

Capítulo

2

Keep Calm and Visualize Your Data

Fernanda C. Ribeiro, Bárbara P. Caetano, Melise M. V. de Paula,
Guilherme X. Ferreira, Rafael S. de Oliveira

Abstract

In the last years, information systems have been marked by excessive data available to the user. Information visualization techniques are commonly used to facilitate analysis and understanding of data. However, the constant evolution of technology creates different opportunities for representation of data, which can hinder the development of useful visualizations that are compatible with the purpose of analysis. The purpose here is to present a practical approach that reconciles the literature in information visualization and the various resources available in the construction of graphical representations of data that facilitates the decision-making process.

Resumo

Nos últimos anos, os Sistemas de Informação têm sido marcados pelo excesso de dados disponíveis aos usuários. Técnicas de Visualização de Informação são comumente empregadas para facilitar a análise e o entendimento dos dados. Contudo, a constante evolução da tecnologia cria diferentes oportunidades de representação dos dados, o que pode dificultar a elaboração de visualizações realmente úteis que sejam compatíveis com o propósito da análise. A proposta aqui é apresentar uma abordagem prática que concilia a literatura em visualização de informação e os diversos recursos disponíveis na construção de representações gráficas de dados que sejam facilitadoras para o processo decisório.

2.1. Introdução

O cenário atual é marcado pelo avanço da tecnologia que amplifica as possibilidades de geração de dados. As visualizações de informação vêm sendo cada vez mais abordadas como um meio de viabilizar o entendimento e o uso desses dados.

Historicamente, a visualização de informação vem sendo usada como ferramenta decisiva e fundamental em diferentes processos. Um dos exemplos pioneiros é denominado na literatura como mapa de Snow. Em 1854, após a Revolução Industrial, Londres era marcada pelo crescimento populacional caótico e desorganizado, não havia tratamento de esgoto e a proliferação de doenças era muito comum. Neste mesmo ano, um surto de cólera matou 616 pessoas. John Snow era um físico que contestava a atribuição do miasma como agente da doença. Para refutar esta hipótese, o físico coletou e tabelou os dados sobre a quantidade de mortes em cada endereço. Depois disto, ele elaborou um mapeamento destes dados incluindo a localização das fontes de água distribuídas no local, como ilustrado na Figura 2.1. Ao analisar este mapeamento, foi possível observar que a maioria das mortes se concentrava próxima a uma determinada fonte de água. A partir desta informação, foi constatado que a fonte de água estava contaminada. O surto foi controlado logo após as autoridades terem interditado a fonte [Cairo 2014].



Figura 2.1. Mapa de Snow

Fonte: Retirado de Cairo (2014)

Outro exemplo histórico e clássico foi o mapa elaborado por Charles Minard na campanha russa de Napoleão. No mapa, ilustrado na Figura 2.2, Minard representa o contingente de soldados que cruzaram o rio Niémen no início da campanha (422.000 soldados – representado pela espessura do traço castanho) e a quantidade de soldados que regressaram (apenas 4.000 - indicado pela espessura do traço preto) [Cairo 2014].

Nos dois exemplos apresentados, é possível observar o diferencial quanto à facilidade de análise, proporcionado pelo mapeamento dos dados em uma representação gráfica. Antes de abordar alguns aspectos teóricos e práticos da visualização de informação, é relevante discorrer puramente sobre o termo ou a ação de visualizar, pois é necessário reconhecer algumas nuances que vêm alterando a interpretação da palavra.

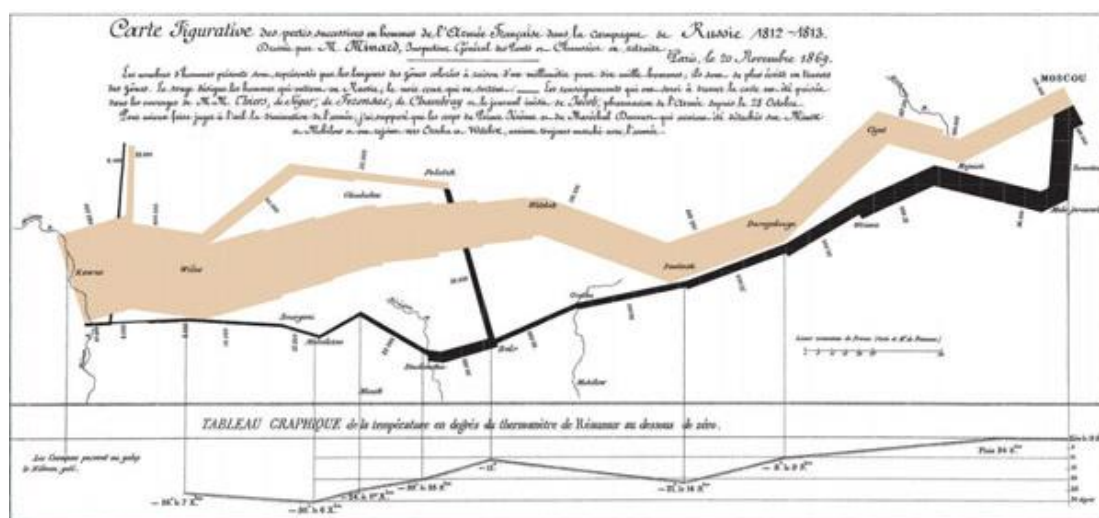


Figura 2.2. Mapa de Minard

Fonte: Retirado de Cairo (2014)

De acordo com Dicio (2016), visualizar significa transformar conceitos abstratos em imagens mentalmente visíveis ou formar uma imagem mental. Nesta definição, estão incluídas quaisquer representações feitas através de imagens podendo ser geradas até mesmo por alucinações. Segundo Ware (2004), visualização pode se referir tanto ao uso de diagramas para transmissão de um sentido quanto ao processamento e transformação de dados em formas gráficas.

No Dicionário Aurélio [Aurélio 2016], encontram-se os seguintes significados para o termo visualização:

- Colocação em evidência de uma maneira material, da ação e dos resultados de um fenômeno.
- Apresentação no ecrã, sob forma gráfica ou alfanumérica, dos resultados de um tratamento de informações.

Comparando os significados da palavra visualização, é possível perceber que o primeiro refere-se ao uso de algum material genérico. Já o segundo significado aborda o uso de uma tela de monitor especificando o recurso a ser utilizado. Essa diferença pode ter sido provocada pelos avanços tecnológicos que fizeram com que o termo deixasse de abordar somente a construção de um modelo mental de forma geral e passasse a descrever um modelo criado através de recursos computacionais [Ware 2004].

Porém, mesmo sendo diferentes do ponto de vista tecnológico, os significados de visualização remetem a um meio para auxiliar o entendimento ou a cognição [Ware 2004], seja colocando em evidência características de um fenômeno ou exibindo resultados de operações com informações. Essa similaridade aponta o principal objetivo da visualização que é aprimorar o sistema cognitivo explorando o sentido da visão e possibilitando uma maior transmissão de informações [Shneiderman 1996] [Ware 2004].

Especificando mais o conceito, a Visualização de Informação (InfoVis) pode ser considerada um tipo de visualização que auxilia no processo de cognição mas está ligada intrinsecamente com a computação. Card and Mackinlay (1997) afirmam, tal qual Shneiderman (1996), que o interesse por esta disciplina de estudo foi ampliado devido ao aumento da disponibilidade de computadores, da capacidade de processamento gráfico e da quantidade de dados.

Na literatura, é possível encontrar várias definições do termo InfoVis como por exemplo:

- InfoVis é uso de representações visuais e interativas dos dados suportadas por computador para ampliar a cognição [Card et al. 1999].
- O objetivo da InfoVis é ampliar o desempenho cognitivo, não apenas para criar imagens interessantes. A InfoVis deve fazer para a mente o que deve fazer os automóveis para os pés [Card 2003].
- A promessa da InfoVis é acelerar nosso entendimento e nossas ações em um mundo de volumes crescentes de informações [Card 2003].

