

VISUALIZAÇÃO DE DADOS EM SAÚDE: uma análise em sites governamentais brasileiros

HEALTH DATA VISUALIZATION: An analysis of Brazilian government websites

FABIENSKI, Aline S.; Mestranda; Universidade Federal do Paraná

aline.fabienski@gmail.com

SPINILLO, Carla G.; Doutora; Universidade Federal do Paraná

cgspin@gmail.com

Resumo

A visualização de dados em ambientes digitais de saúde tem se tornado relevante para comunicar informação e evidências para gestores governamentais. No entanto, estudos em design da informação em sistemas digitais governamentais ainda são limitados, principalmente no que se refere à visualização de dados que apoiam à tomada de decisão. Assim, este artigo apresenta uma análise de 41 visualizações de dados em saúde (gráficos e mapas) em cinco sites governamentais, através da identificação das características gráficas (modos de simbolização, métodos de configuração e estrutura sintática) e das formas de interação, considerando o processamento cognitivo. Os resultados indicam que poucos recursos interativos são usados nas visualizações e aquelas que apresentam mapas têm maior complexidade gráfica. Na conclusão, infere-se que o uso da interação nas visualizações de dados pode facilitar o processamento cognitivo, promovendo a compreensão de dados em saúde.

Palavras Chave: visualização de informação; design da informação; e-health.

Abstract

Data visualization in digital health environments has become relevant for communicating data and evidence to government managers. However, studies on information design in government digital systems are still limited, especially regarding data visualization to support decision-making. Thus, this article presents an analysis of 41 health data visualizations (graphs and maps) on five government websites, through the identification of their graphic characteristics (modes of symbolization, methods of configuration and syntactic structure) and forms of interaction used, considering cognitive processing. The results indicated that few interactive resources are used in the visualizations and those presenting maps have greater graphic complexity. In the conclusion, it is inferred that using interaction in data visualizations may facilitate cognitive processing, promoting the understanding of health data.

Keywords: information visualization; information design; e-health.

1. Introdução

A crise de saúde provocada pela COVID-19 (Doença do Coronavírus) mostrou o papel crucial das tecnologias de informação em saúde cruciais para o gerenciamento dos dados e informações, fornecendo evidências para a tomada de decisão embasada em dados (Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, 2021), o que destacou a importância das tecnologias digitais no suporte de programas de saúde pública. Isso é corroborado pela Organização Pan Americana de Saúde (OPAS-OMS) em seu Kit de Ferramentas de transformação digital (Organização Pan-Americana da Saúde, 2020), que cita a necessidade de apoio para tecnologias de análise e visualização de dados.

Na área de saúde digital, a diversidade de meios de comunicação aumentou a capacidade de disseminar informação de forma rápida e precisa, de acordo com o relatório da 'Síntese de evidências para políticas em saúde' do Ministério da Saúde (Brasil, 2015). No contexto da comunicação digital, como em *websites*, há oportunidades de apresentar informações em saúde em modos não tradicionais, ao invés de somente texto escrito (Meppelink, 2016), como o uso de recursos esquemáticos e pictóricos (e.g., gráficos, diagramas e mapas). Em diversas áreas do conhecimento, esses recursos são empregados para explicar dados complexos de maneira rápida, ganhando importância na tomada de decisão (Kennedy; Engebretsen, 2020). O meio digital também permite o uso de interação, possibilitando o usuário acessar uma quantidade maior de informações em apenas uma interface. Porém, faz-se necessário entender o que torna uma informação efetiva no meio digital, particularmente na área de saúde (Meppelink, 2016). Isto visto que a forma de apresentação da evidência científica (informação) pode influenciar na percepção de sua aplicabilidade, facilitando ou dificultando o seu uso (Brasil, 2015). Assim, usar ferramentas de design (e.g., instrumentos analíticos, protocolos descritivos) de forma estratégica pode auxiliar a identificar problemas na representação da informação em ambientes digitais, e desta forma, melhorar a eficácia da informação em saúde.

Para corroborar a importância da visualização da informação na comunicação em saúde, tem-se a pesquisa realizada pela empresa Easytelling (Campus Party Brasil, 2022) sobre o uso e a aplicação de resultados de pesquisas fomentadas pelo Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde - DECIT no Sistema Único de Saúde - SUS. Os resultados mostraram a preferência dos usuários pelo meio digital, e em receber dados sobre saúde em formatos diversos, como dashboards, infográficos e tabelas.

A visualização de dados, ou DataViz (DV) é um recurso usado na disseminação de informação, especialmente dados numéricos, facilitando o entendimento e a persuasão (Kennedy; Engebretsen, 2020). Ela é definida como a redução de um conjunto de dados e sua representação espacial, tornando-os mais compreensíveis que a sua forma tabular, incluindo representações visuais como mapas, gráficos, tabelas e infográficos. (Hepworth, 2016). Um dos objetivos da visualização de dados é ajudar as pessoas a visualizarem conceitos complexos e grandes quantidades de dados de forma simplificada, permitindo descobertas de padrões e tendências, facilitando compreensão rápida de mensagens (Kennedy; Engebretsen, 2020), proporcionando uma assistência cognitiva e, em alguns casos, traduzindo a informação para o usuário (Braga; Pontes e Silva; Souto, 2020).

Com frequência cada vez maior, as pessoas recorrem à internet para buscar dados científicos e interagem com sistemas que possuem interfaces de design e estruturas variadas. Embora existam estudos na área de saúde voltados para a *e-health* (Norman; Skinner, 2006), ainda são poucos os que enfocam o design da informação em sistemas digitais governamentais. Portanto, há uma grande

demanda por estudos a serem realizados, tanto no âmbito teórico quanto na pesquisa aplicada em design da informação.

Com isto posto, considera-se de relevância a contribuição do design da informação na produção de conhecimentos em saúde, particularmente na visualização de dados científicos que demonstrem formas diversas para comunicar informação. Assim, este artigo tem como objetivo apresentar uma exploração inicial das formas de representação de dados sobre saúde em sistemas governamentais digitais brasileiros.

2. A representação gráfica da informação

A visualização da informação pode ocorrer através do uso combinado de representações gráficas esquemáticas, verbais e/ou pictóricas, a exemplo de gráficos com pictogramas e legendas. Twyman (1985, 1979) em seus estudos pioneiros sobre linguagem, propôs o Esquema Descritivo da Linguagem Gráfica para mapear a variedade de possibilidades de representações a partir do cruzamento dos que ele denominou de 'modos de simbolização' (pictórico, verbal-numérico e esquemático) com os 'métodos de configuração', gerando 28 células em uma matriz. O autor relaciona estes métodos com a variação ou ausência de linearidade em uma representação, sendo eles: **Linear puro** (sem interrupção da linearidade) em oposição a **Linear interrompido; Lista; Linear ramificado; e Matriz**. Já as representações sem linearidade são classificadas como **Não-linear dirigido** (o olhar é direcionado para um dado ponto da representação) e **Não-linear aberto** (sem direcionamento do olhar), como mostra a Figura 2.

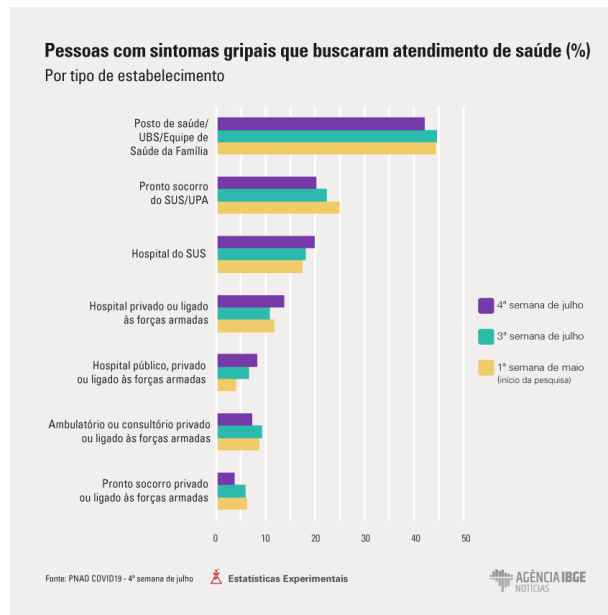
Figura 2. Esquema descritivo da linguagem gráfica proposto por Twyman (1979).

		Métodos de Configuração						
		Linear Puro	Linear Interrompido	Lista	Linear Ramificado	Matriz	Não-linear dirigido	Não-linear aberto
Modos de Simbolização	Verbal/Numérico	1	2	3	4	5	6	7
	Pictórico & Verbal/Numérico	8	9	10	11	12	13	14
	Pictórico	15	16	17	18	19	20	21
	Esquemático	22	23	24	25	26	27	28

Fonte: as autoras (2024).

Como exemplo de aplicação, tem-se a Figura 3 na qual o **gráfico** com dados da área de saúde seria classificado como **matriz** (cruzamento de linhas e colunas) **esquemática** (barras) e **verbal-numérica** (dados em textos e números). Seu título seria **linear interrompido, verbal/numérico**, e a legenda uma **lista verbal/numérica e esquemática** (quadrados coloridos).

Figura 3. Gráfico classificado como Matriz verbal-numérica e esquemática.



