

# Ig Dashboard: Um Painel de Dados sobre a Qualidade da Água de Salvador

Lorena Carvalho  
Análise e Desenvolvimento de Sistemas  
Instituto Federal da Bahia  
Salvador, Brasil  
Email: 2019116024@ifba.edu.br

Pablo Vieira  
Análise e Desenvolvimento de Sistemas  
Instituto Federal da Bahia  
Salvador, Brasil  
Email: pablovf@ifba.edu.br

## RESUMO

A carência de dados nas cidades sobre recursos hídricos é um dos grandes desafios no monitoramento da água em todo o mundo. Diversas pesquisas e estudos mostram que a poluição das águas tem um impacto negativo na saúde humana e no meio ambiente. O descarte de resíduos, as atividades industriais, os agrotóxicos e o desmatamento são os grandes causadores da poluição dos recursos hídricos. A escassez da devida divulgação desses dados relativos à qualidade da água dificulta o monitoramento desse recurso e a responsabilização dos governos e instituições responsáveis pela gestão de um recurso vital para o ser humano. A proposta deste trabalho é que o Ig<sup>1</sup> Dashboard - Painel de Dados sobre a Água de Salvador - possibilite à população da cidade de Salvador o acesso a informações sobre a qualidade de sua água. Este painel ajudaria na identificação de possíveis problemas com o seu uso e consumo, além de criar uma nova ferramenta que facilite o controle social e incentive os gestores públicos a fazerem uma boa gestão dos recursos hídricos.

**Palavras-Chave:** água, *dashboard*, transparência, dados, Salvador.

**Abstract**—The lack of data transparency in cities about water resources is one of the great challenges in water monitoring around the world. Articles show that water pollution has a negative impact on human health and the environment. Waste disposal, industrial activities, pesticides and deforestation are the main causes of water pollution. The scarcity of proper disclosure of these data on water quality makes it difficult to hold governments and institutions responsible for water management to account. The purpose of this work is to develop a dashboard that allows the population of the city of Salvador to access information about the quality of their water. This would help identify possible problems with use and consumption, in addition to creating a new tool that facilitates inspection and encourages public managers to manage water resources better.

**Keywords**—*data, transparency, health, water.*

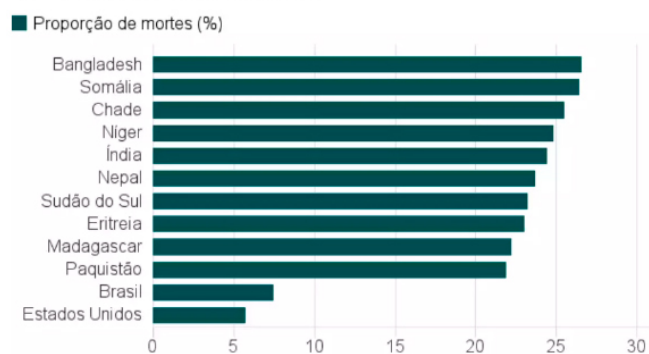
<sup>1</sup>A palavra Ig significa água em tupi-guarani, segundo o dicionário online disponibilizado pela FUNAI [1]

## I. INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a sobrevivência, pois compõe 70% da superfície da Terra e mais de 70% do corpo humano, sendo vital para manter o bom funcionamento de ambos. Conforme o relatório publicado pela revista científica The Lancet [2], a poluição matou 101.739 pessoas no Brasil em 2015, o que equivale a 7,49% do total de mortes no país durante o período. Dentre essas mortes, 15.315 foram causadas pela poluição das águas. Segundo a World Wide Fund for Nature (WWF), organização não governamental internacional [3], apesar de a Terra ser coberta por água, menos de 1% é própria para o consumo, pois 97% dessas águas são dos oceanos (água salgada imprópria para o consumo), e apenas 3% são água doce, sendo que 2% estão em estado sólido, nas geleiras. Boa parte dessas fontes afluentes está poluída pela ação humana.

### Países com maior percentual de mortes por poluição

Top 10, além de Brasil e EUA, 2015



Fonte: The Lancet Commission on Pollution and Health

BBC

Figura 1: Percentual de mortes por país, causadas pela poluição [4]

Segundo Fuller et al. [5], a poluição matou 9 milhões de pessoas, sendo a responsável por uma a cada seis mortes no mundo, conforme demonstrado no gráfico da figura 2.

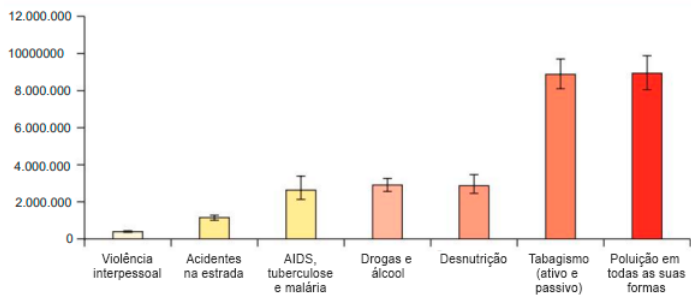


Figura 2: Mortes globais estimadas por principal fator de risco ou causa [5]

Em um mundo onde as mortes relacionadas à água contaminada são uma triste realidade, a cólera emerge como uma das doenças mais perigosas e letais. Essa infecção, transmitida principalmente pela ingestão de água ou alimentos contaminados, representa uma ameaça significativa à saúde pública. A cólera não representa apenas uma ameaça à saúde individual, ela também reflete disparidades sociais e econômicas profundas. Em áreas onde o acesso à água potável e ao saneamento básico é limitado, a cólera pode se proliferar mais facilmente, afetando desproporcionalmente as comunidades mais marginalizadas e vulneráveis. Causada pela bactéria *Vibrio cholerae*, a cólera desencadeia uma condição debilitante, podendo levar à desidratação grave e, em casos extremos, à morte. Em um cenário no qual a segurança da água é uma prioridade global, compreender como essa doença é transmitida pela água é essencial para prevenir surtos e proteger a saúde pública.

Segundo a Nota Técnica do Ministério da Saúde do Brasil [6], entre os anos de 1989 e 2021, houve um período de queda no número de infectados pela cólera, seguido por um aumento de casos (figura 3).

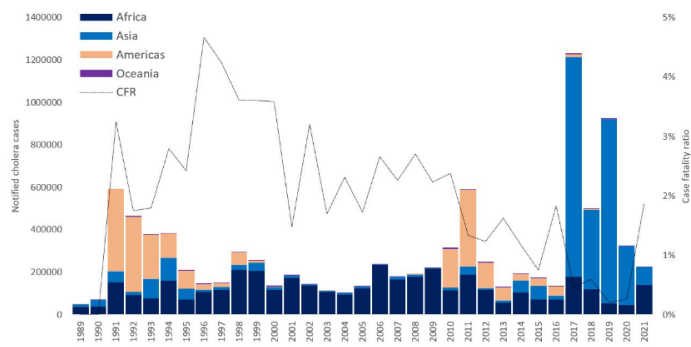


Figura 3: Casos de cólera notificados à OMS segundo continente. 1989 – 2021. Fonte: WHO, 2023 [7].

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2022, mais de 29 países registraram surtos de cólera (figura 4), com mais casos registrados e com uma maior taxa de mortalidade.

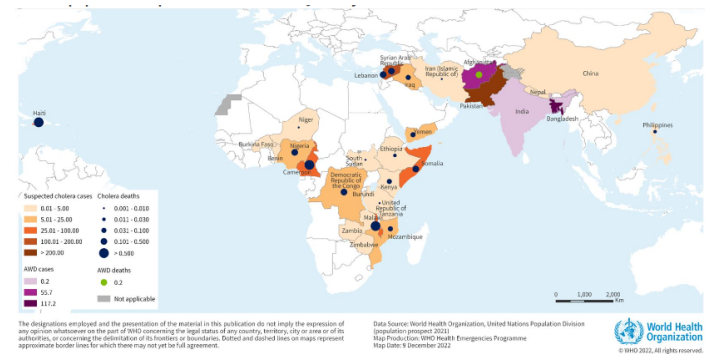


Figura 4: Incidência de casos de cólera (incluindo casos estimados de doenças diarreicas agudas) por 100.000 habitantes notificados à OMS de 1º de janeiro a 30 de novembro de 2022. Fonte: WHO, 2022 [8].

