



UFRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**CENTRO DE LETRAS E ARTES**  
**COMUNICAÇÃO VISUAL DESIGN**

Elson Teixeira Aguiar Júnior

**Aplicações de animação em visualização de dados**

Trabalho de conclusão de curso

Rio de Janeiro

2021

Elson Teixeira Aguiar Júnior

Aplicações de animação em visualização de dados

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Comunicação Visual Design, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de bacharel em Design

Orientadora: Doris Kosminsky

Rio de Janeiro

2021

## CIP - Catalogação na Publicação

A282a Aguiar Júnior, Elson Teixeira  
Aplicações de animação em visualização de dados /  
Elson Teixeira Aguiar Júnior. -- Rio de Janeiro,  
2021.  
76f.

Orientadora: Doris Kosminsky.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de  
Belas Artes, Bacharel em Comunicação Visual Design,  
2021.

1. Visualização de dados. 2. Animação. 3.  
Interatividade. 4. Storytelling. 5. Transições  
animadas. I. Kosminsky, Doris, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a), sob responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

## **Agradecimentos**

É difícil listar todas as pessoas que ajudaram a tornar esse trabalho possível, direta ou indiretamente. Tive apoio de todos os lados, tanto nas partes técnicas quanto nos momentos de ansiedade, e até antes disso, nos altos e baixos da graduação, eu nunca estive sozinho.

Começando pela base, gostaria de agradecer aos meus pais. Dona Dulce nunca entendeu e ainda não entende 100% a minha escolha de carreira, mas sempre apoiou minhas escolhas e o meu caminho incondicionalmente. Ela sempre me disse que a gente só faz bem o que gosta e é nisso que eu deveria me pautar. Elson, meu pai, sempre me incentivou a estudar e acreditou na minha capacidade, e sempre esteve presente, mesmo de longe, em São Paulo. Minha família, minha madrinha, primos, todos, sempre confiaram na minha capacidade e a isso eu sou grato, mesmo que por vezes fosse uma pressão adicional.

Quero agradecer também aos meus amigos, tanto os que eu ganhei durante a graduação quanto os que já faziam parte da minha vida anteriormente. Sem eles eu não teria a menor condição de finalizar este projeto, pelo menos não tão bem. Marcela, Mariana, Bernardo, Antônio, Léo, Cecília, Vitor, Barbara e Luana. Todos foram e continuarão sendo importantes nessa jornada. Barbara e Luana também foram orientadas pela Dóris, no mesmo período, e ter nossos projetos correndo em paralelo, enquanto dávamos e recebíamos apoio foi fundamental. Mariana (essa é outra Mariana) suportou minhas reclamações e questões por toda a etapa inicial do TCC. Lucas e Joana suportaram minhas reclamações e questões por toda a etapa final. Raphael me ajudou com várias traduções ao longo do caminho. Todos me ajudaram, alguns com apoio moral, vários lendo capítulos e contribuindo para a revisão.

Por fim, agradeço à Doris, que me orientou, deu bronca quando precisou e acima de tudo acreditou que esse era um projeto que valia a pena ser escrito, desenvolvido e levado à frente. Agradeço também à UFRJ e aos professores que me guiaram até esse ponto. Todos foram e são uma inspiração, uma lição e um guia para o tipo de profissional que eu pretendo ser daqui pra frente.

## Resumo

A animação aplicada à visualização de dados pode ter uma variedade de finalidades. Entre elas estão melhorar a leitura de um gráfico, torná-lo mais atrativo ou dar suporte à narrativa. O objetivo deste trabalho é entender as diferentes formas usadas por pesquisadores para categorizar e definir as aplicações da animação como ferramenta para a visualização de dados, e como essas definições interagem uma com a outra. Essa pesquisa, que se pautou em definições de Tamara Munzner, Heer & Robertson, e Jonathan Schwabish, entre outros pesquisadores da área, foi usada na construção de um protocolo para análise de exemplos. Com base nesse protocolo aplicado a exemplos concretos, foi produzida uma plataforma, em formato de página na web, listando exemplos e as melhores práticas de uso de animação em visualização de dados. Este projeto se direciona a profissionais e entusiastas de visualização de dados, além de estudantes e outros interessados que podem se beneficiar de uma visão mais profunda sobre o tema.

*Palavras chave:* Visualização de dados, animação, interatividade, *storytelling*, transições animadas

## **Abstract**

Animation can have a range of purposes when applied to data visualization. It can be used to enhance a chart's readability, make it more appealing or aid the narrative storytelling. The objective of this paper is to understand the different ways researchers have found to describe the application of animation as a tool for data visualization, and how those approaches interact with one another. Following that research, an analysis protocol was built, based on definitions by Tamara Munzner, Heer & Robertson, Jonathan Schwabish and other researchers in the field along with analysis of similar works. Based on that protocol applied to concrete examples, a platform was built, in web page format, listing examples and best practices for the use of animation in data visualization. This project is aimed at dataviz professionals and enthusiasts, along with students and other interested parties that could benefit from a deeper examination of the theme.

*Keywords:* Data visualization, animation, interactivity, storytelling, animated transitions

## Lista de Figuras

**Figura 1:** Hans Rosling apresentando dados com o Trendalyzer

**Figura 2:** Representação de quadro ou frame

**Figura 3:** Representação de estado

**Figura 4:** Representação de transição

**Figura 5:** Representação de entrada/saída

**Figura 6:** Representação de animação como suporte à narrativa

**Figura 7:** Representação da animação como sequência de quadros

**Figura 8:** Representação da animação como transição entre estados

**Figura 9:** Exemplo de transformação de pontos de vista

**Figura 10:** Exemplos de transformações de substrato, no eixo Y e no eixo X

**Figura 11:** Exemplo de filtragem com mudança de ponto de vista (*zoom*)

**Figura 12:** Exemplo de ordenação

**Figura 13:** Exemplo de intervalo de tempo

**Figura 14:** Exemplo de mudança de visualização, em 4 etapas

**Figura 15:** Exemplo de mudança (adição) de dados

**Figura 16:** Representação de alguns princípios de agrupamento

**Figura 17:** Bola quicando, demonstrando arcos, exagero, *squash and stretch*

**Figura 18:** Transição de um gráfico de dispersão para um gráfico de barras

**Figura 19:** Princípio de não deformação

**Figura 20:** Uso de mapeamentos consistentes

**Figura 21:** Exemplos de correspondência semântica quebrada e obedecida, respectivamente

**Figura 22:** Uso de transições distintas para mudanças de estado diferentes

**Figura 23:** Elementos agrupados de acordo com a direção do movimento

**Figura 24:** Exemplo de oclusão minimizada

**Figura 25:** Uso de suavização no movimento

**Figura 26:** Exemplo de transição simples

**Figura 27:** Divisão de transição em etapas

**Figura 28:** Representação gráfica de movimento muito lento, ideal e muito rápido

- Figura 29:** Exemplo 1, No Epicentro em três estados
- Figura 30:** Exemplo 2, recorte das simulações (à esquerda) e página corrida (à direita)
- Figura 31:** Exemplo 3, *U.S. Gun Deaths*, em quatro estados
- Figura 32:** Exemplo 4, *Mountains out of Molehills* em três estados
- Figura 33:** Exemplo 5, *Four Ways to Slice Obama's 2013 Budget Proposal* em quatro estados
- Figura 34:** Exemplo 6, Postagem de Burn-Murdoch, apresentando sua *bar chart race*
- Figura 35:** Exemplo 7, *Gapminder Tools*, em três estados
- Figura 36:** Exemplo 8, *The Fall And Rise of U.S. Inequality*, em dois estados
- Figura 37:** Exemplo 9, *A Day in the Life of Americans*, em quatro estados
- Figura 38:** Página inicial, *Data Viz Project*
- Figura 39:** Página de item, *Data Viz Project*
- Figura 40:** Página inicial, *The Data Visualisation Catalogue*
- Figura 41:** Página de item, *The Data Visualisation Catalogue*
- Figura 42:** Página inicial e destaque de *card*, *Alternative Narratives Visualization Archive*
- Figura 43:** Página de item, *Alternative Narratives Visualization Archive*
- Figura 44:** Versão em baixa fidelidade da página inicial
- Figura 45:** Versão em baixa fidelidade do modelo de página de categoria
- Figura 46:** Versão em baixa fidelidade da página de item
- Figura 47:** Versão em baixa fidelidade da página de base teórica
- Figura 48:** Diagrama de fluxo do *site*
- Figura 49:** Paleta de cores
- Figura 50:** Mosaico de ilustrações produzidas na paleta de cores
- Figura 51:** Tipografias utilizadas no projeto
- Figura 52:** Logotipo do projeto
- Figura 53:** Página inicial
- Figura 54:** Páginas de categorias
- Figura 55:** Página de base teórica
- Figura 56:** Página de item - Transformação de ponto de vista
- Figura 57:** Página de item - Transformação de substrato
- Figura 58:** Página de item - Filtragem
- Figura 59:** Página de item - Ordenação
- Figura 60:** Página de item - Intervalo de tempo



**Figura 61:** Página de item - Mudança de visualização

**Figura 62:** Página de item - Mudança de dimensões ou dados

**Figura 63:** Página de item com exemplo de uso aberto

## **Lista de Quadros**

**Quadro 1:** A base teórica deste trabalho, reunida

**Quadro 2:** Exemplos comparados com os tipos e princípios apresentados

**Quadro 3:** Pontos de interesse de cada referência, resumidos

# Sumário

<b>1 Introdução</b>	<b>11</b>
<b>2 Animação e sua relação com a visualização de dados</b>	<b>13</b>
2.1 Os usos da animação	14
2.2 Elementos da visualização de dados	17
2.3 Elementos básicos da animação	18
2.4 Tipos de animação aplicadas à visualização	20
2.4.1 Tipos de transição animada	23
<b>3 Princípios de uso</b>	<b>26</b>
3.1 O papel dos princípios clássicos da animação	27
3.2 Aderindo à Congruência e Apreensão	29
3.3 Resumo da base teórica	36
<b>4 Exemplos do uso de animações em visualizações de dados</b>	<b>38</b>
4.1 Animação como suporte à narrativa	38
4.2 Animação como transição entre estados	42
4.3 Animação como sequência de quadros	46
4.4 Conclusões da análise de exemplos	50
<b>5 O projeto</b>	<b>53</b>
5.1 Referências do projeto	53
5.1.1 Data Viz Project	53
5.1.2 The Data Visualisation Catalogue	55
5.1.3 Alternative Narratives Visualization Archive	57
5.1.4 Resumo da análise de referências	58
5.2 Etapas do projeto	60
5.2.1 Conteúdo	60
5.2.2 Estrutura	61
5.2.3 Identidade visual	66
5.3 O Resultado	68
<b>6 Conclusões</b>	<b>76</b>
<b>7 Referências</b>	<b>77</b>

# 1 Introdução

O objetivo primário deste projeto é examinar a interseção entre os campos da animação e da visualização de dados. Para isso, serão utilizadas como base leituras, tanto de pesquisadores e teóricos, quanto de profissionais atuantes nas áreas mencionadas.

A visualização de dados pode ser definida como uma forma de ampliar a capacidade humana de aquisição de conhecimento, utilizando para isso representações de dados visuais, interativos e digitais (CARD *et al.*, 1999). Os dados representados podem ou não ser abstratos, e a escolha de como isso é feito pode ter uma variedade de objetivos. Os objetivos principais são a descoberta, a tomada de decisões e a explicação de fenômenos. Por esse motivo, quaisquer ferramentas ou elementos a mais, como a animação, devem servir a um propósito.

A animação é definida como uma “técnica cinematográfica que consiste em animar bonecos ou desenhos, filmados ou desenhados quadro a quadro, que permite dar a ilusão de movimento” (ANIMAÇÃO, 2021). Seu uso mais popular é visto na indústria de filmes e desenhos animados.

Num contexto de visualização de dados, a animação pode ser usada com uma variedade de intenções e efeitos. Entre eles, estão melhorar a leitura de um gráfico ao ressaltar mudanças das informações ao longo de certos critérios, torná-lo mais atraente para o público ou dar suporte à narrativa contada pelos dados. A animação é uma ferramenta atrativa, mas complexa, e por isso mesmo deve ser usada com cuidado e após uma boa análise. Nos próximos capítulos será descrito o processo de pesquisa sobre este tema.

O capítulo 2, “Animação e sua relação com a visualização de dados”, é a parte descritiva do trabalho. Nele, definimos preliminarmente algumas das interseções observadas entre os dois campos, além de elementos básicos tanto da visualização de dados quanto da animação. Neste capítulo, também são listadas em detalhe as formas de uso da animação neste contexto, e os tipos de transição animada que serviram como base da análise posterior.

No capítulo 3, “Princípios de uso”, está a parte prescritiva do trabalho. Nele, são listadas recomendações para a aplicação da animação na visualização de dados, baseado nas experiências documentadas de profissionais da área e estudos em design e psicologia.

No capítulo 4, “Exemplos do uso de animações em visualizações de dados”, foram reunidos projetos concretos de visualização de dados que fazem uso da animação, com o objetivo de verificar a presença dos conceitos apresentados anteriormente. Os exemplos estão agrupados em três grupos que representam formas diferentes de aplicação da animação.

O capítulo 5, “O projeto”, é dedicado à materialização do resultado de toda essa pesquisa. Depois de entendermos como os campos da animação e visualização de dados interagem, nosso objetivo é construir uma plataforma online voltada para profissionais, entusiastas e estudantes de visualização de dados que queiram implementar animações da melhor forma possível em seus projetos. Ao fim, foi produzido um protótipo em alta fidelidade dessa plataforma, cujo *link* está presente na última seção do capítulo.

## 2 Animação e sua relação com a visualização de dados

Neste capítulo, será definido o que é animação, como ela pode ser aplicada em visualização de dados e quais os componentes básicos dessas aplicações. As informações apresentadas são baseadas principalmente na leitura de trabalhos de Jeffrey Heer e George Robertson, Tamara Munzner, Stephanie Kirmer e Jonathan Schwabish.

A animação tem características que podem melhorar a compreensão, auxiliar a interação e trazer mais apelo a um gráfico. Nesse contexto, o movimento se diferencia de outros recursos visuais por ser altamente atrativo para nossa visão periférica, podendo direcionar a atenção de um ponto a outro do gráfico de forma eficiente. A animação também facilita o reconhecimento da constância de um objeto em meio a transformações em suas propriedades: é possível que um elemento mude de cor, dimensões, formato, entre outros, sem que se perca o conhecimento de que ainda é o mesmo objeto. Um gráfico animado pode também comunicar melhor relações de causa, efeito e intencionalidade, o que auxilia na construção de narrativas. Por último, a animação é engajante, podendo gerar interesse e investimento emocional (HEER; ROBERTSON, 2007).

Por outro lado, todas as características citadas acima — o direcionamento da atenção pelo movimento, a manutenção da constância do objeto, a comunicação de relações de causa e efeito, e a indução de interesse ou investimento emocional — também têm potencial para prejudicar a leitura de uma visualização. A sensibilidade ao movimento da nossa visão periférica pode facilmente causar distrações. A constância do objeto, se usada sem propósito, pode estabelecer relações que não deveriam existir quando permite que objetos não relacionados se transformem um no outro. Na mesma linha de raciocínio, interpretações erradas de causalidade podem gerar informação incorreta. Quanto ao engajamento, ele pode aumentar o interesse nos dados, mas uma animação produzida com esse objetivo corre o risco de parecer gratuita, semelhante ao *chartjunk*: elemento supérfluo que se encontra em um gráfico mas não tem o propósito de expressar dados (TUFTE, 1983, p.106). O fator de engajamento da animação também pode ser usado para tornar atrativas informações enganosas (HEER, 2007). Essas são apenas algumas das considerações que levam pesquisadores a preferirem o uso de gráficos estáticos. No entanto, mesmo com esses riscos

conhecidos e exigindo esforço adicional em sua produção, a animação é uma ferramenta incrivelmente versátil. Ao longo deste trabalho, procuraremos apresentar os motivos de ela ser um recurso tão útil em projetos de visualização de dados.

## 2.1 Os usos da animação

Partindo dos pontos expostos na seção anterior e dependendo de quais deles sejam priorizados em cada situação, a animação em visualização de dados pode ter objetivos distintos: facilitar a leitura de um gráfico com grande densidade de informação ou informação em constante mudança; engajar a audiência, trazendo visibilidade e a atenção do público para determinados dados; criar ou dar apoio a uma história e ao *storytelling*, quando uma mídia estática não se mostra suficiente, dentre outros. Esses usos devem ser pensados de forma particular dependendo de onde a visualização será publicada e qual o seu objetivo. O foco primário deste trabalho está nesses objetivos e formas de uso.

A animação oferece possibilidades de engajar leitores para além de formatos estáticos de visualização de dados. Segundo Schwabish (2019), algumas de suas utilidades são ajudar o público a enxergar transições de dados de um estado para o seguinte e acompanhar o movimento entre diferentes estados. Nesta linha de raciocínio, ele argumenta que o uso de animação geralmente não serve ao conteúdo, e sim a como comunicá-lo ao público e, como vários elementos possíveis numa visualização, algumas animações podem estar mais ligadas à apresentação do que à compreensão do conteúdo. Uma possível referência nessa análise é o pensamento de Nigel Holmes, em contraste ao que instrui Edward Tufte. Para Tufte, todos os elementos que não representam dados, chamados de *chartjunk* (TUFTE, 1983, p.106), devem ser removidos, enquanto Holmes argumenta que o gráfico deve captar o interesse do leitor e que “o propósito de se fazer um gráfico é esclarecer ou tornar visível algo que de outra forma estaria enterrado debaixo de uma massa de material escrito” (HOLMES, 1984, p.21). Nessa mesma linha de pensamento, as animações podem servir para dar suporte aos dados e à sua narrativa, gerando empatia no leitor e deixando claro o que de outra forma não estaria.

O foco pode ser também em manter a visualização legível com o uso da animação. Kirmer (2019) argumenta que um gráfico estático com quatro ou mais dimensões de dados

pode ser difícil de ler. Nesse caso, a animação pode ser um bom codificador para uma das variáveis. Geralmente, ela é usada para representar o tempo, mas esse uso não é exclusivo. Podemos dizer, então, que a animação é uma ferramenta potente quando utilizada em gráficos com alta densidade de informação ou muitas dimensões, nos quais não haja necessidade que o espectador veja todas as informações de uma vez. Para que essa ferramenta seja bem utilizada, o uso de transições deve ser cuidadoso, pois mudanças bruscas podem fazer o espectador se perder e precisar reexaminar o gráfico. Idealmente, a animação não só separa e identifica estados de um gráfico, mapa ou ambiente, mas também facilita que essa mudança seja percebida, permitindo comparações (SCHWABISH, 2019).

Em relação a como a audiência reage à animação, Kirmer (2019) afirma que se um gráfico possui uma animação rápida, o público entenderá consciente ou inconscientemente que a velocidade significa algo, que a tendência representada, por exemplo, muda rapidamente. Da mesma forma, quando se usa uma transição na qual um ponto se transforma em outro, a audiência perceberá que há uma ligação entre eles, então é importante não usar transições animadas se essa relação não existir. Essa discussão será expandida no capítulo 3, que trata de princípios para o uso de animação e suas possíveis consequências.

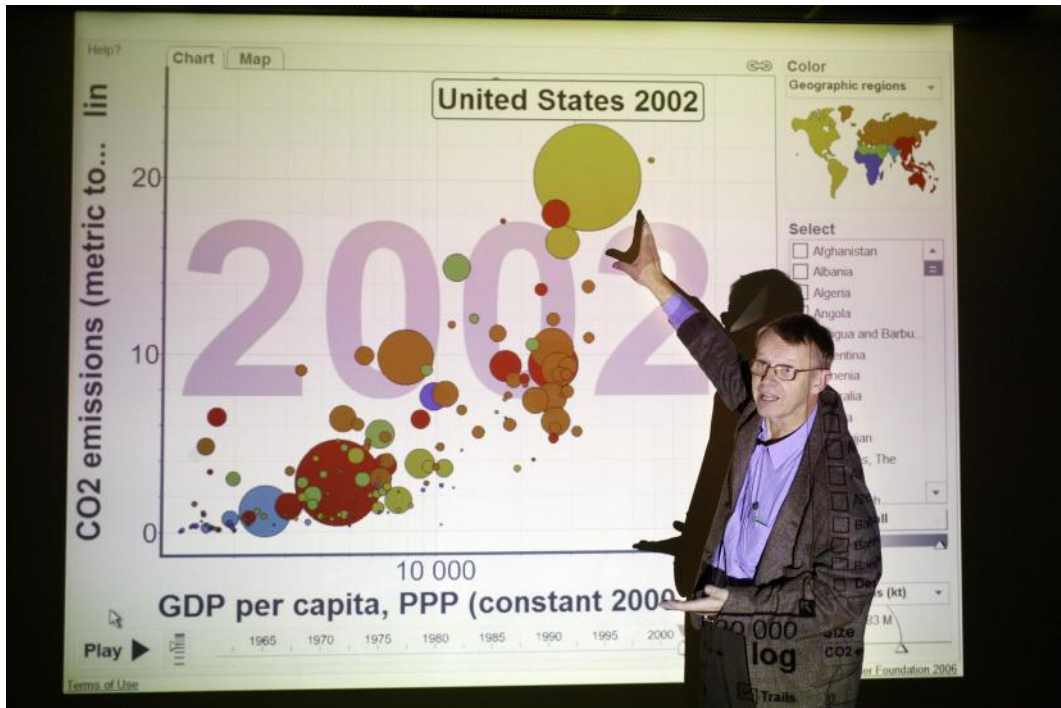
Quando se trata dos desafios e problemas que podem surgir ao escolher a animação no lugar de uma visualização estática, Schwabish (2019) afirma que pode se tratar de uma escolha entre informar precisamente ou engajar .

Podemos usar o programa *Trendalyzer* como base para discutir as particularidades da visualização convencional de tendências em comparação com o uso de animação. Desenvolvido pela equipe de Hans Rosling, o *Trendalyzer* é o *software* que deu origem ao *Gapminder World* e, depois, ao *Gapminder Tools* (que também será abordado na seção de exemplos de uso da animação 4.3). Ele foi usado no Ted Talk de 2006 na apresentação intitulada “*The Best Stats You’ve Ever Seen*” que, em resumo, trata do nível de conhecimento que temos do mundo.