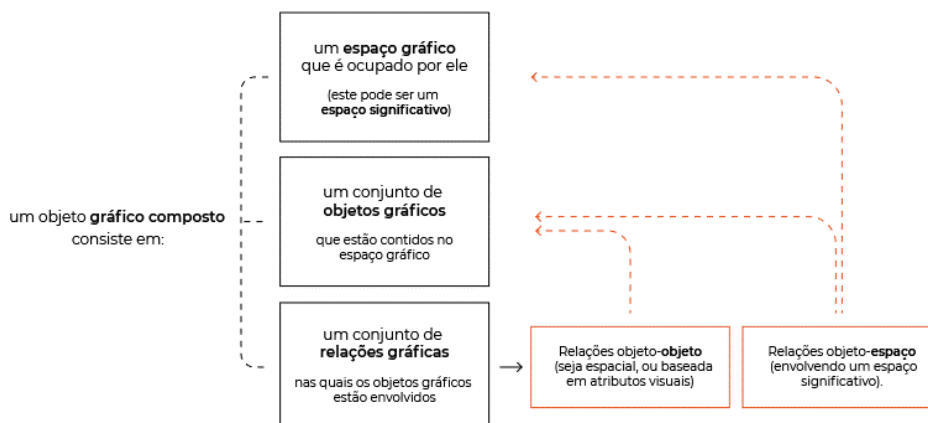
Fonte: Agência IBGE notícias (2020).

Esta classificação tem sido empregada em diversos estudos analíticos-descritivos sobre artefatos gráficos, a exemplo do conduzido por Sanseverino (2022) sobre a visualização de dados da eficácia de métodos contraceptivos por mulheres. Sendo assim, o esquema descritivo da linguagem gráfica (Twyman, 1979) apresenta-se pertinente para classificar visualizações da informação sobre saúde.

2.1. Estrutura sintática das representações gráficas

Um estudo posterior sobre representações gráficas, conduzido por Engelhardt (2002), identificou componentes e categorias no escopo da visualização de dados, através de diagramas, gráficos estatísticos e mapas. Isto é denominado pelo autor como '**estrutura sintática**' na qual a representação pode possuir um **objeto gráfico** elementar ou composto. Este último, pode apresentar um **conjunto de objetos gráficos**, que por sua vez possuem **relações gráficas** entre si ou com o **espaço gráfico** no qual se inserem na representação (Figura 4).

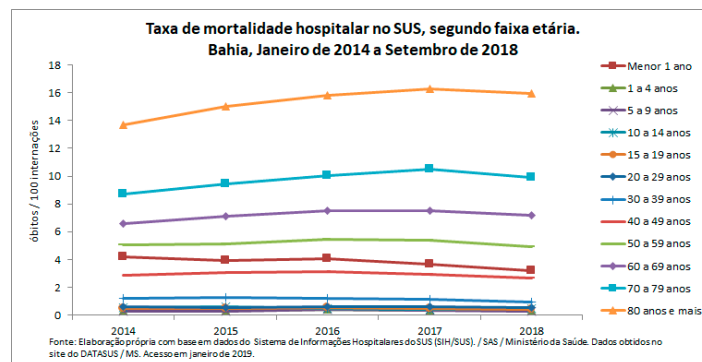
Figura 4. Estrutura sintática proposta por Engelhardt (2002)



Fonte: as autoras (2024).

Os elementos da estrutura sintática possuem **atributos visuais** que são qualidades perceptíveis de um objeto gráfico, seja de natureza **espacial** (e.g., forma, tamanho) ou de **preenchimento** (e.g., cor, textura). Estes 'ingredientes' ocorrem no âmbito das **relações gráficas** nas **estruturas sintáticas** (Engelhardt, 2002). Assim, tem-se a **relação objeto-objeto** (e.g., agrupamento de pontos); **Relação objeto-espaço** em que este ocupa (uma linha em um gráfico de linhas). Além desses, tem-se o **espaço métrico** onde a posição dos objetos pode variar em uma dada medição ou métrica (e.g., anos em uma linha do tempo), sendo aberto à interpretação (e.g., separação não-ordenada de colunas de uma tabela). A figura 5 mostra os **atributos visuais** de um gráfico sobre saúde, sendo estes as diferentes formas geométricas dos pontos e as cores das linhas. Na estrutura sintática do gráfico tem-se um **espaço métrico** (número de óbitos/internações e anos) e a **relação objeto-espaço**, visto que cada objeto pode ser interpretado em sua posição no gráfico, como os dois eixos do gráfico, as linhas e a legenda na lateral.

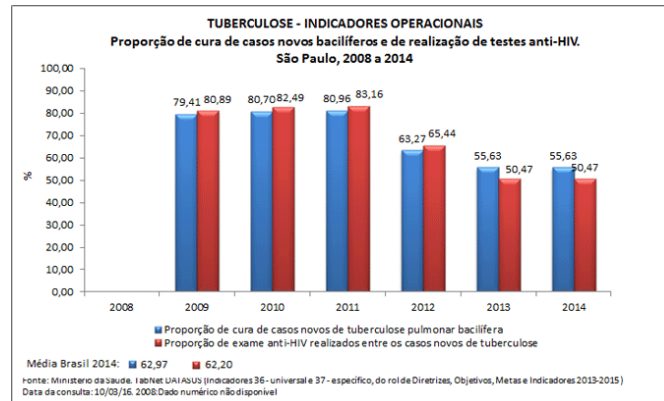
Figura 5. Exemplo de atributos visuais e estrutura sintática de um gráfico de linhas.



Fonte: Conselho Nacional de Secretários de Saúde (Conass) (2024).

Engelhardt (2002) propõe ainda as formas de **interpretação das representações gráficas** pelo **tipo de correspondência** e as **funções informacionais**. A primeira refere-se à correlação entre a representação e seu referente, sendo: (a) **literal** (e.g., taça representando uma taça), (b) **metafórica** (e.g., taça representando frágil), (c) **metonímica** (e.g., taça representando vinho), e (d) **arbitrária-convencional** (e.g., cor amarela para representar atenção). Quanto às **funções informacionais**, estas referem-se ao papel que um objeto gráfico desempenha na representação para transmitir um conteúdo, uma informação. O autor destaca como principais funções: (a) **objeto informacional** (e.g. dado representado em um gráfico); (b) **objeto-referência**, aquele que habilita a interpretação de objeto informacional (e.g., o título e os números nos eixos de um gráfico); **objeto-legenda** que explicam os atributos visuais usados na representação (e.g., legenda de um mapa); e (d) **objeto decorativo** que tem função meramente estética na representação. No exemplo da figura 6, o gráfico possui: tipo de **correspondência metafórica**, pois o tamanho das barras representa a quantidade de casos de cura da Tuberculose; apresenta **objetos informacionais** (as barras do gráfico), **objetos-referência** (e.g.; números e título) e **objetos-legenda** (textos explicando os componentes do gráfico).

Figura 6. Gráfico Tuberculose – Indicadores Operacionais. São Paulo, 2008 a 2014.



Fonte: Conselho Nacional de Secretários de Saúde (Conass) (2024).

3. A interação na visualização de dados em meio digital

As representações gráficas são empregadas na visualização de dados em ambientes digitais em saúde para explicar e persuadir/sensibilizar, visto que podem transmitir informações complexas e padrões de forma rápida e efetiva (Kennedy; Engebretsen, 2020). Conforme ganham um papel mais importante na tomada de decisão, dados se valorizam e se tornam confiáveis ao circularem em redes *online* através de ferramentas digitais, deixando a visualização mais acessível. Logo, estudar as condições sob as quais as visualizações de dados são geradas, disseminadas e pensadas são de importância para beneficiar processos de criar sentido, aprendizado e engajamento de seus usuários (Kennedy; Engebretsen, 2020). Neste sentido, recursos de interação no ambiente digital auxiliam na visualização de dados complexos em comparação a visualizações não interativas (Lonsdale, 2023).

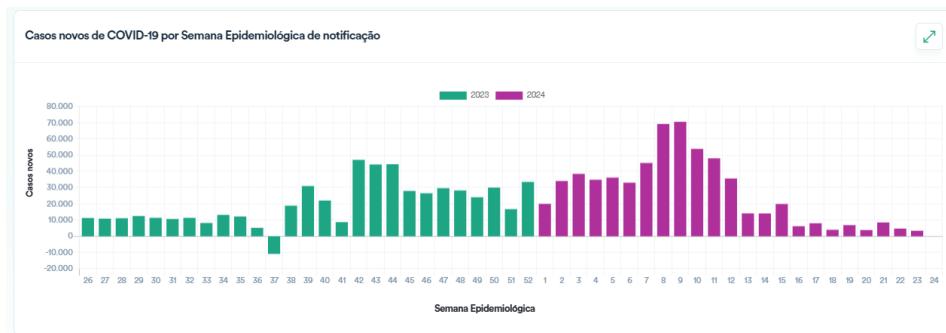
Com o aumento do uso da tecnologia, cresce também a quantidade de informação que é consumida digitalmente. Em plataformas *online*, recursos de interação com frequência são empregados para permitir maior engajamento do usuário com o conteúdo, promover o controle de qual informação se deseja explorar e a quantidade que se deseja ver, ajustando-se de acordo com as necessidades dos usuários (Lonsdale, 2023).

Ambientes digitais em saúde, como *websites* governamentais, já fazem uso de painéis e *dashboards* com gráficos e mapas que possuem interação para informar dados. Os **tipos de interação**, assim como os **objetos de interação**, podem variar em uma interface, sendo aqui destacados aqueles recorrentes na literatura sobre visualização da informação (e.g., Andrade e Spinillo, 2018; Miranda, 2013). Assim, **os tipos de interação** com a visualização da informação dizem respeito a forma que se espera que o leitor interaja com a interface, podendo ser de: (a) **Instrução**, se dá por meio de comandos, como clicar em um botão; (b) **Conversação**, o usuário adiciona dados ou parâmetros que provocam alterações na visualização; e (c) **Manipulação**, a interface permite que o usuário manipule atributos físicos, como arrastar um objeto para mudar de posição ou tamanho.

