

Visualização de dados



abril de 2022

Sobre a Curso-R

A empresa

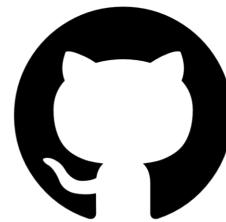


Filosofia de código aberto!

Livros



Material dos cursos



Confira o
nossa GitHub

Lives



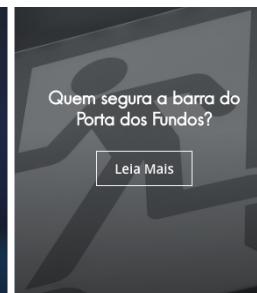
TODA
QUARTA,
ÀS 20H

Blog



Predições XGBoost
diretamente pelo SQL

[Leia Mais](#)



Quem segura a barra do
Porta dos Fundos?

[Leia Mais](#)



Explorando a base de
dados de CNPJ da
Receita Federal

[Leia Mais](#)

Nossos cursos

PROGRAMAÇÃO PARA CIÊNCIA DE DADOS

Introdução a programação com R
R para Ciência de Dados I
R para Ciência de Dados II
Pacotes
Python para quem usa R

DASHBOARDS E VISUALIZAÇÃO DE DADOS

Visualização de dados
Relatórios e apresentações
Dashboards I
Deploy
Dashboards II

WEB SCRAPING

Web scraping

MODELAGEM DE DADOS

Modelos Lineares
Introdução ao Machine Learning
Séries Temporais
Não supervisionado

Sobre o curso

Dinâmica curso

- As aulas serão em maior parte expositivas.
- As aulas terão uma seção teórica, de exposição de conceitos, e prática, de aplicação de conceitos.
- O objetivo dos exercícios é gerar dúvidas. **Com exceção do trabalho final, nenhum exercício precisa ser entregue.**
- O certificado será emitido mediante uma **entrega final**, a ser especificada nas últimas aulas do curso.
- Haverá monitoria para esclarecimento de dúvidas sempre 30 minutos antes do início das aulas.
- Usaremos os últimos minutos de cada aula para tirar dúvidas do conteúdo apresentado. Não haverá plantão de dúvidas pós aula.
- A gravação das aulas ficará disponível no Google Classroom por 1 ano após o final do curso.

Dinâmica das aulas

- Mande dúvidas e comentários no chat em qualquer momento.
- Para falar, levante a mão.
- Algumas dúvidas serão respondidas na hora. Outras serão respondidas mais tarde na própria aula ou em aulas futuras.
- Só interrompa quem estiver falando em caso de emergência.

Tire suas dúvidas

- **Não fique com dúvida.**
- Fora do horário de aula ou monitoria:
 - envie suas perguntas gerais **sobre o curso** no Classroom.
 - envie preferencialmente suas perguntas **sobre R** no [nossa discussão](#).
- Saber fazer a pergunta certa vai te ajudar bastante nos estudos de programação. [Veja aqui dicas de como fazer uma boa pergunta.](#)

Introdução

Objetivos de aprendizagem

- Compreender o papel da visualização em um projeto de ciência de dados.
- Compreender as diferenças entre análise exploratória e análise descritiva.
- Entender o funcionamento básico do pacote {ggplot2}.
- Utilizar o {ggplot2} em um problema concreto.

O que é visualização de dados?

- É a representação de dados em gráficos, tabelas e diagramas que podem ser interpretados por pessoas.
- É uma área interdisciplinar, misturando estatística, arte e comunicação.
- É uma parte da área de *data storytelling*, que envolve organizar todos os resultados de uma análise de dados em uma ordem lógica para comunicar de forma efetiva com a audiência.

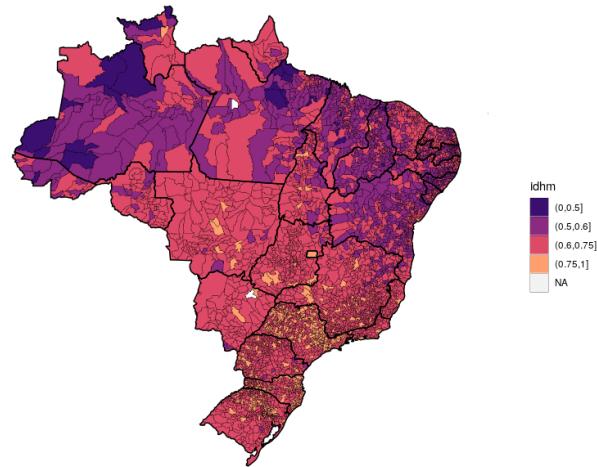


Ilustração de Allison Horst

Ilustração de [Allison Horst](#)

Por quê fazer visualizações de dados?

- Visualizações estão presentes na grande maioria dos projetos de ciência de dados.
- É a parte mais acessível da ciência de dados do ponto de vista de quem lê. Mostrar uma visualização costuma ser mais efetivo do que a saída de um modelo.
- É uma das partes mais difíceis de automatizar da ciência de dados. Uma carreira em *dataviz* dificilmente ficará obsoleta.



Blog da Curso-R

Imagen do [blog da Curso-R](#)

Para quê servem as visualizações?

- Uma base de dados contém toda a informação que precisamos.
- No entanto, não somos capazes de tirar conclusões apenas olhando essas bases.
- Por isso, é necessário resumir esses dados em estatísticas.
- Nem sempre as estatísticas (os números) são úteis para uma comunicação efetiva... Por isso, faz sentido mostrá-las usando formas, cores e outros elementos que facilitam a absorção da informação pelas pessoas.
- Para o [Hadley Wickham](#), visualizar dados serve para ***surpreender***.

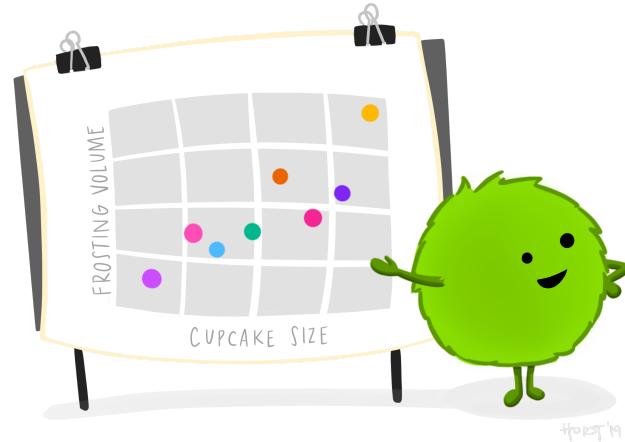


Imagen de Allison Horst

Ilustração de [Allison Horst](#)

Em que momentos utilizamos?