Nestas definições, é possível identificar aspectos importantes do termo, como: o uso do computador, a necessidade de ser esteticamente atraente e interessante e o objetivo principal que é ampliar a capacidade cognitiva do visualizador. Desta forma, a visualização não pode ser considerada estritamente como uma representação gráfica ou o fim de processo, a visualização deve ser entendida como um meio de se chegar a um fim ou uma ferramenta catalizadora do processo de criação do conhecimento.

O objetivo deste minicurso é apresentar conceitos sobre a área de Visualização de Informação além de apresentar um framework que pode ser utilizado desde a concepção da representação do dado até a validação da visualização. Espera-se que ao final do minicurso, o participante tenha adquirido conhecimento não somente das tecnologias abordadas, mas também dos conceitos que fundamentam o processo de construção de uma visualização como uma ferramenta efetivamente útil.

Este capítulo é composto de quatro seções principais. Após da introdução, a Seção 2.2 apresenta o conceito de Visualização de Informação e os aspectos considerados importantes para elaborar uma visualização, como: o Mantra da Visualização, a Teoria de Gestalt e as tarefas perceptuais. Na Seção 2.3 são apresentados alguns exemplos do uso inadequado de algumas técnicas de visualização e também é descrito um framework para elaboração de visualizações. A Seção 2.3 ainda apresenta uma classificação dos recursos e iniciativas relacionados à visualização. Por fim, na Seção 2.4 estão as bibliografias relevantes na área de Visualização de Informação.

2.2. Visualização de Informação

O processo de criação de InfoVis é interdisciplinar por natureza pois requer conhecimento em diversas áreas. Contudo, esta interdisciplinaridade não pode ser considerada apenas uma justaposição de conceitos, as diferentes fontes de conhecimento devem estabelecer uma relação simbiótica e harmônica de forma a promover o benefício

desejado. A Figura 2.3 representa este entendimento. A ilustração pode ser dividida em duas partes e analisada também sob essa perspectiva:

- (a) Os recursos (disciplinas de estudo, ferramentas e conhecimento - tácito ou explícito) necessários para a adequada elaboração de uma visualização de informação.
- (b) Áreas de aplicação nas quais a visualização é parte essencial ou crítica para a obtenção de resultados ou a própria existência da área em questão.

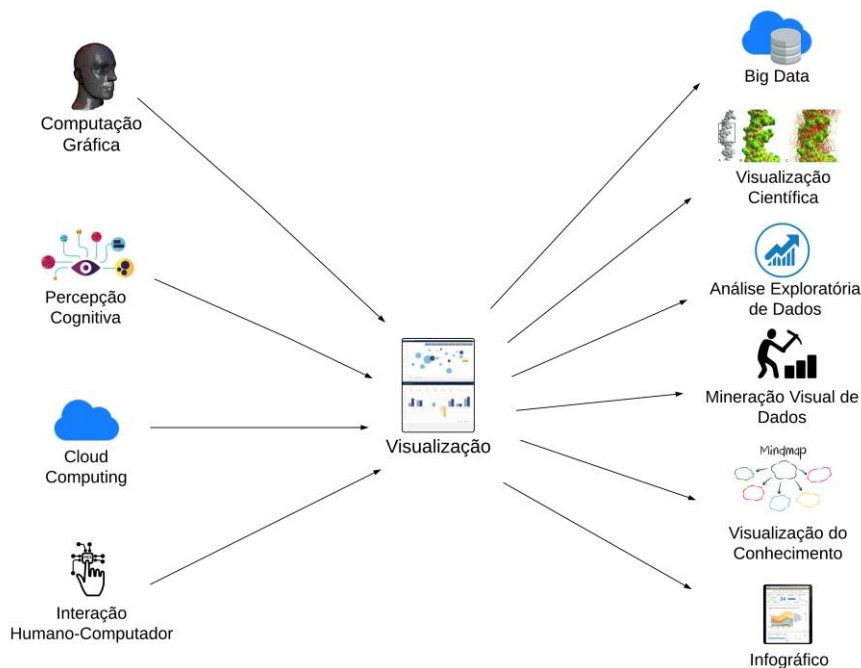


Figura 2.3. Recursos e Áreas de Aplicação da InfoVis

Vale destacar que a Figura 2.3 não pode ser considerada uma representação que ilustra, em sua totalidade, a interdisciplinaridade da InfoVis. Dependendo da abordagem considerada, podem existir outros conceitos/ferramentas que poderiam ser considerados.

Quanto aos recursos, em Freitas et al. (2001), os autores apresentam a InfoVis como sendo uma área de aplicação da computação gráfica cujo objetivo é facilitar a análise de dados. Em Tanahashi et al. (2010), os autores afirmam que, com a propagação da computação em nuvem, a InfoVis torna-se uma aplicação natural desta área pois pode estender o conceito de recuperação da informação à medida que facilita a descoberta de conhecimento. Em Da Silva (2014), o autor afirma que a InfoVis por ser baseada na interação dos usuários com representações visuais e, conseqüentemente, recebe diversas influências de Interfaces Humano-Computador.

Embora negligenciada, a associação entre a InfoVis e as teorias da Percepção é extremamente relevante para o processo de construção da visualização. Para analisar este aspecto, deve-se fazer três considerações [Alexandre and Tavares 2007]:

- i. A InfoVis é uma ferramenta cognitiva que proporciona a criação do conhecimento através da interpretação da abstração gerada pela percepção visual.

- ii. A InfoVis estimula um processo interpretativo já que a partir de um conjunto de dados, será gerada uma interpretação visual que deverá ampliar a capacidade cognitiva através do estímulo visual.
- iii. A visualização explora principalmente o sentido humano que possui maior aptidão para captação de informação temporal: a visão.

Contudo, a percepção visual e a criação do conhecimento a partir de uma representação gráfica não são fenômenos arbitrários, se baseiam em diversos princípios. Logo, ao elaborar uma visualização de informação é importante considerar estes aspectos.

Em 1996, Shneiderman (1996), ao estabelecer um guia para a construção de visualizações, definiu um princípio básico que foi reconhecido como o Mantra da Visualização: primeiro, visão geral, zoom e filtro, depois, detalhe o que for de interesse. Em 2006, Few (2006) explicou o mantra através de um exemplo. A Figura 2.4 ilustra a variação dos valores de 1.430 ações durante 52 semanas e foi elaborada usando o TimeSearcher 2. Obviamente, a figura não é adequada para comparar valores de ações específicas, mas permite obter várias conclusões a respeito dos dados, por exemplo: a maior concentração de valores está no intervalo entre 7 e 80 dólares e, próximo a 10^a semana, houve um pico de atividade.

Depois de ter uma visão geral dos dados, o próximo passo é focar em algum ponto e examiná-lo com mais detalhes. O foco deve variar em função do interesse da análise. No exemplo dado pelo autor, o foco foi dado no período próximo a 10^a semana. Desta forma, o foco foi dado entre a 8^a e 12^a semana (Figura 2.5). Veja que a barra logo abaixo da figura mostra o foco em relação ao período original de maneira que o visualizador reconheça este período como sendo parte de um todo.

Após o foco, foram selecionadas somente as ações com maiores valores na décima semana. O filtro foi aplicado várias vezes até que se chegasse as 4 ações com maiores valores na 10^a semana (Figura 2.6).