De maneira geral, considera-se que um gráfico de tendência, seja ele de linhas, barras ou dispersão, funciona com uma dimensão sendo confrontada com outra, normalmente o tempo (ROBERTSON *et al.*, 2008). Nesse contexto, o *Trendalyzer* é um bom exemplo de gráfico de tendências com mais de três dimensões. Nele, o tempo é mostrado pela animação, o que permite que os dois eixos sejam ocupados por outros dados.



Figura 1: Hans Rosling apresentando dados com o *Trendalyzer*.



Fonte: Gapminder.org

A apresentação *The Best Stats You've Ever Seen* (ROSLING, 2006) ilustra bem o uso da animação: durante a performance, Rosling conta uma história com os dados e, periodicamente, chama a atenção da audiência quando algo de relevante está prestes a acontecer no gráfico. O movimento dos círculos é parte da performance e da história. Entretanto, a experiência de ter um narrador direcionando a atenção a pontos de interesse numa apresentação é bem diferente de analisar um gráfico animado por sua própria conta, sem um ponto de partida claro. Ao observar várias áreas de interesse, um analista poderia ter que repetir a reprodução da animação múltiplas vezes até compreender o que está sendo visto. Esse processo pode tornar uma análise mais demorada e propensa a erros. Relacionado a isso, se houver muita variedade nos dados e muitos itens, haverá um grande volume de movimento, o que pode dificultar a observação de tendências. Ainda assim, “se um grupo de itens está todo se movendo na mesma direção, então uma tendência pode ser observada e contra-tendências ficarão aparentes” (ROBERTSON *et al.*, 2008). Esse fenômeno está descrito pelo princípio do destino comum da Gestalt: é fácil notar que um elemento não pertence a um grupo se ele se move em sentido diferente do restante desse grupo.

## 2.2 Elementos da visualização de dados

Antes de prosseguir, serão visitados alguns aspectos da visualização de dados que serão relevantes para a discussão sobre animação. Primeiramente, definiremos os principais tipos de variáveis que podem ser representadas nos dados. De forma geral, elas se dividem em categóricas (ou qualitativas), quantitativas (ou numéricas) e ordinais.

**Variáveis quantitativas** ou numéricas são aquelas que podem ser medidas em uma escala numérica, ou seja, apresentam valores numéricos que fazem sentido. Podem ser contínuas ou discretas, sendo as contínuas aquelas que representam valores em uma escala contínua na reta real, em que números fracionais são incluídos; enquanto as discretas são aquelas que representam valores inteiros e contáveis.

**Variáveis qualitativas** ou categóricas são definidas por entes individuais discriminados por categorias, ou seja, representam uma classificação de itens que pode ou não ser ordenada.

**Variáveis ordinais** são aquelas em que há necessariamente uma escala ou ordem específica entre as categorias.

Outro aspecto da visualização de dados é a definição de elementos sintáticos e semânticos. Na linguística, o campo da sintática se relaciona ao modo como estruturas gramaticais se organizam e se relacionam para criar sentido, enquanto a semântica é o estudo de significados e interpretações. Resumidamente, é uma questão de determinar quais elementos se articulam com informação externa ao texto e quais elementos organizam informações contidas nele seguindo estruturas. Numa visualização de dados, esses dois níveis de elementos e análises seguem essa mesma lógica. Segundo Heer e Robertson (2007), a sintática envolve as marcas visuais de um gráfico, assim como sua composição, enquanto a semântica é focada no significado do gráfico e de seus dados, e nas relações que os elementos apresentam.

Elementos **sintáticos** incluem os 1) marcadores de substrato (espaço no qual as representações de dados estão ancoradas), como eixos e *grids*; 2) identificadores, como legendas; e 3) marcadores gráficos dos dados, como pontos, barras e linhas, e a sua análise envolve reconhecer propriedades visuais como posição, forma, cor, tanto em termos absolutos

como em relação a outros elementos. Pode-se dizer que os elementos sintáticos traduzem a semântica em termos visuais.

No nível **semântico**, interpretam-se os elementos como uma codificação dos dados e de seus estados. Uma análise da semântica associa os elementos sintáticos do gráfico com os dados que eles representam. Isso inclui as dimensões, as condições de organização e filtragem dos dados, e seus valores.

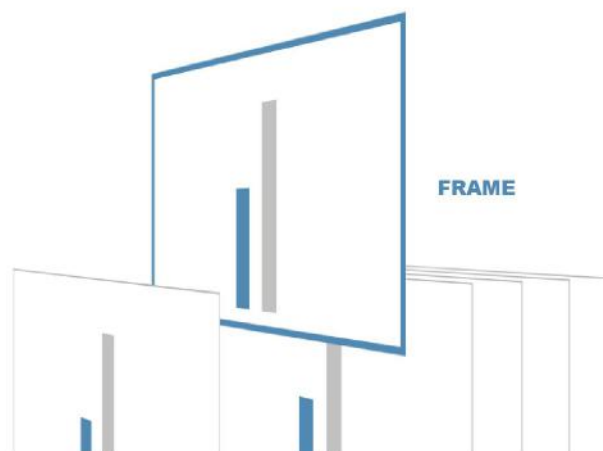
### 2.3 Elementos básicos da animação

Antes de abordarmos o tipo de animação que pode ser usado em cada contexto, é importante entender alguns conceitos que fazem parte do vocabulário que será utilizado.

Usaremos os elementos básicos da animação, definidos por Kirmer (2019). São eles: quadro (ou *frame*), estado, transição e entrada/saída. Esses conceitos são um ponto de contato entre designers e a implementação, pois refletem o modo como programadores e outros profissionais que lidam com o lado do desenvolvimento também podem se referir a esses elementos.

Um **quadro**, ou *frame*, é uma das unidades básicas da animação e é definido como cada imagem que compõe a sequência de animação.

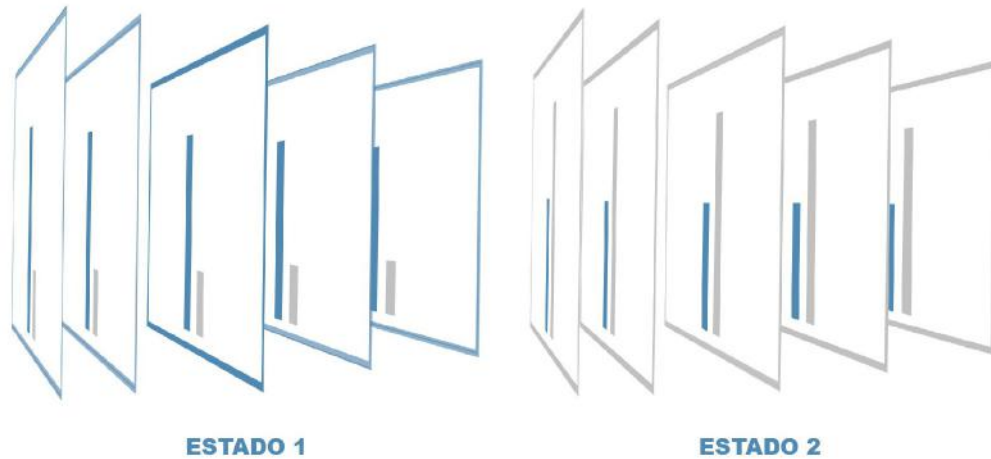
Figura 2: Representação de quadro ou *frame*.



Fonte: O autor, 2021.

**Estado** é o grupo de variáveis que identifica uma mudança nos dados. Um mesmo estado pode ser representado em vários quadros.

**Figura 3: Representação de estado.**



Fonte: O autor, 2021

**Transição** é o modo como os estados mudam de um para o outro. É necessário que elementos que identifiquem uma variável continuem representando a mesma variável após a transição, mesmo que em outro formato ou dimensão.

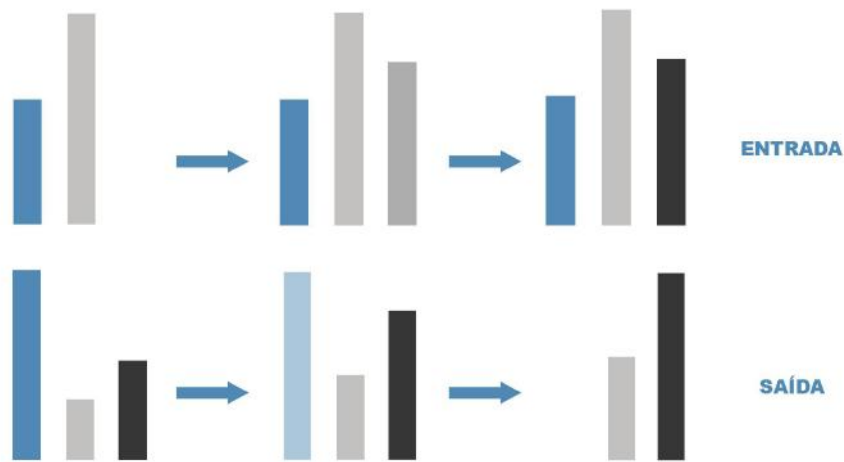
**Figura 4: Representação de transição.**



Fonte: O autor, 2021

E, finalmente, **Entrada/Saída** é a adição ou subtração de alguma variável ao gráfico. Recomenda-se que seja distinguível das transições entre estados.

**Figura 5: Representação de entrada/saída.**



Fonte: O autor, 2021

## 2.4 Tipos de animação aplicadas à visualização

Em sua palestra sobre animação em visualização de dados, Schwabish (2019) define o que chama de *layering*: uma técnica de apresentação de *slides* em que se "quebra" um *slide* denso em tópicos diferentes, apresentados em sequência. O objetivo aqui é reduzir a quantidade de conteúdo apresentada de uma única vez, a fim de manter e focar a atenção da audiência no assunto ou em suas partes mais relevantes. Isso pode ser aplicado ao conteúdo de qualquer apresentação, seja ele texto, imagens ou gráficos. Num exemplo de apresentação de visualização de dados em que se tem um gráfico com muitas linhas ou um gráfico de dispersão com muitos pontos ou grupos, é possível que, ao invés de mostrar tudo imediatamente na tela, o apresentador queira trazer a atenção da audiência para linhas, pontos ou grupos específicos, um de cada vez e de forma sequencial, usando a lógica de *layering*. Ainda segundo Schwabish (2019), quando se considera animar visualizações, muitos especialistas em visualização de dados pensam exatamente nessa técnica, mas ela é apenas uma das lógicas que existem para animar visualizações de dados.

A animação tem três formas de uso amplas no contexto da visualização de dados. Essas formas serão consideradas para os fins deste trabalho como atributos que podem estar presentes sozinhos ou em conjunto. São elas: animação como suporte à narrativa (*narrative*

*storytelling*, no original), transição entre estados, ou reprodução de uma sequência de quadros (MUNZNER, 2014).

A animação como *suporte à narrativa* é, como o nome sugere, um meio de dar suporte à história contada. Nesse caso, geralmente a visualização está atrelada ao sentido do texto que a acompanha e é essencial para que a narrativa seja compreendida em sua integridade e/ou tenha impacto. Neste uso, a animação tem um papel especial para ressaltar ou demonstrar relações de causa e efeito, propriedade citada por Heer e Robertson (2007).

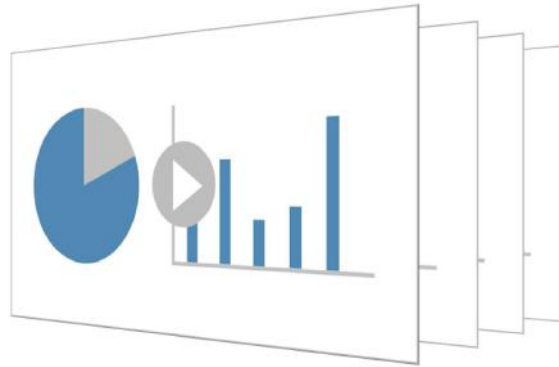
**Figura 6: Representação da animação como suporte à narrativa.**



Fonte: O autor, 2021

A animação como **sequência de quadros** funciona como a reprodução de um vídeo, em que é esperado que se assista toda a sua extensão para que os dados façam sentido. Em suas melhores implementações, o usuário pode controlar a reprodução (pausar, avançar, retroceder, entre outros). Esta modalidade traz a mesma lógica do *layering* de Jon Schwabish, como uma técnica de apresentar dados de forma gradual e sequencial, com a vantagem de permitir que se possa voltar e revisar a visualização se necessário. Além disso, de acordo com John Burn-Murdoch no podcast *PolicyViz* (2019), o ato de sentar-se e assistir dá à audiência a chance de imergir no assunto sendo tratado, mais do que ler um gráfico estático.

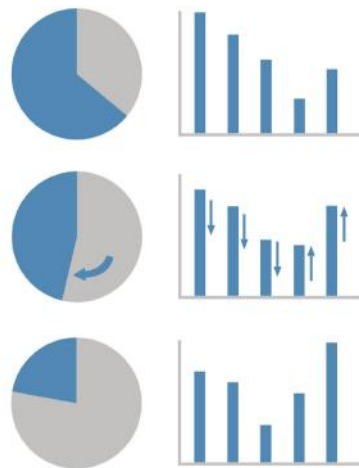
**Figura 7: Representação da animação como sequência de quadros.**



Fonte: O autor, 2021

A **transição entre estados** é a forma de animação mais comum e simples de ser aplicada em visualização de dados. Ela serve primariamente para suavizar mudanças entre estados, de forma que o espectador possa acompanhar a sequência sem esforço adicional. Essa modalidade serve também para demonstrar, em diferentes instâncias do mesmo gráfico, a consistência entre os dados, fazendo uso direto da propriedade também descrita por Heer e Robertson (2007), que trata da constância do objeto percebida pelo espectador na animação.

**Figura 8: Representação da animação como transição entre estados.**



Fonte: O autor, 2021

Este uso da animação é implementado de forma mais ampla que os anteriores e serve como recurso até para gráficos mais simples. Por isso, as formas que os vários tipos de transição podem tomar serão detalhadas na próxima seção.

### 2.4.1 Tipos de transição animada

Quando observamos os usos de animação na transição entre estados de um gráfico ou, principalmente, entre gráficos, pode-se observar variações entre eles. Ao pensar nisso e na distinção entre elementos sintáticos e semânticos (definidos na seção 2.2), Heer e Robertson (2007) criaram uma taxonomia de tipos de transição, para servir de base ao design de transições animadas. São apresentados sete tipos de transição:

**Transformação de Visão ou Ponto de Vista** (*View Transformation*) representa um movimento de câmera por um espaço virtual. Exemplos incluem *pan* (movimento lateral) e *zoom*. É uma transição de natureza sintática, os dados e sua codificação não são afetados.

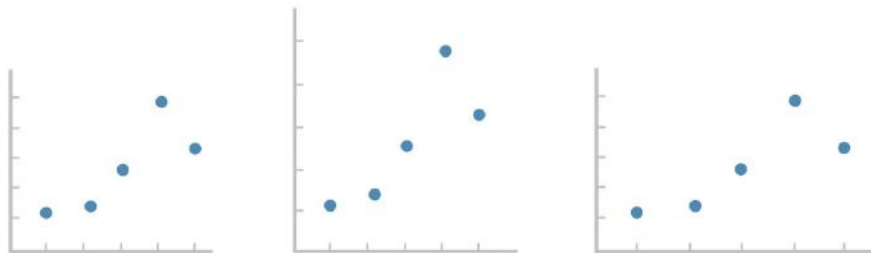
**Figura 9: Exemplo de transformação de pontos de vista**



Fonte: O autor, 2021

**Transformação de Substrato** (*Substrate Transformation*) ocorre quando há uma mudança espacial no substrato onde os dados estão ancorados. Um exemplo desse fenômeno é quando a animação mostra uma mudança na escala de um ou mais eixos do gráfico.

**Figura 10: Exemplos de transformações de substrato, no eixo Y e no eixo X**



Fonte: O autor, 2021



**Filtragem** (*Filtering*) é a adição ou retirada de elementos da visualização especificada por algum critério. Geralmente não afeta os dados que não estão sendo retirados ou adicionados, mas pode acompanhar uma transformação de substrato (como a mudança da escala dos eixos) ou de ponto de vista (como o *zoom in* ou *zoom out*).

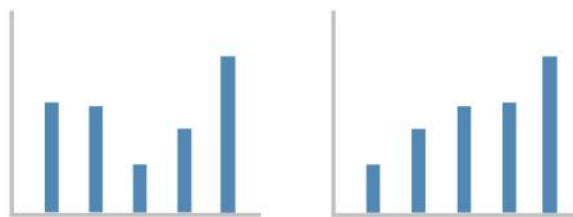
**Figura 11: Exemplo de filtragem com mudança de ponto de vista (*zoom*)**



Fonte: O autor, 2021

**Ordenação** (*Ordering*) é quando a transição mostra mudança no arranjo de dados de natureza ordinal.

**Figura 12: Exemplo de ordenação**



Fonte: O autor, 2021

**Intervalo de Tempo** (*Timestep*) é a aplicação de mudanças temporais aos valores. Não requer mudanças nos dados que não são afetados pelo tempo ou na sua codificação mas, como na filtragem, pode acompanhar uma transformação de substrato ou visão.

**Figura 13: Exemplo de intervalo de tempo**



Fonte: O autor, 2021

**Mudança de Visualização** (*Visualization Change*) é a modificação no mapeamento visual que é aplicado aos dados. Um gráfico de barras pode virar um gráfico de pizza, ou pode haver uma mudança no significado de determinadas cores, formas ou tamanhos.

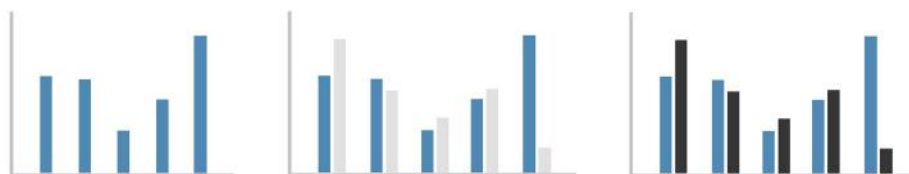
**Figura 14: Exemplo de mudança de visualização, em 4 etapas**



Fonte: O autor, 2021

**Mudança de dimensões ou dados** (*Data Schema Change*) ocorre quando mudam-se os dados a serem visualizados. Pode ser acompanhado de mudança nos mapeamentos visuais, quando por exemplo, um gráfico de barra único pode ser agrupado com um segundo gráfico para fins de comparação. Podem ser adicionadas ou removidas dimensões, ou ocorrer transformações que mudem a percepção das relações entre dimensões já existentes.

**Figura 15: Exemplo de mudança (adição) de dados**



Fonte: O autor, 2021

As transições mostradas nesta seção podem adotar diversas funções e serão a base da análise feita no produto final deste trabalho. Elas também compõem, junto com os elementos apresentados a partir da seção 2.2 (elementos da animação), a parte descritiva do projeto.

### 3 Princípios de uso

Após entender o “porquê” do uso da animação, é hora de discutir o “como”. Este capítulo pretende apresentar recomendações em relação ao uso de animações em visualizações de dados, baseadas na leitura de Heer e Robertson (2007) e de Zongker e Salesin (2003), sobre transições na visualização de dados e como elas se relacionam com os princípios clássicos de animação de personagens.

Antes de prosseguir, é importante destacar algumas reflexões sobre a produção de visualizações de dados animadas. Segundo Schwabish (2019), de forma geral há três elementos principais que devem orientar a produção de uma visualização animada: o ritmo ou velocidade, a adequação do texto e a plataforma.

**O ritmo ou velocidade** precisa ser ajustado cuidadosamente: a leitura é prejudicada se os movimentos forem rápidos demais e a audiência pode perder o interesse se forem muito lentos.

**A adequação entre o texto e o gráfico** deve ser observada pois, em várias ocasiões, é necessário explicar ou ensinar o público a ler o gráfico ou apontar partes específicas dele.

**A plataforma** onde o gráfico será publicado também é uma variável importante, pois cada uma tem um tipo de público com interesses distintos. Duas visualizações com o mesmo conteúdo, uma produzida para ser publicada em redes sociais e outra para uma matéria jornalística, terão formatos e abordagens diferentes. A mesma preocupação se aplica ao tipo de tela para qual a visualização está sendo produzida.

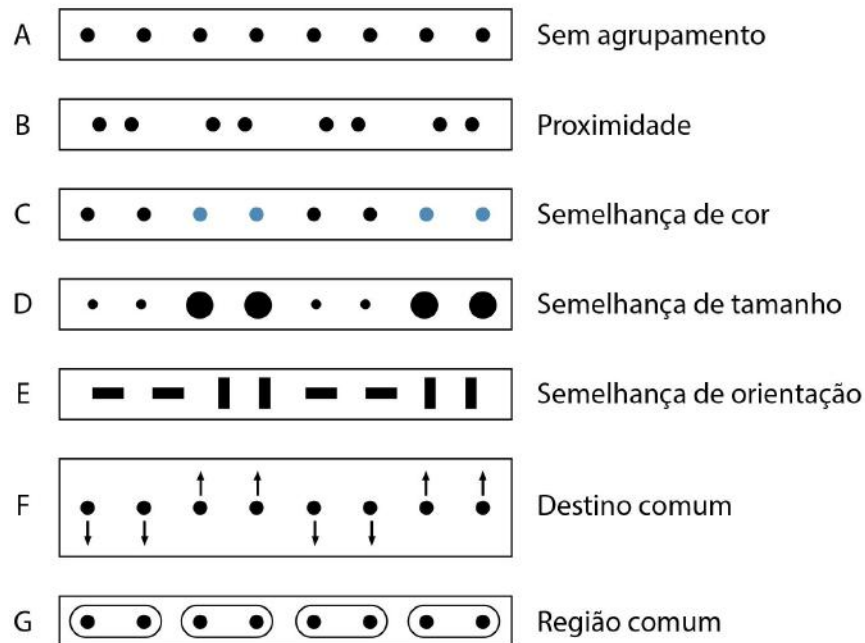
Além desses três elementos, outro fator a se considerar são os princípios de agrupamento da Gestalt. A função desses princípios aqui é guiar o processo de design de forma que no produto final o público naturalmente tenha seu olhar conduzido para o que é relevante, e isso esteja visualmente claro (SCHWABISH, 2019).