Importar



Arrumar →

(Armazenar os dados
consistentemente)

Transformar

(Criar novas variáveis e
agregações)

Visualizar

(Surpreende, mas não é
escalável)

Modelar

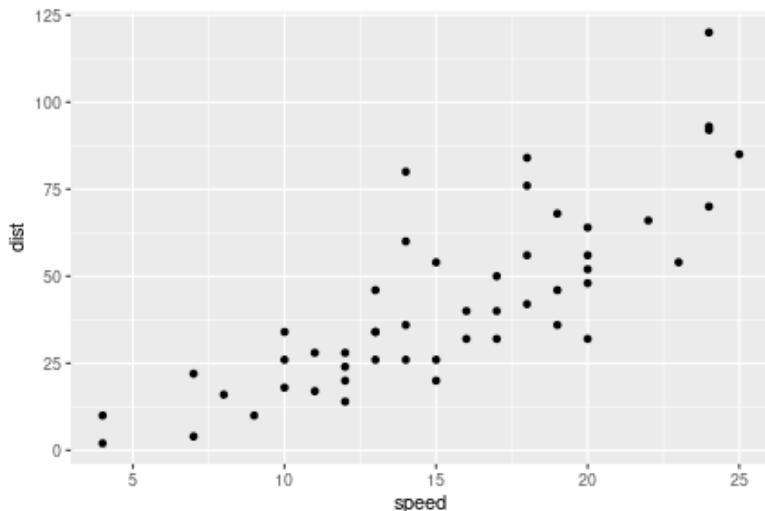
(É escalável, mas não
surpreende)

Comunicar

Automatizar

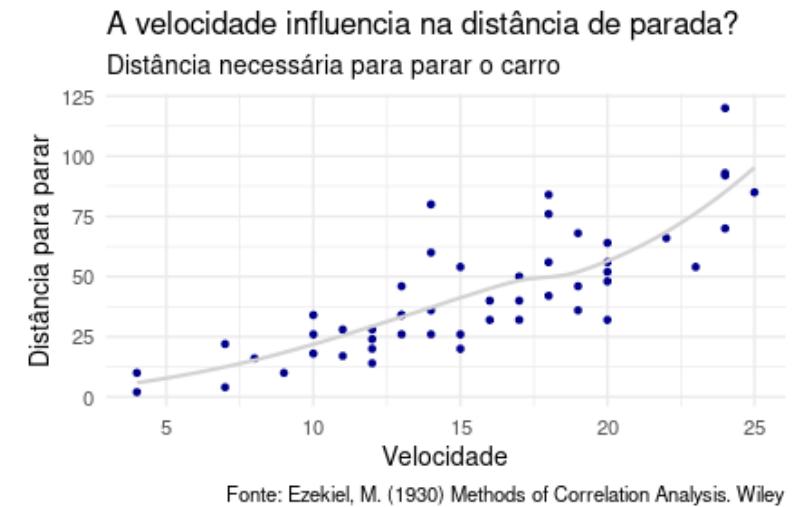
Análise exploratória

- É um trabalho de **investigação** de dados
- A ferramenta: precisa ser **rápida** de programar
- O objetivo é **aprender**



Análise descritiva

- É um trabalho de **otimização visual**
- A ferramenta: precisa ser **customizável**
- O objetivo é **comunicar**



O `{ggplot2}` permite fazer as duas coisas!

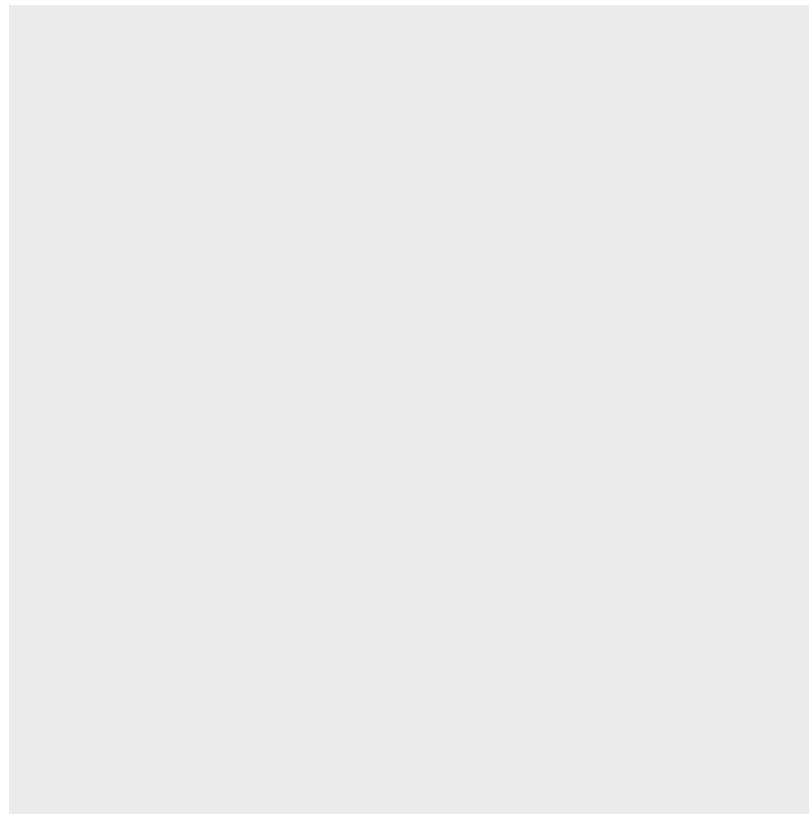
Gramática de gráficos *em camadas*

O pacote `{ggplot2}` segue duas filosofias que nos ajudam a entender o processo de construção dos gráficos:

1. Um gráfico estatístico é uma representação visual dos dados por meio de atributos estéticos (posição, cor, forma, tamanho, ...) de formas geométricas (pontos, linhas, barras, ...). [The Grammar of Graphics](#).
2. Um gráfico pode ser construído em camadas (um gráfico é a sobreposição de elementos visuais). [A layered grammar of graphics](#).

Camadas

Para construir um gráfico, começamos com o *canvas*. A função `ggplot()` cria a primeira camada do nosso gráfico: uma tela em branco (cinza).