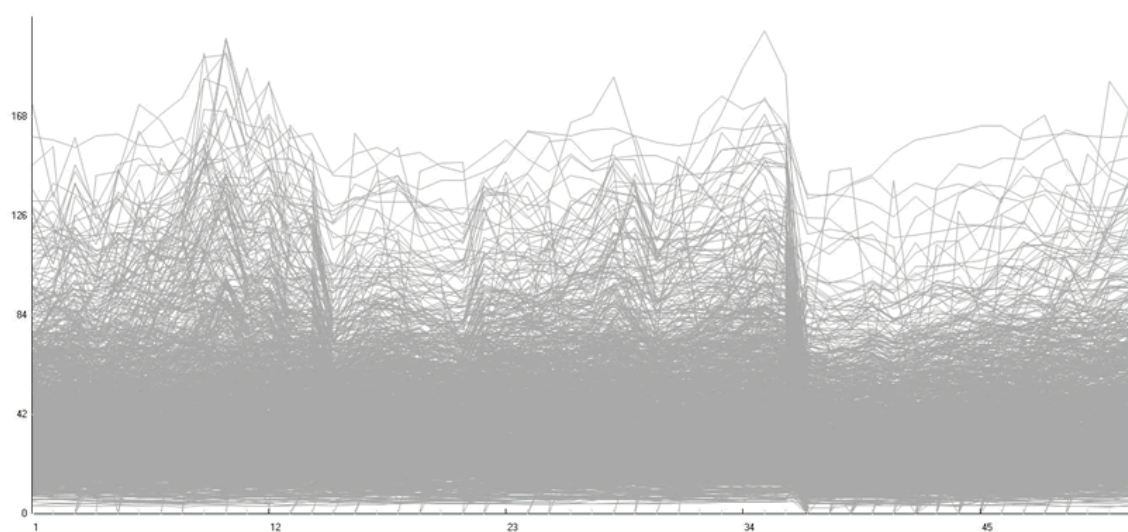


Figura 2.4. Exemplo de InfoVis – Variação de 1430 ações durante 52 semanas

Fonte: Retirado de Few (2006)

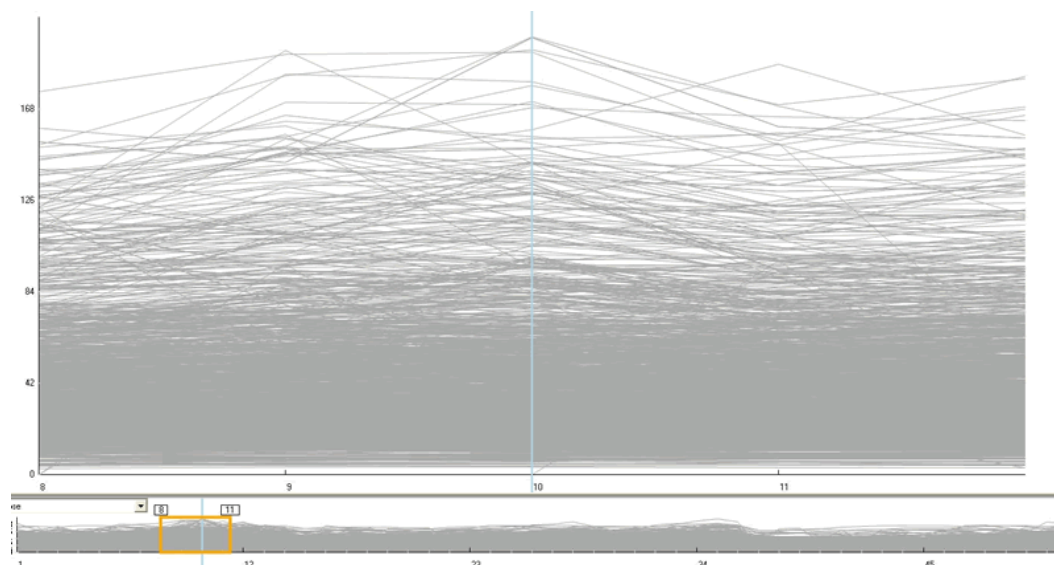


Figura 2.5. Exemplo de InfoVis com Foco – Variação de 1430 ações durante 4 semanas

Fonte: Retirado de Few (2006)

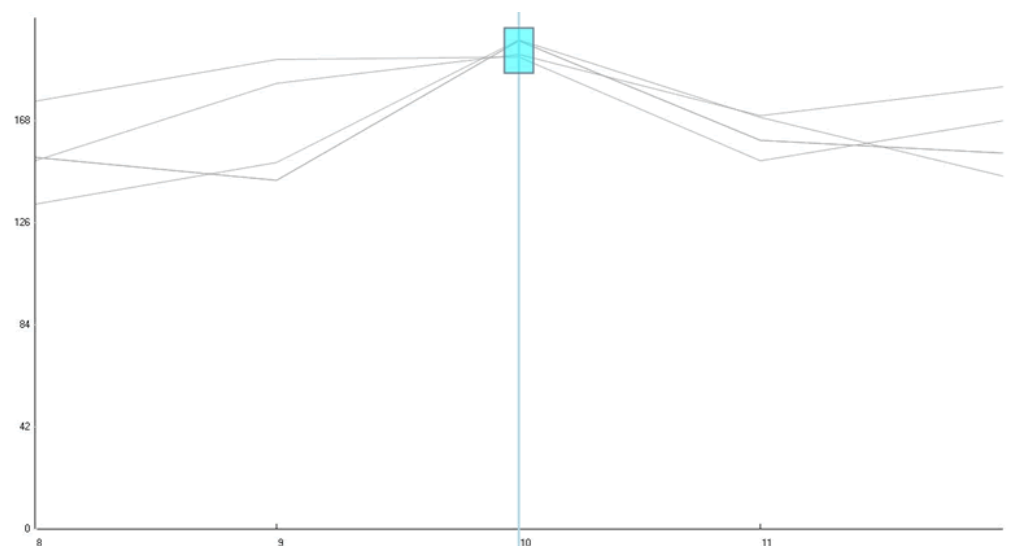


Figura 2.6. Exemplo de InfoVis – Seleção das 4 maiores ações durante uma semana

Fonte: Retirado de Few (2006)

Depois do filtro, são exibidos os detalhes de uma ação em específico (valores por semana e nomes). Na janela de detalhes, são exibidas as ações e seus respectivos valores na semana selecionada (10^a). Na parte inferior da janela de detalhes, são listadas as ações exibidas na janela principal. A Figura 2.7 permite identificar um detalhe interessante dos dados. Veja que na janela de detalhes, são listadas 5 ações, mas aparecem 4 linhas na janela principal. Ao selecionar as demais ações, é possível perceber que uma mesma linha do gráfico representa duas ações diferentes. Esse detalhe pode estimular uma nova investigação iniciando um novo ciclo de análise.

