

# Comparando Mapas de Cores para Visualização Científica

Uma análise do Rainbow vs. Mapas Cientificamente Derivados (Batlow, Lapaz e Bamako)

Rafael Meirelles Jorge, Thiago Leal, Vinicius Cantanhede, Filipe Sampaio

Brasília, 05 de maio de 2025

## 1 Introdução e Objetivo

A escolha de mapas de cores é um aspecto crítico na visualização de dados científicos, impactando diretamente a interpretação das informações. Visualizações científicas inadequadas podem levar a conclusões equivocadas.

Este trabalho tem como objetivo **analisar como diferentes mapas de cores afetam a interpretação de dados**, comparando:

- O tradicional mapa “rainbow”
- Três mapas cientificamente derivados:
  - **Batlow** (azul-amarelo/laranja)
  - **Lapaz** (azul-branco/amarelo)
  - **Bamako** (azul-magenta-amarelo)

A discussão é baseada nos conceitos apresentados nos artigos “Using Colour to Communicate” e “The misuse of colour in science communication” (Nature Communications 11, 5444, 2020).

## 2 Conjuntos de Dados Utilizados

Para esta análise, utilizamos três conjuntos de dados relacionados ao desenvolvimento humano global:

- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)
- Expectativa de vida
- Índice de felicidade (Cantril ladder score)

## 3 Características dos Mapas de Cores Analisados

1. **Rainbow**: Tradicionalmente usado em visualizações científicas, apresenta transições por todo o espectro de cores do arco-íris, do violeta ao vermelho.
2. **Batlow**: Mapa científico que vai do azul escuro ao amarelo/laranja, com transições suaves e perceptualmente uniformes.

3. **Lapaz**: Mapa científico com transição do azul para o branco/amarelo, projetado para ser perceptualmente uniforme.
4. **Bamako**: Mapa científico com transição do azul para o magenta e amarelo, oferecendo uma alternativa estética distinta.