Camadas

Canvas

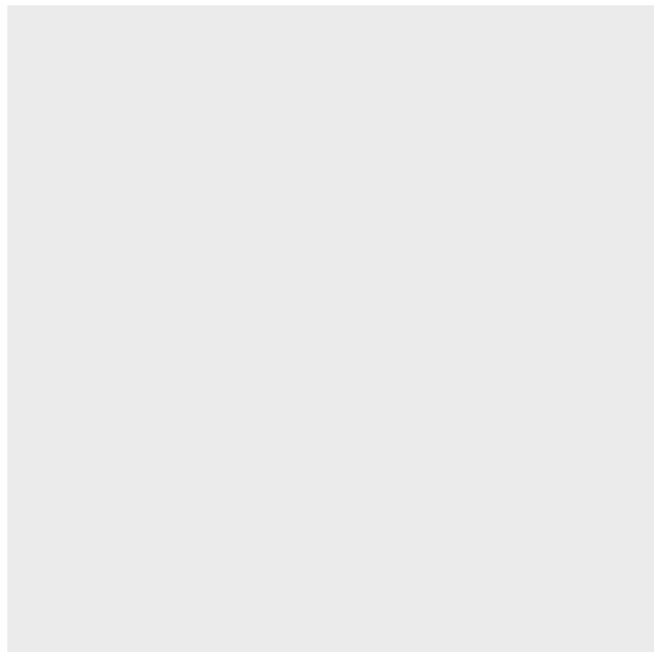
Canvas (R)

Eixos

Eixos (R)

Geometria

Geometria (R)



Camadas

Depois, podemos trabalhar a estética com temas e detalhamentos.

Completo

Completo (R)

Curiosidade: por quê o +?

O `{ggplot2}`, diferentemente dos outros pacotes do `tidyverse`, não usa o *pipe* (`%>%` ou `|>` depois do R 4.1). Isso acontece pois o `{ggplot2}` surgiu **antes que o autor tomasse conhecimento do pipe**.



u/hadley • Commented on 6 anos ago



ggplot worked using function composition instead of addition. So instead of

```
ggplot(mtcars, aes(wt, mpg)) +  
  geom_point() +  
  geom_smooth()
```

You wrote something like

```
geom_smooth(geom_point(ggplot(mtcars, aes(wt, mpg))))
```

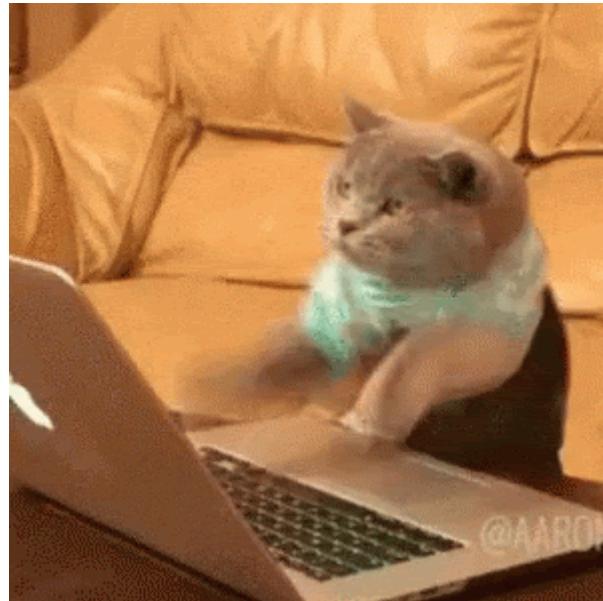
I changed the name of the package because changing the code dramatically would break a lot of people's code (which is ironic given that now making the tiniest change in `ggplot2` affects more people than ever used `ggplot`).

An interesting historical note is that if I'd discovered the pipe earlier, there never would've been a `ggplot2`, because you could write `ggplot` graphics as

```
ggplot(mtcars, aes(wt, mpg)) %>%  
  geom_point() %>%  
  geom_smooth()
```

8 upvotes 0 replies

Vamos ao R!



Dúvidas?

Data visualization with ggplot2 :: CHEAT SHEET

Basics

ggplot2 is based on the **grammar of graphics**, the idea that you can build every graph from the same components: a **data set**, a **coordinate system**, and **geoms**—visual marks that represent data points.



To display values, map variables in the data to visual properties of the geom (**aesthetics**) like **size**, **color**, and **x** and **y** locations.



Complete the template below to build a graph.

```
ggplot(data = <DATA>) +
  <GEOGRAPHICAL_FUNCTION> + <COORDINATE_FUNCTION> +
  <POSITION_FUNCTION> + <SCALE_FUNCTION> + <THEME_FUNCTION>
```

required

Not required, sensible defaults supplied

`ggplot(data = mpg, aes(x = cyl, y = hwy))` Begins a plot that you finish by adding layers to. Add one geom function per layer.

`last_plot()` Returns the last plot.

`ggsave("plot.png", width = 5, height = 5)` Saves last plot as 5' x 5' file named "plot.png" in working directory. Matches file type to file extension.

Aes Common aesthetic values.

```
color and fill - string ("red", "#RRGGBB")
linetype - integer or string (0 = "blank", 1 = "solid",
2 = "dashed", 3 = "dotted", 4 = "dotdash", 5 = "longdash",
6 = "twodash")
lineend - string ("round", "butt", or "square")
linejoin - string ("round", "mitre", or "bevel")
size - integer (line width in mm)
shape - integer/shape name or a single character ("a")
```



Geoms

Use a geom function to represent data points, use the geom's aesthetic properties to represent variables. Each function returns a layer.

GRAPHICAL PRIMITIVES

```
a <- ggplot(economics, aes(date, unemploy))
b <- ggplot(seals, aes(x = long, y = lat))
```

`a + geom_blank()` and `a + expand_limits()`

Ensure limits include values across all plots.

`b + geom_curve(aes(lineend = lat + 1,
xend = long + 1), curvature = 1), x, y, alpha, color, angle, family, fontface, hjust, lineheight, size, vjust`

`a + geom_path(lineend = "butt",
linejoin = "round", linemetre = 1)`

`x, y, alpha, color, group, linetype, size`

`a + geom_polygon(aes(alpha = 50)) - x, y, alpha,`

`color, fill, group, subgroup, linetype, size`

`b + geom_rect(aes(xmin = long, ymin = lat,
xmax = long + 1, ymax = lat + 1)), x, y, alpha, color, fill, linetype, size`

`ymax, ymin, alpha, color, fill, linetype, size`

`a + geom_ribbon(aes(ymin = unemploy - 900,
ymax = unemploy + 900)) - x, y, max, ymin,`