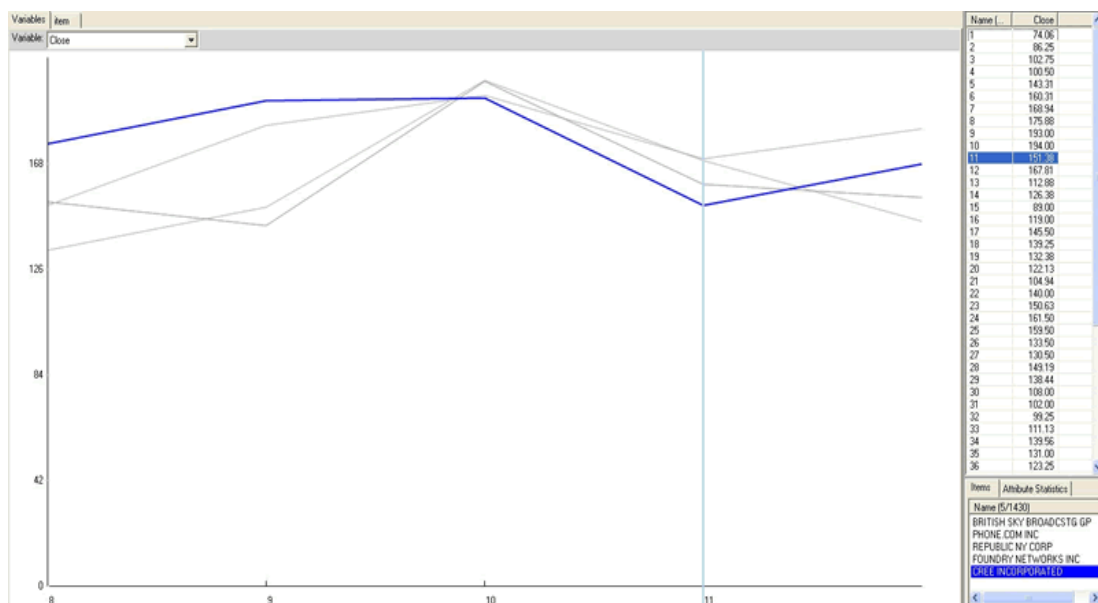


Figura 2.7. Exemplo de InfoVis – Detalhes das ações selecionadas

Fonte: Retirado de Few (2006)

Na Figura 2.8 estão representadas as mesmas cinco ações da Figura 2.7 considerando todo o período de análise (52 semanas) sendo possível identificar que até a 36ª semana, os valores de duas ações foram idênticos. Esta constatação pode sugerir um erro de digitação, por exemplo. Veja que este conhecimento só foi possível obter a partir dos recursos oferecidos pela visualização definidos a partir da sequência lógica estabelecida: o todo, depois as partes. Esta concepção do processo de criação de visualizações está fortemente associada com uma das teorias mais clássicas sobre a percepção: a Teoria de Gestalt.

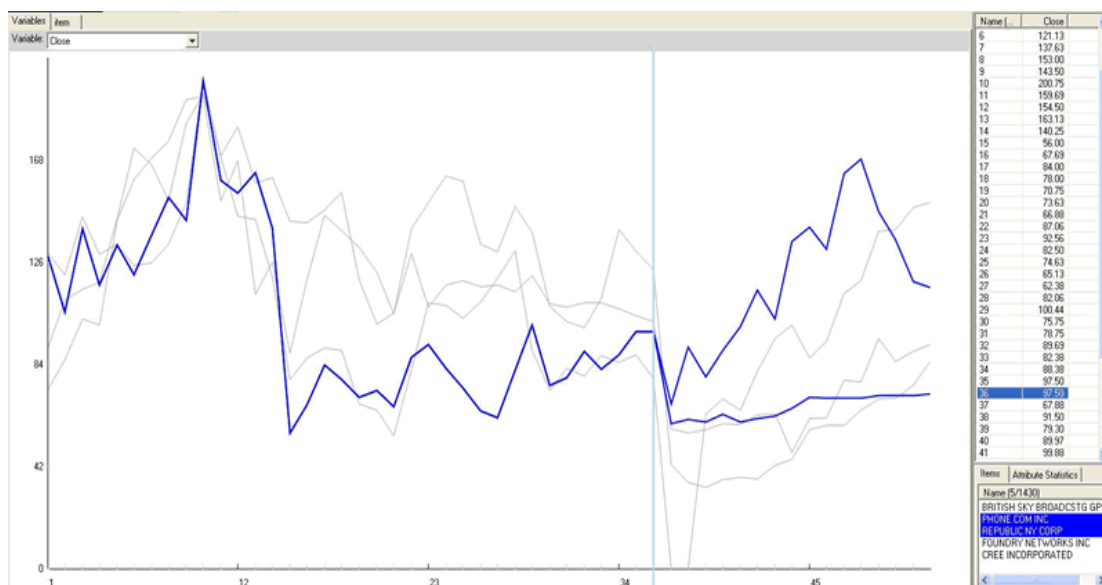


Figura 2.8. Exemplo de InfoVis – Novo ciclo de análise

Fonte: Retirado de Few (2006)

2.2.1. Teoria de Gestalt

O principal axioma da Teoria de Gestalt postula que o todo é mais do que a soma das partes. O conhecimento das partes advém do conhecimento do todo que possui leis próprias que regem suas partes. De acordo com o gestaltismo, a percepção está subordinada a um conceito denominado Pregnância. Um objeto é pregnante quando o mesmo é fácil de ser percebido através das características estruturais [Alexandre and Tavares 2007]. Segundo Alexandre and Tavares (2007), as características que determinam a pregnância de uma imagem são observadas pelas leis da Teoria de Gestalt que são:

- **Proximidade:** elementos que se encontram próximos são percebidos como um grupo [Few 2013], mesmo que não possuam similaridade entre si [Alexandre and Tavares 2007]. Por exemplo, os elementos da imagem à esquerda da Figura 2.9 estão posicionados distantes um do outro e são percebidos como elementos separados. Na imagem à direita, os elementos formam 4 grupos.

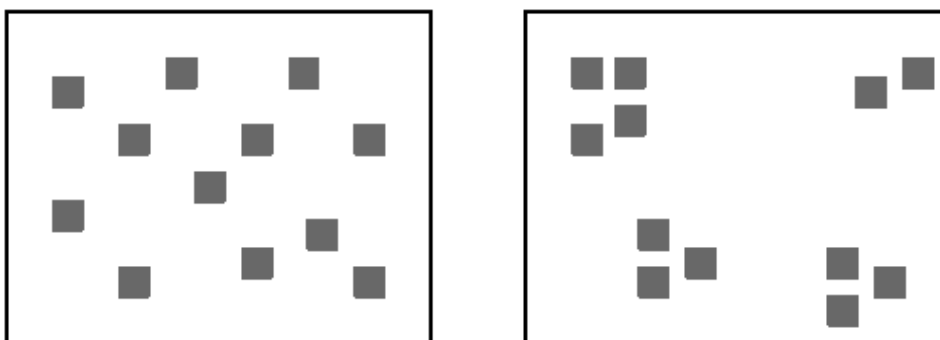


Figura 2.9. Exemplo do princípio de proximidade

Fonte: Retirado de Mazza (2009)

- **Semelhança:** elementos que compartilham características semelhantes (como cor, textura, formato) tendem a ser agrupados [Alexandre and Tavares 2007]. Por exemplo, na Figura 2.10 os objetos de mesmo tamanho (à esquerda) ou com cores diferentes (à direita) são percebidos como pertencentes ao mesmo grupo.

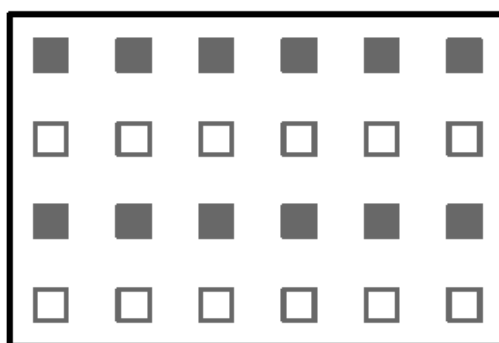


Figura 2.10. Exemplo do princípio de similaridade

Fonte: Retirado de Mazza (2009)

- **Fechamento:** elementos com formas incompletas tendem a ser percebidos como formas completas [Few 2013]. Por exemplo, ao olhar as imagens da Figura 2.11, nós conseguimos enxergar o desenho completo mesmo quando há partes faltando.