Para a visualização de dados, sobretudo animada, os princípios ressaltados são os de Proximidade, Semelhança (em cor, tamanho e orientação), Região Comum e, acima dos outros, Destino Comum (Figura 16). Sobre isso, destaca-se:

Em respeito à animação, o princípio de Wertheimer de agrupamento por destino comum é o mais aplicável: “todo o resto sendo equivalente, elementos que se movem da mesma forma tendem a ser

agrupados juntos'. (...) Então, quando pensamos em como animar dados, nós sabemos que os usuários percebem elementos visuais que se movem juntos como tendo alguma relação. (SCHWABISH, 2019).

**Figura 16: Representação de alguns princípios de agrupamento**



Fonte: Adaptado de WAGEMANS. *et al.* (2012), pelo autor

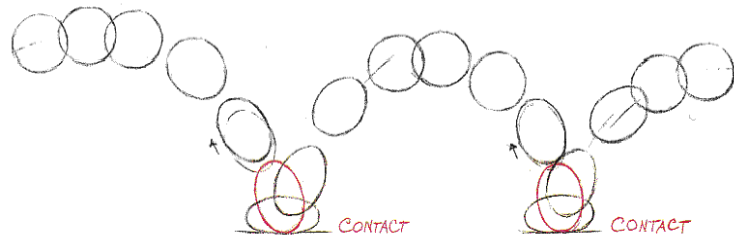
Os princípios apresentados são complementares à recomendação de agrupar transições similares por Heer e Robertson (2007), como será descrito na seção 3.2 (Aderindo à Congruência e Apreensão), pois facilitam a compreensão da relação entre elementos da visualização.

### 3.1 O papel dos princípios clássicos da animação

Quando se trata de animação de personagens, os doze princípios clássicos são o principal guia para sua produção. Apresentados pelos animadores Ollie Johnston e Frank Thomas em 1981, eles são meios de se criar a ilusão de vida em personagens desenhados. Este não é o nosso objetivo neste trabalho, pois ao transformar itens de um gráfico em personagens aos olhos do público, corremos o risco de desviar a atenção dos dados (ZONGKER, 2003).

Os princípios de *stretch and squash* (deformação no objeto que dá ilusão de massa), exagero e movimento por arcos ilustrados na figura 17, por exemplo, estão entre os mais importantes na animação tradicional, mas podem ser prejudiciais à leitura dos dados pois podem criar movimentos que não necessariamente estariam codificando algo ou ajudando na clareza de uma transição, algo que está presente nos princípios de Heer e Robertson (2007).

**Figura 17: Bola quicando, demonstrando arcos, exagero e *squash and stretch***



Fonte: WILLIAMS, R., 2001

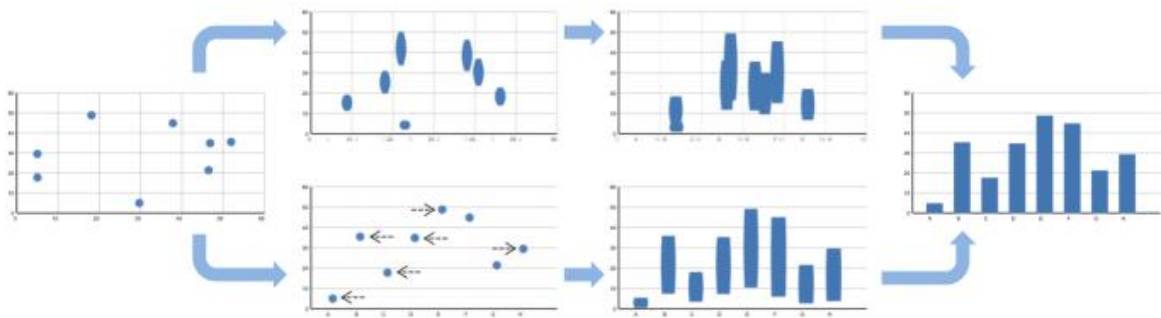
Ainda assim, alguns desses princípios podem ser úteis na visualização de dados. Ao animar gráficos, o ideal é que a animação não desvie a atenção do espectador e, ao invés disso, contribua para a leitura e compreensão do conteúdo. Seguindo este propósito, os pesquisadores Zongker e Salesin (2003) analisam quais são os princípios clássicos da animação que se adequam à visualização de gráficos.

São três os princípios que foram considerados úteis em nosso contexto e serão detalhados neste trabalho: aceleração e desaceleração, antecipação, e *staging* (encenação). Esses princípios estão relacionados, respectivamente, a suavizar o movimento, orientar o olhar do espectador e posicionar elementos e movimentos em cena.

A lógica da **antecipação** — preparar ou chamar atenção para um movimento que acontecerá — pode ser útil para orientar o olhar do público para pontos relevantes do gráfico. Isto não precisa ser feito a partir de movimento: exemplos de antecipação incluem mudar a cor de um objeto ou fazê-lo acender momentaneamente antes de um movimento importante.

A lógica do ***staging*** — tornar o movimento o mais claro possível — tem o objetivo de evitar ambiguidades e deixar transições claras, principalmente quando usada para dividir movimentos complexos em partes menores (HEER; ROBERTSON, 2007). Na figura 18 é ilustrado um exemplo do uso de *staging* numa transição entre gráficos.

**Figura 18: Transição de um gráfico de dispersão para um gráfico de barras.** O caminho de cima é um movimento direto, enquanto o de baixo usa o *staging* para dividir os movimentos e deixá-los claros.



Fonte: HEER; ROBERTSON, 2007

Outro princípio clássico essencial a ser observado é o de **aceleração e desaceleração** (*slow in e slow out*). Como será destacado na próxima seção, suavizar os movimentos ressalta seu início e final, fazendo que sua trajetória seja mais previsível e, assim, reduzindo a carga cognitiva sobre o espectador.

### 3.2 Aderindo à Congruência e Apreensão

O Princípio da Congruência (*Congruence Principle*) e o Princípio da Apreensão (*Apprehension Principle*) foram apresentados pelas psicólogas Tversky *et al.* (2002) em sua pesquisa sobre a utilidade da animação quando usada em visualizações de dados. Eles funcionam como princípios para a produção de bons gráficos.

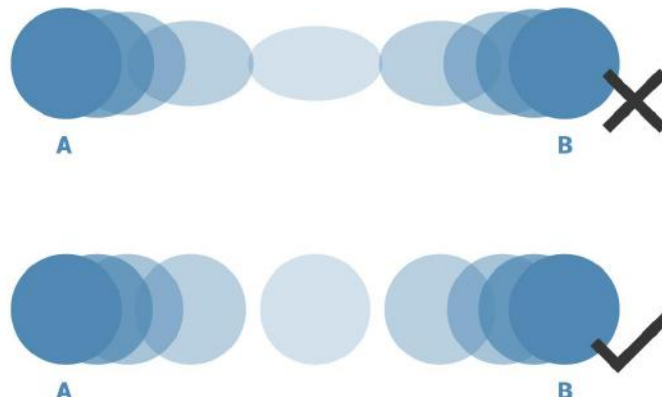
O primeiro deles, chamado **Princípio da Congruência**, estabelece a correspondência entre o mundo real e sua representação. As autoras afirmam que a estrutura e o conteúdo de uma representação devem corresponder à estrutura e ao conteúdo do que quer que esteja sendo representado. Esse princípio está presente, por exemplo, em um mapa, em que o espaço representado no papel corresponde a um espaço real, a que o mapa faz referência. Na animação este princípio é demonstrado pela mudança ao longo do tempo que é inerente ao seu funcionamento, e que corresponde bem a mudança real nos dados, principalmente quando se trata de relações de tempo e causa e efeito.

O segundo desses princípios, o **Princípio da Apreensão**, afirma que o conteúdo e a estrutura de uma representação devem poder ser percebidos de forma rápida e precisa. Neste ponto, as pesquisadoras encontraram problemas na animação, argumentando que ela pode tornar a visualização mais difícil de entender ou adicionar complexidade à leitura.

Para contornar a possível falha apontada por Tversky *et al.* (2002) e fazer com que a animação esteja de acordo com os dois princípios (congruência e apreensão), Heer e Robertson (2007) formularam dez recomendações para a criação de visualizações animadas, quatro relacionadas ao primeiro princípio e seis relacionadas ao segundo. As considerações de design formuladas que se relacionam ao Princípio da Congruência são:

**Não deformar os gráficos durante as transições** e evitar movimentos não-essenciais tanto quanto possível, para que os modelos mentais dos espectadores sejam congruentes com a semântica dos dados. Algumas deformações são inevitáveis, mas esse princípio busca minimizar essas ocorrências. Manter esse princípio também significa manter a relação entre dados e eixos durante as animações de transição.

**Figura 19: Princípio de não deformação**



Fonte: O autor, 2021

**Usar mapeamentos semânticos e sintáticos consistentes.** Para melhorar o entendimento, elementos semelhantes em diferentes tipos de gráficos devem idealmente ter transições semelhantes. Por exemplo, a entrada ou saída de itens de um gráfico deve ser consistente em diferentes gráficos do mesmo conjunto, para que possa utilizar melhor a capacidade de aprendizagem do público.

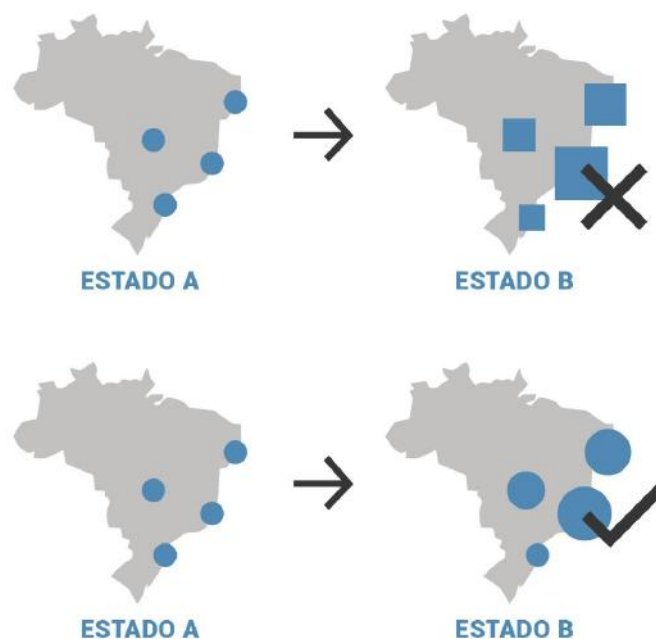
**Figura 20: Uso de mapeamentos consistentes**



Fonte: O autor, 2021

**Respeitar a correspondência semântica.** Se a sintática violar a semântica, isso pode resultar em leituras pobres ou imprecisas. Por exemplo, pontos indicando itens específicos não devem representar outro tipo de dado após uma transição. Isso quer dizer que mudanças na codificação dos dados devem envolver a remoção e adição de pontos no gráfico, ou outra forma clara de comunicar a mudança, ainda que o tipo de gráfico antes e depois da transição seja o mesmo.

**Figura 21: Exemplos de correspondência semântica quebrada e obedecida, respectivamente**

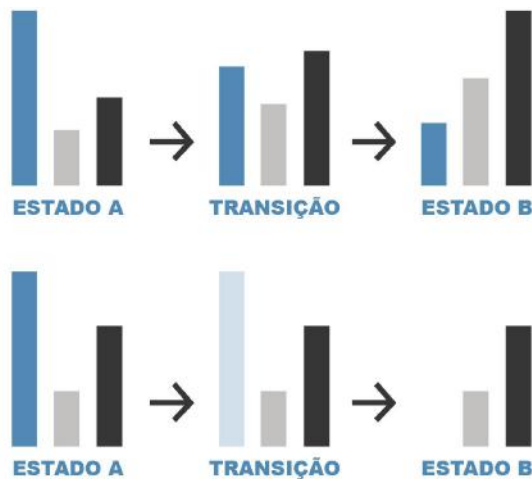


Fonte: O autor, 2021



**Evitar ambiguidades.** É recomendado usar tipos de transição diferentes para mudanças diferentes. Um intervalo de tempo pode ser representado por uma variação no tamanho de barras, por exemplo, mas se houver uma mudança nos dados, como uma adição ou subtração, e a mesma animação se repetir, o espectador pode compreender de forma equivocada o que está sendo representado.

**Figura 22: Uso de transições distintas para mudanças de estado diferentes**

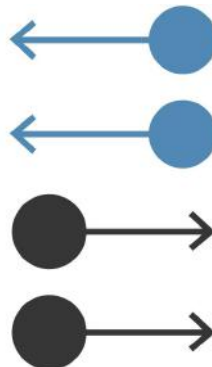


Fonte: O autor, 2021

Sobre o Princípio da Apreensão as considerações são as seguintes:

**Agrupar transições similares.** Objetos que passam por mudanças similares podem ser melhor entendidos como pertencentes ao mesmo grupo, dando a entender que estão passando pela mesma operação. Essa recomendação tem relação com o princípio do destino comum da Gestalt.

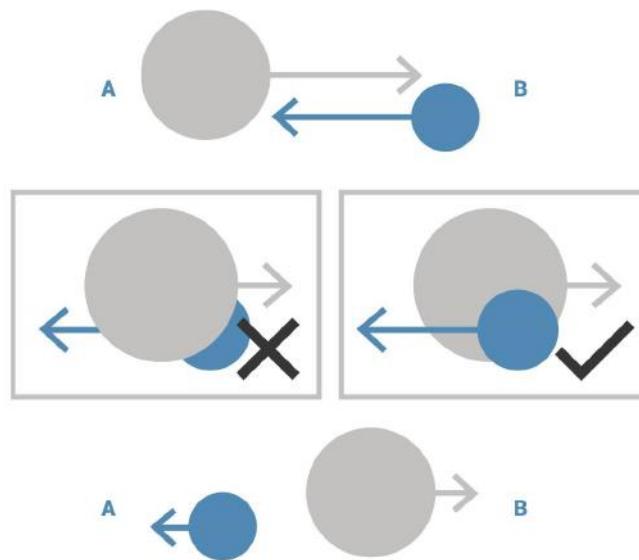
**Figura 23: Elementos agrupados de acordo com a direção do movimento**



Fonte: O autor, 2021

**Minimizar oclusão.** Evitar que um objeto oculte outro durante as transições, sempre que possível, ajuda na leitura do movimento.

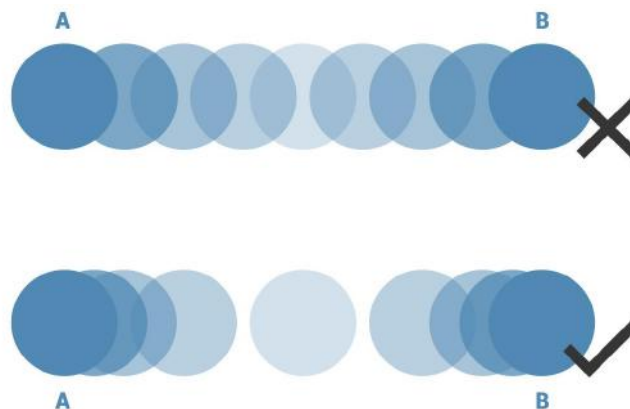
**Figura 24: Exemplo de oclusão minimizada**



Fonte: O autor, 2021

**Maximizar previsibilidade** através do uso de suavização (*slow in* e *slow out*) melhora o entendimento e reduz a carga cognitiva da animação, pois reforça os inícios e finais do movimento. Isso permite que o espectador possa prever uma trajetória ou um estado final após perceber uma fração do movimento. Este princípio é ratificado pelas recomendações de Zongker e Salesin (2003), que destacam a importância de se evitar mudanças bruscas.

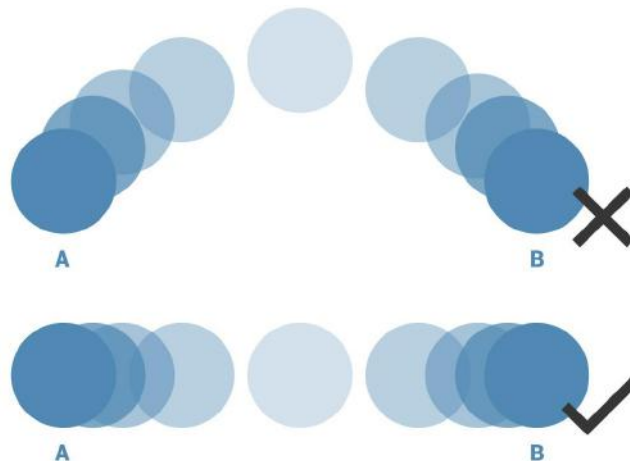
**Figura 25: Uso de suavização no movimento**



Fonte: O autor, 2021

**Usar transições simples.** É importante que as transições sejam tão diretas e simples quanto possível, para que se reduza a carga cognitiva, reduzir a dependência na memória do usuário e melhorar a previsibilidade.

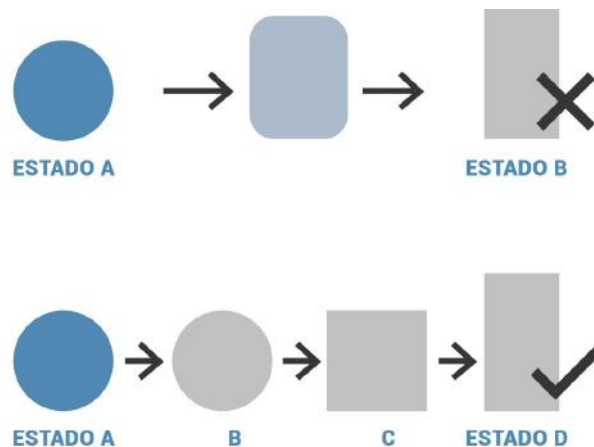
**Figura 26: Exemplo de transição simples**



Fonte: O autor, 2021

**Dividir transições complexas.** Quando uma transição for inerentemente complexa, dividir ela em passos menores e mais claros pode ser um bom caminho para facilitar sua leitura. Este uso de *staging* é reforçado pelos princípios de Zongker e Salesin (2003), presentes na seção anterior.

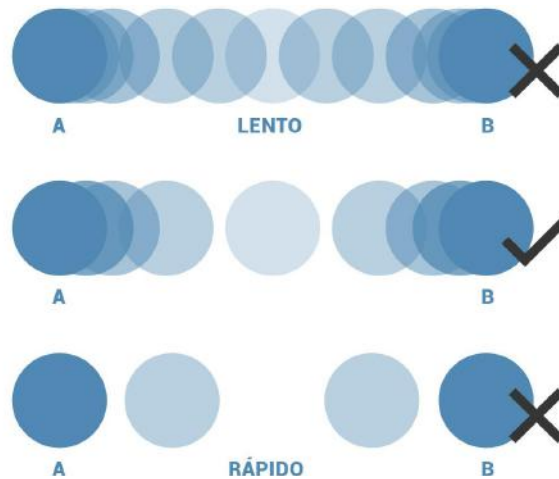
**Figura 27: Divisão de transição em etapas**



Fonte: O autor, 2021

**Fazer as transições serem tão longas quanto necessário, mas não mais do que isso.** Tempos de transição devem ser longos o suficiente para que o espectador possa reconhecer adequadamente a mudança, mas transições que durem demais podem prejudicar o tempo de leitura.

**Figura 28: Representação gráfica de movimento muito lento, ideal e muito rápido**



Fonte: O autor, 2021

### 3.3 Resumo da base teórica

Após a análise das pesquisas apresentadas, foi possível produzir um quadro (Quadro 1) contendo toda a base teórica deste trabalho. O quadro está organizado da seguinte forma: tudo o que foi descrito nas seções 2.2 (Elementos da visualização de dados) e 2.3 (Elementos básicos da animação) está contido em “Elementos básicos”, pois se trata de conteúdo e vocabulário que são necessários para entendimento das seções seguintes. O conteúdo das seções 2.4 (Tipos de animação aplicadas à visualização) e 2.4.1 (Tipos de transição) está contido em “Tipos ou Objetivos da animação”, pois descreve os papéis que a animação pode assumir e suas diferentes formas de uso. O conteúdo das seções 3.1 (O papel dos princípios clássicos da animação) e 3.2 (Aderindo à Congruência e Apreensão) está contido na categoria “Princípios de aplicação”, pois se trata de recomendações de natureza mais prática para aplicação de animações em visualização de dados.

**Quadro 1: A base teórica deste trabalho, reunida**

<b>Elementos básicos</b>	Variáveis		Quantitativas
			Qualitativas
			Ordinais
	Níveis de elementos (HEER, 2007)		Sintáticos
			Semânticos
	Elementos básicos da animação (KIRMER, 2019)		Quadro
			Estado
			Transição
Entrada/saída			
<b>Tipos ou Objetivos da animação</b> (MUNZNER, 2019)	Narrativa		
	Sequência de quadros		
	Transição entre estados	Tipos de transição (HEER e ROBERTSON, 2007)	Transformação de ponto de vista
			Transformação de substrato
			Filtragem
			Ordenação
			Intervalo de tempo
			Mudança de visualização
		Mudança de dimensões ou dados	
<b>Princípios de aplicação</b>	Considerações de design (HEER e ROBERTSON, 2007)	Princípio da Congruência (TVERSKY, <i>et al</i> 2007)	Evitar movimentos não-essenciais
			Usar mapeamentos consistentes
			Manter correspondência semântica
			Evitar ambiguidades
		Princípio da Apreensão (TVERSKY, <i>et al</i> 2007)	Agrupar transições similares
			Minimizar oclusões
			Maximizar previsibilidade
			Usar transições simples
			Dividir transições complexas
			Otimizar duração de transições
	Princípios clássicos da animação (ZONGKER e SALESIN, 2003 apud JOHNSTON, 1981)		Antecipação
			Staging
Aceleração e desaceleração			

Fonte: O autor, 2021

## 4 Exemplos do uso de animações em visualizações de dados

Neste capítulo, serão apresentados exemplos de visualizações de dados que fizeram uso de animações para diferentes finalidades. O objetivo é apresentar uma variedade de exemplos em que tanto os elementos básicos quanto os tipos de animação aplicada estejam visíveis. Para essa seleção, consideramos a presença de exemplos de visualizações publicadas em diversas mídias, tais como páginas jornalísticas, blogs ou redes sociais. As categorias foram organizadas de acordo com os três tipos apresentados na seção 2.4 (Tipos de animação aplicadas à visualização), definidos por Munzner (2014): animação como suporte à narrativa, como transição e como sequência de quadros. Os exemplos de cada categoria consideraram a característica predominante do gráfico. Também será notado se o exemplo utiliza ou reforça princípios de uso de animação citados na seção 3.2 (Aderindo à Congruência e Apreensão).