## 4 Visualizações e Análises

### 4.1 Comparação dos Gradientes

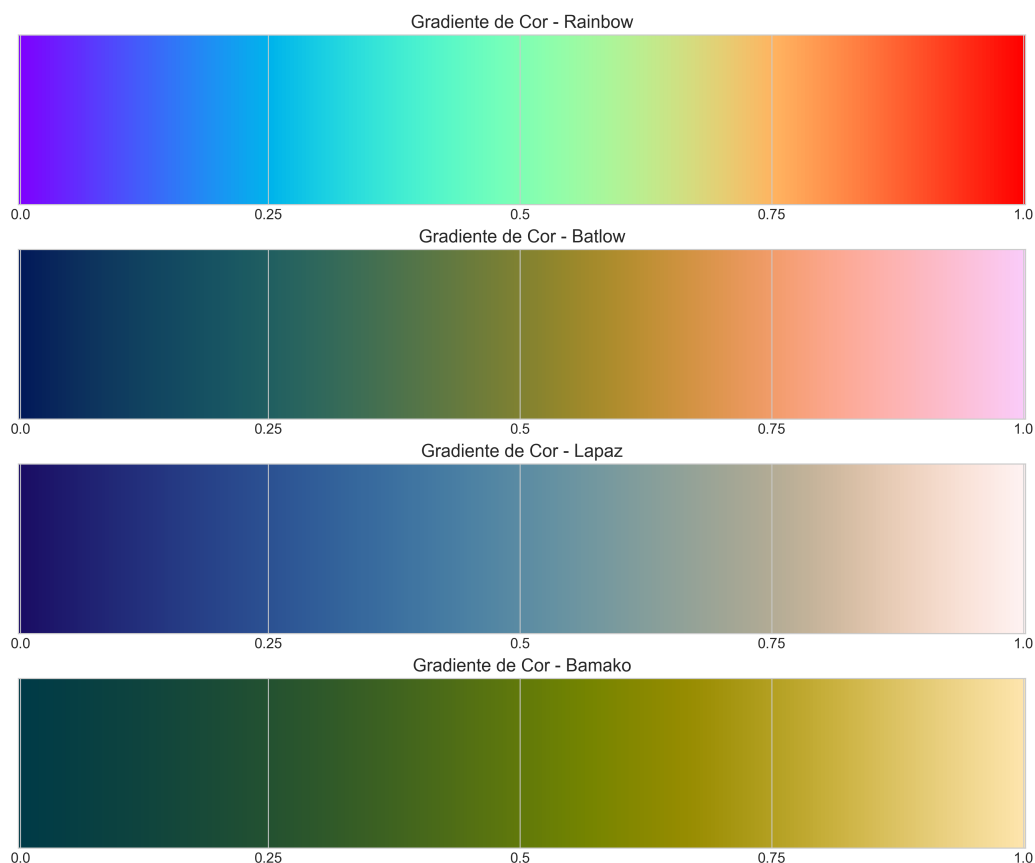


Figura 1: Comparação visual dos gradientes de cores entre os diferentes mapas analisados

**Problema do Rainbow:** Apresenta “bandas” de cores com aparentes larguras diferentes, criando a ilusão de que certas faixas de valores são mais amplas que outras.