Já os **objetos de interação** são os elementos gráficos que possibilitam as interações, como **controles de narrativa linear** (e.g., botões de avançar, voltar); **de seleção de conteúdo** (e.g., barras de menu, abas, links); **de andamento** (e.g., início/pausa; barra de andamento; áudio) e **de zoom** (ampliar ou diminuir determinado ponto em uma imagem). São também objetos de interação as

barras de rolagem que auxiliam a navegar por interfaces que ocupam um espaço maior que a tela do dispositivo; e os **objetos sensíveis** que mudam a visualização **ao passar o mouse (mouse over)** ou **ao clique**, e ainda os **objetos manipuláveis** que permitem visualizar diferentes vistas da representação. A figura 8 mostra um gráfico de barras com tipo de interação **instrucional** e com **objetos sensíveis ao passar o mouse e ao clicar**.

Figura 8. Gráfico de barras interativo do Painel Coronavírus 2023-2024



Fonte: Ministério da Saúde (2024).

4. O processamento cognitivo e a visualização da informação

Para que visualização de dados possa comunicar de forma eficaz a mensagem é preciso que o processamento cognitivo ocorra de forma efetiva. Deste modo, faz-se necessário o uso de recursos e estratégias para reduzir a **carga cognitiva do usuário**, que é o seu esforço mental para processar informações. O objetivo da visualização da informação é permitir que o usuário possa facilmente interpretar grandes quantidades de dados, dando suporte à tomada de decisão (Rodríguez; Nunes; Devezas, 2015). Isto é particularmente relevante para gestores governamentais em suas decisões no âmbito de políticas públicas em saúde.

Durante o processamento cognitivo, Sweller (1998; 2011) lista três tipos de carga cognitiva que limitam a quantidade de informação que o cérebro pode processar durante um dado período: **carga cognitiva intrínseca**, **extrínseca** e **germânica**. A **intrínseca** ocorre quando a informação apresentada é complexa e vários elementos devem ser processados ao mesmo tempo. A **carga cognitiva extrínseca** é a que prejudica o processo de aprendizado devido a informações irrelevantes que causam distração. Portanto, as visualizações de dados devem ser desenvolvidas de forma a reduzir ou mesmo evitar carga cognitiva extrínseca nos usuários. Por fim, a **carga cognitiva germânica** ou carga efetiva, se refere aos processos que focam no que é relevante aprender, e assim, devem ser o objetivo do design das visualizações de dados.

A literatura também cita **efeitos da carga cognitiva**, sendo destacado aqui os considerados relevantes para o desenvolvimento de visualizações de informação, pois podem reduzir a carga cognitiva do usuário. O primeiro é o **efeito de modalidade** (Mayer e Moreno, 1999), no qual para evitar sobrecarga cognitiva, a informação deve ser processada nos canais verbal e não-verbal. O primeiro processa mensagens representadas por textos escritos ou em áudio, enquanto o canal não-verbal processa representações pictóricas e/ou esquemáticas, e ainda animações. O efeito de modalidade facilita o processamento cognitivo e o aprendizado significativo, particularmente de grandes quantidades de informação, pois cada canal tem capacidade limitada de processamento (Mayer, 2003). Tem-se também o **efeito de contiguidade** (Mayer e Moreno, 1999) no qual a

compreensão da informação é facilitada quando textos e imagens são integrados ou apresentados próximos, ao invés de separados. Por fim, tem-se o **efeito de divisão de atenção** (Sweller, 2011) que ocorre quando o usuário precisa integrar informação de duas fontes diferentes para realizar o processamento cognitivo. Por exemplo, as porcentagens de um gráfico de pizza devem estar perto ou na fatia correspondente, para não fazer o usuário buscar a informação fora do gráfico, na legenda (Sweller, 2011).

Assim sendo, percebe-se na literatura a importância da representação gráfica da visualização de dados de maneira a facilitar o processamento cognitivo, a compreensão da informação pelo usuário, e no âmbito da saúde, pode auxiliar na tomada de decisão de gestores governamentais. Considerando isto, a seguir é apresentado um estudo analítico da visualização de dados em saúde disponível em *websites* governamentais brasileiros.

5. Um estudo analítico da visualização de dados em sites governamentais

Este estudo tem como objetivo identificar as características gráfico-informacionais de visualização de dados disponibilizados em cinco *websites* governamentais brasileiros:

1. **Tabnet** - que armazena as informações da atenção básica do SUS - Sistema único de Saúde para consulta. O Tabnet é uma subpágina do *website* DATASUS (Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde).
2. **Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde - PCDAS** - uma iniciativa do Laboratório de Informação em Saúde do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde - Icict da Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz e tem como objetivo disponibilizar serviços tecnológicos e computação científica para armazenamento, gestão e análise de grandes quantidades de dados.
3. **Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde - CIDACS** – outra iniciativa do Icict da Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz, que fica no Parque Tecnológico da Bahia da Fiocruz e visa contribuir com a produção de conhecimentos científicos inovadores que visam auxiliar e apoiar a tomada de decisões em benefício da sociedade.
4. **Painel de Monitoramento de Casos de Arboviroses** – disponibilizado no site do Ministério da Saúde, é um painel com atualização de casos de Dengue, Zica e *Chikungunya*.
5. **E-Gestor – Informação e Gestão da Atenção Básica** – é uma plataforma que dá acesso aos vários sistemas de informação da Atenção Primária à Saúde - APS. Além de facilitar o gerenciamento de dados da APS pelos gestores e profissionais da saúde, permite o acesso a informações que podem auxiliar na organização e planejamento dos serviços de saúde. A subpágina “**Painéis indicadores da atenção básica**” apresenta informações em diversos formatos como tabelas, gráficos, mapas com a finalidade de facilitar a interpretação e a análise dos dados.

Todos os *websites* possuem uma base de dados alimentada por produtos desenvolvidos pelo DATASUS, que disponibiliza informação de dados abertos, que podem servir para subsidiar tomadas de decisão de gestores públicos (Brasil, 2024). O quadro 1 mostra os *printscreens* dos *websites* analisados em suas visualizações. A forma de seleção dos *websites* é descrita resumidamente no próximo tópico, e se deu através da indicação de um colaborador deste estudo, que teve atuação na área de engenharia biomédica e na análise de dados governamentais de saúde.

Quadro 1. Websites usados para a coleta de amostra.

Websites usados para a coleta de amostra

Print da tela Tabnet, Datasus.



Fonte: as autoras (2024).

Print da tela PCDaS, Fiocruz.



Fonte: as autoras (2024).

Print da tela CIDACS, Fiocruz.



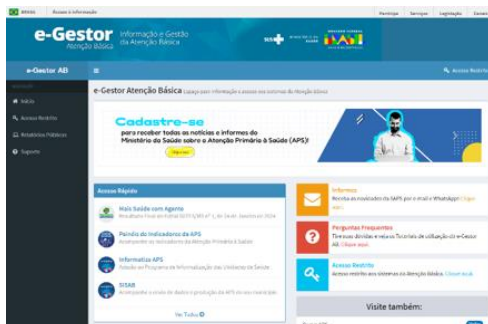
Fonte: as autoras (2024).

Print da tela Painel de Monitoramento de Casos de Arboviroses, Ministério da Saúde.



Fonte: as autoras (2024).

Print da tela E-Gestor, Datasus



Fonte: as autoras (2024).

Fonte: as autoras (2024).

6.1. Metodologia

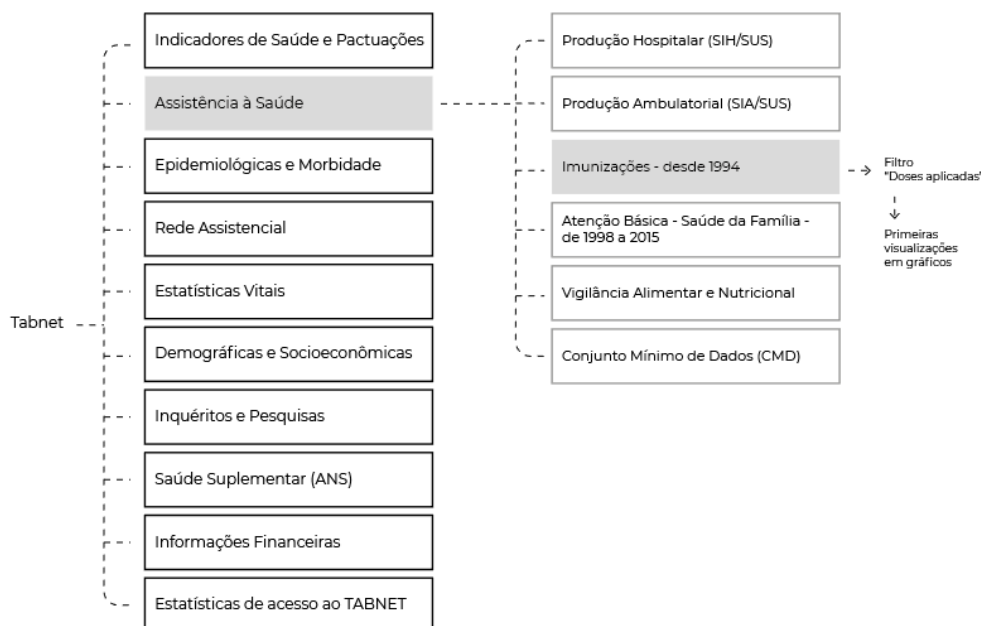
Este estudo é de natureza analítica-descritiva de uma amostra de visualização de dados em saúde dos cinco *websites* mencionados anteriormente. Em cada *website* foi realizada uma inspeção dos tipos de visualização de dados disponíveis, sendo estes gráficos e mapas. Devido ao grande número de visualizações de cada tipo, estabeleceu-se como critério para a seleção dos itens da amostra: ser a primeira visualização disponível na primeira página do *website* em que aparece. Nas páginas que tinham filtros de seleção, foi adotado o primeiro filtro para gerar a visualização.

