

MAC 113 — Introdução à Ciência da Computação

Aula 26

Nelson Lago

1º/2025



Previously on MAC113...

Dataframes

- **Em geral, as operações vetoriais que fazemos em dataframes/tibbles processam as colunas**
 - ▶ Como cada coluna é um vector, sabemos que os elementos são todos do mesmo tipo
 - ▶ Em geral, coisas como `max()`, `mean()`, `sum()` etc., fazem sentido com as colunas
- **Para processar as linhas, podemos extrair uma linha específica por sua coordenada:**
 - ▶ `df[3,]`
- **ou, para processar todas, fazer um laço:**
 - ▶ `for (i in seq_len(nrow(df))) { df[i,] }`
- **ou usar `paste()`**
- ...

Dataframes

Dataframes/tibbles: Como vivem? Onde moram? De que se alimentam?

- Não tem muita graça digitar os dados de um dataframe/tibble como parte do programa
- O mais razoável é carregar de um **arquivo**
- Dataframes são tabelas → o arquivo deve representar uma tabela
- O formato mais comumente usado é o **CSV** (comma-separated values)

Nome	matemática	português	física	história
Alan Turing	9.7	1.4	9.2	8.7
Ada Lovelace	9.8	1.2	10.0	9.2

Dataframes

```
Nome,matemática,português,física,história
```

```
Alan Turing,9.7,1.4,9.2,8.7
```

```
Ada Lovelace,9.8,1.2,10.0,9.2
```

```
Nome      ,matemática,português,física,história
```

```
Alan Turing ,9.7      ,1.4      ,9.2      ,8.7
```

```
Ada Lovelace ,9.8      ,1.2      ,10.0     ,9.2
```

- CSV: “Comma” pode ser qualquer coisa (espaços, tabs...)

```
Nome;matemática;português;física;história
```

```
Alan Turing;9,7;1,4;9,2;8,7
```

```
Ada Lovelace;9,8;1,2;10,0;9,2
```

Dataframes

- E como ler um arquivo desses?

```
endereço <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/renda_vs_inflacao.csv'
#df <- read.table(endereço, sep=";", header=TRUE) # dataframe
library(readr)
df <- read_delim(endereço, delim=";", col_types = "idd")
names(df)[2] <- "PIBpc"
print(head(df))
```

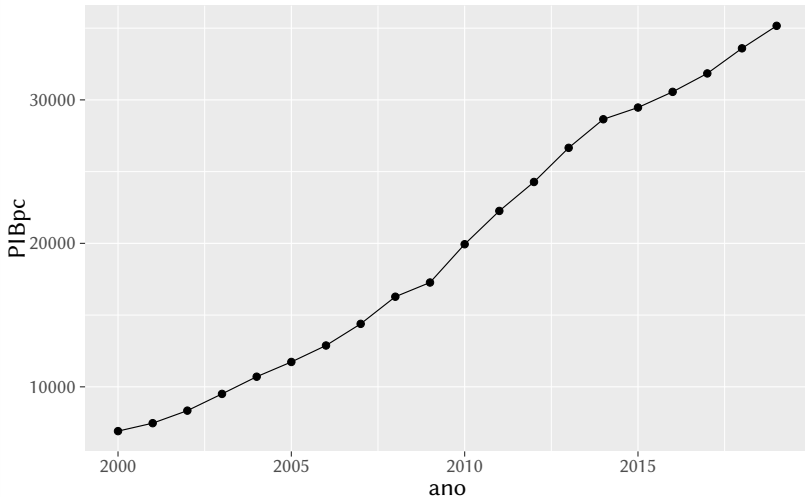
```
# A tibble: 6 × 3
  ano  PIBpc  IPCA
<int> <dbl> <dbl>
1  2000  6913.    7
2  2001  7467    6.8
3  2002  8341.    8.4
4  2003  9507.   14.7
5  2004 10706    6.6
6  2005 11734.    6.9
```

Dataframes

```
endereço <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/renda_vs_inflacao.csv'
#df <- read.table(endereço, sep=";", header=TRUE) # dataframe
library(readr)
df <- read_delim(endereço, delim=";", col_types = "idd")
names(df)[2] <- "PIBpc"
p <- ggplot(df, aes(x=ano, y=PIBpc)) +
  geom_line() +
  geom_point() +
  labs(title="PIB per capita anual brasileiro")
print(p)
```