### 4.1 Animação como suporte à narrativa

Os exemplos dessa categoria são aqueles cujo uso de animações tem o objetivo principal de dar suporte à sua narrativa. O primeiro exemplo (designado como Exemplo 1) se chama “No Epicentro”<sup>1</sup>, foi publicado pela agência de *fact-checking* Lupa em julho de 2020.

Essa é uma visualização interativa que mostra uma simulação, uma situação hipotética de quão grande seria o raio das mortes da Covid-19 se todos os óbitos brasileiros tivessem ocorrido ao redor do endereço inserido pelo usuário. A mudança é gradual, começando com a data da primeira morte reportada e adicionando pontos, cada um representando uma vida, conforme a seta de avançar é clicada. Além do endereço inserido, também são mostrados os mesmos dados para centros urbanos próximos.

A narrativa é construída à medida que a animação mostra os mapas correspondentes ao que é descrito no texto da tela. O *zoom out* lento que ocorre após cada expansão no número de mortos serve para enfatizar o impacto do que está sendo mostrado, sendo também um

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://piaui.folha.uol.com.br/lupa/epicentro/>, acesso em dezembro de 2020.

exemplo do uso de *staging*. A Figura 29 mostra a visualização em três estados dessa transição.

**Figura 29: Exemplo 1, No Epicentro em três estados**



Fonte: Lupa.

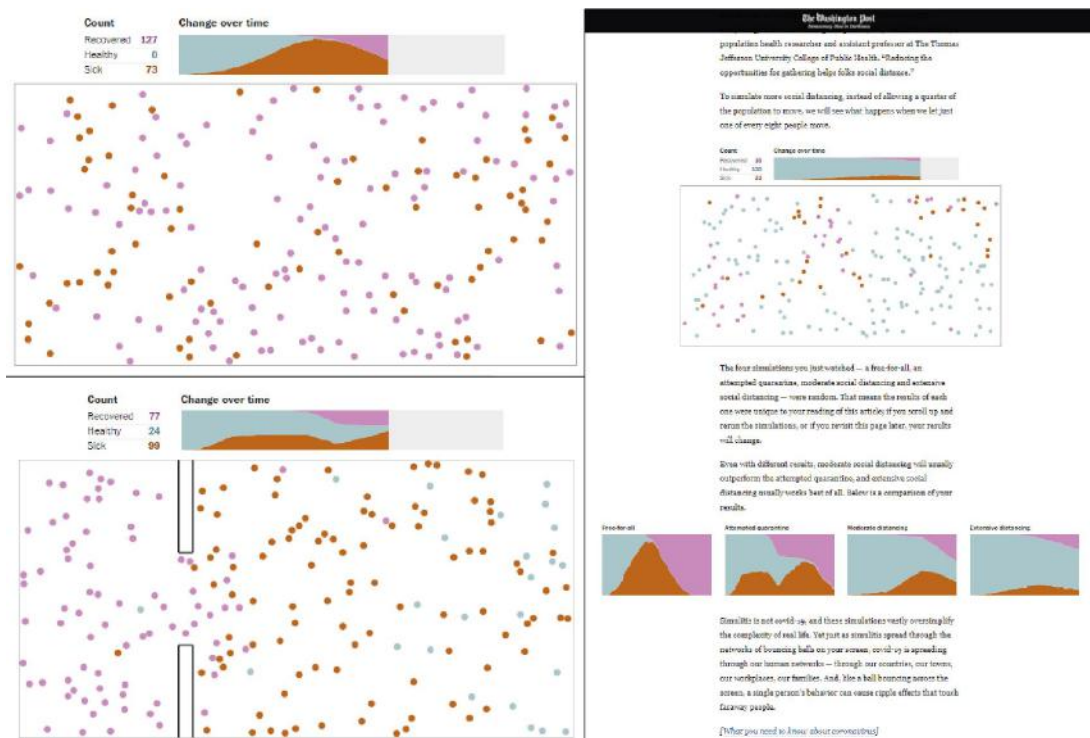
As transições servem para situar o espectador nas passagens entre cada área e estado do mapa. Dessa forma, ela é usada para suavizar transições e ilustrar a narrativa. Além disso, há animações marcadamente diferentes para o surgimento de pontos, que entram com um *fade in* e para as mudanças de *zoom* na câmera virtual conforme a doença toma mais espaço. De acordo com os tipos de Heer e Robertson (2007), aqui há transformações de Ponto de Vista (os movimentos de câmera virtual) e Intervalo de Tempo.

Outra abordagem é a usada no *Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to 'flatten the curve'*<sup>2</sup> (Exemplo 2), matéria do *Washington Post* publicada em março de 2020.

<sup>2</sup> disponível em: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/>, acesso em dezembro de 2020.

Esse conjunto de gráficos intercalados com texto tem o objetivo de ilustrar, com dados fictícios, como doenças infecciosas se espalham em uma sociedade. O texto e as simulações apresentadas seguem complementando um ao outro, começando por conjuntos simples de pontos e, de forma gradual, chegando a cenários mais complexos que mostram, em tempo real, como as curvas de contágio funcionam e como cada medida de segurança influencia nos números. Ao mesmo tempo em que o texto serve para ensinar o público como ler as visualizações, elas servem como complemento ao que é descrito pelo texto. Além disso, há a particularidade de cada gráfico ser parte de um argumento maior que só faz sentido dentro do argumento da matéria.

Figura 30: Exemplo 2, recorte das simulações (à esquerda) e página corrida (à direita)



Fonte: *The Washington Post*.

Cada ponto, nas simulações, pode apresentar três estados, identificados por cores: saudável (azul), doente (marrom) e recuperado (rosa), como na Figura 30. As mudanças de estados dos pontos são mostradas em tempo real no espaço virtual e são traduzidas em um gráfico de curva em área para cada uma das circunstâncias apresentadas, que servem como resumo de como a simulação ocorreu. A transição é do tipo Intervalo de Tempo (HEER; ROBERTSON, 2007). O único controle dado ao usuário é a possibilidade de reiniciar as

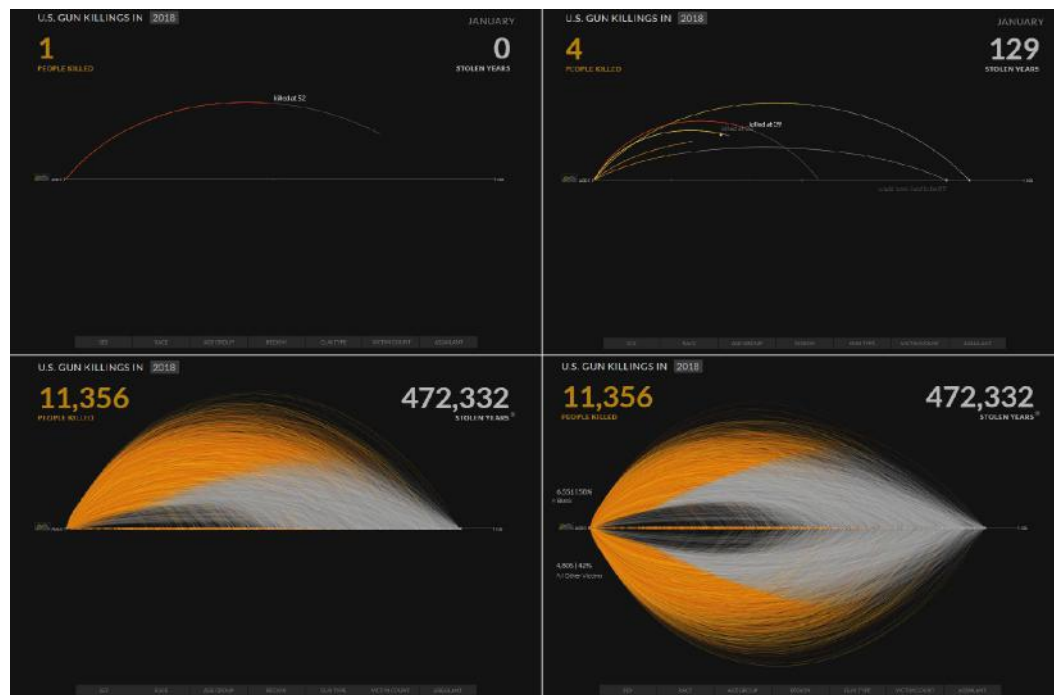


animações. Aqui a preocupação é auxiliar na transmissão de uma mensagem mais objetiva e educativa.

Outro exemplo de animação mostrando uma narrativa impactante com dados é do gráfico interativo “*U.S. Gun Deaths*”<sup>3</sup> (Exemplo 3), da plataforma *Perisopic* e atualizado em 2020 com dados de 2018.

Interessada em denunciar o volume de violência armada que ocorre nos Estados Unidos, a visualização apresenta uma comparação da idade de várias vítimas reais de armas de fogo com uma estimativa de quantos anos elas ainda poderiam viver, mostrando um cálculo final de “anos roubados”. A animação começa lenta, e as vítimas são representadas por conjuntos de linha e ponto traçando um arco para cada vida, colorido até o momento da morte. A partir desse momento, o ponto laranja que segue o movimento da linha cai, e o arco segue, em cinza, até um ponto hipotético de morte por outra causa. O momento da morte é acompanhado de uma anotação da idade da pessoa, e o ponto mais distante é acompanhado de uma anotação da idade a qual ela poderia ter chegado. Passados os primeiros segundos mais lentos e pessoais em que é esperado que o público se sensibilize, o ritmo acelera exponencialmente, até totalizar o número de 11.356 mortes.

**Figura 31: Exemplo 3, *U.S. Gun Deaths*, em quatro estados**



Fonte: *Perisopic*.

<sup>3</sup> disponível em: <https://guns.perisopic.com/>, acesso em dezembro de 2020.

O movimento inicial, lento, é um exemplo de aplicação do *staging*, princípio da animação que propõe a clareza do movimento. Ela tem o papel de dar tempo ao espectador que abriu o gráfico pela primeira vez para que ele entenda como ler os dados, e dar peso ao significado de cada linha para que, daí, o gráfico em sua forma completa tenha o impacto desejado.

Após a formação do gráfico, a animação ainda tem outro propósito, que é a transição entre estados da visualização toda vez que um filtro é aplicado ou desligado. Essa é uma animação de Filtragem. O propósito dela é manter o espectador ciente das proporções que mudam quando os dados são reorganizados. Essa função é mais explorada pelos exemplos da próxima seção.

A partir dessas visualizações, podemos entender como a animação pode ser usada para gerar impacto numa narrativa de dados ou ressaltar significados de dados científicos ou jornalísticos. Em todos os exemplos, foi observada uma simbiose entre o texto e a visualização animada na construção da narrativa, mesmo que com enfoques distintos e com conteúdos bem diferentes.

## 4.2 Animação como transição entre estados

Os exemplos presentes nesta categoria são aqueles que fazem um uso extenso das transições, usando-as para suavizar variações, manter o contexto da informação em diferentes estados do gráfico, possibilitar mudanças no substrato do gráfico, dentre outras. Nosso primeiro exemplo desta categoria, *Mountains out of Molehills*<sup>4</sup> (exemplo 4), foi publicado na plataforma *Information is Beautiful* e está disponível em:

Esse gráfico mostra várias fontes de medo no mundo desde o ano 2000 até 2018. Funciona como um conjunto de gráficos de área sobrepostos, com múltiplos estados que o usuário pode ativar ou desativar pela interface presente no rodapé da visualização. O foco do gráfico é comparar o número de vezes que um assunto foi mencionado na mídia da época com o número de mortes registradas relacionadas a esse assunto. Os itens incluem medos palpáveis

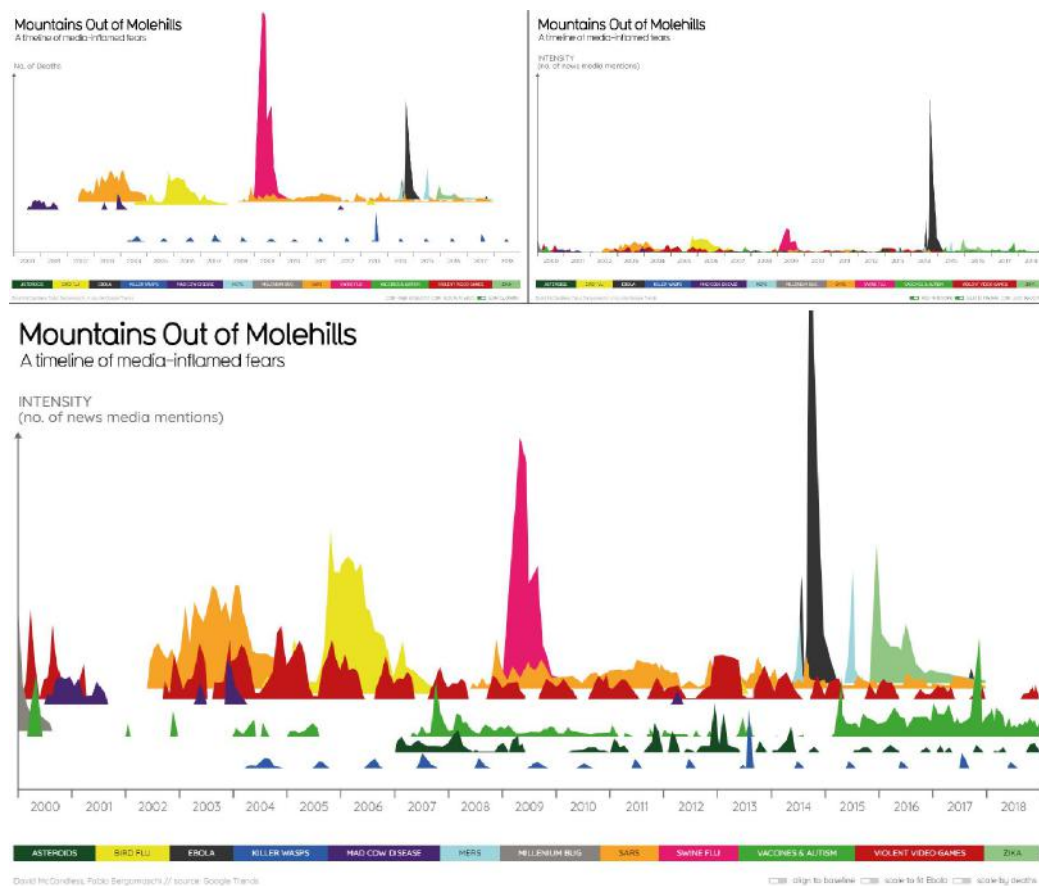
---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://informationisbeautiful.net/visualizations/mountains-out-of-molehills/>, acesso em dezembro de 2020.

como uma variedade de doenças, até asteroides e videogames violentos. Além de alternar entre o número de citações na mídia e o número de mortes, é possível alterar a escala do gráfico de modo que o item “ebola”, que tem um número alto de citações, caiba na visualização. Também existe a opção de alinhar as áreas ao eixo horizontal, o que gera uma Transformação de Substrato na visualização (HEER; ROBERTSON, 2007).

A animação aqui serve como apoio à interatividade dada pelos filtros que o gráfico possui. Ela faz a transição entre estados dos dados, suavizando mudanças para que os olhos do espectador possam seguir com facilidade as alterações. As transições usadas são Transformações de Substrato e de Dimensões, de acordo com os tipos apresentados por Heer e Robertson (2007). A Figura 32 ilustra alguns estados dessa visualização.

**Figura 32: Exemplo 4, *Mountains out of Molehills* em três estados**



Fonte: *Information is Beautiful*.

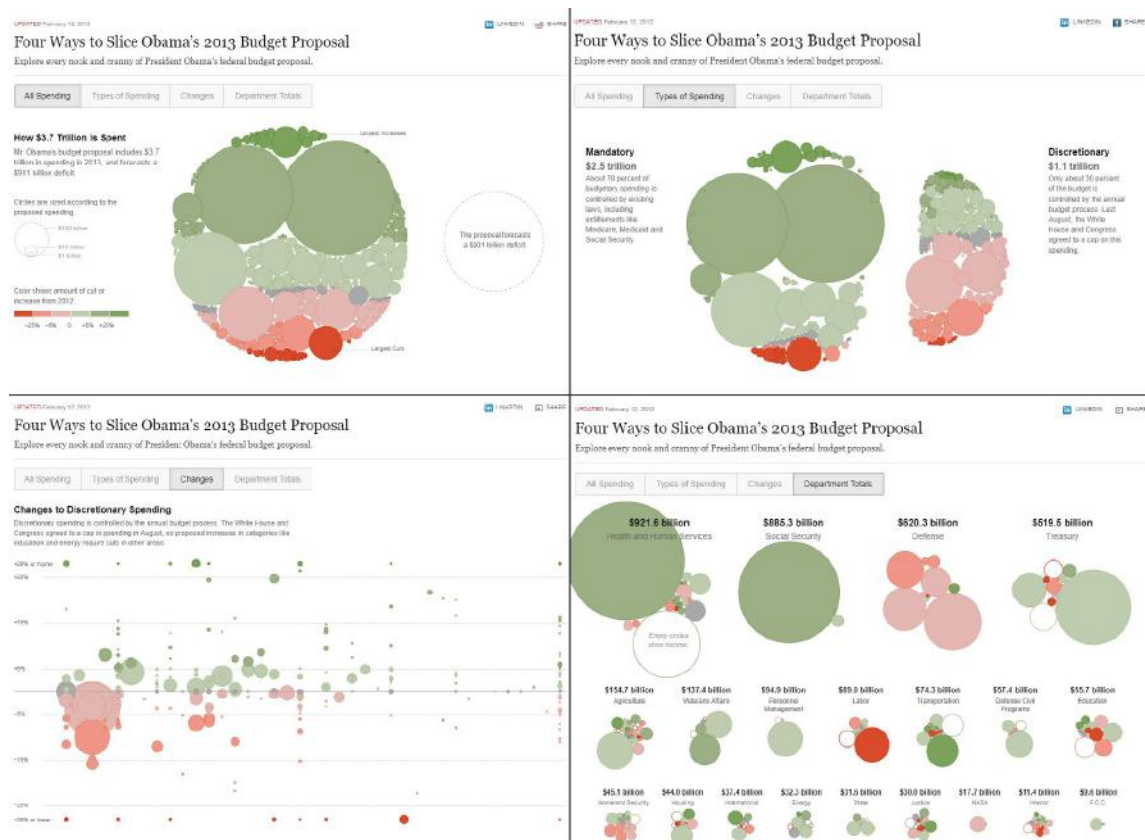
Vale a pena ressaltar que no estado do gráfico que se refere ao número de mortes por cada causa, alguns dados diminuem até desaparecer da visualização. É importante que a

transição seja a mesma dos que só alteram de tamanho, pois isso deixa evidente que eles, como os outros, ainda estão presentes na visualização, seu número é apenas nulo.

O próximo exemplo, publicado no *The New York Times* em fevereiro de 2012, se chama *Four Ways to Slice Obama's 2013 Budget Proposal*<sup>5</sup> (exemplo 5).

Este conjunto de gráficos mostra a proposta de orçamento federal do governo Obama em 2013, em quatro disposições diferentes, primeiro com todos os dados juntos e, em seguida, organizados por tipo, por variação e por departamento, como mostrado na figura 33.

Figura 33: Exemplo 5, *Four Ways to Slice Obama's 2013 Budget Proposal* em quatro estados



Fonte: *The New York Times*.

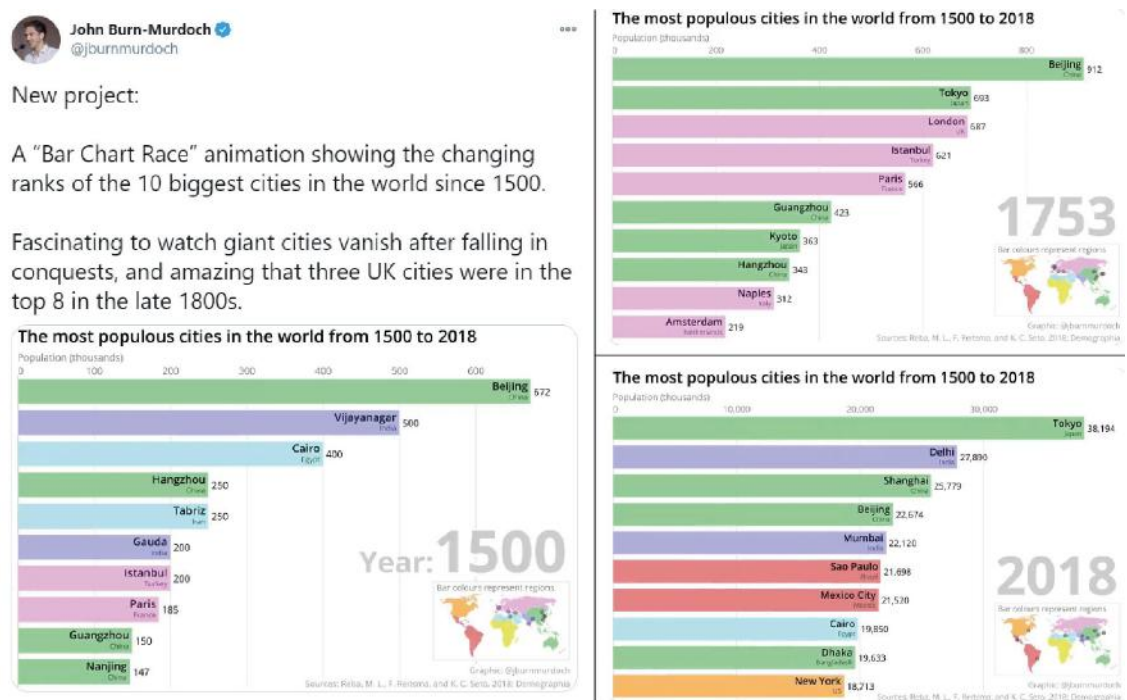
Nessa visualização, a animação é usada para manter o espectador contextualizado enquanto a forma da visualização dos dados muda, mostrando que os gastos discriminados são os mesmos em todas as situações diferentes mostradas. Mesmo contrariando os princípios de Zongker e Salesin (2003) ao usar animações exageradas, os dados são bem posicionados e

<sup>5</sup> Disponível em: [archive.nytimes.com/www.nytimes.com/interactive/2012/02/13/us/politics/2013-budget-proposal-graphic.html](http://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/interactive/2012/02/13/us/politics/2013-budget-proposal-graphic.html), acesso em dezembro de 2020

encenados (*staging*) o suficiente para que o movimento seja claro e cumpra sua função de manter a constância dos itens. De acordo com os tipos de Heer e Robertson (2007), as transições presentes são Transformação de Substrato, Filtragem, Mudança de Visualização e Mudança de Dimensões ou Dados.