**Vantagem dos Mapas Científicos:** Mantêm progressão uniforme, representando melhor a linearidade dos dados.

## 4.2 Gráficos de Barras

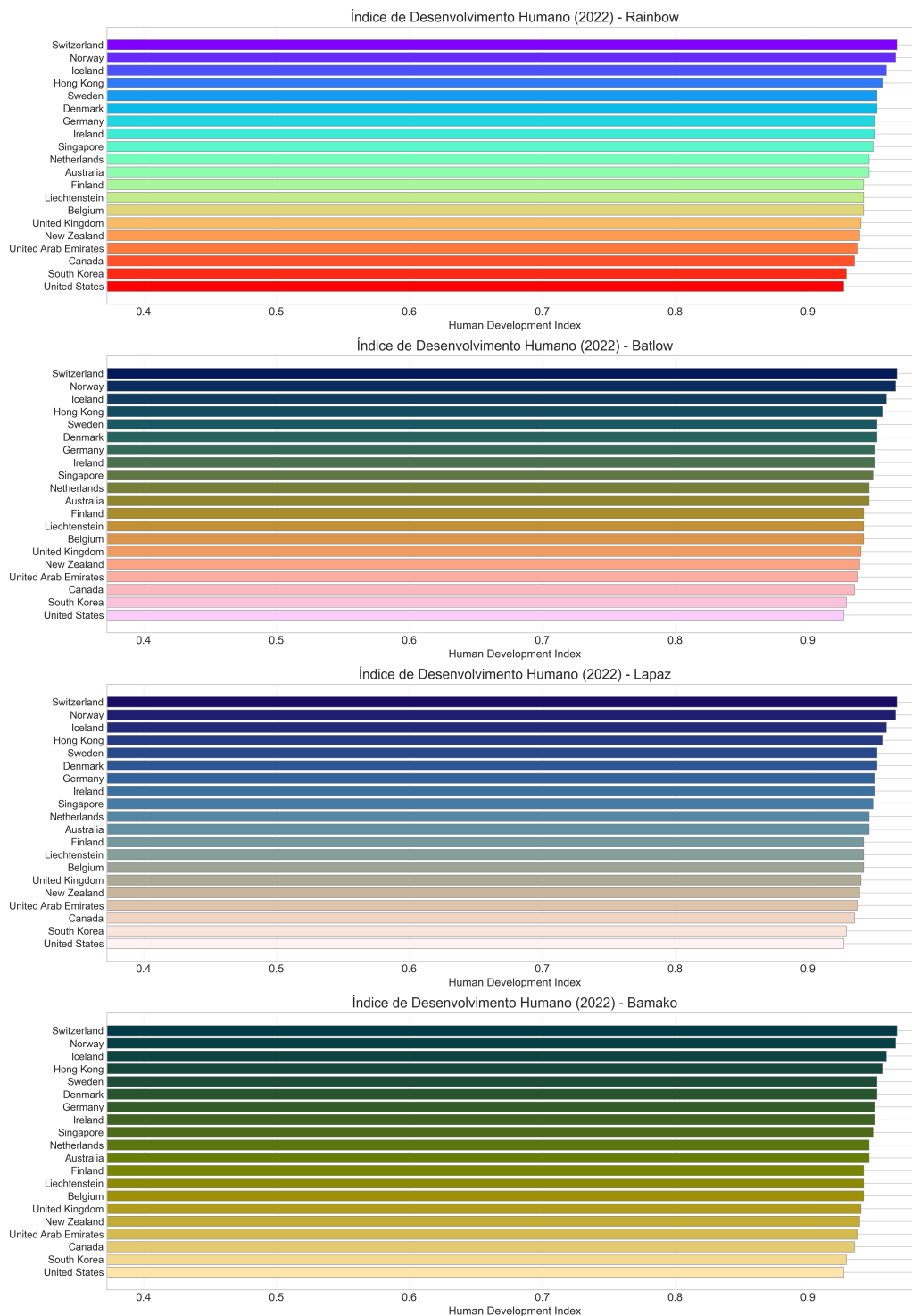


Figura 2: Comparação de gráficos de barras usando os diferentes mapas de cores

**Problema do Rainbow:** Transições abruptas entre cores (como do amarelo para o verde) criam divisões artificiais nos dados que não correspondem a mudanças significativas.

**Vantagem dos Mapas Científicos:** Oferecem progressões mais uniformes e intuitivas, permitindo melhor interpretação da distribuição real dos valores.

### 4.3 Gráficos de Dispersão

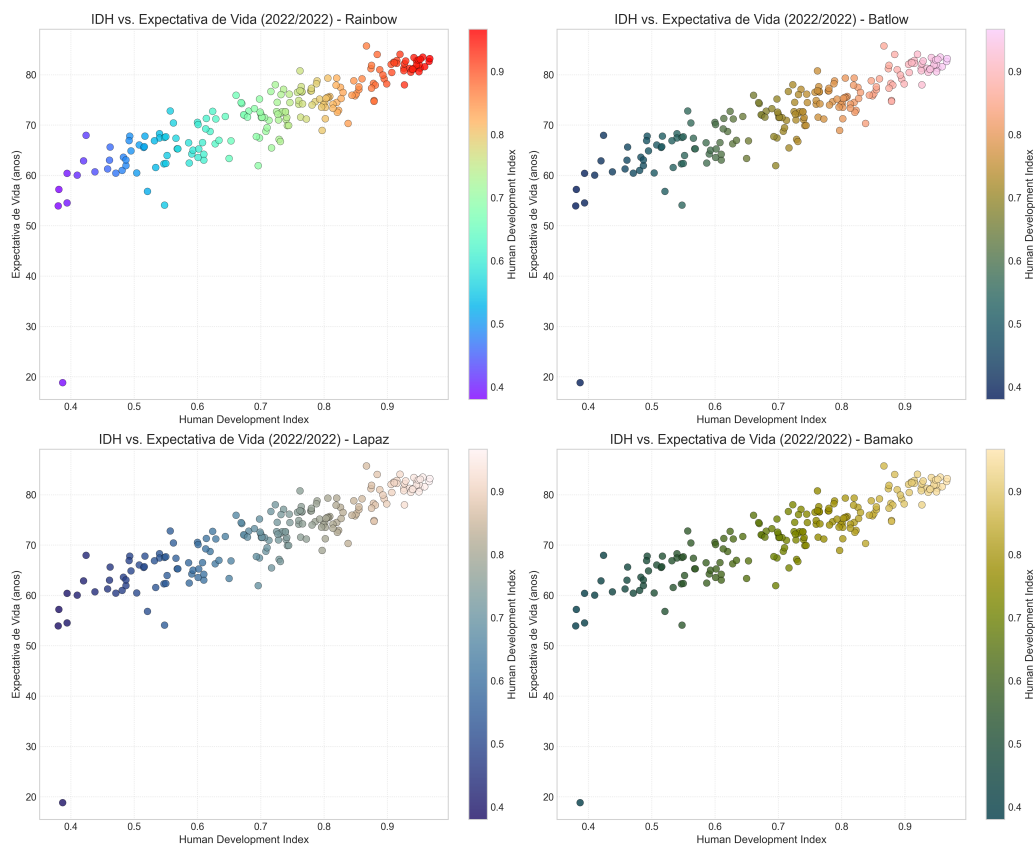


Figura 3: Comparação de gráficos de dispersão usando os diferentes mapas de cores

**Problema do Rainbow:** Difícil determinar a ordenação dos pontos pela cor, pois as mudanças de tonalidade não correspondem linearmente às mudanças nos valores.