No Brasil, desde 2006, não houve casos autóctones<sup>2</sup> de cólera, apenas casos importados (um caso de Angola, em 2006; um caso da República Dominicana, em 2011; e um caso de Moçambique, em 2016) [9]. Porém, pela primeira vez em dezoito anos, foi detectado um caso autóctone de cólera no nosso país: um paciente residente de Salvador, mas que trabalhava na Região Metropolitana da cidade. A referida Nota Técnica enfatiza que foi um caso isolado, pois não foram identificados outros casos após uma investigação epidemiológica<sup>3</sup>. O recente caso de cólera destaca a importância de monitorar e manter a qualidade da água para toda a população. Em contextos urbanos, em que a densidade populacional é alta e as condições sanitárias podem ser desafiadoras, garantir o acesso à água potável e segura é fundamental para prevenir surtos de doenças.

Além dos inúmeros desafios enfrentados na gestão da água, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro se deparou com um grave problema de contaminação [10]. A crise foi provocada por um poluente vazado de um oleoduto desativado, que comprometeu a captação de água e deixou milhões de cidadãos sem acesso a água potável. Substâncias tóxicas provenientes do oleoduto infiltraram-se no sistema de abastecimento, levando à interrupção imediata do serviço em várias áreas. Esse incidente não apenas evidenciou a vulnerabilidade da infraestrutura de saneamento, mas também destacou a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa e do monitoramento contínuo das instalações desativadas. A situação sublinha a importância de implementar políticas ambientais mais rígidas e desenvolver planos de contingência eficazes para evitar que tais vazamentos comprometam a qualidade da água e a saúde pública.

A ciência de dados e o monitoramento são duas ferramentas poderosas para auxiliar na investigação do meio ambiente e da

<sup>2</sup>Refere-se a casos ou ocorrências de uma doença ou condição que são originárias ou ocorrem naturalmente em uma determinada área ou população, em oposição a casos importados ou introduzidos de fora.

<sup>3</sup>Segundo a Nota Técnica, a investigação epidemiológica [9] tem como objetivo identificar a fonte de infecção e o modo de transmissão, confirmar o diagnóstico, identificar fatores de risco, identificar populações vulneráveis e grupos expostos a maior risco, determinar as principais características epidemiológicas e orientar quanto às medidas de prevenção e controle.

qualidade da água. Por meio da coleta, análise e interpretação dos dados, é possível identificar padrões e prever resultados. Algumas cidades monitoram a água em tempo real para informar a população sobre a sua qualidade, como a cidade de Chicago, que implementou sensores nas praias (margens do Lago Michigan, comumente chamado de praia pelos moradores da região) e um modelo preditivo, para detectar poluentes na água [11].

Ao serem complementadas com as ferramentas de *data science*, essas informações possibilitam que os gestores alertem a população e tomem medidas de segurança, como a interdição das praias, quando os níveis da bactéria E. Coli<sup>4</sup> estiverem altos e perigosos para a saúde humana.

Para a prática da boa governança, a transparência é fundamental para a reformulação de medidas que melhorem a gestão dos recursos hídricos. Além disso, os cidadãos que pagam impostos e taxas para usufruírem da água, devem ter o direito à informação sobre a qualidade da água que consomem, assim como sobre a manutenção dos rios e praias que fazem parte da sua cidade. A Lei de Acesso à Informação, nº 12.527 de 2011 [12], dispõe sobre o direito do cidadão de acessar as informações públicas e estabelece normas e procedimentos que garantam o acesso do cidadão ao conhecimento desses dados sob as três esferas - Federal, Estadual e Municipal, sendo importante para promover a transparência e a prestação de contas do serviço público. De acordo com a legislação, cabe aos órgãos do poder público assegurar a transparência dessas informações, com a divulgação de dados que sejam de interesse da população.

Com base nas informações apresentadas até o momento, fica evidente que um painel de indicadores que ofereça dados sobre a qualidade da água potável consumida na cidade seria de suma importância. Canais de acesso entre a cidade e a população fortalecem o papel dos cidadãos na sociedade, mobilizando-os a cobrar uma melhor qualidade nos serviços de água, tanto do poder público quanto das empresas que controlam o seu abastecimento. Por estes motivos, a proposta deste trabalho visa desenvolver um painel de dados para garantir à população informações sobre o monitoramento das águas, de maneira rápida e objetiva. O painel é pensado para ser de fácil entendimento, utilizando recursos visuais que auxiliem no aprendizado do usuário ao manuseá-lo, tendo como resultado esperado o aumento do conhecimento da população, gerando um maior cuidado com esse recurso tão essencial para a humanidade.

## II. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A potabilidade e a preocupação com a água utilizada para o consumo no Brasil foram atribuídas ao Ministério da Saúde na década de 1970, pelo Decreto Federal 79.367/1977 [13], mas foi no final dos anos 2000 que foi implementado um

<sup>4</sup>A *Escherichia coli* (E. coli) é um importante indicador microbiológico de contaminação fecal recente no meio ambiente, pois está presente nas fezes de animais de sangue quente, como os seres humanos.

programa de controle e vigilância da qualidade da água e seu padrão de potabilidade para o consumo humano, com a portaria número 1.469/2000 [14]. Esta portaria estabeleceu as normas de qualidade da água e a necessidade de informar à população e às autoridades sobre qualquer anomalia encontrada nos resultados das amostras coletadas, conforme a Seção IV, artigo 9º - VIII [14].

Essa comunicação no município de Salvador é feita através do seu portal da saúde<sup>5</sup>. A Prefeitura de Salvador publica Notas Técnicas e boletins sobre os resultados de suas coletas, mas não mantém uma periodicidade constante de publicações. A Vigilância Sanitária, setor responsável pelo monitoramento, possui um programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) [15], que, dentre outras funções, tem o objetivo de controlar a qualidade da água, identificando a presença de cianobactérias e a concentração de cianotoxinas, conforme os padrões estabelecidos pela legislação vigente. Segundo o Boletim Informativo nº 10 da Secretaria Municipal da Saúde - Diretoria de Vigilância da Saúde, compete à Secretaria de Saúde do Município exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o responsável pelo Sistema de Abastecimento ou Solução Alternativa Coletiva (Portaria do Ministério da Saúde nº. 2.914/2011) [16].

A comunicação sobre as informações do controle de qualidade da água, da Prefeitura Municipal de Salvador, é realizada por meio de boletins ou relatórios em formato PDF (*Portable Document Format*). Porém, esses dados não são disponibilizados de maneira organizada e não há uma divulgação regular de publicações. O formato de arquivo PDF é o ideal para o uso de documentos eletrônicos, a exemplo de relatórios, artigos e documentos gráficos. Entretanto, quando se trata de dados estruturados e acessíveis, ele não é a melhor escolha a ser feita, contrastando com formatos abertos, como CSV<sup>6</sup> ou JSON<sup>7</sup>, que colaboram para a transparência e a análise de dados, pois são mais acessíveis, facilitando o manuseio e a difusão dos dados.

Além dos dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Salvador, também foram encontrados dados sobre a qualidade da água disponibilizados pelo Ministério da Saúde através do portal Dados Abertos [17]. A maioria desses dados está disponível em formato CSV, o que facilita a transparência e a análise, pois são mais acessíveis e permitem a extração e a difusão eficiente das informações. No entanto, a apresentação desses dados carece de recursos visuais que facilitem a sua leitura e interpretação.

<sup>5</sup>Portal: [www.saude.salvador.gov.br](http://www.saude.salvador.gov.br)

<sup>6</sup>*Comma-separated values*, também conhecido como CSV, são arquivos de texto que fazem uma ordenação de bytes ou um formato de terminador de linha, separando valores com vírgulas, utilizados em softwares offices, como o Excel.

<sup>7</sup>JavaScript Object Notation é um formato compacto, de padrão aberto independente, de troca de dados simples e rápida entre sistemas.

## A. DADOS ABERTOS

Dados abertos são dados que estão disponíveis para o público em geral, de forma gratuita, e que podem ser utilizados sem restrições. Para isso, é necessário que sejam distribuídos em formatos acessíveis e que permitam uma boa usabilidade. Nesse sentido, o Brasil assumiu um compromisso em 2011, juntamente com outros países, de participar da chamada Parceria para Governo Aberto (*Open Government Partnership - OGP*) [18]. Essa iniciativa propõe que o Governo Aberto deverá guiar suas ações com o máximo de transparência possível.

1) *Dados Abertos Governamentais*: segundo Eaves, especialista em políticas públicas e ativista dos dados abertos, para que um conjunto de dados seja considerado "aberto", são necessárias as seguintes características [19]: se o dado não pode ser encontrado e indexado na Web, ele não existe; se não estiver aberto e disponível em formato compreensível por máquina, ele não pode ser reaproveitado; se algum dispositivo legal não permitir sua replicação, ele não é útil.