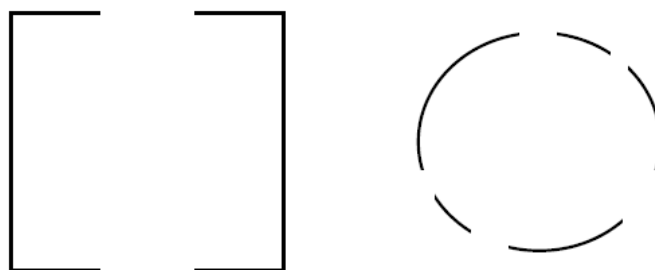


Figura 2.11. Exemplo do princípio de fechamento

Fonte: Retirado de Mazza (2009)

- **Continuidade:** o ser humano tende a perceber uma orientação entre os elementos que parecem construir um fluxo ou um padrão na mesma direção [Alexandre and Tavares 2007]. Segundo Mazza (2009), ao observar a imagem à esquerda na Figura 2.12, nós vemos dois triângulos interrompidos por uma linha horizontal. Não vemos (embora pudesse ser outra possível interpretação da imagem) dois pequenos triângulos, definidos acima da linha, e dois trapézios abaixo [Mazza 2009].

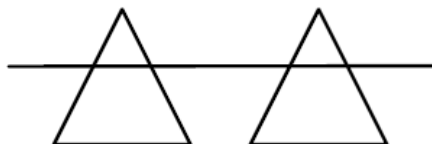


Figura 2.12. Exemplo do princípio de continuidade

Fonte: Retirado de Mazza (2009)

- **Figura/Fundo:** toda imagem pode ser vista como combinação de uma figura e um fundo. A figura distingue-se do fundo por características como: tamanho, forma, cor e posição [Alexandre and Tavares 2007]. Por exemplo, na Figura 2.13, a imagem à esquerda é mais facilmente percebida devido ao alto contraste entre a figura e o fundo.

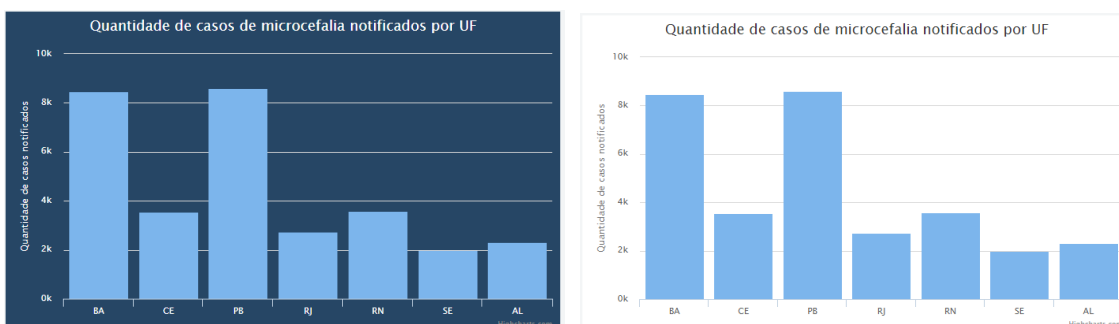


Figura 2.13. Exemplo do princípio de Figura/Fundo

2.2.2. Tarefas Perceptuais

Cleveland and McGill (1984) criaram uma lista de 10 tarefas perceptuais relacionadas à capacidade humana de realizar julgamentos e fazer comparações. De acordo com Cairo (2012), essa lista serve como um guia prático para a escolha da melhor forma gráfica durante o processo de codificação das informações. Essas tarefas estão dispostas em uma escala que varia entre as formas que possibilitam julgamentos mais precisos até julgamentos mais genéricos, conforme mostra a Figura 2.14.

As formas gráficas que possibilitam comparações e julgamentos mais precisos são:

1. Posição ao longo do tempo de uma escala comum
2. Posição ao longo do tempo de escalas não alinhadas
3. Comprimento
4. Direção
5. Ângulo

As formas gráficas que possibilitam comparações e julgamentos mais genéricos são:

6. Área
7. Volume
8. Curvatura
9. Escurecimento
10. Saturação

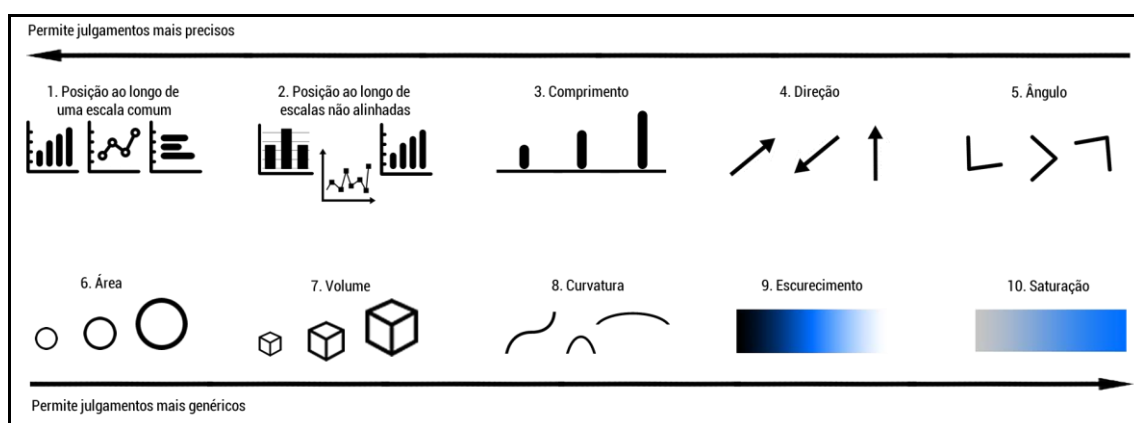


Figura 2.14. Tarefas perceptuais

Fonte: Adaptado de Cleveland and McGill (1984)

De acordo com Cairo (2012), ao utilizar essa escala de Cleveland and McGill (1984), o designer da visualização pode cometer menos equívocos na escolha da forma gráfica. Por exemplo, se o principal objetivo da representação visual for a comparação precisa dos dados, conforme mostra a escala de Cleveland and McGill (1984), utilizar

um gráfico de barras permitiria ao visualizador executar essa tarefa mais facilmente do que utilizando um gráfico de bolhas.

2.3. Visualização na Prática

Atualmente, é notável a diversidade de possibilidades para gerar representações visuais. Segundo Simpson (2014), há uma quantidade crescente de técnicas de visualização criadas para diversas áreas. Essa variedade dificulta a escolha da técnica mais adequada para representar um determinado conjunto de dados. Além disso, é comum encontrar erros não só pela escolha da técnica, mas também pela inadequação da forma como os dados são representados.

Na Seção 2.3.1, serão apresentados alguns exemplos do uso inadequado de algumas técnicas de visualização de maneira que alguns dos erros mais comuns possam ser evitados. Além disso, na Seção 2.3.2, será descrito um framework para elaboração de visualizações de informação baseado na metodologia proposta por Fry (2004).

2.3.1. Exemplos de uso inadequado de técnicas de visualização

Conforme ilustrado na Figura 2.15, o gráfico apresentado pela Globo News sobre o índice de desemprego mostra que, no Brasil, a taxa de desemprego é maior que no Reino Unido, EUA e Alemanha. No entanto, essa informação está errada, pois de acordo com o rótulo da coluna referente ao Brasil, a taxa de desemprego (4,7%) é menor que nesses países que possuem dados acima de 5%. Pode-se supor que a intenção foi destacar os dados referentes ao Brasil. Contudo, o gráfico induz o visualizador achar que a taxa no Brasil é maior, porque a coluna referente ao Brasil é maior que as colunas dos outros países.

