

FCT/Unesp – Presidente Prudente
Departamento de Matemática e Computação

Introdução à Visualização

Parte 1

Prof. Danilo Medeiros Eler
danilo.eler@unesp.br

Sumário

- O que é Visualização?
- Porque Visualização
- História da Visualização
- Visualização nos Dias Atuais
- O Processo de Visualização
- Referências

O que é Visualização?

- Do dicionário Michaelis, Moderno Dicionário da Língua Portuguesa, Editora Melhoramentos, 1998, São Paulo:

“*Visualizar* **1** Tornar visual ou visível. **2** Ver uma imagem mental; figurar mentalmente.”

“*Visualização* **1** Transformação de conceitos abstratos em imagens reais ou mentalmente visíveis. **2** conversão de números ou dados para um formato gráfico, que pode ser facilmente entendido.”

O que é Visualização?

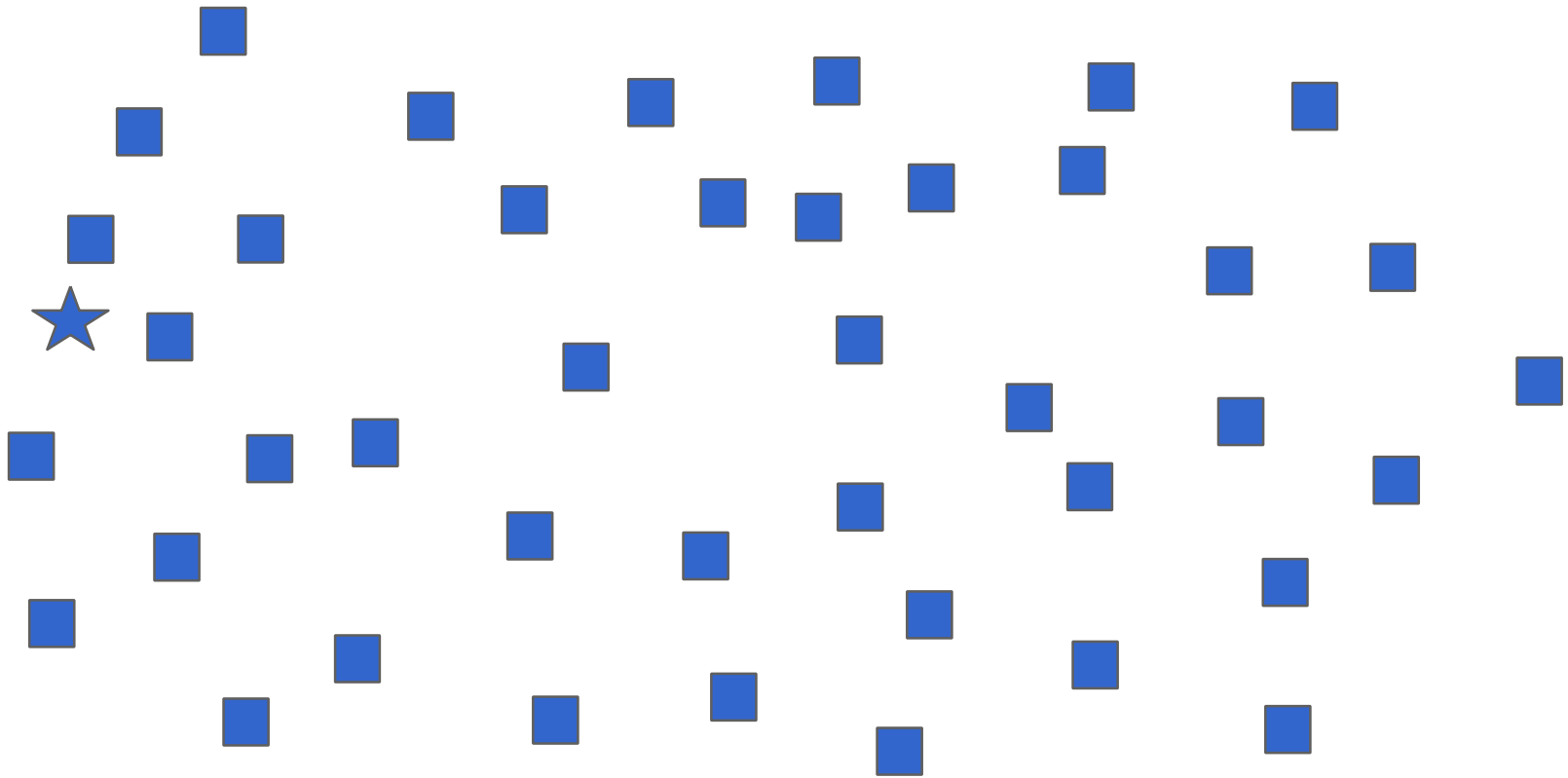
- Visualização não está relacionada ao computador
 - Ben Shneiderman 1999: “o propósito da visualização é o *insight*, não as imagens”
 - Principais objetivos desse *insight*
 - Realizar descobertas
 - Verificação de hipóteses
 - Tomada de decisões
 - Explicação de questões concretas

O que é Visualização?

- A Visualização está relacionada com a cognição do ser humano
- Visualizar é algo que fazemos naturalmente.
- O sistema visual humano é:
 - O sentido com maior capacidade de captação de informações por unidade de tempo
 - Rápido e paralelo
 - Treinado para reconhecer padrões

O que é Visualização?

Onde está a estrela?

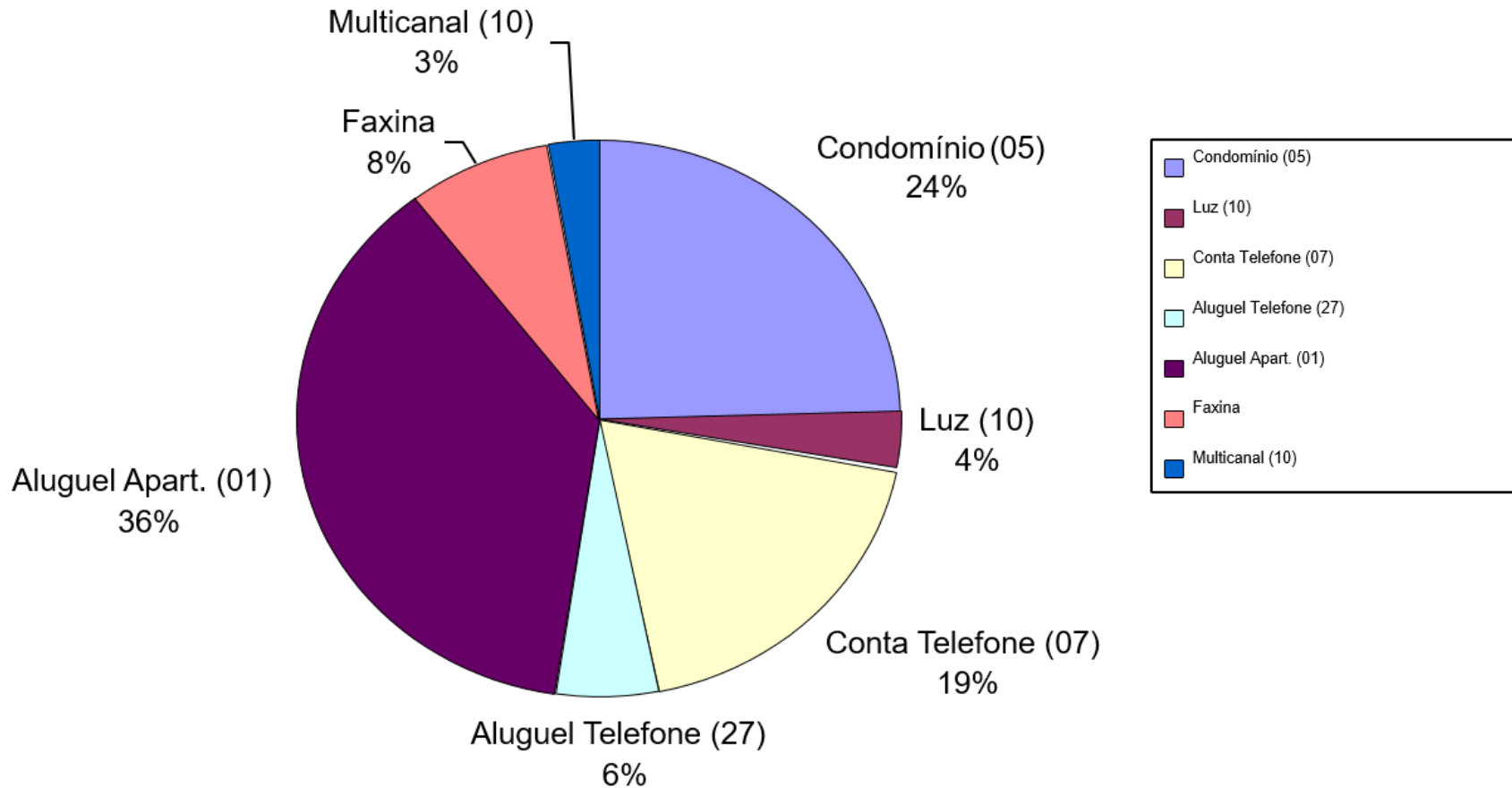


Um exemplo

Despesas de casa

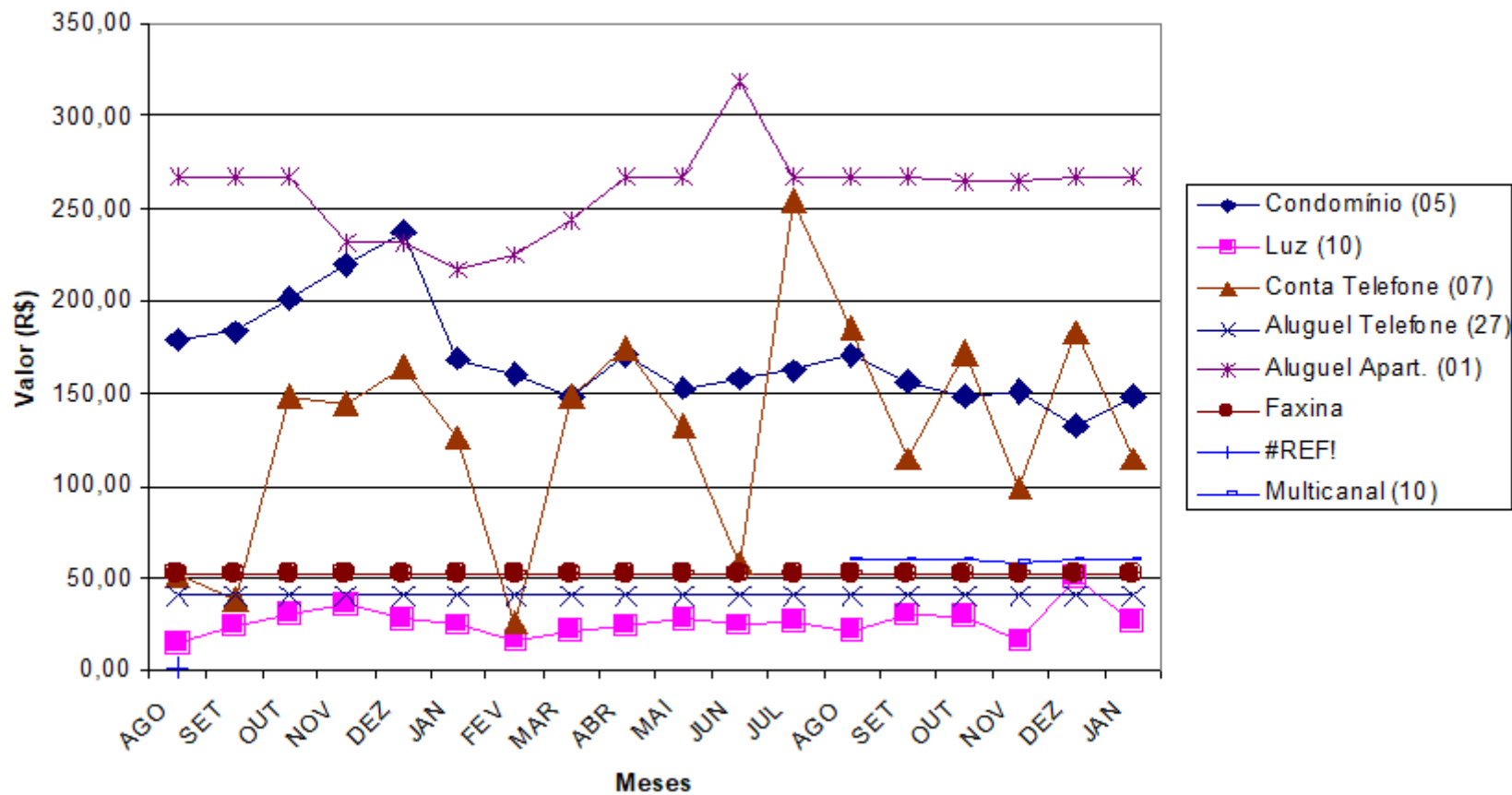
5	Contas	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
6	Condomínio (05)	179,61	183,81	201,21	219,73	238,10	168,90	160,10	148,00	170,35	152,55	157,70	162,25	171,25	155,85	148,90	150,35	132,20	148,32
7	Luz (10)	14,58	23,50	30,24	35,94	27,30	24,19	15,89	21,60	23,84	27,13	24,19	26,09	21,25	29,55	28,68	15,38	49,77	26,44
8	Conta Telefone (07)	51,40	38,35	149,00	143,95	164,10	126,68	25,49	148,88	174,76	132,51	56,90	254,52	185,74	114,42	171,74	98,16	183,39	114,57
9	Aluguel Telefone (27)	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
10	Aluguel Apart. (01)	267,08	267,08	267,08	232,08	232,08	217,08	225,00	243,55	267,08	267,08	319,00	267,08	267,08	267,08	265,00	265,00	267,08	267,08
11	Faxina	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40	52,40
12	Multicanal (10)													59,90	59,90	59,90	57,90	59,90	59,90
13	Total	605,07	605,14	739,93	724,10	753,98	629,25	518,88	654,43	728,43	671,67	650,19	802,34	797,62	719,20	766,62	679,19	784,74	708,71

