

# The Good, the Bad, and the Biased: Five Ways Visualizations Can Mislead (and How to Fix Them)

Autora: Danielle Albers Szafir

Felipe A. L. Reis



# Informações sobre o Artigo

```
@article{
  author = {Szafir, Danielle Albers},
  title = {The Good, the Bad, and the Biased: Five Ways
    Visualizations Can Mislead (and How to Fix Them)},
  year = {2018},
  issue_date = {July - August 2018},
  publisher = {Association for Computing Machinery},
  address = {New York, NY, USA},
  volume = {25},
  number = {4},
  issn = {1072-5520},
  url = {https://doi.org/10.1145/3231772},
  doi = {10.1145/3231772},
  journal = {Interactions},
  month = jun,
  pages = {26-33},
  numpages = {8}
}
```



## ANÁLISE DO ARTIGO

- Imagens e gráficos nos auxiliam em tarefas de análise de dados, entendimento de conceitos e tomada de decisões
  - No entanto, caso não sejam bem feitas, essas representações podem nos levar a conclusões incorretas;
- No artigo, Szafir (2018) explora problemas comuns na representação das informações
  - O artigo contém, também, recomendações para melhoria dos problemas listados.

- Szafir (2018) indica que parte das informações presentes nas figuras são processadas automaticamente pelos sistemas visuais e cognitivos
  - Ainda que exista uma análise criteriosa, por leitores que saibam interpretar adequadamente gráficos, a informação muitas vezes pode ser pré pré-processada, criando um viés;
  - Além disso, alguns gráficos podem ser lidos de forma superficial, sem o devido cuidado.

Nota: Em cenários em que os gráficos são exibidos em vídeos ou reportagens, a informação pode não ser assimilada adequadamente, levando a conclusões incorretas.

# Introdução

- De forma geral, o artigo divide os problemas de representação nos seguintes tópicos:<sup>1</sup>
  - Gráficos 3D;
  - Escalas e Truncamento de Eixos;
  - Animações;
  - Informações Estatísticas Incompletas;
  - Mapas de Cores.

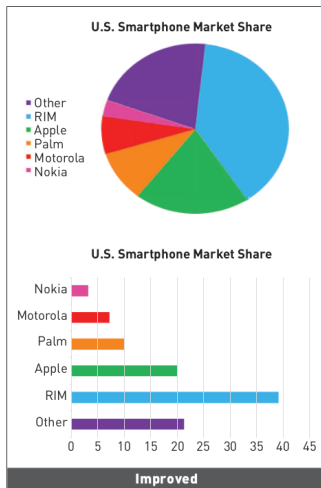
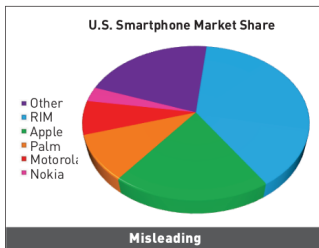
<sup>1</sup>A nomenclatura utilizada uma foi diferente da existente no artigo, para que as informações fiquem mais claras.

# GRÁFICOS 3D

- Gráficos 3D apresentam problemas de oclusão, projeção e ambiguidade
- A transformação de 2D em 3D frequentemente causa perda de percepção dos tamanhos efetivos dos conjuntos;
  - Em gráficos de pizza 3D, alguns grupos podem parecer menores ou maiores que realmente são, dependendo de sua localização na figura.