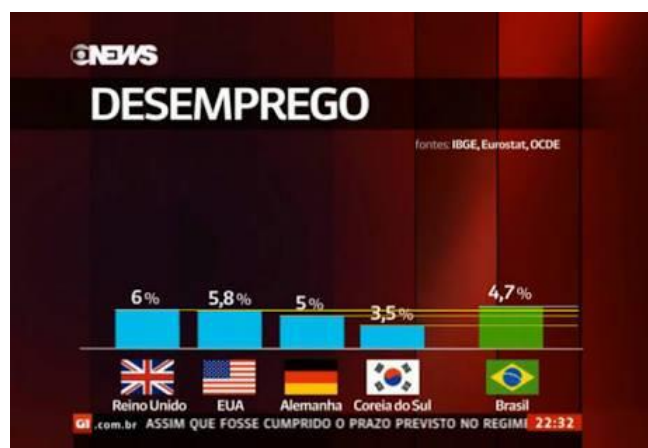


Figura 2.15. Exemplo de uso inadequado - Gráfico de Colunas

Fonte: Retirado de “WTF Visualizations” (2016)

O gráfico da Figura 2.16 mostra dados da anatomia dos convidados do TED Talk, a conferência anual de tecnologia, entretenimento e design. A apresentação dos dados é confusa devido à representação em 3D e em espiral do gráfico de pizza. A largura das fatias que representa as porcentagens é difícil de diferenciar e comparar.

Uma possível solução para melhorar a representação desses dados é remover o 3D, o espiral do gráfico e a textura das cores das fatias, conforme mostra a Figura 2.17.

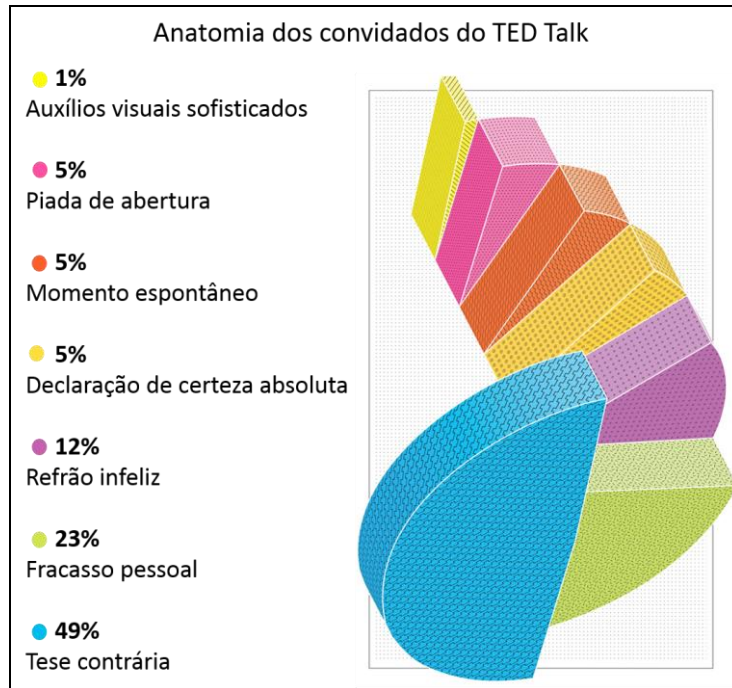


Figura 2.16. Exemplo de uso inadequado – Gráfico de Pizza em Espiral

Fonte: Adaptado de “WTF Visualizations” (2016)

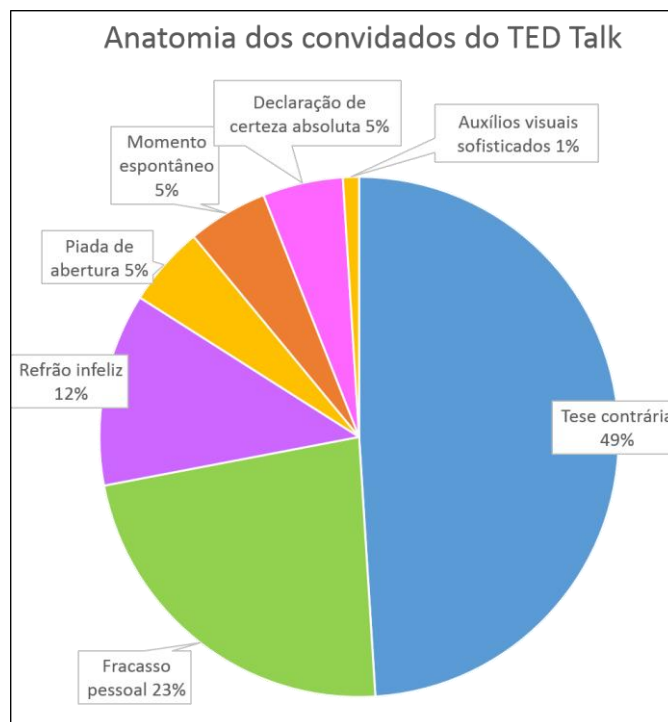


Figura 2.17. Possível solução para o gráfico da Figura 2.16

Os dados apresentados no gráfico da Figura 2.18 mostram as preferências das pessoas em relação à carne de porco. O objetivo foi apresentar qual é a parte mais preferida. O excesso de informação da representação gráfica dificulta e demanda mais tempo para o entendimento dos dados. A textura na borda, a cor do fundo da pizza, as cores no título do gráfico, a legenda redundante, o negrito dos rótulos e o uso do 3D são distrações a mais que não colaboram para o entendimento do dado.

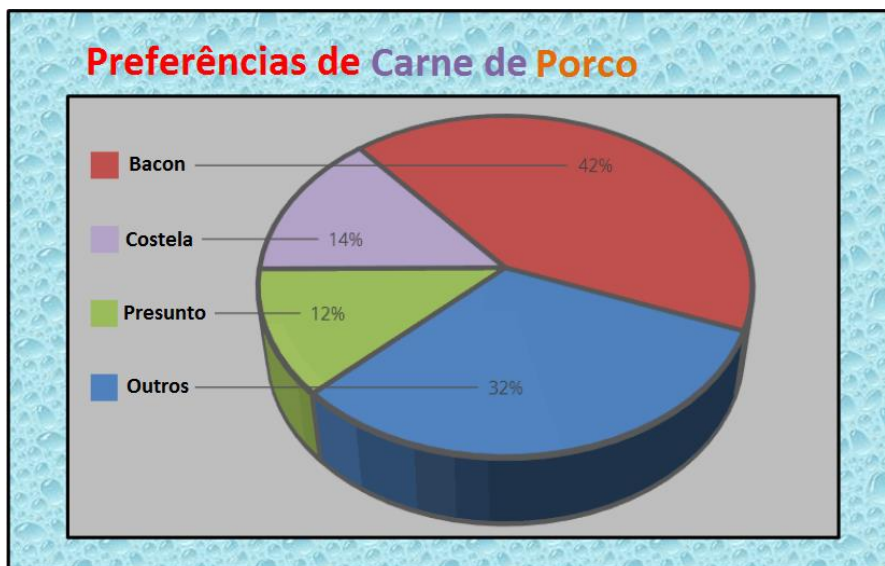


Figura 2.18. Exemplo de uso inadequado - Gráfico de Pizza

Fonte: Adaptado de "Salvaging the Pie" (2016)

A Figura 2.19 apresenta uma possível solução para representar qual é a carne de porco mais preferida. O gráfico de barras neste caso seria mais eficiente por facilitar a comparação. A barra na cor vermelha dá ênfase ao tipo de carne de porco mais preferido. A minimização da quantidade de elementos visuais também auxilia na interpretação rápida do dado.