Despesas Totais até o Momento



Um Exemplo

Evolução das Despesas



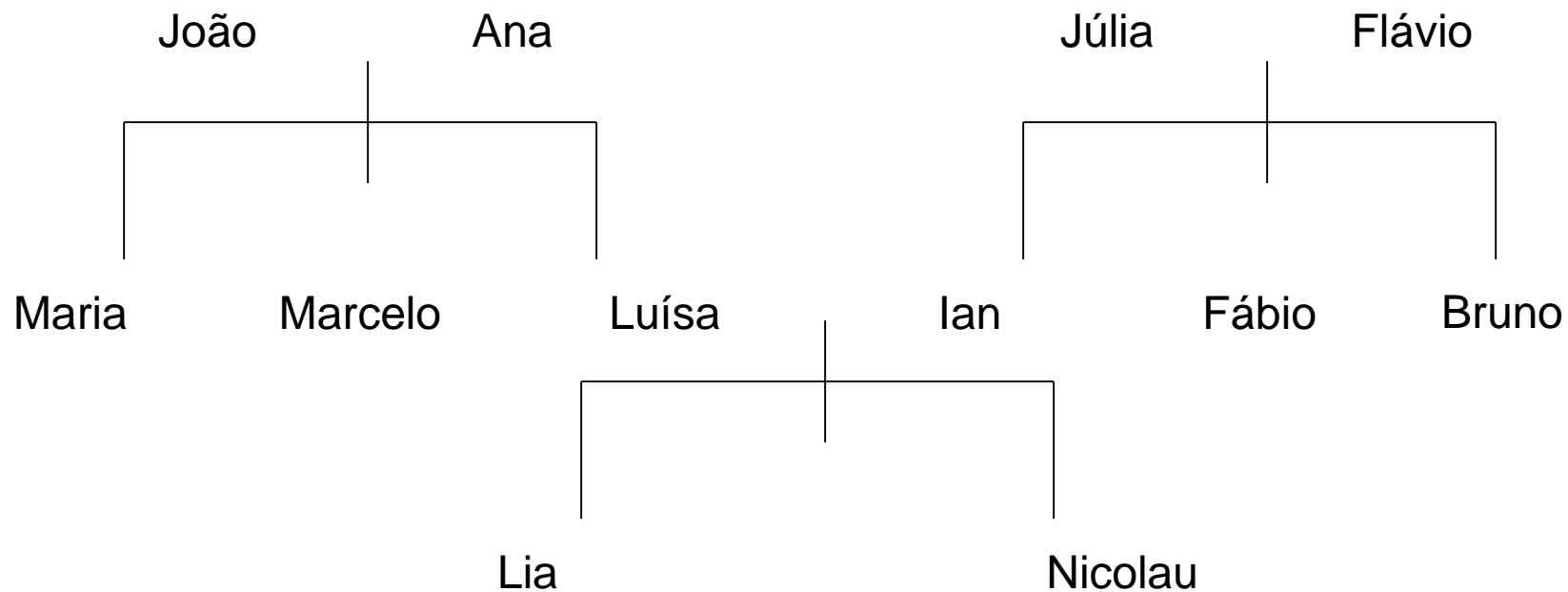
Outro Exemplo

Pessoa1	Pai-P1	Mãe-P1	Pessoa2	Pai-P2	Mãe-P2
Maria	João	Ana	Marcelo	João	Ana
Marcelo	João	Ana	Luísa	João	Ana
Luísa	João	Ana	Maria	João	Ana
Ian	Júlia	Flávio	Fábio	Júlia	Flávio
Fábio	Júlia	Flávio	Bruno	Júlia	Flávio
Bruno	Júlia	Flávio	Ian	Júlia	Flávio
Lia	Luísa	Ian	Nicolau	Luísa	Ian

Qual o nome dos avós de Lia?

Outro Exemplo

Exemplo - Árvore Genealógica



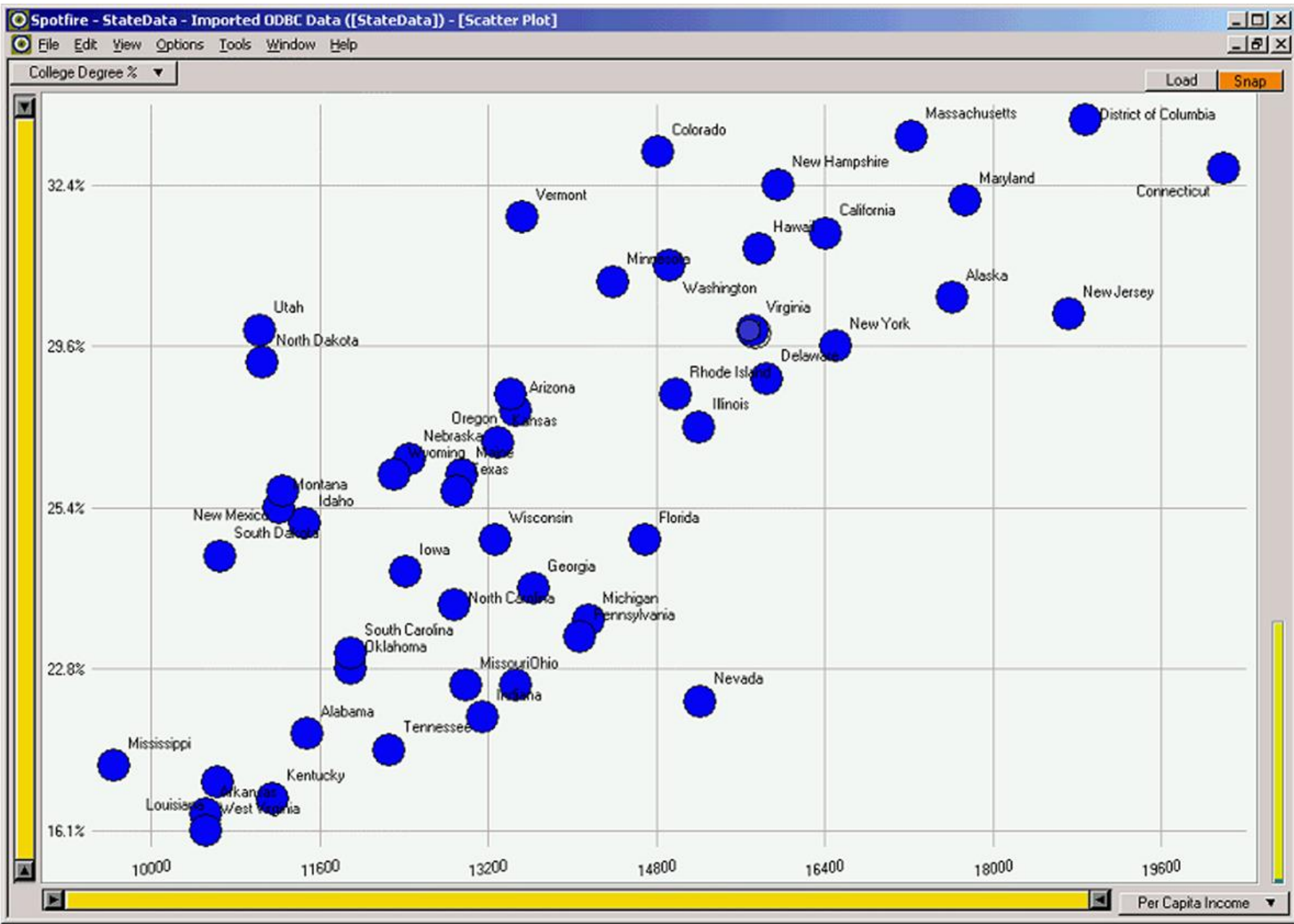
Mais um exemplo

- Qual é o estado com maior renda?
- Há alguma relação entre a renda e a escolaridade?
- Existem *outliers* (discrepantes, exceções)?



State	College Degree %	Per Capita Income
Alabama	20.6%	11486
Alaska	30.3%	17610
Arizona	27.1%	13461
Arkansas	17.0%	10520
California	31.3%	16409
Colorado	33.9%	14821
Connecticut	33.8%	20189
Delaware	27.9%	15854
District of Columbia	36.4%	18881
Florida	24.9%	14698
Georgia	24.3%	13631
Hawaii	31.2%	15770
Idaho	25.2%	11457
Illinois	26.8%	15201
Indiana	20.9%	13149
Iowa	24.5%	12422
Kansas	26.5%	13300
Kentucky	17.7%	11153
Louisiana	19.4%	10635
Maine	25.7%	12957
Maryland	31.7%	17730
Massachusetts	34.5%	17224
Michigan	24.1%	14154
Minnesota	30.4%	14389
Mississippi	19.9%	9648
Missouri	22.3%	12989
Montana	25.4%	11213
Nebraska	26.0%	12452
Nevada	21.5%	15214
New Hampshire	32.4%	15959
New Jersey	30.1%	18714
New Mexico	25.5%	11246
New York	29.6%	16501
North Carolina	24.2%	12885
North Dakota	28.1%	11051
Ohio	22.3%	13461
Oklahoma	22.8%	11893
Oregon	27.5%	13418
Pennsylvania	23.2%	14068
Rhode Island	27.5%	14981
South Carolina	23.0%	11897
South Dakota	24.6%	10661
Tennessee	20.1%	12255
Texas	25.5%	12904
Utah	30.0%	11029
Vermont	31.5%	13527
Virginia	30.0%	15713
Washington	30.9%	14923
West Virginia	16.1%	10520
Wisconsin	24.9%	13276
Wyoming	25.7%	12311

College Degree %



Per Capita Income

O que é Visualização?

- É a representação de um domínio utilizando gráficos, imagens, animações, interações para apresentar dados, estruturas e o comportamento de um conjunto de dados
- Técnicas são utilizadas para compreender os dados e extrair conhecimento

Telea 2015

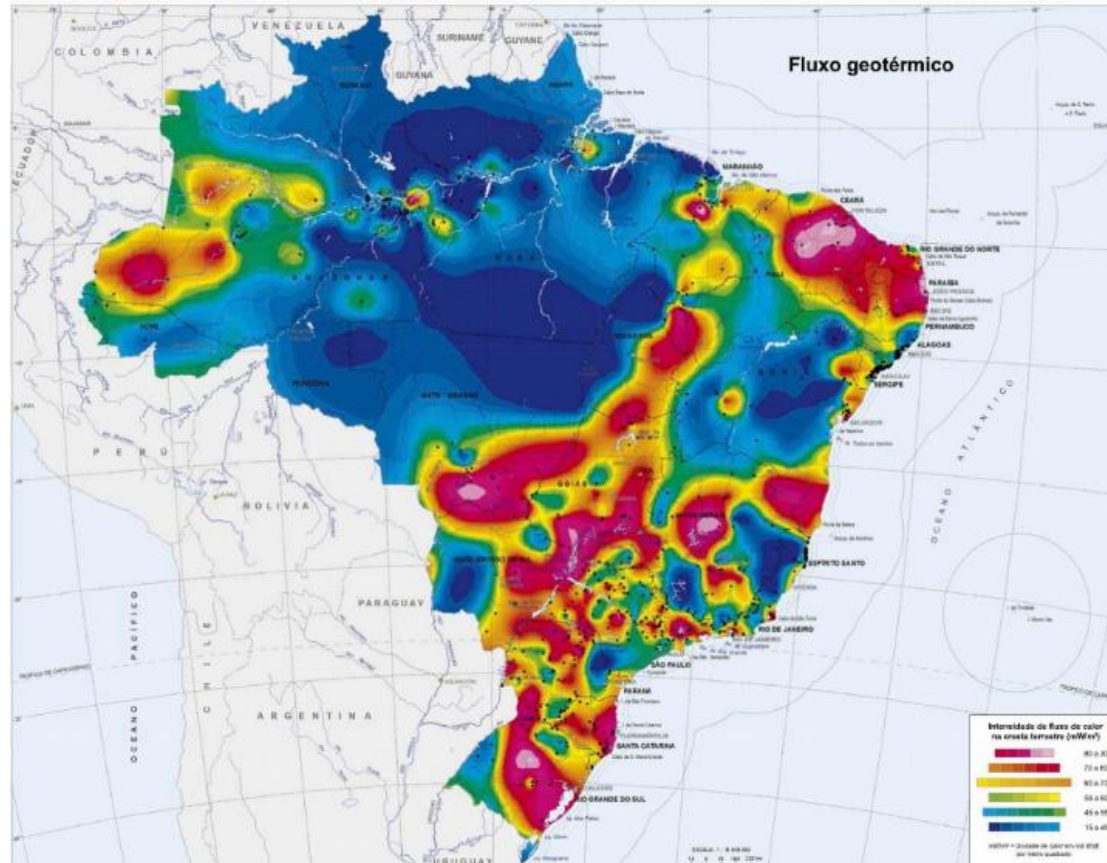
Williams et al. 1995

O que é Visualização?

- Ward et al (2010) definem Visualização como a comunicação da informação utilizando representações gráficas
 - Imagens podem ser utilizadas como mecanismos de comunicação
 - Uma única imagem pode conter muita informação e pode ser processada mais rapidamente quando comparada com uma página com palavras ou números

O que é Visualização?

- Imagem contendo a intensidade de fluxo de calor no Brasil



http://1.bp.blogspot.com/-RXLzm9dsX6w/Ufem_gobJal/AAAAAAAAAHog/5-aqGi-4zCU/s1600/geot%C3%A9rmico.jpg

O que é Visualização?

O propósito da visualização é obter 'insight' por meio de representações gráficas interativas, considerando vários aspectos relacionados a algum processo no qual estamos interessados



Adaptado de (Robert Spence, 2007)

Por que estudar visualização?

■ Motivação

- ❑ Muito fácil coletar e armazenar dados
- ❑ Muito difícil processar, analisar e interpretar todos os dados coletados, identificar o que é relevante
- ❑ Volume dos dados muito grande
- ❑ Dimensionalidade dos dados muito alta
- ❑ Natureza dos dados muito diversa
 - Registros, textos, imagens, vídeos, voz, ...