O último exemplo desta seção é uma visualização criada por John Burn-Murdoch e publicada no Twitter em março de 2019. *The most populous cities in the world from 1500 to 2018*<sup>6</sup> (exemplo 6) está disponível em:

**Figura 34: Exemplo 6, Postagem de Burn-Murdoch apresentando sua *bar chart race***



Fonte: Burn-Murdoch, J., 2019

Devido ao seu alto engajamento para uma visualização de dados publicada no Twitter, este modelo de “*bar-chart race*” serve de exemplo sobre quão atrativos podem ser gráficos que empregam não só o modelo da corrida de barras, como também animações em geral. Essa visualização apresenta um *ranking* da população de vários países do mundo, representados por barras horizontais e identificados por nome e cor correspondente à região do mundo que aquele país fica. A todo momento os itens trocam de lugar de acordo com os números de suas populações. Apenas dez itens são mostrados na tela, e aqueles que estão abaixo dessa posição

<sup>6</sup> Disponível em: <https://twitter.com/jburnmurdoch/status/1107552367795412992>, acesso em dezembro de 2020.

somem do gráfico. Parte do apelo, segundo Burn-Murdoch, o autor, vem da limitação de espaço, que faz o “elenco” de itens mudar a todo momento conforme os séculos passam e a escala dos números aumenta. Esse apelo vem, também, da acessibilidade do gráfico, que apresenta um assunto com o qual a maior parte do público pode se relacionar, em um formato que a maior parte do público pode entender. Ele possibilita que cada um insira a própria narrativa, além da mostrada nele, sobre o aumento e os movimentos da população mundial.

Como o gráfico está em constante movimento, as transições aqui são de primeira importância. Elas servem para evidenciar as trocas de posição entre os itens mostrados, além de mostrar a alteração na escala do eixo horizontal. Os tipos de transição encontrados aqui são a Transformação de Substrato, pela constante mudança de escala do eixo horizontal, Ordenação e o Intervalo de Tempo (HEER; ROBERTSON, 2007).

Encontramos também as características da animação como sequência de quadros pois além de ser publicada em formato de vídeo e, por consequência, ter todos os controladores esperados de um vídeo publicado em rede social, é esperado que a visualização seja assistida por completo para que o sentido, os movimentos e a própria variação, sejam compreendidos.

Esses três exemplos demonstram o uso de transições como peça importante da visualização. Cada um utiliza mais de um dos tipos de transição (HEER; ROBERTSON, 2007) para deixar mudanças evidentes ao usuário, tanto nos dados quanto no substrato onde eles estão ancorados. Mesmo que apenas no último exemplo a animação seja essencial ao entendimento do gráfico, em todos eles as transições desempenharam um papel importante de facilitar a leitura e auxiliar o usuário a ler as alterações na visualização.

### **4.3 Animação como sequência de quadros**

Nesta seção se encontram os exemplos nos quais a visualização é construída como um vídeo para ser assistido. A animação geralmente representa o tempo e, em suas melhores implementações, o usuário pode empregar controles para parar, retroceder e reexaminar elementos. É isso que ocorre no primeiro exemplo desta seção, o *Gapminder Tools*<sup>7</sup> (exemplo 7), visualização publicada pela organização *Gapminder*.

---

<sup>7</sup> Disponível em: [https://www.gapminder.org/tools/#\\$chart-type=bubbles](https://www.gapminder.org/tools/#$chart-type=bubbles), acesso em dezembro de 2020



Esta é a versão atualizada e reformulada do famoso gráfico apresentado por Hans Rosling na *Ted Talk* de 2006. O gráfico foi feito a partir do sistema *Trendalyzer* como um jeito inovador de visualizar tendências. Nessa visualização, usa-se a animação para mostrar a passagem do tempo, o que libera o eixo horizontal, normalmente usado para este fim, para outra variável. Além disso, o tamanho de cada círculo também é usado para codificar uma variável que muda ao longo do tempo. As cores representam, por padrão, em que região do mundo cada país está localizado, mas esse dado pode ser modificado pelo usuário, assim como todos os outros. Na variação apresentada aqui, o eixo X mostra a renda média em cada país, o eixo Y mostra sua expectativa de vida média, o tamanho dos círculos se refere ao tamanho da população e a cor dos círculos indica a região do mundo onde o país está localizado. É possível destacar países específicos, tornando mais fácil acompanhar seu movimento.

**Figura 35: Exemplo 7, *Gapminder Tools* em três estados.**



Fonte: *Gapminder*.

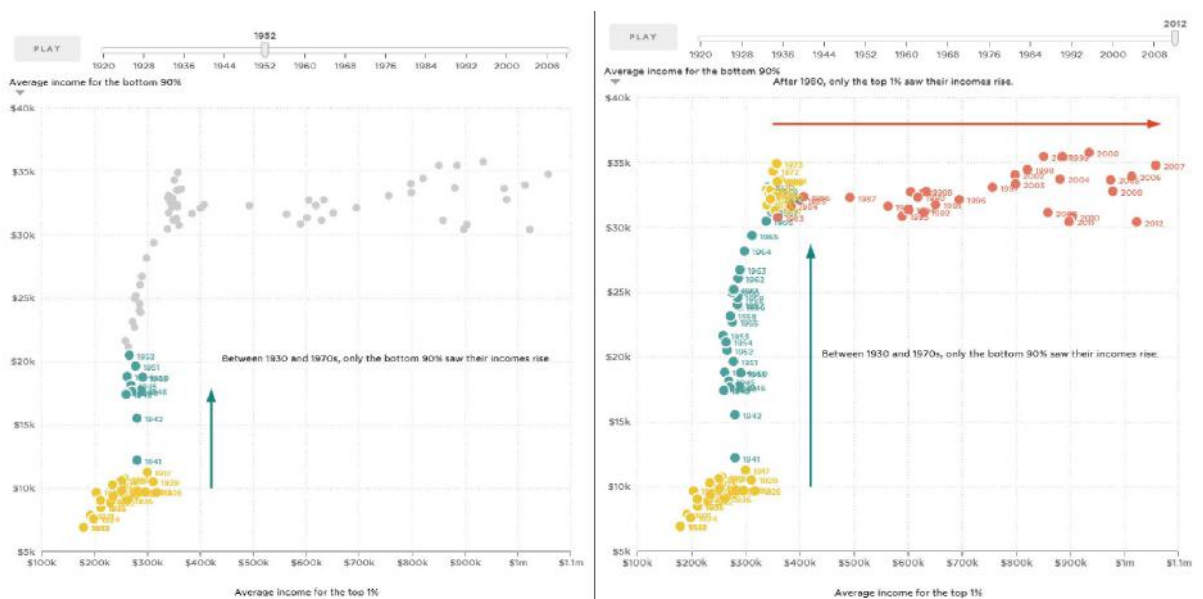
Outra característica dessa visualização é a opção de tracejamento da trajetória de cada ponto que pode ser ativada pelo usuário, a fim de facilitar a visualização das variações. Esse recurso e a possibilidade de destacar itens específicos são importantes para permitir uma análise mais detalhada.

As transições entre cada período de tempo apresentado no gráfico mostram claramente o caminho dos itens mas, pela quantidade de pontos, o movimento se mostra mais útil para a visualização de tendências gerais e localização de contra tendências, ou anomalias. As transições presentes aqui são as de Intervalo de Tempo e Transformação de Ponto de Vista.

Além disso, o usuário pode controlar a velocidade da animação com o *mouse* ou deixar em reprodução automática como num vídeo. Isso faz com que seja possível pausar para destacar certos pontos ou conjuntos de pontos do gráfico.

O próximo exemplo, *The Fall And Rise Of U.S. Inequality*<sup>8</sup> (exemplo 8), foi publicado como suplemento do podcast *NPR Planet Money* em fevereiro de 2015.

**Figura 36: Exemplo 8, *The Fall And Rise of U.S. Inequality*, em dois estados**



Fonte: NPR

Esse gráfico mostra como a animação em conjunto com anotações podem melhorar e facilitar a leitura do gráfico e sua narrativa sem ser invasivas. A visualização não conta com

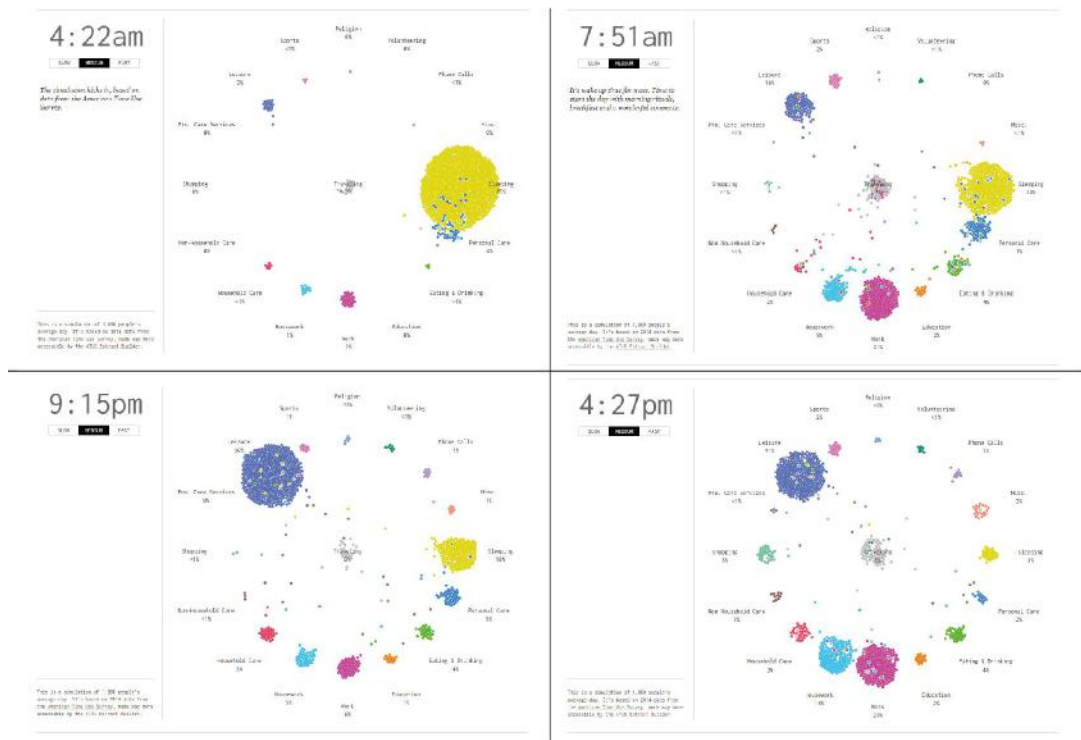
<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.npr.org/sections/money/2015/02/11/384988128/the-fall-and-rise-of-u-s-inequality-in-2-graphs?platform=hootsuite>, acesso em dezembro de 2020.



transições complexas em proeminência, apenas servindo para trazer a informação de forma gradual. Cada quadro mostra um estado diferente, que faz parte da sequência, com anotações que complementam o que está sendo mostrado. O usuário pode controlar a velocidade da animação.

O último exemplo se chama *A Day in the Life of Americans*<sup>9</sup> (exemplo 9) e foi publicado no blog *Flowing Data* de Nathan Yau em dezembro de 2015 (Figura 37).

**Figura 37: Exemplo 9, *A Day in the Life of Americans*, em quatro estados**



Fonte: *Flowing Data*.

Esse gráfico mostra dados categóricos de atividades que compõem o dia de um americano médio, mostrando o fluxo de movimento da população entre essas atividades. As atividades mostradas são dispostas em círculo e codificadas com cores diferentes. Mil pessoas são representadas nesta visualização, e cada ponto representa um indivíduo. É relevante notar que, pela disposição em círculo e a natureza dos dados, o espaço percorrido não tem significado real.

<sup>9</sup> Disponível em: <https://flowingdata.com/2015/12/15/a-day-in-the-life-of-americans/>, acesso em dezembro de 2020.

Considerando cada área e cor do gráfico como um “estado” de cada ponto, a animação aqui serve para mostrar claramente o movimento de um estado ao outro. A animação é direta e conta com suavização (*slow in* e *slow out*), o que reforça o princípio da previsibilidade (ZONGKER, 2003). As transições observadas são de Intervalo de Tempo.

Nesse gráfico, o único controle dado ao usuário é entre três opções de velocidade. Fora isso, não existe nenhum outro controlador e a animação se reinicia automaticamente.

Nessa sequência final de exemplos, vemos formas distintas de se abordar a visualização de dados como sequência de quadros e com diferentes níveis de controle do usuário. Em todos eles, a mensagem ou narrativa é pensada para ser assistida como em um vídeo, mesmo nos casos em que ele ainda faz sentido quando lido como um trabalho estático. Notamos também que quando a complexidade e o número de variáveis aumenta, é desejável que haja outras formas de interagir e ler o gráfico além dos controladores comuns de vídeo (*play, pause*), como no caso do *Gapminder Tools*.

#### 4.4 Conclusões da análise de exemplos

Após a análise dos exemplos, foi possível expandir o quadro presente na seção 3.3 (Resumo da base teórica) para incluí-los. A mesma base do quadro anterior foi usada, dividindo os conceitos listados em Elementos básicos, Tipos ou objetivos da animação e Princípios de aplicação. O resultado (Quadro 2) adiciona os exemplos em colunas do lado direito, cruzando com as linhas que mostram as características ou princípios apresentados na base teórica. A coordenada entre as linhas e colunas é marcada em preto se aquela característica está presente num exemplo e é deixada vazia se ela não está. Essa versão do quadro não conta com os conceitos de elementos básicos da animação e nem com os conceitos de elementos sintáticos e semânticos pois eles estão presentes de formas diferentes em todos os exemplos e não foram considerados aplicáveis para este sistema binário de representação.

Na primeira seção do quadro, referente aos elementos básicos, é possível observar que a maior parte dos exemplos observados tem variáveis quantitativas sendo representadas.

Mesmo assim, não foi observada relação entre o tipo de variável e o tipo de animação utilizada, exceto para dados ordinais, que têm relação com a animação do tipo “ordenação”.

Na segunda parte do quadro, é possível observar relações entre os tipos de transição (HEER, 2007) e os tipos de animação (MUNZNER, 2019) estudados. Nos exemplos analisados, transformações de substrato se limitaram a visualizações onde a animação servia para mostrar transições entre estados, enquanto transições de intervalo de tempo se mostraram predominantes em animações do tipo sequência de quadros ou de suporte à narrativa.

**Quadro 2: Exemplos comparados com os tipos e princípios apresentados**

		<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <span>Exemplo 1</span> <span>Exemplo 2</span> <span>Exemplo 3</span> <span>Exemplo 4</span> <span>Exemplo 5</span> <span>Exemplo 6</span> <span>Exemplo 7</span> <span>Exemplo 8</span> <span>Exemplo 9</span> </div>										
<b>Elementos básicos</b>	Variáveis	Quantitativas	■	■	■	■	■	■	■	■		
		Qualitativas	■	■	■	■	■	■	■	■		
		Ordinais	■	■	■	■	■	■	■	■		
<b>Tipos ou Objetivos da animação</b> (MUNZNER, 2019)	Narrativa	-----		■	■	■	■	■	■	■		
	Sequência de quadros	-----		■	■	■	■	■	■	■		
	Transição entre estados	Tipos de transição (HEER e ROBERTSON, 2007)	Transformação de ponto de vista	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Transformação de substrato	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Filtragem	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Ordenação	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Intervalo de tempo	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Mudança de visualização	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Mudança de dimensões ou dados	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Princípios de aplicação</b>	Considerações de design aplicadas (HEER e ROBERTSON, 2007)	Princípio da Congruência (TVERSKY <i>et al.</i> , 2007)	Evita movimentos não-essenciais	■	■	■	■	■	■	■	■	
			Usa mapeamentos consistentes	■	■	■	■	N/A	■	■	N/A	N/A
			Mantem correspondência semântica	■	■	■	■	■	N/A	■	■	■
		Evita ambiguidades	■	N/A	■	■	■	■	■	■	■	
		Princípio da Apreensão (TVERSKY <i>et al.</i> , 2007)	Agrupar transições similares	N/A	■	■	■	■	N/A	■	■	■
			Minimiza oclusões	■	N/A	■	■	■	N/A	■	N/A	■
	Maximiza previsibilidade		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Princípios clássicos da animação (ZONGKER e SALESIN, 2003 apud JOHNSTON, 1981)		Usa transições simples	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			Divide transições complexas	N/A	N/A	N/A	N/A	■	N/A	N/A	N/A	N/A
			Otimiza duração de transições	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			Antecipação	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			Staging	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aceleração e desaceleração			■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Fonte: O autor, 2021

Na terceira parte do quadro, referente à aplicação, buscou-se comparar os princípios descritos nas seções 3.1 (O papel dos princípios clássicos da animação) e 3.2 (Aderindo à Congruência e Apreensão) com os exemplos para entender se estavam, de fato, presentes no uso. A maior parte deles foi confirmada, com destaque para o uso de transições simples, que estava presente em todos os exemplos. Os quadros assinalados como N/A denotam que o princípio naquela linha não foi aplicável ao exemplo correspondente. Essa análise nos permitiu testar o protocolo de análise proposto e compreender que cada tipo de transição animada, com suas características distintas, pode ser mais adequada para alguns objetivos e menos para outros.

Em relação aos princípios clássicos de animação, deixados para o final, confirmou-se a importância do princípio da aceleração e desaceleração, visto que foi aplicado na maior parte dos exemplos. O princípio da antecipação, no extremo oposto, é aplicável, mas não indispensável, só estando presente em um exemplo. O princípio de *staging*, ou encenação, teve seu uso observado em diferentes tipos de visualização, mas em situações bem particulares, onde a precisão e o tempo do movimento tinham maior importância.

Após definir todos os conceitos, e verificar seu uso através da análise de exemplos, foi possível utilizar os *insights* adquiridos como guia para a elaboração do conteúdo presente no produto final deste trabalho. A elaboração do referido conteúdo estará presente em detalhe na seção 5.2.1 (Conteúdo). O desenvolvimento do projeto será o assunto do próximo capítulo.

## 5 O projeto

O projeto resultante deste trabalho visa resumir a pesquisa exposta nos capítulos anteriores de forma acessível e didática. O formato escolhido foi de uma plataforma publicada como página da *web*, por cumprir os requisitos de ser atrativo, ter fácil acesso e possibilitar que o usuário navegue pelas informações em seu próprio ritmo, além de tornar possível a implementação de animações que mostram como cada conceito descrito funciona na prática.

O público selecionado para ser o foco do projeto foi o de profissionais e estudantes de visualização de dados com interesse na aplicação de animação em seus projetos, mas a página foi construída de modo que seu conteúdo seja acessível para pessoas com diferentes níveis de conhecimento do assunto. Os aspectos de usabilidade do *site* não serão abordados em profundidade, pois este não foi o foco do projeto.

### 5.1 Referências do projeto

Para orientar a construção desta plataforma, páginas já existentes com propostas similares foram utilizadas como referência e serão detalhadas nesta seção. As três páginas selecionadas funcionam como bibliotecas de conteúdo sobre visualização de dados. Duas delas tomam a forma de catálogos, abordando formas de se construir gráficos; a terceira é um repositório de narrativas de dados com um foco maior em conteúdo. Nesta etapa, buscou-se entender como as páginas estruturam e apresentam seu conteúdo e que lógica guia essas escolhas, com enfoque maior na página inicial e nas páginas dos itens que são descritos.