`alpha, color, fill, group, linetype, size`

LINE SEGMENTS

common aesthetics: x, y, alpha, color, linetype, size

`b + geom_abline(aes(intercept = 0, slope = 1))`

`b + geom_hline(aes(yintercept = lat))`

`b + geom_segment(aes(yend = lat + 1, xend = long + 1))`

`b + geom_spoke(aes(angle = 1:155, radius = 1))`

ONE VARIABLE continuous

```
c <- ggplot(mpg, aes(hwy)); c <- ggplot(mpg)
```

`c + geom_area(stat = "bin")`

`x, y, alpha, color, fill, linetype, size`

`c + geom_density(kernel = "gaussian")`

`x, y, alpha, color, fill, linetype, size, weight`

`c + geom_dotplot(binaxis = "y", stackdir = "center")`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size`

`f + geom_freqpoly()`

`x, y, alpha, color, group, linetype, size`

`c + geom_histogram(binwidth = 5)`

`x, y, alpha, color, fill, linetype, size, weight`

`c2 + geom_qq(aes(sample = hwy))`

`x, y, alpha, color, fill, linetype, size, weight`

discrete

```
d <- ggplot(mpg, aes(frt))
```

`d + geom_bar()`

`x, alpha, color, fill, linetype, size, weight`

seals

```
seals <- with(seals, sqrt(delta_long^2 + delta_lat^2)); l <- ggplot(seals, aes(long, lat))
```

`l + geom_contour(aes(z = z))`

`x, y, alpha, color, group, linetype, size, weight`

`l + geom_contour_filled(aes(fill = z))`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size, subgroup`

TWO VARIABLES both continuous

```
e <- ggplot(mpg, aes(cty, hwy))
```

`e + geom_label(aes(label = cty), nudge_x = 1, nudge_y = -1) - x, y, label, alpha, angle, color, family, fontface, hjust, lineheight, size, vjust`

`e + geom_point()`

`x, y, alpha, color, fill, shape, size, stroke`

`e + geom_rug(sides = "bl")`

`x, y, alpha, color, linetype, size`

`e + geom_smooth(method = lm)`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size, weight`

`e + geom_text(aes(label = cyl), nudge_x = 1, nudge_y = -1) - x, y, label, alpha, angle, color, family, fontface, hjust, lineheight, size, vjust`

one discrete, one continuous

```
f <- ggplot(mpg, aes(cty, hwy))
```

`f + geom_col()`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size`

`f + geom_boxplot()`

`x, y, lower, middle, upper, ymax, ymin, alpha, color, fill, group, linetype, shape, size, weight`

`f + geom_dotplot(binaxis = "y", stackdir = "center")`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size`

`f + geom_violin(scale = "area")`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size, weight`

both discrete

```
g <- ggplot(diamonds, aes(cut, color))
```

`g + geom_count()`

`x, y, alpha, color, fill, shape, size, stroke`

`e + geom_jitter(height = 2, width = 2)`

`x, y, alpha, color, fill, shape, size`

THREE VARIABLES

```
sealsSz <- with(seals, sqrt(delta_long^2 + delta_lat^2)); l <- ggplot(seals, aes(long, lat))
```

`l + geom_contour(aes(z = z))`

`x, y, z, alpha, color, group, linetype, size, weight`

`l + geom_contour_filled(aes(fill = z))`

`x, y, alpha, color, fill, group, linetype, size, subgroup`

continuous bivariate distribution

```
h <- ggplot(diamonds, aes(carat, price))
```

`h + geom_bin2d(binwidth = c(0.25, 500))`

`x, y, alpha, color, fill, linetype, size, weight`

`h + geom_density_2d()`

`x, y, alpha, color, group, linetype, size`

`h + geom_hex()`

`x, y, alpha, color, fill, size`

continuous function

```
i <- ggplot(economics, aes(date, unemploy))
```

`i + geom_area()`

`x, y, alpha, color, fill, linetype, size`

`i + geom_line()`

`x, y, alpha, color, group, linetype, size`

`i + geom_step(direction = "hv")`

`x, y, alpha, color, group, linetype, size`

visualizing error

```
df <- data.frame(grp = c("A", "B"), fit = 4.5, se = 1.2)
```

`j <- ggplot(df, aes(grp, fit, ymin = fit - se, ymax = fit + se))`

`j + geom_crossbar(fatten = 2) - x, y, ymin, alpha, color, fill, group, linetype, size`

`j + geom_errorbar() - x, y, ymin, alpha, color, group, linetype, size, width`

`Also geom_errorbarh().`

`j + geom_linerer()`

`x, y, ymin, alpha, color, group, linetype, size`

`j + geom_pointrange() - x, y, ymin, ymax, alpha, color, fill, group, linetype, shape, size`

`Also geom_pointrangeh().`

maps

```
data <- data.frame(murder = USArrests$Murder,
```

`state = tolower(rownames(USArrests)))`

`map <- map_data("state")`

`K <- ggplot(data, aes(fill = murder))`

`k + geom_map(aes(map_id = state), map = map)`

`k + expand_limits(x = map$xlong, y = map$lat)`

`map_id, alpha, color, fill, linetype, size`



Qual gráfico escolher?

The screenshot shows the homepage of the [From Data to Viz](#) website. The header features the site's name in a stylized font with a green 'Viz'. Below the header is a navigation bar with links: EXPLORE, STORY, ALL, CAVEATS, POSTER, ABOUT, and CONTACT. The main visual is a large circular icon containing a brain-like structure composed of hexagons, with a small cluster of purple shapes at the bottom. The text "from Data to Viz" is repeated below the icon. A descriptive paragraph explains the site's purpose: "From Data to Viz leads you to the most appropriate graph for your data. It links to the code to build it and lists common caveats you should avoid." At the bottom center is a button labeled "EXPLORE". The background of the page is white with faint, semi-transparent circular patterns in green, orange, and red.

from Data to Viz

EXPLORE STORY ALL CAVEATS POSTER ABOUT CONTACT

from Data to Viz

From Data to Viz leads you to the most appropriate graph for your data. It links to the code to build it and lists common caveats you should avoid.

EXPLORE

Gráficos bons e ruins

Gráficos para evitar

- Barras que não começam no zero
- Gráficos de pizza (discutível!)
- ...

Gráficos para tomar cuidado

- Gráficos com dois eixos
- Gráficos pouco conhecidos
- ...

Vamos montar uma lista aqui!

Otimização Visual

Objetivos de aprendizagem

- Discutir os principais aspectos visuais a serem considerados em um gráfico estatístico
- Compreender como modificar um `ggplot` para comunicar resultados de maneira eficiente.
- Otimizar um gráfico que utilizamos na aula anterior.

O que é otimização visual?