■ Desafios para pesquisadores

- ❑ Como auxiliar na análise desses dados

Grande volume de dados

- Em 2007 existiam cerca de 30 milhões de câmeras de vigilância somente nos EUA
 - Mais de 4 bilhões de horas de vídeo toda semana **[J. Vlahos, 2008]**
- Em 2002, 5 exabytes de nova informação impressa, magnética e ótica foi produzida
 - Equivalente a 37000 cópias de todos os 7 milhões de livros da Biblioteca do Congresso americano **[Lyman & Hal, 2003]**

Grande volume de dados

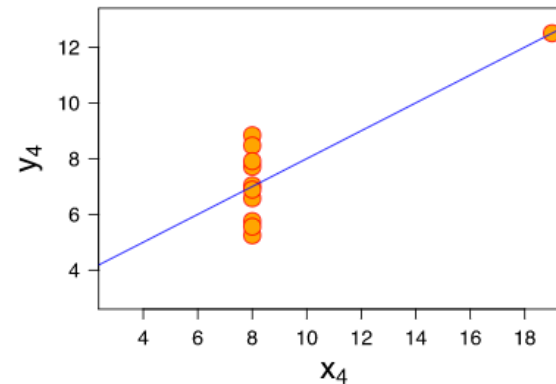
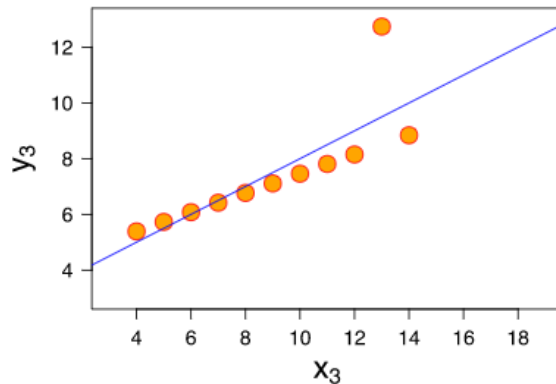
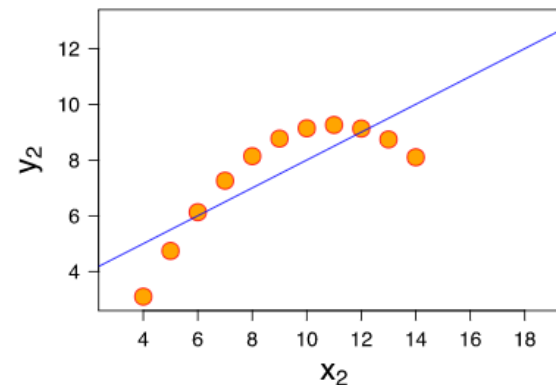
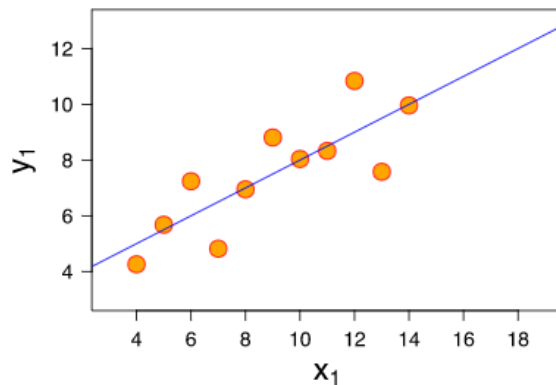
- Na média, atualmente uma pessoa em uma grande companhia troca cerca de 177 mensagens por dia **[Tanaka, 1998]**
- Uma única edição do New York Times atual contém mais informação do que uma pessoa comum no século 17 teve contato em toda sua vida **[Tanaka, 1998]**

Por que estudar visualização?

- Muito pode ser realizado com estatísticas, mineração de dados, aprendizado de máquina, entre outras técnicas
- A Visualização possibilita explorar questões que não são diretamente efetuadas
 - Auxilia na formulação de novas questões
 - Distribuições, correlações e tendências são melhor compreendidas quando visualizadas

Por que estudar visualização?

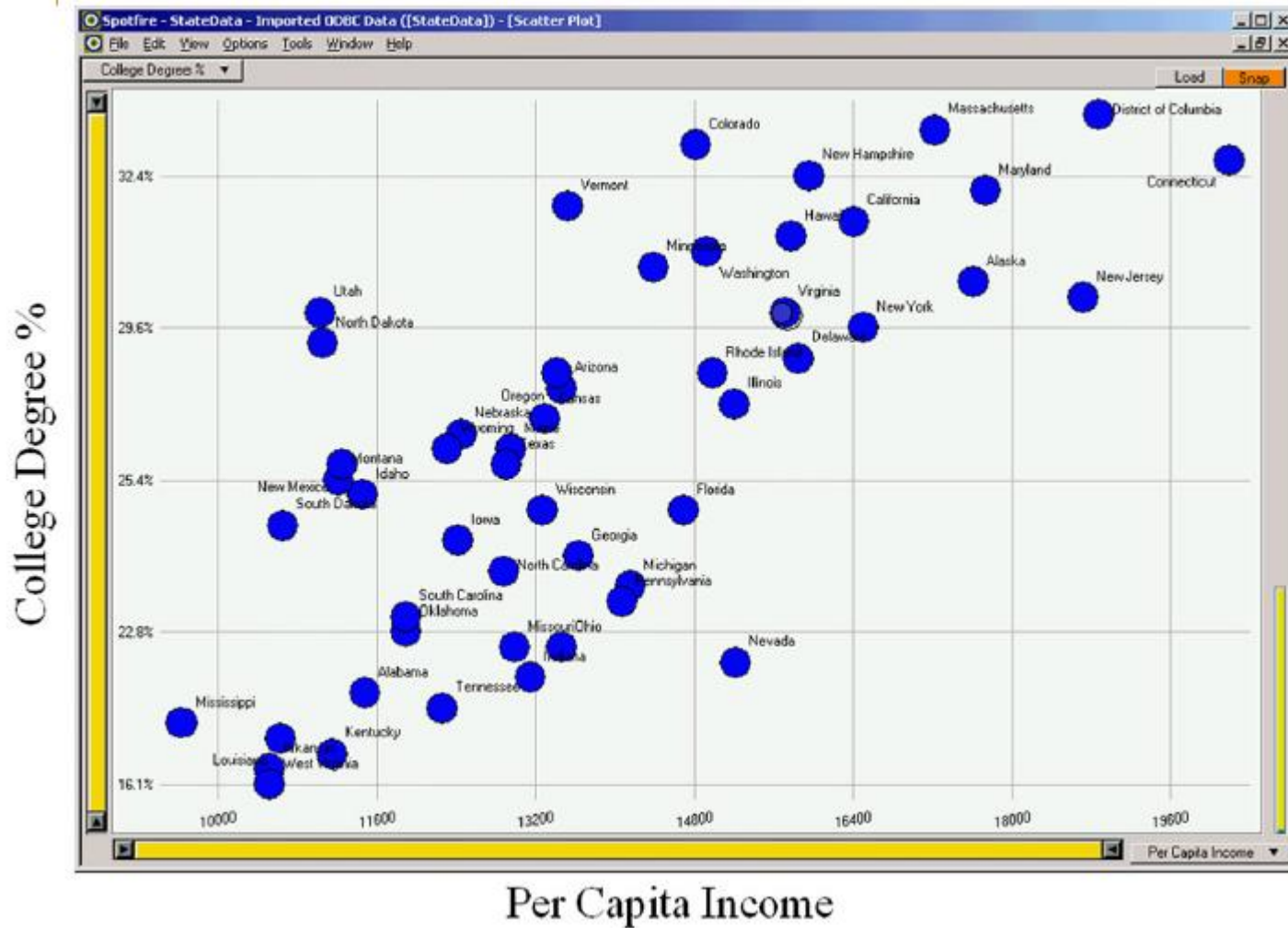
- Quarteto de Anscombe: quatro conjuntos de dados que aparentam ser idênticos quando descritos por certas técnicas de estatística descritiva (como a média e a variância)



Visualização no dia-a-dia

- A visualização tem sido empregada para apoiar ou substituir a comunicação de informações
 - Tabelas em jornais e sites
 - Mapas de metro
 - Mapas climáticos
 - Diagnósticos médicos
 - Dados financeiros
 -

Visualização no dia-a-dia



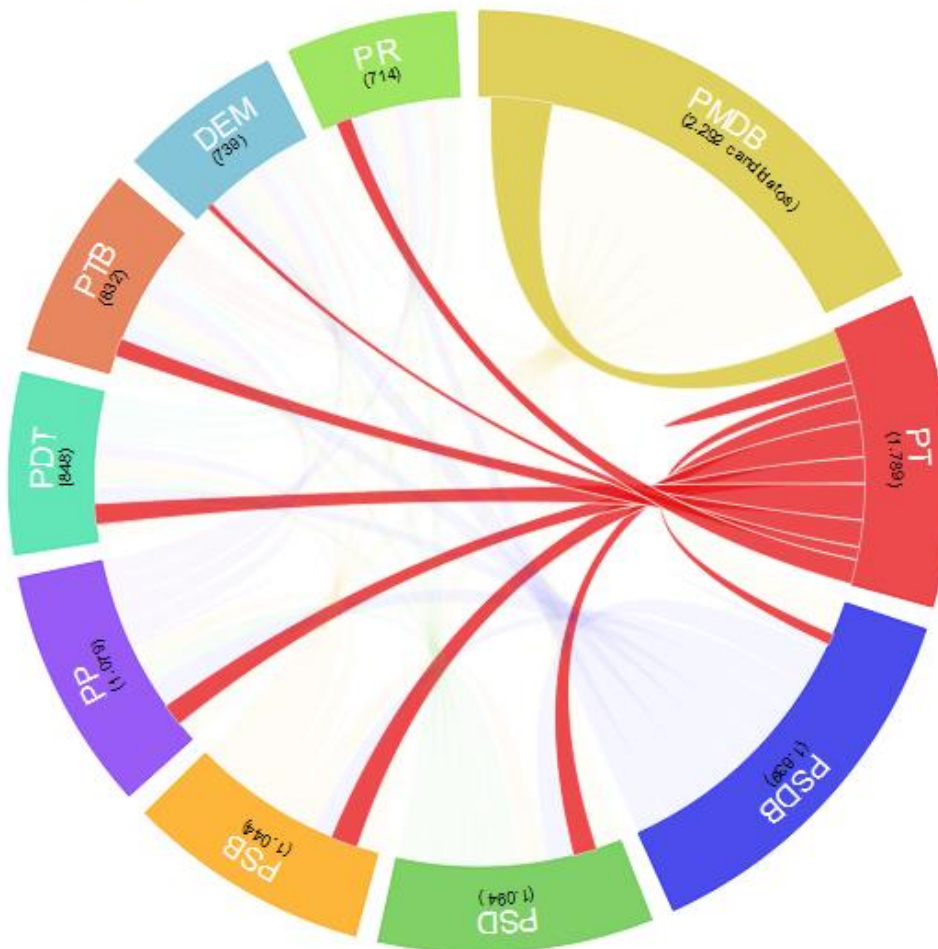
O JOGO DAS COLIGAÇÕES

Escolha um partido e veja os apoios que ele recebe e dá às outras siglas na eleição de prefeito

PSDB costura mais alianças que o PT nas eleições para prefeito

O PSDB entra nas eleições para prefeito com menos candidatos que em 2008, mas ocupa o segundo lugar em apoios recebidos, atrás do PMDB e à frente do PT. Já DEM, PP, PDT, PTB e PR, que também perderam candidatos, são pequenos até em número de apoios e recebem menos do que oferecem.

Escolha um partido na roda e bom jogo.

