas como free\_x (variando no eixo x), free\_y (variando no eixo y) ou free (variando em ambos os eixos).  
    Exemplo: scale = "free"
  + space  
    Se fixed, o padrão, todos os painéis tem o mesmo tamanho.  
    Se free\_y sua altura será proporcional ao comprimento da escala y.  
    Se free\_x sua largura será proporcional ao comprimento da escala x.  
    Ou se free tanto a altura quanto a largura vão variar em função das escalas x e y.  
    Exemplo: space = "free"
  + labeller  
    O argumento labeller pode ser usado para controlar o rótulo dos painéis.  
    Exemplo: labeller=label\_both  
    Adiciona o nome das variáveis nos rótulos, não somente os valores.
* Exemplos - facet\_grid() alterando parâmetros:



Gráfico por facetas com facet\_grid(rows = variável) ou facet\_grid(variável ~.).



Gráfico por facetas com facet\_grid(cols = variável) ou facet\_grid(.~ variável).



Gráfico por facetas com escala do eixo y livre. facet\_grid(scale = "free\_y")



Gráfico por facetas com rótulos com nome da variável. facet\_grid(labeller = label\_both)

### 9.2.12 Assistentes para ggplot2

# 10 ANDAMENTO DOS ESTUDOS

Assunto em andamento:

Atualmente estou estudando Cap.7, gráficos com **ggplot2**.

# REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, L. F. [**UTILIZANDO A LINGUAGEM R: conceitos, manipulação, visualização, modelagem e elaboração de relatórios**](https://altabooks.com.br/produto/utilizando-a-linguagem-r/). Rio de Janeiro: Departamento de estatística da UFF; Alta Books Editora, 2021.

1. R Markdown: The Definitive Guide. Yihui Xie, J. J. Allaire, Garrett Grolemund. Disponível em:  
   <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/>  
    [↑](#footnote-ref-73)