2) *Dados Abertos no Brasil*: a política brasileira de dados abertos evoluiu muito ao longo dos anos, por meio de leis e plataformas governamentais que promovem a transparência dos dados.

Para compreender o contexto regulatório e as iniciativas relacionadas à transparência de dados no Brasil, apresenta-se a tabela a seguir. Esta tabela resume as principais políticas e leis que visam assegurar o acesso à informação pública e fomentar a abertura de dados pelos órgãos públicos.

Política/Lei	Descrição
Lei de Acesso à Informação (LAI)	A Lei Federal nº 12.527, conhecida como Lei de Acesso à Informação, foi promulgada em 2011 e estabelece o direito fundamental de acesso à informação pública no Brasil. A LAI obriga órgãos públicos a disponibilizarem informações de interesse público e a responderem pedidos de acesso à informação.
Política Nacional de Dados Abertos (PNDA)	A Política Nacional de Dados Abertos foi estabelecida em 2012 e tem como objetivo promover a abertura de dados governamentais em todo o país. Ela estabelece diretrizes para a publicação de dados abertos pelos órgãos públicos e incentiva a transparência e a participação cívica.

Tabela I: Tabela com políticas relacionadas à transparência de dados. Fonte: [13], [14], [20]

A seguir, apresenta-se a tabela que ilustra portais, entidades e organizações responsáveis pela coleta, gestão e disseminação de informações públicas. Este material tem como objetivo destacar as instituições que desempenham um papel essencial na promoção da transparência e na ampliação do acesso aos dados governamentais, contribuindo para a efetiva fiscalização e acessibilidade das informações.

Organização/Entidade	Descrição
Portal de Dados Abertos do Governo Federal	O governo federal mantém o Portal Brasileiro de Dados Abertos (dados.gov.br), que é uma plataforma centralizada para a publicação de conjuntos de dados abertos de diversos órgãos e entidades públicas. O portal oferece uma ampla variedade de dados, desde informações sobre saúde e educação até dados geoespaciais e econômicos.
Tribunal de Contas da União (TCU)	O Tribunal de Contas da União fornece relatórios e análises sobre as contas do governo federal, promovendo a fiscalização e o controle dos recursos públicos.
Portal da Transparência (Governo Federal)	O Portal da Transparência fornece informações detalhadas sobre gastos públicos, licitações, contratos, salários de servidores e outros dados a nível federal.
Open Knowledge Brasil (OKBR)	A OKBR, também conhecida como Rede pelo Conhecimento Livre, é uma organização da sociedade civil que promove a abertura de dados e o governo aberto no Brasil. Eles publicam informações, análises e relatórios sobre o estado do governo aberto no país.
Controladoria-Geral da União (CGU)	A CGU lançou um painel de Monitoramento de Dados Abertos do Governo Federal que permite visualizar a situação dos órgãos quanto à abertura das informações contidas em suas bases.

Tabela II: Tabela com organizações, entidades e portais relacionados com a transparência de dados. Fonte: [21], [22]

A partir do Painel de Monitoramento de Dados Abertos, da CGU, foi possível chegar aos dados do Plano de Dados Abertos (PDA), um documento orientador para as ações de implementação e promoção de abertura de dados [23]. Nesse painel, por meio do gráfico do status do Plano de Dados Abertos [24], referente ao ano de 2023 (figura 5), chegou-se ao resultado que 153 órgãos federais não se manifestaram diante da obrigação de elaboração do plano, o que equivale a 60,47%. Noventa e quatro órgãos federais (37,15%) estão com o PDA publicado e disponível na internet e seis órgãos (2,37%) estão com seu PDA em construção. Apesar de demonstrar seu compromisso com a promoção ao governo aberto, os números mostram que o país ainda tem muito a avançar para a abertura dos dados.



Figura 5: Gráfico: Status do Plano de Dados Abertos, 2023. [24]

## B. ANÁLISE DE DADOS

A fundamentação teórica da análise de dados é interdisciplinar, pois ela envolve conceitos de diferentes áreas, incluindo Estatística, Informática, Matemática, Psicologia, entre outros.

De acordo com Fawcett e Provost (2016) [25], ao considerar a relação entre dados, informação e conhecimento, a extração de conhecimento útil a partir de dados, com o objetivo de resolver problemas de negócios, pode ser abordada de forma sistemática, seguindo um processo com etapas razoavelmente bem definidas para garantir a qualidade dos resultados. Nesse contexto, os autores destacam que os dados representam a matéria-prima disponível a partir da qual a solução para problemas de negócios será desenvolvida.

A escolha de qual método utilizar para examinar, limpar, transformar e interpretar dados dependerá do problema em questão e do tipo de dados que estão disponíveis para manipulação. Abaixo, alguns processos para a construção da análise de dados:

- 1) **Definição:** antes de iniciar a análise dos dados, é primordial estabelecer os objetivos da análise de dados. O que, de fato, se deseja alcançar com a análise em questão.
- 2) **Coleta de dados:** esta fase envolve a obtenção dos dados necessários para sua análise. Isso pode incluir a coleta de dados primários (pesquisas ou experimentos) ou a utilização de dados secundários de fontes existentes.
- 3) **Limpeza e pré-processamento de dados:** os dados coletados podem conter erros, valores ausentes e informações irrelevantes. Nesta fase, os dados são limpos e pré-processados para garantir que estejam prontos para análise. Isso pode envolver a remoção de duplicatas, o tratamento de valores ausentes e a normalização de dados.
- 4) **Exploração de dados:** os dados podem ser explorados para identificar as tendências e os padrões preliminares. Isso pode incluir a criação de gráficos, tabelas e resumos estatísticos.
- 5) **Análise de dados:** nesta fase, são aplicados métodos estatísticos e técnicas de mineração de dados que envolvem a exploração de conjuntos de dados em busca de padrões capazes de prever resultados ou fornecer informações significativas. De acordo com Provost e Fawcett (2016) [25], a mineração de dados é uma ferramenta conceitual e fundamental para o planejamento de projetos de análise de dados. Existe um processo bem definido que pode aumentar a probabilidade de um resultado bem-sucedido, sendo a mineração de dados considerada uma arte.
- 6) **Visualização dos resultados:** os resultados da análise são comunicados de forma clara e eficaz para o público-alvo. Isso pode envolver a criação de relatórios, apresentações ou visualizações de dados que ajudem os outros a compreenderem as descobertas.
- 7) **Tomada de decisão:** com base nas descobertas da análise, as decisões são tomadas e ações são planejadas e implementadas, caso seja necessário. Esta fase é fundamental, pois a análise de dados deve levar a ações de impacto.

- 8) **Monitoramento:** depois da implementação das ações, é importante monitorar os resultados e iterar o processo de análise de dados, conforme necessário. Os dados em constante evolução podem exigir ajustes nas estratégias e nas ações.
- 9) **Documentação:** durante todo o processo, é essencial manter uma documentação rigorosa. Isso inclui registrar todas as etapas realizadas, as transformações de dados, os métodos analíticos utilizados e os resultados obtidos.

## C. VISUALIZAÇÃO DOS DADOS

O processo de comunicação de todos esses dados coletados e analisados pode ser reproduzido por meio de recursos como tabelas, gráficos e mapas. Visualizações eficazes contribuem para uma comunicação intuitiva dos resultados, por isso é importante identificar qual tipo de visualização é apropriada para cada resultado demonstrado. Segundo Tufte (2007) [26], os gráficos são considerados instrumentos essenciais na comunicação, pois têm a capacidade de informar de forma mais atraente e eficaz.

“Os gráficos de dados modernos podem fazer muito mais do que simplesmente substituir pequenas tabelas estatísticas. Na melhor das hipóteses, os gráficos são instrumentos para raciocinar sobre informações quantitativas. Muitas vezes, a maneira mais eficaz de descrever, explorar e resumir um conjunto de números – mesmo um conjunto muito grande – é observar imagens desses números.” (The Visual Display of Quantitative Information, 2007) [26]

A área de visualização de dados está em constante transformação, novos métodos e técnicas são desenvolvidos a fim de acompanhar a evolução dos dados, que se encontram mais robustos e complexos. Para demonstrar os dados, de maneira clara e concisa, é necessário apresentar as informações de forma simples e de fácil entendimento, com um bom impacto visual, valorizando os dados apresentados. É necessário cautela para que as informações sejam precisas e confiáveis, sendo objetivas e diretas.

1) **PRINCÍPIOS DA GESTALT:** Gestalt [27] é uma palavra de origem alemã, com uma tradução, em português, aproximada de “forma” ou “figura”. Essa teoria foi desenvolvida no início do século XX por psicólogos alemães, como Max Wertheimer, Kurt Koffka e Wolfgang Köhler, concentrando-se na ideia de que os seres humanos percebem e compreendem o mundo ao seu redor não apenas como uma coleção de partes individuais, mas também na compreensão da sua totalidade.