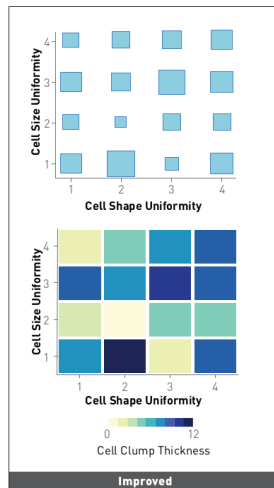
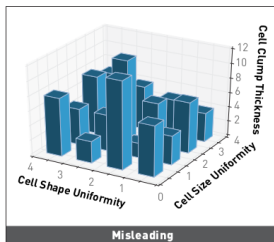


## Gráficos 3D



[Szafir, 2018]

## Gráficos 3D



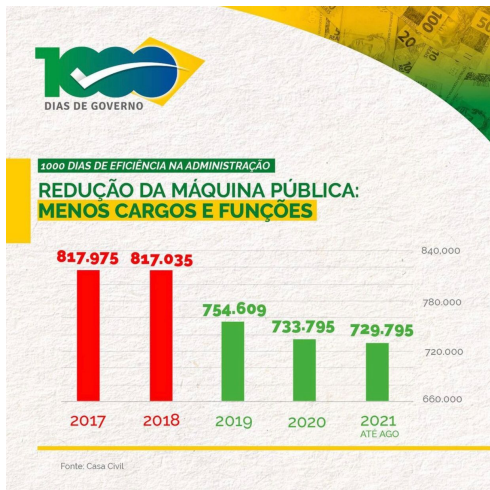
[Szafir, 2018]

# ESCALAS E TRUNCAMENTO DE EIXOS

# Escalas e Truncamento de Eixos

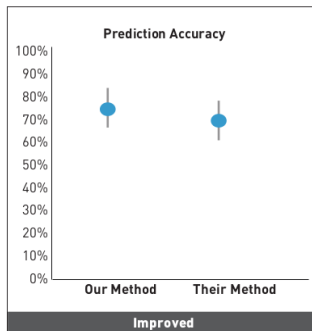
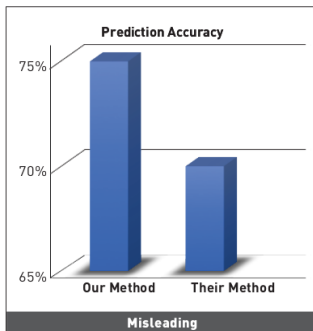
- Escalas diferentes nos eixos  $x$  e  $y$  podem acrescentar um viés aos gráficos
  - Alguns itens podem parecer maiores em uma direção que em outra, levando a conclusões incorretas;
- Truncamento de eixos, utilizados para ressaltar diferenças, podem fazer com que os leitores percebam a informação com um determinado viés
  - Valores próximos podem parecer distantes devido à escala.

# Escalas e Truncamento de Eixos



[Secretaria Especial de Comunicação Social da Presidência da República (SECOM), 2021]

# Escalas e Truncamento de Eixos



[Szafir, 2018]

# Escalas e Truncamento de Eixos

- Quando combinados, escala e truncamento de eixos podem distorcer completamente a informação representada
  - Nesse caso, a possibilidade de análise clara das informações pode ficar comprometida.

# ANIMAÇÕES



# Animações

- Animações podem constituir em uma ferramenta interessante de representação da informação
  - No entanto, podem fazer com que muitas informações sejam perdidas;
  - A mudança de direção e a velocidade pode distrair o espectador de pontos importantes;
  - O direcionamento da atenção pode fazer com que algumas informações passem despercebidas.

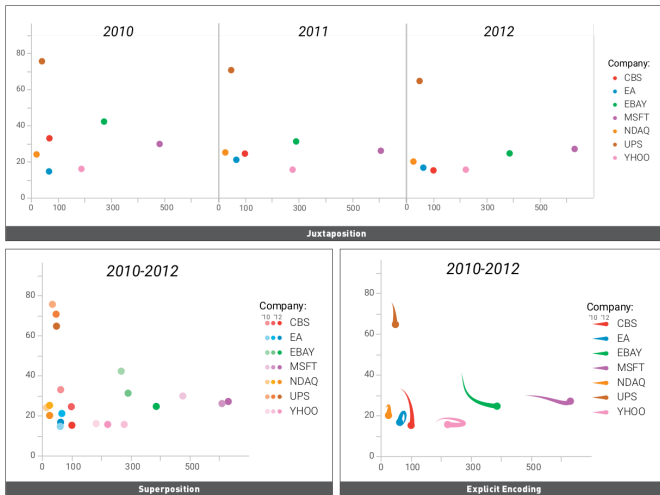
---

Exemplo de como uma animação pode distrair o espectador: <https://www.youtube.com/watch?v=FzeXeXR9cCs>.