**Vantagem dos Mapas Científicos:** Permitem interpretações mais intuitivas da relação entre IDH e expectativa de vida, com progressões de cor que refletem melhor as mudanças nos dados.

## 4.4 Mapas de Calor

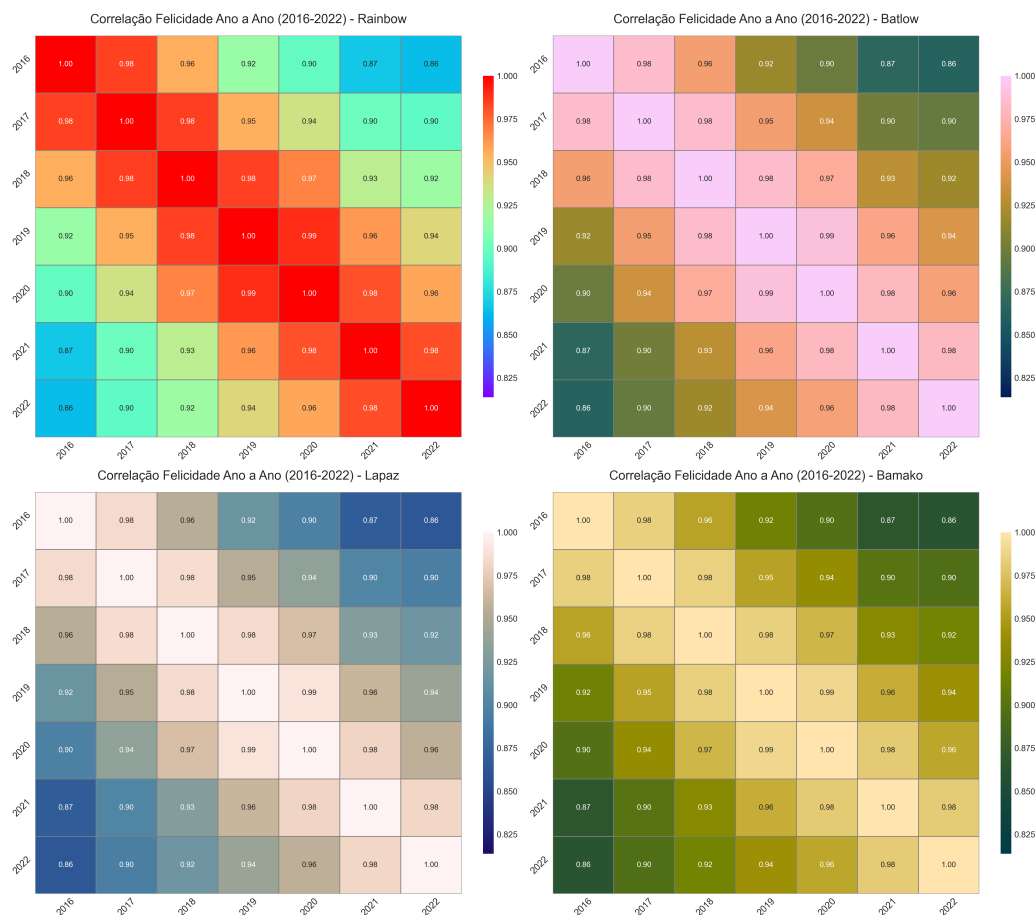


Figura 4: Comparação de mapas de calor usando os diferentes mapas de cores

**Problema do Rainbow:** Cria fronteiras artificiais entre células adjacentes, dificultando a percepção da estrutura real dos dados.