6.2. Amostras do estudo

6.2.1. Tabnet

O *website* Tabnet possui 10 categorias principais de informações, que se dividem em 62 subcategorias. A primeira página com gerações de gráficos é a de “Imunizações – desde 1994”, onde se escolheu o primeiro filtro da categoria “Doses aplicadas”, que abriu a página para a geração dos gráficos. Nesta página, não houve alteração nos filtros dos dados, apenas no tipo de gráfico interativo que seria mostrado. As opções de gráfico disponíveis para geração que foram consideradas como amostra são 5: “linhas”, “área”, “colunas”, “barras” e “setores”. O caminho para chegar até as visualizações está disposto na figura 9.

Figura 9. Diagrama da estrutura da página Tabnet e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.



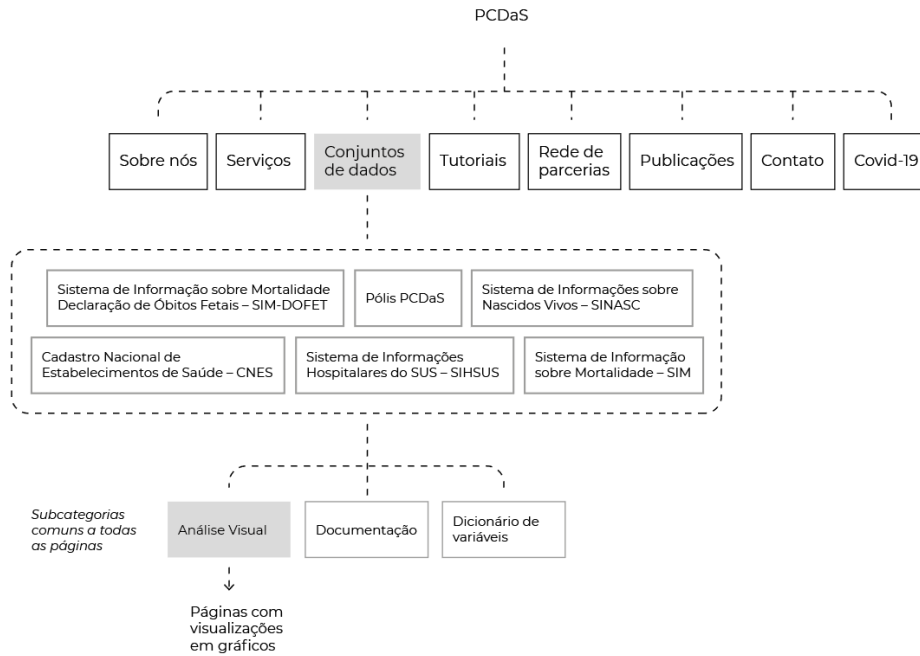
Fonte: as autoras (2024).

6.2.2. Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde - PCDaS

O *website* PCDaS possui vários menus na página principal e entre eles o menu “Conjunto de Dados”, com 06 subcategorias que disponibilizam informações em saúde com visualizações em gráficos. Ao clicar sobre cada subcategoria, abre uma página apresentando uma subcategoria de “Análise Visual”, a qual leva a um *dashboard* com diversas formas de visualização de dados, onde nenhum filtro foi modificado para a geração das amostras. O caminho para chegar até as

visualizações está disposto na figura 10.

Figura 10. Diagrama da estrutura da página PCDaS e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.

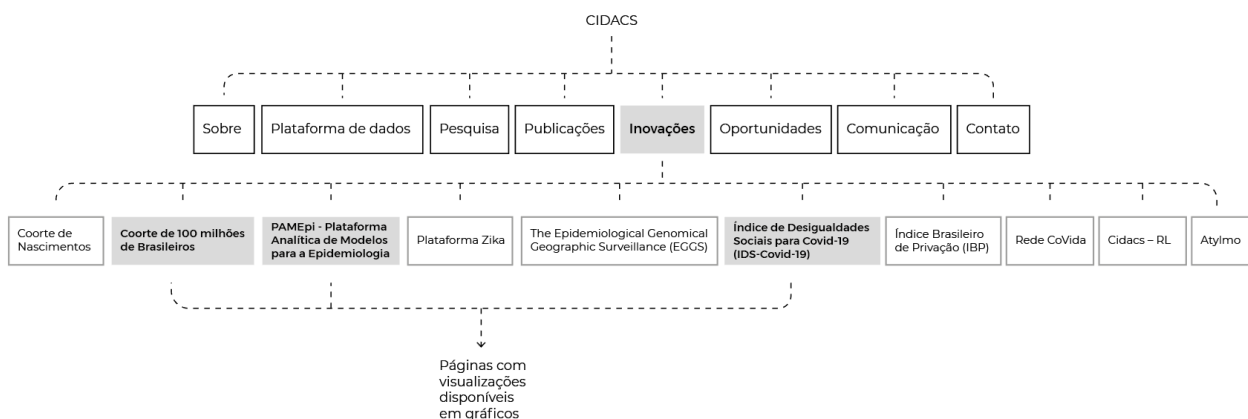


Fonte: as autoras (2024).

6.2.3. CIDACS – Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde

O *website* CIDACS possui um menu principal com 08 páginas, onde apenas a página “Inovações” apresenta visualizações de informações em saúde, tendo 10 subcategorias. Destas foram consideradas as que possibilitam a geração da visualização de dados em gráficos: **“Coorte de 100 milhões de Brasileiros”**; **“PAMEpi – Plataforma Analítica de Modelos para a Epidemiologia”** e **“Índice de Desigualdades Sociais para Covid-19”**. Cada subcategoria abre uma nova página, conforme mostra o diagrama da figura 11.

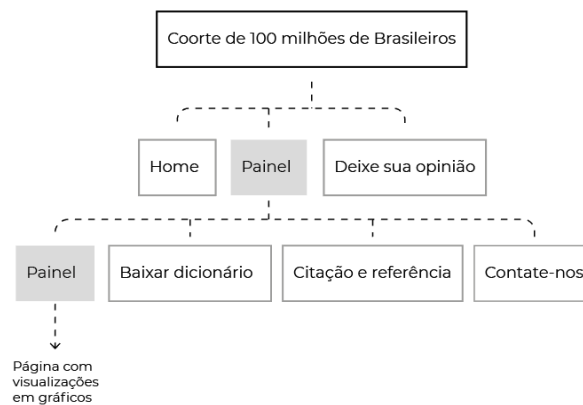
Figura 11. Diagrama da estrutura da página CIDACS e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.



Fonte: as autoras (2024).

Na página **Coorte de 100 milhões de brasileiros** há links que levam a abrir páginas nomeadas de “Painel” que por sua vez levam a seleção de filtros para a exibição das visualizações dos dados. Após inspeção das páginas, constatou-se que estão disponíveis três tipos de visualização de dados: gráfico de barras, gráfico de linha e mapa. Para a amostra, foram selecionadas as primeiras opções de cada filtro para a geração das visualizações (Figura 12).

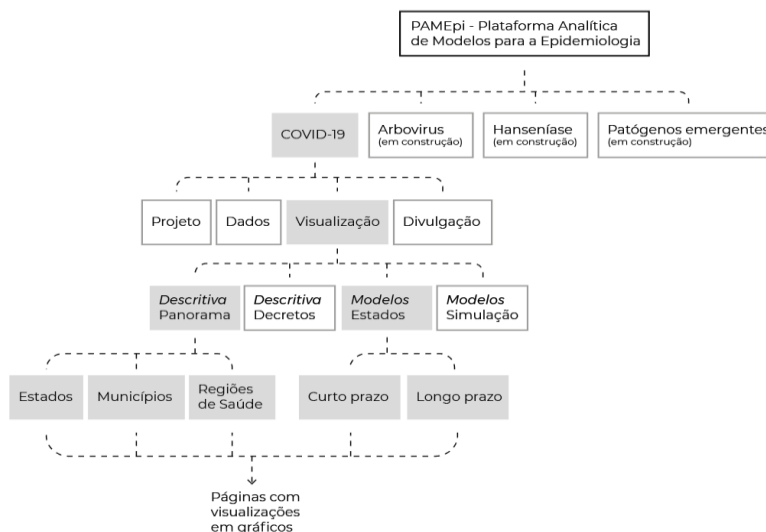
Figura 12. Diagrama da estrutura da página Coorte de 100 milhões de brasileiros e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.



Fonte: as autoras (2024).

Como na página anterior, na **PAMEpi** encontravam-se links para navegação e acesso a categorias de informação, sendo a categoria “COVID-19” a única disponível para a consulta. A interação com esta página levou ao final a cinco subcategorias com visualização de dados em gráficos, obtendo-se sete itens para a amostra. Ressalta-se que o único filtro para geração de visualização foi a página de “Regiões de Saúde”, na qual o estado do Paraná foi selecionado através de um clique no mapa. As outras visualizações não tiveram os filtros selecionados. A figura 13 ilustra o diagrama do caminho para encontrar as páginas com as visualizações para a amostra.

Figura 13. Diagrama da estrutura da página PAMEpi e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.



Fonte: as autoras (2024).

Por fim, a página **Índice de Desigualdades Sociais para Covid-19** também mostra links que levavam a página com opções no menu, sendo escolhida “Painel” que levou às visualizações de gráficos, conforme esquema demonstrado na figura 14. Foi encontrada apenas uma visualização nesta página.

Figura 14. Diagrama da estrutura da página Índice de Desigualdades Sociais para Covid-19 e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.