# Animações

- Para substituir animações, podemos utilizar gráficos fixos, que representam alteração nos dados ao longo do tempo;
- São comuns as seguintes técnicas para representação:
  - **Justaposição**: escala comparações em conjuntos maiores, porém pode ser difícil comparar com precisão visualizações distantes umas das outras;
  - **Superposição**: possibilita a comparação entre poucos pontos, porém pode causar oclusão quando muitos dados são representados;
  - **Explicit encoding**: pode representar informação saliente ao longo do tempo, porém requer análise cuidadosa da informação a ser representada.

# Animações



[Szafir, 2018]

# INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS INCOMPLETAS

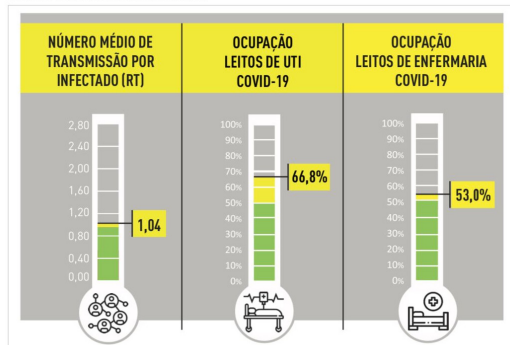
# Informações Estatísticas

- Informações estatísticas básicas adicionadas às barras de um gráfico podem suprimir informações importantes
  - Essas informações ficam resumidas e podem não fornecer um panorama real dos dados;
  - Dados divergentes podem parecer semelhantes.

# Informações Estatísticas Incompletas

## INDICADORES DE MONITORAMENTO - COVID-19 - 16/7

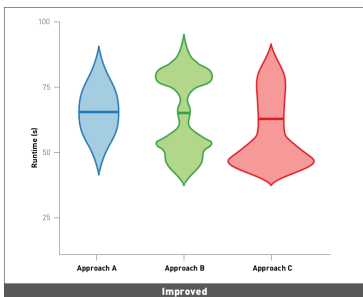
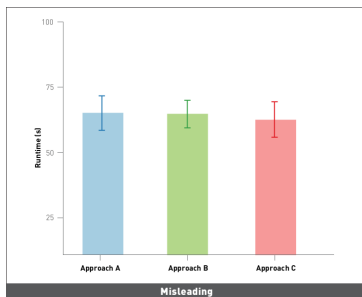
FIGURA 1 Indicadores de Monitoramento.



\*Refere-se à ocupação dos leitos destinados ao tratamento de COVID-19 da Rede SUS e da Rede Suplementar de Saúde de BH.  
Fonte: PBH - atualizado em 16/7/2021.

[Prefeitura de Belo Horizonte, 2021]

# Informações Estatísticas Incompletas



[Szafir, 2018]