- É o ato de trabalhar em uma visualização aprimorar a comunicação.
- Pode envolver alterações nas cores, fontes, elementos geométricos, entre outros, a partir de um gráfico exploratório.
- Não é uma ciência exata, mas recolhe elementos da ciência para aumentar a probabilidade de sucesso da visualização.

Recursos pré-atentativos

- Uma propriedade visual pré-atentativa é processada pelo nosso cérebro antes de uma ação consciente.
- Como isso esse processamento é muito rápido, trata-se de uma oportunidade para tornar visualizações mais amigáveis e diretamente interpretadas.
- Segundo Colin Ware, existem 4 propriedades pré-atentativas que podemos explorar:
 - Cor
 - Forma
 - Movimento
 - Posicionamento
- O objetivo dos recursos pré-atentativos é **chamar a atenção**.

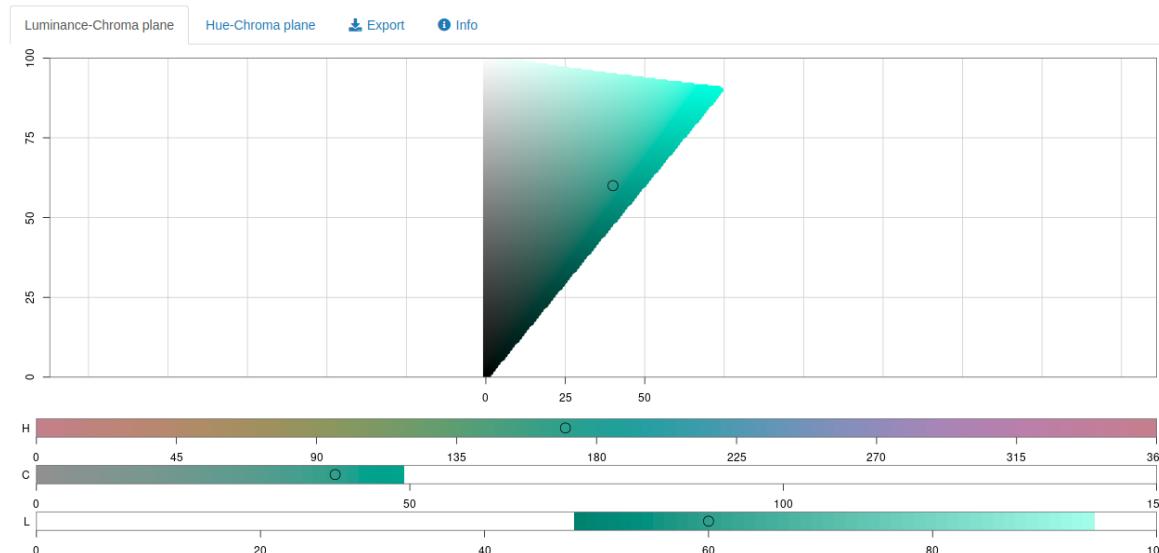
Recursos pré-atentativos

- Uma propriedade visual pré-atentativa é processada pelo nosso cérebro antes de uma ação consciente.
- Como isso esse processamento é muito rápido, trata-se de uma oportunidade para tornar visualizações mais amigáveis e diretamente interpretadas.
- Segundo Colin Ware, existem 4 propriedades pré-atentativas que podemos explorar:
 - Cor
 - Forma
 - Movimento
 - Posicionamento
- O objetivo dos recursos pré-atentativos é chamar a atenção.

Cor

Cores do zero: HCL vs RGB

- HCL (hue, chroma, luminance) é vantajoso pois é mais intuitivo de criar do que RGB, já que o HCL tem apenas um eixo de cores (*hue*), enquanto RGB é uma composição de três (*red, green, blue*)
- O pacote {colorspace} permite usar HCL para definir uma cor/paleta: experimente `colorspace::hcl_color_picker()`
- [Nesse site](#), também é possível criar algumas paletas



Paletas de cores prontas

- **Escalas qualitativas:** utilizado para variáveis nominais (sexo, cor/raça)
- **Escalas divergentes:** utilizado para variáveis que têm um centro neutro (favorável/neutro/desfavorável, correlação)
- **Escalas sequenciais:** utilizado para variáveis ordinais (faixa etária, renda)
- **Viridis:** útil para comunicar com pessoas com daltonismo

Paletas de cores no {ggplot2}

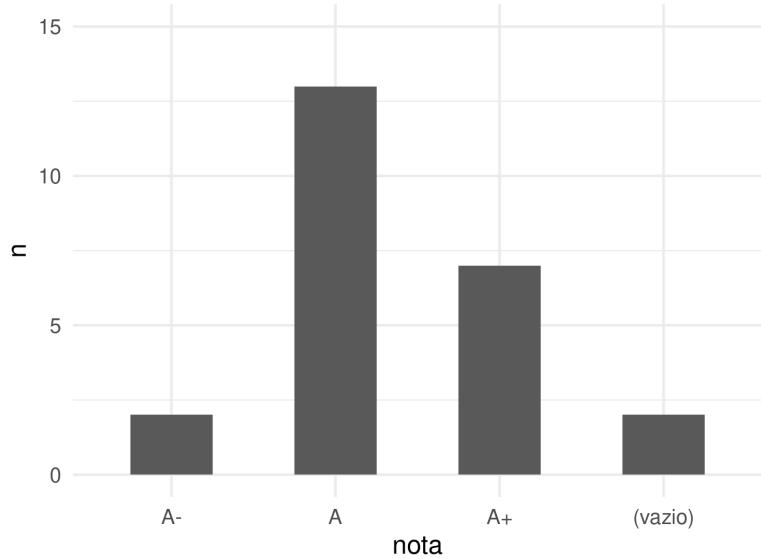
- `scale_*_brewer()`: utilizada para variáveis discretas. Possui três tipos: divergente, qualitativa e sequencial.
- `scale_*_distiller()`: utilizada para variáveis contínuas. Interpola as cores do *brewer* para lidar com todos os valores.
- `scale_*_fermenter()`: utilizada para variáveis contínuas, que são transformadas em discretas (binned).
- `scale_*_viridis_[cdb]`: Escala viridis para variáveis contínuas, discretas ou binned.
- `scale_*_manual()`: inclui um conjunto de cores manualmente.