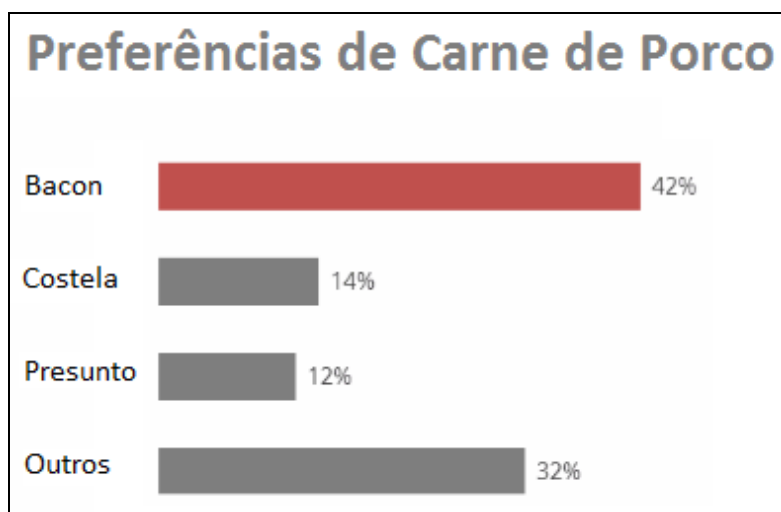


Figura 2.19. Possível solução para o gráfico da Figura 2.18

Fonte: Adaptado de "Salvaging the Pie" (2016)

2.3.2. Framework para criar visualizações

Fry (2004) propôs uma metodologia para auxiliar a criação de visualização de informação que tem como objetivo principal apresentar um método que pudesse atingir um público mais amplo, que não possuísse uma qualificação interdisciplinar, mas que tivesse conhecimento sobre os dados.

Ferreira (2015) identificou a necessidade da adaptação da metodologia proposta por Fry (2004). O trabalho apontou, entre outras melhorias, a inclusão de uma etapa em que fosse possível realizar a análise da qualidade de dados utilizados na visualização. Além disso, diferente da metodologia, a adaptação apresentaria, de forma detalhada, os “passos” que deveriam ser seguidos para atender o objetivo da etapa. A Tabela 2.1 apresenta uma visão geral das etapas.

Tabela 2.1. Visão geral das etapas do framework

Contextualização	Definição do objetivo geral da aplicação e identificação das questões que deverão ser respondidas com os recursos de visualização.
Captura	Obtenção dos dados brutos.
Conversão	Caso os dados capturados não estejam no formato adequado à tecnologia a ser utilizada, é necessário converter estes dados de maneira que possam ser processados.
Limpeza	Tratamento dos dados considerando os aspectos de qualidade de dados que são relevantes para o contexto como, por exemplo, completude dos dados, consistência, duplicatas dentre outros.
Transformação	Gerar novos dados através da transformação dos dados originais, podendo envolver desde a utilização de operações matemáticas simples, como a soma, funções estatísticas, como a média, e técnicas de mineração de dados.
Mapeamento Visual	Consiste na escolha dos elementos gráficos que serão utilizados na aplicação.
Construção Visual	Etapa de desenvolvimento das visualizações.
Interação	Definição e implementação dos recursos de interação do usuário com a visualização.
Validação	Validação da solução elaborada podendo ser utilizados diferentes estratégias.

A esquematização apresentada na Tabela 2.1 deve ser entendida como uma representação simplificada das etapas e não como um modelo rígido. Ainda que a análise deste esquema leve a um entendimento de uma execução sequencial, segundo Fry (2004), as etapas envolvidas na criação de uma visualização de informação tendem a ser executadas de forma cíclica. Além disso, em alguns cenários, algumas etapas podem ser realizadas simultaneamente não sendo possível separar as ações de uma ou outra etapa.

2.3.3. Recursos e iniciativas

A Figura 2.20 apresenta uma classificação dos recursos e iniciativas relacionados à área da visualização de informação. Vale ressaltar que essa classificação não é única e completa.

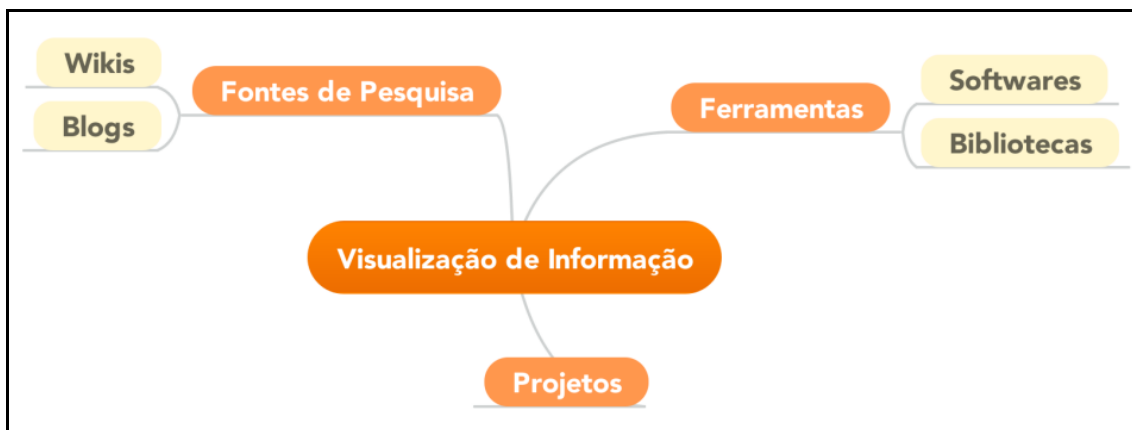


Figura 2.20. Classificação de recursos e iniciativas

Para cada item dessa classificação foi realizado um levantamento dos endereços eletrônicos que são apresentados a seguir.

- **Fontes de pesquisa:**

- **Wikis:**

Infovis Wiki: <http://www.infovis-wiki.net/index.php>

Wiki Viz: <http://www.wikiviz.org/>

- **Blogs:**

The Functional Art: <http://www.thefunctionalart.com/>

Perceptual Edge: <http://www.perceptualedge.com/>

Flowing Data: <http://flowingdata.com/>

Visualising Data: <http://www.visualisingdata.com/>

WTF Visualizations: <http://viz.wtf/>

Information is Beautiful: <http://www.informationisbeautiful.net/>

VizWiz: <http://vizwiz.blogspot.com.br/>

Eagereyes: <https://eagereyes.org/>

Visualization Analysis and Design: <http://www.cs.ubc.ca/~tmm/vadbook/>

Data Visualization: <https://datavisualization.ch/showcases/>

Information Aesthetics: <http://infosthetics.com/>

Darkhorse Analytics: <http://www.darkhorseanalytics.com/blog/>

- **Ferramentas:**

- **Softwares:**
 - Tableau: <http://www.tableau.com/>
 - Watson Analytics: <http://www.ibm.com/analytics/watson-analytics/us-en/>
 - Qlik: <http://www.qlik.com/>
- **Bibliotecas:**
 - D3.js: <https://d3js.org/>
 - D3plus: <http://d3plus.org/>
 - Protovis: <http://mbostock.github.io/protovis/>
 - HighCharts: <http://www.highcharts.com/>
 - JavaScript InfoVis Toolkit: <http://philogb.github.io/jit/>
 - Chart.js: <http://www.chartjs.org/>
 - Chartist.js: <https://gionkunz.github.io/chartist-js/>
 - Prefuse: <http://prefuse.org/>
- **Projetos:**
 - The Data Visualization Catalogue: <http://www.datavizcatalogue.com/>
 - DataViva: <http://pt.dataviva.info/>
 - VisPublica: <http://vispublica.gov.br/>
 - Helpmeviz: <http://helpmeviz.com/2014/02/05/have-data-will-visualize/>
 - Seeing Data: <http://seeingdata.org/>
 - Brightpoint: <http://www.brightpointinc.com/>
 - Visual Telling: <http://www.visual-telling.com/>
 - Labvis: <http://labvis.eba.ufrj.br/>

2.4. Bibliografia

Na Tabela 2.2 são apresentadas bibliografias relevantes na área de Visualização de Informação.

Tabela 2.2. Bibliografias na área de Visualização de Informação

<p>Livro: The Visual Display of Quantitative Information</p> <p>Autor: Edward Tufte</p> <p>Editora: Graphics Press</p> <p>Ano: 1983</p>

Livro: Visualize This: The FlowingData Guide to Design, Visualization, and Statistics

Autor: Nathan Yau

Editora: John Wiley & Sons

Ano: 2011

Livro: Information Dashboard Design: Displaying Data for at-a-glance Monitoring

Autor: Stephen Few

Editora: Analytics Press

Ano: 2013

Livro: Data Visualization: a successful design process

Autor: Andy Kirk

Editora: Packt

Ano: 2012

Livro: The Visual Organization: Data Visualization, Big Data, and the Quest for Better Decisions

Autor: Phil Simon

Editora: Wiley

Ano: 2014

Livro: The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization

Autor: Alberto Cairo

Editora: New Riders

Ano: 2012

Livro: The Wall Street Journal Guide to Information Graphics: The Dos and Don'ts of Presenting Data, Facts, and Figures

Autor: Dona M. Wong

Editora: W. W. Norton & Company

Ano: 2010

Livro: Visualizing Data: Exploring and Explaining Data with the Processing Environment

Autor: Ben Fry

Editora: O'Reilly

Ano: 2008

<p>Livro: Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten Autor: Stephen Few Editora: Analytics Press Ano: 2014</p>
<p>Livro: Readings in Information Visualization: Using Vision to Think Autor: Stuart K. Card, Jock Mackinlay e Ben Shneiderman Editora: Morgan Kaufmann Ano: 1999</p>
<p>Livro: Beautiful Visualization: Looking at Data through the Eyes of Experts Autor: Julie Steele e Noah Iliinsky Editora: O'Reilly Media Ano: 2010</p>
<p>Livro: Data Flow: Design graphique et visualisation d'information Autor: Robert Klanten Editora: Thames & Hudson Ano: 2009</p>
<p>Livro: Data Flow 2: Visualizing Information in Graphic Design Autor: Robert Klanten, N. Bourquin e S. Ehmann Editora: Die Gestalten Verlag Ano: 2010</p>
<p>Livro: Information Graphics: A Comprehensive Illustrated Reference Autor: Robert L. Harris Editora: Oxford University Press Ano: 2000</p>
<p>Livro: Visual Meetings: How Graphics, Sticky Notes and Idea Mapping Can Transform Group Productivity Autor: David Sibbet Editora: Wiley Ano: 2010</p>

<p>Livro: Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data Autor: Stephen Few Editora: O'Reilly Media Ano: 2006</p>
<p>Livro: Information Visualization: Perception for Design Autor: Colin Ware Editora: Morgan Kaufmann Ano: 2004</p>
<p>Livro: Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative Autor: Edward R. Tufte Editora: Graphics Press USA Ano: 1997</p>
<p>Livro: Envisioning Information Autor: Edward R. Tufte Editora: Graphics Press USA Ano: 1990</p>
<p>Livro: The Elements of Graphing Data Autor: William S. Cleveland Editora: Hobart Press Ano: 1994</p>
<p>Livro: Visualizing Data Autor: William S. Cleveland Editora: Hobart Press Ano: 1993</p>
<p>Livro: Visualization of Time-Oriented Data Autor: Wolfgang Aigner, Silvia Miksch, Heidrun Schumann e Christian Tominski Editora: Springer Ano: 2011</p>

Livro: How to Lie with Statistics

Autor: Darrell Huff

Editora: W. W. Norton & Company

Ano: 1993

Livro: Cartographies of Time: A History of the Timeline

Autor: Daniel Rosenberg

Editora: Princeton Architectural Press

Ano: 2012

Livro: Information is Beautiful

Autor: David McCandless

Editora: Hardcover

Ano: 2012

Referências

- Alexandre, D. S. and Tavares, J. M. R. S. (2007). Factores da percepção visual humana na visualização de dados. Congresso de Métodos Numéricos em Engenharia, XXVIII CILAMCE-Congresso Ibero Latino-Americano sobre Métodos Computacionais em Engenharia,
- Aurélio (2016). Dicionário Português - Dicionário do Aurélio Online. <https://dicionariodoaurelio.com/>, [accessed on Apr 21].
- Cairo, A. (2012). The Functional Art: An introduction to information graphics and visualization. New Riders.
- Cairo, A. (2014). The Functional Art: An Introduction to Information Graphics and Visualization: Explaining Snow, Minard, and Nightingale. . <http://www.thefunctionalart.com/2014/05/explaining-snow-minard-and-nightingale.html>, [accessed on Apr 5].
- Card, S. (2003). Information visualization. In: Jacko, J. A.; Sears, A.[Eds.]. . The Human-computer Interaction Handbook. Hillsdale, NJ, USA: L. Erlbaum Associates Inc. p. 544–582.
- Card, S. K. and Mackinlay, J. (1997). The structure of the information visualization design space. In Proceedings of the 1997 IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis '97). , INFOVIS '97. IEEE Computer Society. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=857188.857632>, [accessed on May 30].
- Card, S. K., Mackinlay, J. D. and Shneiderman, B. [Eds.] (1999). Readings in information visualization: using vision to think. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

- Cleveland, W. S. and McGill, R. (1984). Graphical perception: Theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. *Journal of the American Statistical Association*, v. 79, n. 387, p. 531–554.
- Da Silva, C. G. (2014). Visualização de Informação: Introdução e Influências de IHC. In *Companion Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, IHC '14. Sociedade Brasileira de Computação. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2738165.2738200>, [accessed on Apr 21].
- Dicio (2016). Dicionário Online de Português. <http://www.dicio.com.br/>, [accessed on Apr 21].
- Ferreira, G. X. (2015). Explorando o Processo de Criação de Visualização de Informação no Ambiente de Dados Abertos Governamentais. Universidade Federal de Itajubá.
- Few, S. (2006). The Surest Path to Visual Discovery by Stephen Few - BeyeNETWORK. <http://www.b-eye-network.com/view/2674>, [accessed on Apr 21].
- Few, S. (2013). Data Visualization for Human Perception. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2nd Ed.,
- Freitas, C. M. D. S., Chubachi, O. M., Luzzardi, P. R. G. and Cava, R. A. (2001). Introdução à visualização de informações. *Revista de informática teórica e aplicada*, v. 8, p. 143–158.
- Fry, B. J. (2004). Computational information design. Massachusetts Institute of Technology.
- Mazza, R. (2009). *Introduction to Information Visualization*. 1. ed. Springer Publishing Company, Incorporated.
- Salvaging the Pie (2016). <http://www.darkhorseanalytics.com/blog/salvaging-the-pie>, [accessed on Apr 23].
- Shneiderman, B. (sep 1996). The eyes have it: a task by data type taxonomy for information visualizations. In , *IEEE Symposium on Visual Languages*, 1996. Proceedings.
- Simpson, (primeiro) (2014). Survey Analysis: A Beginner's Guide. DataHero Official Blog. <https://datahero.com/blog/2014/04/03/survey-analysis-a-beginners-guide/>, [accessed on Jul 4].
- Tanahashi, Y., Chen, C. K., Marchesin, S. and Ma, K. L. (nov 2010). An Interface Design for Future Cloud-Based Visualization Services. In *2010 IEEE Second International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)*.
- Ware, C. (2004). *Information visualization: perception for design*. 2. ed. San Francisco, CA: Morgan Kaufman.
- WTF Visualizations (2016). <http://viz.wtf/?og=1>, [accessed on Apr 23].