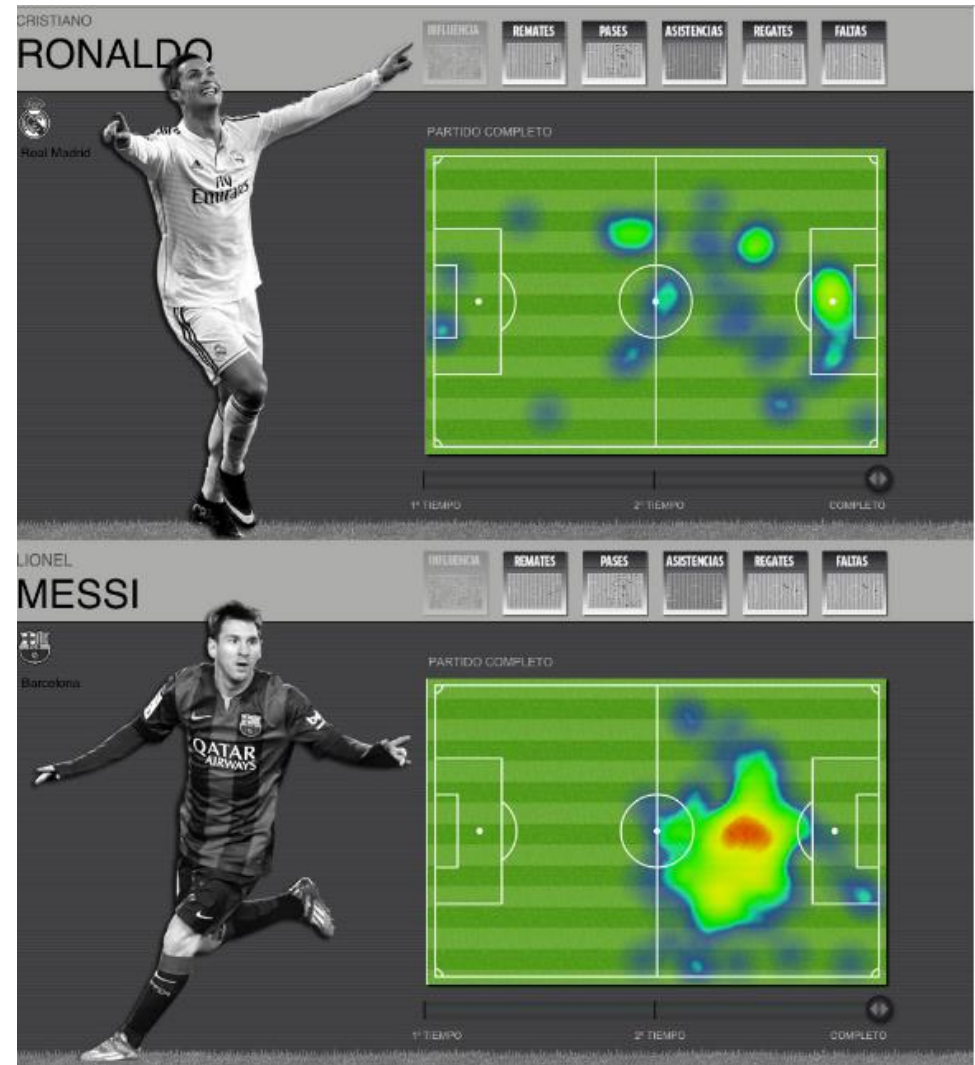


A espessura da borda indica a quantidade de apoio recebido



Visualização no dia-a-dia

- Mapas de calor indicando o posicionamento de jogadores em campo



Visualização no dia-a-dia

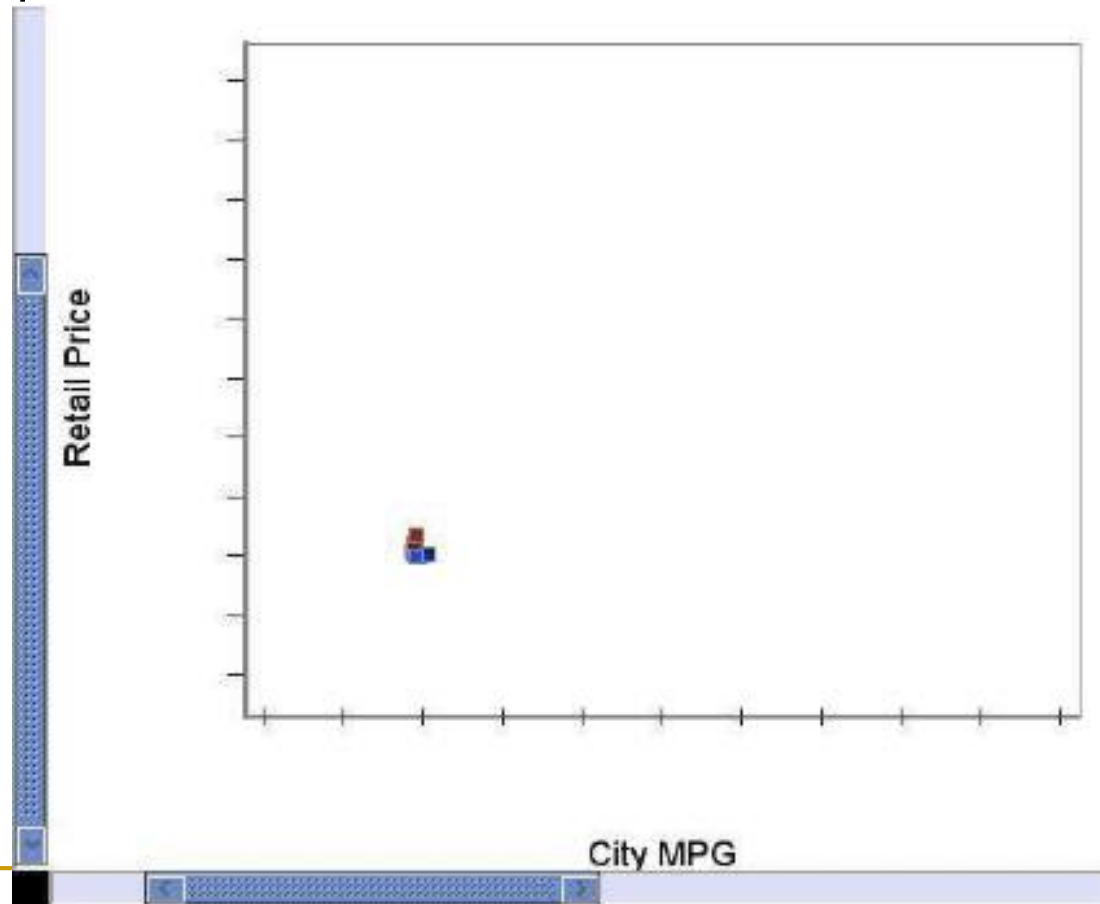
- Em cada caso, a visualização apresenta uma alternativa para a informação textual ou verbal
- A representação gráfica promove uma descrição mais detalhada da informação
- O processamento da informação é realizado de forma paralela, ao invés da sequencial (texto ou áudio)

Porque a Visualização é Importante?

- A razão mais óbvia é porque somos seres que usam o sentido da visão para obter e compreender informações
- Representações gráficas criadas para apresentar dados, pode influencia a tomada de decisões
 - Quanto é que a apresentação dos dados pode influenciar nas tomadas de decisão?

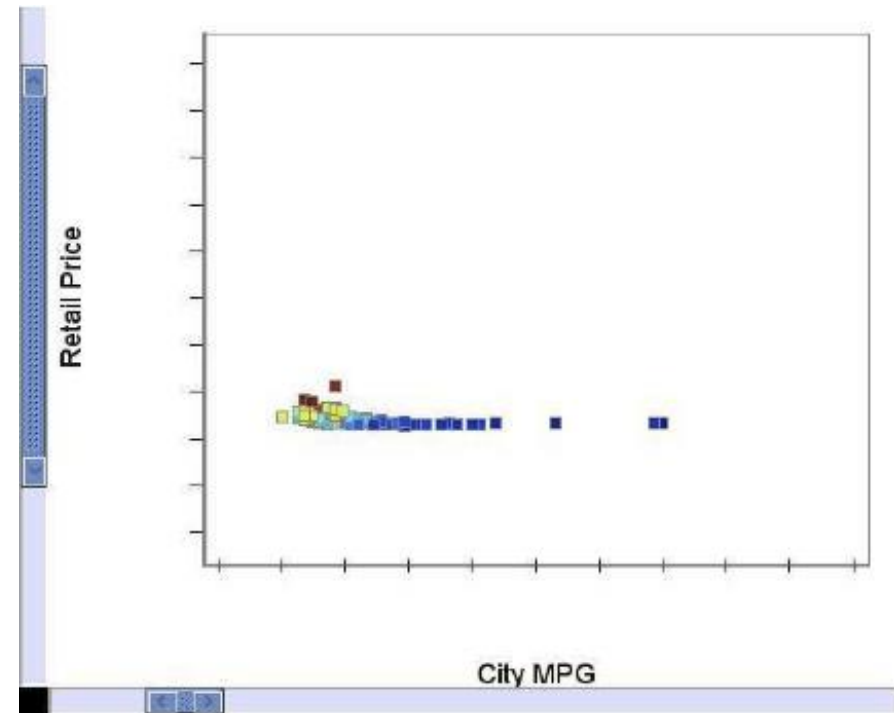
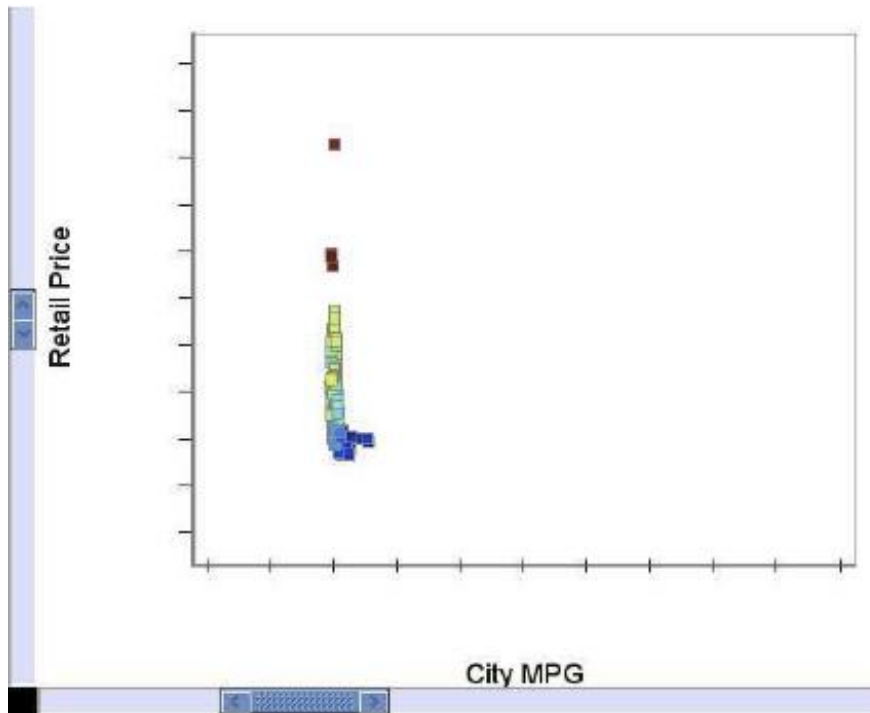
Porque a Visualização é Importante?

- Nessa figura os dados são apresentados em uma escala uniforme em ambos os eixos
 - Não é possível identificar entre os dados



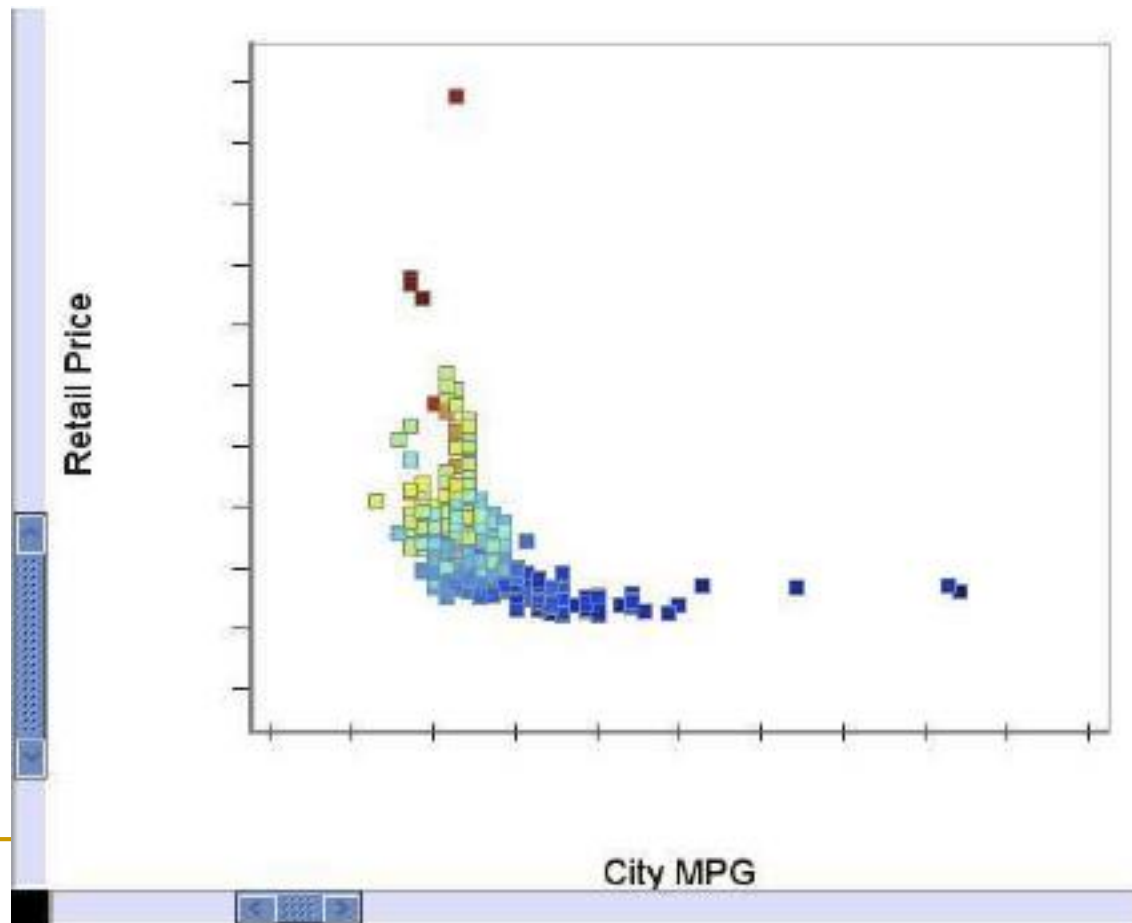
Porque a Visualização é Importante?

- Nessas figuras a escala foi alternada
 - Agrupamentos são criados na direção da escala



Porque a Visualização é Importante?

- Nessa figura são utilizados os valores originais dos dados, ou seja, os valores de mínimo e máximo dos eixos X e Y



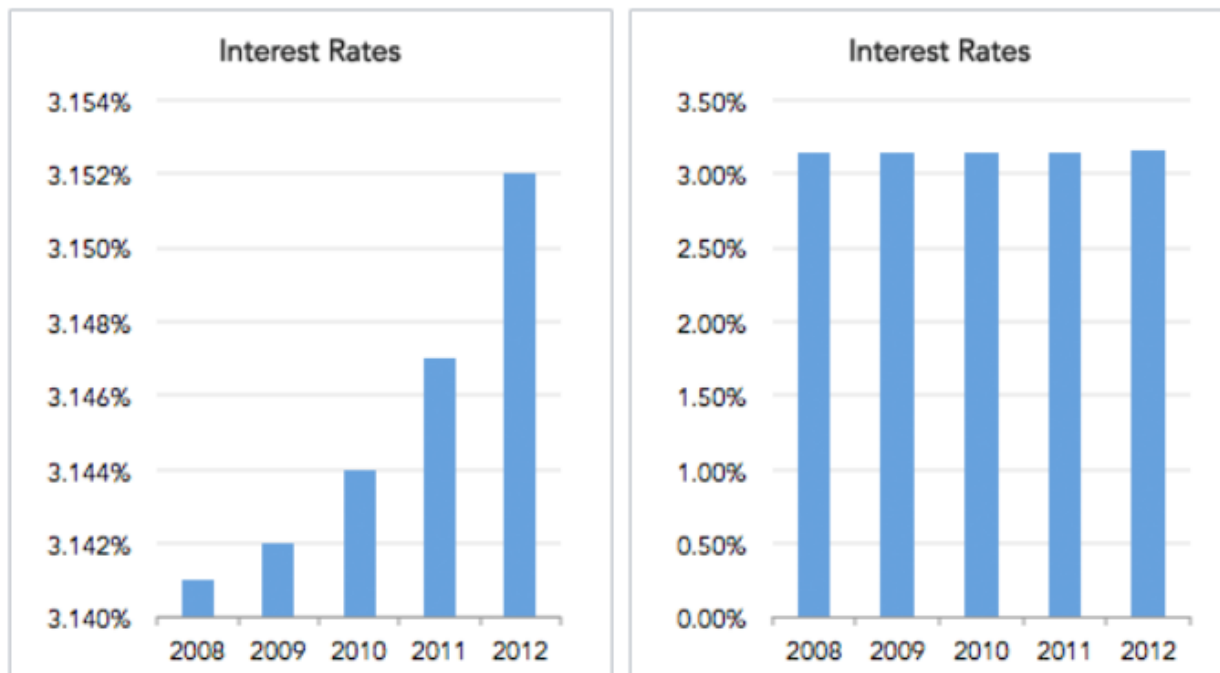
Porque a Visualização é Importante?

- Modificando a escala em que os dados são apresentados, podemos produzir gráficos diferentes
- Observando as três primeiras figuras apresentadas, poderíamos dizer que os dados apresentam uma relação linear
- Entretanto, observando como eles realmente são (última figura), verificamos que são inversamente proporcionais

Porque a Visualização é Importante?