Paletas de outros pacotes

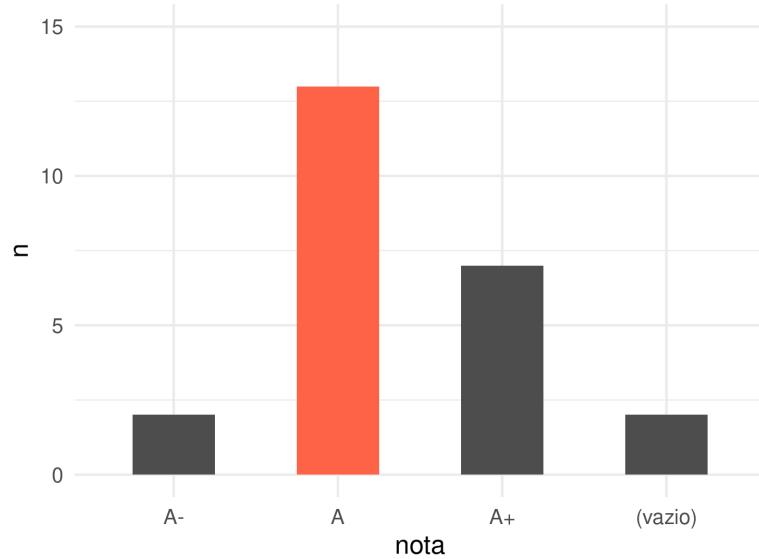
- {ggthemr} tem um monte de paletas, mas está um pouco desatualizado.
- {hrbrthemes} contém uma lista de temas escolhidos pelo Bob Rudis.
- {ghibli} tem paletas de cores relacionadas ao Studio Ghibli
- {paletteer} tem uma coleção de cores de vários outros pacotes de paletas.

Qual visualização é melhor?

A maioria dos filmes da pixar tem nota 'A'



A maioria dos filmes da pixar tem nota 'A'



É subjetivo...



Forma

Formas

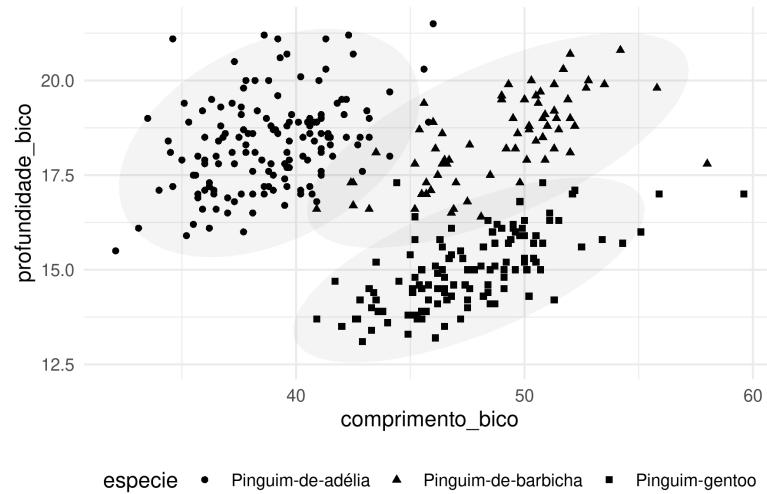
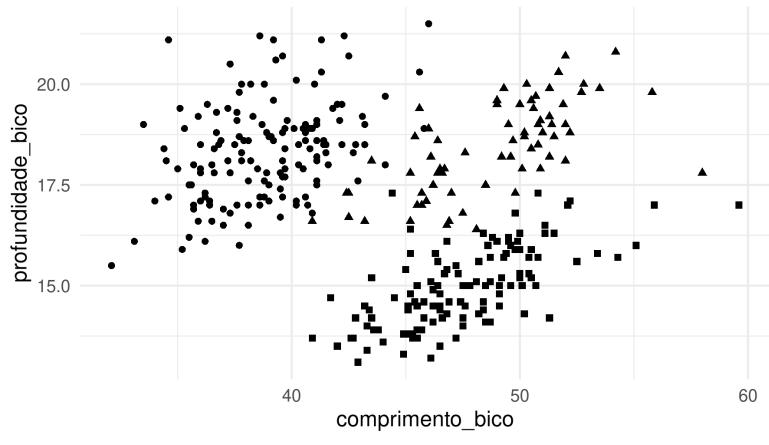
- Geralmente queremos contrastar formas para chamar a atenção...
- Sem com isso fazer uma bagunça visual.
- A ideia é utilizar apenas um elemento, como tamanho, forma, largura, marcações, angulações, etc. para mostrar o contraste.

Exemplos

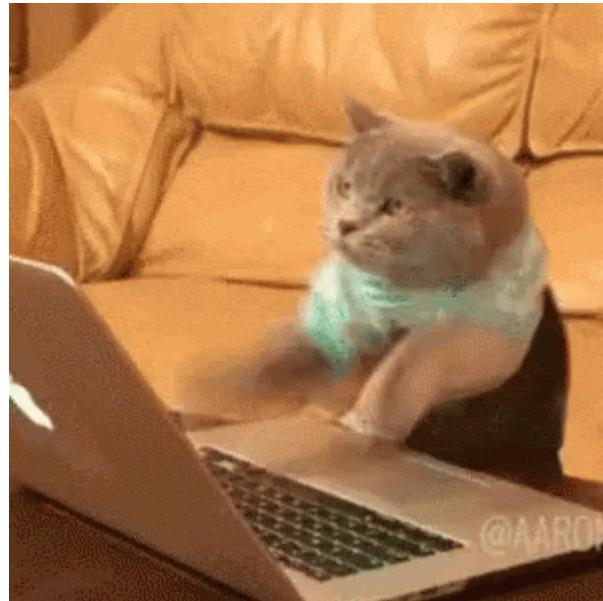
Princípios Gestalt

- **Gestalt** é uma área ampla da psicologia que não vamos aprofundar.
- Está ligada à ideia de que, em uma visualização, o todo é maior do que a soma das partes.
- Dois princípios Gestalt aplicáveis em visualização de dados são a nossa capacidade de:
 - Completar figuras
 - Agrupar objetos
- Ou seja, podemos criar visualizações que ativam essas capacidades.

Qual visualização é melhor?



Vamos ao R!



Extensões do ggplot2

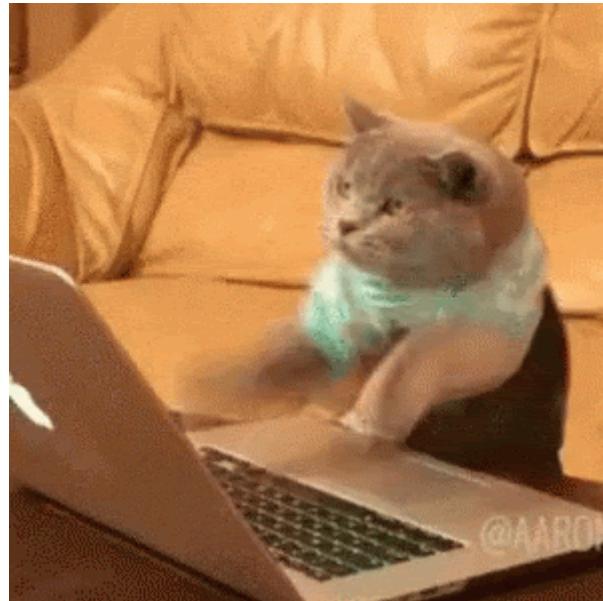
Objetivos de aprendizagem

- Conhecer extensões do {ggplot2}
- Experimentar extensões separadamente
- Estudar um exemplo juntando várias extensões.