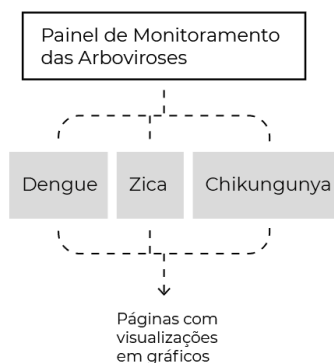


Fonte: as autoras (2024).

6.2.4. Painel de Monitoramento de Arboviroses

Este *website* possui 3 categorias: “Dengue”, “Zica” e “Chikungunya”, de acordo com o diagrama da figura 15. Na inspeção das categorias com visualizações em gráficos, foram encontradas seis visualizações de informação para compor a amostra.

Figura 15. Diagrama da estrutura da página Painel de Monitoramento das Arboviroses e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.



Fonte: as autoras (2024).

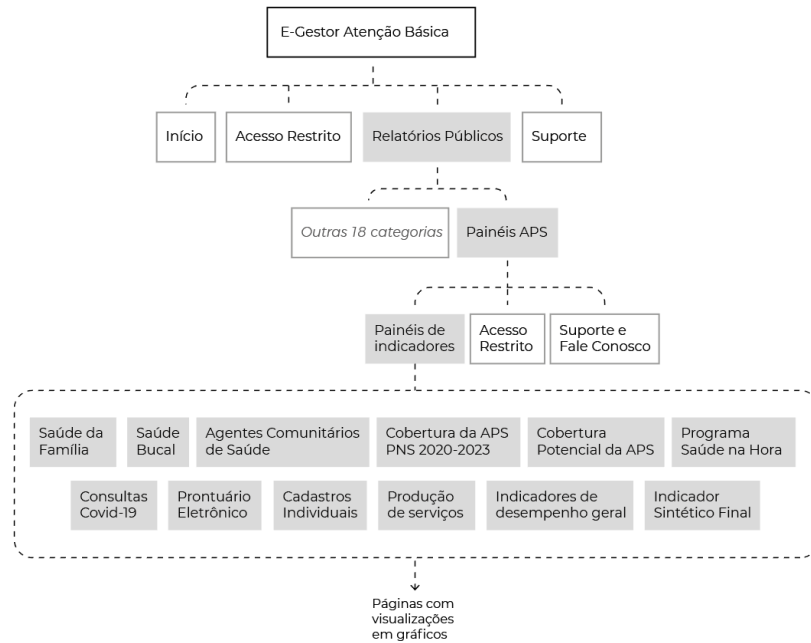
6.2.5. E-Gestor – Atenção Primária à Saúde – APS

Neste *website*, buscou-se visualizações na página de “**Painéis indicadores da APS (Atenção Primária à Saúde)**”, que pode ser encontrada nas opções de “Acesso Rápido” ou dentro de “Relatórios Públicos”, em seguida em “Painéis APS”. A página possui um menu lateral esquerdo com 3 categorias, onde se deve clicar na primeira “Painéis de indicadores” que abre 12 subcategorias

para a escolha do usuário que possuem visualizações em gráficos. O caminho para chegar a estas páginas está exposto na figura 16. Após análise de todas as visualizações, obteve-se 11 tipos de visualizações para a amostra.

Finalizada a inspeção nos *websites*, obteve-se um total de **41 visualizações que compuseram a amostra** analisada neste estudo, as quais são apresentadas no quadro 2.

Figura 16. Diagrama da estrutura da página E-Gestor e as categorias selecionadas para o estudo, destacadas em cinza.

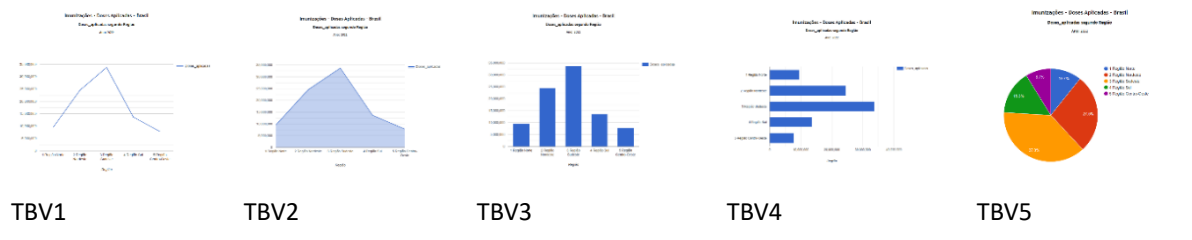


Fonte: as autoras (2024).

Quadro 2. Amostras selecionadas para o estudo.

Amostras selecionadas para o estudo

Tabnet



PCDaS

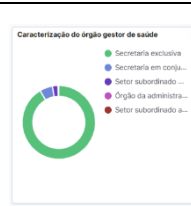


PCV1



PCV6

PCV2



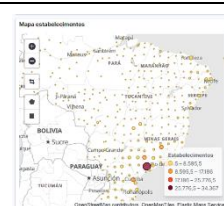
PCV7

PCV3



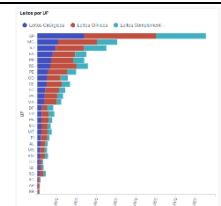
PCV8

PCV4



PCV9

PCV5



PCV10

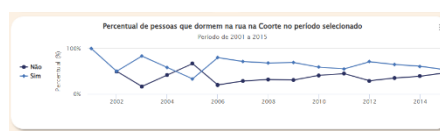
CIDACS – Coorte de 100 milhões de brasileiros



CIV1

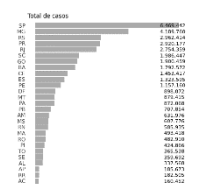


CIV2



CIV3

CIDACS - PAMÉpi



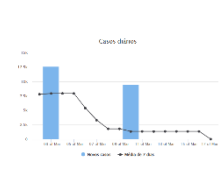
CIV4



CIV5



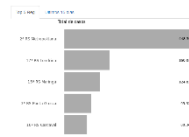
CIV6



CIV7



CIV8



CIV9



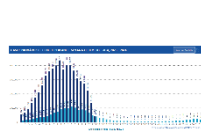
CIV10

CIDACS - Índice de Desigualdades Sociais para Covid-19



CIV11

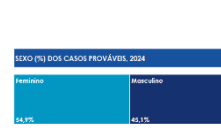
Painel de Monitoramento de Arboviroses



ARV1



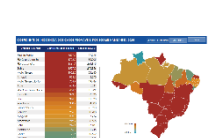
ARV2



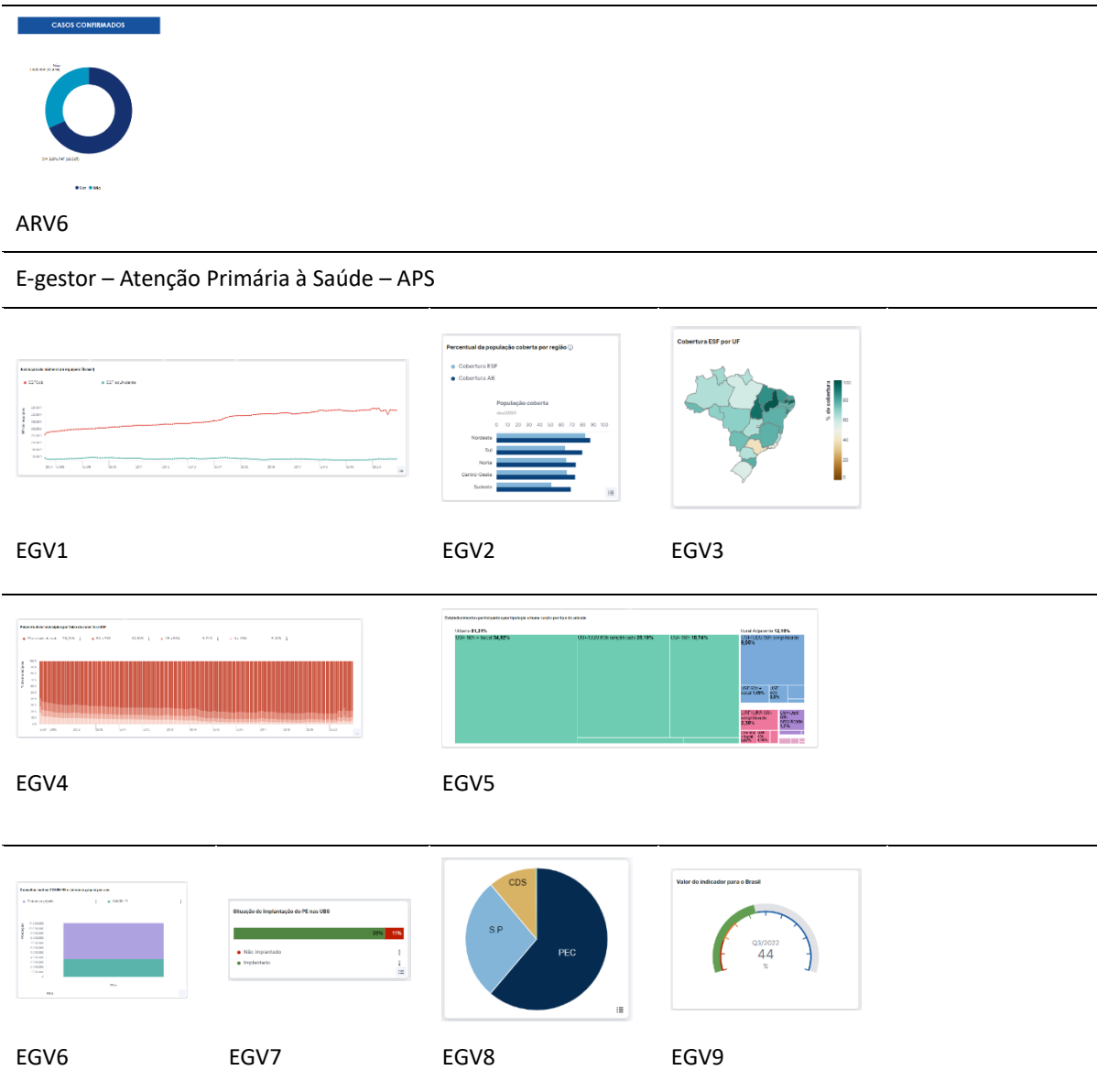
ARV3



ARV4



ARV5



Fonte: as autoras (2024).