A Teoria da Gestalt tem uma influência relevante nas interfaces gráficas, pois a compreensão de como os usuários percebem e processam as informações visuais interfere nos layouts de páginas e organização do conteúdo. Os princípios da Teoria da Gestalt que fundamentam os conceitos apresentados são:

1) Princípio da Proximidade: elementos visuais que estão agrupados uns aos outros são compreendidos como relacionados (figura 6.1). Na Figura 6.2, é possível visualizar colunas e linhas apenas pelo espaçamento entre os pontos. [28]

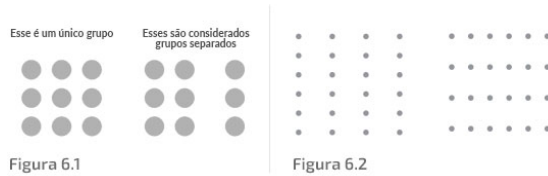


Figura 6: Exemplo do Princípio da Proximidade. Fonte: Knaflic [28] e Ware [29]

2) Princípio da Similaridade: elementos que compartilham características visuais idênticas, como cor, forma ou tamanho, são compreendidos como parte do mesmo grupo (figura 7). Sendo útil para relacionar elementos com a mesma função em uma interface. [28]

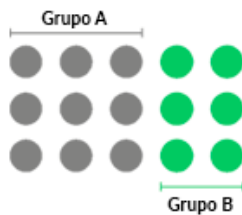


Figura 7: Exemplo do princípio da similaridade. Fonte: Ware [29]

3) Princípio da Continuidade: a mente tende a perceber padrões contínuos, mesmo quando ocorrem interrupções. Utilizado para direcionar o usuário em uma linearidade, criando fluxos de ação (figura 8.1). Na Figura 8.2, podemos observar como interpretamos um gráfico de barras em que a linha vertical do eixo x foi completamente omitida. Apesar da ausência da linha, ainda é evidente que as barras estão dispostas no mesmo ponto, devido ao espaço que as separa. [28]

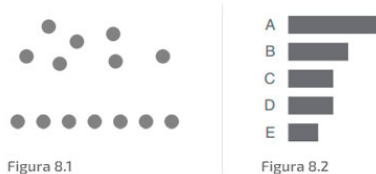


Figura 8: Exemplo do Princípio da Continuidade. Fonte: Knaflic [28] e Ware [29]

4) Princípio da Região Comum: elementos posicionados dentro de uma região fechada tendem a ser percebidos com parte do mesmo grupo (figura 9.1). Na figura 9.2, o

destaque da previsão real no gráfico é obtido exclusivamente por meio do uso da área sombreada. [28]

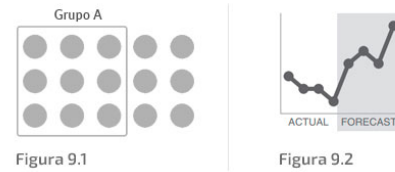


Figura 9: Exemplo do Princípio da Região Comum. Fonte: Knaflic [28] e Ware [29]

5) Princípio do Fechamento: refere-se à tendência da nossa mente em preencher lacunas e perceber formas completas, como o exemplo do círculo incompleto na figura 10.1. Alguns elementos podem ser considerados desnecessários e podem ser eliminados para um maior destaque (gráfico da figura 10.2), resultando em um enfoque maior nos dados. [28]



Figura 10: Exemplo do Princípio do Fechamento. Fonte: Knaflic [28]

6) Princípio da Conexão: elementos fisicamente conectados são percebidos como parte de um grupo (figura 11.1). Nos gráficos de linha, nota-se uma ordem dos dados por meio dessa conexão (figura 11.2). [28]

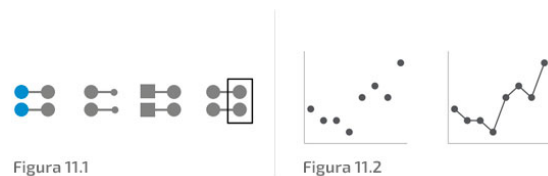


Figura 11: Exemplo do Princípio da Conexão. Fonte: Knaflic [28]

7) Princípio do Ponto Focal: o elemento que visualmente se destacar irá prender a atenção do usuário, sendo útil para informações ou ações importantes (figura 12.1). No gráfico da Figura 12.2, a cor de destaque e o valor de referência atuam como elementos de foco que direcionam a atenção para os dados desejados. [30]



Figura 12.1

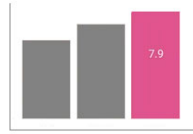


Figura 12.2

Figura 12: Exemplo do Princípio do Ponto Focal. Fonte: Chang [30] e Ware [29]

Os Princípios da Proximidade, Similaridade, Continuidade, Região Comum, Fechamento e Conexão são abordados por Knaflic [30] em relação aos modelos de gráficos. A autora explora como esses princípios se aplicam ao design gráfico, exemplificando-os com imagens dos princípios. Gráficos projetados segundo esses princípios possibilitam uma interação visual eficaz com o usuário.

2) **HIERARQUIA VISUAL**: é um conceito que refere-se à organização visual e diagramação de elementos visuais em uma interface gráfica, a fim de direcionar a atenção do usuário e comunicar de forma eficaz. O conceito é chamado de Hierarquia Visual, pois existe uma ordem preestabelecida de visualização para o usuário interagir com o conteúdo de uma interface.

Segundo Johnson (2010) [31], a hierarquia visual permite que as pessoas, ao escanear informações, identifiquem de forma imediata os elementos que são relevantes para seus objetivos, separando-os daqueles que são irrelevantes. Esse recurso possibilita que os usuários concentrem sua atenção nas informações pertinentes, encontrando o que procuram com maior rapidez, uma vez que podem facilmente ignorar o conteúdo que não é de seu interesse. A seguir, um exemplo ilustrado por ele demonstrando como a hierarquia visual em painéis de controle interativos e formulários facilita a localização das configurações pelos usuários de maneira rápida e eficiente (figura 13).

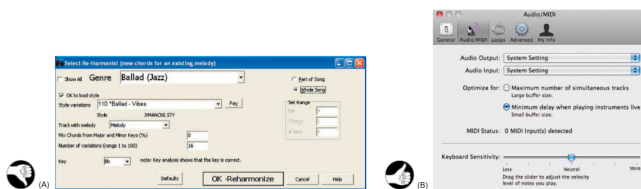


Figura 13: A comparação entre as interfaces (A) Band in a Box (considerada inadequada) e (B) GarageBand (considerada eficiente) [31].

A hierarquia deve priorizar a condução eficiente da informação para o usuário, relacionando os conteúdos com uma estrutura e organização que indiquem o que deve ser priorizado. Esse conceito contribui para a construção de uma interface mais fluida, reduzindo o esforço do usuário na navegação e tornando sua experiência menos complexa.

### III. TRABALHOS CORRELATOS

Esta seção apresenta uma análise de sites e aplicativos correlatos que têm como objetivo informar a população sobre a qualidade da água. Cada um desses trabalhos possui suas especificidades e enfoques distintos, oferecendo diferentes abordagens para a coleta e divulgação de informações sobre a qualidade da água. A comparação entre esses trabalhos e o painel de indicadores desenvolvido para a cidade de Salvador busca destacar as particularidades e contribuições únicas deste projeto, evidenciando como ele se diferencia e complementa as iniciativas existentes.

#### A. Safer Seas Service

O Safer Seas Service [32] é um aplicativo que exibe os dados em tempo real sobre o derramamento de esgotos nas praias ou rios do Reino Unido, alertando a população sobre os riscos de contaminação. A sua base de dados é alimentada pelas empresas de esgotos e pelo próprio cidadão, que pode fazer denúncias sobre a qualidade da água de determinada praia, além de poder enviar relatórios sobre o seu estado de saúde após o contato com uma praia ou rio cadastrado no aplicativo.