O que é uma extensão?

- O `{ggplot2}` é maravilhoso, mas não possui todos os gráficos possíveis.
- Por isso, pessoas do mundo todo desenvolvem extensões para a comunidade usar, que vão desde pacotes com novos temas/cores, geometrias eixos até a **possibilidade de desenhar gatinhos em barras**
- A equipe do tidyverse mantém uma [lista curada de extensões do `{ggplot2}`](#)

Vamos ao R!



Como criar uma extensão?

- A [edição mais recente](#) do livro do `{ggplot2}` possui um tutorial de como criar extensões para o pacote.
- ⚠️ Cuidado! Criar extensões do `{ggplot2}` não é fácil. Trata-se de um pacote complexo, exigindo bastante conhecimento de elementos internos do R.
- Uma forma legal de estudar extensões é olhando o código de pacotes. Recomendamos as extensões do [Thomas Lin Pedersen](#), já que ele é o mantenedor atual do `{ggplot2}` e, portanto, conhece muito bem as melhores práticas para criar extensões.

Interatividade

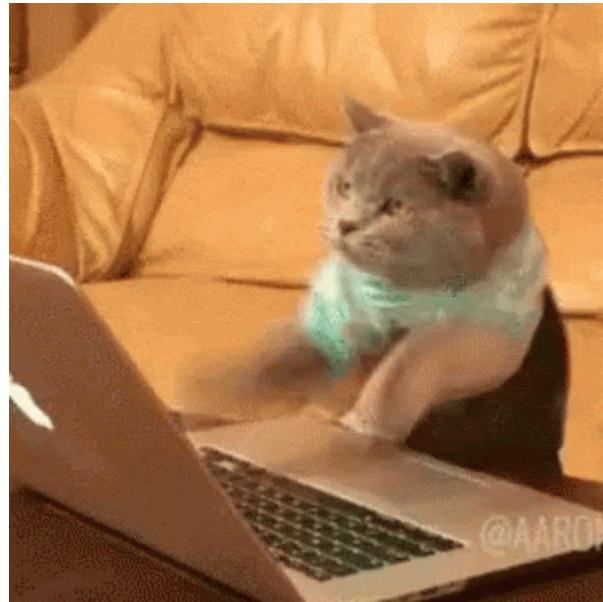
Objetivos de aprendizagem

- Conhecer a diferença entre visualizações estáticas e dinâmicas
- Experimentar algumas visualizações
- Cobrir temas que não foram abordados no curso e encerrar.

Gráficos interativos e estáticos

- Gráficos interativos têm o poder de engajar mais, por conta do efeito *voosh*. Todo ser humano gosta de interagir com aquilo que está analisando.
- No entanto, isso vem com um custo: não são todos os documentos capazes de processar visualizações dinâmicas. Em particular, PDF, Word e PPT não rodam esses conteúdos.
- Vamos visitar tanto o mundo estático quanto dinâmico, para que você saiba por onde começar quando receber um novo desafio.

Vamos ao R!



htmlwidgets

htmlwidgets são bibliotecas de visualização JavaScript encapsuladas em pacotes de R. Elas nos permitem usar diversas ferramentas JavaScript diretamente do R, adicionando algumas poucas linhas de código em nosso script.

Usando htmlwidgets, conseguimos construir tabelas, gráficos, mapas e muito outras visualizações interativas e naturalmente bonitas.

[Clique aqui](#) para acessar uma lista completa de todos os htmlwidgets disponíveis.

Tabelas com reactable

O pacote `reactable` nos permite criar tabelas interativas baseadas na biblioteca [React Table](#).

[Clique aqui](#) para acessar o tutorial completo do pacote `{reactable}`.

A interatividade dos `htmlwidgets` não depende de uma sessão R rodando por trás. Você pode utilizá-los em qualquer documento `.html`.

	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt	qsec
Mazda RX4	21	6	160	110	3.9	2.62	16.46
Mazda RX4 Wag	21	6	160	110	3.9	2.875	17.02
Datsun 710	22.8	4	108	93	3.85	2.32	18.61
Hornet 4 Drive	21.4	6	258	110	3.08	3.215	19.44

1–4 of 32 rows

Previous **1** 2 3 4 5 ... 8 Next

Pacotes alternativos para tabelas

A seguir, uma lista de pacotes/funções alternativos que trazem soluções para visualização de tabelas.

- `knitr::kable()`: não é um `htmlwidget` (não possui interatividade), mas é uma solução para formatar tabelas quando não precisamos que elas sejam interativas. Funciona em conjunto com o pacote `{kableExtra}`.
- `{flextable}`: também não é interativo, é um excelente pacote para editar tabelas. Funciona quando trabalhamos com relatórios em Word, e também integra bem com o pacote `{DT}`.
- `DT::datatable()`: outro `htmlwidget` para criar tabelas interativas. Funciona tal como o `reactable()`, mas um pouco mais burocrático para formatar as tabelas. Baseado na biblioteca JavaScript `DataTables`.

Tutoriais

- [Tutorial kable e kableExtra](#)
- [Tutorial flextable](#)
- [Tutorial DT](#)