6.3. Protocolo e procedimento da análise

A análise das visualizações foi realizada por meio de um protocolo descritivo (Figura 17) adaptado dos estudos realizados por Sanseverino (2022) e por Andrade e Spinillo (2018). O primeiro embasou-se no Esquema descritivo proposto por Twyman (1979) e na classificação proposta por Engelhardt (2002). Já o estudo de Andrade e Spinillo (2018) considerou aspectos da interação. O protocolo foi aplicado individualmente nas visualizações da amostra. Os resultados foram analisados de forma qualitativa, sendo usados números apenas para ilustrar a incidência dos itens do protocolo na amostra.

Figura 17. Protocolo de análise adotado no estudo.

Protocolo de Estudo Analítico Representação gráfica de dados em saúde		Representação aqui	Classificação adaptada de Engelhardt (2002) por Sansaverino (2022)		Comentários:
Número:			Linhas		
Precedência:			Correspondência	Microlinea Macrolinea	
Link:			Estabelecimento convencional	Estabelecimento convencional	
Forma da representação do dado:			Sequência não ordenada	Sequência ordenada	
Tipo da representação do dado:			Eixo métrico decorado	Eixo métrico	
Matriz de Twyman (1979)			Eixo métrico composto	Objeto referencial	
			Objeto referencial	Objeto referencial	
			Objeto referencial	Objeto referencial	
			Objeto decorativo	Objeto decorativo	
Protocolo de Interação - Por Andrade e Spivillo (2018)			Protocolo de Interação - Por Andrade e Spivillo (2018)		Comentários
Métodos de configuração			Tipo de interação		
			Interação		
			Conversação		
			Manipulação		
			Objetos de interação		
			Controles de navegação linear		
			Controles de seleção de comando		
			Controles de andamento		
			Estrutura de navegação		
			Controles de zoom		
			Objetos sensíveis ao passar o mouse		
			Objetos sensíveis ao clique do mouse		
			Objetos manipuláveis		

Fonte: as autoras (2024).

6. Resultados do estudo analítico

Os resultados mostram que as formas de visualização analisadas nos *websites* são limitadas quanto ao uso da linguagem gráfica. A matriz gerou um total de 153 ocorrências, sendo os modos de simbolização verbal/numérico ($n= 84/153$) e esquemático ($n= 61/153$) predominantes, assim como os métodos de configuração linear puro ($n= 49/153$) e matriz ($n= 44$). Os **gráficos** se configuram em sua maioria como **matrizes verbais/numéricas e esquemáticas**, e **mapas** como **não-linear dirigido pictóricos, esquemáticos e verbais/numéricos**. Os títulos das visualizações são verbal/numérico linear puro e linear interrompido e maioria das **legendas** são listas verbais/numéricas e esquemáticos ($n=16/153$). A célula com maior incidência foi a linear puro verbal/numérico ($n= 31/153$) e a de menos foi a linear ramificado esquemático com apenas 1 incidência, conforme mostra a figura 18.

Figura 18. Resultados da análise na matriz da linguagem gráfica (Twyman, 1979)

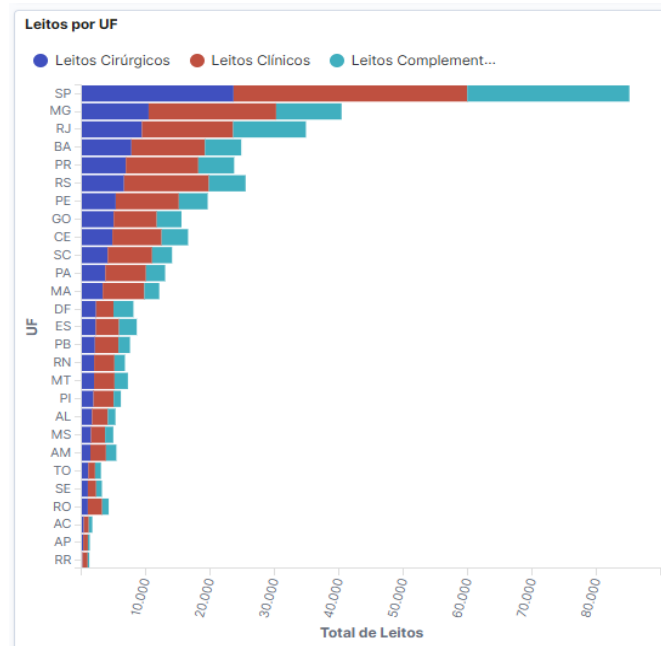
Matriz de Twyman (1979)									
Métodos de configuração									
Modos de simbolização		Linear Puro	Linear Interrompido	Lista	Linear Ramificado	Matriz	Não-Linear dirigido	Não-Linear aberto	Total
	Verbal/Numérico		27 (título) 1 (gráfico) 3 (escala)	9 (título) 1 (legenda) 1 (escala)	8 (legenda)		22 (gráfico)	1 (informação mapa) 1 (gráfico)	6 (gráfico)
Pictórico & Verbal/Numérico									0
Pictórico							8 (mapa)		8
Esquemático		4 (gráfico) 3 (escala)	1 (legenda)	8 (legenda)	1 (gráfico)	22 (gráfico)	5 (cores mapa) 2 (desenho esquemático e cores) 1 (gráfico)	6 (gráfico)	61
		4 (título)	1 (escala)						
Total		49	13	16	1	44	18	12	153

Fonte: as autoras (2024).

Nota-se uma pequena variação no que se refere ao método de configuração dos gráficos, os quais em sua maioria se classificam como matriz (e.g., TBV1) ($n=44/153$), mas há a incidência de gráficos não-lineares abertos, que são os gráficos de pizza (e.g., TBV5) e de gráficos lineares puro,

que são os de barra subdividida (e.g., PCV4). Já os mapas foram classificados como não-linear dirigido com modo de simbolização pictórico (representação geográfica). O **gráfico PCV10** é um exemplo da maioria das visualizações de amostra, sendo: **matriz verbal/numérica** (os eixos) e **esquemática** (barras e cores), com **título linear puro, verbal/numérico**, assim como a sua **legenda**, que também é **esquemática** (formas de círculos com cores).

Figura 19. Amostra PCV10. Leitos por UF.

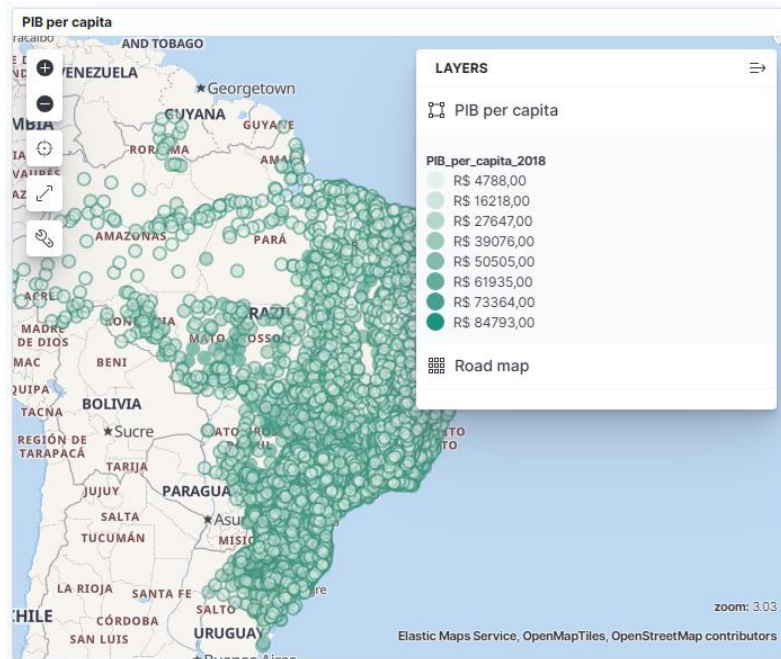


Fonte: PCDaS – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (2024).

Quanto à classificação da **estrutura sintática** (Engelhardt, 2002), os resultados indicam que o tipo de correspondência das visualizações é em sua maioria **metafórica** (n= 34/67) seguidas de **correspondência arbitrária-convencional** (n= 25/67), nas cores empregadas em grande parte dos gráficos e/ou legendas (e.g., Gráfico PCV6). O mesmo ocorre nos **mapas** para indicar a posição de estados e/ou cidades, porém estes *per si* têm tipo de correspondência literal com seu referente por serem representação fidedigna de um espaço geográfico.

O espaço significativo predominante é o **eixo métrico composto** (n= 41/85) e as funções dos objetos são **informacionais e referência** (n= 41/111) a exemplo do gráfico PCV8 (Figura 20) que possui um *dashboard* informando dados municipais de saúde e socioeconômicos com o PIB *per capita* de todo o Brasil. Já na **estrutura espacial**, percebe-se maior incidência de **separação ordenada** (n= 33/85), através de separadores nas visualizações de dados, como no exemplo no gráfico CIV1. Neste há uma **separação** entre as barras, bem como linhas verticais dividindo os espaços dos percentuais. Quanto à **função**, o **objeto legenda** não se encontra em 14 visualizações, o que pode causar dificuldade de entendimento da informação.