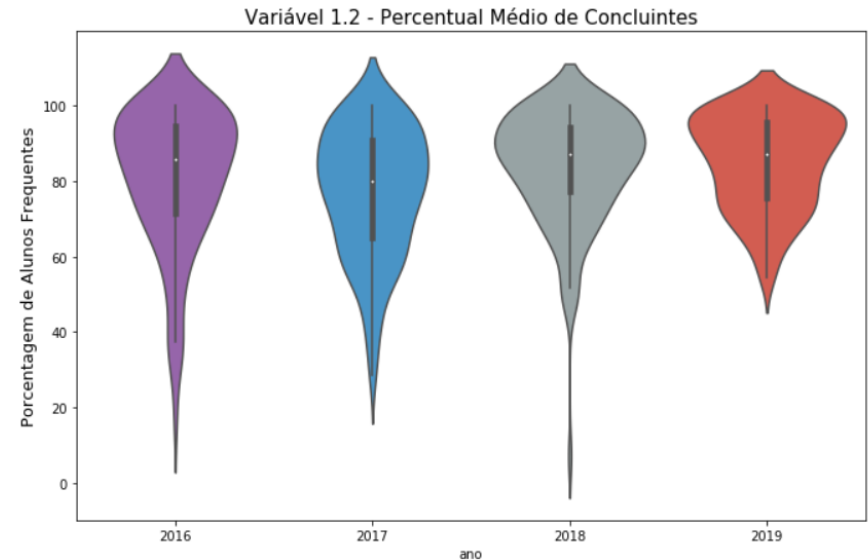
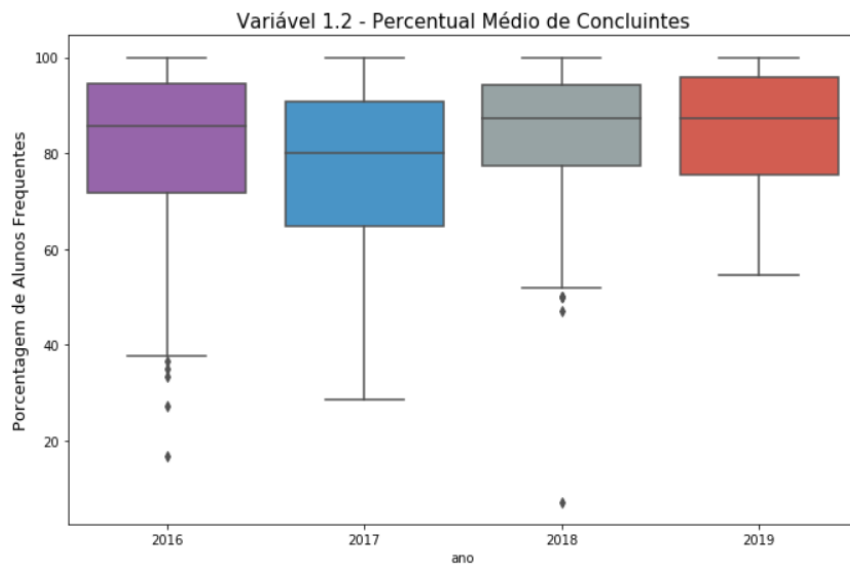
- A visualização pode ser utilizada para distorcer a verdade
 - Pode ser utilizada com esse propósito

Same Data, Different Y-Axis



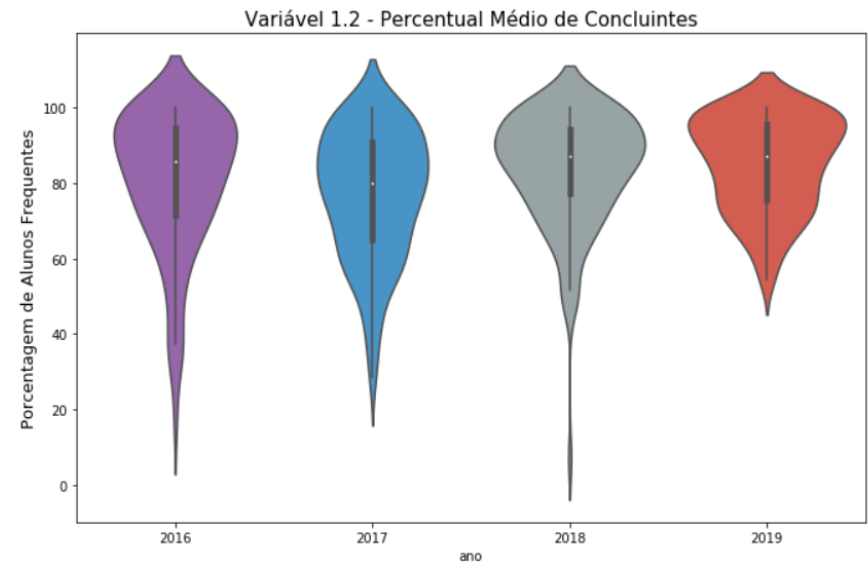
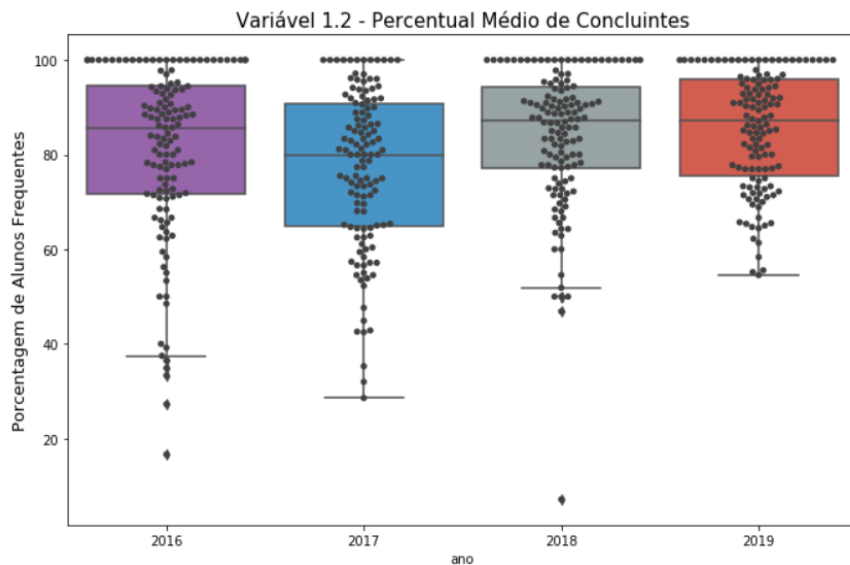
Porque a Visualização é Importante?

- Podemos usar diferentes maneiras de representar os dados
 - Podem impactar o resultado obtido na tomada de decisões



Porque a Visualização é Importante?

- Podemos usar diferentes maneiras de representar os dados
 - Podem impactar o resultado obtido na tomada de decisões



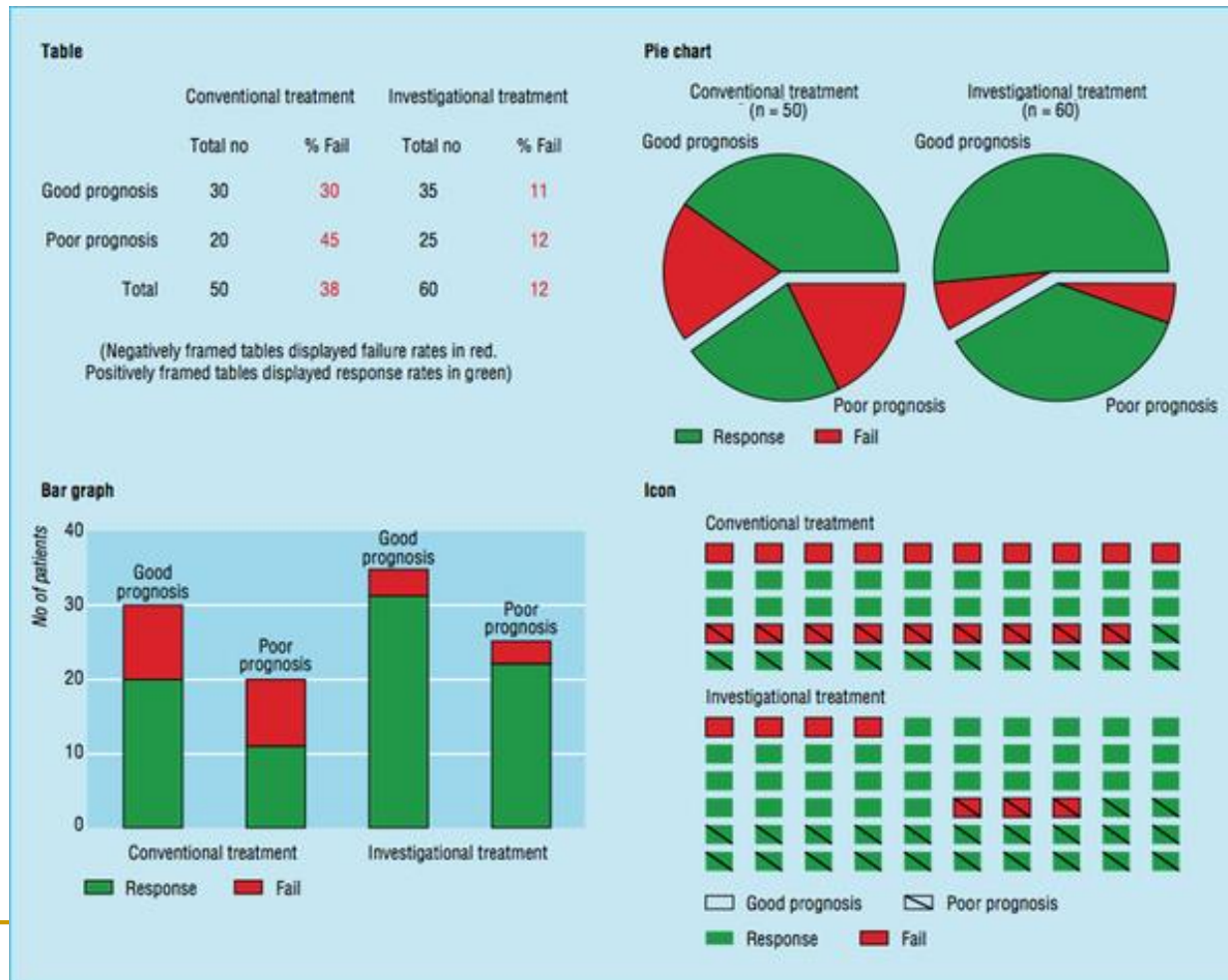
<https://heap.io/blog/data-stories/how-to-lie-with-data-visualization>

Porque a Visualização é Importante?

- Em 1999, Linda Elting e outros pesquisadores apresentaram resultados fictícios de dois tipos de tratamentos clínicos (um convencional e um sendo investigado)
 - Um dos tratamentos era muito melhor do que o outro
 - Se o novo tratamento não fosse efetivo, ele deveria ser interrompido
 - Para tomar a decisão de continuar ou não, foram utilizados quatro tipos de representações gráficas criadas a partir dos dados dos pacientes

Porque a Visualização é Importante?

- A cor verde indica que a droga teve resposta positiva e o vermelho indica que nada ocorreu



Porque a Visualização é Importante?

- Após o estudo com os usuários, a decisão de parar o experimento variou significativamente, dependendo da apresentação dos dados
- As decisões corretas foram
 - 82% com os ícones (inferior à direita)
 - 68% com as tabelas
 - 56% com os gráficos de pizza e de barras



Porque a Visualização é Importante?

- Claramente, a escolha da visualização impactou a tomada de decisões
- No estudo, foi observado que a maioria (21/34) preferiu a tabela e muitos foram contra a visualização baseada em ícones
- Isso também enfatiza que a visualização é importante para fazer uma boa apresentação dos dados, entretanto, a preferencia do usuário está fortemente envolvida

História da Visualização

História da Visualização

- As primeiras técnicas para fazer o registro gráfico e apresentar informação são encontradas em cavernas



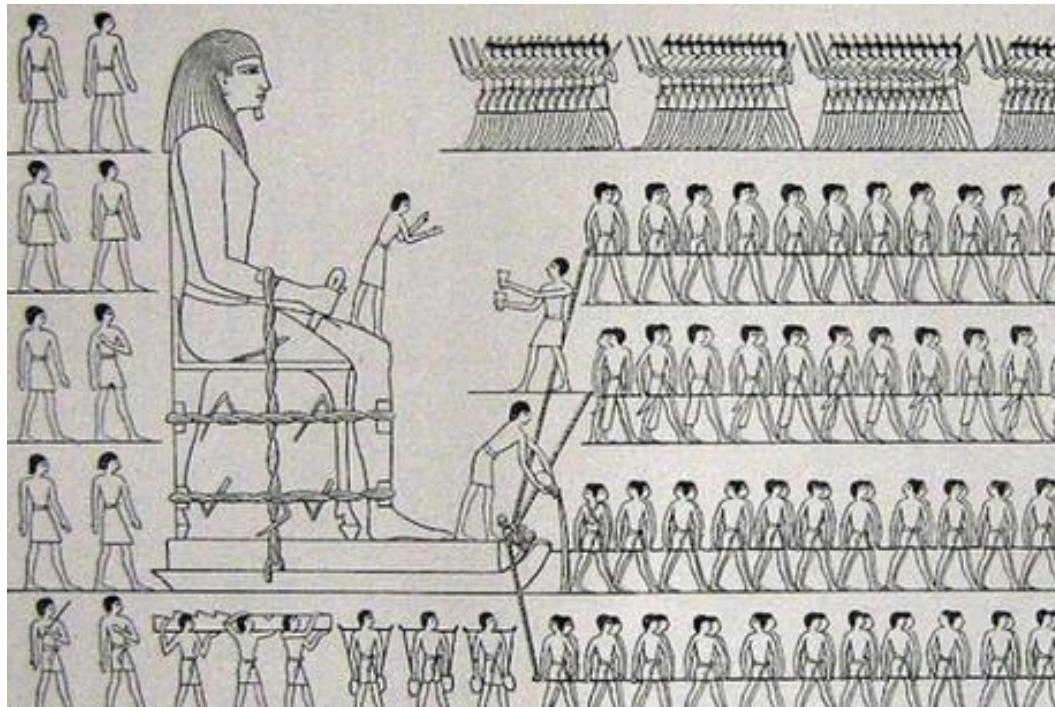
História da Visualização

- Também, povos usaram figuras para representar palavras e informações



História da Visualização

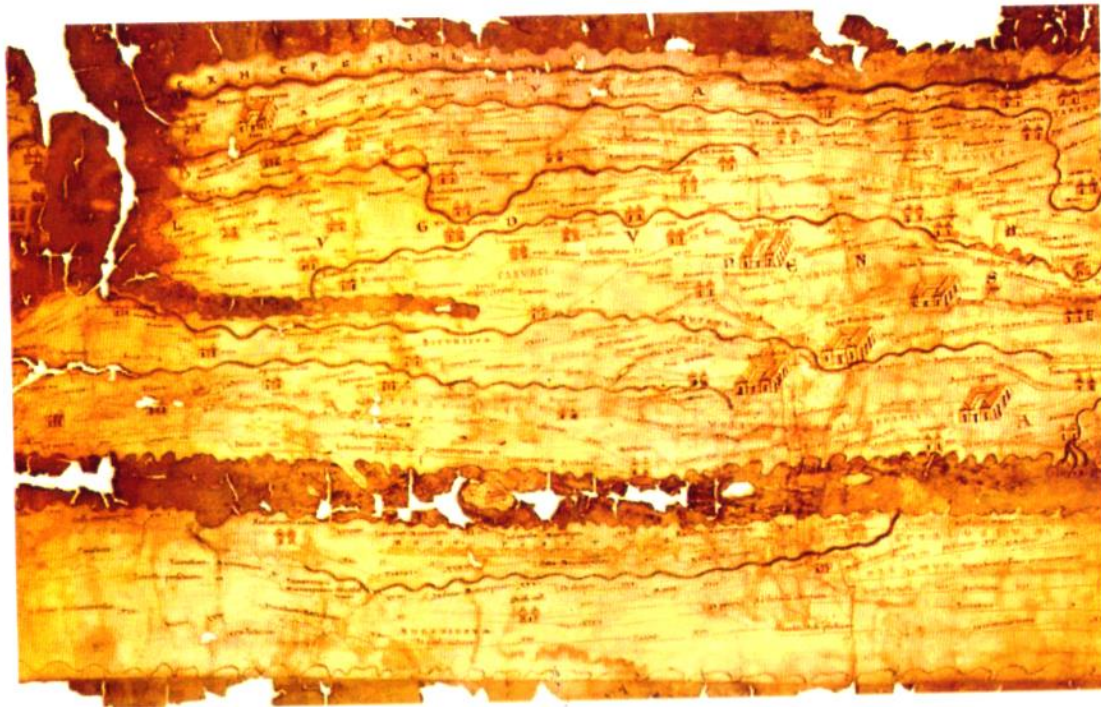
- Também, povos usaram figuras para representar palavras e informações
 - Por exemplo, a escrita egípcia