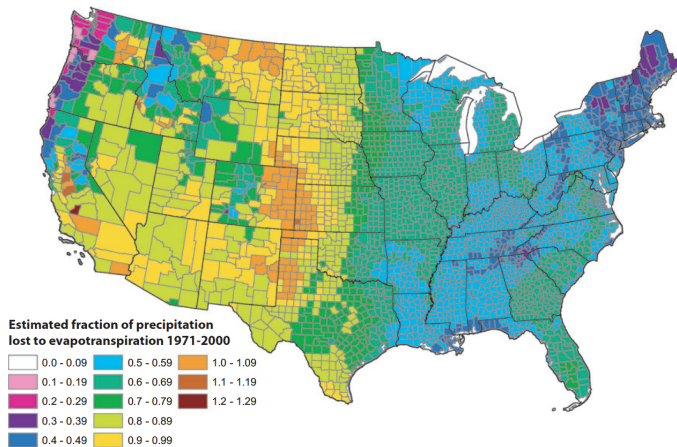
# MAPAS DE CORES



# Mapas de Cores

- Mapas de cores podem levar ao reconhecimento incorreto de padrões de cores
  - Tonalidades, distâncias e composições podem gerar uma percepção incorreta da diferença de cores;
- Em dados contínuos, divisões artificiais podem ser geradas a partir de dados cuja variação seja pequena
  - Cores semelhantes podem ser interpretadas como uma única cor.

# Mapas de Cores



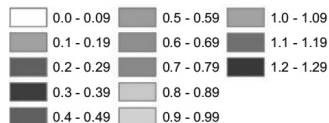
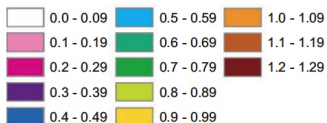
[Sanford and Selnick, 2013]

# Mapas de Cores

- No exemplo anterior, o mapa parece ser dividido em dois grupos distintos - Leste e Oeste;
  - No entanto, ao analisar cuidadosamente a legenda, é possível perceber em alguns grupos não existe uma diferença tão clara entre os valores;
  - Enquanto os valores se alteram suavemente, as cores se alteram abruptamente [Kosara, 2013].

# Mapas de Cores

- Para exemplificar tal situação, podemos remover o matiz (hue) de cores da legenda, preservando apenas a luminância
  - A luminância entre os valores 0.5-0.59, 0.6-0.69 e 0.7-0.79 é muito parecida;
  - O mesmo ocorre para valores 0.8-0.89 e 0.9-0.99;
  - No entanto, entre 0.7-0.79 e 0.8-0.89 existe uma diferença muito grande [Kosara, 2013];



[Kosara, 2013]

# Mapas de Cores

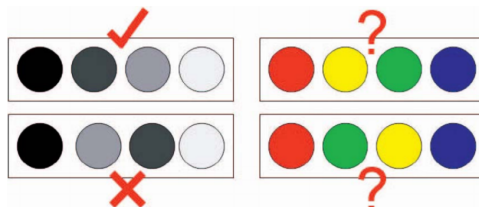
- A divergência na luminância faz com que percebamos:
  - Uma alteração suave entre o amarelo e verde-amarelado;
  - Uma alteração grande entre o verde e verde-amarelado.
  - No entanto, tal diferença não existe!
- Podemos ainda perceber que não existe uma direção de crescimento consistente da luminância.

# Mapas de Cores

- Mapas de cores no padrão RGB (*rainbow colormaps*) podem levar a conclusões incorretas
  - Segundo a autora, alguns artigos indicam que o uso desses gráficos distorcem os dados, mesmo para pessoas que os utilizam diariamente;
  - [Borkin et al., 2011] *apud* [Szafir, 2018] indica que a alteração de colormaps em formato RGB para padrões de cores comuns levou a um aumento da identificação correta de problemas cardíacos, por especialistas, de 50% para 81%;

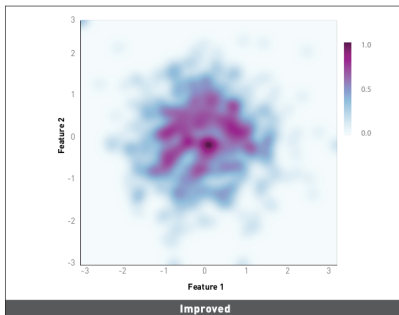
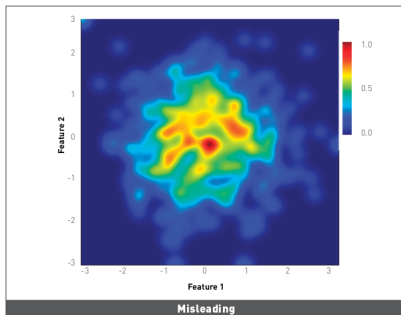
# Mapas de Cores