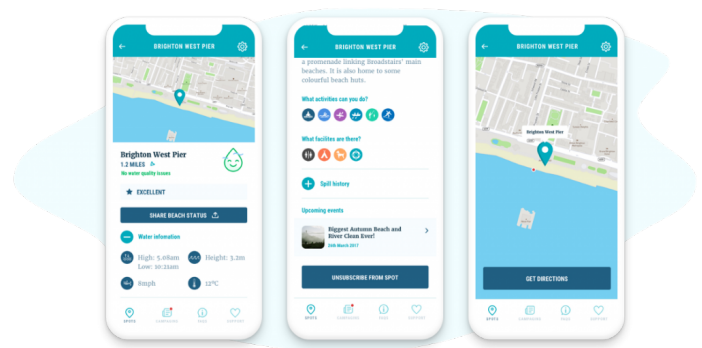


Figura 14: Telas do app extraídas do website Surfers Against Sewage [32]

#### B. Water Quality

Para o uso dos educadores, pesquisadores, alunos e cientistas, foi desenvolvido o aplicativo Water Quality [33], que monitora a qualidade da água com a contribuição dos usuários. O sistema é alimentado com dados que avaliam a salubridade da água, tendo 11 parâmetros químicos e bacterianos que os usuários podem contribuir, caso possuam conhecimento dessas informações. O principal objetivo desse aplicativo é educacional, ajudando o usuário a entender o significado desses dados.

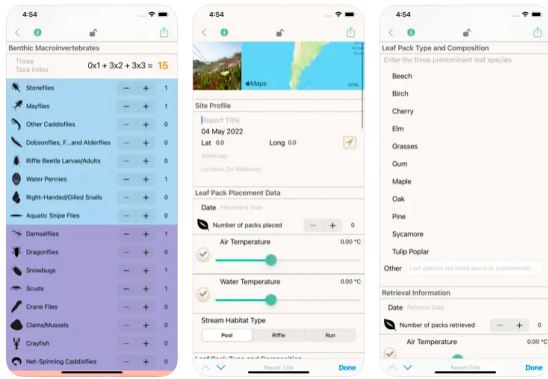


Figura 15: Telas do app extraídas da loja Apple Store na página do aplicativo

### C. INEMA

O Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - (INEMA), responsável pelo monitoramento da balneabilidade do estado da Bahia, possui um mapa interativo [34] que exibe toda a costa baiana e informa se as praias estão próprias ou impróprias para banho (figura 16). As amostras são coletadas semanalmente, analisando o microrganismo indicador de contaminação, *Escherichia coli*, que indica se a poluição é recente, de origem fecal, humana ou animal.

A análise de Balneabilidade das praias de Salvador é responsabilidade do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). A balneabilidade diz respeito sobre a qualidade das praias em contato primário, onde se tem contato direto e prolongado com a água. Práticas como mergulho ou natação possibilitam uma ingestão da água dessas praias, tornando-se uma questão de saúde pública alertar a população sobre a sua qualidade.

O INEMA disponibiliza relatórios de suas análises no formato PDF [20] desde 2007, com informações sobre o local da coleta, a categoria (própria ou imprópria), data e número do boletim, além do nome da costa. A categoria Própria e Imprópria segue a Resolução da CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000 [35], referindo-se às águas doces, salobras e salinas destinada à balneabilidade, segundo o artigo 2º dessa Resolução.

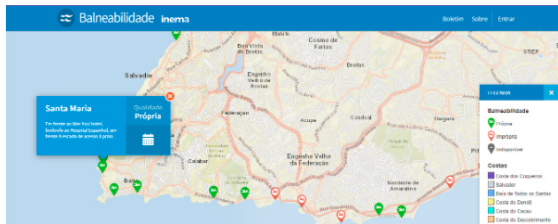


Figura 16: Imagem retirada do site do INEMA balneabilidade [34]

### D. Comparativo entre os trabalhos analisados

As soluções anteriormente mencionadas nesta seção compartilham um objetivo comum: fornecer informações sobre questões relacionadas à qualidade da água, com foco na saúde pública. Embora cada uma delas tenham características e abordagens individuais, capacitar as pessoas com dados relevantes sobre a água as torna semelhantes.

O aplicativo Safer Seas Service exibe apenas os dados relacionados à qualidade da água das praias e dos rios, não informando sobre a qualidade da água potável, sendo diferente da solução desenvolvida neste trabalho, que tem por intuito informar sobre as questões relacionadas à água para consumo.

O aplicativo Water Quality possui um enfoque educacional, sendo valioso para educadores e estudantes, mas não é uma ferramenta prática para monitoramento. O Ig Dashboard é uma ferramenta operacional que fornece dados para gerenciar a qualidade da água em uma cidade específica

O site do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) tem o enfoque apenas na balneabilidade da costa litorânea do Estado da Bahia, mas não fornece relatórios sobre outros recursos hídricos.

O Ig Dashboard se aproxima mais de um painel de indicadores com opções de visualizações de gráficos dos dados e mapas interativos, possuindo o foco na água para consumo.

A tabela a seguir apresenta uma comparação dos recursos oferecidos entre os aplicativos e sites avaliados neste trabalho, dedicados ao monitoramento da qualidade da água. São avaliadas características como a capacidade de gerar relatórios em PDF e as plataformas acessíveis (web ou mobile).

Aplicativo/Site	Relatórios em PDF	Plataformas Acessíveis
Safer Seas Service	Não	Mobile (iOS, Android)
Water Quality	Sim	Mobile (iOS, Android)
Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA)	Sim	Web
Ig Dashboard (Salvador)	Não	Web

Tabela III: Comparação entre aplicativos/sites relacionados à qualidade da água

## IV. METODOLOGIA

A metodologia do desenvolvimento deste projeto segue a abordagem quantitativa por se tratar de dados que envolvem medição e valores numéricos, permitindo cálculos de médias, correlações e análises de tendências ao longo do tempo.

Quanto ao objetivo, a metodologia segue uma pesquisa descritiva, pois os dados descrevem uma situação conhecida, porém pouco divulgada, estabelecendo uma relação entre os dados analisados e os fatos existentes. A pesquisa descritiva é um tipo de pesquisa em que se evita a intervenção do pesquisador, pois se preocupa em descrever o registro e as análises de dados de um evento e fazer interpretações a partir dessa coleta de dados [36].



A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho passou pelas seguintes etapas:

- coleta de dados;
- identificação dos dados por meio dos dicionários de dados disponibilizados pelos órgãos responsáveis pela informação;
- desenvolvimento de protótipos para a aprovação do orientador;
- desenvolvimento das interfaces de visualização dos dados.

#### A. Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu de diferentes maneiras, como será visto nas próximas seções deste trabalho. A seguir apresento uma tabela com o resumo das principais fontes:

Fonte	Parâmetros
VISAMB	Cianobactérias Cianotoxinas Cloro residual livre Turbidez Cor aparente pH Escherichia coli Coliformes totais
Dados Governo Federal	Bactérias Heterotróficas Cloro Residual Combinado Cloro Residual Livre Coliformes totais Cor Escherichia coli Fluoreto Turbidez pH

Tabela IV: Tabela com as principais fontes de dados recebidas: VISAMB, via e-mail; Portal Dados Abertos do Governo Federal [17].

A base de dados utilizada no *dashboard* concentra-se nas planilhas oriundas da Vigilância Ambiental do Município de Salvador (VISAMB). Essas planilhas contêm os dados relevantes para determinar se a qualidade da água é satisfatória ou não. A VISAMB é uma área específica dentro da Secretaria Municipal de Saúde, responsável por monitorar e garantir a saúde ambiental na cidade de Salvador. Os dados foram recebidos por e-mail, após uma solicitação formal. Essa base foi a única fonte de dados com as latitudes e longitudes devidamente preenchidas, necessárias para a montagem do mapa.

Por meio dos dicionários de dados e dos valores de referência, foi possível entender os dados para a devida manipulação. Foi utilizado o padrão de dados estruturados<sup>8</sup> em CSV, comum em aplicações que utilizam planilhas eletrônicas.

<sup>8</sup>Dados estruturados são aqueles que seguem um esquema predefinido e são organizados de forma a permitir fácil acesso e manipulação, geralmente em tabelas e colunas[37].

Como metodologia do Design, o objetivo do projeto foi seguir os princípios de Hierarquia Visual [38], que é uma técnica fundamental para garantir uma melhor usabilidade e experiência do usuário. Em geral, os *dashboards* precisam passar as informações de forma eficiente e rápida para seus usuários, e por esse motivo a hierarquia deles deve seguir um padrão visual que priorize os dados mais relevantes no primeiro plano, descendo conforme o grau de prioridade.

## V. DESENVOLVIMENTO DO IG DASHBOARD

O Ig foi desenvolvido para difundir os dados característicos e detalhados sobre a água entregue à população do município de Salvador e assim proporcionar diagnósticos e estudos por parte da comunidade. A qualidade da água é um tópico importante quando nos referimos à saúde pública, e por este motivo deve ser publicizada com recursos visuais que ajudem o cidadão a compreender quais poluentes ou agentes patogênicos<sup>9</sup> estão presentes na água que é consumida. Nas seções seguintes serão apresentadas as escolhas que guiaram a solução deste projeto.