<https://noticias.terra.com.br/ciencia/cientistas-desvendam-misterio-de-construcoes-no-egito-antigo,9e717a5cb7cfad7615801e47677d99c9n9orRCRD.html>

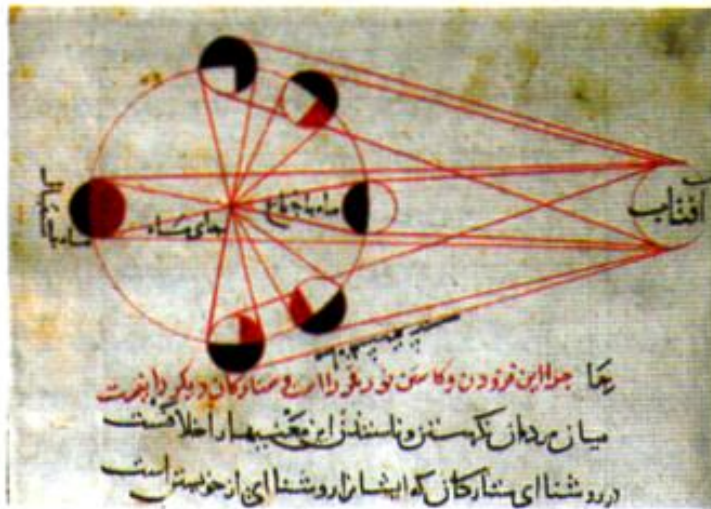
História da Visualização

- Rotas do império romano foram registradas em mapas, com registros de distância aproximadas e alguns pontos chave

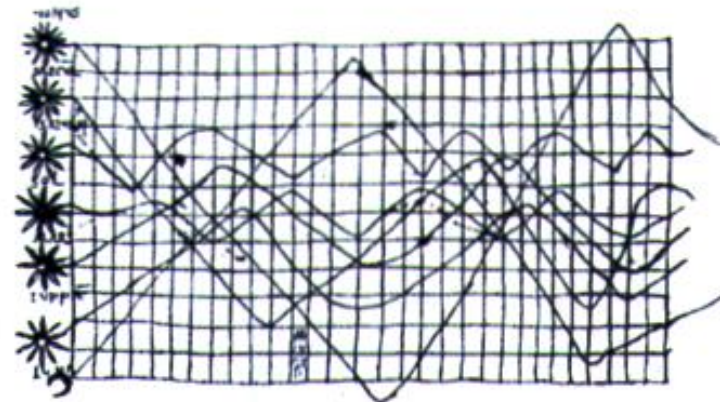


História da Visualização

- Em 1600, series temporais já descreviam as fases da lua (a) e os movimentos dos planetas (b)



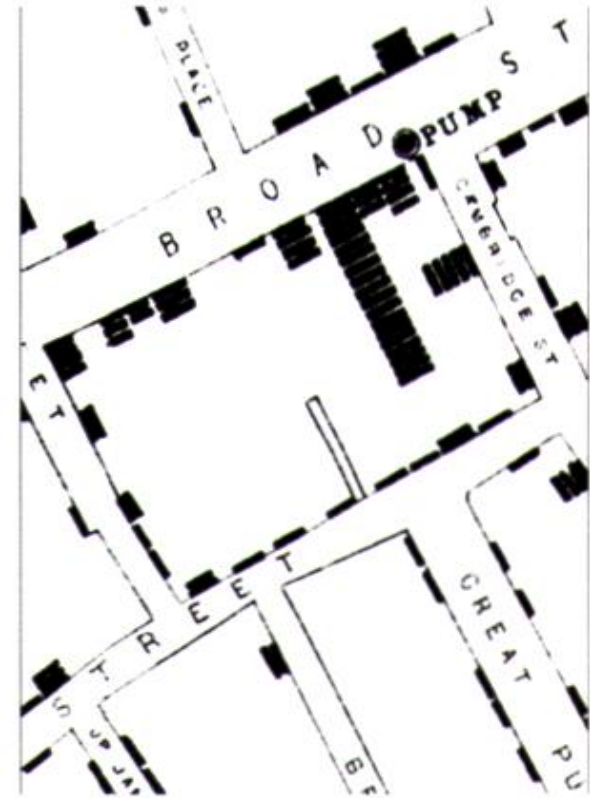
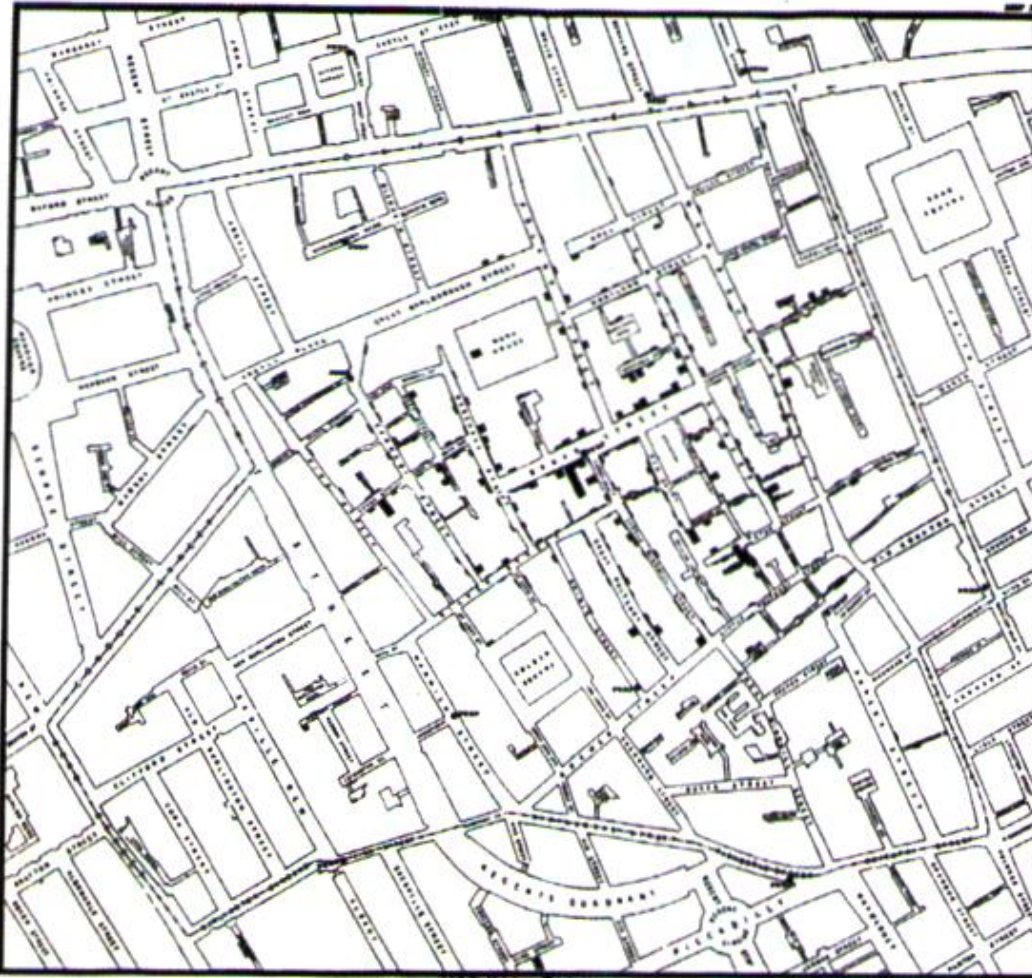
(a)



(b)

História da Visualização

- Em 1663, foi utilizada a visualização para evidenciar o local da origem do surto de cólera em Londres
 - Foi observado a quantidade de mortos perto da bomba d'água

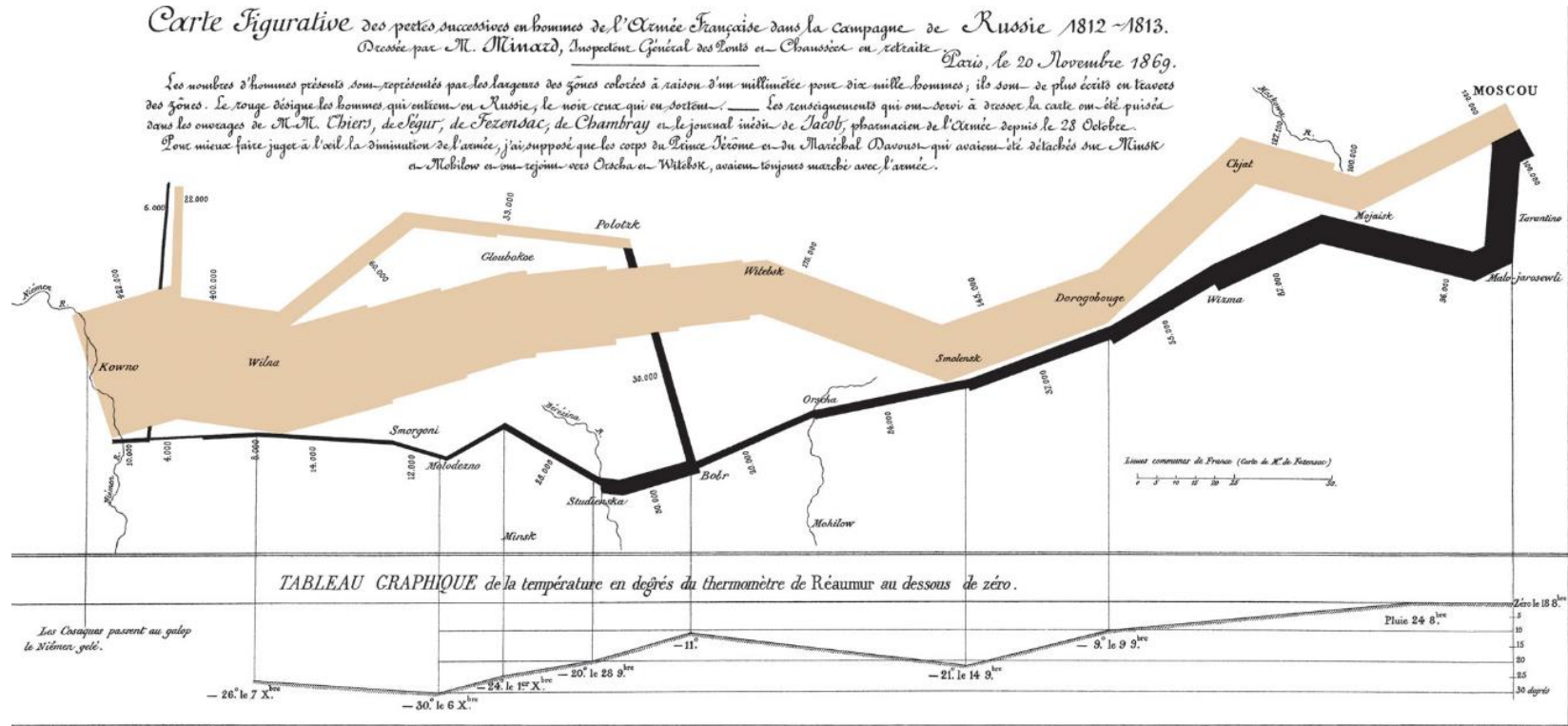


História da Visualização

- O mapa de Minard registrou a desastrosa marcha do exército de Napoleão de Kowno até Moscou
- O exército saiu com 400 mil soldado e retornou com 10 mil exército (400 mil para 10 mil)

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813.
Decouvée par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite. Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes; ils sont de plus écrits en travers des zones. Le rouge désigne les hommes qui ont été en Russie, le noir ceux qui en sont restés. Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Léger, de Texendac, de Chambray et le journal inédit de Jacob; observation de l'Armée depuis le 28 Octobre. Pour mieux faire juger à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Jérôme et du Maréchal Davout qui avaient été détachés sur Minsk et Mohilew et ont rejoint vers Orscha et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Minard.png>