- Para substituição dos rainbow colormaps, sugere-se o uso de cores com crescimento monotônico da luminância
  - Apesar de menos atraentes que os mapas multicoloridos, esse recurso auxilia na percepção de ordenação da informação.



[Borland and Taylor li, 2007]

# Mapas de Cores

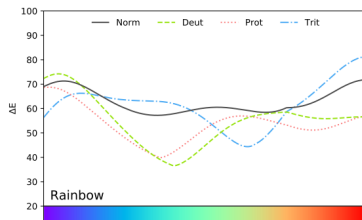
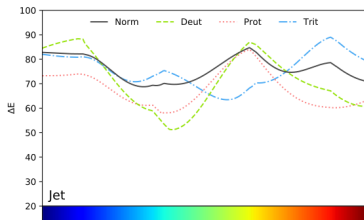


[Szafir, 2018]



# Mapas de Cores - Acessibilidade

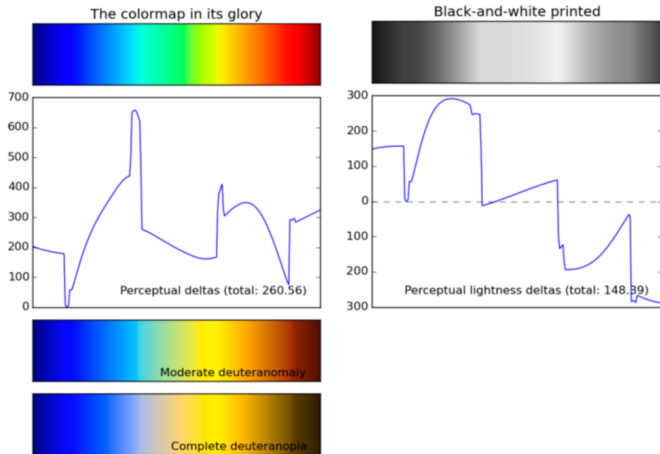
- Além dos problemas previamente listados, *rainbow (jet)* *colormaps* não atendem requisitos de acessibilidade
  - Esses mapas não são de fácil compreensão para daltônicos.



[Petroff, 2019]

“Norm”, “Deut”, “Prot” e “Trit” são abreviações para visão de cores Normal, Deuteranopia, Protanopia e Tritanopia, respectivamente. Distância de percepção mais alta,  $\Delta E$ , são melhores melhor, assim como linhas de discernibilidade mais suaves e consistentes.

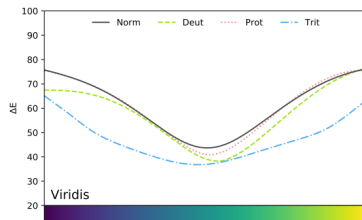
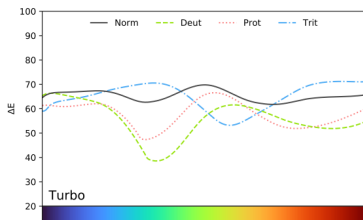
# Mapas de Cores



[Gorelik, 2020]