#### A. FONTE DE DADOS

No site da Vigilância Ambiental<sup>10</sup>, foram encontradas algumas notas técnicas que apresentam os resultados de suas análises. Essas notas fazem referência ao SISAGUA<sup>11</sup> e ao Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL)<sup>12</sup>, sistemas do Ministério da Saúde, alimentados pelas secretarias de saúde do Estado e Municípios. O sistema SISAGUA é alimentado por planilhas no formato CSV<sup>13</sup>, conforme indicado no dicionário de dados disponível no site do Ministério da Saúde, que orienta a forma de envio dessas planilhas pelos municípios. No entanto, as notas técnicas disponibilizadas no site da Prefeitura de Salvador estão no formato PDF, o que dificulta o controle social, pois este formato não é considerado um dado aberto. Além disso, essas notas não foram encontradas em ampla escala para serem coletadas e analisadas. Entretanto, por meio do site Dados Abertos do Governo Federal do Brasil, foi possível encontrar os dados enviados pelos municípios em formato CSV.

Abaixo, as planilhas citadas que estão disponíveis no portal do Governo Federal:

- SISAGUA - População abastecida.
- SISAGUA - Tratamento de água.
- SISAGUA - Controle mensal - Amostras fora do padrão.

<sup>9</sup>Segundo o Dicionário Michaelis, 2023: 1 Relativo a patogenia, patogênese ou a patogenesia. 2 Que provoca ou pode provocar uma doença.

<sup>10</sup>Ver mais em: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/vigilancia-ambiental/>

<sup>11</sup>O SISAGUA é um sistema que serve como instrumento do Vigiagua, que tem como finalidade auxiliar o gerenciamento de riscos à saúde a partir dos dados gerados rotineiramente pelos profissionais do setor da saúde (Vigilância) e responsáveis pelos serviços de abastecimento de água (Controle) e da geração de informações em tempo hábil.

<sup>12</sup>Exemplo de Nota Técnica: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/vigilancia-ambiental/wp-content/uploads/sites/26/2020/10/Boletim-Vigiagua-e-Covid-rev-07-1.pdf>

<sup>13</sup>Ver mais sobre: <http://sisagua.saude.gov.br/sisagua/paginaExterna.jsf>

- SISAGUA - Vigilância - Demais parâmetros.
- SISAGUA - Vigilância - Cianobactérias e cianotoxinas.
- SISAGUA - Pontos de captação.

Essas tabelas do SISAGUA possuem dados identificadores da Região e Municípios, bem como parâmetros de avaliação da água, como turbidez, cloro residual livre, cloro residual combinado, dióxido de cloro, cor, fluoreto, pH, coliformes totais, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas, entre outros parâmetros analisados. Além disso, incluem informações sobre a data de registro, o ano de referência e o tipo de forma de abastecimento (Sistema de Abastecimento de Água - SAA; ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água - SAC). Os dados abrangem todo o território brasileiro e dizem respeito à água consumida nas nossas residências e locais de trabalho, possuindo informações relevantes para a construção do *dashboard*.

Como foi dito anteriormente, a VISAMB é responsável por enviar os dados das análises da água para os sistemas federais. Esses dados foram solicitados via e-mail, tendo sido prontamente respondidos, fornecendo planilhas com informações que abrangem desde o ano de 2014 ao dia 13 de setembro de 2023. As análises enviadas referem-se a: cianobactérias, cianotoxinas, substâncias orgânicas e inorgânicas, turbidez, pH, coliformes totais, *e. coli*, cloro residual e cor aparente, além de dados da data da coleta e procedência.

Para a inclusão dos distritos sanitários, foi realizado um mapeamento dos 163 bairros<sup>14</sup> de Salvador, inseridos manualmente no arquivo de dados das análises. Essas informações foram extraídas da base de dados de bairros de abrangência de cada distrito sanitário, disponíveis nos sites da Secretaria Municipal da Saúde [39] e da Secretaria da Saúde do Governo do Estado da Bahia (SESAB) [40]. Essa etapa foi necessária para contextualizar os dados das amostras de água em unidades de organização e gestão do sistema de saúde em nível local ou regional, a fim de compreender melhor a distribuição geográfica da qualidade da água na cidade.

Para realizar esse mapeamento, foi criado um dicionário chamado "mapeamento dos distritos", no qual os bairros são associados aos distritos sanitários correspondentes. Esse mapeamento permite que cada bairro seja categorizado dentro do distrito sanitário apropriado. Isso possibilitou a agregação e a filtragem dos dados com base nos distritos sanitários, sendo útil para análises específicas e para criar visualizações que demonstram a distribuição das amostras de água em diferentes áreas da cidade.

## B. SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

Esta seção apresentará a construção do Ig Dashboard - Painel de dados sobre a água em Salvador, demonstrando as tecnologias utilizadas para a finalização do projeto.

1) **TECNOLOGIA UTILIZADA:** O desenvolvimento do *dashboard* utilizou as seguintes tecnologias:

- Python
- Javascript
- CSS
- JQuery
- GitHub

Python é uma linguagem de programação de uso geral, sendo projetada para ser usada em uma variedade de aplicações, que incluem a ciência de dados. A biblioteca Pandas, projetada para agilizar tarefas de ciência de dados, foi utilizada para fazer a visualização e a manipulação dos dados. A biblioteca Folium serviu para a construção dos mapas interativos.

O JavaScript é uma linguagem interpretada baseada em *scripts* e multiparadigma, muito utilizada para controlar o comportamento das páginas web.

Na estruturação semântica foi aplicado o HTML5 (*Hyper-text Markup Language*), uma linguagem de marcação utilizada para a construção de páginas web, o CSS, para a estilização das páginas, assim como a biblioteca Bootstrap, para a responsividade do *dashboard*.

Para o versionamento do código foi utilizado o GitHub, uma plataforma de repositório on-line, considerada uma das mais populares entre as empresas e desenvolvedores. O GitHub permite receber projetos Git e possibilita a colaboração com outros desenvolvedores.

Para uma exploração de alternativas, foi desenvolvido um protótipo para avaliar como os mapas e gráficos ficariam organizados no *layout*, obtendo uma visualização antecipada do produto, como pode ser observado na figura 17.

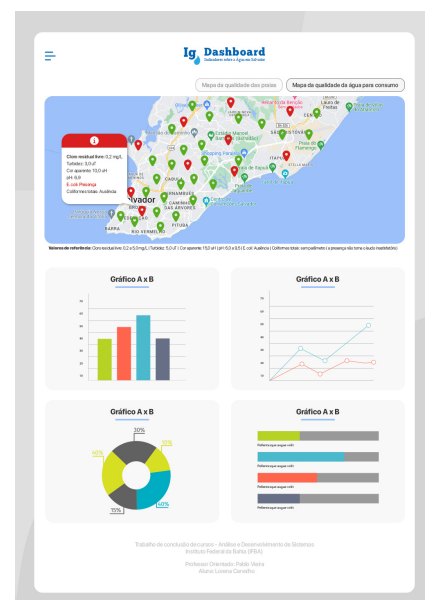


Figura 17: Protótipo de interface da ferramenta

<sup>14</sup>Dados de 2017, segundo a SEDUR: <https://sedur.salvador.ba.gov.br/noticias/476-salvador-passa-a-contar-oficialmente-com-163-bairros>

### C. A ARQUITETURA DA SOLUÇÃO

A solução do *dashboard* é estruturada em uma arquitetura cliente-servidor, sendo o servidor responsável por receber solicitações, processar os dados e devolver os resultados para o cliente (navegador). Quando o *dashboard* é acessado, as requisições HTTP são gerenciadas pelo servidor, que carrega e processa os dados CSV com base nas regras de negócio definidas. Posteriormente, a interface com as visualizações e interações é apresentada ao usuário no navegador, proporcionando uma experiência interativa e dinâmica.



Figura 18: Arquitetura Geral do Ig Dashboard. Fonte: a autora.

1) *Camada de Aplicação (Lógica de Negócio)*: A aplicação web foi desenvolvida com o Flask, um *framework backend* em Python, que gerencia as solicitações HTTP, processa os dados conforme necessário e gera visualizações dinâmicas. O processamento dos dados é realizado utilizando a biblioteca Pandas, que permite manipulação eficiente dos dados para análise. Para as visualizações gráficas, são utilizadas as bibliotecas Plotly Express e Plotly Graph Objects, que possibilitam a criação de gráficos interativos que os usuários podem explorar.