#### 5.1.1 Data Viz Project

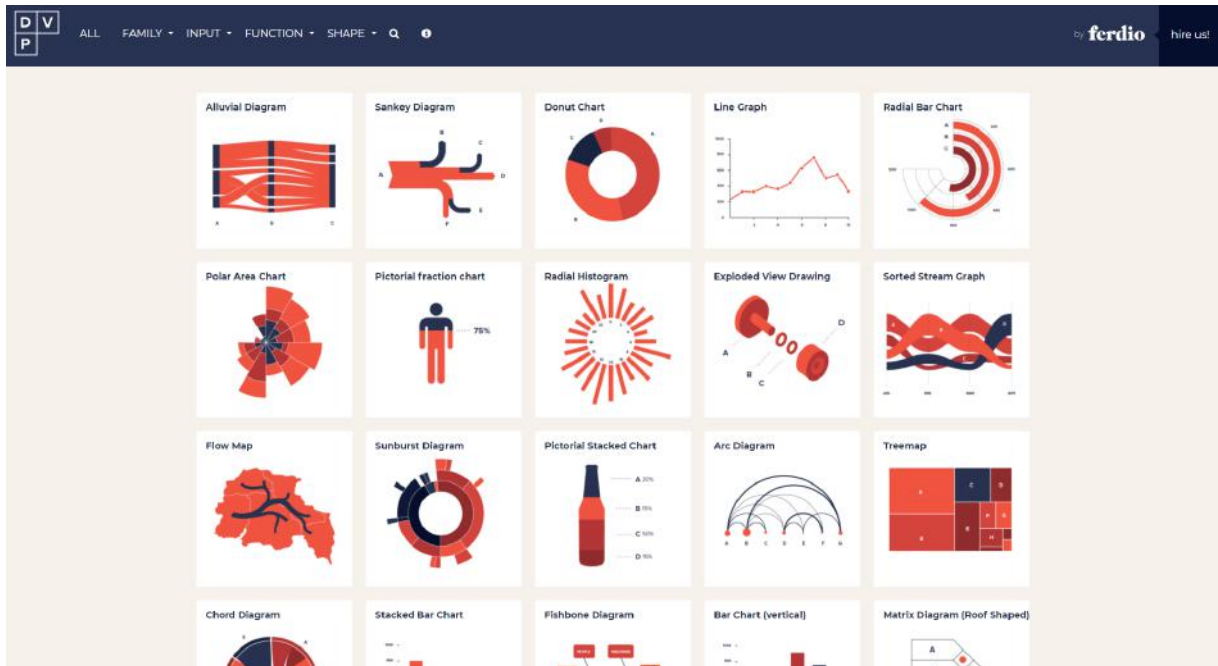
O site *Data Viz Project*<sup>10</sup> foi lançado como uma ferramenta de exposição para a agência de design *Ferdio*, e detalha a variedade de tipos de gráficos que a empresa pode criar

---

<sup>10</sup> Disponível em <https://datavizproject.com/>, acesso em dezembro de 2020.

para seus clientes. A página inicial do site (Figura 38) é composta principalmente de *cards* com uma imagem simplificada de cada visualização e o seu nome, além de uma barra de navegação funcionando como sistema de filtragem no topo.

Figura 38: Página inicial, *Data Viz Project*

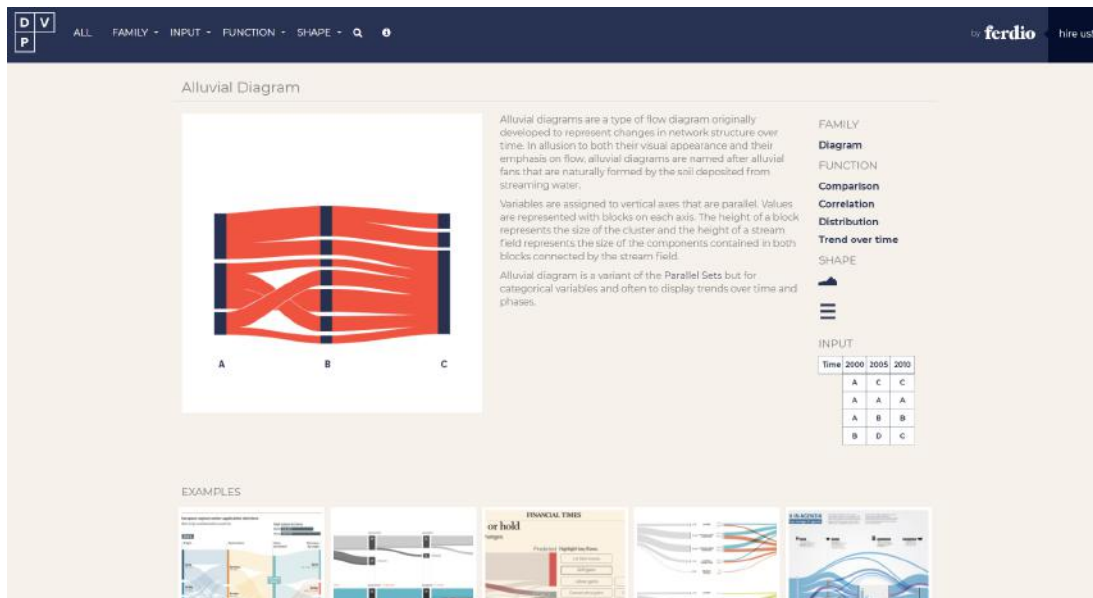


Fonte: *Data Viz Project*

As páginas de item (Figura 39) têm o objetivo de destrinchar e explicar as características dessas visualizações. Em primeiro lugar, vêm o nome e uma imagem da visualização em destaque. A imagem segue uma identidade visual e um esquema de cores consistente por todo o site, e é feita de forma simplificada a partir de dados fictícios. Ao lado da imagem, há uma descrição curta do item.

Além desses elementos, as páginas contam com um sistema de categorização das características formais de cada tipo de gráfico. As categorias listadas correspondem aos filtros presentes na página inicial: família, função, formato e *input*. A forma como o *input* é representado, numa tabela, corresponde a como os dados fictícios precisam ser estruturados antes do mapeamento visual da imagem exemplo, o que ajuda no entendimento de como o gráfico funciona. A página ainda conta com exemplos de usos concretos de cada tipo de visualização, com imagem e *link* para a fonte.

Figura 39: Página de item, *Data Viz Project*

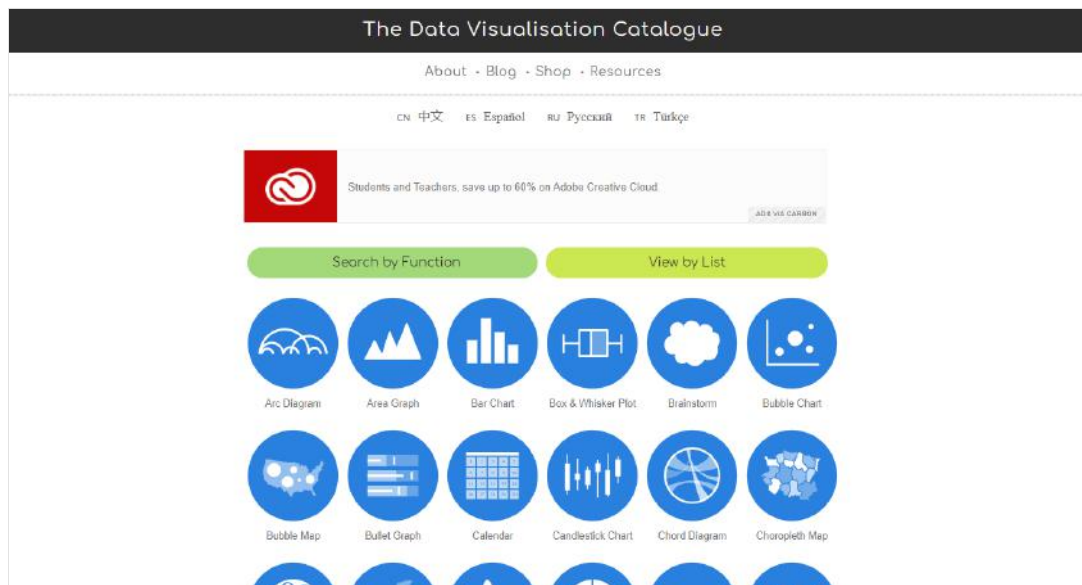


Fonte: *Data Viz Project*

### 5.1.2 The Data Visualisation Catalogue

O site *The Data Visualisation Catalogue*<sup>11</sup> é a nossa segunda referência.

Figura 40: Página inicial, *The Data Visualisation Catalogue*



Fonte: *The Data Visualisation Catalogue*

<sup>11</sup> disponível em <https://datavizcatalogue.com/>, acesso em dezembro de 2020.

Esse projeto se posiciona de forma mais acadêmica do que o exemplo anterior, trazendo um *layout* mais simples e um interesse maior em explicar os itens apresentados em profundidade. A página inicial (Figura 40), fora os *links* que levam a outras áreas do site (como loja e blog), é composta por um sistema de filtragem por função, um botão que habilita a visualização por lista e uma *grid* de ícones, identificados por nomes, que levam às páginas de conteúdo.

As páginas de itens (Figura 41) são encabeçadas pelo nome e uma imagem grande de exemplo da visualização sendo abordada. Abaixo, há uma segunda imagem, mais esquemática, detalhando a anatomia do gráfico. À esquerda da segunda imagem, está a descrição da visualização, focando primeiro em suas características formais e, depois, quais seus usos. Abaixo da descrição, estão as *tags* que indicam as principais funções que o gráfico pode cumprir.

Figura 41: Página de item, *The Data Visualisation Catalogue*

The screenshot shows the 'Arc Diagram' page layout. On the left, there's a large green arc diagram. Below it is a 'Description' section with text explaining the diagram's structure and use. To the right of the description is an 'Anatomy' diagram showing a single arc between two nodes. Further right are sections for 'Functions' (Patterns, Relationships), 'Similar Charts', 'Tools to Generate Visualisation' (Protovis.js, D3.js), and 'Examples' (with a video player for 'A Guide To Arc Diagrams'). Social media sharing icons and a home button are also visible.

Fonte: *The Data Visualisation Catalogue*

Na parte final da página estão posicionados *links* para gráficos similares, ferramentas para gerar aquele tipo de gráfico, *links* para exemplos concretos e um guia em vídeo. Considerou-se que essa página tem como ponto forte o foco educacional e a densidade da



informação, mas que não tem atrativos na sua apresentação, principalmente na parte final das páginas dos itens.

### 5.1.3 Alternative Narratives Visualization Archive

Nossa última referência, o *Alternative Narratives Visualization Archive*<sup>12</sup> tem uma abordagem diferente dos anteriores. O site se propõe a ser um repositório colaborativo de narrativas de dados incomuns e, já na primeira página, há uma breve descrição detalhando o que é o projeto, qual o seu objetivo e como é possível colaborar com ele.

Figura 42: Página inicial e destaque de card, *Alternative Narratives Visualization Archive*

The image shows the homepage of the Alternative Narratives Visualization Archive. The main header includes the site name and navigation links for 'About', 'Methodology', 'Add a project', and 'Discuss'. A descriptive paragraph states: 'This is an open, ongoing, and collaborative archive of data visualizations in online projects that showcase alternative narratives. It seeks to encourage the creation of other narratives to those that dominate and to promote discussion of existing ones. If you know of a project, please add it.'

Below the header is a filter system with three main categories: 'Type', 'Topic', and 'Data acquisition'. Each category has several dropdown menus for selection. A 'Select all' button is also present.

The main content area displays a grid of project cards. Each card features a thumbnail image of a data visualization, a title, the author's name, the project type, and a list of tags. The cards shown are: 'a HÁLO', 'A World of Terror', 'An ecosystem of CORPORATE POLITICIANS PORTUGAL 1975-2013', 'Anti Eviction Mapping Project', and 'Art of the march'.

On the right side, there is a detailed view of the 'A World of Terror' card. It shows the same thumbnail and title, followed by the author 'By: Periscope', the type 'Report', the topic 'Policymaking', the subtopic 'Terrorism, Violence and crime', and the data acquisition method 'Existing sources'. A red plus sign is visible in the bottom right corner of this card view.

Fonte: *Alternative Narratives Visualization Archive*

A primeira página do *site* (Figura 42), após o cabeçalho, conta com um sistema extenso de filtragem, separado em três eixos de informação (tipo, tópico e aquisição de dados) que pode auxiliar o usuário a encontrar visualizações relevantes ao que procura.. As *tags* presentes nesse sistema podem ser identificadas nos *cards* que compõem a *grid* da página e levam às páginas de conteúdo. Os *cards* são compostos de uma imagem da visualização, seu título, plataforma de publicação e as *tags* correspondentes ao tipo, tópicos, subtópicos e forma

<sup>12</sup> disponível em <https://alternative-narratives-vis-archive.com/>, acesso em dezembro de 2020.

de aquisição dos dados. O tamanho do *card* é variável para que possa conter qualquer quantidade de informação.

**Figura 43: Página de item, *Alternative Narratives Visualization Archive***

The screenshot shows the 'Alternative Narratives Visualization Archive' website. At the top, there is a navigation bar with links for 'About', 'Methodology', 'Add a project', and 'Discuss'. The main content area features a large visualization titled 'A World of Terror' with a URL <http://terror.persiscope.com/>. To the right of the visualization is a metadata section: 'created by: Persiscope', 'start date: 2015 - present', 'status: online', 'type: Report', 'topic: Policymaking', and 'subtopic: Terrorism, Violence and crime'. Below this is a descriptive paragraph about the project's methodology and data sources. Underneath, there is a 'data acquisition' section with a button for 'Existing sources'. At the bottom, a 'related projects' section displays three smaller project cards: 'EJOLT Atlas - The Environmen...', 'Scandaglio 4', and 'Global Fishing map', each with a small image and a brief description.

Fonte: *Alternative Narratives Visualization Archive*

Nas páginas de itens do *site* (Figura 43), encontramos uma seção de imagens da visualização, com uma maior e em destaque, que toma boa parte da tela. Ao lado da imagem principal está um bloco de informações sobre a visualização que expande o conteúdo dos cards. Além desse conteúdo, aqui temos um *link* para o *site* onde aquela narrativa se encontra, data de publicação, status (*online/offline*) e uma descrição curta, mas objetiva. A última seção da página é a de projetos relacionados, que conta com uma imagem, título, início da descrição e uma das *tags* identificando alguma categoria.

### 5.1.4 Resumo da análise de referências

Antes de ser decidida a estrutura da página, foi feita uma análise das referências apresentadas anteriormente. Dessa análise, foi montado um quadro (Quadro 3) resumindo pontos de interesse de cada uma.

**Quadro 3: Pontos de interesse de cada referência, resumidos**

<p><i>Data Viz Project</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta figuras simplificadas de cada tipo de visualização com uma identidade visual consistente;</li> <li>- Menu superior serve para filtrar <i>thumbnails</i> da página inicial;</li> <li>- Filtros se relacionam com as categorias presentes no conteúdo de cada página;</li> <li>- Filtros tem um foco grande na características formais da visualização (família, função, formas, <i>input</i>);</li> <li>- Após a figura principal esquemática, há exemplos com capturas de tela de usos daquele tipo de visualização, com referência de onde foi tirada.</li> </ul>
<p><i>The Data Visualization Catalogue</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta busca por função da visualização como única forma de filtragem imediata;</li> <li>- Filtros se relacionam com tags de função presentes no conteúdo de cada página, mas tags ficam muito escondidas;</li> <li>- Foco maior na função dos gráficos e na sua anatomia;</li> <li>- Exemplos expostos em lista, sem imagem, mas com <i>link</i> para a fonte;</li> <li>- Vídeo guia no fim de cada página;</li> <li>- Conteúdo mais denso do que nos outros <i>sites</i>, mas não muito bem apresentado.</li> </ul>
<p><i>Alternative Narratives Visualization Archive</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta forma clara de filtrar resultados já na página inicial;</li> <li>- Filtros se relacionam com as <i>tags</i> presentes nos <i>cards</i> de cada exemplo e no conteúdo de cada página;</li> <li>- Filtros tem um foco grande nos dados (tipo, tópico, como foram adquiridos).</li> </ul>

Fonte: O autor, 2021

Com base nas características observadas e nas necessidades específicas de um projeto que envolve animação, foram consideradas importantes para o nosso projeto:

- Ter formas de filtrar conteúdo a partir da primeira página;
- Filtros devem ter correspondentes diretos no conteúdo de cada página em formato de *tags* com *links* que as conectem;
- Usar *cards* com imagem para organizar os tipos de animação na página inicial;
- Usar animações para mostrar os itens é essencial;
- Produzir imagem principal de cada página na identidade visual do projeto;
- Usar animação em gif para mostrar os exemplos reais, acompanhada de fonte.

## 5.2 Etapas do projeto

A última etapa antes de montar a estrutura da nossa plataforma foi decidir o que, de fato, ia constituir o conteúdo, em meio à pesquisa feita e detalhada nos capítulos 2 a 4. Com o conteúdo definido para cada página, foi necessário pensar como ele interagiria com as características sugeridas pela análise de referências e, com base nisso, montar os primeiros *wireframes* da plataforma. Ao mesmo tempo em que isso acontecia, pensava-se na identidade visual e nas animações de exemplo que seriam o foco do *site*. Todo esse processo será detalhado nesta seção.

O título escolhido para o site foi **Guia da Visualização Animada**.

### 5.2.1 Conteúdo

Nesta etapa do projeto, a pesquisa foi dividida em três partes: os **itens** propriamente ditos, que serão abordados nas páginas de conteúdo; a forma de **categorização** desses itens, que terá função de filtrar o conteúdo e os separar por *tags*; e as **recomendações** de aplicação, que são personalizadas para cada item.

Os tipos de transição animada (HEER; ROBERTSON, 2007), detalhados na seção 2.4.1 (Tipos de transição animada) foram usados como conteúdo nas páginas de itens. Essa escolha foi feita pois é a parte da pesquisa que descreve formas específicas que a animação pode assumir em sua aplicação mais básica: como componente e levando em conta possíveis necessidades de cada projeto.

A categorização do conteúdo foi feita a partir dos três tipos amplos de animação definidos por Tamara Munzner (2014) e detalhadas na seção 2.4 (Tipos de animação aplicadas à visualização). Esta decisão foi feita pois essas definições oferecem uma forma orgânica de separar em grupos as possíveis finalidades de cada tipo específico de transição. Outra vantagem dessa classificação é que os três tipos não são excludentes entre si, favorecendo a sua identificação por *tags*.

As recomendações de aplicação foram escritas com base nos princípios de design de Heer e Robertson (2007), detalhados na seção 3.2 (Aderindo à Congruência e Apreensão). Essas recomendações foram elaboradas com base nos princípios de Congruência e Apreensão de Tversky *et al.* (2002) e foram uma adição natural ao trabalho pois, além de serem escritas pelos mesmos pesquisadores que definiram os tipos de transição animada usados, são objetivas e claras o suficiente para a finalidade da nossa plataforma. Como nem todas as recomendações de design se aplicam a todos os tipos de transição animada, foi necessário analisar cada uma e escolher quais se adequam melhor, caso a caso.

O grande volume de informações incluído no texto do projeto criou outra preocupação, a de espaço nas páginas da plataforma. Foi decidido, então, deixar uma versão reduzida do texto das recomendações na página de cada item e criar uma página adicional, reunindo a base teórica do projeto para usuários que queiram se aprofundar mais no conteúdo.

### 5.2.2 Estrutura

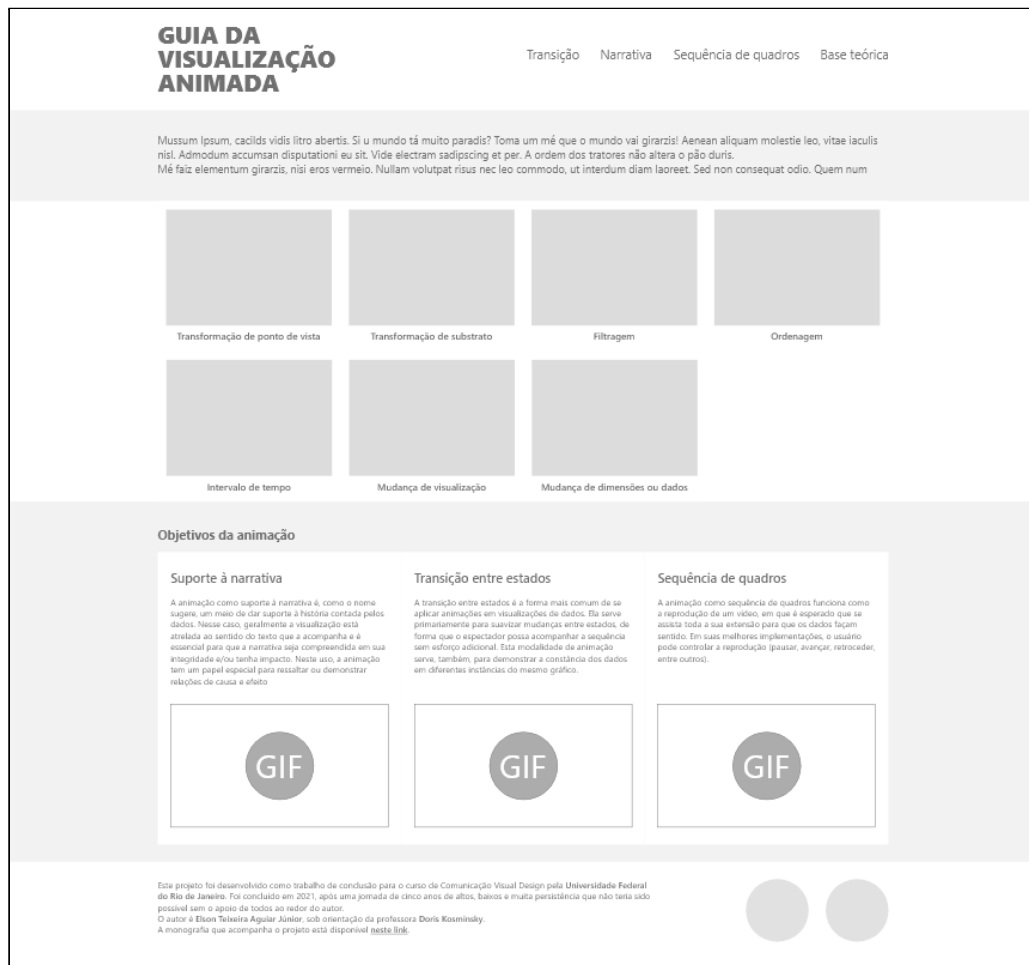
Nesta seção serão descritas a estrutura do site como um todo e de cada tipo de página. Todo o processo de *wireframe* e prototipagem foi feito no programa Adobe XD, com o qual o autor já estava familiarizado, ideal para montar *sites* e páginas sem complexidade alta de interações, como as deste projeto.

Foram estabelecidos quatro tipos de página como um mínimo para estruturar a plataforma: uma página inicial, uma página com os resultados filtrados por cada um dos três usos da animação (somando três páginas), uma página de conteúdo para cada um dos sete tipos de transição animada (somando sete páginas) e uma página reunindo a base teórica do projeto. No *footer* de cada página, estarão presentes informações sobre o projeto.

Na página inicial, estão posicionados todos os itens que formam a base da análise: os tipos de transição animada (HEER; ROBERTSON, 2007). Estão dispostos numa *grid* com uma imagem e seu nome logo abaixo. Todos são apresentados como imagem estática, mas revelam um gif animado quando há uma interação do tipo *mouseover* (passar o cursor do *mouse* por cima da imagem). Abaixo da seção onde os itens são posicionados, há um resumo dos três tipos de animação (MUNZNER, 2014) que servem de categorias gerais.

No topo da página está uma barra de navegação com as opções TRANSIÇÃO, NARRATIVA, SEQUÊNCIA DE QUADROS e BASE TEÓRICA. As três primeiras assumem o papel de filtragem, levando o usuário para uma página específica com uma pequena descrição do tipo de animação selecionado e com os tipos de transição animada que se adequam àquela categoria.

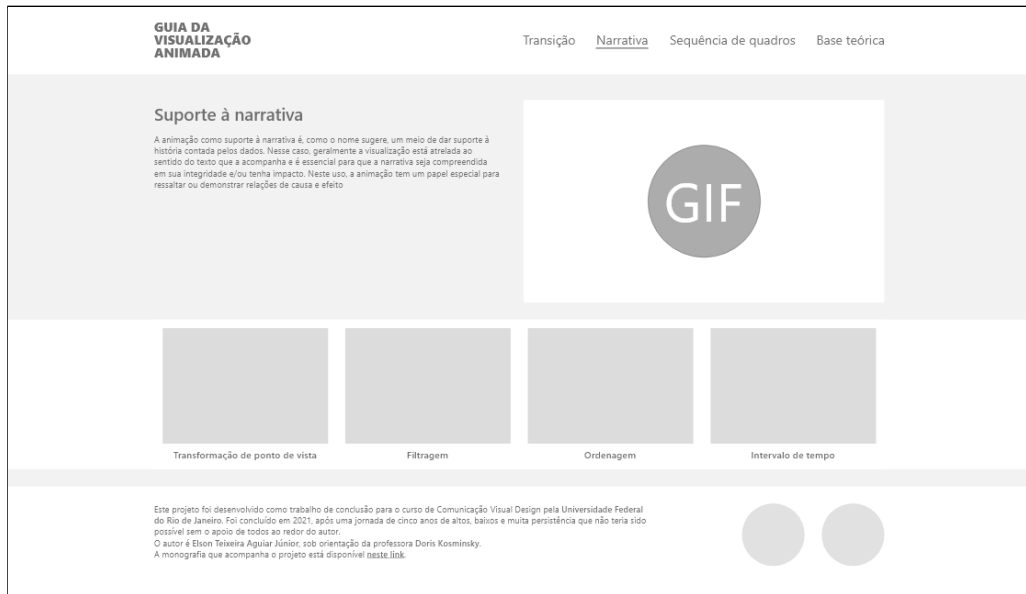
**Figura 44: Versão em baixa fidelidade da página inicial**



Fonte: O autor, 2021

As páginas referentes a cada categoria de uso da animação (transição, narrativa e sequência de quadros), como mencionado antes, servem o propósito de filtrar os itens visualizados pelo usuário antes de entrar na página daquele conteúdo. Seus primeiros componentes são o texto descritivo e uma animação ilustrativa em formato de gif. Abaixo desse conjunto, está o mesmo *grid* de itens da primeira página, mas mostrando os tipos de transição, filtradas para o uso específico a qual a página se refere.

**Figura 45: Versão em baixa fidelidade do modelo de página de categoria**



Fonte: O autor, 2021

As páginas de itens são onde ficam as descrições de cada tipo de transição animada e recomendações para seu uso. As informações presentes nessas páginas, seguindo a hierarquia, são: título, imagem, descrição, *tags*, recomendações e exemplos. Os componentes foram posicionados e seus tamanhos relativos foram decididos tendo essa hierarquia em mente, tendo o título e o gif ilustrativo em destaque.

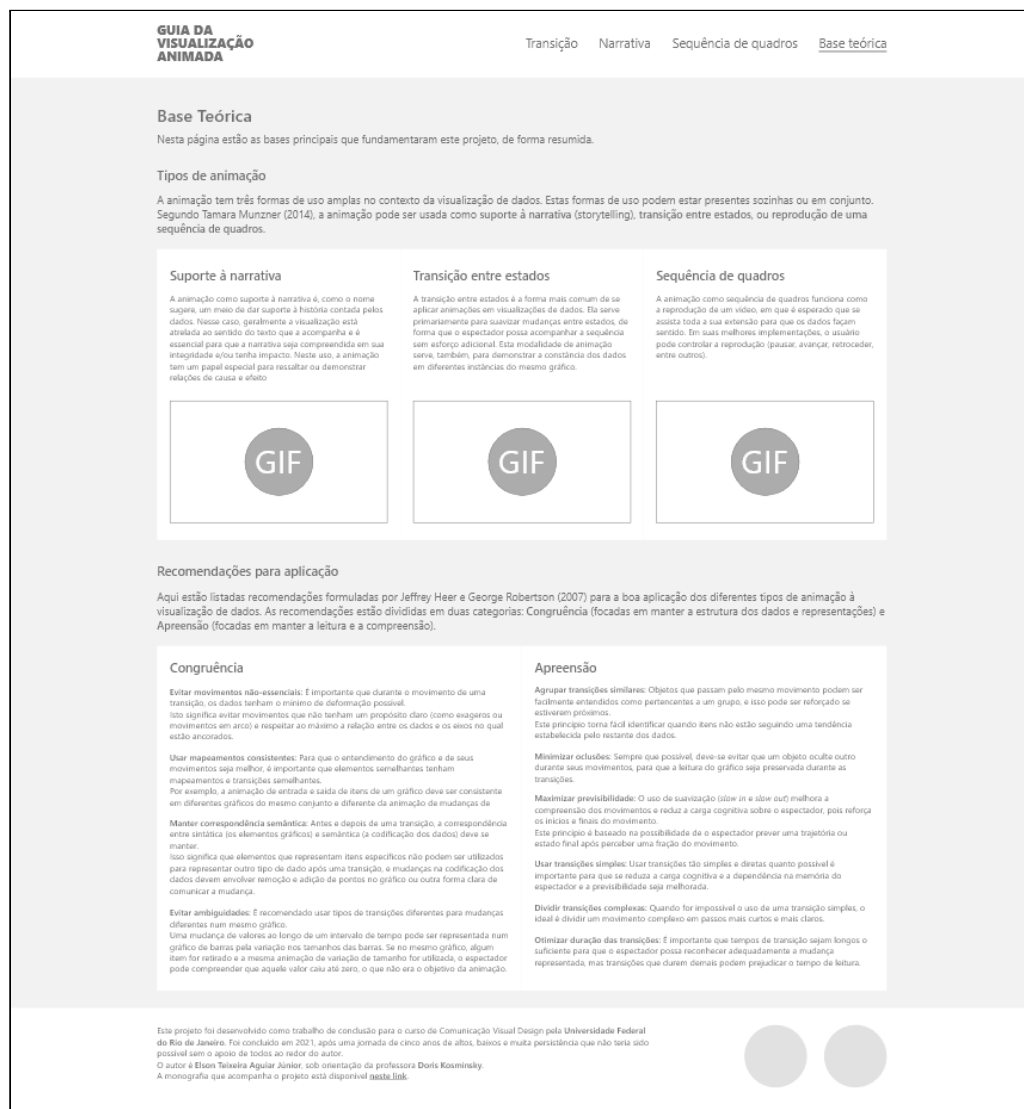
**Figura 46: Versão em baixa fidelidade da página de item**



Fonte: O autor, 2021

A página que trata da base teórica do projeto é composta de uma breve introdução e dois blocos principais de conteúdo: Usos da animação e Recomendações para aplicação. O bloco de Usos da animação é uma repetição do resumo sobre as três categorias que está presente na página inicial, numa posição de mais destaque. O segundo bloco, Recomendações para aplicação, é uma versão expandida das recomendações presentes nas páginas de conteúdo, mas com texto mais completo e ilustrações. Aqui elas estão divididas em princípios para congruência e apreensão (TVERSKY *et al.*, 2002), como descrito na seção 3.2 (Aderindo à Congruência e Apreensão).

**Figura 47: Versão em baixa fidelidade da página de base teórica**



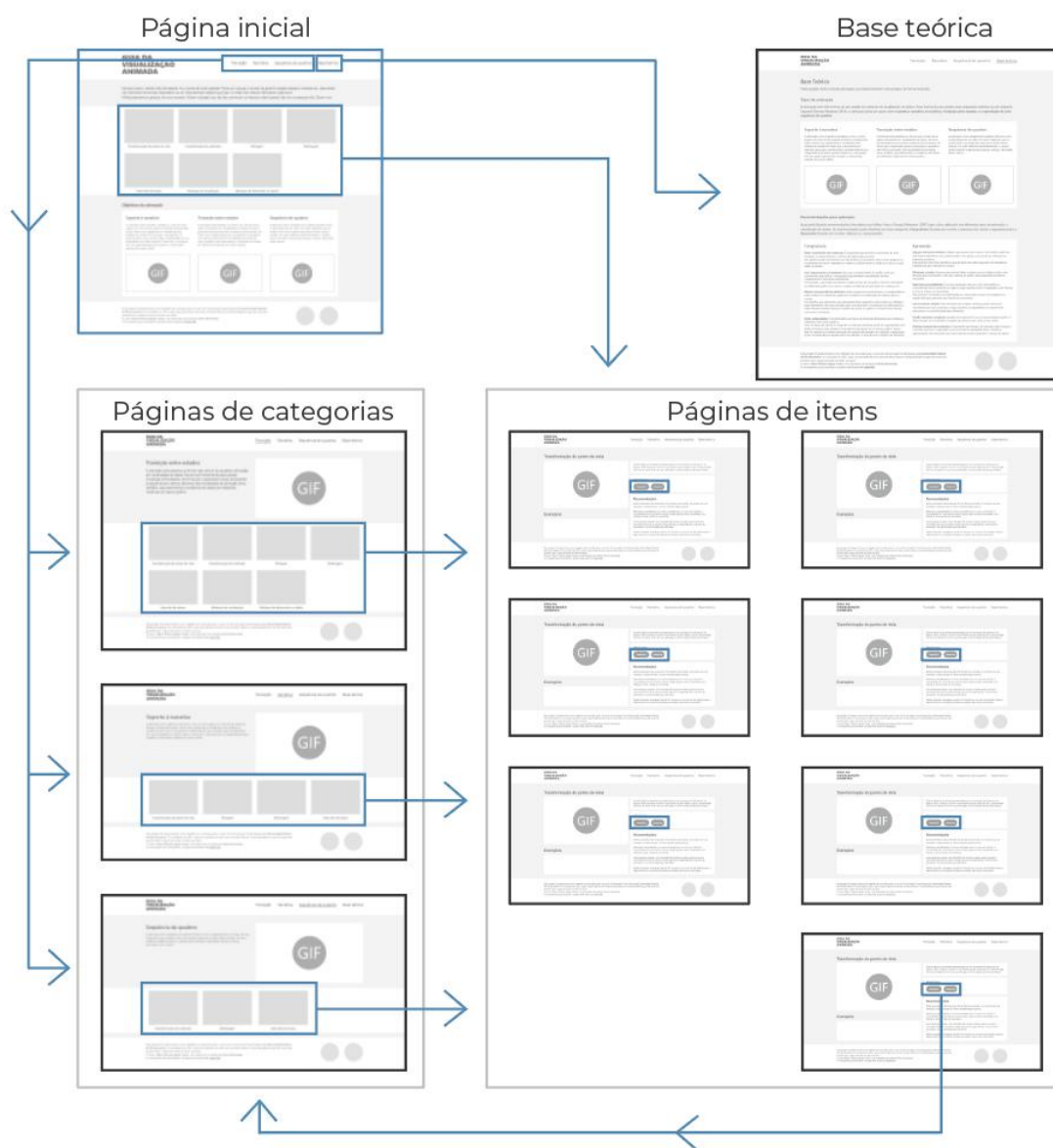
Fonte: O autor, 2021



A maior parte dos textos e imagens presentes no projeto foram agrupados em blocos para uma maior consistência visual. Alguns desses blocos recorrentes foram transformados em componentes fixos pois se repetem em diversas páginas. São eles: a barra de navegação, o grid dos tipos de transição animada, o quadro que descreve os três tipos de animação, as *tags* que identificam categorias de cada tipo de animação, as recomendações presentes em cada página de conteúdo e o *footer*.

As páginas se conectam como ilustrado no diagrama da figura 48.

**Figura 48: Diagrama do fluxo do site**



Fonte: O autor, 2021

### 5.2.3 Identidade visual

Nesta seção, serão abordados os aspectos visuais do projeto, o que inclui cores, tipografias e os critérios usados na construção do site e das animações que fazem parte dele.

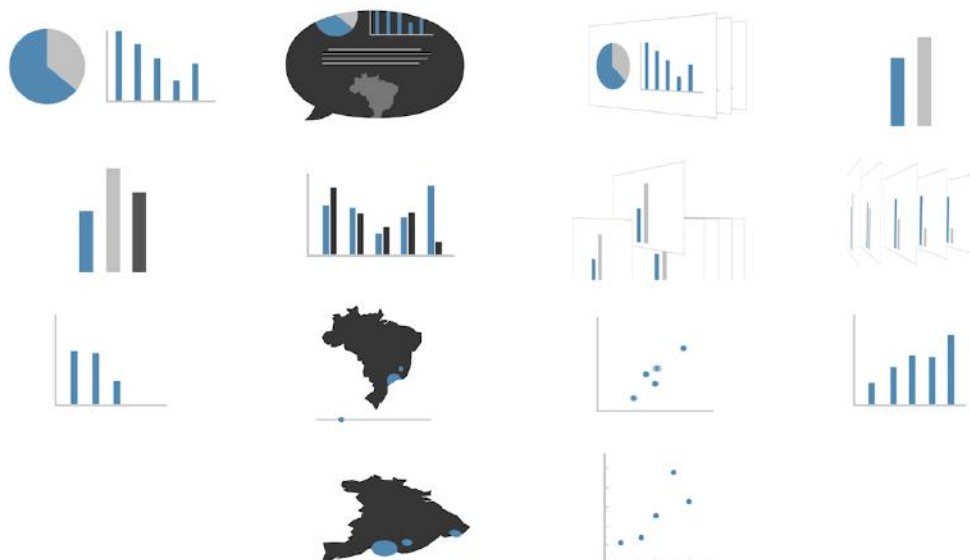
A primeira parte da identidade visual pensada foi a paleta de cores. Ela foi escolhida primariamente com a intenção de manter a coesão entre as animações que representavam cada conceito. Além disso, havia a preocupação em manter a diferenciação entre objetos pela cor, mas sem criar destaque excessivo, que desviasse a atenção do espectador. Desses critérios, surgiu uma paleta neutra em sua maior parte, com um contraste alto o suficiente para que as diferenças entre valores possam ser reconhecidas por todo tipo de usuário. Foram utilizados o branco e duas variações de cinza como cores neutras, com a adição do azul para destacar elementos e quebrar a monotonia do resto da paleta.

Figura 49: Paleta de cores



Fonte: O autor, 2021

Figura 50: Mosaico de ilustrações produzidas na paleta de cores



Fonte: O autor, 2021

Duas tipografias foram selecionadas: uma para o corpo do texto do site, e uma para a logo do projeto. Ambas foram escolhidas com o objetivo de manter a plataforma minimalista e de fácil leitura. Para o corpo do texto foi utilizada a família **Roboto**. Esta é uma fonte versátil e de boa legibilidade, combinando um desenho geométrico e mecânico com curvas amplas. Foi popularizada pelo seu uso nos sistemas *Android* e por ser o padrão sugerido pelo sistema de design *Google Material*. A Roboto possui uma família extensa e tem sua licença gratuita para uso pelo *Google Fonts*.

A fonte selecionada para o logo foi a **Montserrat**. Também sem serifa, a família Montserrat tem um desenho semelhante à Roboto, com alturas x similares, mas com curvas mais pronunciadas e letras mais largas. Na sua variação Bold, e com destaque na palavra “animada”, a tipografia se adequa bem para o título do projeto.

**Figura 51: Tipografias utilizadas no projeto**

## Roboto

### REGULAR

abcdefghijklmnopqrstuvwxy  
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 0123456789.,;:?!@#%&"

### MEDIUM

abcdefghijklmnopqrstuvwxy  
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 0123456789.,;:?!@#%&"

## Montserrat

### BOLD

abcdefghijklmnopqrstuvwxy  
 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 0123456789

Fonte: O autor, 2021

**Figura 52: Logotipo do projeto**

**GUIA DA**  
**VISUALIZAÇÃO**  
**ANIMADA**

Fonte: O autor, 2021

### 5.3 O Resultado

Num paralelo com o Princípio da Congruência (TVERSKY *et al.*, 2007), a melhor forma de apresentar conceitos de animação é se utilizando da própria animação como meio. Seguindo o mesmo paralelo com o Princípio da Apreensão (TVERSKY *et al.*, 2007), determinamos que essa apresentação deve se mostrar da forma mais rápida e prática para o usuário.

Este projeto, em sua versão final, fez uso desses e da maior parte dos outros conceitos apresentados na fase de pesquisa para apresentar um volume grande de conteúdo da forma mais didática possível. Para isso, foram produzidas animações para cada conceito, que foram implementadas à página *web*, onde podem ser visualizadas.

O protótipo deste projeto pode ser acessado em: <http://animadatavis.animaapp.io/>

A seguir, estão imagens de cada tela produzida:

Figura 53: Página inicial

**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**

Transição Narrativa Sequência de quadros Base teórica

A animação é um recurso poderoso para implementar em suas visualizações de dados, mas é importante conhecer essa ferramenta ao máximo antes de colocar suas ideias em prática. O objetivo deste site é servir como um guia para facilitar essa jornada. Aqui você encontrará sete tipos de animações diferentes para inspirar seus projetos, os objetivos delas e recomendações para que funcionem da melhor forma possível.

Transformação de ponto de vista Transformação de substrato Filtragem Ordenação

Intervalo de tempo Mudança de visualização Mudança de dimensões ou dados

**Usos da animação**

**Suporte à narrativa**  
A animação como suporte à narrativa é, como o nome sugere, um meio de dar suporte à história contada pelos dados. Nesse caso, geralmente a visualização está atrelada ao sentido do texto que a acompanha e é essencial para que a narrativa seja compreendida em sua integralidade e/ou tenha impacto. Neste uso, a animação tem um papel especial para ressaltar ou demonstrar relações de causa e efeito.

**Transição entre estados**  
A transição entre estados é a forma mais comum de se aplicar animações em visualizações de dados. Ela serve principalmente para auxiliar mutações entre estados, de forma que o espectador possa acompanhar a sequência sem esforço adicional. Esta modalidade de animação ocorre, também, para demonstrar a conexão de dois dados em diferentes instâncias do mesmo gráfico.

**Sequência de quadros**  
A animação como sequência de quadros funciona como a reprodução de um vídeo, em que é esperado que se assista toda a sua extensão para que os dados tenham sentido. Em suas melhores implementações, o usuário pode controlar a reprodução (pausar, avançar, retroceder, entre outros).

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de arte, técnica e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor.  
O autor é Eliane Teixeira Aguiar Xavier, sob orientação da professora Doris Kosminsky.  
A monografia que acompanha o projeto está disponível em: <https://bit.ly/3881111>.

LAB VIS UFPA

Fonte: O autor, 2021

Figura 54: Páginas de categorias


**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**


Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

---


**Transição entre estados**

A transição entre estados é a forma mais comum de se aplicar animações em visualizações de dados. Ela serve principalmente para mostrar mudanças entre estados, de forma que o espectador possa acompanhar a sequência sem esforço adicional. Esta modalidade de animação serve, também, para demonstrar a consistência dos dados em diferentes análises do mesmo gráfico.







Transformação de ponto de vista




Transformação de substrato




Filtragem




Ordenação



Intervalo de tempo





Mudança de visualização



Mudança de dimensões ou dados

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco meses de aulas, debates e muitas experiências que vão ser muito prezadas aqui e depois de voltar ao mundo. O autor é Elton Ribeiro Aguiar Mendes, sob orientação da professora Doris Kerenivsky. A monografia que acompanha o projeto está disponível [aqui](#).


**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**


Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

---


**Suporte à narrativa**

A animação como suporte à narrativa é, como o nome sugere, um meio de dar suporte à história contada pelos dados. Nesse caso, geralmente a visualização está orientada ao sentido do tempo e se acompanha e é essencial para que a narrativa seja compreendida em sua integralidade e/ou tenha impacto. Nesse caso, a animação tem um papel especial para ressaltar ou demonstrar relações de causa e efeito.







Transformação de ponto de vista



Filtragem





Ordenação



Intervalo de tempo

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco meses de aulas, debates e muitas experiências que vão ser muito prezadas aqui e depois de voltar ao mundo. O autor é Elton Ribeiro Aguiar Mendes, sob orientação da professora Doris Kerenivsky. A monografia que acompanha o projeto está disponível [aqui](#).

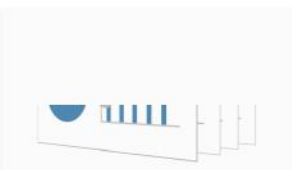
**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**


Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

---


**Sequência de quadros**

A animação como sequência de quadros funciona como a reprodução de um vídeo, em que é esperado que se assista todo o seu conteúdo para que os dados sejam vistos. Em suas melhores implementações, o usuário pode controlar a reprodução (pausar, avançar, retroceder, entre outros).






Transformação de substrato





Ordenação



Intervalo de tempo

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco meses de aulas, debates e muitas experiências que vão ser muito prezadas aqui e depois de voltar ao mundo. O autor é Elton Ribeiro Aguiar Mendes, sob orientação da professora Doris Kerenivsky. A monografia que acompanha o projeto está disponível [aqui](#).

Fonte: O autor, 2021

Figura 55: Página de base teórica

**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**

Transição Narrativa Sequência de quadros Base teórica

---

### Base Teórica


Nesta página estão as bases principais que fundamentaram este projeto, de forma resumida.

### Usos da animação

A animação tem três formas de uso amplas no contexto da visualização de dados, que podem estar presentes sozinhas ou em conjunto. Segundo Tamara Munzner (2014), a animação pode ser usada como suporte à narrativa (storytelling), transição entre estados, ou reprodução de uma sequência de quadros.


