

# Visualização de Dados

## História e fundamentos

Prof. Walmes Zeviani

walmes@ufpr.br

Laboratório de Estatística e Geoinformação  
Departamento de Estatística  
Universidade Federal do Paraná

10 de junho de 2019

# Motivação

# Por que Visualização de Dados é tão importante?

# O poder de ver além

**Tabela 1.** Os 4 pares de variáveis do quarteto de Ancombe.

$x_1$	$y_1$	$x_2$	$y_2$	$x_3$	$y_3$	$x_4$	$y_4$
10	8.04	10	9.14	10	7.46	8	6.58
8	6.95	8	8.14	8	6.77	8	5.76
13	7.58	13	8.74	13	12.74	8	7.71
9	8.81	9	8.77	9	7.11	8	8.84
11	8.33	11	9.26	11	7.81	8	8.47
14	9.96	14	8.10	14	8.84	8	7.04
6	7.24	6	6.13	6	6.08	8	5.25
4	4.26	4	3.10	4	5.39	19	12.50
12	10.84	12	9.13	12	8.15	8	5.56
7	4.82	7	7.26	7	6.42	8	7.91
5	5.68	5	4.74	5	5.73	8	6.89

# O poder de ver além

**Tabela 2.** Resumo do ajuste da regressão linear simples com cada par de variáveis do quarteto de Anscombe.

	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$R^2$	Valor $p$
1	3.00	0.50	0.67	0.0022
2	3.00	0.50	0.67	0.0022
3	3.00	0.50	0.67	0.0022
4	3.00	0.50	0.67	0.0022

# O poder de ver além

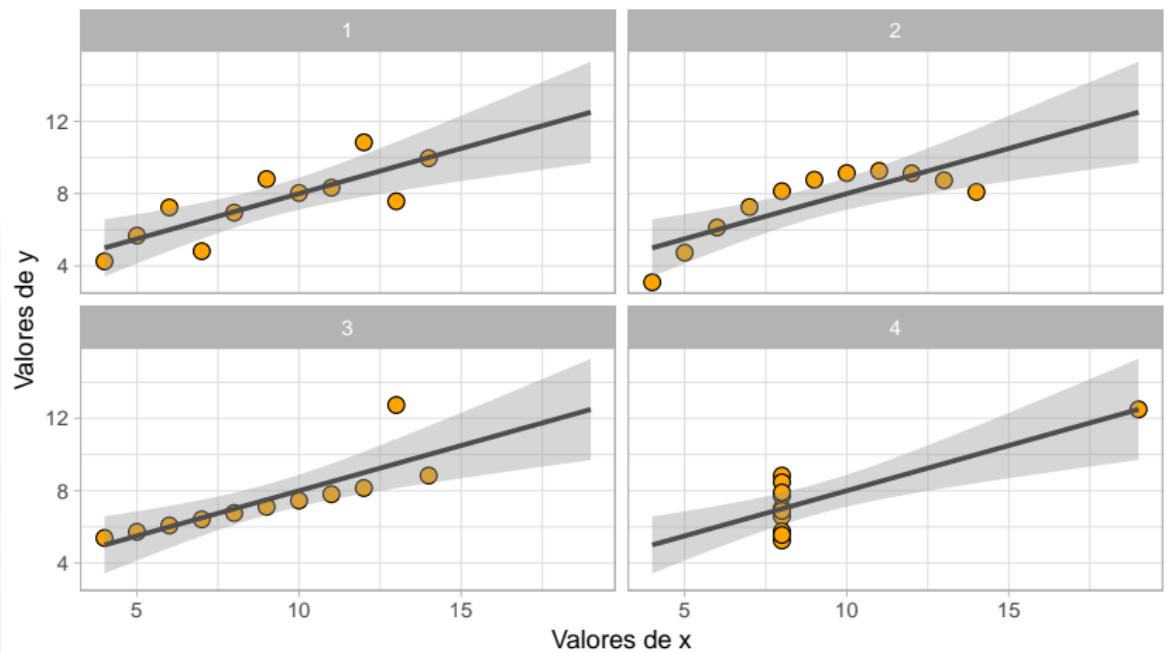


Figura 1. O quarteto de Anscombe em um diagrama de dispersão.

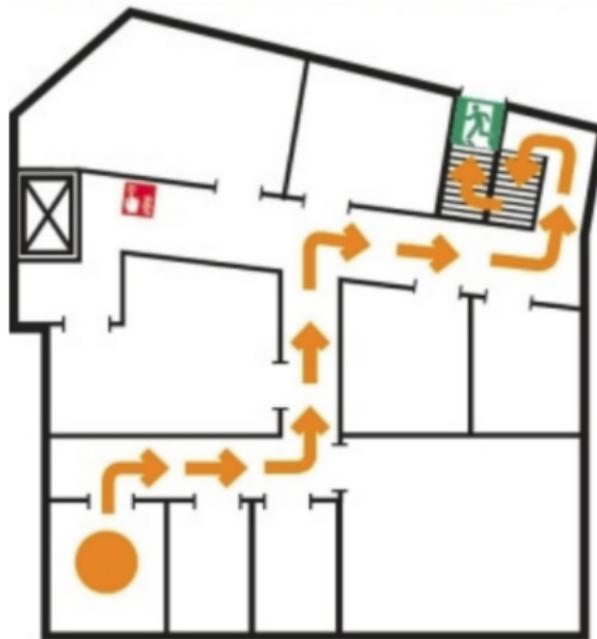
# Rápida percepção, rápida reação

Saia desta sala. Vire à direita e caminhe 3 metros até o final do corredor, onde você estará em frente a uma grande sala de conferências. Vire à esquerda e caminhe mais 3 metros até chegar ao final do corredor. À sua esquerda estará um alarme de incêndio, perto do elevador. À sua direita, no final do corredor, há uma escadaria. Não vá ao elevador. Vire à direita e caminhe mais 4 metros até o final do corredor, vire à esquerda e desça pelas escadas. Desça dois lances de escadas e saia do prédio na porta na parte inferior das escadas.

**Figura 2.** Plano de rota de fuga. Adapatado de Berinato (2016).

# Rápida percepção, rápida reação

## PLANO DE ROTA DE FUGA



Fonte: BERINATO (2016), adaptato.

**Figura 3.** Mapa de rota de fuga. Adapatado de Berinato (2016).

# Inspiração



*"O maior valor de um gráfico é quando ele nos força a perceber o que nós jamais esperávamos ver."*

– John Tukey · Estatístico



*"Visualizações dão a você respostas para questões que você não sabia que tinha."*

– Ben Shneiderman · Cientista da Computação

# Inspiração



*"Visualizações funcionam como uma fogueira na qual nos reunimos para contar histórias."*

– Al Shalloway · CEO Net Objectives



*"A maioria de nós precisa ouvir a música para entender o quão bonita ela é. No entanto, é assim que apresentamos estatísticas: nós apenas mostramos as notas, nós não tocamos a música."*

– Hans Rosling

# A Era do Big Data & Data Science

# O fenômeno Big Data

- ▶ **Big data:** conjuntos de dados grandes ou complexos na qual as abordagens tradicionais de processamento são inadequadas/impraticáveis.
- ▶ **Desafios:** captura, armazenamento, beneficiamento, consulta, transferência, **visualização**, análise e privacidade.



Figura 4. Os 8 V's do Big Data.

# O fenômeno Big Data

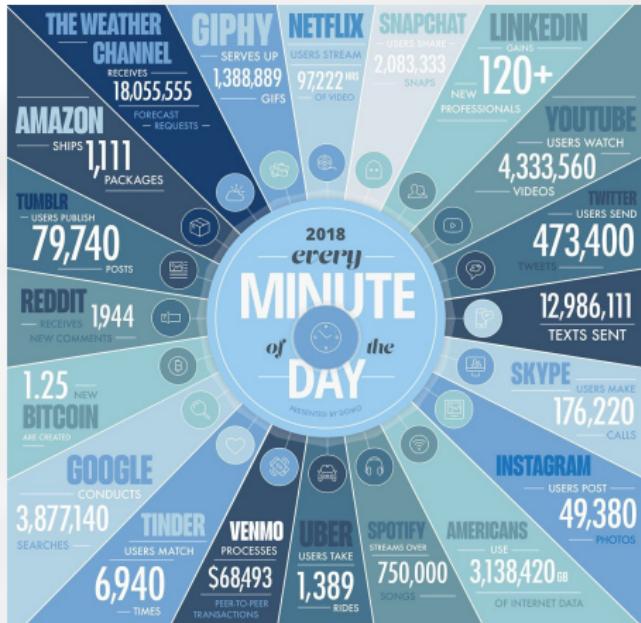


Figura 5. Quanto de dados é produzido a cada minuto em diferentes serviços. Fonte: [www.socialmediatoday.com](http://www.socialmediatoday.com).

# O fenômeno Big Data

## Algumas estatísticas

- Mais de **3.7 bilhões** de pessoas usam internet.<sup>a</sup>
- **Mais da metade** de nossas buscas são feitas do smartphone.
- IoT: **17 bilhões** de dispositivos conectados em 2018.<sup>b</sup>

---

<sup>a</sup>[www.forbes.com](http://www.forbes.com)

<sup>b</sup>[iot-analytics.com](http://iot-analytics.com)



Figura 6. Infográfico sobre fluxo de dados.

# O fenômeno Big Data

## Comunicação

*"A arte da comunicação é a linguagem da liderança."*

– James Humes

- ▶ Acesso/exame dos dados de forma visualmente **disgestível**.
- ▶ Visualização é a forma mais rápida de transformar dados em **informação acionável**.<sup>1</sup>
- ▶ Visualização permite encontrar **oportunidades** nos dados.
- ▶ Gráficos bem elaborados são uma forma **simples e poderosa** de reconhecimento de padrões, extração de insights e comunicação.

---

<sup>1</sup>[www.tableau.com](http://www.tableau.com)

# Objetivos

- ▶ Importância da visualização de dados.
- ▶ História com as principais contribuições.
- ▶ Fundamentos de visualização de dados.
  - ▶ Tipo de visualização.
  - ▶ Variáveis visuais.
  - ▶ Principais competências.
- ▶ Galeria de gráficos.
- ▶ Recursos computacionais.
- ▶ Recomendações.

# Conteúdo previsto

1. Fundamentos sobre visualização de dados (hoje).
2. Gráficos (próxima).
  - ▶ Almanaque de gráficos.
  - ▶ Qual usar em cada caso.
  - ▶ Anatomia dos gráficos.
  - ▶ Características, prós e contras.
  - ▶ O que você deve evitar.
3. Confeção de gráficos (próxima).
  - ▶ Recursos/softwares para fazer gráficos.
  - ▶ Um panorama de recursos do software R.
  - ▶ Exemplos de gráficos estáticos e interativos.
  - ▶ Tutorial sobre gráficos com o ggplot2.

# História

# **Uma breve passagem pela história da Visualização de Dados**

# Linha do tempo da Visualização de Dados

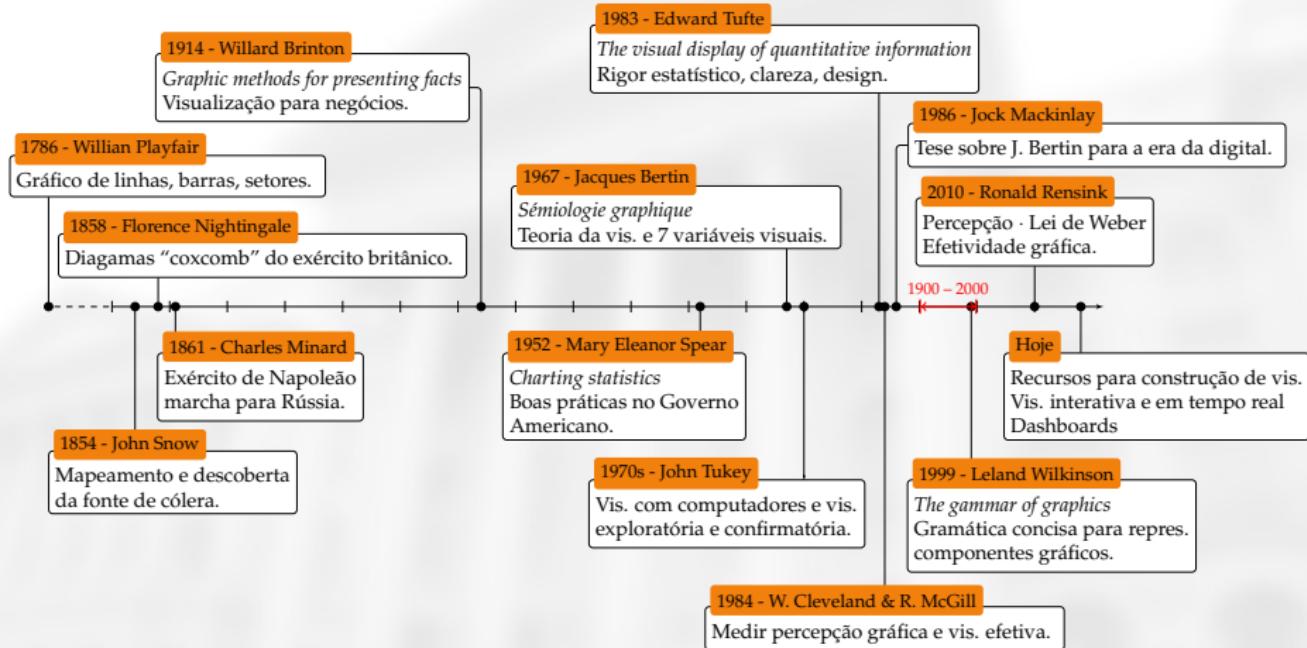


Figura 7. A linha do tempo da visualização de dados. Fonte: o autor.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

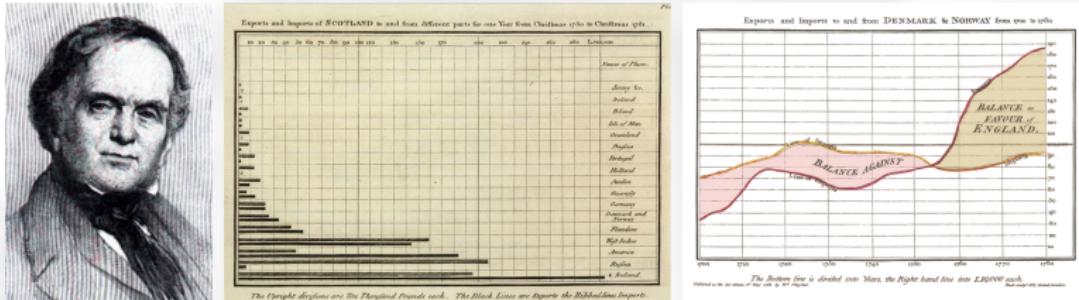


Figura 8. William Playfair (esq.), gráfico de barras (meio) e gráfico de linhas (dir.).

1786: Willian Playfair produziu os primeiros gráficos de linhas, barras e setores.

# Linha do tempo da Visualização de Dados



Figura 9. John Snow e as ocorrências de óbito por cólera em Londres, 1854.

1854: John Snow (médico britânico) descobre a fonte transmissora de cólera com um mapa registrou a coordenada das ocorrências dos óbitos.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

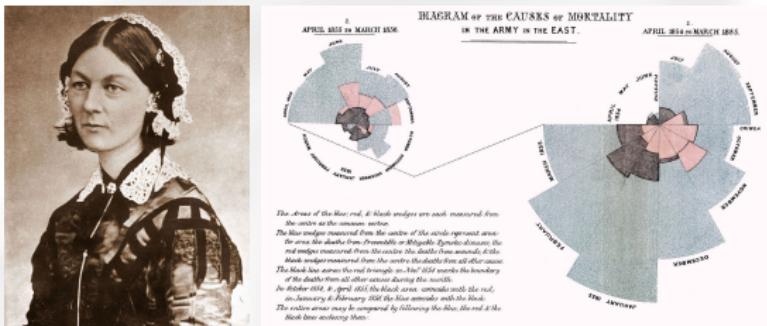
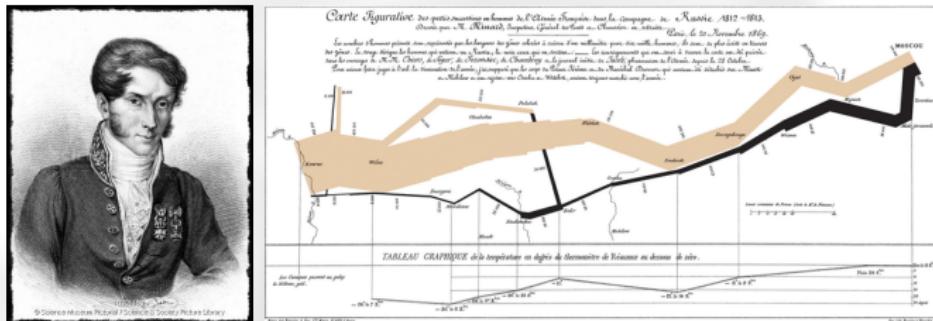


Figura 10. Florence Nightingale (esq.) e os diagramas de “coxcomb” (dir.).

**1858:** Florence Nightingale (enfermeira britânica) produziu o “coxcomb diagrams” que mostrou as baixas do exército britânico na Guerra da Criméia.

# Linha do tempo da Visualização de Dados



**Figura 11.** Charles Minard (esq.) e o diagrama retratando as baixas da investida de Napoleão sobre o território da Rússia (dir.).

**1861:** Charles Minard (engenheiro civil francês) retratou a dizimação do exército de Napoleão durante sua condenada campanha contra a Rússia.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

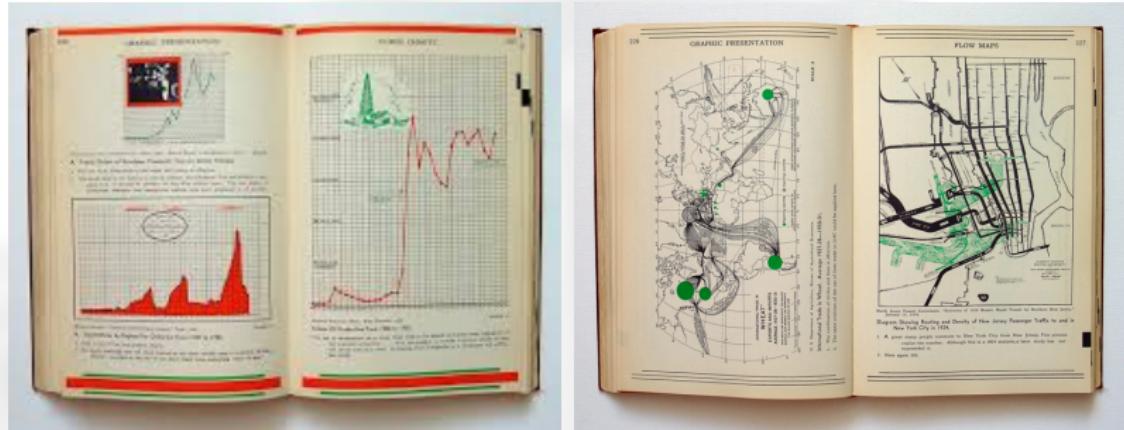


Figura 12. Páginas de “Graphic Methods for presenting Facts” de W. Brinton.

1914: Willard Brinton (engenheiro americano) publicou o primeiro livro de visualização para negócios.

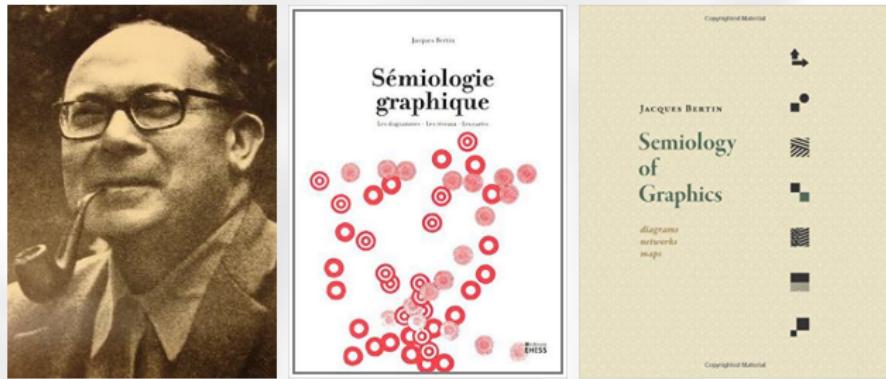
# Linha do tempo da Visualização de Dados



Figura 13. Capa e dobras de “Pratical Charting Statistics” de E. Spear.

1952: Mary Eleanor Spear publicou seu livro contendo boas práticas em construção de gráficos baseadas em décadas de serviço no governo Americano.

# Linha do tempo da Visualização de Dados



**Figura 14.** Jacques Bertin (esq.) e sua obra “Sémiologie Graphique” em dois idiomas (meio, dir.).

**1967:** Jacques Bertin (cartógrafo francês) publicou o primeiro livro sobre teoria da visualização.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

Bertin's Visual Variables

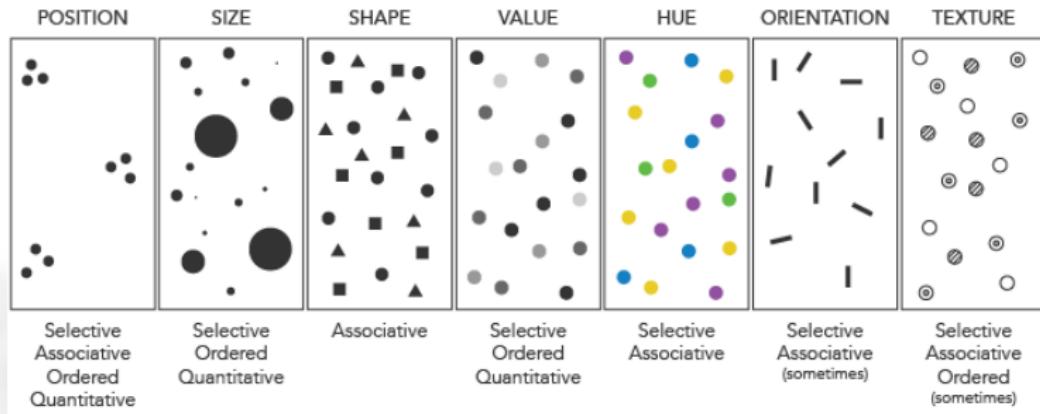


Figura 15. As 7 variáveis visuais definidas por Bertin.

- Descreveu **7 variáveis visuais**: posição, tamanho, forma, saturação, cor, orientação e textura.<sup>2</sup>
- Definiu 2 princípios: a expressividade e a efetividade da visualização.

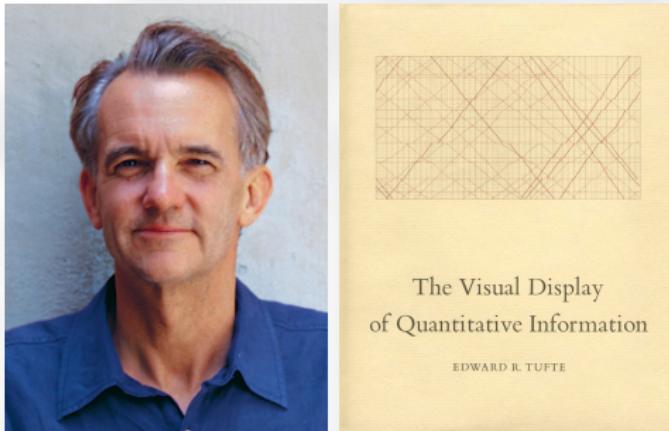
# Linha do tempo da Visualização de Dados



Figura 16. John Tukey ao computador da época (esq.) e a capa de seu livro "Exploratory data analysis" (dir.).

1970s: John Tukey (matemático americano) foi pioneiro no uso de computadores para visualização e popularizou o conceito de visualização exploratória e confirmatória.

# Linha do tempo da Visualização de Dados



**Figura 17.** Edward Tufte (esq.) e seu livro “The visual display of quantitative information” (dir.).

**1983:** Edward Tufte publicou em seu livro formas de combinar rigor estatístico com clareza e princípios de design gráfico.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

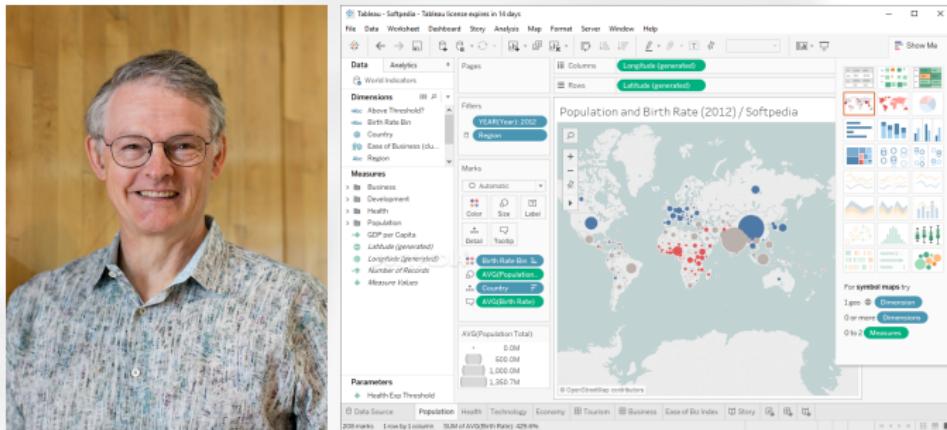
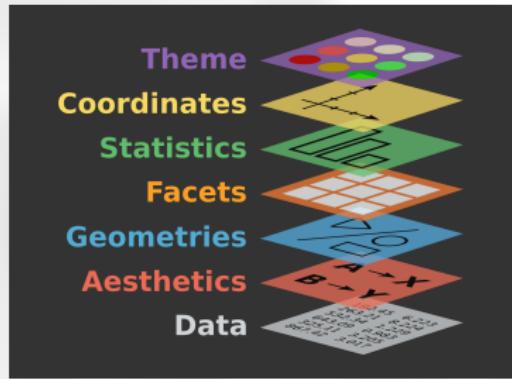
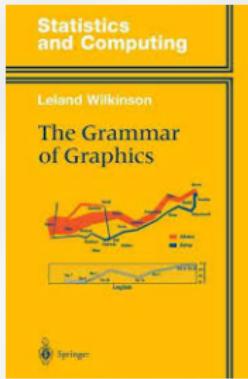


Figura 18. Jock Mackinlay (esq.) e a área de trabalho do Tableau (dir.).

**1986:** Jock Mackinlay publicou sua Tese de PhD que levou o trabalho de Jacques Bertin para era digital.

Hoje Mackinlay é vice presidente de P&D do Tableau.

# Linha do tempo da Visualização de Dados



**Figura 19.** Leland Wilkinson (esq.) autor de “The grammar of graphics” (meio) e as camadas da gramática de gráficos que são usadas no ggplot2.

**1999:** Leland Wilkinson estabeleu uma grámatica concisa para descrever os componentes de um gráfico.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

- ▶ 1990s – 2000: ramificações de abordagem para visualização.
  - ▶ Orientadas aos computadores.
  - ▶ Orientadas ao design.
  - ▶ Orientados à comunidade científica.
  - ▶ Orientados aos negócios.
- ▶ 2010s
  - ▶ softwares acessíveis + disposição de dados → democratiza a prática da visualização.
  - ▶ Cria-se uma atmosfera propícia para experiências.
  - ▶ Visualização não é mais uma província de experts, é um fenômeno.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

## Hoje

- ▶ Recursos/ferramentas evoluem.
- ▶ Representações gráficas mais apropriadas são desenvolvidas.
- ▶ Novas dimensões: animação, reatividade e interatividade.
- ▶ Velocidade e acesso:
  - ▶ Atualização em tempo real.
  - ▶ Relatórios web dinâmicos.
  - ▶ *Smart things*: smartwatch, apps esportivos.
- ▶ Monitoramento com dashboards.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

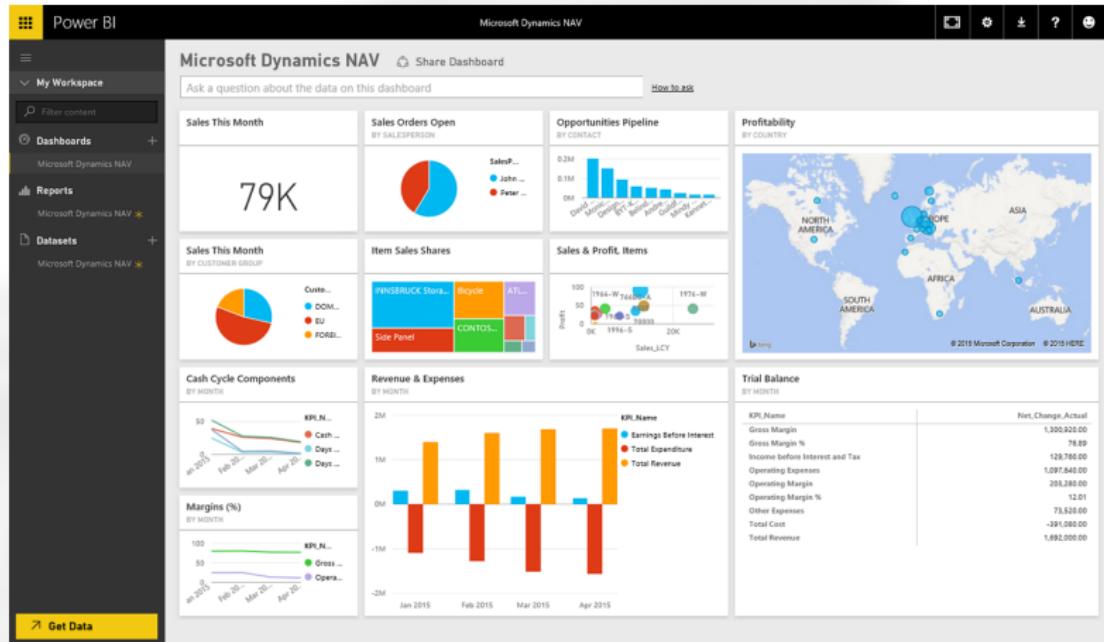


Figura 20. Exemplo de dashboard produzido com o software Power BI.

# Linha do tempo da Visualização de Dados

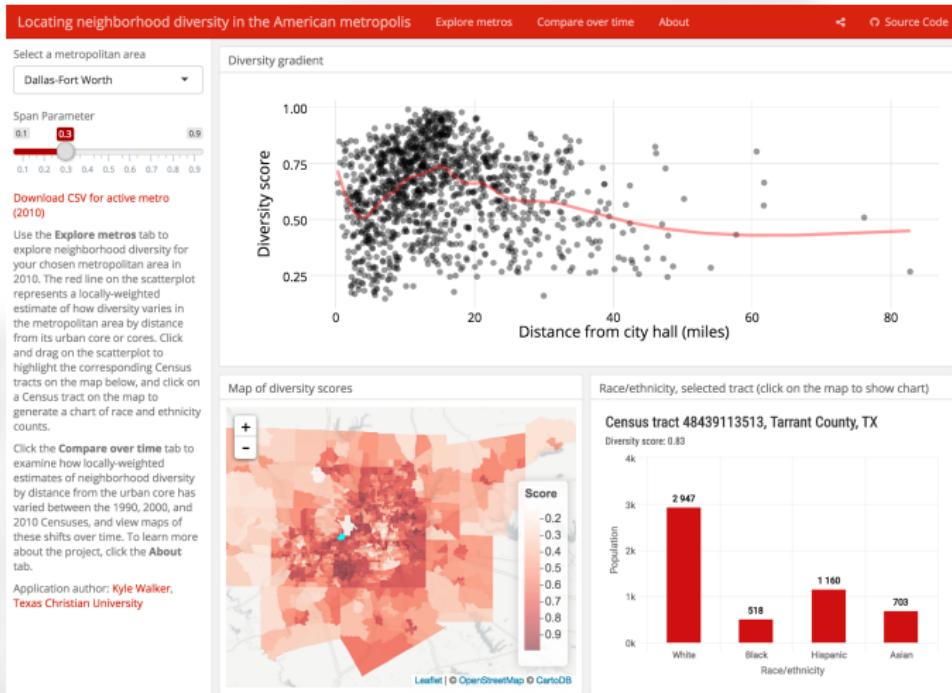


Figura 21. Exemplo de dashboard feito com o R usando o pacote shiny.

# O que vimos até aqui

A história da visualização de dados em fases:

1. As contribuições pontuais.
2. Os manuais/livros.
3. Os estudos aprofundados.
4. A informatização.
5. Hoje → volume, velocidade, variedade: Big Data.

# Visualização de Dados

# Visualização de Dados

# Definição

## Visualização de dados

A **representação** e **apresentação** de dados que exploram nossa habilidade de **percepção visual** com a finalidade de aumentar a **compreensão** (KIRK, 2012).

# Aspectos da definição

- ▶ **Representação:** como retratar conceitos e dados, a escolha das formas geométricas, variáveis visuais, princípios de design.
- ▶ **Apresentação:** como comunicar-se usando a visualização.
- ▶ **Percepção visual:** como percebemos e processamos informação visual.
- ▶ **Compreensão:** como maximizar a eficiência e efetividade da informação consumida, ter impacto e integridade.

# Definição alternativa



Martin LeBlanc  
@martinleblanc

Seguir



**data visualization**

A ~~user interface~~ is like a joke. If you have to explain it, it's not that good.

10:56 - 14 de mai de 2014

2.811 Retweets 1.939 Curtidas



61

2,8 mil

1,9 mil

# Tipos de visualização

Segundo Berinato (2016), dois aspectos determinam o tipo de visualização:

1. A informação é **conceitual** ou **orientada a dados**?
2. Está se **declarando** ou **explorando** algo?

# Conceitual ou orientada a dados?

Tabela 3. A visualização de dados conforme o que é representado (BERINATO, 2016).

	Conceitual	Orientada a dados
Foco	Ideias, esquemas.	Estatística, padrões.
Objetivos	Simplificar, ilustrar.	Informar, esclarecer, testemunhar.

# Declarativo ou exploratório?

**Tabela 4.** A visualização de dados do ponto de vista de como é feita (BERINATO, 2016).

	Declarativo	Exploratório
Foco	Documentar, planejar, estruturar.	Prototipação, iteração, interação, automação.
Objetivos	Fazer afirmações, organizar.	Fazer descobertas, aferir hipóteses.

# Os 4 tipos de visualização



**Figura 22.** Os 4 tipos de visualização que resultam das respostas às duas perguntas.  
Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Os 4 tipos de visualização



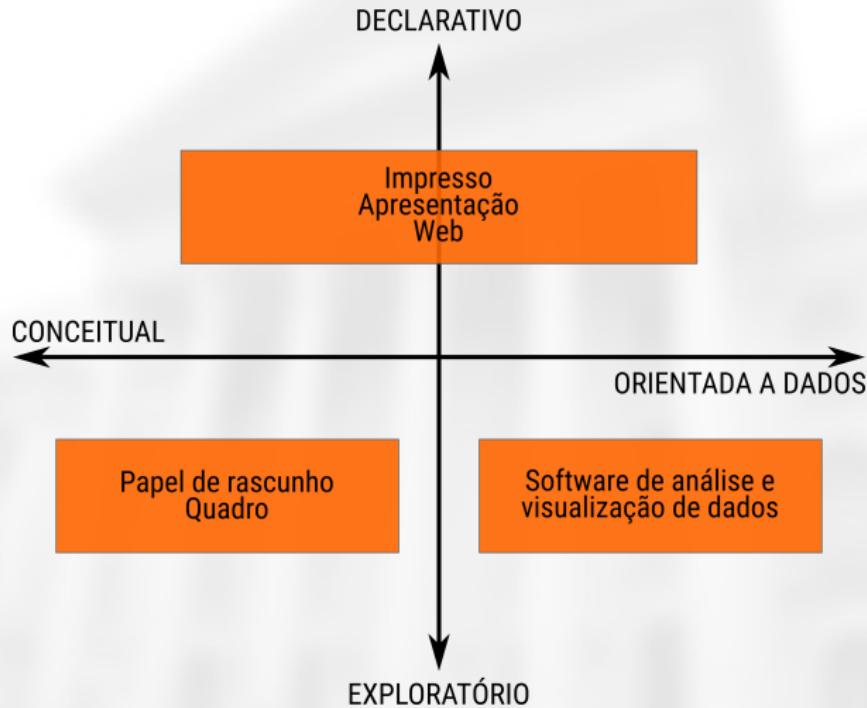
Figura 23. Visualização com relação ao foco. Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Os 4 tipos de visualização



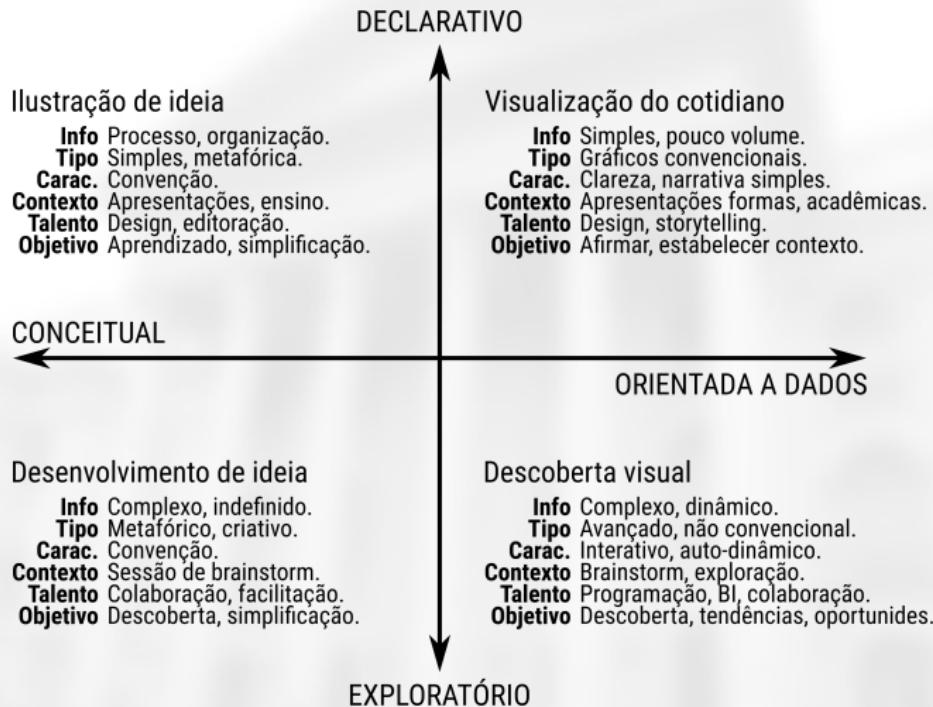
**Figura 24.** Visualização com relação às habilidades. Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Os 4 tipos de visualização



**Figura 25.** Visualização com relação ao tipo de mídia. Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Os 4 tipos de visualização



**Figura 26.** Resumo dos aspectos dos 4 tipos de visualização. Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Os 4 tipos de visualização



**Figura 27.** Visualização com relação ao tipo de análise exploratória. Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Os 4 tipos de visualização

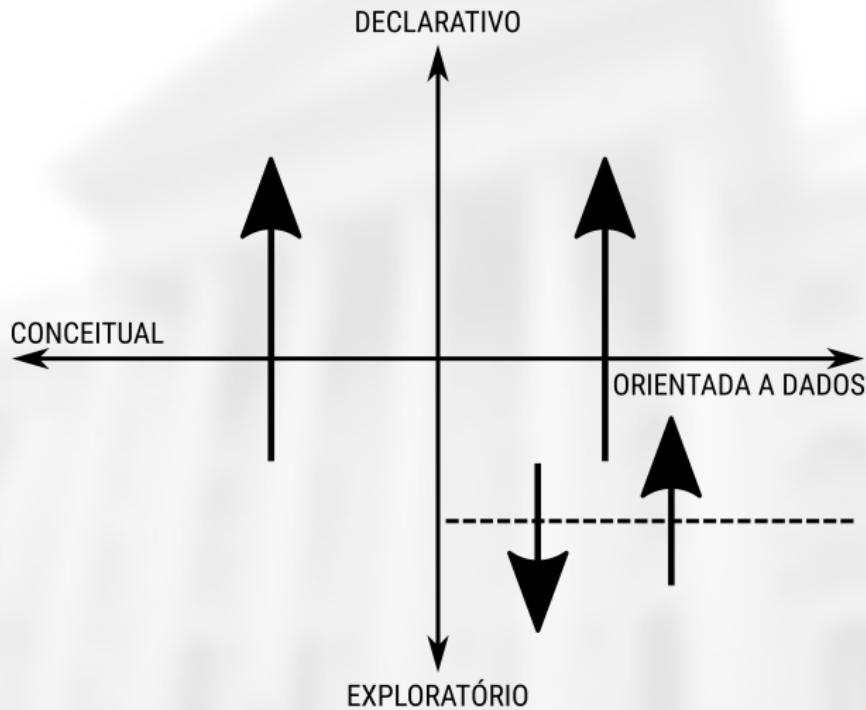


Figura 28. Visualização com relação ao fluxo. Fonte: adaptado de Berinato (2016).

# Visualização conceitual



Figura 29. O processo de correção de manuscrito para submissão entre orientado e orientador. Fonte: [phdcomics.com](http://phdcomics.com).

# Visualização conceitual

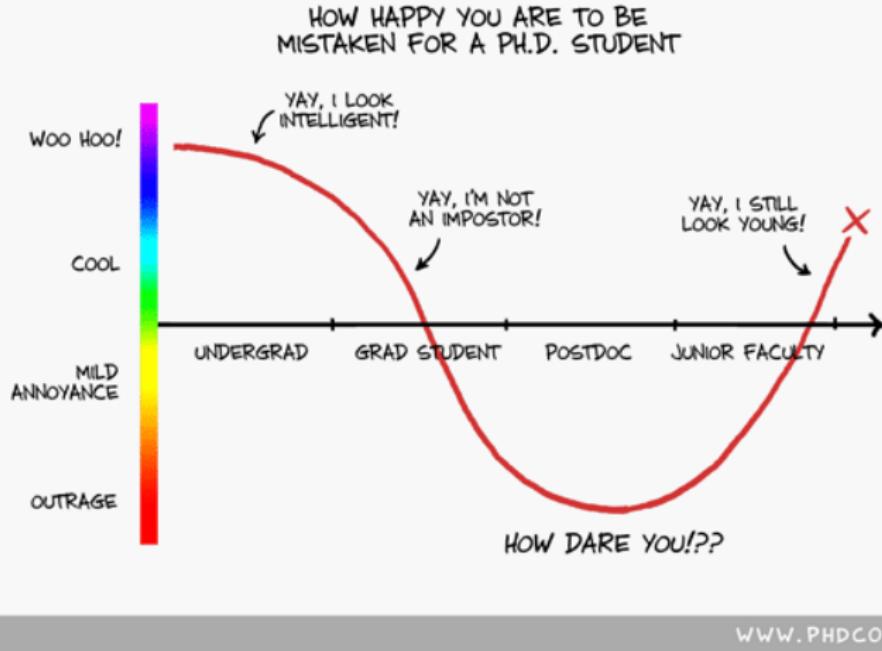


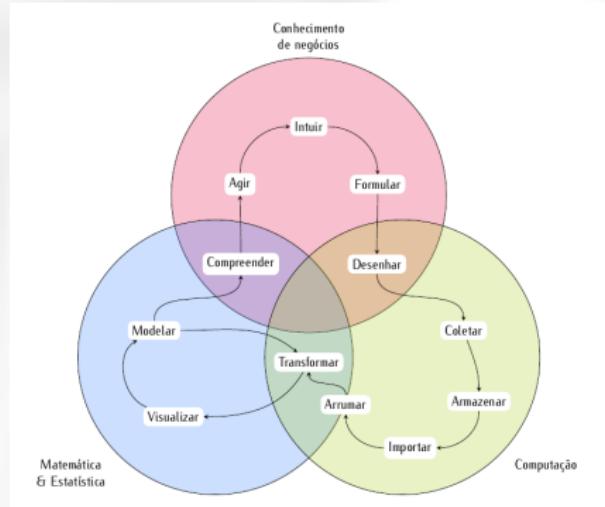
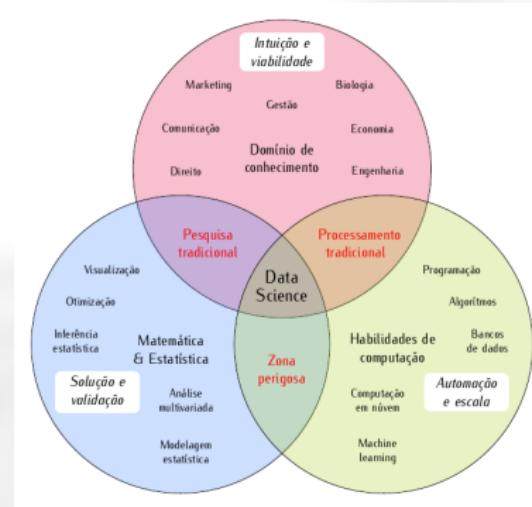
Figura 30. O sentimento de ser confundido com um aluno de doutorado em diferentes fases da vida acadêmica. Fonte: [phdcomics.com](http://phdcomics.com).

# Visualização conceitual



Figura 31. Árvore de organização dos algoritmos de machine learning. Fonte: [jixta.files.wordpress.com](http://jixta.files.wordpress.com).

# Visualização conceitual



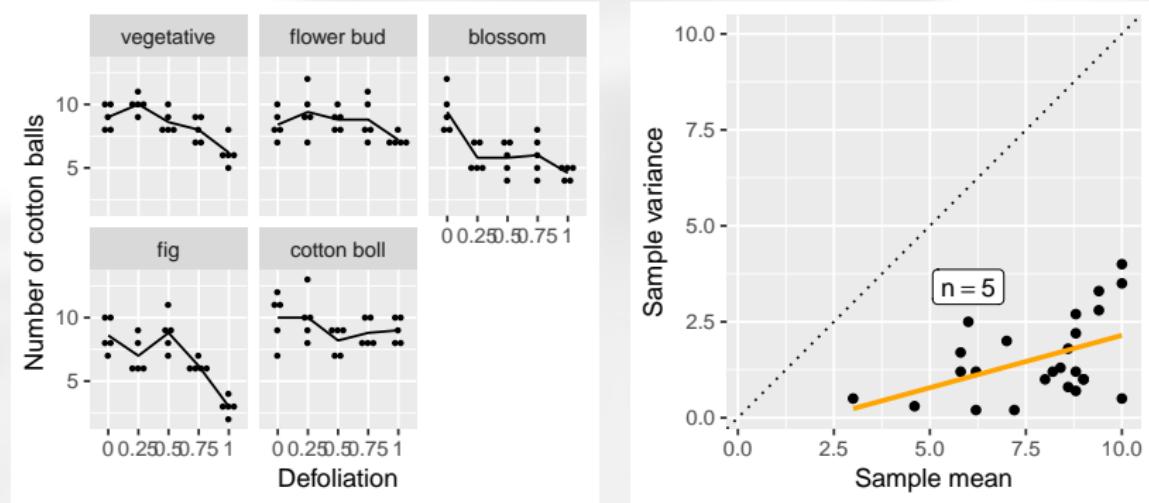
**Figura 32.** Ilustração baseada em diagramas de Venn sobre a composição de habilidades de um cientista de dados (esq.) e o fluxo de ações em projetos de ciência de dados. Fonte: o autor. Visite <https://github.com/walmes/Tikz>.

# Visualização conceitual



**Figura 33.** Árvore de organização das disciplinas da Especialização em Data Science & Big Data · UFPR. Acesse <http://dsbd.leg.ufpr.br/>. Fonte: o autor. Visite <https://github.com/walmes/Tikz>.

# Visualização orientada a dados

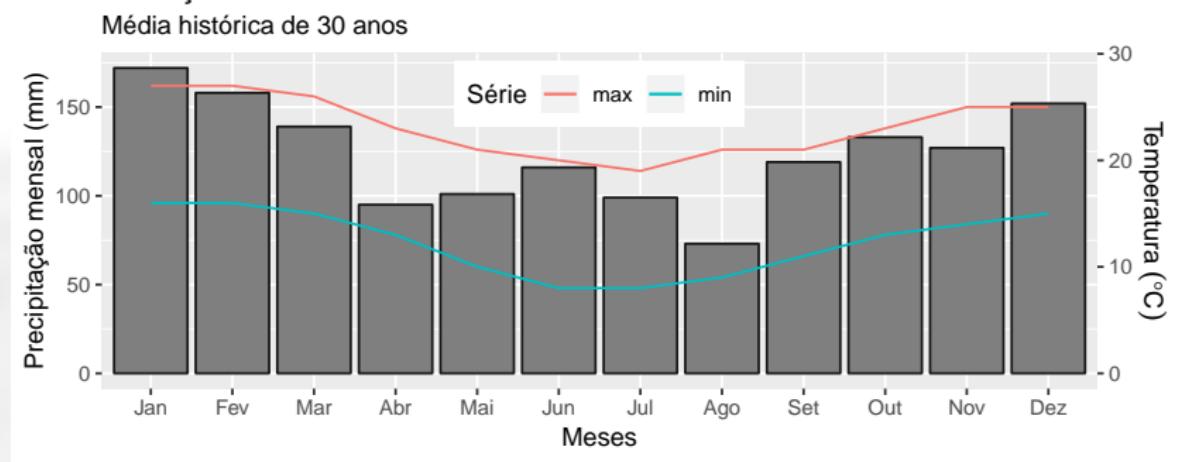


**Figura 34.** O número de capulhos do algodão em função do nível de desfolha artificial e fase de crescimento (esq.) e a relação média-variância observada (dir.). Fonte: o autor. Visite [www.leg.ufpr.br/~walmes/papercompanions](http://www.leg.ufpr.br/~walmes/papercompanions).

# Visualização orientada a dados

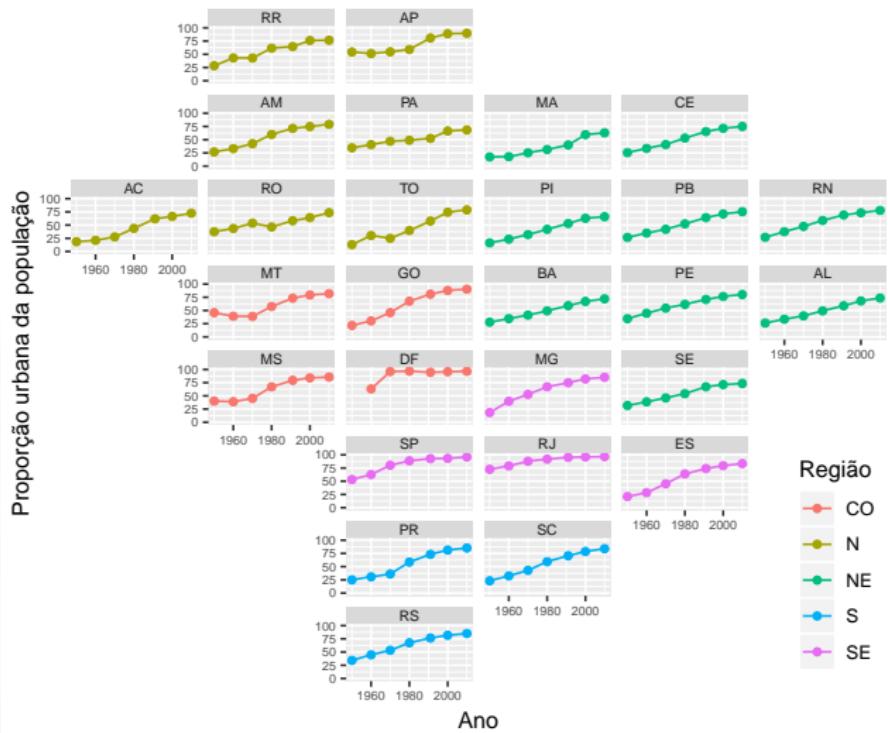
## Condições climáticas em Curitiba

Média histórica de 30 anos



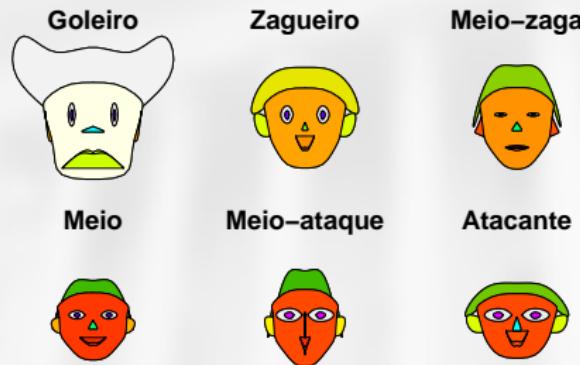
**Figura 35.** Precipitação e temperatura máxima e mínima mensal em Curitiba. Visite [www.climatempo.com.br/climatologia/271/curitiba-pr](http://www.climatempo.com.br/climatologia/271/curitiba-pr).

# Casos mistos



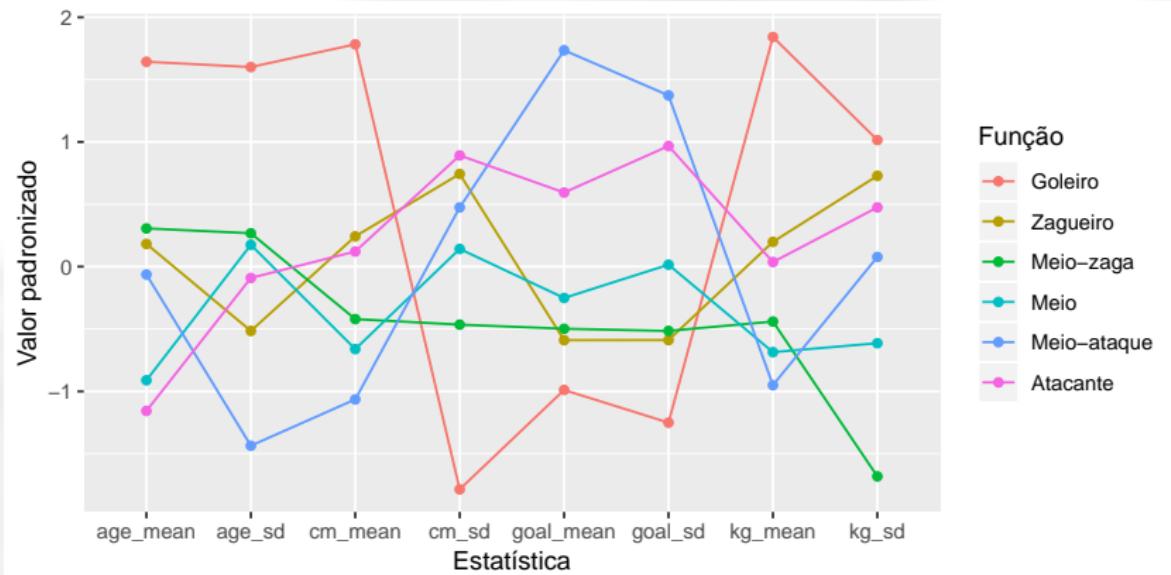
**Figura 36.** Percentual da população brasileira em residente em zona urbana de 1950 até 2010. Dados extraídos do IPEA. Visite <<http://www.ipeadata.gov.br>>.

# Orientada a dados e conceitual



**Figura 37.** Faces de Chernoff para representar medidas resumos (média e desvio-padrão para idade, altura, peso e número de gols) determinadas para jogadores de futebol da liga européia conforme função em campo.

# Orientada a dados e conceitual



**Figura 38.** Gráfico de eixos paralelos para representar medidas resumos (média e desvio-padrão para idade, altura, peso e número de gols) determinadas para jogadores de futebol da liga européia conforme função em campo.

# Percepção visual

# Variáveis visuais

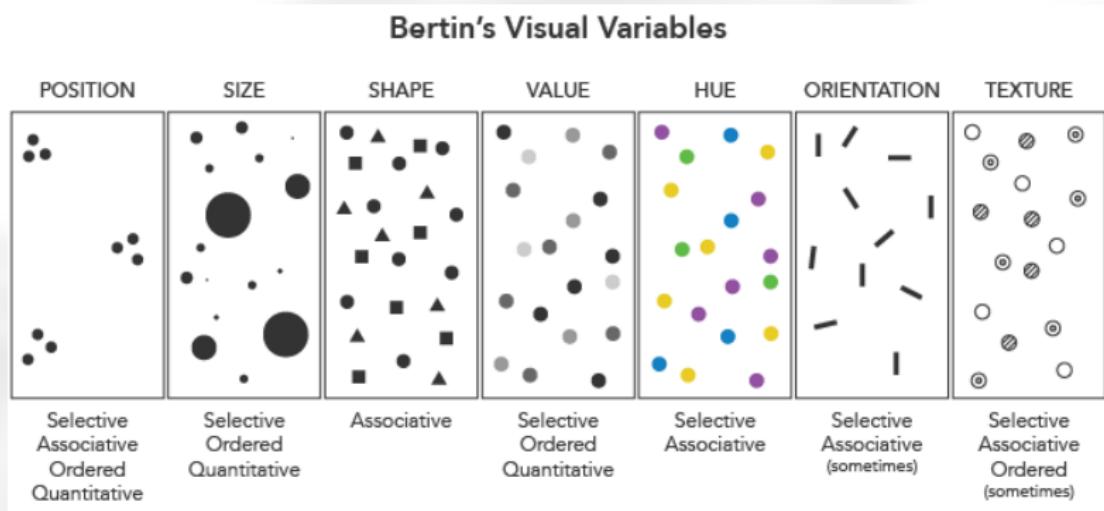
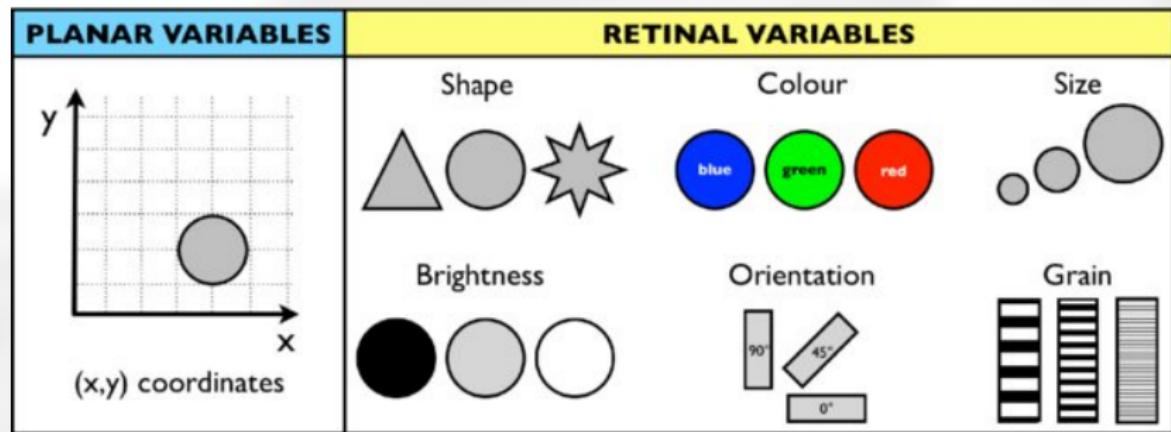


Figura 39. As 7 variáveis visuais definidas por Bertin.

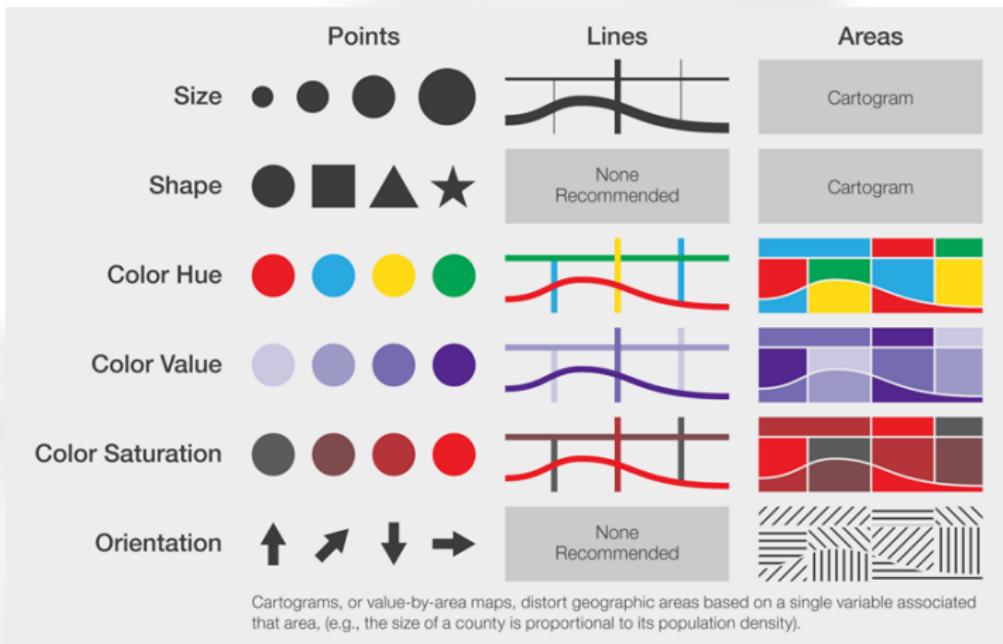
As **7 variáveis visuais**: posição, tamanho, forma, saturação, cor, orientação e textura.<sup>3</sup>

# Variáveis visuais



**Figura 40.** As 7 variáveis visuais conforme o tipo de percepção visual. Fonte: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).

# Variáveis visuais



**Figura 41.** As 7 variáveis visuais e sua utilização em pontos, linhas e áreas. Fonte: [gistbok.ucgis.org](http://gistbok.ucgis.org)

<sup>3</sup>[www.axismaps.com](http://www.axismaps.com)

# Propriedades das variáveis visuais

1. Seletiva.
2. Associativa.
3. Quantitativa.
4. Ordenativa.
5. Dissociativa.

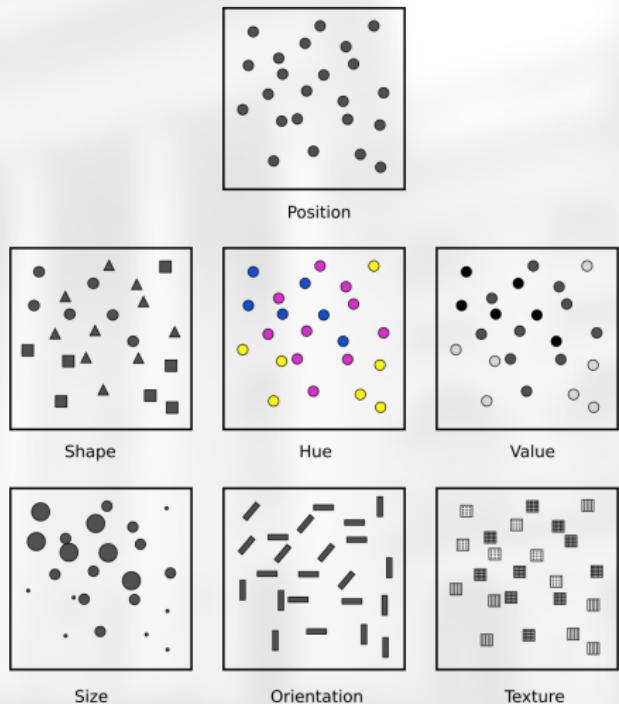


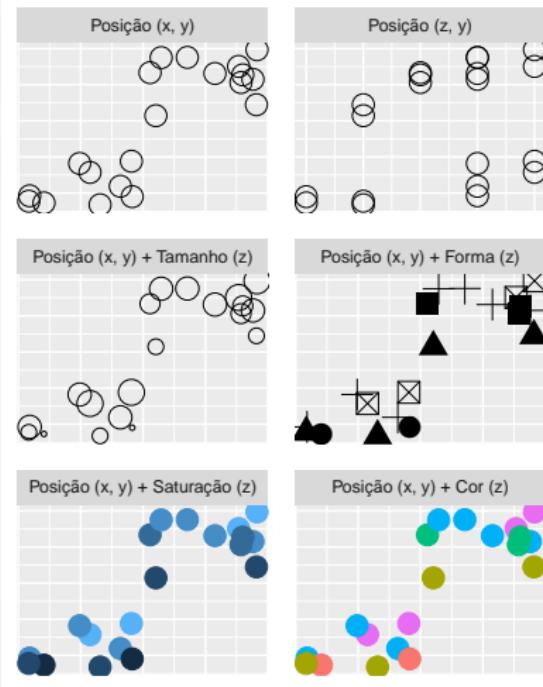
Figura 42. As 7 variáveis visuais.

# Propriedade: seletiva

A variável visual é **seletiva** se rapidamente permite **isolar/distinguir** um grupo ou unidade pelo valor.

Para separar  $z$  alto dos demais:

- ▶ Posição ou tamanho?
- ▶ Tamanho ou saturação?



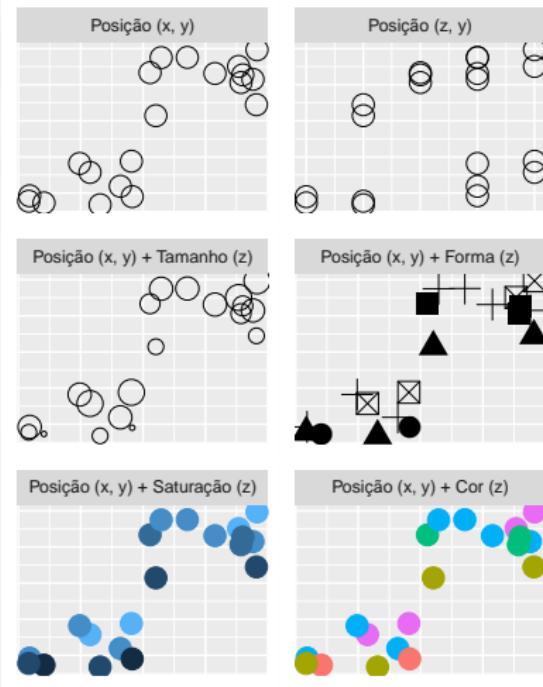
**Figura 43.** Codificação de 3 variáveis ( $x, y$  e  $z$ ) em variáveis visuais.

# Propriedade: associativa

A variável visual é **associativa** se rapidamente permite **reconhecer grupos** de acordo com seu valor.

Para reconhecer os grupos em  $z$ :

- ▶ Posição ou cor?
- ▶ Cor ou saturação?
- ▶ Cor ou forma?



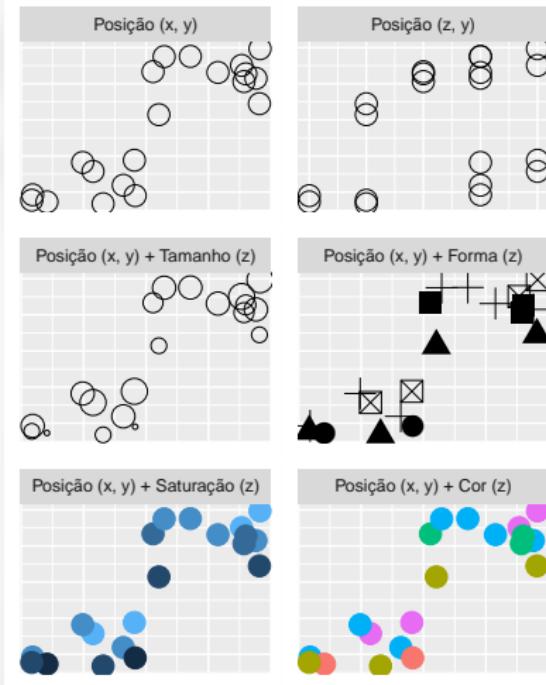
**Figura 43.** Codificação de 3 variáveis ( $x, y$  e  $z$ ) em variáveis visuais.

# Propriedade: quantitativa

A variável visual é **quantitativa** se permite estimar **diferenças de valor** entre unidades comparadas.

A diferença entre os extremos de  $z$  com relação ao seu médio:

- ▶ Posição ou tamanho?
- ▶ Tamanho ou saturação?



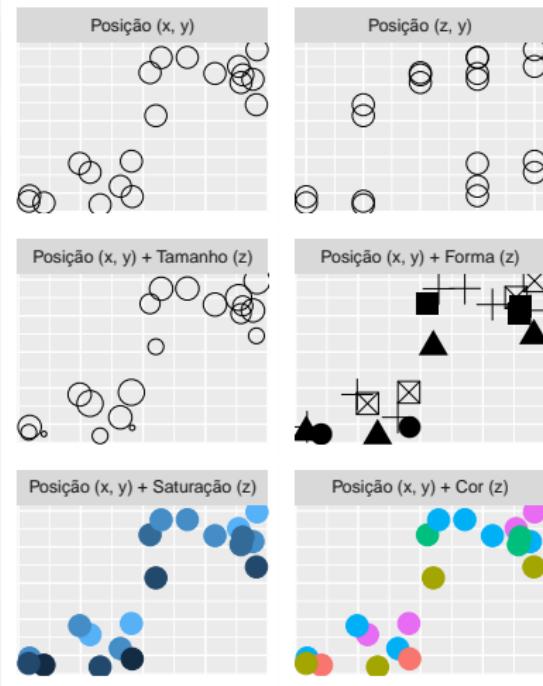
**Figura 43.** Codificação de 3 variáveis ( $x, y$  e  $z$ ) em variáveis visuais.

# Propriedade: ordenativa

A variável visual é **ordenativa** se permite criar uma **sequência** das unidades baseada em seu valor.

Para ordenar conforme a variável  $z$ :

- ▶ Posição ou tamanho?
- ▶ Tamanho ou saturação?



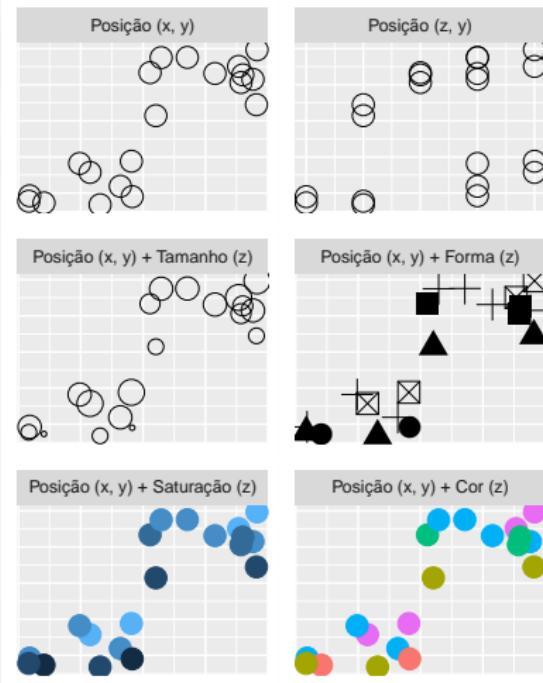
**Figura 43.** Codificação de 3 variáveis ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ) em variáveis visuais.

# Propriedade: dissociativa

A variável visual é mais **dissoativa** a medida que permite mais precisamente criar um maior número de **classes** baseado em seus valores.

Agrupando em classe de valor  $z$ , quantas classes existem considerando:

- ▶ Posição ou tamanho?
- ▶ Cor ou saturação?



**Figura 43.** Codificação de 3 variáveis ( $x, y$  e  $z$ ) em variáveis visuais.

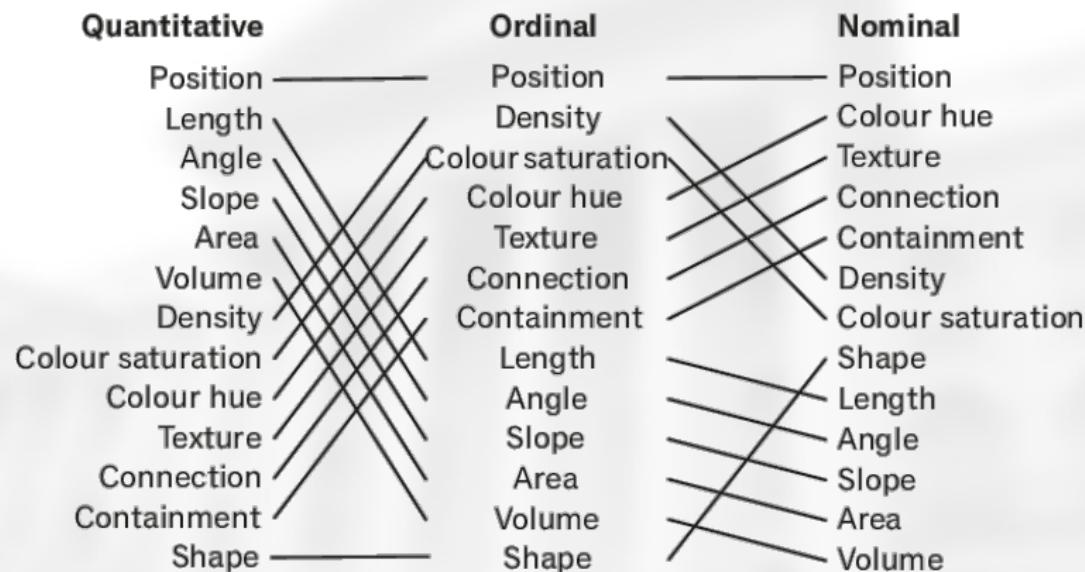
# Classificação conforme as propriedades

Tabela 5. Classificação das variáveis visuais conforme as propriedades. Fonte: library.ucalgary.ca.

	Seletiva	Associativa	Quantitativa	Ordenativa
Posição	✓	✓	✓	✓
Tamanho	✓	✓	±	✓
Forma	< 5	< 5	×	×
Saturação	✓	✓	×	✓
Cor	✓	✓	±	±
Orientação	✓	✓	×	×
Textura	✓	✓	×	×

<[https://library.ucalgary.ca/ld.php?content\\_id=25052966](https://library.ucalgary.ca/ld.php?content_id=25052966)>

# Recomendação de uso



**Figura 44.** Ranking de Mackinlay das variáveis visuais para o mapeamento de variáveis quantitativas, qualitativas ordinais e nominais.

<[https://www.researchgate.net/publication/312530613\\_Images\\_of\\_Time](https://www.researchgate.net/publication/312530613_Images_of_Time)>

# Competências em visualização de dados

# Os 8 chapéus da visualização de dados

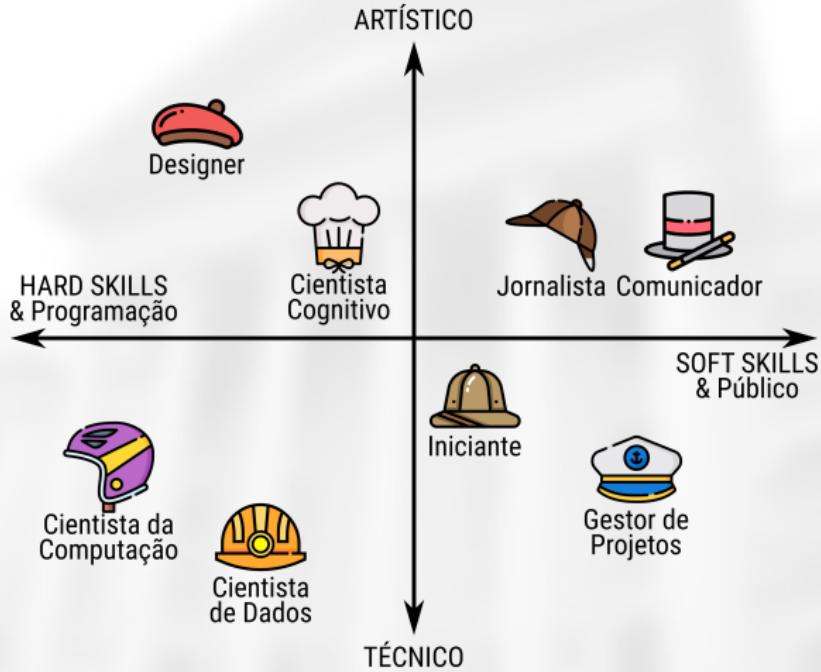
A visualização de dados é **multidisciplinar** → diferentes **competências**.

Para **Kirk (2012)** existem 8 “chapéus”.



**Figura 45.** Os 8 “chapeús” de Kirk ilustrando as diferentes competências e papéis em visualização de dados. Fonte dos ícones: [www.flaticon.com/authors/freepik](http://www.flaticon.com/authors/freepik).

# Os 8 chapéus da visualização de dados



**Figura 46.** Os 8 “chapeús” de Kirk considerando os eixos: competência técnica-artística sobre visualização de dados e habilidades de programação (hard skills) e comunicação/gestão (soft skills). Fonte: o autor.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Iniciante

- ▶ A **curiosidade** disparou interesse pelos dados.
- ▶ Deseja **explorar/descobrir** → problemas, evidências e oportunidades.
- ▶ Auxilia identificar o perfil da audiência.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Cientista de Dados  
ou Estatístico

- ▶ **Minerar** dados → aquisição, manuseio, preparação dos dados.
- ▶ Lida com dados de ampla variedade e dimensão.
- ▶ Propósito de **construir de modelos**.
- ▶ Tem o conhecimento estatístico para fazer uma análise visual extensa e profunda.
  - ▶ Detectar **padrões**, fragilidade e ameaças.
  - ▶ Antecipar a forma e força de **relações**.
  - ▶ Obter descrição numérica de **propriedades** dos dados.
  - ▶ Especificar e ajustar modelos.
  - ▶ Avaliar a **qualidade** dos modelos.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Jornalista

- ▶ Estabelece a narrativa apoiada nos dados  
→ **data storytelling**.
- ▶ Trabalha na **formulação de questões** sobre os dados/fenômeno.
- ▶ Tem *mindset* para aprofundar e explorar as **oportunidades analíticas** dos dados.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Cientista da  
Computação

- ▶ Coloca o projeto **em produção** → web, mobile, dinâmico, dashboard.
- ▶ Competência para lidar com a aquisição, manuseio e produção visual mais **eficiente/escalável**.
- ▶ Podem acrescentar reatividade e interatividade.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Designer

- ▶ Tem *mindset criativo e inovador* → artista.
- ▶ Cuida dos **detalhes visuais**.
- ▶ Aspectos de inovação e estilo aumentam o **potencial apreciativo** da visualização.
- ▶ Ágil com softwares de edição/desenho/fotografia.

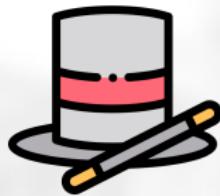
# Os 8 chapéus da visualização de dados



Cientista Cognitivo

- ▶ Domina a ciência que explica a eficiência técnica das soluções apresentadas.
- ▶ São experts em **percepção visual**, comunicação visual e neurocognição.
- ▶ Entendem de teoria das cores, iconografia, etc.
- ▶ Fazer a visualização produzir mais **impacto** ou ser mais digestível.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Comunicador

- ▶ Está preocupado com a **comunicação** do projeto.
- ▶ **Apresenta** os fatos/resultados à audiência.
- ▶ Habilidade para comunicar para diferentes públicos.

# Os 8 chapéus da visualização de dados



Gestor de Projetos

- ▶ É o **coordenador** de todo o projeto.
- ▶ Tem **visão ampla** do projeto.
- ▶ Garante coesão, prazos e metas.
- ▶ Preocupa-se com os **aspectos sensíveis** dos dados/projeto → integridade, ética e privacidade.

# O que vimos até aqui

- ▶ Tipos de visualização: 2 perguntas, 4 tipos.
  - ▶ Conceitual ou orientada a dados?
  - ▶ Declarativa ou exploratória?
- ▶ Variáveis visuais.
  - ▶ As 7: posição, tamanho, forma, saturação, cor, orientação e textura.
  - ▶ 5 propriedades: seletiva, associativa, quantitativa, ordenativa e dissociativa.
- ▶ Competências.
  - ▶ Visualização de dados é multidisciplinar.
  - ▶ Componente técnico e artístico.
  - ▶ Habilidades instrumentais e interpessoais.
  - ▶ 8 “chapéus”.

## Próximos encontros

# Considerações finais

# Recomendações

*"Os números tem uma importante história para contar. Eles dependem de você dar-lhes um clara e convincente voz."*

– Stephen Few

- ▶ Esforce-se para compreender melhor os seus dados: veja-os.
- ▶ Uma apropriada visualização impacta mais do que múltiplas tabelas, testes e índices de ajuste.
- ▶ Invista em recursos para **manipulação e visualização** de dados: → **R**, Python, Inkscape, Gimp, JavaScript.

# Próximas aulas

## 1. Gráficos (próxima).

- ▶ Almanaque de gráficos.
- ▶ Qual usar em cada caso.
- ▶ Anatomia dos gráficos.
- ▶ Características, prós e contras.
- ▶ O que você deve evitar.

## 2. Confeção de gráficos (próxima).

- ▶ Recursos/softwares para fazer gráficos.
- ▶ Um panorama de recursos do software R.
- ▶ Exemplos de gráficos estáticos e interativos.
- ▶ Tutorial sobre gráficos com o ggplot2.

# Agradecimentos

- ▶ Prof. Paulo Justiniano.
- ▶ Laboratório de Estatística e Geoinformação.
- ▶ Departamento de Estatística.
- ▶ PRPPG.
- ▶ Audiência.

# Referências

-  BERINATO, S. **Good Charts: The HBR Guide to Making Smarter, More Persuasive Data Visualizations.** Harvard Business Review Press, 2016. ISBN 9781633690714. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=\\_kJBCgAAQBAJ](https://books.google.com.br/books?id=_kJBCgAAQBAJ)>.
-  KIRK, A. **Data Visualization: A Successful Design Process.** Packt Pub., 2012. (Community experience distilled). ISBN 9781849693479. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=l4qBVLfD3t4C>>.

**Pela oportunidade e atenção, agradeço.**

Prof. Walmes Zeviani  
<[walmes@ufpr.br](mailto:walmes@ufpr.br)>  
<[leg.ufpr.br/~walmes](http://leg.ufpr.br/~walmes)>