2) *Processamento de Dados e Geração de Gráficos*: Na camada de aplicação, os dados CSV são carregados e tratados no servidor por meio do Flask, utilizando a biblioteca Pandas para o processamento e análise. A geração de gráficos interativos é realizada pelas bibliotecas Plotly e Folium. O servidor processa os dados e, conforme as interações do usuário, atualiza os gráficos e mapas na interface. Cada interação, como a seleção de ano ou distrito sanitário, desencadeia o processamento dos dados para exibir resultados específicos.

3) *Camada de Apresentação (Interface do Usuário)*: A camada de apresentação foi desenvolvida utilizando HTML e CSS para estruturar e estilizar a interface do *dashboard*. A biblioteca Bootstrap<sup>15</sup> foi empregada para organizar os *grids* e contribuir com a disposição do layout, garantindo

<sup>15</sup>Framework web open source para o desenvolvimento de componentes de interface e *front-end* para sites e aplicações web, usando HTML, CSS e JavaScript.

um design responsivo e intuitivo. Além disso, a biblioteca Folium foi integrada para a criação de mapas interativos, permitindo a visualização geoespacial dos dados com a adição de marcadores que oferecem detalhes específicos ao serem clicados.

4) *Apresentação e Interação do Usuário*: Os dados processados pelo servidor são apresentados em gráficos e mapas interativos, permitindo que os usuários explorem e analisem as informações de forma intuitiva. As interações realizadas pelos usuários, como filtros e seleções, são processadas pelo servidor, que retorna os dados e visualizações atualizadas. A arquitetura cliente-servidor assegura que o processamento dos dados seja realizado no servidor, enquanto o cliente (navegador) se concentra na apresentação dos dados de forma eficiente e interativa.

5) *Estrutura Modular e Manutenção*: O projeto foi desenvolvido com uma estrutura modular, o que facilita a manutenção e expansão da aplicação. As funcionalidades foram separadas em componentes independentes: coleta de dados, processamento, visualização e interação. Essa modularidade permite que cada componente seja atualizado ou aprimorado de forma isolada, sem afetar o funcionamento geral do *dashboard*. Essas práticas asseguram que o sistema seja flexível e escalável, permitindo ajustes futuros com facilidade e assegurando uma experiência de usuário consistente e eficaz.

A tabela a seguir apresenta uma visão geral dos principais componentes do *dashboard*, detalhando suas funções, as ferramentas utilizadas e observações relevantes do projeto.

Tabela V: Documentação complementar do *dashboard*

Componente	Descrição	Ferramentas
Camada de Aplicação	Gerencia a lógica de negócio, processando dados CSV conforme as regras definidas.	Flask, Pandas.
Processamento de Dados	Manipula e limpa os dados para análise e visualização, processando interações do usuário.	Pandas.
Geração de Gráficos	Produz gráficos interativos que representam os dados de forma dinâmica e clara.	Plotly Express, Plotly Graph Objects.
Visualização Geoespacial	Exibe os dados em um mapa interativo com marcadores que oferecem detalhes adicionais ao serem clicados.	Folium.
Camada de Apresentação	Apresenta os dados e gráficos ao usuário de forma clara e responsiva, organizando o layout e elementos visuais.	HTML, CSS, Bootstrap.
Interações do Usuário	Recebe entradas dos usuários e atualiza as visualizações.	Dash (callbacks e componentes).

#### D. FUNCIONALIDADE

As planilhas foram enviadas separadas por ano e consolidadas para criar um arquivo CSV único. Como mencionado anteriormente, as planilhas possuíam dados em que cada linha correspondia aos resultados das amostras em uma data de coleta. A análise da qualidade da água em Salvador envolve uma quantidade significativa de coletas de dados ao longo do ano e por possuir uma grande quantidade de pontos de coleta distribuídos pela cidade, foi necessário adotar uma abordagem de visualização eficiente para representar esses dados em um mapa interativo.

O uso do MarkerCluster, uma funcionalidade da biblioteca Folium do Python, facilitou o agrupamento de marcadores próximos em *clusters* (figura 19). Cada ponto no mapa corresponde a uma medição de qualidade da água. Em vez de exibir todos os pontos simultaneamente, os que estão próximos foram agrupados em pequenos *clusters*. Quando o mapa é ampliado ou ao clicar nos círculos de agrupamento, esses *clusters* se expandem, permitindo a visualização detalhada das medições em áreas específicas. Isso reduz a sobrecarga visual e aprimora a experiência do usuário na exploração das informações geoespaciais.

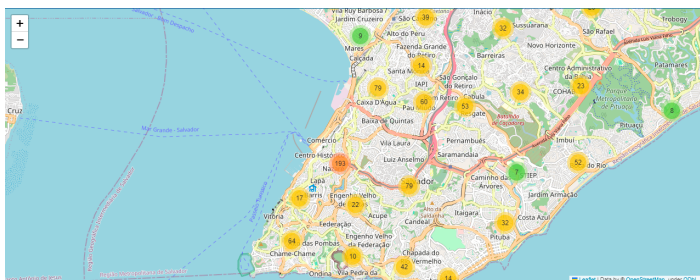


Figura 19: Mapa sobre a qualidade do consumo da água em Salvador com agrupamento por pontos de coleta próximos. Fonte: a autora.

Em alguns pontos de coleta, podem ocorrer várias medições ao longo do tempo. Para lidar com essa situação e evitar a sobreposição de marcadores, foi utilizado o recurso de desenho em espiral do Folium. Esse recurso permite que vários pontos dentro da mesma localidade sejam abertos em formato de uma espiral (figura 20), facilitando a visualização e evitando a obstrução visual.

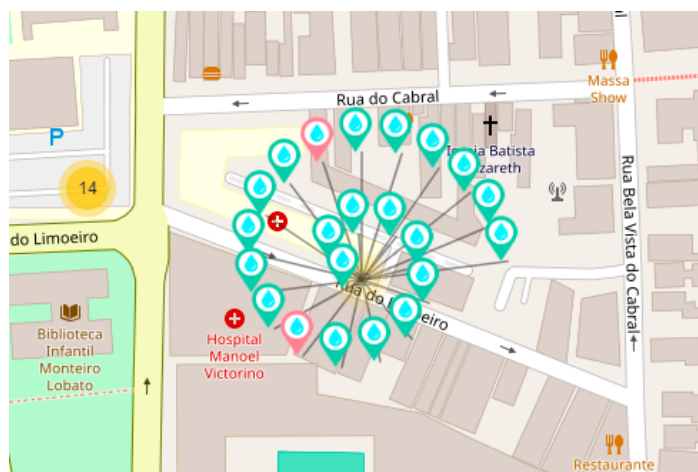


Figura 20: Mapa sobre a qualidade do consumo da água em Salvador - espiral que exibe 22 coletas em um mesmo ponto no ano de 2023. Fonte: a autora.

Com os resultados das análises das amostras, foi possível categorizar a qualidade da água em "Satisfatória" ou "Insatisfatória". Para isso, foi acrescentada uma coluna na tabela chamada "Status", que contém a informação indicando se o resultado das amostras está em conformidade com os valores de referência definidos. Essa avaliação é feita pela coluna na tabela chamada *Data da coleta*, pois se naquela coleta o status da qualidade estiver fora do padrão, a amostra daquela data é considerada insatisfatória. Assim, foi possível incluir no mapa as análises de cada localidade da cidade de Salvador, por ano selecionado, de 2014 a 2023, sendo os marcadores verdes com resultado satisfatório, e os vermelhos como insatisfatório. Ao clicar no marcador, são exibidas as informações do local, da data e dos parâmetros, destacando os resultados que estão fora do padrão (figura 21).

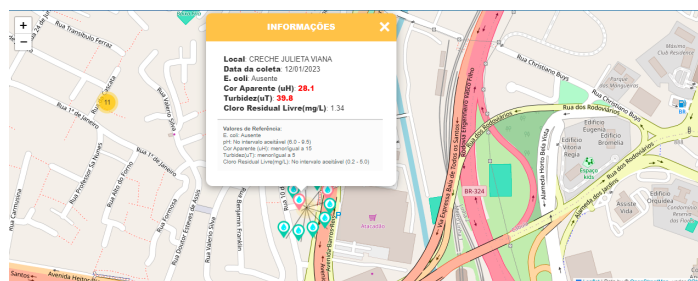


Figura 21: Mapa sobre a qualidade do consumo da água em Salvador - Informações sobre cada ponto de coleta. Fonte: a autora.

Para a seleção do ano, utilizou-se um recurso de *dropdown*, uma interface gráfica que permite ao usuário selecionar uma opção a partir de uma lista pré-definida de anos. Essa seleção se posiciona no topo da página com o intuito de facilitar

o acesso e a navegação do usuário. Depois da escolha do ano, o mapa, as médias de cada parâmetro e os gráficos são atualizados conforme o ano selecionado. Apenas o gráfico de evolução temporal não é atualizado, visto que já engloba todos os anos disponíveis.