#### Suporte à narrativa

A animação como suporte à narrativa é, como o nome sugere, um meio de dar suporte à história contada pelos dados. Nesse caso, geralmente a visualização está atrelada ao sentido do texto que a acompanha e é essencial para que a narrativa seja compreendida em sua integridade e/ou tenha impacto. Neste uso, a animação tem um papel especial para ressaltar ou demonstrar relações de causa e efeito.




#### Transição entre estados

A transição entre estados é a forma mais comum de se aplicar animações em visualizações de dados. Ela serve principalmente para suavizar mudanças entre estados, de forma que o espectador possa acompanhar a sequência sem esforço adicional. Esta modalidade de animação serve, também, para demonstrar a constância dos dados em diferentes instâncias do mesmo gráfico.



#### Sequência de quadros

A animação como sequência de quadros funciona como a reprodução de um vídeo, em que é esperado que se assista toda a sua extensão para que os dados façam sentido. Em suas melhores implementações, o usuário pode controlar a reprodução (pausar, avançar, retroceder, entre outros).




### Recomendações para aplicação


Aqui estão listadas recomendações formuladas por Jeffrey Heer e George Robertson (2007) para a boa aplicação dos diferentes tipos de animação à visualização de dados. As recomendações estão divididas em duas categorias: Congruência (focadas em manter a estrutura dos dados e representações) e Apreensão (focadas em manter a leitura e a compreensão).

#### Congruência


**Evitar movimentos não-essenciais**  
É importante que durante o movimento de uma transição, os dados tenham o mínimo de deformação possível. Isto significa evitar movimentos que não tenham um propósito claro (como exageros ou movimentos em arco) e respeitar ao máximo a relação entre os dados e os eixos no qual estão ancorados.



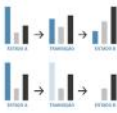
**Usar mapeamentos consistentes**  
Para que o entendimento do gráfico e de seus movimentos seja melhor, elementos semelhantes devem ter mapeamentos e transições semelhantes. Por exemplo, a animação de entrada e saída de itens de um gráfico deve ser consistente em diferentes gráficos do mesmo conceito e diferente da animação de mudanças de valor dos itens.



**Manter correspondência semântica**  
Antes e depois de uma transição a correspondência entre elementos gráficos e dados deve se manter. Isto significa que elementos que representam itens específicos não podem ser utilizados para representar outro tipo de dado após uma transição, e mudanças na codificação dos dados devem envolver formas claras de comunicar a mudança.




**Evitar ambiguidades**  
É recomendado usar tipos de transições diferentes para mudanças diferentes num mesmo gráfico. Se num mesmo gráfico, a mesma transição for utilizada para uma mudança de valores e para a retirada de um item, o espectador pode compreender que aquele valor caiu até zero, o que não era o objetivo da animação.

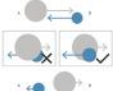


#### Apreensão

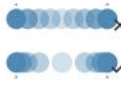
**Agrupar transições similares**  
Objetos que passam pelo mesmo movimento podem ser facilmente entendidos como pertencentes a um grupo, e isso pode ser reforçado se estiverem próximos. Este princípio torna fácil identificar quando itens não estão seguindo uma tendência estabelecida pelo restante dos dados.




**Minimizar ocultações**  
Sempre que possível, deve-se evitar que um objeto oculte outro durante seus movimentos, para que a leitura do gráfico seja preservada durante as transições.



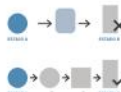
**Maximizar previsibilidade**  
O uso de suavização (slow in e slow out) melhora a compreensão dos movimentos e reduz a carga cognitiva sobre o espectador, pois reforça os inícios e finais do movimento. Este princípio é baseado na possibilidade de o espectador prever uma trajetória ou estado final após perceber uma fração do movimento.



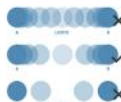
**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória do espectador e a previsibilidade seja melhorada.



**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.




**Otimizar duração das transições**  
É importante que tempos de transição sejam longos o suficiente para que o espectador possa reconhecer adequadamente a mudança representada, mas transições que duram demais podem prejudicar o tempo de leitura.



Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de altos, baixos e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio dedicado ao leitor do autor.  
 O autor é **Elaen Telesira Aguiar Júnior**, sob orientação da professora Doris Kosmínsky.  
 A monografia que acompanha o projeto está disponível [neste link](#).

LAB  
VIS



Fonte: O autor, 2021

Figura 56: Página de item - Transformação de ponto de vista

GUIA DA  
VISUALIZAÇÃO  
ANIMADA

Transição   Narrativa   Sequência de quadros   Base teórica

---

### Transformação de ponto de vista



**Exemplos**



Esta animação é normalmente representada por um movimento de câmera pelo espaço virtual. Exemplos incluem os movimentos de pan (laterais) e zoom. Esta animação não interfere nos dados e nem em sua codificação, é uma transição de natureza sintática.

**Usos comuns**

TRANSIÇÃO
NARRATIVA

**Recomendações**

**Evitar movimentos não-essenciais**  
É importante que durante o movimento de uma transição, os dados tenham o mínimo de deformação possível.

**Maximizar previsibilidade**  
O uso de suavização (slow in e slow out) melhora a compreensão dos movimentos e reduz a carga cognitiva sobre o espectador, pois reforça os inícios e finais do movimento.

**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória de espectador e a previsibilidade seja melhorada.

**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de altos, baixos e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor.  
O autor é Elson Teles da Aguiar Júnior, sob orientação da professora Deris Kosminsky. A monografia que acompanha o projeto está disponível [neste link](#).



Fonte: O autor, 2021

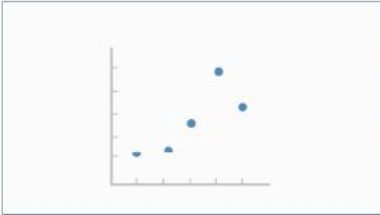
Figura 57: Página de item - Transformação de substrato

GUIA DA  
VISUALIZAÇÃO  
ANIMADA

Transição   Narrativa   Sequência de quadros   Base teórica

---

### Transformação de substrato



**Exemplos**



Esta animação é caracterizada por uma transformação espacial na superfície onde os dados estão ancorados. Uma de suas expressões mais comuns é na mudança de escala de um ou mais eixos do gráfico.

**Usos comuns**

TRANSIÇÃO
SEQUÊNCIA DE QUADROS

**Recomendações**


**Evitar movimentos não-essenciais**  
É importante que durante o movimento de uma transição, os dados tenham o mínimo de deformação possível.

**Usar mapeamentos consistentes**  
Para uso o entendimento do gráfico e de seus movimentos seja melhor, é importante que elementos semelhantes tenham mapeamentos e transições semelhantes.

**Manter correspondência semântica**  
Antes e depois de uma transição, a correspondência entre sintática (os elementos gráficos) e semântica (a codificação dos dados) deve se manter.

**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória de espectador e a previsibilidade seja melhorada.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de altos, baixos e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor.  
O autor é Elson Teles da Aguiar Júnior, sob orientação da professora Deris Kosminsky. A monografia que acompanha o projeto está disponível [neste link](#).



Fonte: O autor, 2021



Figura 58: Página de item - Filtragem

**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**

Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

---

### Filtragem



### Exemplos



Esta animação é caracterizada pela adição ou retirada de itens da visualização especificadas por algum critério. Geralmente não afeta os dados que não estão sendo retirados ou adicionados, mas pode ser acompanhada por uma transformação de substrato ou de ponto de vista.

**Usos comuns**

TRANSIÇÃO     NARRATIVA

**Recomendações**

**Mantenha correspondência semântica**  
Antes e depois de uma transição, a correspondência entre sintática (os elementos gráficos) e semântica (a codificação dos dados) deve ser mantida.

**Evitar ambiguidades**  
É recomendado usar tipos de transições diferentes para mudanças diferentes num mesmo gráfico.

**Agrupar transições similares**  
Objetos que passam pelo mesmo movimento podem ser facilmente entendidos como pertencentes a um grupo, e isso pode ser reforçado ao estarem próximos.

**Minimizar oclusões**  
Sempre que possível, deve-se evitar que um objeto oculte outro durante seus movimentos, para que a leitura do gráfico seja preservada durante as transições.

**Maximizar previsibilidade**  
O uso de suavização (easing) e easing soft melhora a compreensão dos movimentos e reduz a carga cognitiva sobre o espectador, pois reforça os inícios e finais do movimento.

**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória do espectador e a previsibilidade seja melhorada.

**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.

**Otimizar duração das transições**  
É importante que tempos de transição sejam longos o suficiente para que o espectador possa reconhecer adequadamente a mudança representada, mas transições que durem demais podem prejudicar o tempo de leitura.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal de Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de atores, bases e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos no redor do autor.  
O autor é **Eliam Teixeira Aguiar Júnior**, sob orientação da professora Doris Kozminsky.  
A monografia que acompanha o projeto está disponível [neste link](#).



Fonte: O autor, 2021

Figura 59: Página de item - Ordenação

**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**

Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

---

### Ordenação



### Exemplos



Esta animação é caracterizada por uma mudança no arranjo de dados de natureza ordinal.

**Usos comuns**

TRANSIÇÃO     NARRATIVA     SEQUÊNCIA DE QUADROS

**Recomendações**

**Evitar movimentos não-essenciais**  
É importante que durante o movimento de uma transição, os dados tenham o mínimo de deformação possível.

**Mantenha correspondência semântica**  
Antes e depois de uma transição, a correspondência entre sintática (os elementos gráficos) e semântica (a codificação dos dados) deve ser mantida.

**Evitar ambiguidades**  
É recomendado usar tipos de transições diferentes para mudanças diferentes num mesmo gráfico.

**Minimizar oclusões**  
Sempre que possível, deve-se evitar que um objeto oculte outro durante seus movimentos, para que a leitura do gráfico seja preservada durante as transições.

**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória do espectador e a previsibilidade seja melhorada.

**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.

**Otimizar duração das transições**  
É importante que tempos de transição sejam longos o suficiente para que o espectador possa reconhecer adequadamente a mudança representada, mas transições que durem demais podem prejudicar o tempo de leitura.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal de Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de atores, bases e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor.  
O autor é **Eliam Teixeira Aguiar Júnior**, sob orientação da professora Doris Kozminsky.  
A monografia que acompanha o projeto está disponível [neste link](#).



Fonte: O autor, 2021



Figura 60: Página de item - Intervalo de tempo

**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**

Transição Narrativa Sequência de quadros Base teórica

---

### Intervalo de tempo



### Exemplos



Esta animação é a aplicação de mudanças temporais aos valores. Não requer mudança na codificação ou nos dados que não são afetados pela mudança de tempo, mas pode ser acompanhada por uma transformação de substrato ou ponto de vista.

**Usos comuns**

TRANSIÇÃO NARRATIVA SEQUÊNCIA DE QUADROS

**Recomendações**

**Evitar movimentos não-essenciais**  
É importante que durante o movimento de uma transição, os dados tenham o mínimo de deformação possível.

**Usar mapeamentos consistentes**  
Para que o entendimento do gráfico e de seus movimentos seja melhor, é importante que elementos semelhantes tenham mapeamentos e transições semelhantes.

**Evitar ambiguidades**  
É recomendado usar tipos de transições diferentes para mudanças diferentes num mesmo gráfico.

**Agrupar transições similares**  
Objetos que passam pelo mesmo movimento podem ser facilmente entendidos como pertencentes a um grupo, e isso pode ser reforçado se estiverem próximos.

**Minimizar oclusões**  
Sempre que possível, deve-se evitar que um objeto oculte outro durante seus movimentos, para que a leitura do gráfico seja preservada durante as transições.

**Maximizar previsibilidade**  
O uso de suavização (slow in e slow out) melhora a compreensão dos movimentos e reduz a carga cognitiva sobre o espectador, pois reforça os inícios e finais do movimento.

**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.

**Otimizar duração das transições**  
É importante que o tempo de transição sejam longos o suficiente para que o espectador possa reconhecer adequadamente a mudança representada, mas transições que duram demais podem prejudicar o tempo de leitura.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de altos, baixos e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor.  
O autor é Elson Teixeira Aguiar Júnior, sob orientação da professora Doris Kozminsky.  
A monografia que acompanha o projeto está disponível neste link.

LAB  
VIS



Fonte: O autor, 2021

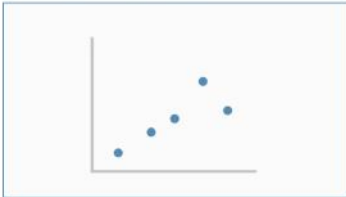
Figura 61: Página de item - Mudança de visualização

**GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA**


Transição Narrativa Sequência de quadros Base teórica

---

### Mudança de visualização



### Exemplos



Esta animação é a modificação no mapeamento visual que é aplicado aos dados. Costumamos se tratar na mudança de tipo de gráfico apresentado: um gráfico de barras pode se transformar num gráfico de pizza, por exemplo. Pode ser, também, uma mudança no significado de determinadas formas, cores ou tamanhos.

**Usos comuns**

TRANSIÇÃO

**Recomendações**

**Mantiver correspondência semântica**  
Antes e depois de uma transição, a correspondência entre sintática (ou elementos gráficos) e semântica (a codificação dos dados) deve se manter.

**Minimizar oclusões**  
Sempre que possível, deve-se evitar que um objeto oculte outro durante seus movimentos, para que a leitura do gráfico seja preservada durante as transições.


**Maximizar previsibilidade**  
O uso de suavização (slow in e slow out) melhora a compreensão dos movimentos e reduz a carga cognitiva sobre o espectador, pois reforça os inícios e finais do movimento.

**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória do espectador e a previsibilidade seja maximizada.

**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de altos, baixos e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor.  
O autor é Elson Teixeira Aguiar Júnior, sob orientação da professora Doris Kozminsky.  
A monografia que acompanha o projeto está disponível neste link.

LAB  
VIS



Fonte: O autor, 2021

**Figura 62: Página de item - Mudança de dimensões ou dados**

GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA
Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

---

### Mudança de dimensões ou dados



### Exemplos



Esta animação é caracterizada pela mudança dos dados a serem visualizados. Podem ser adicionados ou removidas dimensões, ou ocorrer mudanças na percepção das relações entre dimensões já existentes. Pode ser acompanhada de mudanças nos mapeamentos visuais.

#### Usos comuns

TRANSIÇÃO

#### Recomendações

**Mantar correspondência semântica**  
Antes e depois de uma transição, a correspondência entre sintática (os elementos gráficos) e semântica (a codificação dos dados) deve ser mantida.

**Minimizar ocultações**  
Sempre que possível, deve-se evitar que um objeto oculte outro durante seus movimentos, para que a leitura do gráfico seja preservada durante as transições.

**Maximizar previsibilidade**  
O uso de suavização (slow in e slow out) melhora a compreensão dos movimentos e reduz a carga cognitiva sobre o espectador, pois reforça os inícios e finais do movimento.

**Usar transições simples**  
Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a carga cognitiva e a dependência na memória do espectador e a previsibilidade seja melhorada.

**Dividir transições complexas**  
Quando for impossível o uso de uma transição simples, o ideal é dividir um movimento complexo em passos mais curtos e mais claros.

Este projeto foi desenvolvido como trabalho de conclusão para o curso de Comunicação Visual Design pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi concluído em 2021, após uma jornada de cinco anos de afetos, baços e muita persistência que não teria sido possível sem o apoio de todos ao redor do autor. O autor é Elton Teixeira Aguiar Zaidler, sob orientação da professora Doris Kozminsky. A monografia que acompanha o projeto está disponível neste link.

LAB  
VIS



Fonte: O autor, 2021

**Figura 63: Página de item com exemplo de uso aberto**

GUIA DA VISUALIZAÇÃO ANIMADA
Transição    Narrativa    Sequência de quadros    Base teórica

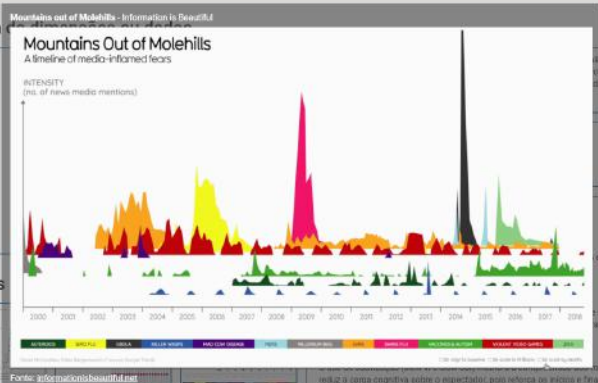
---

### Mudança

### Exemplos

#### Mountains Out of Molehills - Information Is Beautiful

A Sinfonia de media-informed feccs



Fonte: [informationisbeautiful.net](http://informationisbeautiful.net)

Usar transições simples

Usar transições tão simples e diretas quanto possível é importante para que se reduza a

Fonte: O autor, 2021

## 6 Conclusões

Este projeto teve como pontapé inicial o desejo de juntar animação, uma área que eu amava há tempos, com a visualização de dados, uma das áreas que me “encontraram” durante a graduação. No fim, acabou sendo bem mais do que isso.

Temos neste trabalho os ângulos principais, de animação e visualização, uma dose de *design* de interfaces e de experiência, para a criação da plataforma, e pitadas de identidade visual, tipografia, tudo o que se pensa quando se fala em “*design*”. Além disso, o maior desafio, novo em grande parte, foi o volume de escrita e de pesquisa presente aqui. Durante a produção deste projeto, aprendi não apenas o que devia ou não fazer numa visualização de dados animada, mas também a administrar melhor meu tempo e organizar minhas ideias.

Ajustes podem e devem acontecer antes que se possa pensar em implementar a plataforma num domínio *online* real. Primeiramente, deve-se pensar em sua visualização em diferentes tamanhos de tela. Atualmente, responsividade é a norma no desenvolvimento de sites. Além disso, não houve tempo hábil para validar as informações contidas aqui de forma a ter certeza que o conteúdo presente é preciso. Outra adição relevante à plataforma seria expandi-la com definições e recomendações que não foram implementadas na primeira versão, como o papel dos princípios clássicos da animação.

O público alvo visado pela materialização deste projeto é de profissionais e estudantes de visualização de dados com interesse na aplicação de animação em seus projetos, mas a página foi construída de modo que seu conteúdo seja acessível para pessoas de diferentes áreas e níveis de conhecimento do assunto. Espera-se que o resultado deste trabalho tenha utilidade no futuro, não apenas para quem use a plataforma para seu objetivo mais prático, mas também como leitura para quem possa e queira seguir na mesma linha de pesquisa, expandi-la e contribuir para essa interseção pouco explorada.

## 7 Referências

ANIMAÇÃO. In: MICHAELIS, **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. Editora Melhoramentos, 2021. Disponível em:

<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/animacao/>.

Acesso em: 28 de março de 2021.

CARD, Stuart K.; MACKINLAY, Jock D.; SHNEIDERMAN, Ben. **Readings in information visualization: using vision to think**. San Francisco, Calif: *Morgan Kaufmann Publishers*, 1999. (*The Morgan Kaufmann series in interactive technologies*).

HEER, Jeffrey, e ROBERTSON, George. **Animated Transitions in Statistical Data Graphics**. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 13, nº 6 (novembro de 2007): 1240–47.

HOLMES, N. **Designer's Guide to Creating Charts and Diagrams**, *Watson-Guptill Publications*, 1984.

JOHNSTON, Ollie & THOMAS, Frank. **Disney Animation: The illusion of Life**. *New York: Burbank*, 1981.

KIRMER, S. - **Animation for Dataviz in R**, 2019. Disponível em:

[https://www.youtube.com/watch?v=tfpa\\_QYHebQ&ab\\_channel=LanderAnalytics](https://www.youtube.com/watch?v=tfpa_QYHebQ&ab_channel=LanderAnalytics).

Acesso em 01 de outubro de 2020

MUNZNER, Tamara. **Visualization Analysis and Design**. 0 ed. A K Peters/CRC Press, 2014.

Policy Viz. **Episode #155: John Burn-Murdoch**, 2019. Disponível em:

<https://policyviz.com/podcast/episode-155-john-burn-murdoch/>.

Acessado 30 de dezembro de 2020.

ROBERTSON, G. *et al.* **Effectiveness of Animation in Trend Visualization**. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 14, nº 6 (novembro de 2008): 1325–32.

ROSLING, Hans. **The Best Stats You've Ever Seen**, 2006. Disponível em:

[https://www.ted.com/talks/hans\\_rosling\\_the\\_best\\_stats\\_you\\_ve\\_ever\\_seen](https://www.ted.com/talks/hans_rosling_the_best_stats_you_ve_ever_seen).

Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

SCHWABISH, Jon. **4 Observations on Animating Your Data Visualizations**. Medium, 23 de julho de 2019. Disponível em:

[https://medium.com/@urban\\_institute/4-observations-on-animating-your-data-visualizations-cf987b069c35](https://medium.com/@urban_institute/4-observations-on-animating-your-data-visualizations-cf987b069c35).

Acesso em: 01 de outubro de 2020

TUFTE, Edward R. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, CT: Graphics Press, 1983

TVERSKY, Barbara, MORRISON, Julie Bauer, e BETRANCOURT, Mireille. *Animation: Can It Facilitate?* *International Journal of Human-Computer Studies* 57, n° 4 (outubro de 2002): 247–62. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1017>.

WAGEMANS, Johan, James H. Elder, Michael Kubovy, Stephen E. Palmer, Mary A. Peterson, Manish Singh, e Rüdiger von der Heydt. *A Century of Gestalt Psychology in Visual Perception: I. Perceptual Grouping and Figure-Ground Organization*. *Psychological Bulletin* 138, n° 6 (novembro de 2012): 1172–1217. <https://doi.org/10.1037/a0029333>.

WILLIAMS, Richard. *The Animator's Survival Kit*. Londres: Faber and Faber, 2001.

ZONGKER, Douglas E, e SALESIN, David H. *On Creating Animated Presentations*, *Proc. Eurographics/SIGGRAPH Symp. on Comp. Animation*, 2003. 298-308.