Dataframes

PIB per capita anual brasileiro



Recortes com filtros

- Dado um dataframe `df` (ou um vector/lista), podemos fazer um “recorte” usando coordenadas: `df[linhas,colunas]`
 - ▶ linhas e colunas podem ser valores únicos ou vectors
- Também podemos usar um vector do tipo **LOGICAL**

```
vec <- 1:5
cat(vec[c(TRUE, FALSE, FALSE, TRUE, FALSE)], "\n")
1 4
grandes <- vec > 3
cat(grandes, "\n")
FALSE FALSE FALSE TRUE TRUE
cat(vec[grandes], "\n")
4 5
cat(vec[vec > 3], "\n")
4 5
```

Recortes com filtros

```
library(tibble)
df <- tibble(nome=c("Fulano", "Ciclano", "Beltrano"), idade=c(17, 25, 19))
cat("Idade do Fulano:", unlist(df[df$nome == "Fulano","idade"]), "\n")
```

Idade do Fulano: 17

```
library(tibble)
df <- tibble(nome=c("Fulano", "Ciclano", "Beltrano"), idade=c(17, 25, 19))
cat("Maiores de idade:", unlist(df[df$idade>=18,]), "\n")
maiores <- df[df$idade>=18,]
cat("Maiores de idade:", paste(maiores$nome, ": ", maiores$idade, sep=""), sep="\n")
```

Maiores de idade: Ciclano Beltrano 25 19

Maiores de idade:

Ciclano: 25

Beltrano: 19

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim="," )`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim="," )`
- Para salvar o último gráfico exibido com `ggplot2` em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS`

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim="," )`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)
 - ▶ `stringr` (operações com textos)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com `ggplot2` em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)
 - ▶ `stringr` (operações com textos)
 - » carregue todas (além de `ggplot2`, `tibble...`) com `library(tidyverse)`

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)
 - ▶ `stringr` (operações com textos)
 - » carregue todas (além de `ggplot2`, `tibble...`) com `library(tidyverse)`
- Para acessar a documentação

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com `ggplot2` em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)
 - ▶ `stringr` (operações com textos)
 - » carregue todas (além de `ggplot2`, `tibble...`) com `library(tidyverse)`
- Para acessar a documentação
 - ▶ `?nome-da-função` (sobre a função)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com `ggplot2` em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)
 - ▶ `stringr` (operações com textos)
 - » carregue todas (além de `ggplot2`, `tibble...`) com `library(tidyverse)`
- Para acessar a documentação
 - ▶ `?nome-da-função` (sobre a função)
 - ▶ `vignette("package")` (sobre a package)

Outras coisas sobre R e dataframes

- Para salvar um dataframe em um arquivo:
 - ▶ `write_delim(df, file="blah.csv", delim=",")`
- Para salvar o último gráfico exibido com ggplot2 em um arquivo:
 - ▶ `ggsave("arquivo.pdf", width=6, height=4)` (polegadas)
- Para ler diretamente arquivos do excel ou libreoffice:
 - ▶ bibliotecas `readxl` e `readODS` (*mas prefira usar CSV!*)
- Bibliotecas muito úteis e populares:
 - ▶ `purrr` (operações vetoriais com lists/vectors)
 - ▶ `dplyr` (operações vetoriais com dataframes/tibbles)
 - ▶ `stringr` (operações com textos)
 - » carregue todas (além de `ggplot2`, `tibble...`) com `library(tidyverse)`
- Para acessar a documentação
 - ▶ `?nome-da-função` (sobre a função)
 - ▶ `vignette("package")` (sobre a package)
 - ▶ `??alguma-coisa` (busca “alguma-coisa” em toda a documentação)

And now for more of the same

Exoplanetas

- **Dados sobre exoplanetas**
science.nasa.gov/exoplanets/exoplanet-catalog/

Exoplanetas

- Dados sobre exoplanetas
science.nasa.gov/exoplanets/exoplanet-catalog/
- Em formato tabular “mastigado”

(Adaptado de github.com/mwaskom/seaborn-data/blob/master/planets.csv)

number	period	mass	distance
1	269.3	7.1	77.4
1	874.8	2.2	56.95
1	763.0	2.6	19.84
...			

Exoplanetas

- Dados sobre exoplanetas
science.nasa.gov/exoplanets/exoplanet-catalog/
- Em formato tabular “mastigado”

(Adaptado de github.com/mwaskom/seaborn-data/blob/master/planets.csv)

number	period	mass	distance
1	269.3	7.1	77.4
1	874.8	2.2	56.95
1	763.0	2.6	19.84
...			

- | | |
|----------|--------------------------------------|
| number | Number of planets in the system |
| period | Orbital period in Earth days |
| mass | Mass of the planet in Jupiter masses |
| distance | Distance from Earth in light-years |

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)

}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)

}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é",           , "\n")

}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
  cat("A distância até o planeta mais próximo é", , "anos-luz\n")
}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
  cat("A distância até o planeta mais próximo é", min(planetas$distance), "anos-luz\n")
}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?
- Quais são a massa e o período orbital médios?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
  cat("A distância até o planeta mais próximo é", min(planetas$distance), "anos-luz\n")

}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?
- Quais são a massa e o período orbital médios?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
  cat("A distância até o planeta mais próximo é", min(planetas$distance), "anos-luz\n")
  cat("A massa média dos planetas é",
      , "\n")
}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?
- Quais são a massa e o período orbital médios?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
  cat("A distância até o planeta mais próximo é", min(planetas$distance), "anos-luz\n")
  cat("A massa média dos planetas é", mean(planetas$mass), "\n")
}
main()
```

Exoplanetas

- www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv
- Qual o maior número de planetas em um sistema?
- Qual a distância do planeta mais próximo?
- Quais são a massa e o período orbital médios?

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  cat("O maior número de planetas em um sistema é", max(planetas$number), "\n")
  cat("A distância até o planeta mais próximo é", min(planetas$distance), "anos-luz\n")
  cat("A massa média dos planetas é", mean(planetas$mass), "\n")
  cat("O período orbital médio dos planetas é", mean(planetas$period), "\n")
}
main()
```

Intermezzo

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**
 - ▶ Adicionamos camadas com “+”

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**
 - ▶ Adicionamos camadas com “+”
 - ▶ A primeira “camada” é a área (vazia) do gráfico: `ggplot(df)`

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**
 - ▶ Adicionamos camadas com “+”
 - ▶ A primeira “camada” é a área (vazia) do gráfico: `ggplot(df)`
 - » (um “atalho” comum é acrescentar o dataframe com os dados aqui também)

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**
 - ▶ Adicionamos camadas com “+”
 - ▶ A primeira “camada” é a área (vazia) do gráfico: `ggplot(df)`
 - » (um “atalho” comum é acrescentar o dataframe com os dados aqui também)
 - ▶ As próximas camadas são as formas geométricas:
`geom_point()`, `geom_line()` etc.

- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**
 - ▶ Adicionamos camadas com “+”
 - ▶ A primeira “camada” é a área (vazia) do gráfico: `ggplot(df)`
 - » (um “atalho” comum é acrescentar o dataframe com os dados aqui também)
 - ▶ As próximas camadas são as formas geométricas: `geom_point()`, `geom_line()` etc.
 - » E, para cada uma, incluímos as definições dos atributos estéticos: `aes()`

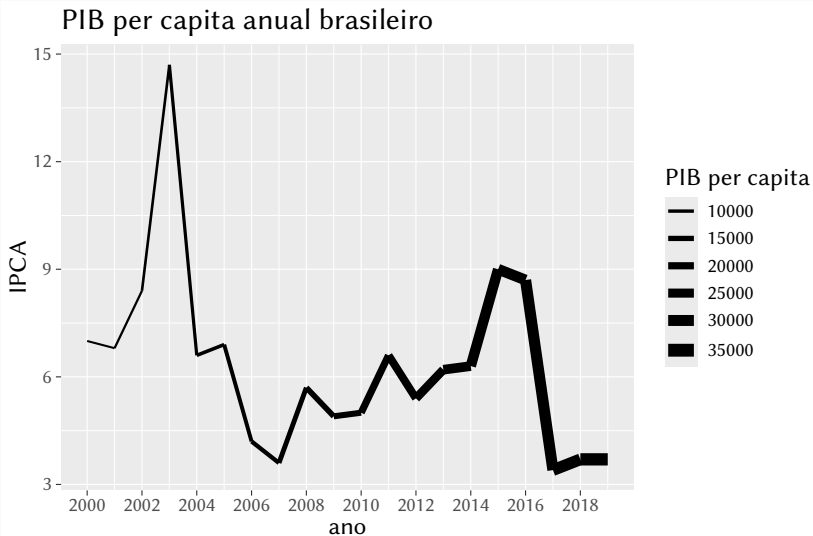
- Em um gráfico, representamos **dados** com **formas geométricas** (pontos, linhas, caixas, barras...) e seus **atributos estéticos** (posição, forma, tamanho, cor...)
 - ▶ Em um gráfico de linha, a **forma** é a linha e o **atributo estético** usado geralmente é a sua posição no plano cartesiano (coordenadas x, y)
- Gráficos com **ggplot2** são **construídos em camadas**
 - ▶ Adicionamos camadas com “+”
 - ▶ A primeira “camada” é a área (vazia) do gráfico: `ggplot(df)`
 - » (um “atalho” comum é acrescentar o dataframe com os dados aqui também)
 - ▶ As próximas camadas são as formas geométricas: `geom_point()`, `geom_line()` etc.
 - » E, para cada uma, incluímos as definições dos atributos estéticos: `aes()`
 - ▶ As próximas camadas definem os demais aspectos visuais, como o sistema de coordenadas, as escalas dos eixos, títulos, legendas etc.

- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma

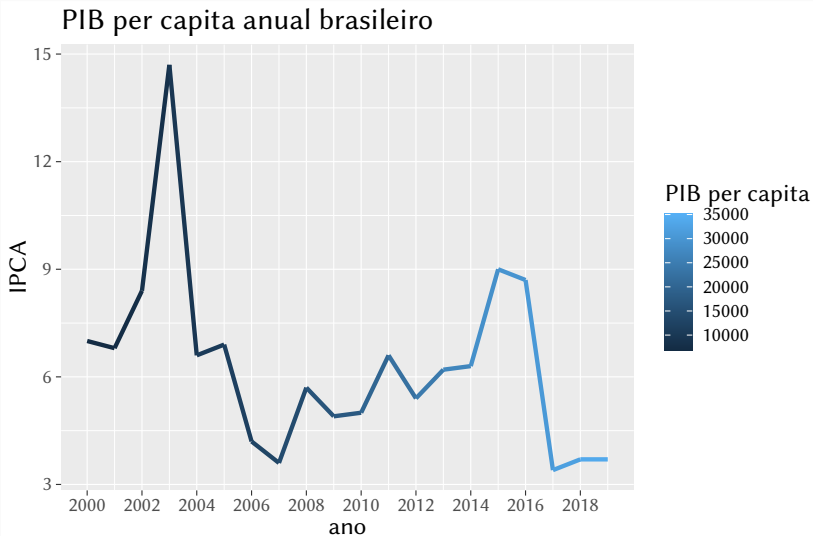
- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma
 - ▶ No caso de linhas, pontos etc., geralmente queremos representar os dados pela **posição** das linhas/pontos no sistema de coordenadas:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh))`

- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma
 - ▶ No caso de linhas, pontos etc., geralmente queremos representar os dados pela **posição** das linhas/pontos no sistema de coordenadas:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh))`
 - ▶ Mas a espessura e a cor da linha também podem ser usadas para representar algum dado:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh, color=blih, linewidth=bloh))`

```
library(tidyverse)
endereço <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/renda_vs_inflacao.csv'
df <- read_delim(endereço, delim=";", col_types = "idd")
names(df)[2] <- "PIBpc"
p <- ggplot(df) +
  geom_line(aes(x=ano, y=IPCA, linewidth=PIBpc)) +
  labs(title="PIB per capita anual brasileiro",
        linewidth="PIB per capita") +
  scale_x_continuous(breaks=seq(2000, 2019, 2))
print(p)
```



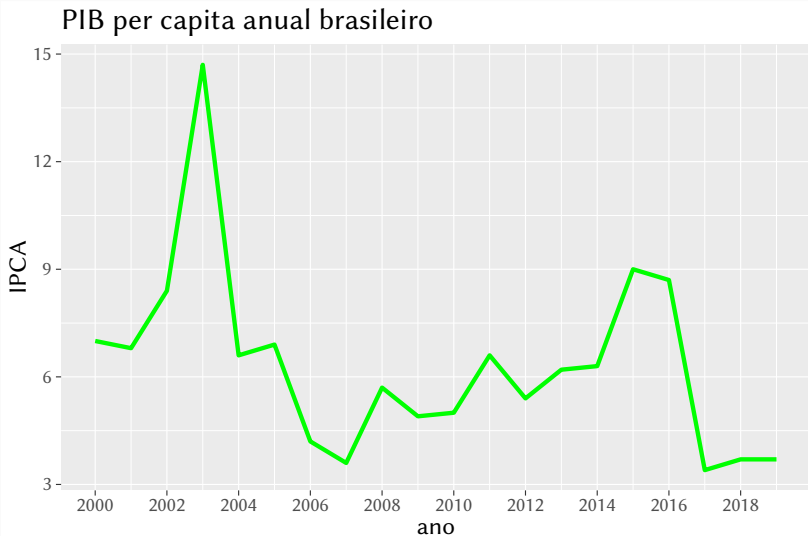
```
library(tidyverse)
endereço <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/renda_vs_inflacao.csv'
df <- read_delim(endereço, delim=";", col_types = "idd")
names(df)[2] <- "PIBpc"
p <- ggplot(df) +
  geom_line(aes(x=ano, y=IPCA, color=PIBpc), linewidth=2) +
  labs(title="PIB per capita anual brasileiro",
        color="PIB per capita") +
  scale_x_continuous(breaks=seq(2000, 2019, 2))
print(p)
```



- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma
 - ▶ No caso de linhas, pontos etc., geralmente queremos representar os dados pela **posição** das linhas/pontos no sistema de coordenadas:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh))`
 - ▶ Mas a espessura e a cor da linha também podem ser usadas para representar algum dado:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh, color=blih, linewidth=bloh))`

- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma
 - ▶ No caso de linhas, pontos etc., geralmente queremos representar os dados pela **posição** das linhas/pontos no sistema de coordenadas:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh))`
 - ▶ Mas a espessura e a cor da linha também podem ser usadas para representar algum dado:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh, color=blih, linewidth=bloh))`
 - ▶ Isso é **totalmente diferente** de
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh), color="green", linewidth=2))`

```
library(tidyverse)
endereço <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/renda_vs_inflacao.csv'
df <- read_delim(endereço, delim=";", col_types = "idd")
names(df)[2] <- "PIBpc"
p <- ggplot(df) +
  geom_line(aes(x=ano, y=IPCA), color="green", linewidth=2) +
  labs(title="PIB per capita anual brasileiro") +
  scale_x_continuous(breaks=seq(2000, 2019, 2))
print(p)
```



- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma
 - ▶ No caso de linhas, pontos etc., geralmente queremos representar os dados pela **posição** das linhas/pontos no sistema de coordenadas:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh))`
 - ▶ Mas a espessura e a cor da linha também podem ser usadas para representar algum dado:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh, color=blih, linewidth=bloh))`
 - ▶ Isso é **totalmente diferente** de
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh), color="green", linewidth=2))`

- Para cada forma geométrica, é preciso definir como o dado é representado por aquela forma
 - ▶ No caso de linhas, pontos etc., geralmente queremos representar os dados pela **posição** das linhas/pontos no sistema de coordenadas:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh))`
 - ▶ Mas a espessura e a cor da linha também podem ser usadas para representar algum dado:
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh, color=blih, linewidth=bloh))`
 - ▶ Isso é **totalmente diferente** de
`geom_line(aes(x=blah, y=bleh), color="green", linewidth=2))`
 - » Veja todos os atributos possíveis com `vignette('ggplot2-specs')`

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {

    p <- planetas[planetas$number == quantidades[i], ]

    print(p)
  }
  main()
}
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]

    print(p)
  }
  main()
}
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]

    planetas$number == q

  }

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]

    planetas[planetas$number == q ]

  }

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]

    planetas[planetas$number == q,]

  }

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    nrow(planetas[planetas$number == q,])

    print(p)
  }
  main()
}
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }

  print(p)
}
main()
```

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }
  p <- ggplot(

  print(p)
}
main()
```

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }
  p <- ggplot(NULL, aes(x=quantidades, y=vizinhança))

  print(p)
}
main()
```

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }
  p <- ggplot(NULL, aes(x=quantidades, y=vizinhança)) +
    geom_col()

  print(p)
}
```

main()

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }
  p <- ggplot(NULL, aes(x=quantidades, y=vizinhança)) +
    geom_col() +
    labs(title="Número de planetas no sistema",
         x="Número de planetas no sistema",
         y="Quantidade de planetas")

  print(p)
}
```

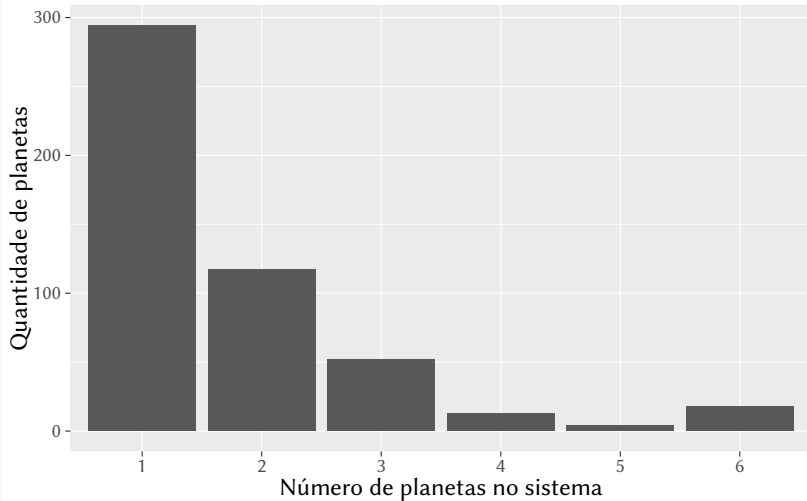
main()

- Quantos planetas há no sistema de cada planeta? (barras)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  quantidades <- unique(planetas$number)
  vizinhança <- integer(length(quantidades))
  for (i in seq_len(length(quantidades))) {
    q <- quantidades[i]
    vizinhança[i] <- nrow(planetas[planetas$number == q,])
  }
  p <- ggplot(NULL, aes(x=quantidades, y=vizinhança)) +
    geom_col() +
    labs(title="Número de planetas no sistema",
         x="Número de planetas no sistema",
         y="Quantidade de planetas") +
    scale_x_discrete(limits=as.character(1:6))
  print(p)
}
```

main()

Número de planetas no sistema



- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <-

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas)

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas)

  labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")
  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(
      labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")
    ) +
  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(x=mass)                                     ) +
    labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")
  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(x=mass), bins=20) +
    labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")
  print(p)
}
main()
```

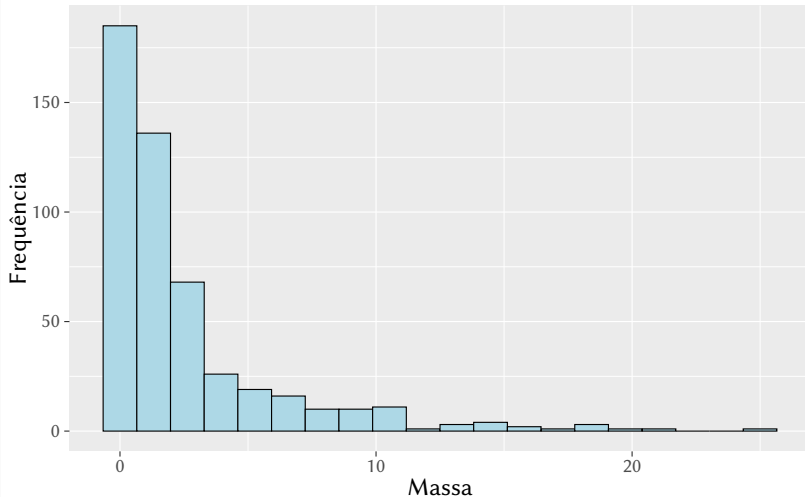
- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(x=mass), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")
  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes( mass), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")
  print(p)
}
main()
```

Massa dos planetas



- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

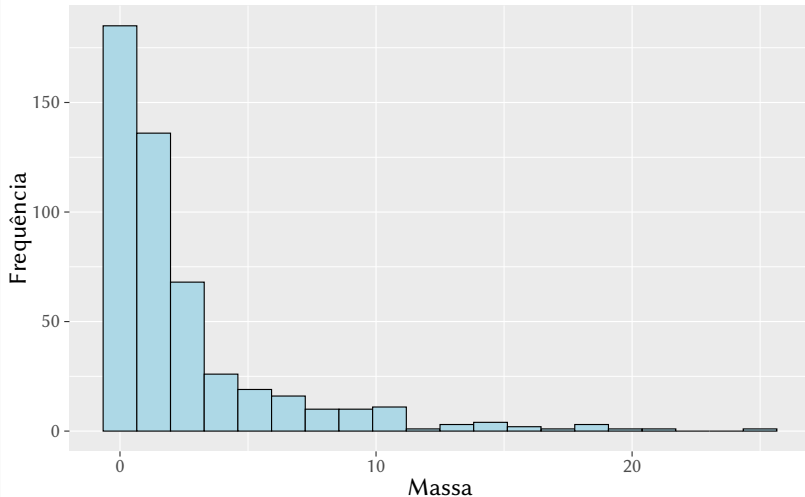
```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(mass), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência")

  print(p)
}
main()
```