**Vantagem dos Mapas Científicos:** Oferecem transições mais suaves que representam melhor as relações entre os dados.

#### 4.5 Acessibilidade: Simulação em Escala de Cinza

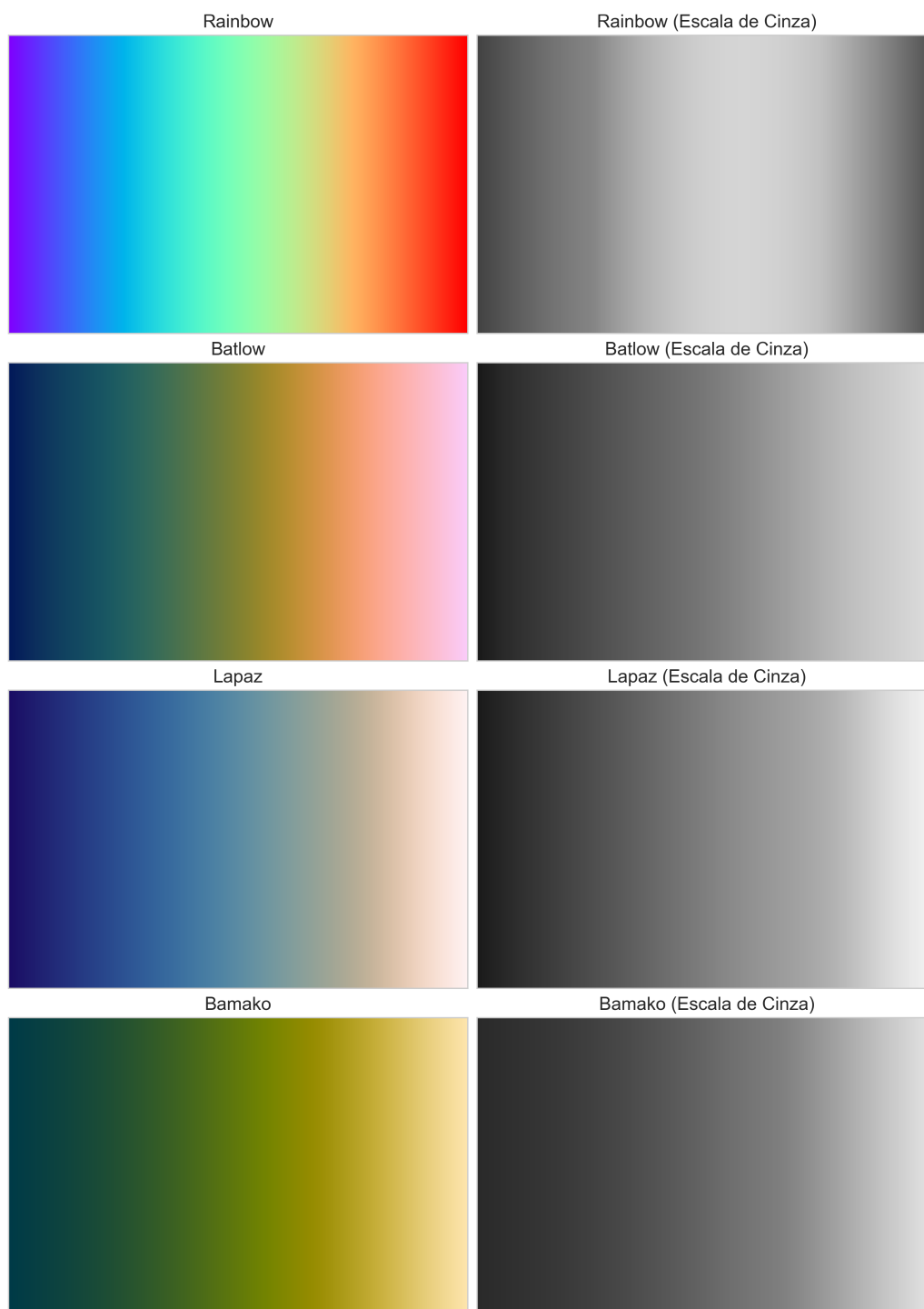


Figura 5: Simulação dos diferentes mapas de cores em escala de cinza

**Problema do Rainbow:** Perde quase toda informação quando convertido para escala de cinza, tornando-se inutilizável para pessoas com deficiência na percepção de cores ou quando impresso em preto e branco.