Gráficos com plotly

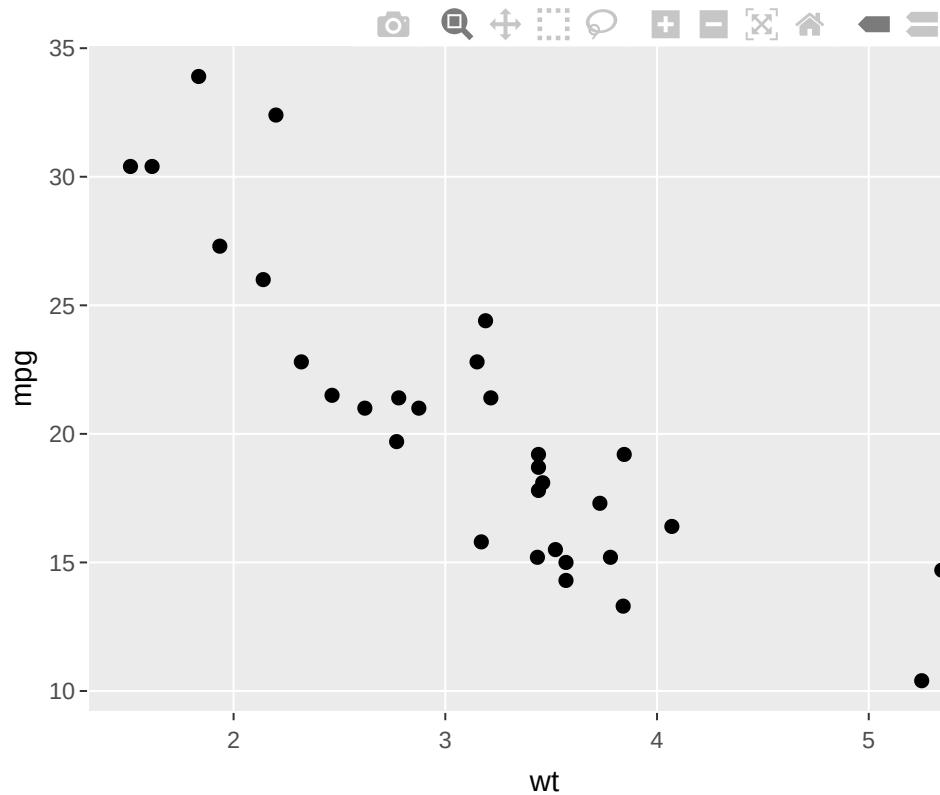
O pacote `plotly` nos permite criar gráficos interativos baseados na biblioteca [Plotly](#) (construída em [D3](#)).

Embora seja possível criar um `plotly` do zero usando a função `plot_ly()`, um jeito muito eficiente de utilizar essa biblioteca é criar um `ggplot` e então utilizar a função `ggplotly()`. Veja o exemplo a seguir.

Tutoriais

- [Tutorial plotly](#)
- [Interactive web-based data visualization with R, plotly, and shiny](#)

```
gg <- ggplot(mtcars) +  
  aes(wt, mpg) +  
  geom_point()  
plotly::ggplotly(  
  p = gg,  
  height = 400  
)
```



Pacotes alternativos

A seguir, uma lista de pacotes/funções alternativos que trazem soluções para visualização de gráficos.

- `highcharter::highcharter()`: pacote gráfico baseado na biblioteca JavaScript [Highcharts](#). A biblioteca Highcharts é gratuita apenas para fins educacionais e não lucrativos (exceto órgãos governamentais). Para outros usos, você pode precisar de uma licença. **[avançado]**
- Procure por pacotes para tipos específicos de gráficos na [galeria de htmlwidgets](#).

Tutoriais

- [Tutorial highcharter](#)
- [Documentação Highcharts](#)

Mapas com leaflet

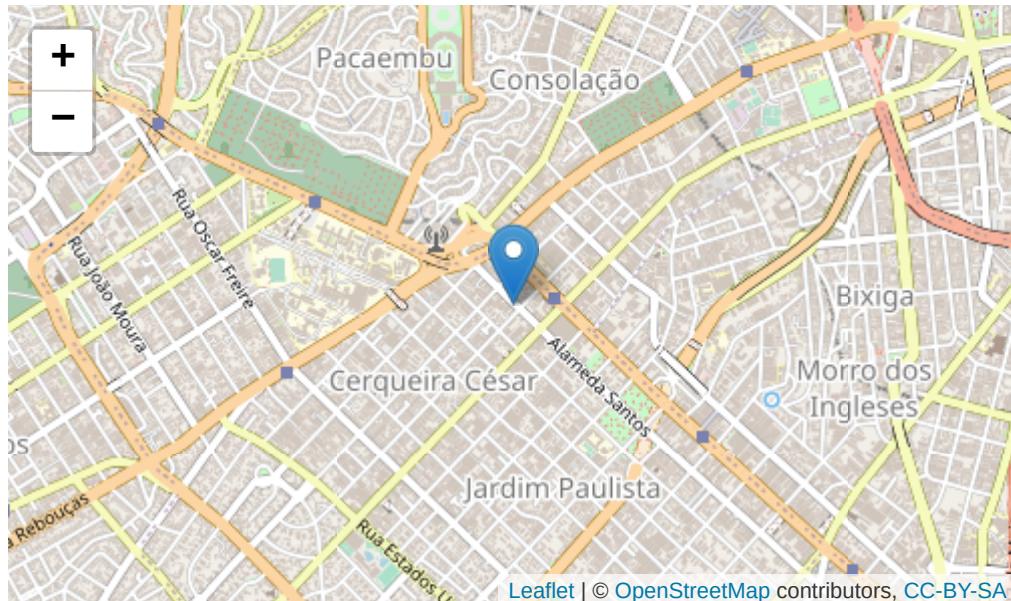
O pacote `{leaflet}` nos permite criar mapas interativos baseados na biblioteca JavaScript open-source [Leaflet](#).

Para criar um mapa leaflet, utilizamos a função `leaflet::leaflet()` e diversas funções auxiliares para caracterizar nosso mapa. Um tutorial de como utilizar o `leaflet` se encontra [aqui](#).

A seguir, mostramos um exemplo simples de como criar um mapa leaflet.

```
library(leaflet)

leaflet(height = 300) %>%
  addTiles() %>% # Adiciona a camada gráfica do OpenStreetMap (padrão)
  addMarkers(
    lng = -46.6623969, lat = -23.5581664,
    popup = "A Curso-R morava aqui antes da pandemia. Agora ela mora"
  )
```



Pacotes alternativos

- `highcharter::hcmap()`: variação do `highcharter` para mapas, baseada na biblioteca JavaScript `Highcharts`. **[avançado]**
- `{tmap}`: Pacote focado em mapas temáticos.

Tutoriais

- Construindo mapas com o `highcharter`
- Documentação Highmaps
- Documentação do `tmap`

Referências e material extra

htmlwidgets

- Galeria htmlwidgets

reactable

- A biblioteca React Table
- Tutorial reactable

DT

- Tutorial DT

plotly

- Tutorial plotly
- Interactive web-based data visualization with R, plotly, and shiny

highcharter/highcharts

- Tutorial highcharter
- Biblioteca Highcharts
- Galeria Highcharts
- Documentação Highcharts

leaflet

- Biblioteca Leaflet
- Tutorial Leaflet

highmaps

- Galeria Highmaps
- Documentação Highmaps

Fim!