Enquanto o mapa e os gráficos podem oferecer uma visão geral e visualmente impactante da tendência dos dados ao longo do tempo, as caixas de médias fornecem valores numéricos específicos que quantificam essas tendências. Isso permite que os usuários entendam rapidamente os valores médios das amostras para cada parâmetro analisado em um determinado ano. Além disso, esses números podem ser usados para fazer comparações diretas entre diferentes anos ou parâmetros, oferecendo uma compreensão sobre as mudanças ao longo do tempo ou diferenças entre os valores por parâmetros (figura 22).

A porcentagem dos dados reflete a satisfatoriedade em relação a todos os parâmetros analisados no trabalho, com base nos valores de referência estabelecidos para cada um deles. Essa informação é essencial para avaliar a qualidade da água e garantir que atenda aos padrões estabelecidos para uso humano e ambiental.



Figura 22: Seção com as médias do ano selecionado. Fonte: a autora.

Nos anos de 2015 e 2016, não foram realizadas análises para o parâmetro de Cor Aparente. Consequentemente, não há dados disponíveis sobre este parâmetro para esses anos específicos (figura 23).



Figura 23: Seção com as médias do ano de 2015, que não possui dados para Cor Aparente. Fonte: a autora.

Para gerar os gráficos no *dashboard*, foi necessário realizar o cálculo de métricas específicas, como a porcentagem de amostras satisfatórias e insatisfatórias, tanto para cada distrito sanitário quanto para cada parâmetro ao longo do tempo. Essa análise envolveu uma série de etapas essenciais:

1) **Agrupamento de dados:** os dados brutos foram agrupados de acordo com diferentes critérios, como espaço

geográfico (distritos sanitários), parâmetros e período de tempo.

- 2) **Contagem de ocorrências:** dentro de cada grupo, foi realizada a contagem das ocorrências de amostras satisfatórias e insatisfatórias.
- 3) **Cálculo de porcentagens:** com base nas contagens, foram calculadas as porcentagens de amostras satisfatórias e insatisfatórias para cada grupo em análise.
- 4) **Visualização dos resultados:** as métricas calculadas foram então utilizadas para criar os gráficos interativos no *dashboard*, oferecendo uma representação visual informativa da qualidade da água ao longo do tempo e em diferentes áreas da cidade.

Para representar o gráfico, foi escolhida a exibição em barras empilhadas, pois é uma ferramenta eficaz para visualizar e comparar a satisfatoriedade das coletas, oferecendo percepções sobre a distribuição da qualidade da água e suas tendências ao decorrer do tempo. O gráfico fornece uma representação que facilita a identificação de padrões e áreas de melhoria. Para isso, ele exibe a porcentagem de amostras satisfatórias e insatisfatórias para cada parâmetro ao longo do tempo, sendo calculadas as porcentagens para cada mês. Isso permite que o usuário acompanhe a evolução da qualidade da água para diferentes parâmetros. O usuário pode escolher o parâmetro e o ano em uma ferramenta de seleção na interface do *dashboard* para conseguir gerar o gráfico desejado (figura 24).

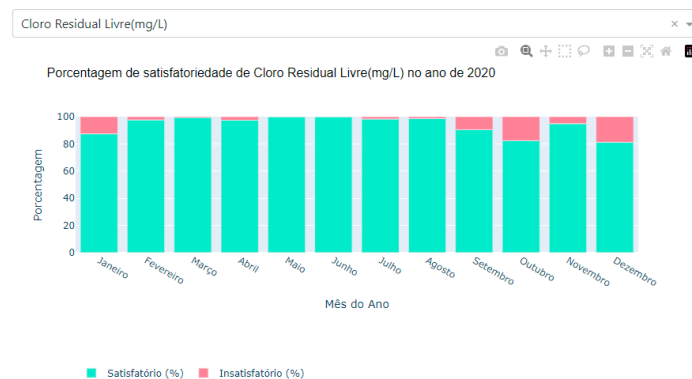


Figura 24: Gráfico de barras empilhadas das amostras de Cloro no ano de 2020. Fonte: a autora.

Confiar exclusivamente na porcentagem não garante a confiabilidade dos dados. Isso se deve ao fato de que alguns parâmetros podem não possuir números de coletas suficientes para serem validados ou não estão verdadeiramente em conformidade com os padrões estabelecidos. Com o objetivo de fazer análises mais profundas desses dados, foi necessário incluir a quantidade de coletas por amostras. Para representar

esses números, foi utilizado um gráfico de pizza (figura 25) que exhibe os valores de coletas por ano de cada parâmetro.

Total de coletas de Cloro Residual Livre(mg/L) no ano de 2020

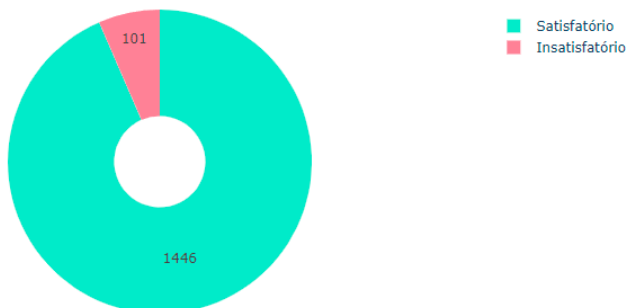


Figura 25: Gráfico de pizza das amostras de Cloro no ano de 2020. Fonte: a autora.

Com um único gráfico de pizza, é possível identificar o número de coletas realizadas para cada parâmetro ao longo do ano, proporcionando uma visão geral do padrão de amostragem anual. Além disso, o gráfico de pizza permite comparar facilmente o número de coletas entre os diferentes parâmetros, destacando quais foram mais intensamente monitorados e quais tiveram menor frequência de amostragens. Essa visualização facilita a identificação de tendências anuais e a avaliação do cumprimento de metas ou padrões de monitoramento, fornecendo subsídios importantes para o planejamento de amostragens futuras.

Para demonstrar o gráfico sobre as amostras satisfatórias e insatisfatórias por distrito sanitário em um período de tempo, foi necessário incluir uma coluna na tabela chamada Distritos Sanitários. Os dados foram agrupados por distrito sanitário e mês, e então foram contadas as ocorrências de amostras satisfatórias e insatisfatórias. Com base nesses números, a porcentagem de amostras satisfatórias e insatisfatórias foi calculada para cada distrito sanitário em cada mês. Como mencionado anteriormente, o distrito sanitário compreende uma área geográfica na cidade com características sanitárias e epidemiológicas em comum. Com o número elevado de registros para visualizar em apenas um gráfico, agrupá-los por distritos permitiu uma visualização mais simples e objetiva dos dados (figura 26).

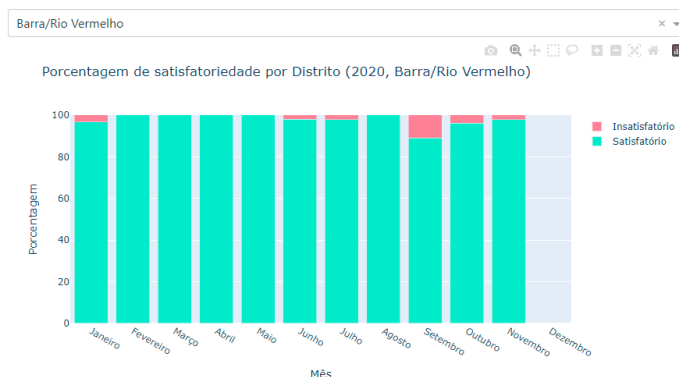


Figura 26: Gráfico de barras empilhadas sobre a qualidade das amostras em um período de um ano no Distrito Sanitário Barra/Rio Vermelho, no ano de 2020. Fonte: a autora.

O gráfico de pizza com a distribuição de amostras (figura 27) complementa essa análise ao mostrar a distribuição das coletas para cada distrito sanitário. Isso não apenas fornece uma compreensão clara da frequência das amostras ao longo do ano, mas também destaca quais distritos sanitários podem exigir maior atenção com base na quantidade de coletas realizadas. O gráfico de pizza em conjunto com os gráficos de barras empilhadas, podem fornecer uma visão abrangente da qualidade das amostras ao longo de um ano, destacando as coletas por distrito sanitário, pois o gráfico de barras empilhadas permite visualizar a distribuição da porcentagem de amostras satisfatórias e insatisfatórias em cada distrito ao longo do tempo. