

# Aula 04: Visualização de Dados

---

PPGGCO – MINTER – INDAIAL

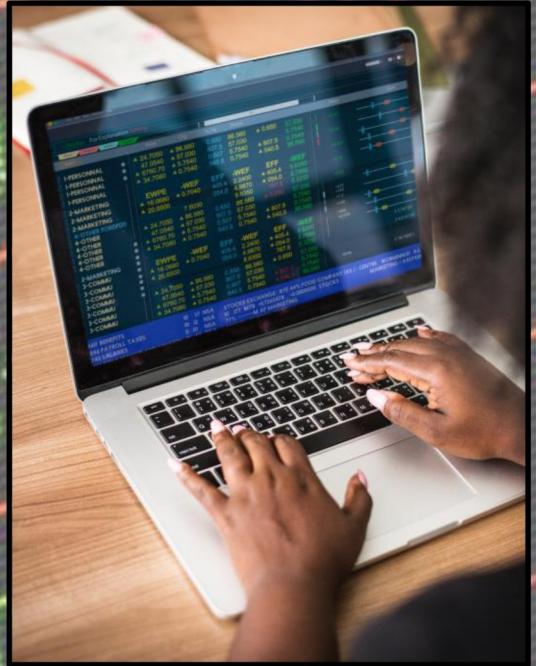
PROF. DR. IGOR DA PENHA NATAL

E-MAIL: [IGOR.NATAL@UNICESUMAR.EDU.BR](mailto:IGOR.NATAL@UNICESUMAR.EDU.BR)

# Roteiro

1. Introdução
2. Conceitos
3. Etapas do Processo de Visualização
4. Classificação e Pré-Processamento de Dados
5. Percepção
6. Representações Visuais
7. Interação
8. Conclusões

# 1. Introdução



<https://www.pexels.com>

# Introdução

- ▷ IDC estima que a quantidade de dados crescerá de 33 ZB em 2018 para 175 ZB até 2025.

DATA AGE 2015 - The Digitization of the World From Edge to Core

David Reinsel, John Gantz, John Rydning

An IDC White Paper – #US44413318, Sponsored by Seagate

November 2018

<https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>

# Introdução

- ▷ Novas tecnologias permitem coletar, armazenar e acessar dados.
- ▷ Problema: aproveitar o grande volume de dados.
  - Gerar informação útil.
  - Melhorar a compreensão para tomada de decisão.

# Por que visualização de dados?



Photo by [Lukas](#) from [Pexels](#)

# Introdução

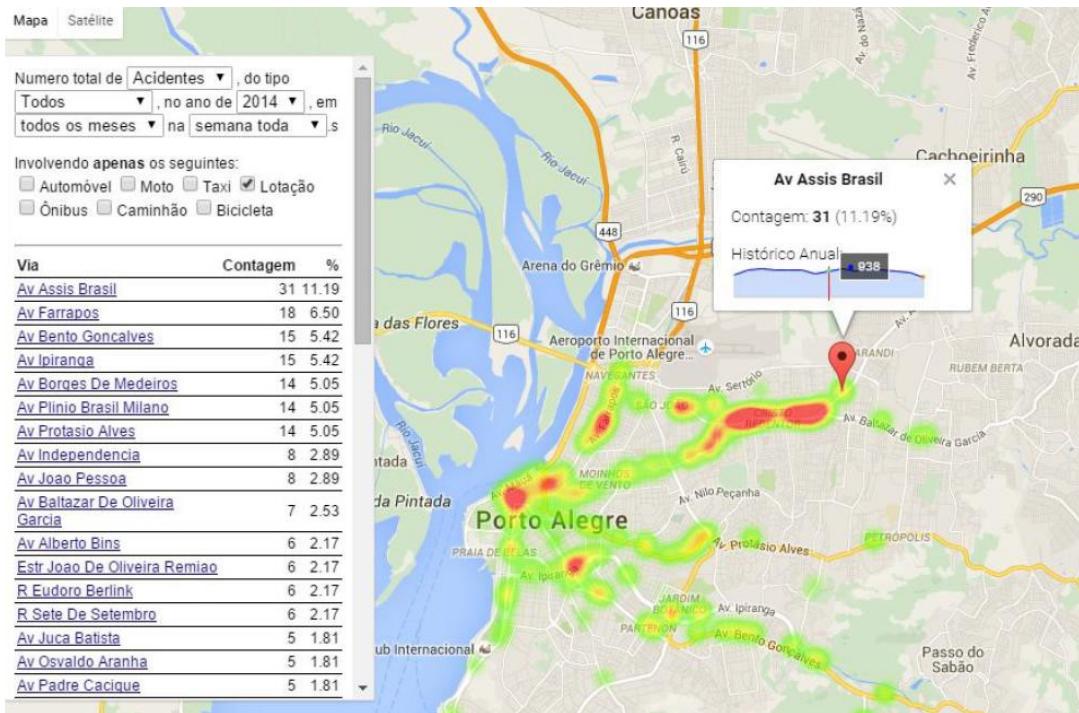
► Exemplo: Dados de acidentes de trânsito em Porto Alegre.

ID	LONGITUDE	LATITUDE	LOG1	LOG2	PREDIAL1	LOCAL	TIPO_ACID	LOCAL_VIA	DATA	DIA_SEM	HORA	FERIDOS	FERIDOS_GR	MORTES	MORTE_POST TEMPO	NOITE_DIA
623243	#####	#####	R ARAPEI	R COMANDAI		0Cruzamento	ATROPELAMENTO	R ARAPEI & R COMANDAI	01/01/2016SEXTA-FEIRA	14:30		1	0	0	OBOM	DIA
			R PADRE JOAO BATISTAR JOAO					R PADRE JOAO BATISTA REUS & R JOAO MORA	01/01/2016SEXTA-FEIRA	16:45		0	0	0	ONUBLADO	DIA
622413	#####	#####	REUS	MORA		0Cruzamento	ABALROAMENTO									
622460	#####	#####	AV DO LAMI			0Logradouro	ATROPELAMENTO	AV DO LAMI	01/01/2016SEXTA-FEIRA	16:30		1	0	0	OBOM	DIA
			AV DR NILO	R CARLOS PECANHA	TREIN FILHO	0Cruzamento	CHOQUE	AV DR NILO PECANHA & R CARLOS TREIN FILHO	01/01/2016SEXTA-FEIRA	05:45		0	0	0	OBOM	NOITE
622540	#####	#####	ESTR JOAO DE OLIVEIRA	REMIAO		8487Logradouro	CHOQUE	8487 ESTR JOAO DE OLIVEIRA REMIAO	01/01/2016SEXTA-FEIRA	12:00		0	0	0	1BOM	DIA
622181	#####	#####	AV IPIRANGA			320Logradouro	COLISAO	320 AV IPIRANGA	02/01/2016SABADO	15:35		0	0	0	OBOM	DIA
622232	#####	#####	R JOSE DE ALENCAR			965Logradouro	COLISAO	965 R JOSE DE ALENCAR	02/01/2016SABADO	16:25		0	0	0	ONUBLADO	DIA
622414	#####	#####	AV ERICO VERISSIMO			240Logradouro	ABALROAMENTO	240 AV ERICO VERISSIMO	02/01/2016SABADO	18:30		1				
622186	#####	#####	R GEN LIMA E SILVA			1445Logradouro	COLISAO	1445 R GEN LIMA E SILVA AV EDVALDO PEREIRA PAIVA	02/01/2016SABADO	22:30		0				
622235	#####	#####	AV EDVALDO PEREIRA PAIVA			0Logradouro	QUEDA		02/01/2016SABADO	06:30		1				
			R VICENTE DA IPIRANGA FONTOURA			0Cruzamento	ABALROAMENTO	AV IPIRANGA & R VICENTE DA FONTOURA	02/01/2016SABADO	12:15		0				
622415	#####	#####	R MARECHAL JOSE INACIO DA SILVA			10Logradouro	COLISAO	10 R MARECHAL JOSE INACIO DA SILVA 574 AV ANTONIO CARVALHO	02/01/2016SABADO	09:25		0				
622205	#####	#####	AV ANTONIO CARVALHO			574Logradouro	COLISAO									
623027	#####	#####														



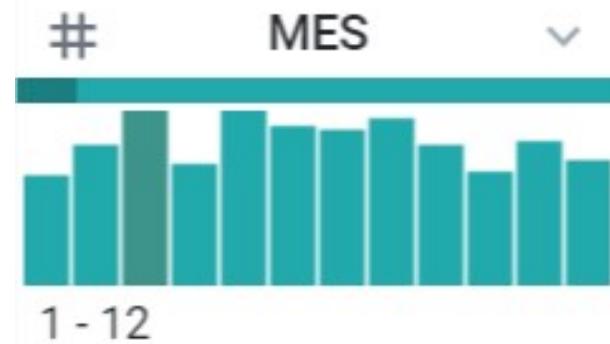
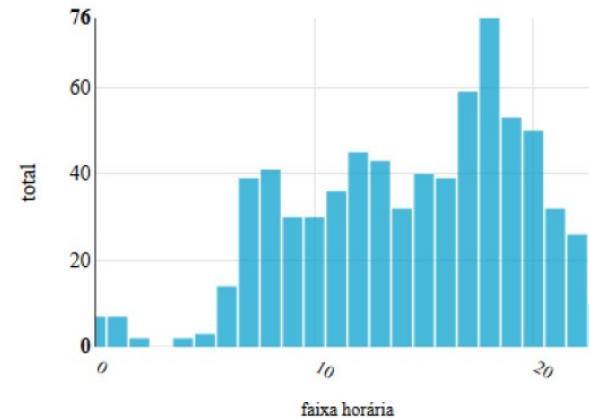
# Introdução

## ► Dados de acidentes de trânsito em Porto Alegre.



<http://datapoa.com.br/dataset/acidentes-de-transito>

Faixa Horária



# Introdução

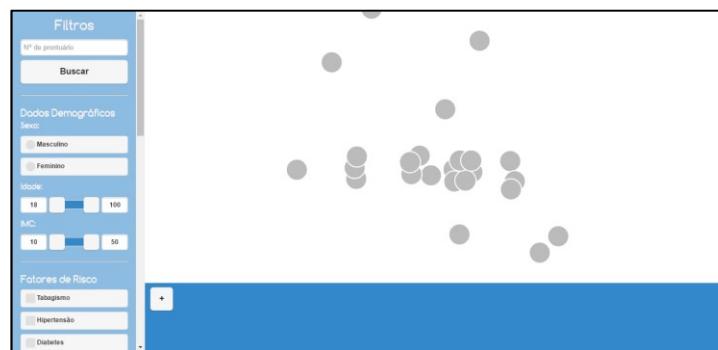
► Visualização está presente em diferentes áreas e atividades do dia a dia (1/3):

- Comunicação

Exemplo NYtimes: <https://tinyurl.com/y66zanx2>

- Medicina

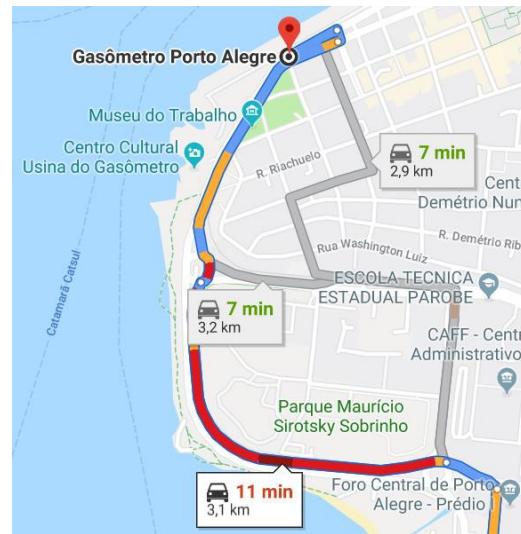
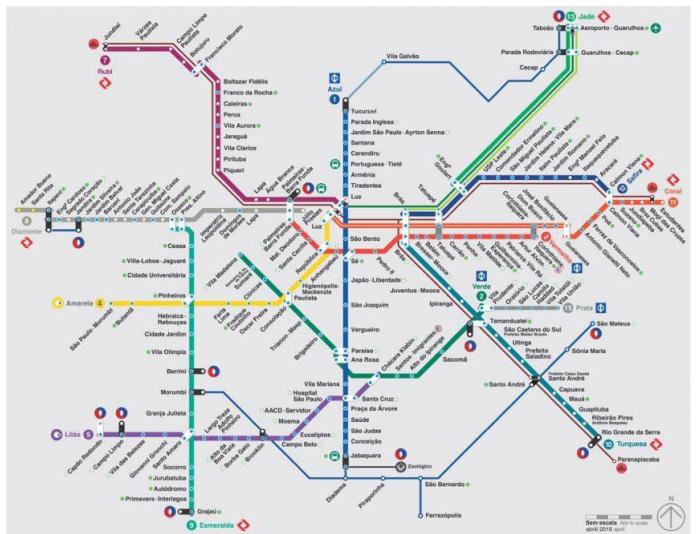
Diagnóstico por imagens, *analytics*, ...



# Introdução

- Visualização está presente em diferentes áreas e atividades do dia a dia (2/3):

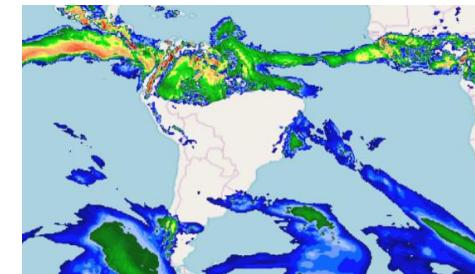
- Mobilidade  
Mapa de metrô, mapa de calor do tráfego, ....



# Introdução

► Visualização está presente em diferentes áreas e atividades do dia a dia (3/3):

- Economia  
Análise financeira, mercado de ações, ....
- Biologia  
DNA, trajetória de animais, ...
- Meteorologia  
Previsão do tempo, fenômenos atmosféricos, ...



# Introdução

- ▷ Propiciar formas de explorar e analisar os dados.
  - Em conjunto com técnicas de mineração de dados e algoritmos de aprendizagem de máquina.
- ▷ Vantagens:
  - Auxiliar no entendimento;
  - Melhorar o gerenciamento;
  - Prevenir problemas;
  - Facilitar a tomada decisão.

# 2. Conceitos

# Conceitos

## ▷ O que é visualização?

- Dicionário:
  - Visualização: “Ação ou efeito de visualizar”;
  - Visualizar: “Ter a percepção visual de”.

# Conceitos

## ▷ O que é visualização?

- Na literatura da área:
  - O uso de representações visuais de dados geradas por computador e interativas, para ampliar a cognição [Card, 1999];
  - Comunicação da informação usando representação gráfica [Ward, 2015].

# Conceitos

## ▷ O que é visualização?

- Na literatura da área:
  - Segundo [Few, 2009], quando aplicada a representações visuais da informação, pode ser complementada por três termos com diferentes significados:

**Visualização de Dados**

**Visualização de Informações**

**Visualização Científica.**

# Conceitos

## ▷ Visualização de Dados

- Termo mais abrangente.
- Refere-se a todas representações visuais que suportam exploração, análise e comunicação de dados.



# Conceitos

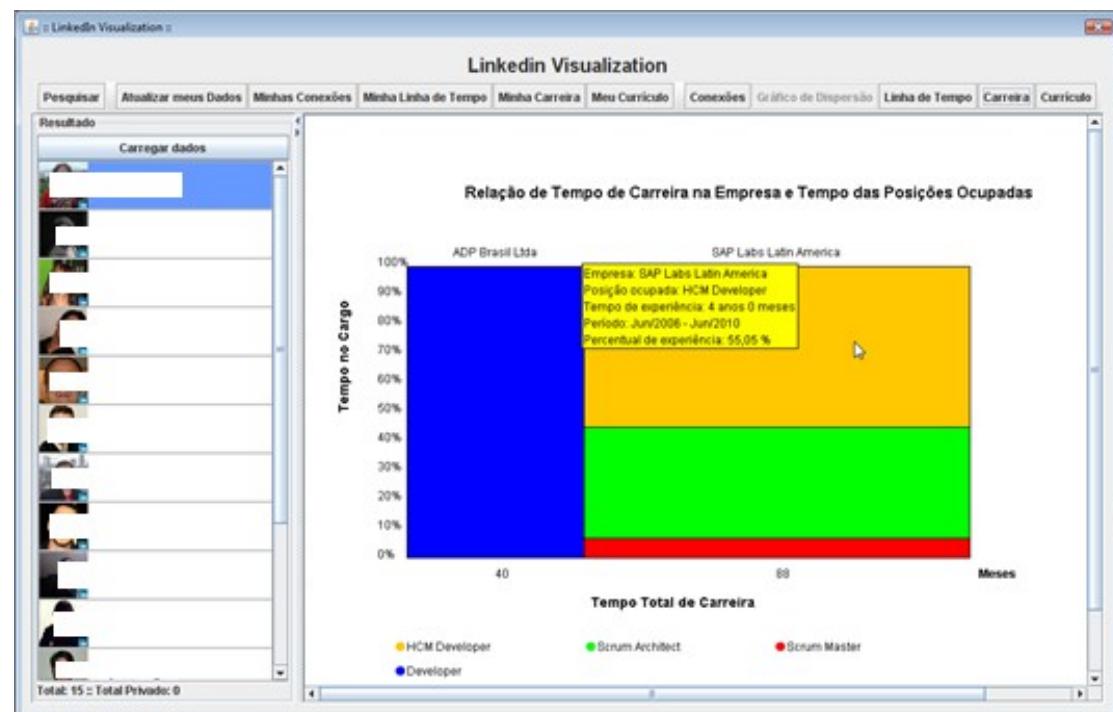
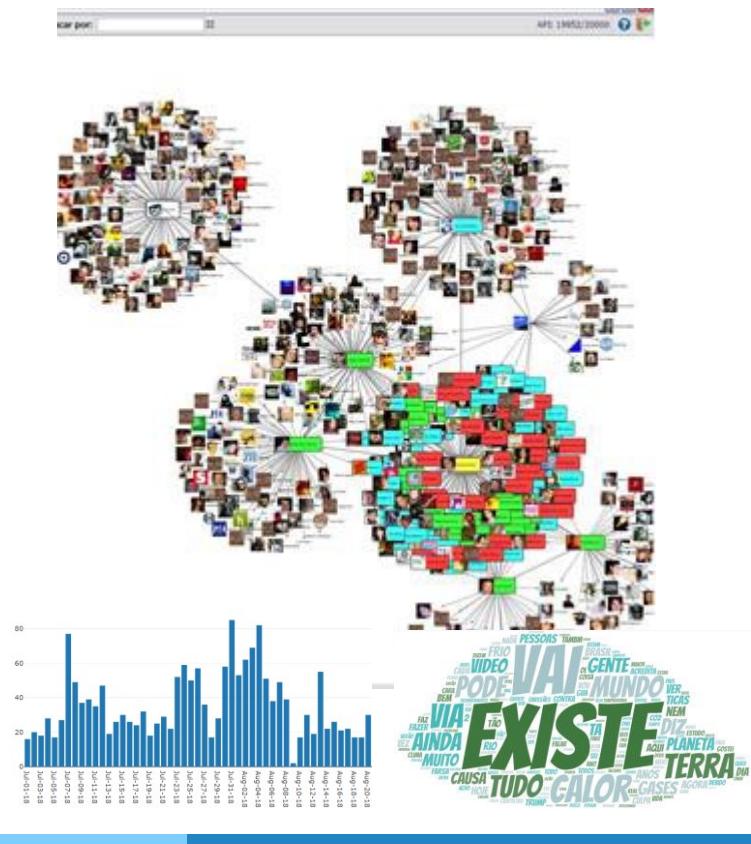
## ▷ Visualização de Informações

- Uso de representações visuais interativas para dados abstratos, facilitando a sua análise e compreensão e auxiliando a tomada de decisão.
- Dados abstratos correspondem a relacionamentos ou informações inferidas a partir dos dados mensurados.
- Combina aspectos de Computação Gráfica, Interação Humano Computador e mineração de dados.

# Conceitos

# ► Visualização de Informações

- Exemplos: visualização de dados de redes sociais.



# Conceitos

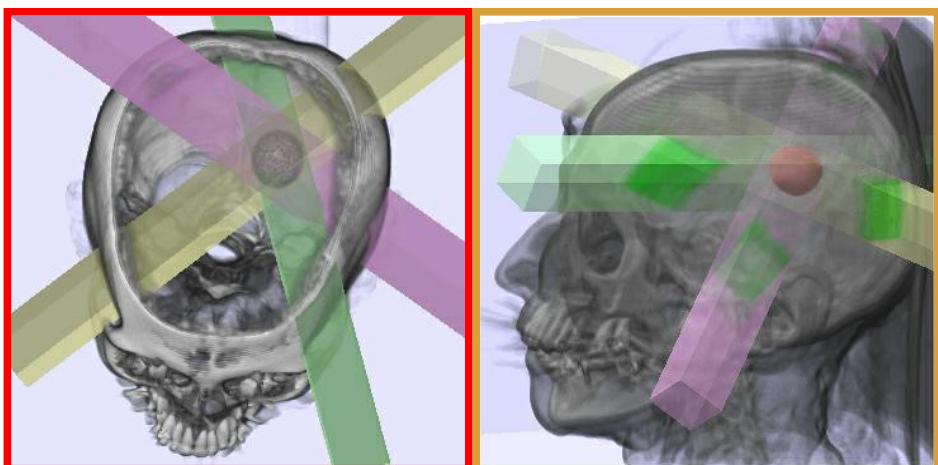
## ▷ Visualização Científica

- Uso de representações visuais interativas para dados científicos, que geralmente “físicos” na natureza, ao invés de abstratos, visando facilitar seu entendimento.
- Dados correspondem a medidas associadas a objetos físicos, fenômenos ou posições num domínio espacial.

# Conceitos

## ▷ Visualização Científica

- Exemplos: visualização de dados médicos, visualização de fenômenos físicos e químicos.



Scientific Computing and  
Imaging Institute  
University of Utah  
[http://www.sci.utah.edu/  
sci-media.html](http://www.sci.utah.edu/sci-media.html)

# Conceitos

Visualização de Informações

X

Visualização Científica

Envolve dados abstratos, tais como dados financeiros, de relacionamentos ou informações inferidas a partir de dados coletados.

Envolve dados científicos, com componentes espaciais (dados correspondem a medidas associadas a objetos físicos, fenômenos ou posições em um domínio espacial).

# Conceitos

## ▷ *Visual Analytics*

- Ciência do raciocínio analítico apoiado por interfaces visuais interativas [Thomas, 2005].
- Combina análise automática de dados, mineração de dados e visualizações interativas.
- Visa proporcionar formas mais eficazes de compreender e analisar grandes conjuntos de dados para tomada de decisão mais eficaz.

# Conceitos

## ▷ *Visual Analytics*

- Exemplos:

Visualização de formações de equipes espaço-temporais no futebol [Wu, 2019]

<https://vimeo.com/289787566>

Visualização Interativa para explorar os padrões de transação evolutiva das trocas de Bitcoin [Yue, 2019]

<https://vimeo.com/289787312>

# 3. Etapas do Processo de Visualização

# Etapas do Processo de Visualização

## ▷ O que envolve?

- Análise inicial
- Dados
- Visualização
- Interação



Photo by [rawpixel.com](https://rawpixel.com) from [Pexels](https://Pexels)

# Etapas do Processo de Visualização

## ▷ O que envolve?

- Análise inicial:
  - Tipos de dados
  - Informação que se deseja extrair
- Dados
- Visualização
- Interação

# Etapas do Processo de Visualização

## ▷ O que envolve?

- Análise inicial
- Dados:
  - Podem ser oriundos de várias fontes
  - Podem ser estruturados ou não estruturados
- Visualização
- Interação

# Etapas do Processo de Visualização

## ▷ O que envolve?

- Análise inicial
- Dados
- Visualização:
  - Para explorar, confirmar uma hipótese ou apresentar resultados de uma análise, identificar anomalias ou tendências, etc.
- Interação

# Etapas do Processo de Visualização

## ▷ O que envolve?

- Análise inicial
- Dados
- Visualização
- Interação:
  - Permite aplicar filtros, alterar mapas de cores, alterar representações visuais, etc.

# Etapas do Processo de Visualização

## ▷ Pipeline

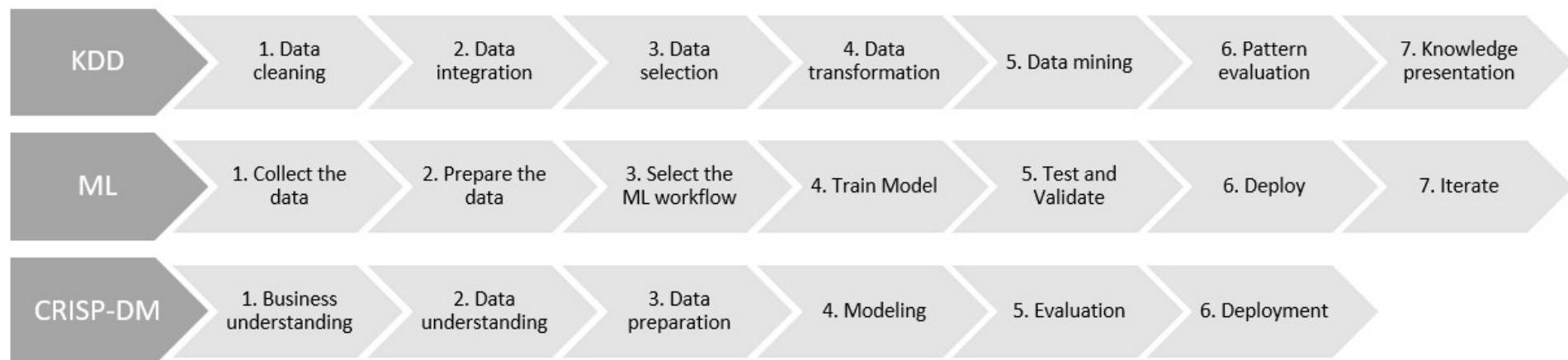
- Dados → Imagem, visualização ou modelo.
- Sequência de etapas que podem ser estudadas de forma independente.
- É diferente para computação gráfica, visualização e descoberta de conhecimento.
- Começam com dados e terminam com o usuário.

# Etapas do Processo de Visualização

► Pipelines usados para a análise de dados:

- KDD (*Knowledge-Discovery in Databases*);
- ML (*Machine Learning*);
- CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*).

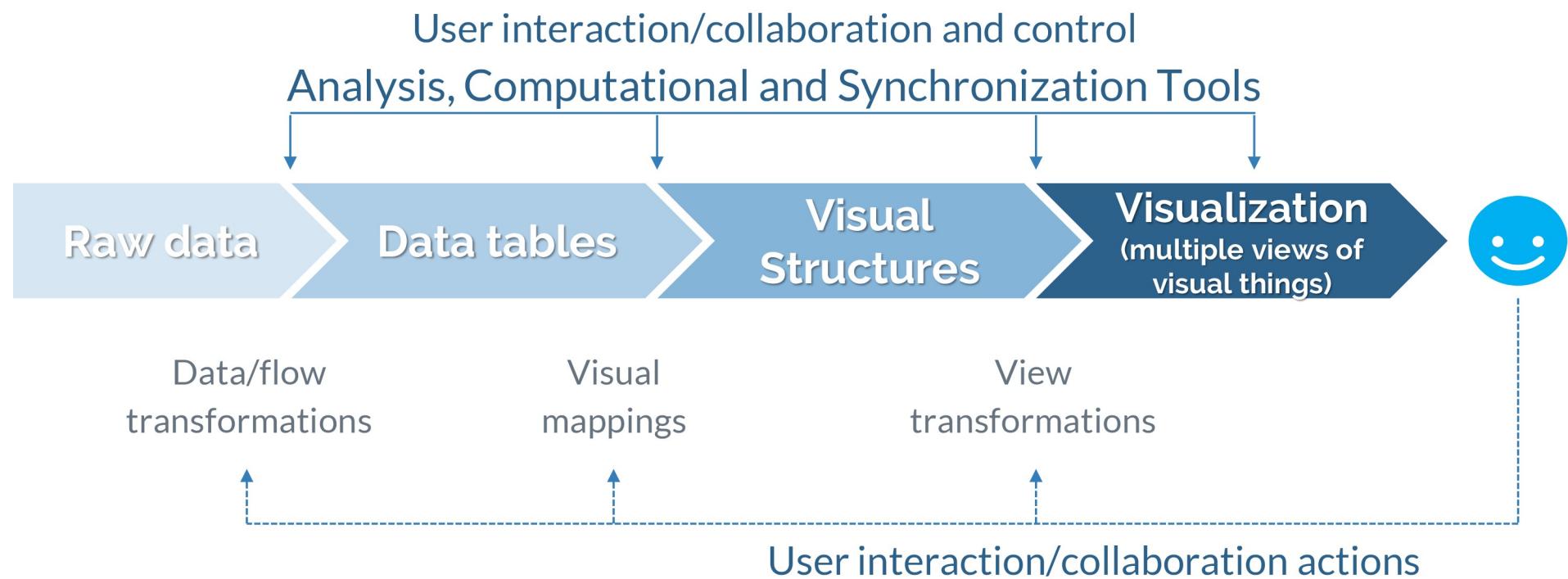
Fonte: [Shearer, 2000; Han, 2011]



# Etapas do Processo de Visualização

▷ Pipeline de visualização de dados.

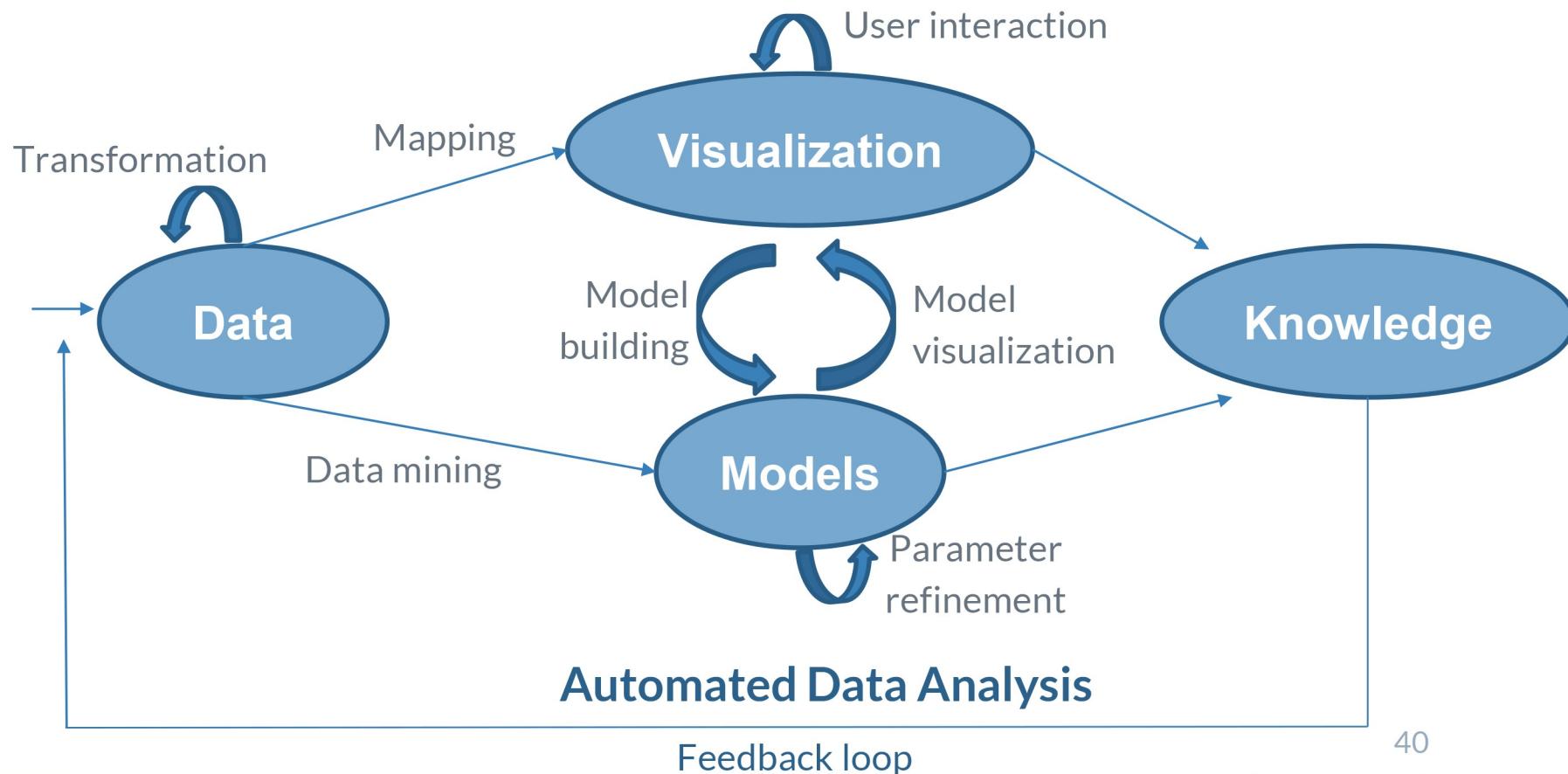
Fonte: [Card, 1999; Ward, 2015]



# Etapas do Processo de Visualização

▷ *Visual Analytics Process*

Fonte: [Keim, 2010] **Visual Data Exploration**



# 4. Classificação e Pré- Processamento de Dados

# Classificação e Pré-Processamento de Dados

- ▷ Todos *pipelines* e processos começam com dados.
- ▷ Primeira etapa:
  - Examinar as características dos dados.
- ▷ Dados:
  - Oriundos de diversas fontes;
  - Raw ou não.

# Classificação e Pré-Processamento de Dados

- ▷ Identificar a categoria dos dados permite afirmar qual é a visualização mais adequada.
- ▷ Entidades (objetos a serem visualizados)      X      Relacionamentos (relacionam as entidades)
- ▷ Diversas classificações:
  - Dimensão, tipos dos valores, classe de informação.

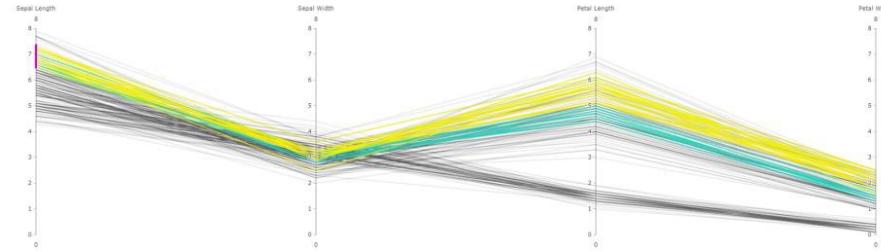
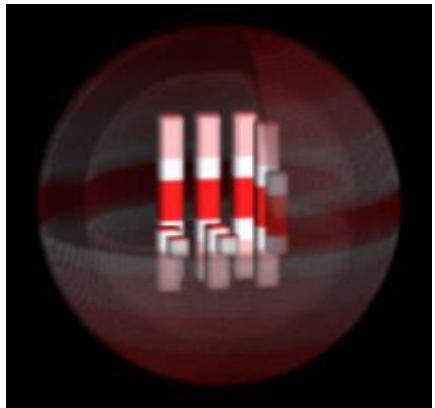
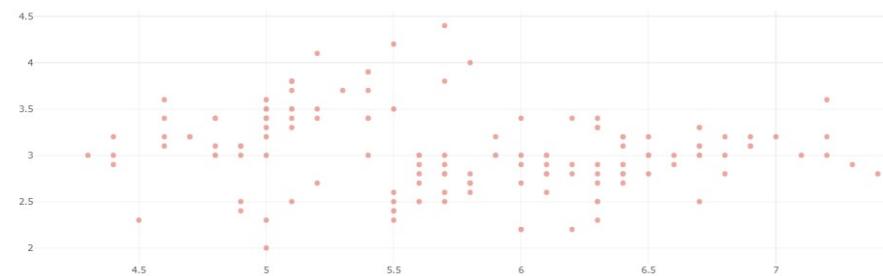
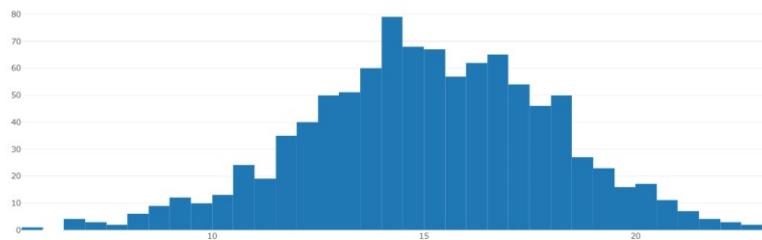
# Classificação e Pré-Processamento de Dados

## ► Dimensão:

- 1D – Exemplo: carro caracterizado por apenas um atributo (preço);
- 2D – Exemplo: carro caracterizado por dois atributos (preço e ano);
- 3D – Exemplo: carro caracterizado por três atributos (preço, ano e potência);
- nD – Exemplo: carro caracterizado por cinco atributos (preço, ano, potência, cor e marca).

# Classificação e Pré-Processamento de Dados

► Dimensão:



# Classificação e Pré-Processamento de Dados

## ▷ Tipos dos valores:

- Nominal – rótulos ou categorias (exemplo: frutas, como maçãs, laranjas, pêras, ...);
- Ordinal – sequências (exemplo: meses do ano);
- Intervalar – intervalos (exemplo: hora de saída e hora de chegada);
- Quantitativo – valores numéricos (exemplo: temperatura).

# Classificação e Pré-Processamento de Dados

## ▷ Classe de informação:

- Característica (exemplo: etnia de uma pessoa);
- Escalar (exemplo: temperatura e a pressão de um gás em um recipiente);
- Vetorial (exemplo: direção e velocidade do vento);
- Relacionamento (exemplo: hierarquia entre entidades).

# Classificação e Pré-Processamento de Dados

- ▷ Geralmente é preferível ver o *raw data* original.
  - Sem modificar dados
  - Sem perder informação importante
- ▷ Mas, pode ser necessário aplicar alguma técnica de pré-processamento.
  - Valores ausentes e limpeza de dados
  - Normalização
  - Amostragem
  - Redução da dimensão

# Classificação e Pré-Processamento de Dados

- ▷ Exemplos de ferramentas “visuais” para exploração e pré-processamento de dados:
  - Open Refine: <http://openrefine.org/>
  - TRIFACTA:  
<https://www.trifacta.com/products/wrangler-editions/#wrangler>  
<https://youtu.be/EssgRhXprY8>
  - FACETS: <https://pair-code.github.io/facets/>  
<https://youtu.be/WVclIFyCCOo>

# Classificação e Pré-Processamento de Dados



▷ Processos de pré-processamento de dados podem melhorar a efetividade da visualização.



▷ Se os dados forem pré-processados sem o conhecimento do usuário, pode haver uma interpretação errada.

# 5. Percepção

# Percepção

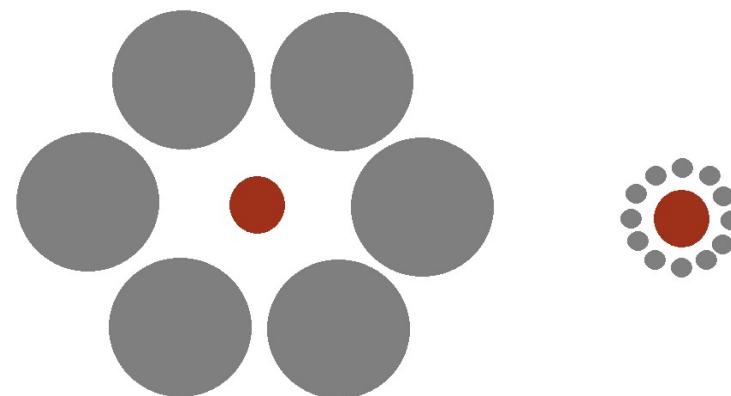
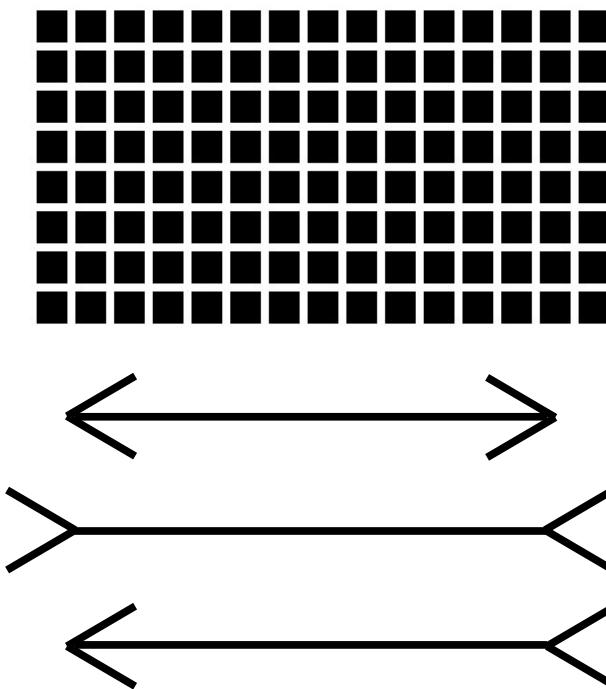
- ▷ Como as visualizações são percebidas pelo ser humano?
- ▷ Representações visuais são interpretadas de forma diferente por diferentes pessoas?

# Percepção

- ▶ Uso dos sentidos humanos (visão, audição, tato, olfato, paladar) para interpretar o mundo ao nosso redor.
- ▶ Por que estudar a percepção humana?
  - Controlar melhor a apresentação de dados.
  - Melhorar a percepção sobre estes dados.

# Percepção

- É preciso cuidar a forma como os dados são apresentados para que não haja “interferências” que prejudiquem o entendimento.



# Percepção

► Estudo da percepção visa:

- Conhecer este processo;
- Identificar as causas das “ilusões”;
- Permitir a geração de imagens sem ambiguidade e sem artefatos.

# Percepção

- ▷ Existem várias abordagens para o estudo da percepção.
- ▷ Envolvem o estudo do sistema visual humano:
  - Identificação das cores;
  - Movimento para interpretação de imagens.

# Percepção

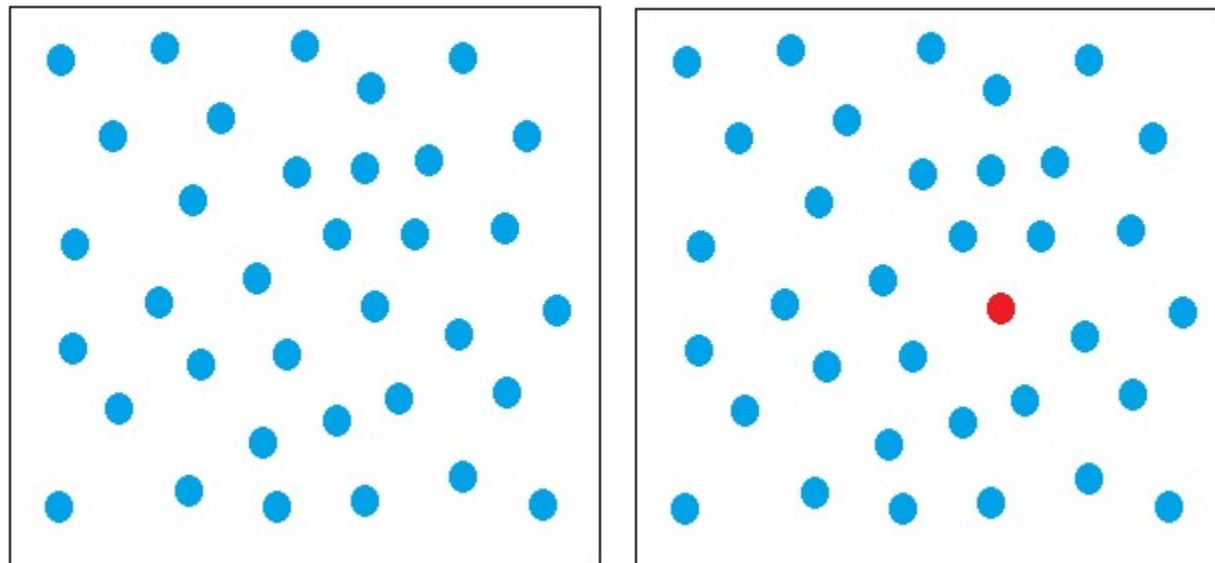
► Percepção pode ser:

- *Preattentive*:
  - Intrínseca e não controlada (automática);
  - É rápida;
  - Precede o foco de atenção.
- *Attentive*:
  - Controlada;
  - É lenta;
  - Usa a memória de curta duração.

# Percepção

## ▷ Preattentive

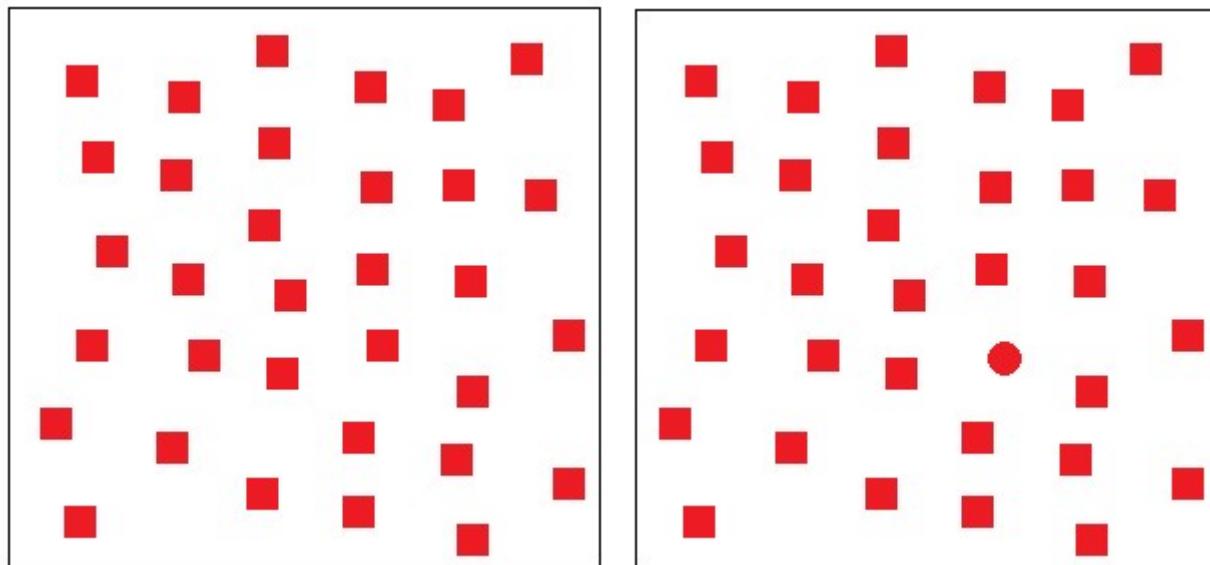
- Exemplo: detectar um círculo vermelho (diferença pela cor).



# Percepção

## ▷ Preattentive

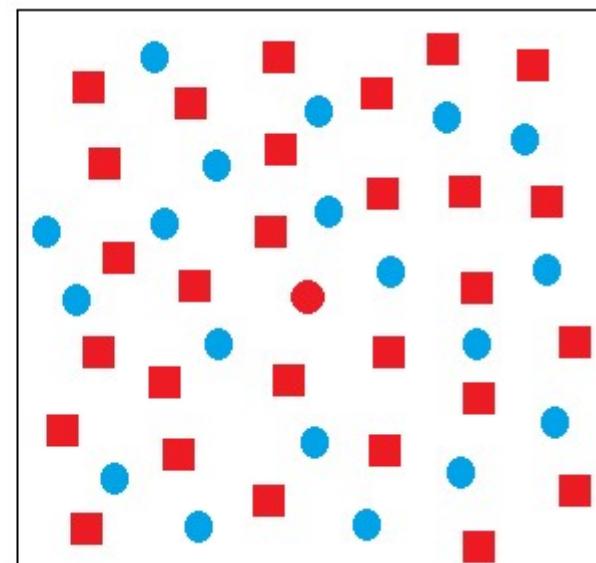
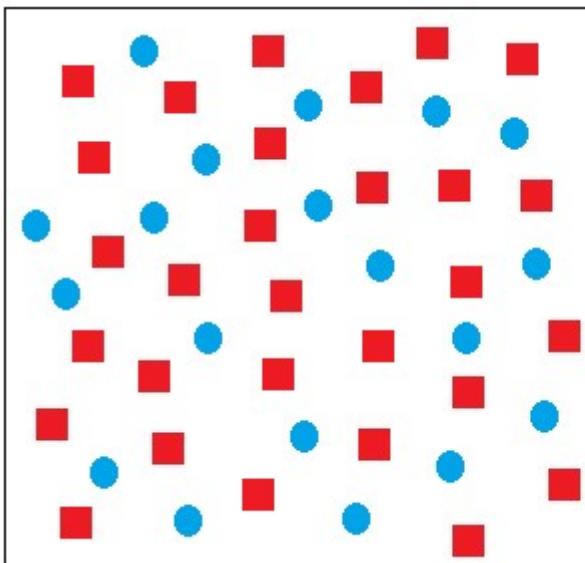
- Exemplo: detectar um círculo vermelho (diferença pela forma).



# Percepção

## ▷ Preattentive

- Exemplo: detectar um círculo vermelho.
  - Duas propriedades visuais (cor e forma).
  - Em geral não pode ser detectado *preattentively*.



[Ward, 2015]

60

# Percepção

## ► Preattentive

- Aproveitar os pontos fortes do nosso sistema visual, sem produzir efeitos de interferência visual.
- Algumas propriedades visuais identificadas como *preattentive*:
  - [http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/#Table\\_1](http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/#Table_1)

# Percepção

## ▷ *Change Blindness*

- Visão humana não objetiva criar uma réplica/imagem do que está sendo visto .
- Visão: construção dinâmica e contínua de modelos de “vida curta”.
- O que "vemos" quando confrontado com uma nova cena depende dos nossos objetivos e expectativas e da iluminação.

# Percepção

## ▷ *Change Blindness*

- Apenas certas características em uma imagem são reconhecidas sem a necessidade de atenção focada, e outras características não podem ser detectadas, mesmo quando procuradas.
- Detalhes de uma imagem não podem ser lembrados através de cenas separadas, exceto em áreas onde os usuários focaram a sua atenção.

# Percepção

## ▷ *Change Blindness*

- Pesquisas mostram que uma interrupção no que está sendo visto (por exemplo, um piscar de olhos ou uma tela em branco) nos torna "cegos" para mudanças significativas que ocorrem na cena durante a interrupção.
- Exemplos:  
[http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/#Fig\\_15](http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/#Fig_15)  
<https://www.youtube.com/watch?v=Ahg6qcgoay4>

# Percepção

## ▷ *Change Blindness*

- Há dificuldade em perceber a diferença nas imagens.
  - “Treinamento” para olhar com cuidado e encontrar as diferenças.
  - Depois de encontrada, percebe-se que a diferença não é útil.
- Falha na orientação da atenção.
  - Atenção deve estar sobre os objetos que variam.

# Percepção

## ▷ *Change Blindness*

- Implicações importantes para a visualização.
  - Foco em uma área de interesse em uma visualização.
  - Abstração de detalhes que irão persistir nas imagens seguintes.
- Na prática: uso de transições/animações.  
Exemplo: <https://bl.ocks.org/mbostock/1256572>

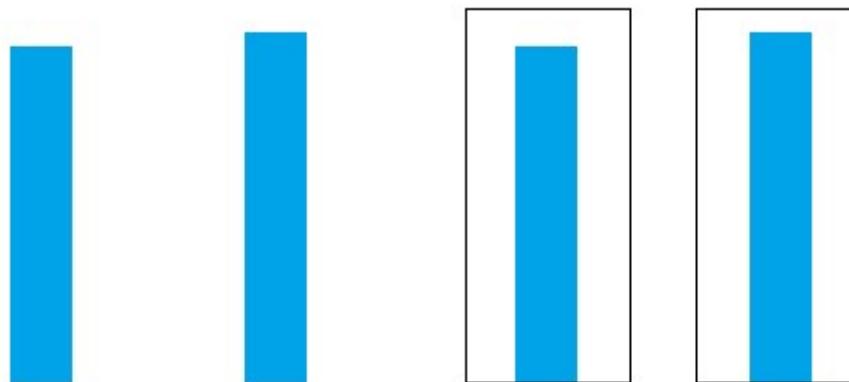
# Percepção

- ▷ Considerar as limitações humanas para evitar visualizações ambíguas, enganosas ou difíceis de interpretar.
- ▷ Vários estudos para medir capacidade de percepção.

# Percepção

► Por exemplo, resultados de experimentos mostram que:

- Há uma maior percepção para orientação de uma linha, seguida do comprimento e curvatura;
- É mais fácil determinar e medir a mudança de altura quando há uma caixa ao redor (mudança relativa).



# Percepção

► Experimentos para comparação da capacidade de percepção mostraram:

- Posição ao longo de uma escala comum;
- Posição ao longo de escalas idênticas, não alinhadas;
- Comprimento;
- Ângulo/inclinação;
- Área;
- Volume;
- Matiz, saturação, densidade.



Menos preciso

# Percepção

► Experimentos para comparação da capacidade de percepção mostraram:

- Posição ao longo de uma escala comum;
- Posição ao longo de escalas idênticas, não alinhadas;
- Comprimento;
- Ângulo/inclinação;
- Área;
- Volume;
- Matiz, saturação, densidade.

Sugere que:

- Gráficos de barras e de dispersão são eficazes para dados quantitativos (posição ao longo de uma escala comum)
- Gráficos de pizza provavelmente não são tão eficazes (julgamento de áreas ou ângulos)

[Cleveland, 1994; Ward, 2015]

# Percepção

- ▷ Conhecimento de conceitos de percepção permite melhor escolha das representações visuais.
- ▷ Nem sempre vemos tudo que é apresentado!

# 6. Representações Visuais

# Representações Visuais

- ▷ Segundo Mackinlay \* (1986), representações gráficas devem seguir dois critérios:
  - Expressividade
  - Efetividade

\* Information visualization expert. Tableau Software's Vice President of Research and Design.

# Representações Visuais

- ▷ Segundo Mackinlay \* (1986), representações gráficas devem seguir dois critérios:
  - Expressividade
    - Identificar representações gráficas que expressam a informação desejada.
    - Priorizar informações importantes e evitar falsas inferências.
    - Usar mapeamentos visuais consistentes.
  - Efetividade

# Representações Visuais

- ▷ Segundo Mackinlay \* (1986), representações gráficas devem seguir dois critérios:
  - Expressividade
  - Efetividade
    - Identificar representações gráficas que, numa dada situação, permitem a interpretação dos dados de forma mais rápida e precisa.
    - Minimizar o trabalho cognitivo.
    - Destacar elementos de interesse fundamental.

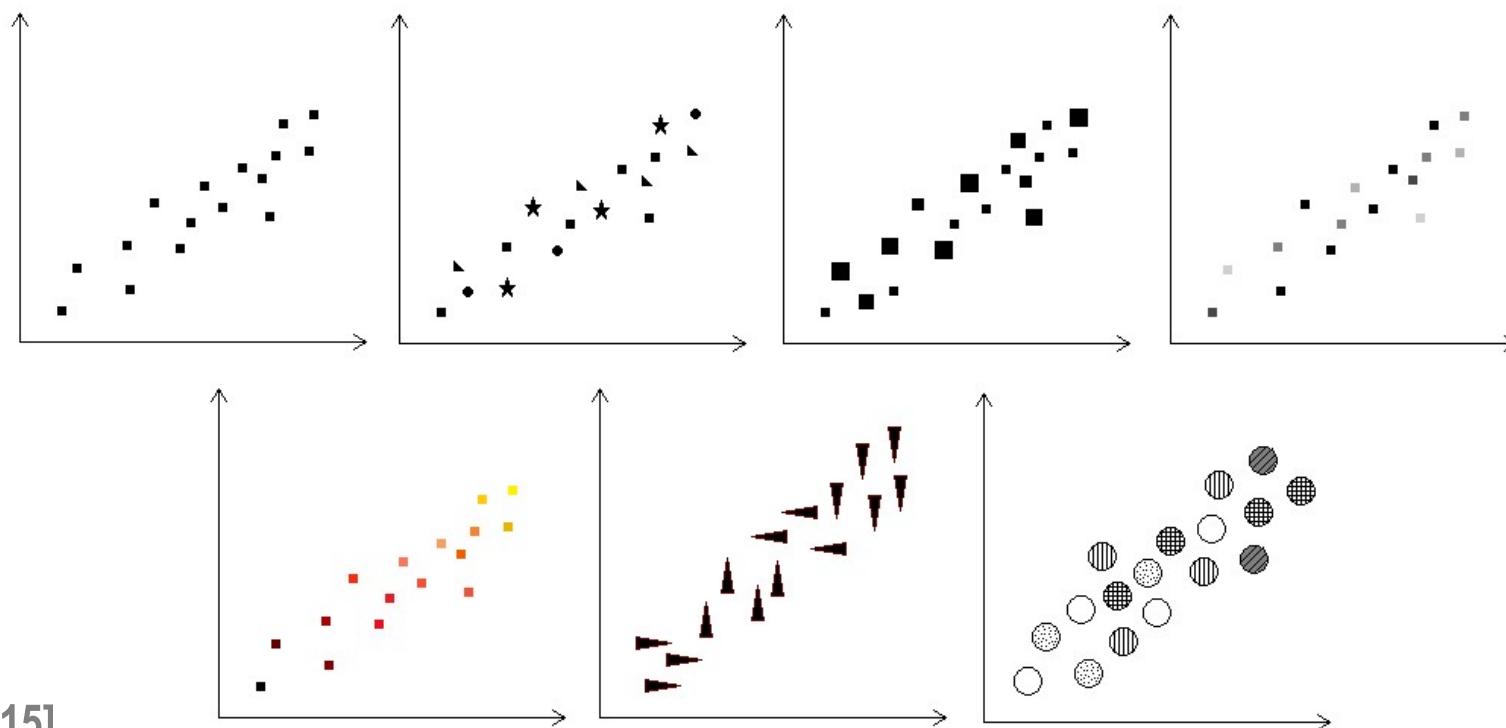
# Representações Visuais

► Segundo Ward et al. (2015) existem oito variáveis visuais:

- **Posição, forma, tamanho, brilho, cor, orientação, textura e movimento.**
- Formas pelas quais os objetos gráficos podem codificar informação.
- Cada uma serve a um propósito diferente.
- Podem ser ajustadas para maximizar a efetividade da visualização.

# Representações Visuais

- Posição
- Forma
- Tamanho
- Brilho
- Cor
- Orientação
- Textura
- Movimento



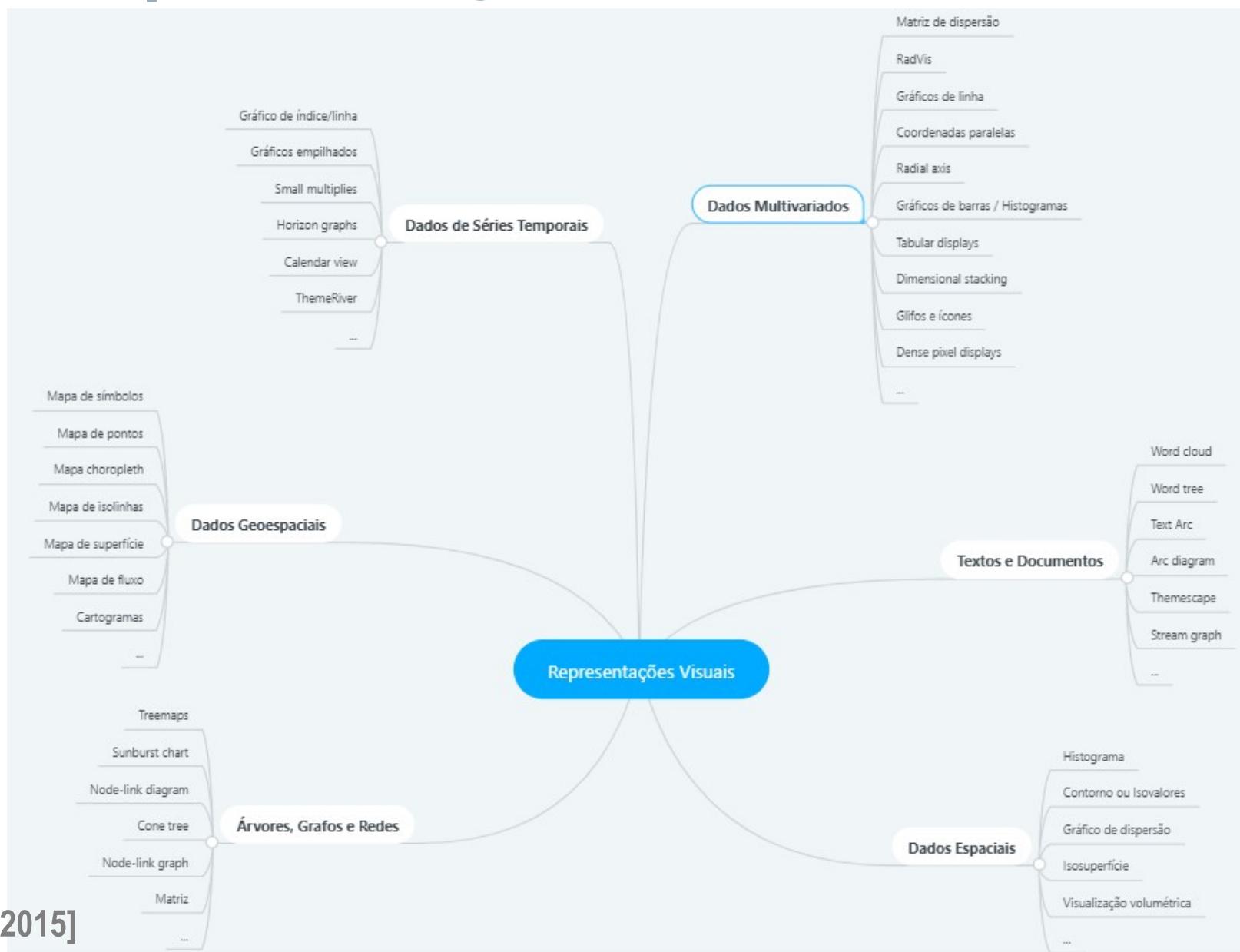
# Representações Visuais

- Problemas que podem comprometer a efetividade de uma visualização:
  - Dados insuficientes para contextualizar as informações;
  - Uso de escalas diferentes;
  - Não fazer um mapeamento adequado para formas e atributos visuais.

# Representações Visuais

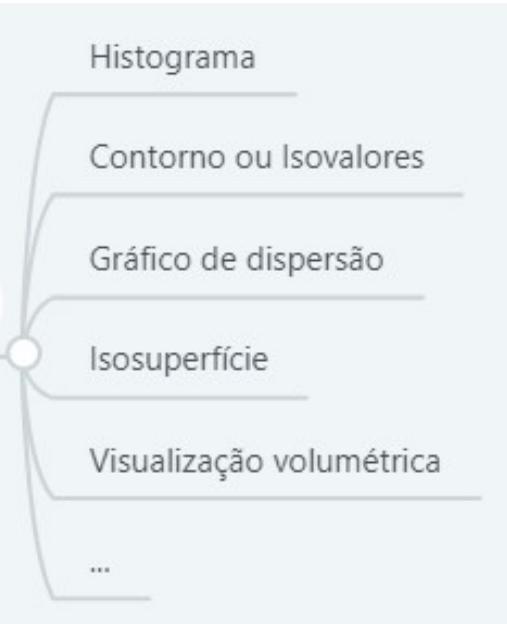
- ▷ Diferentes autores apresentam diferentes taxonomias para visualização.
- ▷ As representações visuais serão aqui apresentadas seguindo a classificação de Ward et al. (2015).

# Representações Visuais



# Representações Visuais

Dados Espaciais

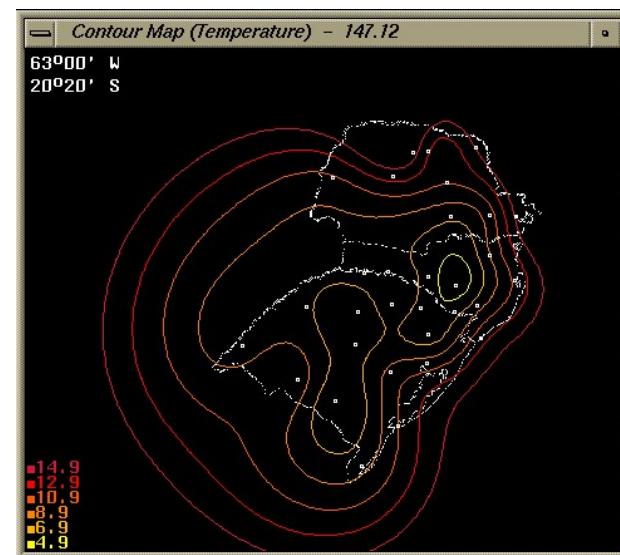
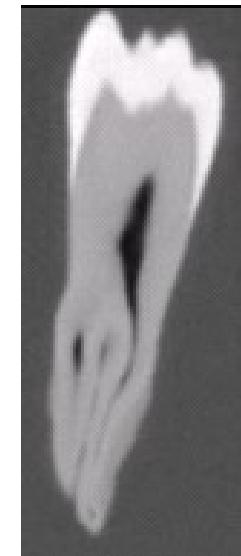
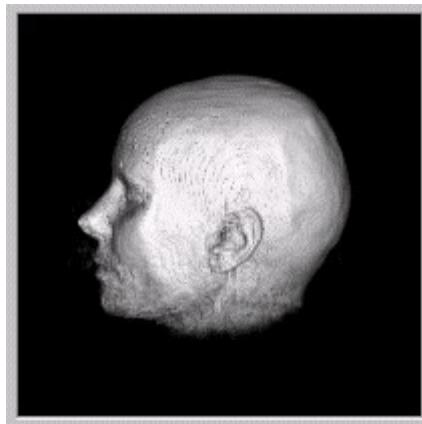


- Corresponde a área da visualização científica.
- Assume que os dados possuem um atributo espacial ou espaço-temporal.

# Representações Visuais

## Dados Espaciais

- Histograma
- Contorno ou Isovalores
- Gráfico de dispersão
- Isosuperfície
- Visualização volumétrica
- ...



# Representações Visuais

- Objetos ou fenômenos com uma localização específica no mundo real.
- Resultado de amostras acumuladas ou leituras associadas a uma posição espacial (lat, lon).
- Estratégia: mapeamento de atributos em mapas.



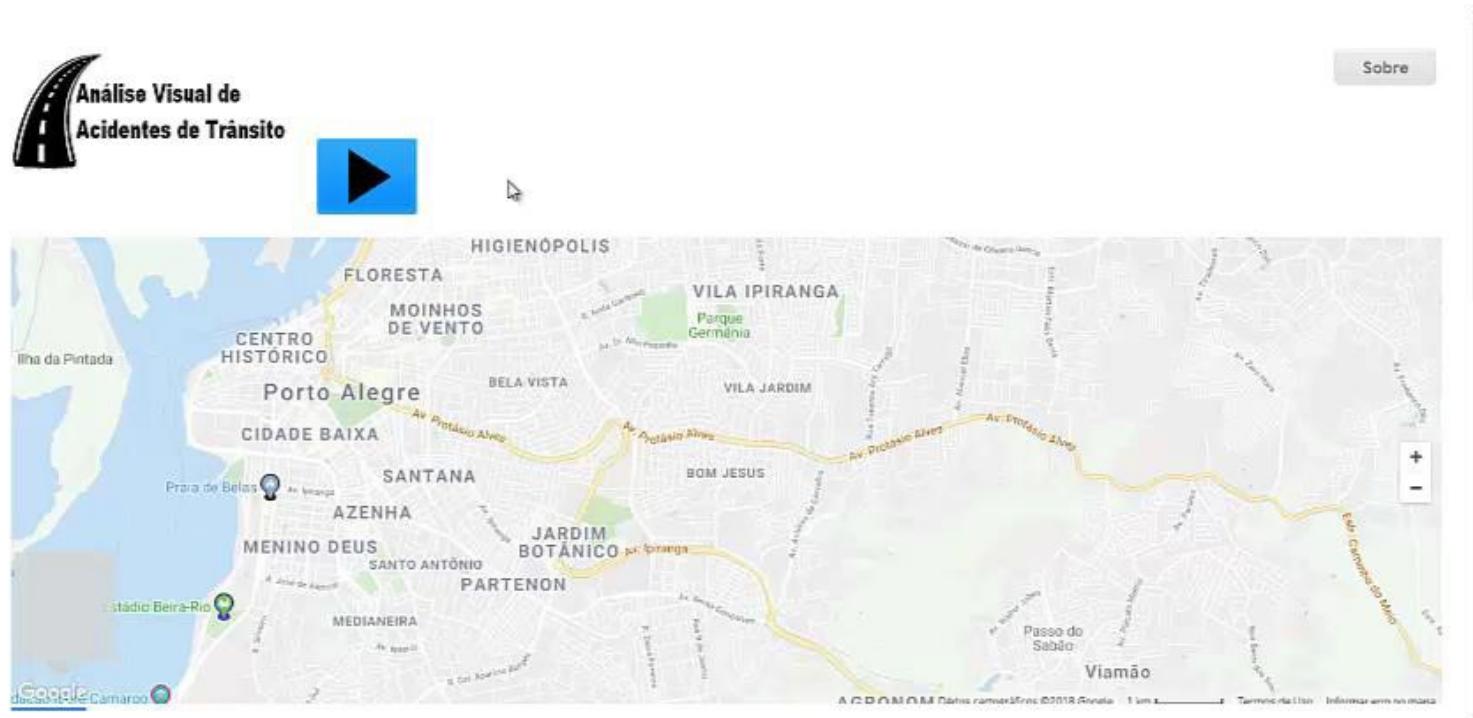
# Representações Visuais

- Variáveis visuais para dados geoespaciais:  
<http://tinyurl.com/y63pffdc>
- Visualização para dados pontuais:  
<http://tinyurl.com/y6xc5rmh>
- Exemplos de mapas:  
<https://queue.acm.org/detail.cfm?id=1805128> [Heer, 2010]



# Representações Visuais

- Visualização dos acidentes de trânsito em Porto Alegre em mapa:



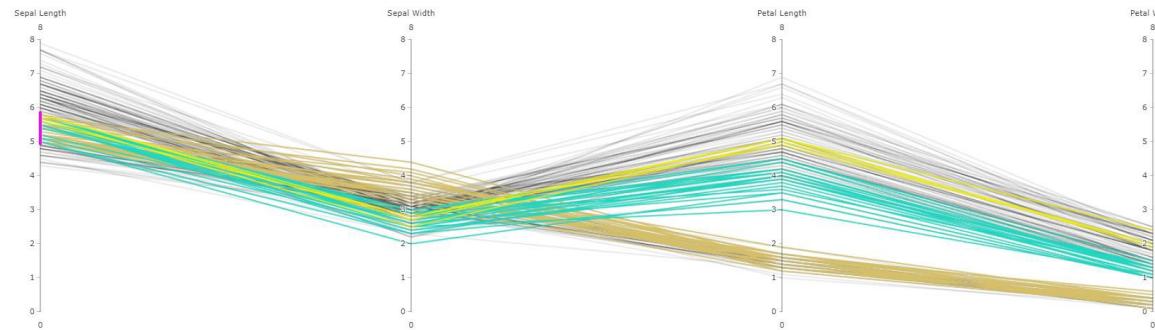
# Representações Visuais



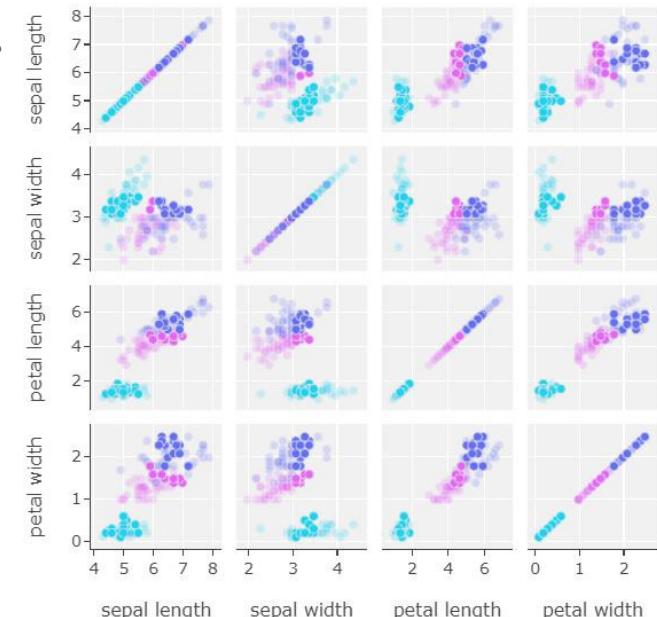
- Também conhecida por dados multidimensionais.
  - Nem sempre possui um atributo espacial associado.
- Exemplos com dataset da Íris [Fischer, 1936].

# Representações Visuais

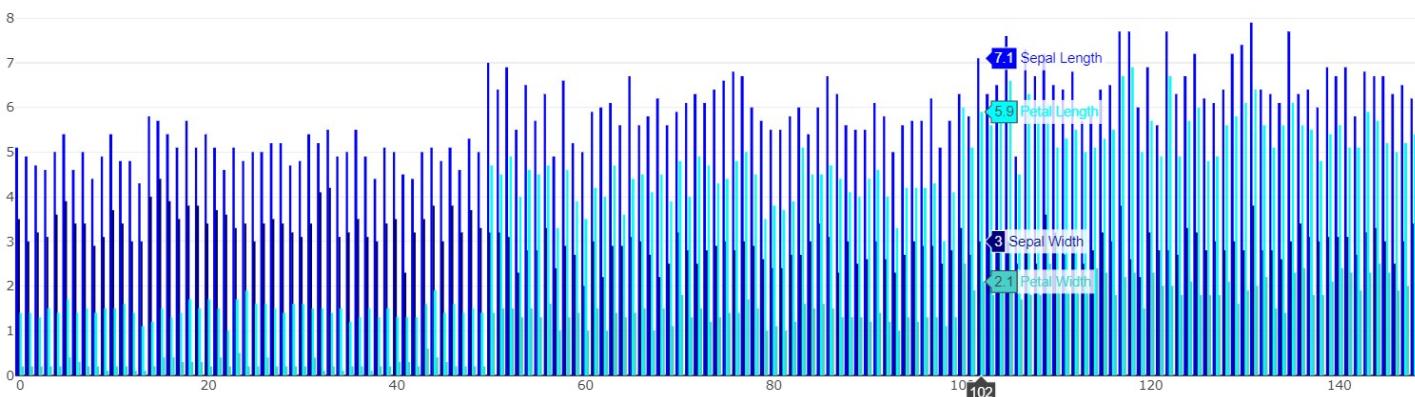
- Coordenadas paralelas [Inselberg, 2009].



- Matriz de dispersão.



- Gráfico de barras/histograma.



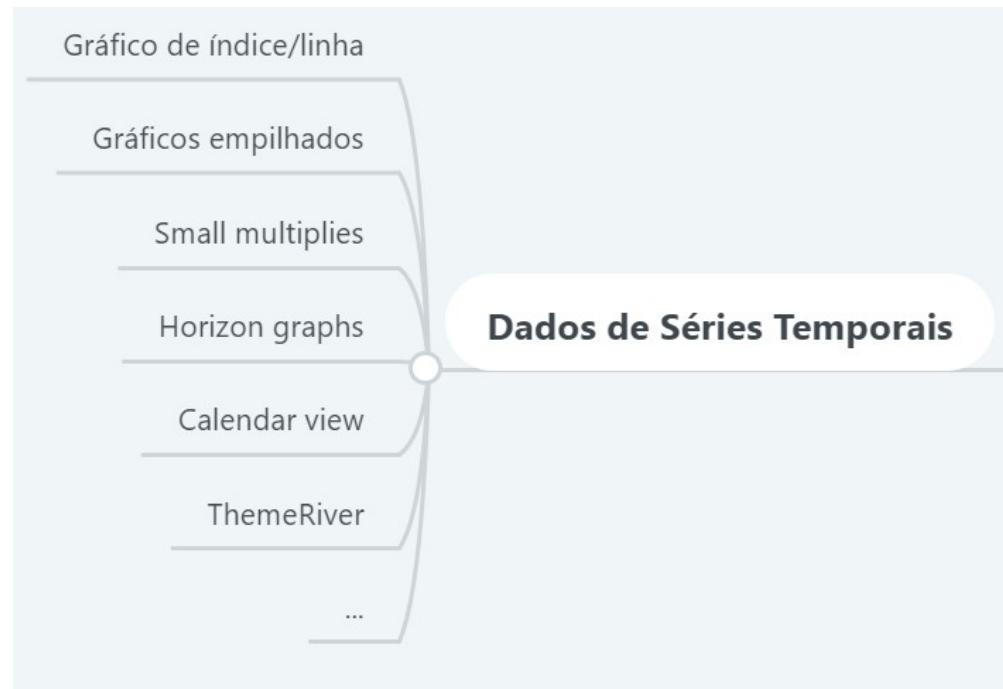
# Representações Visuais



- <http://www.youtube.com/watch?v=qWqTrRAC52U> [Rao, 1994]
- Exemplos: [Ward, 2002] e <https://youtu.be/sb7nxrxyBBQ>
- Exemplo em [Keim, 2000] disponível em <https://www.vis.uni-konstanz.de/publikationen/>.

# Representações Visuais

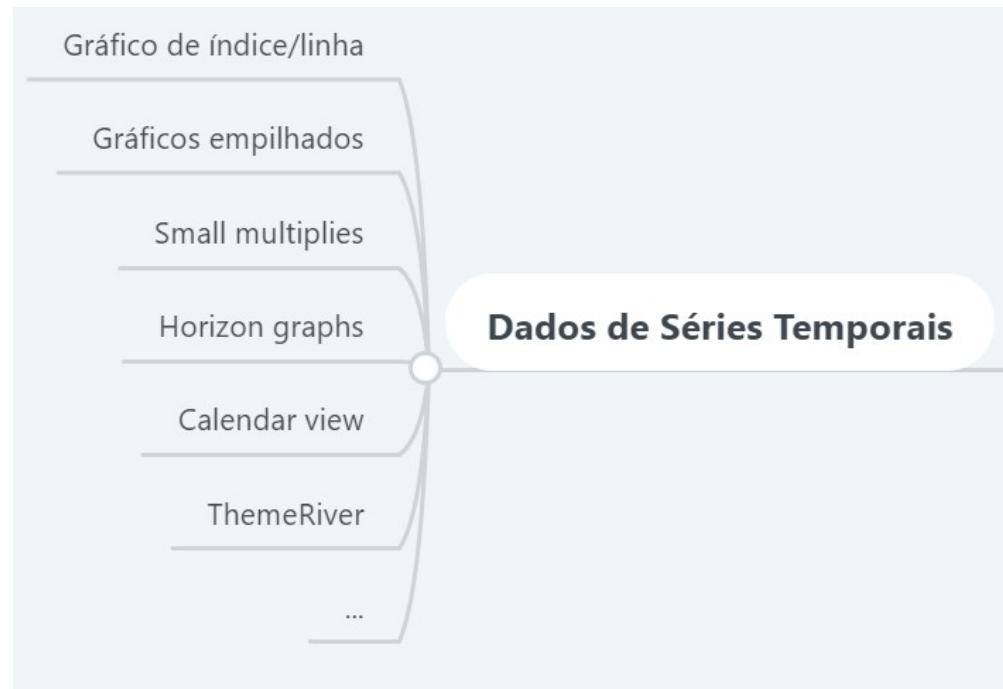
- Dados coletados sequencialmente ao longo do tempo, cujos valores vão mudando.
- Várias áreas de aplicação:
  - Economia (ex: preços de ações);
  - Meteorologia (ex: temperatura);
  - Meio ambiente (ex: níveis de poluição);
  - Dados obtidos por *smartphones* e *smartwatches* (ex: Garmin).



# Representações Visuais

- Em geral, dados multidimensionais e que precisam ser comparados simultaneamente.

- Possíveis análises:
  - Se há um padrão;
  - Se duas ou mais séries são similares;
  - Frequência da ocorrência de um elemento;
  - Velocidade de alteração dos elementos;
  - Ordem na qual os elementos aparecem.



# Representações Visuais

- Exemplos:

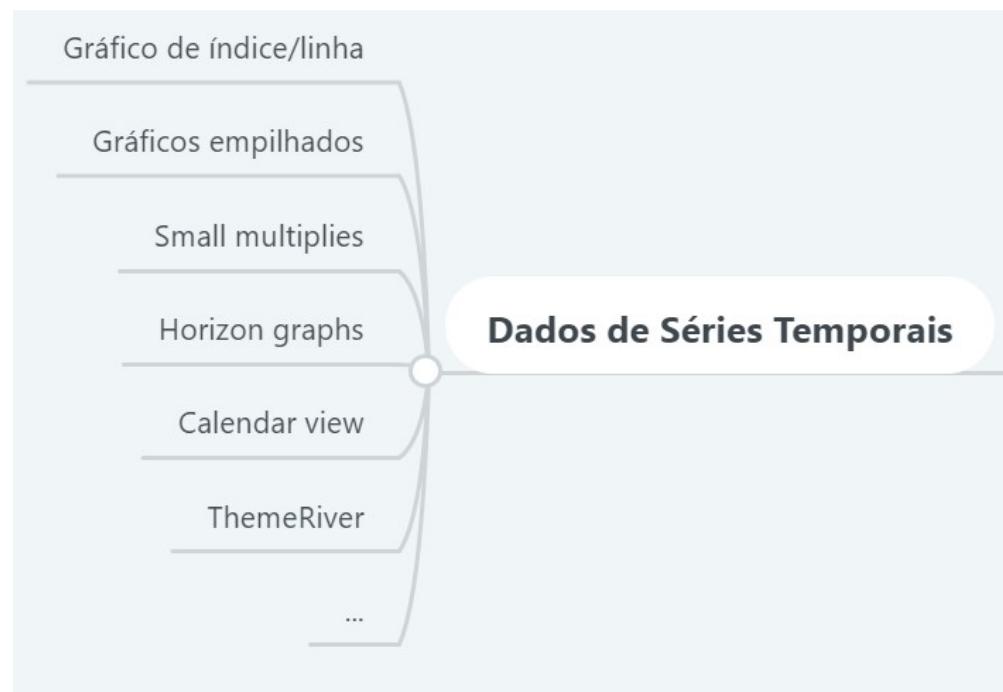
<https://queue.acm.org/detail.cfm?id=1805128>

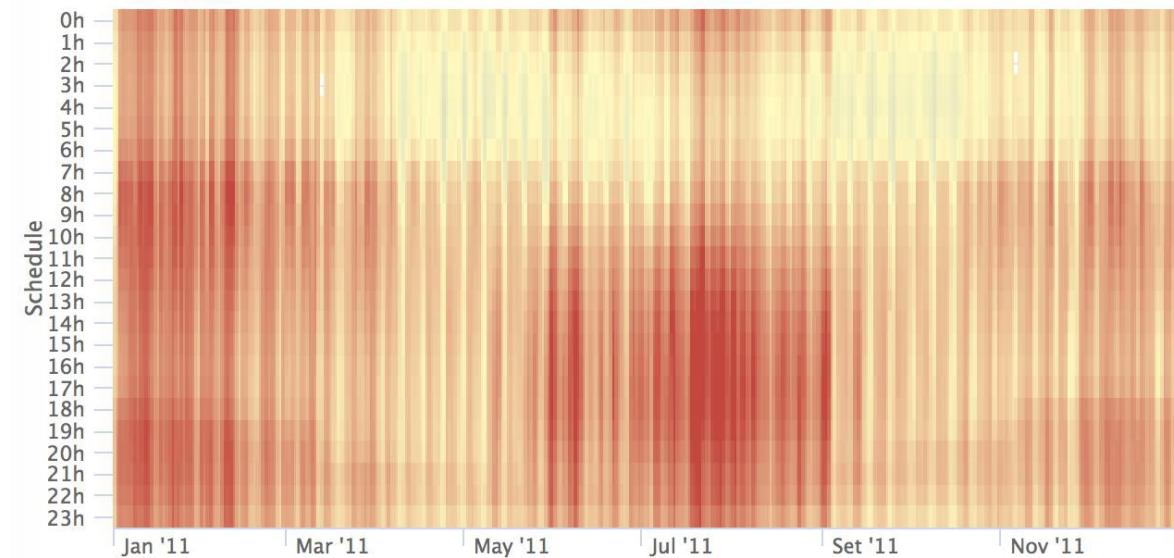
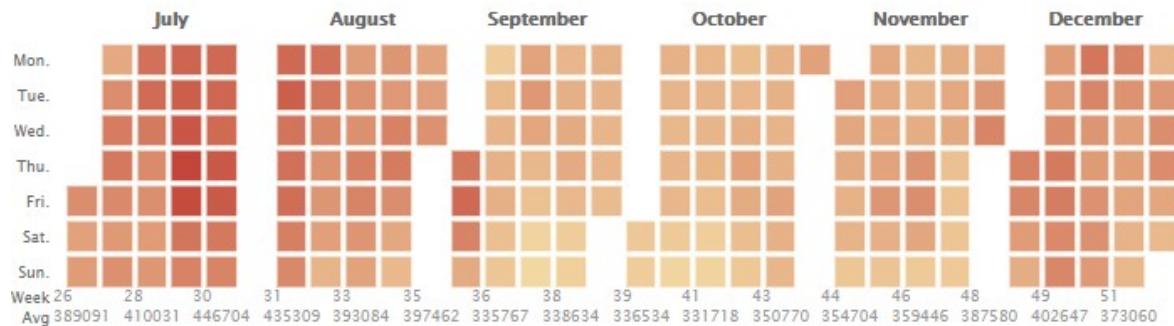
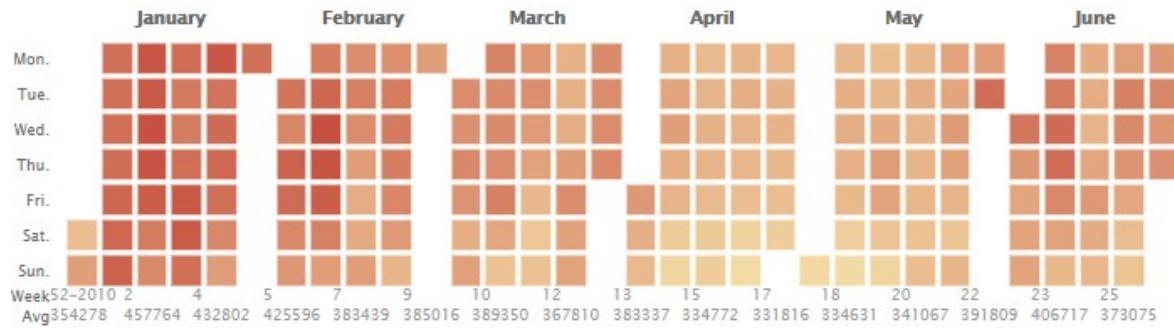
[Heer, 2010]

<https://www.youtube.com/watch?v=U0IN7vfrxi0>

[Zhao, 2011]

<https://vcg.informatik.uni-rostock.de/~ct/timeviz/timeviz.html>





# Representações Visuais



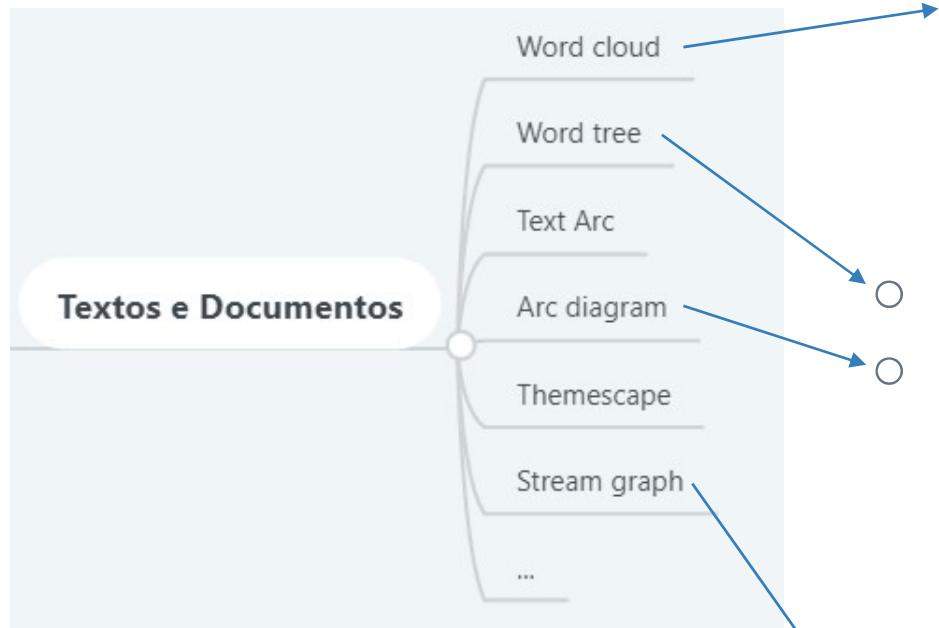
- Muitas fontes de informações textuais hoje em dia: wiki, redes sociais, e-mails.
- Visualização pode ajudar na análise destes dados, mas depende:
  - Dos dados;
  - Das tarefas.

# Representações Visuais



- Coleção de documentos: *corpus* (plural *corpora*).
- Análise de texto:
  - Estatística (total de palavras, frequência de palavras, etc.);
  - Busca por conexões ou relacionamentos;
  - Análise de similaridade, sentimento, classificação, etc.

# Representações Visuais



<http://hint.fm/projects/wordtree>

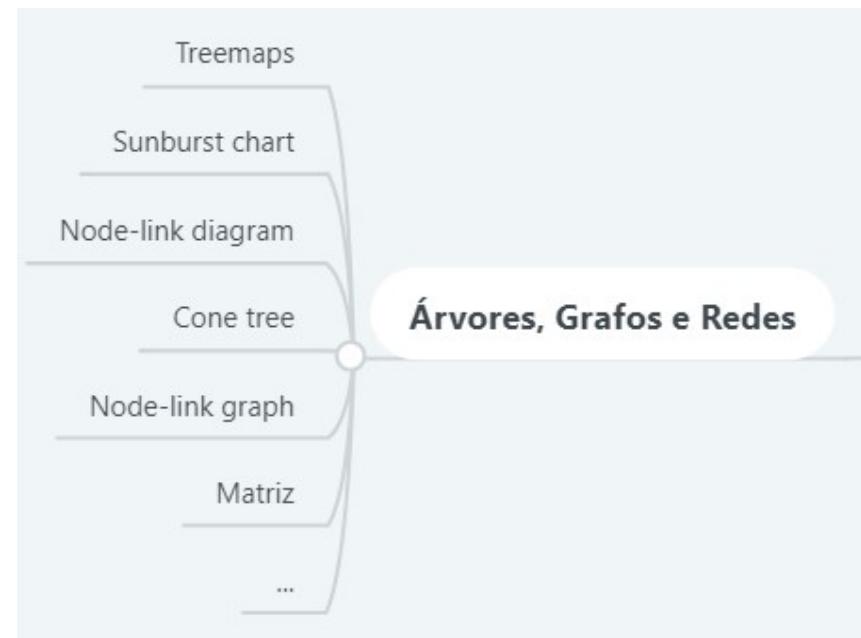
Conecta sequências que se  
repetem com arcos.

[https://www.idvbook.com/wp-content/uploads/2010/02/Figure 8.jpg](https://www.idvbook.com/wp-content/uploads/2010/02/Figure%208.jpg)

<https://observablehq.com/@mbo-stock/streamgraph-transitions> 96

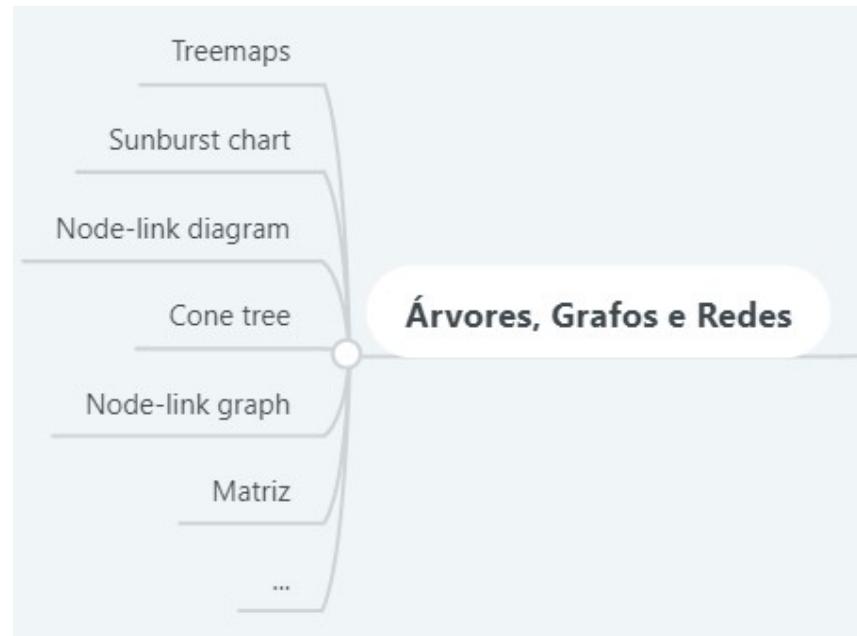
# Representações Visuais

- Aplicação importante de visualização é a informação relacional:
  - Hierarquia;
  - Conectividade;
  - Similaridade;
  - “Derivados de”.



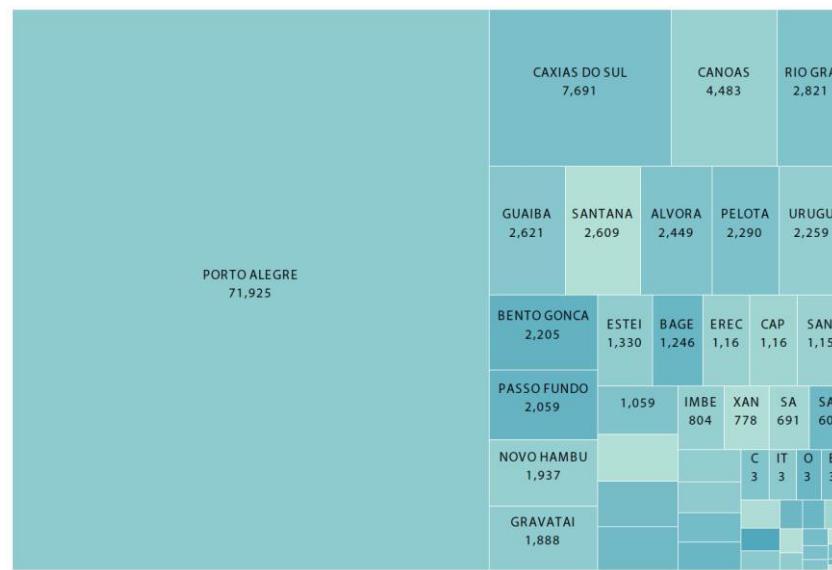
# Representações Visuais

- Relacionamentos podem ser simples ou complexo, uni ou bidirecional.
- Exemplos de aplicações:
  - Taxonomia de espécies biológicas;
  - Rede de relacionamento.



# Representações Visuais

Total de Autuações



Média de Autuações por...

1.333 3.000

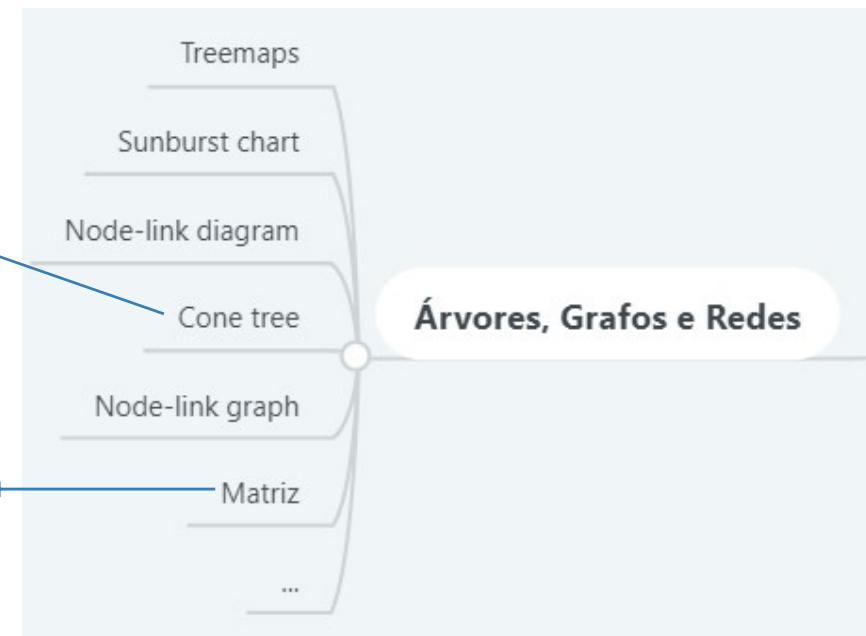
Autuações

por...

Autuações</

# Representações Visuais

- [https://infovis-wiki.net/wiki/Cone Trees](https://infovis-wiki.net/wiki/Cone_Trees)  
[Robertson, 1991]
- <https://homes.cs.washington.edu/~jheer//files/zoo/ex/networks/matrix.html>  
[Heer, 2010]



# 7. Interação

# Interação

- ▷ Interação no contexto de visualização:
  - Mecanismo para modificar o que o usuário vê e como ele vê.
- ▷ Existe uma variedade de técnicas e ferramentas para interação.
- ▷ [Yi, 2007] e [Ward, 2015] propõe a identificação das classes de operações de interação.

# Interação

## ► Classes de técnicas de interação (1/2)

- **Navegação:** controle da posição da câmera (*panning, rotating, zooming*)
- **Seleção:** identificação de uma região de interesse para aplicação de uma operação (exemplo: remoção)
- **Filtragem:** controle para redução do tamanho dos dados que estão sendo mapeados (eliminação de registros e/ou dimensões)
- **Reconfiguração:** controle da forma como o dado está sendo mapeado para representação gráfica (exemplo: forma diferente de visualização)

# Interação

## ► Classes de técnicas de interação (2/2)

- **Codificação:** controle da alteração dos atributos gráficos, como tamanho do ponto e cor da linha, para revelar diferentes características
- **Conexão:** controle da conexão entre diferentes objetos ou vistas para mostrar itens relacionados
- **Abstração/Elaboração:** controle da modificação do nível de detalhe
- **Híbrido:** controle da combinação de várias técnicas de interação

# Interação

## ► Espaços de interação:

- Pixels.
- Valores de dados.
- Espaço do objeto.
- Espaço da estrutura de visualização.

# Interação

## ▷ Espaços de interação:

- Pixels.
  - Exemplo: fisheye [Furnas, 1986; Sarkar, 1994].
  - Demo: <http://bostocks.org/mike/fisheye/>.
- Valores de dados.
- Espaço do objeto.
- Espaço da estrutura de visualização.

# Interação

## ► Espaços de interação:

- Pixels.
- Valores de dados.
  - Uso de valores de dados como mecanismo para especificar o que será visualizado.
- Espaço do objeto.
- Espaço da estrutura de visualização.

# Interação

## ► Espaços de interação:

- Pixels.
- Valores de dados.
- Espaço do objeto.
  - Para o caso de visualização 3D.
  - Exemplo: Perspective walls [Mackinlay, 1991].
  - Demo: <http://www.youtube.com/watch?v=hYUZbrWtCZg>
- Espaço da estrutura de visualização.

# Interação

## ▷ Espaços de interação:

- Pixels.
- Valores de dados.
- Espaço do objeto.
- Espaço da estrutura de visualização.
  - Estrutura que é independente dos valores, atributos e estruturas de dados.
  - Exemplo: técnica de *table lens* [Rao 1994]

# Interação

## ▷ Exemplos de técnicas de interação.

- Seleção:
  - Ponto: clique do mouse, *mouseover* ou toque;
  - Região: retangular, a mão livre ou *brush* (exemplo: <http://mbostock.github.io/protovis/ex/cars.html>).
- Filtragem:
  - Para redução do volume de dados.
  - Exemplo: *Dynamic query specification* [Shneiderman, 1994].<https://www.youtube.com/watch?v=5X8XY9430fM>.

# Interação

## ▷ Exemplos de técnicas de interação.

- *Brushing and Linking* (operador de conexão)
  - Conecta dados selecionados em uma visualização aos dados correspondentes em outra visualização - *Coordinated Multiple Views* (CMV).
  - Auxilia na análise de relacionamentos.
  - Permite seleção interativa.
  - Exemplos:  
<https://square.github.io/crossfilter/>  
<https://homes.cs.washington.edu/~jheer//files/zoo/ex/stats/splom.html>

# Interação

## ▷ Exemplos de técnicas de interação.

- *Details-on-Demand*
  - Mantra do Shneiderman (1996):  
“Overview first, zoom and filter, then details on demand”.
  - Seleção interativa dos dados a serem visualizados com mais detalhes, ao mesmo tempo que fornece uma visualização “do todo”.

# 8. Conclusões

# Conclusões

## ► Visualização de dados:

- Crescimento nos últimos anos;
- Beneficia diferentes áreas e usuários;
- Disponibilidade de ferramentas/bibliotecas/APIs facilitam o desenvolvimento de aplicações de visualização.

# Conclusões

- ▷ Boas visualizações dependem dos dados, objetivos e tarefas:
  - Identificar o tipo de dado e o contexto;
  - Escolher as representações visuais mais adequadas;
  - Escolher as técnicas de interação mais adequadas.

# Conclusões

- ▷ Visualização pode envolver diversas áreas da computação
  - Interação Humano-Computador;
  - Banco de Dados;
  - Processamento de Linguagem Natural;
  - *Cloud computing*;
  - ...

# Conclusões

► Aplicações hoje em dia:

- Online;
- Interativas;
- Dashboards.



# Conclusões

## ► Tendência:

- *Visual Data Science*: análise de um grande volume de dados para extrair informações que auxiliem a tomada de decisão.
- Aperfeiçoar metodologias de avaliação.
- Exibição imersiva.
- Análise preditiva.



# Conclusões

## ► Tendência:

- Aperfeiçoar novas formas de interação e interfaces:
  - *Multi touch displays, displays walls*
  - Acessível para quem não é especialista em visualização.



<https://www.pexels.com>

[Few, 2009; Comba, 2017]



Photo by [Marek Levak](#) from [Pexels](#)

# Conclusões

## ► Tendência:

- Análise visual de dados dinâmicos (*streaming*).
- Dados estruturados, semiestruturados ou não estruturados.
- Desenvolvimento de estruturas de dados otimizadas e/ou uso de computação de alto desempenho.

# Conclusões

## ► Para pensar...

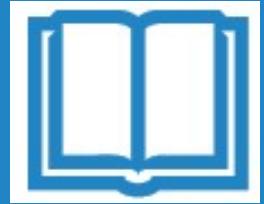
- Qual técnica é mais efetiva e para quais situações?
- Como gerenciar incerteza (dúvida, erro, falta de conhecimento)?
- Como proporcionar ambientes de tomada de decisão considerando os riscos envolvidos?



<https://www.pexels.com>

# Outros Exemplos Interessantes

- ▷ TED: Hans Rosling
  - Especialista em saúde global desmascara mitos sobre o chamado “mundo em desenvolvimento”
  - [https://www.ted.com/talks/hans\\_rosling\\_shows\\_the\\_best\\_stats\\_you\\_ve\\_ever\\_seen#t-274462](https://www.ted.com/talks/hans_rosling_shows_the_best_stats_you_ve_ever_seen#t-274462)
- ▷ <http://visualiza.fee.uchile.cl/>
- ▷ <http://hint.fm/projects/wind/>
- ▷ <https://research.google.com/bigpicture/>



# Referências

[Card, 1999] S.K. Card, J. Mackinlay, B. Shneiderman. *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think (Interactive Technologies)*. San Diego: Academic Press, 1<sup>st</sup> Edition, 1999. 712 p.

[Cleveland, 1994] W. S. Cleveland. *The Elements of Graphing Data*. Hobart Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 1994. 297 p.

[Comba, 2017] J. Comba, F. Sadlo, D. Weiskopf. *A Report from VIS 2016*. Computing in Science & Engineering, v. 19, n. 2, 2017, pp. 82-90.

[Few, 2009] S. Few. *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. 1<sup>st</sup> Edition. Analytics Press, 2009. 329 p.

[Fischer, 1936] R.A. Fisher. *The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems*. Annual Eugenics 7:PartII (1936), pp. 179–188.

[Freitas 2001] C.M.D.S. Freitas, O.M. Chubachi, P.R.G. Luzzardi, R.A. Cava. *Introdução à Visualização de Informações*. Revista de Informática Teórica e Aplicada, Porto Alegre, RS, v. 8, n. 2, pp. 143-158, 2001.

[Furnas, 1986] G. W. Furnas. *Generalized fisheye views*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 1986. Marilyn Mantei and Peter Orbeton (Eds.). ACM, New York, NY, USA, pp. 16-23.

[Han, 2011] Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3<sup>rd</sup> Edition, Morgan Kaufmann, 744 p., 2011.

[Heer, 2010] Jeffrey Heer et al. *A tour through the visualization zoo*. Communications of the ACM, v. 53, n. 6, pp. 59-67, 2010.

[Inselberg, 2009] A. Inselberg. *Parallel Coordinates: Visual Multidimensional Geometry and its Applications*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 2009.

[Keim, 2000] D. A. Keim. *Designing pixel-oriented visualization techniques: theory and applications*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 6, n. 1, pp. 59-78, Jan.-March 2000.

[Keim, 2010] D.A. Keim, J. Kohlhammer, G. Ellis, F. Mannsmann (Eds.), *Mastering the Information Age. Solving Problems with Visual Analytics*, Eurographics Association, Goslar, 2010.

[Mackinlay, 1986] J. Mackinlay. *Automating the design of graphical presentations of relational information*. ACM Transactions on Graphics, v. 5, n. 2, 1986. pp. 110-141.

[Mackinlay, 1991] J. Mackinlay, G. Robertson, S. Card. *The perspective wall: Detail and context smoothly integrated*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI, 1991. pp. 173-179.

[Nascimento, 2005] H.A.D. do Nascimento, C.B.R. Ferreira. *Visualização de Informações – Uma Abordagem Prática*. Livros Anais CSBC - XXIV Congresso da SBC - Vol. 2 JAI, 2005. pp. 1262-1312.

[Oliveira, 2018] Camila M. de Oliveira; Lucas A. de Freitas; Isabel H. Manssour. *Análise Visual Interativa: Utilizando Dados Abertos de Acidentes de Trânsito*. Proceedings of the Workshop of Undergraduate Works - Conference on Graphics, Patterns and Images (WUW-SIBGRAPI), 2018, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

[Rao, 1994] R. Rao, S.K. Card. *The table lens: merging graphical and symbolic representations in an interactive focus + context visualization for tabular information*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI, 1994. pp. 318-322.

[Robertson, 1991] G. G. Robertson, J. D. Mackinlay, S. K. Card. *Cone Trees: animated 3D visualizations of hierarchical information*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '91), Scott P. Robertson, Gary M. Olson, and Judith S. Olson (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 1991, pp. 189-194.

[Sarkar, 1994] M. Sarkar, M. H. Brown. *Graphical fisheye views*. Communications of the ACM, v. 37, n. 12, December 1994, pp. 73-83.

[Shneiderman, 1994] B. Shneiderman. *Dynamic queries for visual information seeking*. IEEE Software, v. 11, n. 6, 1994. pp. 70 - 77.

[Shneiderman, 1996] B. Shneiderman, *The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations*. Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages, Sep. 1996, pp. 336–343.

[Shearer, 2000] Colin Shearer. *The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining*. Journal of Data Warehousing, v. 5, n. 4, pp. 13-22, 2000.

[Signoretti, 2019] W. Signoretti, I. H. Manssour, M. S. Silveira. *GeoMultiVis: helping decision-making through Interactive Visualizations from Geospatial Multivariate Data*. Proceedings of the AMCIS – The Americas Conference on Information Systems, Cancún, Mexico, 2019.

[Thomas, 2005] J. Thomas, K. Cook. *Illuminating the Path: Research and Development Agenda for Visual Analytics*. IEEE-Press, 2005.

[Tory, 2004] M. Tory, T. Möller. *Rethinking Visualization: A High-Level Taxonomy*. Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization, 2004. pp. 151-158.

[Ward, 2002] M. O. Ward. 2002. *A taxonomy of glyph placement strategies for multidimensional data visualization*. Information Visualization, v. 1, n. 3/4 , December 2002, pp. 194-210.

[Ward, 2015] M. Ward, G. Grinstein, D. Keim. *Interactive data visualization: foundations, techniques, and applications*. CRC Press, 2015.

[Ware, 2013] C. Ware. *Information Visualization: Perception for Design*. 3<sup>rd</sup> Edition. Amsterdam: Elsevier, 2013. 512 p.

[Wu, 2019] Y. Wu et al. *ForVizor: Visualizing Spatio-Temporal Team Formations in Soccer*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 25, n. 1, pp. 65-75, Jan. 2019.

[Yi, 2007] Ji Soo Yi, Y. ah Kang, J.T. Stasko, J.A. Jacko. *Toward a Deeper Understanding of the Role of Interaction in Information Visualization*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 13, n. 6, 2007. pp 1224-1231.

[Yue, 2019] X. Yue et al. *BitExTract: Interactive Visualization for Extracting Bitcoin Exchange Intelligence*. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, v. 25, n. 1, pp. 162-171, Jan. 2019.

[Zhao, 2011] J. Zhao, F. Chevalier, R. Balakrishnan. *KronoMiner: using multi-foci navigation for the visual exploration of time-series data*. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '11). ACM, New York, NY, USA, 2011, pp. 1737-1746.