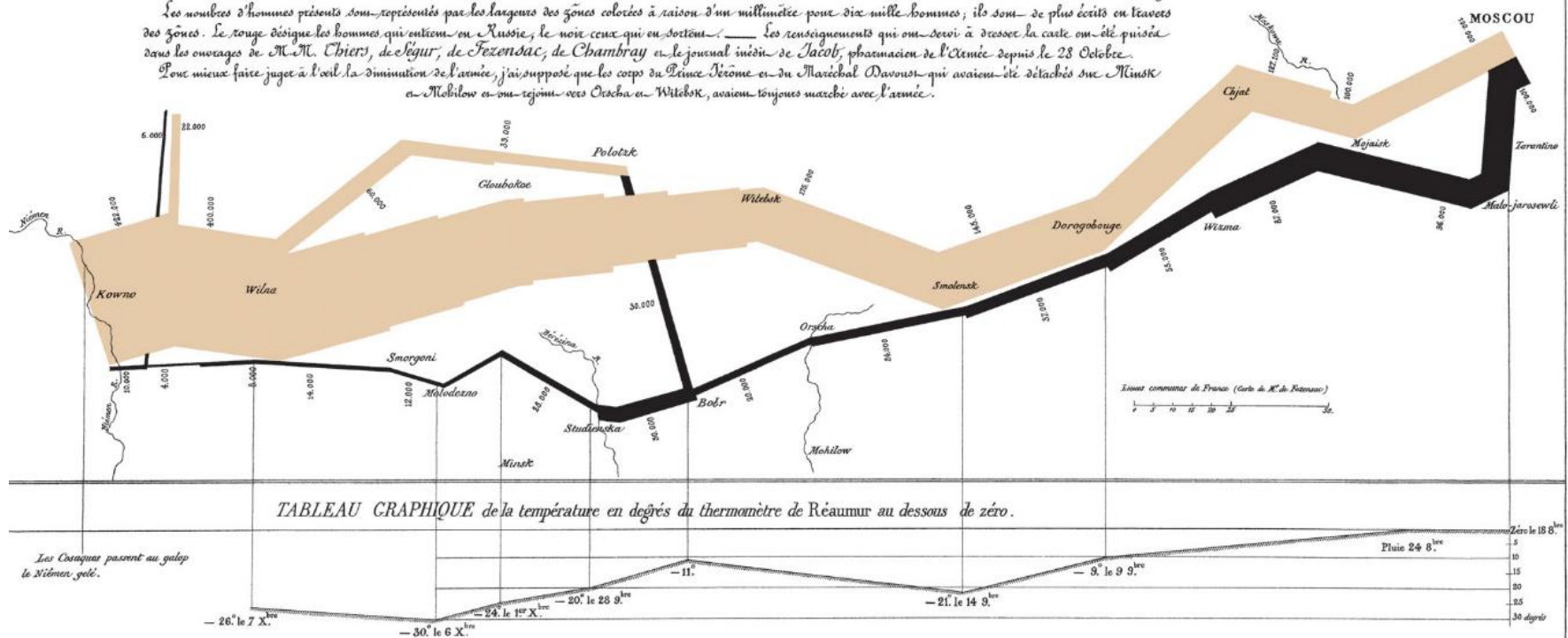
Charles Joseph Minard, engenheiro civil francês reconhecido por sua significativa contribuição no campo da informação gráfica em engenharia civil e estatística

História da Visualização

- Seis tipos de dados são representados em duas dimensões
 - tamanho da tropa, distância, temperatura, latitude e longitude, direção da viagem e a localização relativa em datas específicas

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813.
Dessiné par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite. Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes; ils sont de plus écrits en travers des zones. Le rouge désigne les hommes qui ont été en Russie; le noir ceux qui en sont sortis. Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Fezensac, de Chambray et le journal inédit de Jacob, pharmacien de l'Armée depuis le 28 Octobre. Pour mieux faire juger à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Jérôme et du Maréchal Davoust qui avaient été détachés sur Minsk et Mohilow et qui rejoindront Orescha et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.

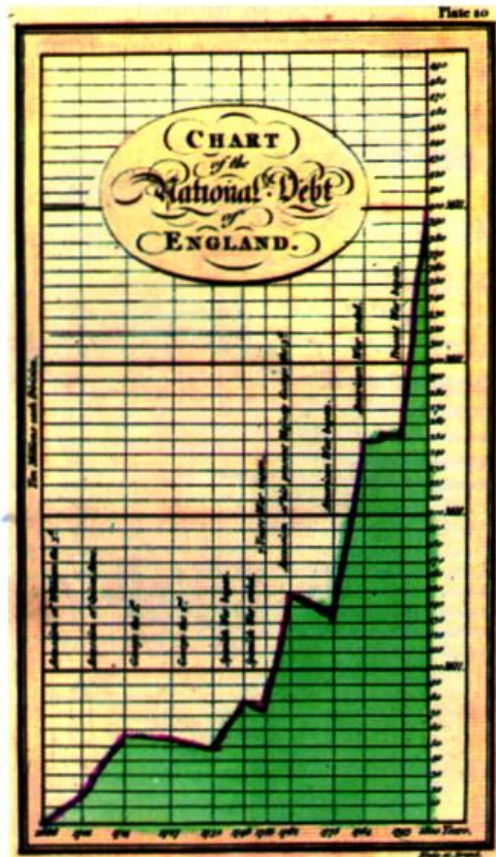


Antiq. par Raynier, f. Par. 5^e Mars 5^e 0^{tes} à Paris.

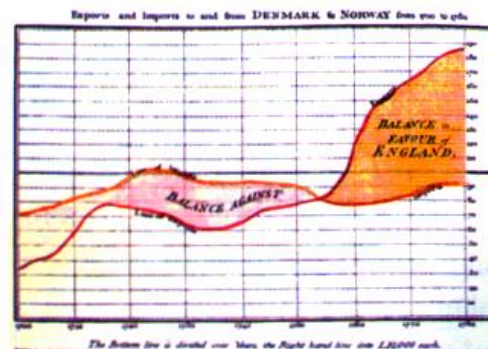
Ing. Litt. Raynier et Doucet.

História da Visualização

- William Playfair apresentou o debito nacional sobre o tempo (1786)
 - Um dos primeiros registro do uso de eixos para abstrair informações que não são georeferenciadas



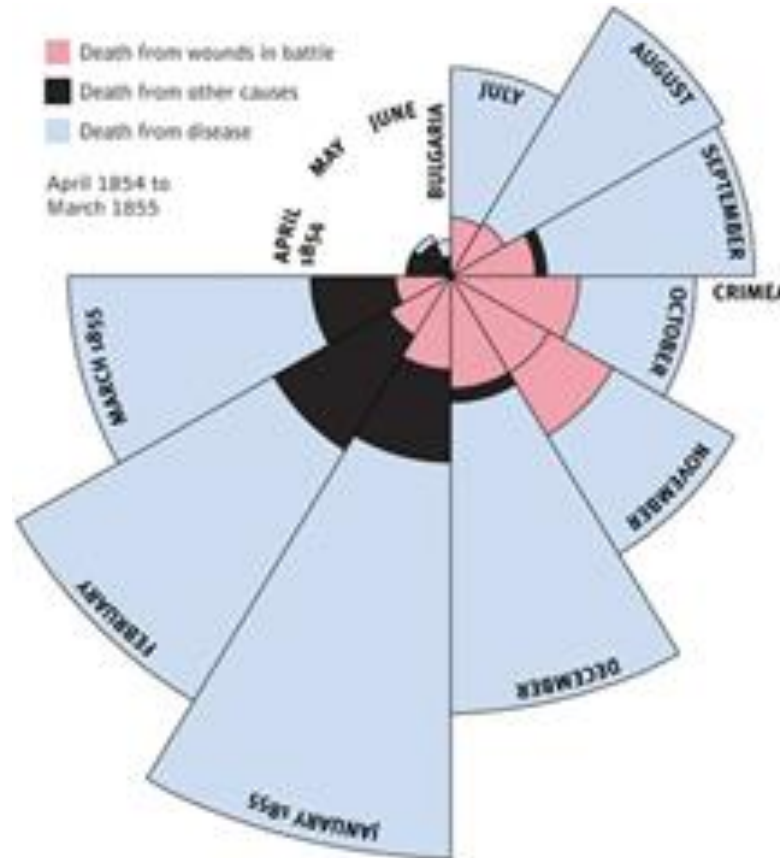
(a)



(b)

História da Visualização

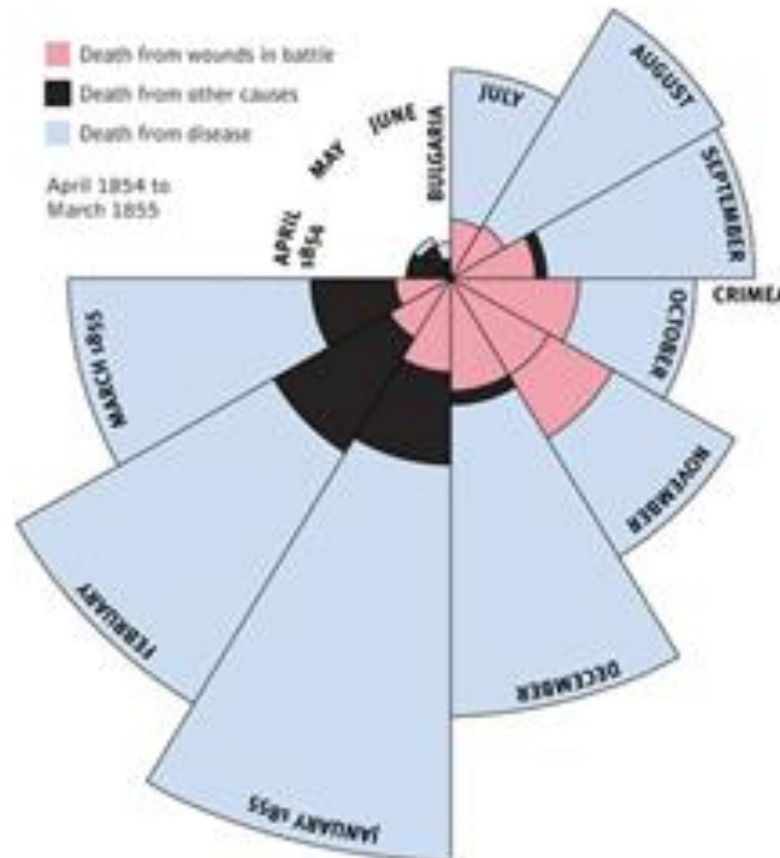
- Florence Nightingale, enfermeira britânica, apresentou mensalmente as mortes no exército



Guerra da Crimeia
1853 a 1856

História da Visualização

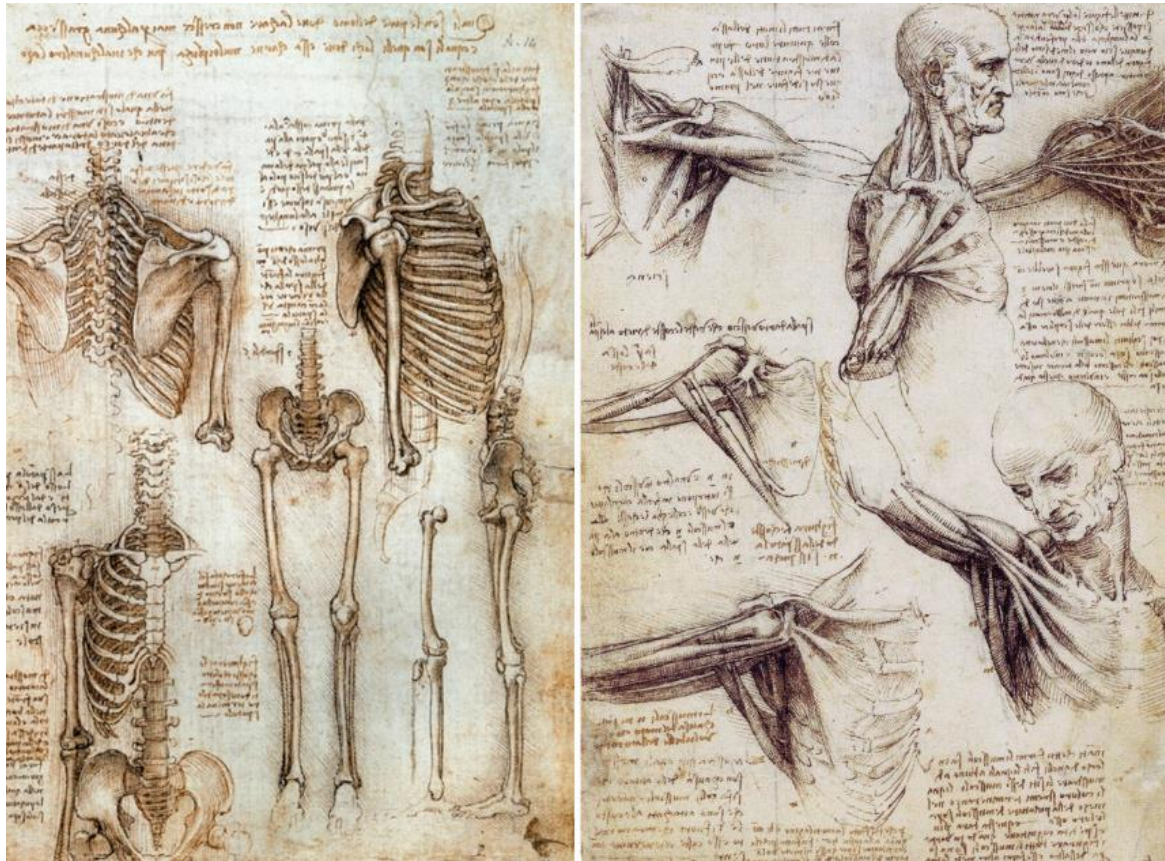
- Azul representa as mortes por doenças; vermelho representa as mortes de ferimentos em batalha; e o preto representa outros tipos de morte



Guerra da Crimeia
1853 a 1856

História da Visualização

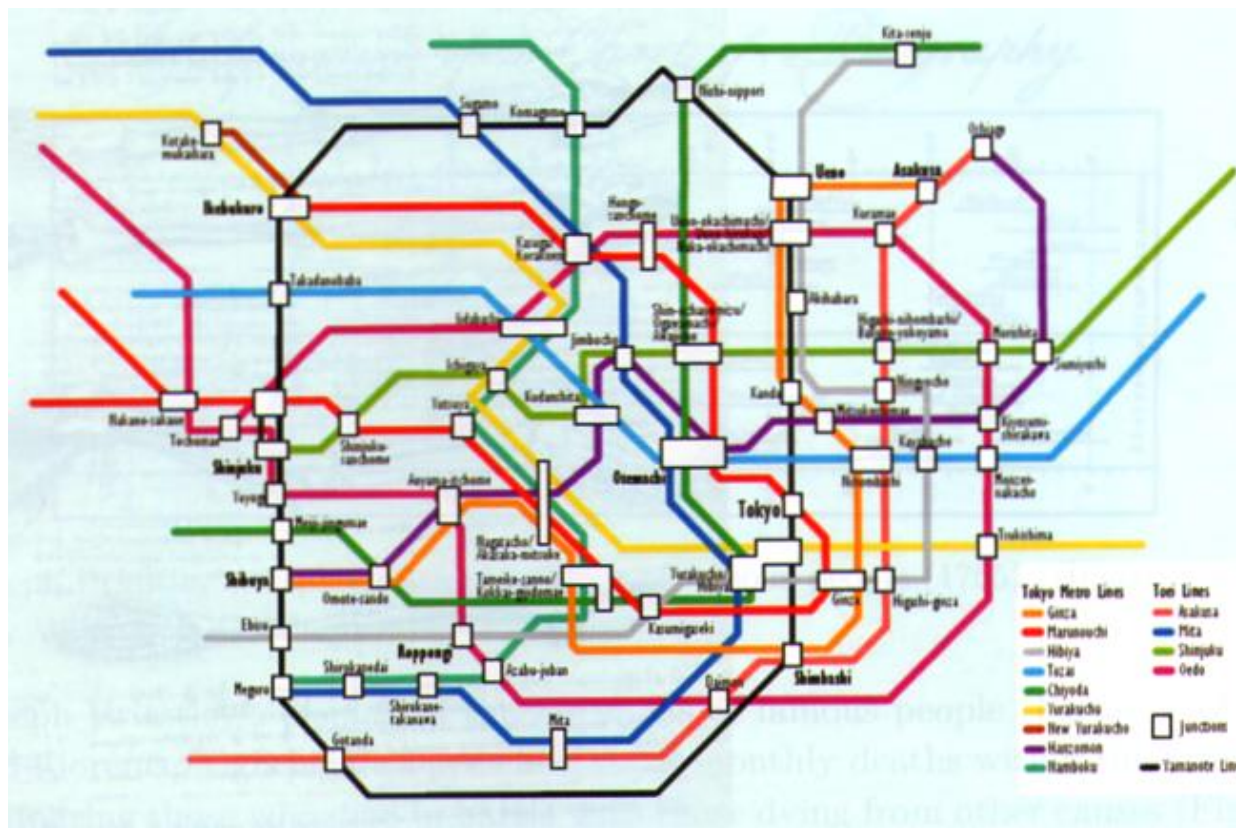
- Visualizações do corpo humano elaboradas por Da Vinci (1510)