Figura 20. Gráfico PCV8



Fonte: PCDaS – Pólis PCDaS (2024).

Por fim, o **tipo de interação** que mais se encontra nas visualizações é o de **instrução** (n= 41/42) e predominam na amostra os objetos sensíveis **ao passar o mouse e ao clique**. Em apenas uma visualização (CIV11) o **tipo de interação é de conversação**, na qual o usuário pode digitar o nome de algum município, que mudará a visualização da informação. Poucas visualizações apresentam **controles de seleção de conteúdo** (n= 3/83), como no mapa CIV2. Nele ao clique de um botão pode se trocar o tipo da visualização de dados de ‘Sim’ para ‘Não’ sem sair da tela. A maioria dos mapas (n= 05/08), tem **controle de zoom** para aproximar ou afastar a visualização da informação.

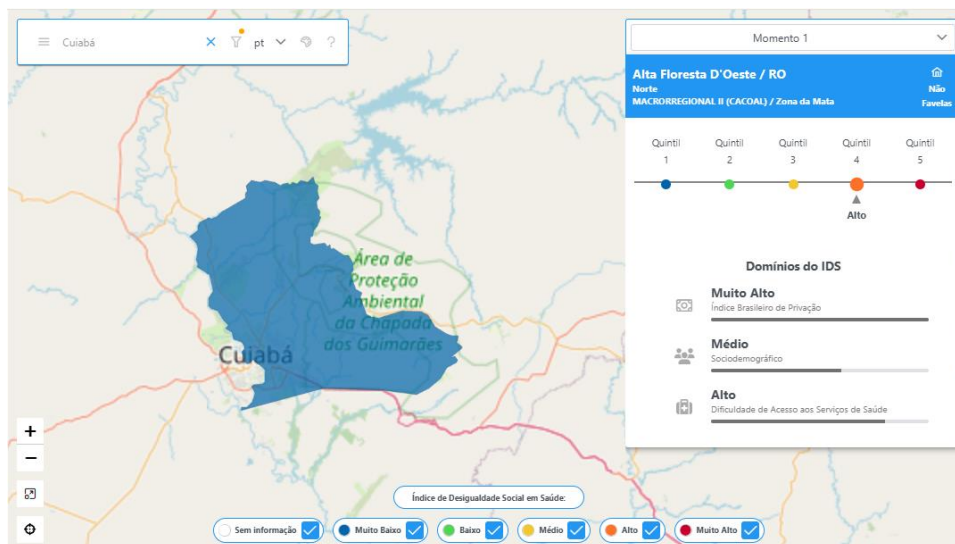
Uma das visualizações **mais complexas** da amostra no uso de **recursos de interação** é a CIV11 (Figuras 21 e 22) na página de ‘Índice Desigualdades Sociais para Covid-19’. Ela apresenta os tipos de interação de **Instrução na qual** o usuário consegue navegar usando o *mouse* e clicando em pontos da interface; e de **Conversação** ao inserir o nome de um município no campo de *input*, a visualização muda e foca no município escolhido (Figura 22). Os objetos de interação são **Controles de seleção de conteúdo** na legenda sendo possível desmarcar/marcar as categorias que se deseja visualizar, além do campo de *input* na parte superior, onde se pode inserir o nome do município; **Controles de zoom** para aproximar/afastar a visualização dos municípios; **Objetos sensíveis ao passar o mouse** por cima dos municípios, abrindo um aba lateral direita com informações sobre este; e **sensíveis ao clique** no município, fixando a informação sobre este na aba lateral direita.

Figura 21. Gráfico CIV11 e suas interações explicadas.



Fonte: as autoras (2024).

Figura 22. Visualização do gráfico CIV11 depois de ter o município de Cuiabá inserido no campo de busca



Fonte: CIDACS – Índice Desigualdades Sociais para Covid-19 (2024).

6.1. Discussão dos resultados

No escopo da **linguagem gráfica** a representação de dados nos sites governamentais analisados é mais ampla quando empregados mapas do que gráficos. Os mapas da amostra são acompanhados por **títulos e legendas e/ou gráficos e ícones/botões interativos**, como no item CIV11. Assim, as visualizações com mapas ocuparam maior número de células da matriz descritiva (Twyman, 1979). A variedade na configuração e modos de simbolização nas representações com mapas pode vir também a **aumentar a complexidade da estrutura** da linguagem gráfica, como

dashboards com mapas, gráficos e/ou tabelas (representações fora do escopo deste estudo, portanto não analisadas) em uma mesma página. Quanto aos **gráficos**, a amostra também apresenta **variedade nos métodos de configuração** como matriz, linear puro e não-linear aberto (gráfico de pizza), diferentemente dos mapas, que se limitam à configuração não-linear dirigida através do uso de cor.

Em relação à **estrutura sintática** (Engelhardt, 2002), o **tipo de correspondência** nos gráficos é a **metafórica**, já os mapas é a **literal**, pois representam referentes geográficos. Todas as visualizações possuem **estrutura complexa** com vários itens a serem interpretados na composição, ainda que sua posição na página varie (e.g., legendas na parte superior, inferior ou nas laterais de mapas). Os **gráficos** ainda possuem **eixo métrico composto**, exceto os de pizza. Estes resultados indicam uma **tendência na visualização de dados** na área de saúde nos sites governamentais estudados. A **estrutura sintática** das visualizações da amostra pode ser considerada abrangente e até **complexa**, devido à ocorrência de quase todos os itens analisados (11 dos 13 itens do protocolo). Isto pode ser visto como **diversidade representacional** na estrutura sintática das visualizações de dados, ao **transmitir uma grande quantidade** de informação sobre saúde a serem exploradas pelos usuários. Os resultados sobre **interação nas visualizações** corroboram esta afirmação. Os mapas e/ou gráficos estão geralmente em *dashboards*, onde as informações são agrupadas por temas, e a **interação** permite que o usuário escolha o que deseja visualizar, seja passando o *mouse* ou clicando sobre uma área da tela, como por exemplo na fatia do gráfico de pizza do item PCV6. Os **recursos de interação** na amostra, ainda que limitados a objetos sensíveis (*mouse over*/clique), possibilitam que dados específicos da parte escolhida na visualização apareçam, ou que esta parte se destaque junto à legenda correspondente, dando controle ao usuário e promovendo seu engajamento com o conteúdo.

Considerando aspectos do **processamento cognitivo** na análise dos resultados, pode se fazer algumas inferências sobre as visualizações de dados pelos usuários nos sites governamentais analisados. O uso combinado dos **modos verbal-numérico, pictórico e/ou esquemático** nas visualizações analisadas está em consonância com o **efeito de modalidade** (Mayer e Moreno, 1999). Isto permite que o processamento da informação ocorra nos **canais verbal e não-verbal** (ainda que não sejam usados áudios), o que vem a facilitar o aprendizado dos conteúdos. De forma similar, as representações pictóricas nos mapas e/ou as esquemáticas nos gráficos próximas a textos resultam no **efeito de contiguidade da carga cognitiva** (Mayer e Moreno, 1999), promovendo a compreensão da informação.

Já a **complexidade da configuração e estrutura sintática** das visualizações pode acarretar **cargas cognitivas extrínseca e intrínseca**, devido a muitas informações em uma única interface para serem processadas pelo usuário. Isto também pode levar ao **efeito de divisão de atenção** (Sweller, 2011). Entretanto, os **recursos interativos** usados na amostra podem auxiliar a diminuir a **cognitiva intrínseca** no processamento simultâneo da informação apresentada por vários elementos, e a **carga cognitiva extrínseca**, impedindo a **divisão de atenção**. Ao passar o *mouse*/clique sobre parte da visualização para acessar os dados, se evita que o usuário tenha que deslocar seu olhar, ou ainda, se distrair/dispersar na busca por informações. Essa **redução da carga extrínseca** pode direcionar a atenção para **processos cognitivos relevantes** para o entendimento da informação representada. Neste sentido, os recursos de interação nos mapas e/ou gráficos da amostra auxiliariam a **carga cognitiva germânica** do usuário e conseqüentemente seu aprendizado da informação.

7. Conclusão e considerações finais

Este artigo apresentou uma análise da visualização de dados em saúde de cinco *websites* governamentais brasileiros. A análise enfocou aspectos da representação gráfica das visualizações e do uso de recursos interativos para disponibilizar dados aos usuários. Os resultados levam a concluir que na amostra as visualizações de dados que apresentam **mapas são mais complexas** que as com gráficos apenas, tanto no âmbito da **linguagem gráfica**, como na sua **estrutura sintática**.

No que se refere à interação, as visualizações exploram **poucos recursos interativos** em suas interfaces. Mas, estes **auxiliam a simplificar as visualizações**, evitando excesso de apresentação de dados na interface. A partir destes resultados, pode se inferir que o **uso de interação** na interface das visualizações pode vir a **facilitar o processamento cognitivo** das informações, promovendo assim, a compreensão de dados em saúde.

Apesar deste estudo ser limitado à amostra e aos sites governamentais analisados, é possível apontar uma **contribuição metodológica** para a pesquisa sobre visualizações de dados em saúde. Esta refere-se ao **protocolo** descritivo utilizado, e ao **procedimento** para determinar a amostra, visto que foram úteis na análise gráfico-informacional das visualizações, e assim podem vir a auxiliar em estudos nesta área.