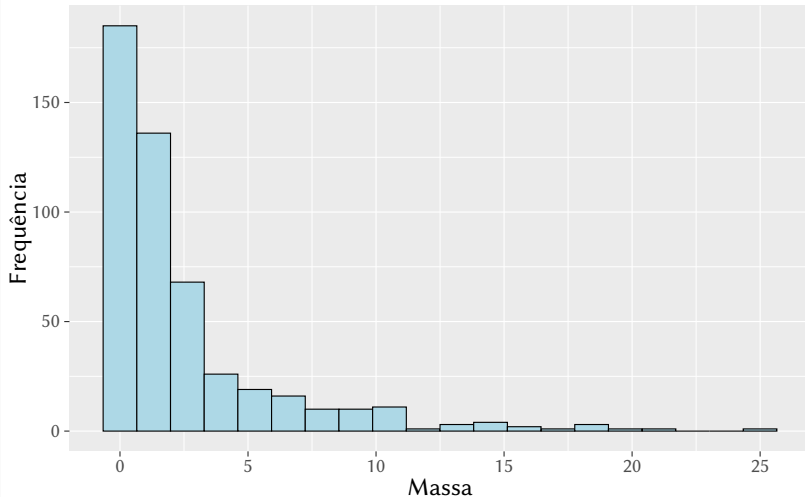
- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(mass), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Massa dos planetas", x="Massa", y="Frequência") +
    scale_x_continuous(breaks=seq(0,50,5))
  print(p)
}
main()
```

Massa dos planetas



Massa dos planetas



- Qual é a distribuição do período orbital dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(      ), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Período orbital dos planetas", x="Período", y="Frequência")

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição do período orbital dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(period), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Período orbital dos planetas", x="Período", y="Frequência")

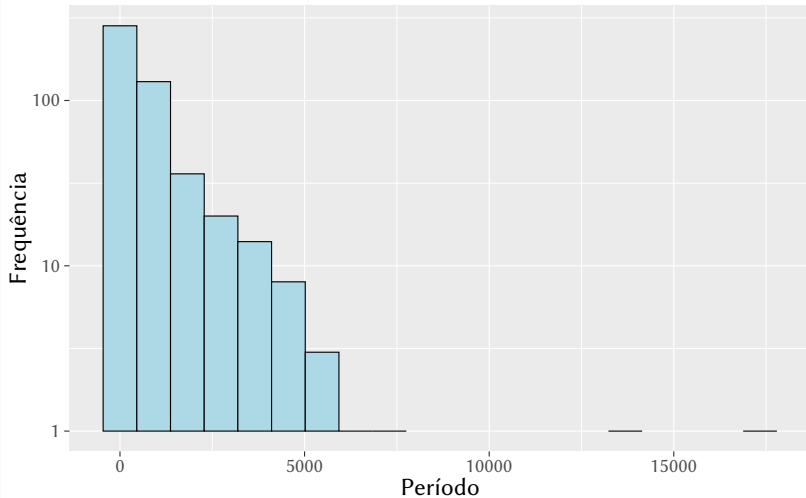
  print(p)
}
```

```
main()
```

- Qual é a distribuição do período orbital dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(period), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Período orbital dos planetas", x="Período", y="Frequência") +
    scale_y_continuous(transform = 'log10')
  print(p)
}
main()
```

Período orbital dos planetas



- Qual é a distribuição da distância dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(      ), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Distância dos planetas à terra",
          x="Distância (anos-luz)", y="Frequência")

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da distância dos planetas? (histograma)

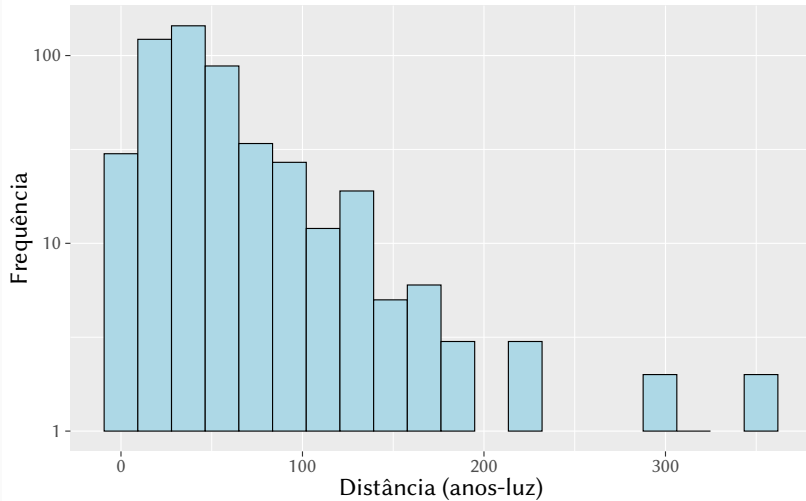
```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(distance), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Distância dos planetas à terra",
         x="Distância (anos-luz)", y="Frequência")

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da distância dos planetas? (histograma)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_histogram(aes(distance), bins=20, color='black', fill='lightblue') +
    labs(title="Distância dos planetas à terra",
          x="Distância (anos-luz)", y="Frequência") +
    scale_y_continuous(transform = 'log10')
  print(p)
}
main()
```

Distância dos planetas à terra



- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (boxplot)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (boxplot)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_boxplot(aes(
    ))

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (boxplot)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_boxplot(aes(
      y=mass))

  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (boxplot)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_boxplot(aes(x="massa", y=mass))

  print(p)
}
main()
```

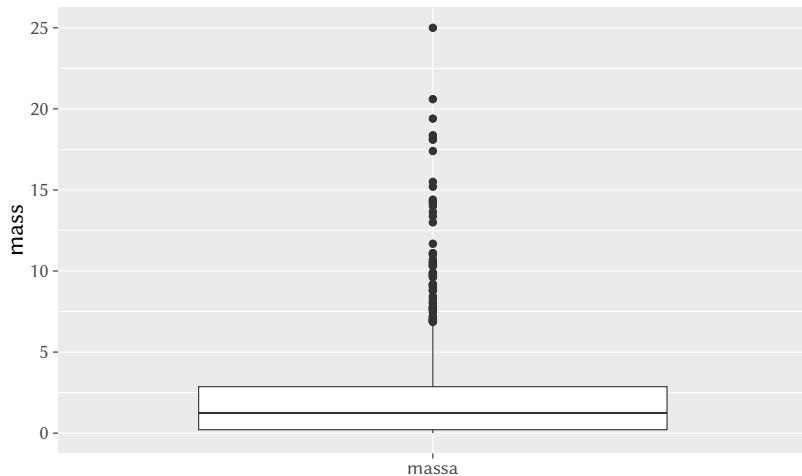
- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (boxplot)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_boxplot(aes(x="massa", y=mass)) +
    labs(title="Massa dos planetas"      )
  print(p)
}
main()
```

- Qual é a distribuição da massa dos planetas? (boxplot)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=",", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_boxplot(aes(x="massa", y=mass)) +
    labs(title="Massa dos planetas", x="")
  print(p)
}
main()
```

Massa dos planetas



Exoplanetas

- Existe relação entre a massa dos planetas e seu período orbital? (dispersão ou *scatter*)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Existe relação entre a massa dos planetas e seu período orbital? (dispersão ou *scatter*)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_point(aes(
    ))

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Existe relação entre a massa dos planetas e seu período orbital? (dispersão ou *scatter*)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_point(aes(x=mass, y=period))

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Existe relação entre a massa dos planetas e seu período orbital? (dispersão ou *scatter*)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_point(aes(x=mass, y=period)) +
    labs(title="Massa vs período orbital", x="Massa", y="Período")

  print(p)
}
main()
```

Exoplanetas

- Existe relação entre a massa dos planetas e seu período orbital? (dispersão ou *scatter*)

```
library(tidyverse)
main <- function() {
  arq <- 'http://www.ime.usp.br/~lago/dadinhos/planets.csv'
  planetas <- read_delim(arq, delim=";", show_col_types = FALSE)
  p <- ggplot(planetas) +
    geom_point(aes(x=mass, y=period)) +
    labs(title="Massa vs período orbital", x="Massa", y="Período") +
    scale_x_continuous(transform = 'log10') +
    scale_y_continuous(transform = 'log10')
  print(p)
}
main()
```

Massa vs período orbital