## Mapas de Cores - Acessibilidade

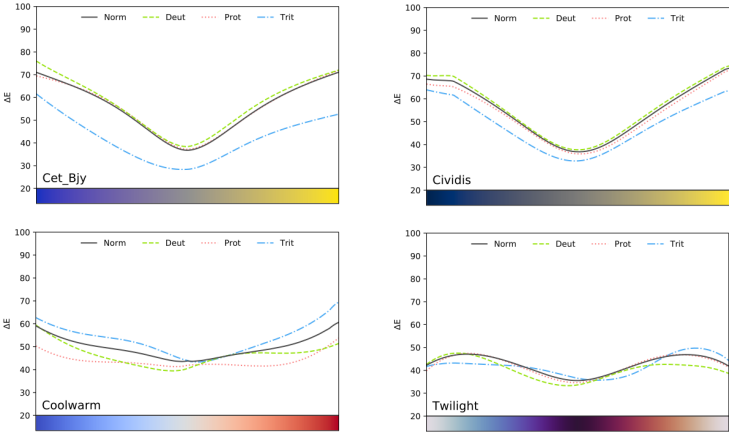
- Como alternativa aos jet colormaps, algumas soluções foram recentemente propostas,
  - Soluções como os mapas Turbo [Mikhailov, 2019], Parula [Matlab, 2021] e Viridis podem melhorar a percepção de cores.



[Petroff, 2019]

# Mapas de Cores - Acessibilidade

- Outras soluções também podem ser adotadas:



[Petroff, 2019]

Obrigado  
pela sua atenção!

# References I



Borkin, M., Gajos, K., Peters, A., Mitsouras, D., Melchionna, S., Rybicki, F., Feldman, C., and Pfister, H. (2011).  
Evaluation of artery visualizations for heart disease diagnosis.  
[IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics](#), 17(12):2479–2488.



Borland, D. and Taylor Li, R. M. (2007).  
Rainbow color map (still) considered harmful.  
[IEEE Computer Graphics and Applications](#), 27:14–17.



Gorelik, B. (2020).  
What is the biggest problem of the jet and rainbow color maps, and why is it not as evil as i thought?  
[Online]; acessado em 01 de Outubro de 2021. Disponível em: <https://gorelik.net/2020/08/17/what-is-the-biggest-problem-of-the-jet-and-rainbow-color-maps-and-why-is-it-not-as-evil-as-i-tho>



Kosara, R. (2013).  
How the rainbow color map misleads.  
[Online]; acessado em 01 de Outubro de 2021. Disponível em:  
<https://eagereyes.org/basics/rainbow-color-map>.



Matlab (2021).  
Parula.  
[Online]; acessado em 01 de Outubro de 2021. Disponível em:  
<https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/parula.html>.

# References II



Mikhailov, A. (2019).

Turbo, an improved rainbow colormap for visualization.

[Online]; acessado em 01 de Outubro de 2021. Disponível em:

<https://ai.googleblog.com/2019/08/turbo-improved-rainbow-colormap-for.html>.



Petroff, M. (2019).

Discernibility of (rainbow) colormaps.

[Online]; acessado em 01 de Outubro de 2021. Disponível em:

<https://mpetroff.net/2019/08/discernibility-of-rainbow-colormaps/>.



Prefeitura de Belo Horizonte (2021).

Boletim epidemiológico e assistencial.

[Online]; acessado em 03 de Outubro de 2021. Disponível em:

[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/saude/2021/boletim\\_epidemiologico\\_assistencial\\_313\\_covid-19\\_16-07-2021.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/saude/2021/boletim_epidemiologico_assistencial_313_covid-19_16-07-2021.pdf).



Sanford, W. E. and Selnick, D. L. (2013).

Estimation of evapotranspiration across the conterminous united states using a regression with climate and land-cover data.

[Journal of The American Water Resources Association](#), 49:217–230.



Secretaria Especial de Comunicação Social da Presidência da República (SECOM) (2021).

Redução da máquina pública: Menos cargos e funções.

[Online]; acessado em 03 de Outubro de 2021. Disponível em:

<https://www.instagram.com/p/CUdrz3mt9cB/>.

# References III



Szafir, D. A. (2018).

The good, the bad, and the biased: Five ways visualizations can mislead (and how to fix them).  
[Interactions](#), 25(4):26â33.