Por fim, destaca-se que se faz necessário futuros estudos de **natureza experimental** que verifiquem a **eficácia comunicacional** das visualizações de dados em saúde e **seus efeitos na carga cognitiva dos usuários**. Espera-se também que este estudo possibilite reflexões sobre os diferentes **tipos de visualização** de dados, contribuindo para posicionar o **design gráfico/da informação** como fator relevante para comunicação em sites governamentais que visam não apenas informar, mas subsidiar decisões em políticas públicas.

8. Referências bibliográficas

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. **Em quatro meses de pandemia, 3 milhões de pessoas ficam sem trabalho no país**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28613-em-quatro-meses-de-pandemia-3-milhoes-de-pessoas-ficam-sem-trabalho-no-pais>. Acesso em: 1 jul. 2024.

ANDRADE, Rafael de Castro; SPINILLO, Carla Galvão. **Infografia jornalística interativa: Abordagem ergonômica para a avaliação de interação na infografia jornalística**. HFD, Curitiba, v. 7, n. 14, p. 56-73, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/2316796307142018056>.

BRAGA, J. V.; PONTES E SILVA, T. B.; SOUTO, V. T. **Manipulações estatísticas e anomalias visuais: design de visualização de dados e reconhecimento de vieses estatísticos**. InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação, vol. 17, no. 2, p. 145–162, 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Acesso à informação – DATASUS**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/aceso-a-informacao/> Acesso em 06 mai. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. DATASUS. **Catálogo de Produtos DATASUS**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/Catalogo-de-Produtos-DATASUS.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde, DATASUS. **Informações em saúde (TABNET) – DATASUS**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/> Acesso em: 06 mai. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. **e-Gestor AB**. Disponível em:

<<https://egestorab.saude.gov.br/index.xhtml>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel Coronavírus**. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 1 jul. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Painel de Monitoramento das Arboviroses**. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.148, de 14 de setembro de 2017**. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Art. 5º, 15 set. 2017. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2148_14_09_2017.html> Acesso em: 06 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Síntese de evidências para políticas de saúde: estimulando o uso de evidências científicas na tomada de decisão**. 1. ed. 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

CAMPUS PARTY BRASIL. **Ciência para o SUS: a quem se destina? Conhecendo o nosso público-alvo**. [Vídeo]. Youtube, 07 jun. 2022. Disponível em: <<https://www.youtube.com/live/SpYXVNO7wII>>. Acesso em: 24 jun.2024.

CIDACS. **Painel da Coorte de 100 milhões de brasileiros**. Disponível em: <<https://appcoorte.cidacs.org/dashboard>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE (CONASS). **Guia de Apoio a Gestão Estadual do SUS. Bahia**. Disponível em: <<https://www.conass.org.br/guiainformacao/bahia-19/>>. Acesso em: 1 jul. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE (CONASS). **Guia de Apoio a Gestão Estadual do SUS. São Paulo**. Disponível em: <<https://www.conass.org.br/guiainformacao/sao-paulo-51/>>. Acesso em: 1 jul. 2024.

FIOCRUZ. **Plataforma de Ciência de Dados aplicada à Saúde - PCDaS**. Disponível em: <<https://pcdas.icict.fiocruz.br/conjunto-de-dados/>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

FIOCRUZ. **Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (CIDACS)**. Disponível em: <<https://cidacs.bahia.fiocruz.br/inovacao/>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

FIOCRUZ. **Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (CIDACS). Índice de Desigualdades Sociais para COVID-19 (IDS-COVID-19)**. Disponível em: <<https://cidacs.bahia.fiocruz.br/inovacao/indice-de-desigualdades-sociais-para-covid-19-ids-covid-19/>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

FIOCRUZ. **Plataforma Amazônica de Monitoramento e Pesquisa em Epidemias - PAMEPI**. Disponível em: <<https://pamepi.rondonia.fiocruz.br/index.html>>. Acesso em: 2 jun. 2024.

ENGELHARDT, Yuri. **The language of graphics**. Tese (Doutorado). University of Amsterdam. Amsterdam, 2002.

HEPWORTH, K. **Editorial Big Data Visualization: Promises & Pitfalls**. Communication Design Quarterly, vol. 4, no. 4, p. 7–19, 2016. <https://doi.org/10.1145/3071088.3071090>.

- KENNEDY, Helen; ENGBRETSSEN, Martin. Introduction: **The relationships between graphs, charts, maps and meanings, feelings, engagements**. In: ENGBRETSSEN, Martin; KENNEDY, Helen (Eds.). *Data Visualization in Society*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2020. p. 1-22. <https://doi.org/10.2307/j.ctvzgb8c7.7>
- LANDIM, Laís Alpi. **O design da informação em ambientes digitais eHealth: aspectos socioculturais e cognitivos**. Dissertação (Mestrado). Unesp. Marília, 2019.
- LONSDALE, Maria dos Santos. **Information visualization: from theory, to research, to practice...and back**. Sage. Londres, 2023.
- MIRANDA, F. **Animação e interação na infografia jornalística: Uma abordagem do Design da Informação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- MORENO, Roxana; MAYER, Richard E. **Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity**. *Journal of Educational Psychology*, v. 91, p. 358-368, 1999.
- MAYER, Richard. **The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media**. *Learning and Instruction*, v. 13, n. 2, p. 125-139, 2003.
- MAYER, Richard; MORENO, Roxana. **Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning**. *Educational Psychologist*, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2003.
- MEPPELINK, C.S. **Designing digital health information in a health literacy context**. Dissertação (Mestrado). University of Amsterdam. Amsterdam, 2016.
- NORMAN, C.D; SKINNER, H. A. **eHealth Literacy: Essential Skills for Consumer Health in a Networked World**. *Journal of Medical Internet Research*. 2006 Apr-Jun; 8(2): e9. PMID: PMC1550701 Published online 2006 Jun 16. doi: 10.2196/jmir.8.2.e9
- NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR - NIC.br. **Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos estabelecimentos de saúde brasileiros: TIC Saúde 2021: edição COVID-19**: metodologia adaptada. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, p. 59, 2021.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Informação para a saúde em tempos de COVID-19**. Washington, D.C.: OPAS, 2020. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52155/COVID19-FactsheetIS4H_por.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. Acesso em: 07 mai. 2024.
- RODRÍGUEZ, M. T.; NUNES, S.; DEVEZAS, T. **Telling stories with data visualization**. 2015. NHT 2015 - Proceedings of the 2015 Workshop on Narrative and Hypertext - co-located with HT 2015 [...]. [S. l.: s. n.], 2015. p. 7-11. <https://doi.org/10.1145/2804565.2804567>.
- SANSEVERINO, Laís. **A compreensão da representação gráfica da eficácia de métodos contraceptivos por mulheres**. Dissertação (Mestrado). UFPR. Curitiba, 2022.
- SANSEVERINO, Laís; SPINILLO, Carla Galvão. **Qual a opinião de mulheres sobre a informação de métodos contraceptivos? Um estudo sobre representação de conteúdos de saúde no meio digital**. *Revista Ergodesign & HCI*, v. 10, n. 1, p. 115-130, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/1758/1013>>. Acesso em: 24 jun. 2024.
- SWELLER, John; VAN MERRIENBOER, Jeroen J. G.; PAAS, Fred G. W. C. **Cognitive Architecture and Instructional Design**. *Educational Psychology Review*, v. 10, n. 3, p. 251-296, 1998. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/200772805_Cognitive_Architecture_and_Instructional_Design>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SWELLER, John. CHAPTER TWO - **Cognitive Load Theory**. In: MESTRE, Jose P.; ROSS, Brian H. (Ed.). Psychology of Learning and Motivation. Volume 55. Academic Press, 2011. p. 37-76. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123876911000028>> Acesso em 10 jun. 2024.

TWYMAN, M. 1979. **A schema for the study of graphic language**. In: KOLERS, P. A.; WROLSTAD, M. E.; BOUMA, H. (Orgs.). The processing of visible language, v.1: 117-150. Nova York; Londres: Plenum Press.

TWYMAN, Michael. **Using pictorial language: A discussion of the dimensions of the problem**. In: Designing usable texts. Academic Press, 1985.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

9. Apêndice

Figura 17. Protocolo de análise adotado no estudo.

Protocolo de Estudo Analítico Representação gráfica de dados em saúde		Representação aqui						
Número:								
Procedência:								
Link:								
Forma da representação do dado:								
Tipo da representação do dado:								
<input type="checkbox"/> Estático <input type="checkbox"/> Interativo								
Matriz de Twyman (1979)								
Métodos de configuração								
Modos de simbolização		Linear Puro	Linear Interrompido	Lista	Linear Ramificado	Matriz	Não-Linear dirigido	Não-Linear aberto
	Verbal/Numérico							
	Pictórico & Verbal/Numérico							
	Pictórico							
	Esquemático							
Classificação Matriz de Twyman				Comentários:				
Classificação adaptada de Engelhardt (2002) por Sanseverino (2022)				Comentários:				
Correspondência	Literal							
	Metonímia							
	Metafórica							
	Arbitrária-Convencional							
Estrutura espacial: Espaço significativo	Separação não ordenada							
	Separação ordenada							
	Eixo métrico distorcido							
	Eixo métrico							
Função	Objeto informacional							
	Objeto referência							
	Objeto legenda							
	Objeto decorativo							
Protocolo de interação – Por Andrade e Spinillo (2018)								
Tipo de interação				Comentários				
Instrução								
Conversação								
Manipulação								
Objetos de interação								
Controles de narrativa linear								
Controles de seleção de conteúdo								
Controles de andamento								
Barra de rolagem								
Controles de zoom								
Objetos sensíveis ao passar o mouse								
Objetos sensíveis ao clique do mouse								
Objetos manipuláveis								

Fonte: as autoras (2024).