**Vantagem dos Mapas Científicos:** Preservam a estrutura dos dados mesmo em escala de cinza, sendo mais acessíveis e inclusivos.

## 5 Problemas Fundamentais do Rainbow

1. **Distorções de percepção:** O rainbow sub-representa certas variações de dados em algumas regiões do espectro e super-representa em outras. Por exemplo, a transição entre verde e azul parece ocorrer mais rapidamente que outras transições.
2. **Falsas fronteiras:** Cria divisões artificiais em dados contínuos. Nos gráficos de barras e mapas de calor, é possível ver como o rainbow sugere “degraus” ou grupos em dados que na verdade têm progressão contínua.
3. **Ordem não intuitiva:** A sequência de cores do arco-íris não transmite naturalmente uma ordem crescente ou decrescente, dificultando a interpretação imediata.
4. **Problemas de acessibilidade:** Como demonstrado na visualização em escala de cinza, o rainbow torna-se praticamente inutilizável para pessoas com deficiência na percepção de cores.

## 6 Vantagens dos Mapas Científicos

1. **Uniformidade perceptual:** Representam mudanças de valores com mudanças perceptuais uniformes, evitando a distorção visual presente no rainbow.
2. **Acessibilidade:** Mantêm sua capacidade informativa mesmo quando convertidos para escala de cinza, sendo mais inclusivos.
3. **Ordem intuitiva:** Usam gradientes de luminosidade consistentes, facilitando a interpretação natural da sequência de valores.
4. **Sem falsas características:** Oferecem transições suaves que representam fielmente os dados sem criar padrões visuais artificiais.

## 7 Comparação Entre os Mapas Científicos

Cada um dos mapas científicos apresenta características próprias que podem ser mais adequadas para diferentes tipos de visualização:

### 7.1 Batlow

- **Pontos fortes:** Excelente discriminação em toda a faixa de valores, com contraste claro entre extremos.
- **Aplicação ideal:** Visualizações que precisam mostrar claramente a progressão gradual dos dados, como mapas de temperatura ou altitude.

### 7.2 Lapaz

- **Pontos fortes:** Contraste marcante entre valores extremos, com ênfase especial em valores altos.
- **Aplicação ideal:** Dados onde os extremos são importantes, como anomalias de temperatura ou análises de risco.

### 7.3 Bamako

- **Pontos fortes:** Oferece uma alternativa estética distinta com sua transição de azul para magenta e amarelo.
- **Aplicação ideal:** Quando se deseja um esquema de cores diferenciado mantendo as propriedades científicas.

## 8 Conclusão

A análise comparativa demonstra claramente como o tradicional rainbow, apesar de sua popularidade, apresenta problemas significativos que podem levar a interpretações equivocadas dos dados científicos:

- Distorção na percepção de variações de dados
- Criação de fronteiras artificiais em dados contínuos
- Dificuldade de interpretação ordinal
- Exclusão de pessoas com deficiência na percepção de cores

Em contraste, os mapas de cores cientificamente derivados (batlow, lapaz e bamako) oferecem alternativas superiores, cada um com características específicas que podem ser mais adequadas para diferentes tipos de dados e objetivos de visualização, mas todos compartilhando as qualidades essenciais de uniformidade perceptual e acessibilidade.

**Recomendação:** Abandonar o uso do rainbow em visualizações científicas em favor de mapas de cores cientificamente derivados, contribuindo para uma comunicação científica mais precisa e inclusiva.

## Referências

1. [The misuse of colour in science communication](#) - Crameri, F., Shephard, G.E. & Heron, P.J. Nat Commun 11, 5444 (2020).
2. [Using Colour to Communicate](#) - Hawkins, E.

### Bases de dados

- [Human Development Index](#)
- [Life expectancy at birth](#)
- [Self-reported life satisfaction](#)