Visualização nos dias atuais

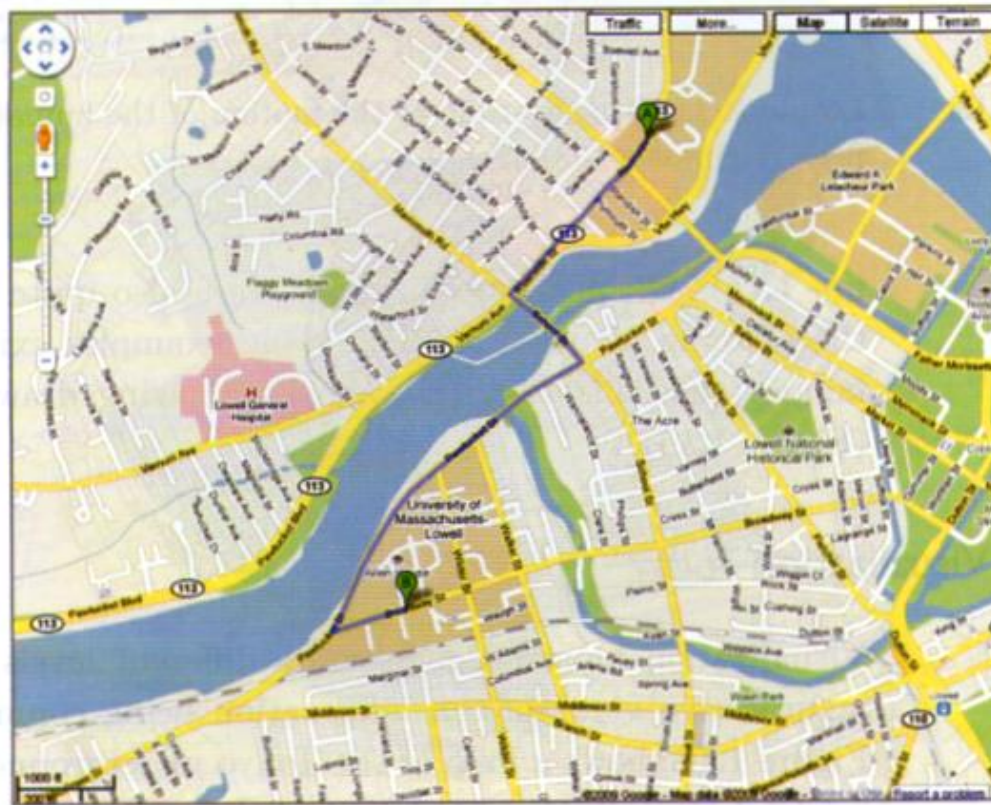
Visualização nos dias atuais

■ Visualização de mapas de metro



Visualização nos dias atuais

- Visualizações de mapas



Visualização nos dias atuais

■ Gráficos

- Por exemplo, o valor diário do Bitcoin



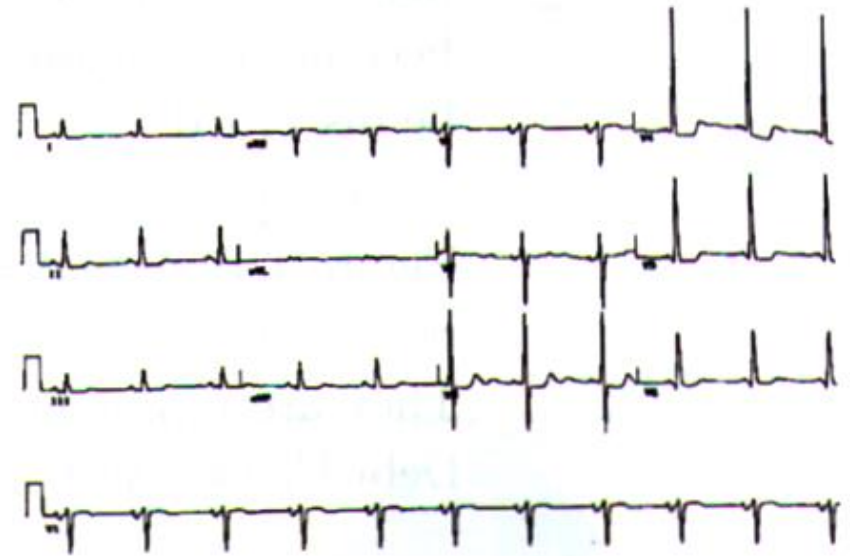
Visualização nos dias atuais

■ Interpretação de eletrocardiogramas

- Um paciente adulto (a) e um paciente de 83 anos com problema cardíacos (b)



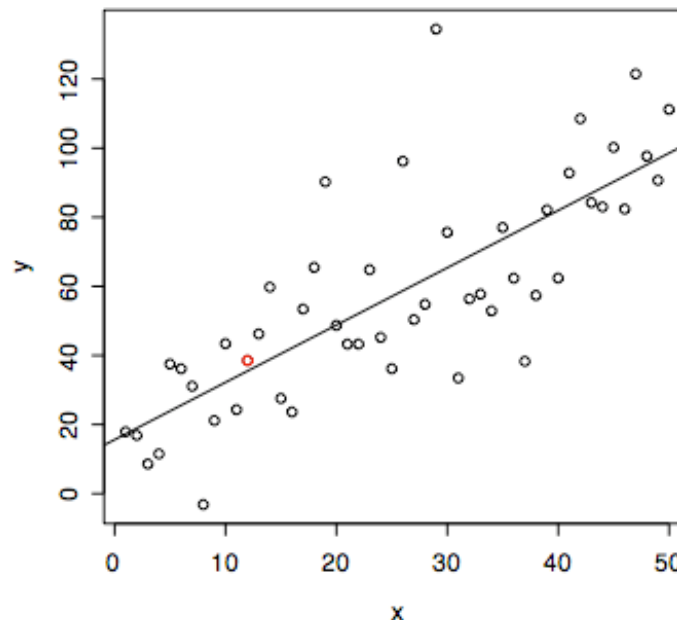
(a)



(b)

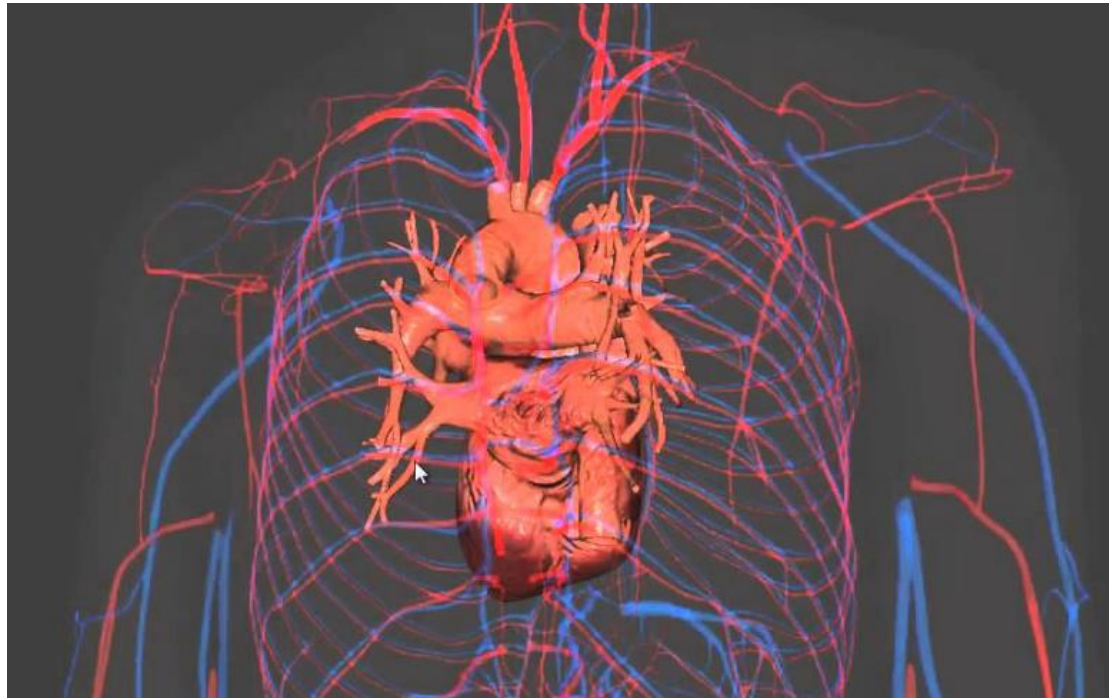
Visualização nos dias atuais

- Gráficos de dispersão para análise de dados
 - Apesar de ser possível calcular a linha de regressão e descobrir o comportamento dos dados, a visualização permite uma análise mais detalhada
 - É possível identificar ao espalhamento, os dados discrepantes e outras informações



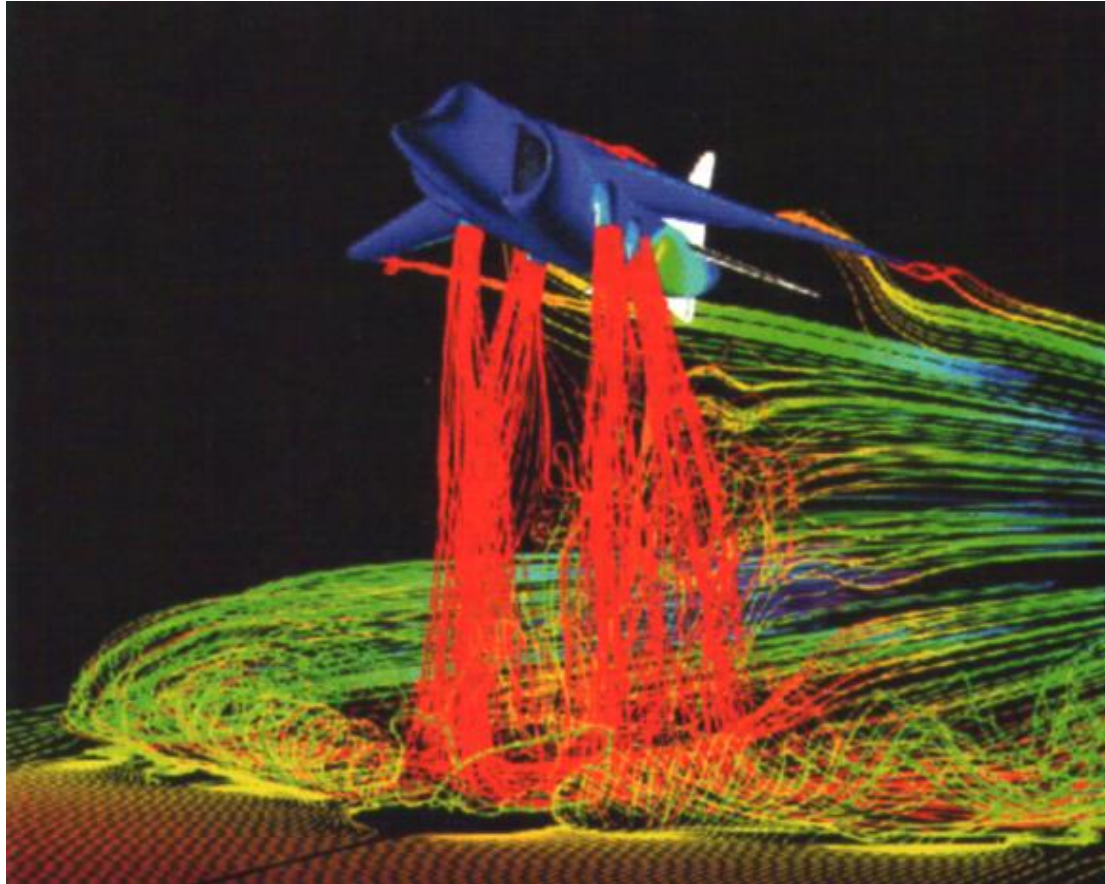
Visualização nos dias atuais

- Visualização do corpo humano



Visualização nos dias atuais

- Visualização de simulações



Referências

- Ward, M., Grinstein, G. G., Keim, D. Interactive data visualization foundations, techniques, and applications. Natick, Mass., A K Peters, 2010.
 - Capítulo 1
- Robert Spence. Information Visualization: Design for Interaction. 2nd Edition. Pearson : Prentice Hall, 2007
- Alexandru C Telea. Data visualization: principles and practice. Boca Raton : CRC Press, 2015.

Referências

- [Lyman & Hal, 2003] [Lyman & Varian, 2003] Peter Lyman and Hal R. Varian, How Much Information, 2003;
ww2.sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info/
- Michael Friendly's web site
 - <http://www.datavis.ca/>
- [TAN, 1999] Text mining: The state of the art and challenges. 1999. Disponível em citeseer.ist.psu.edu/tan99text.html (acessado em 2006.08.10)
- [Tanaka, 1998] Jennifer Tanaka, Drowning in Data, Newsweek, 4/28/98, p. 85

Referências

- [Williams et al. 95] J. G. Williams, K. M. Sochats, and E. Morse. “Visualization.” Annual Review of Information Science and Technology (ARIST) 30 (1995), 161–207
- Aulas de visualização da wiki.icmc.usp.br
 - Prof. Dr. Fernando Paulovich (ICMC/USP)
 - Profa. Dra. Maria Cristina Ferreira de Oliveira (ICMC/USP)
 - Profa. Dra. Rosane Minghim (ICMC/USP)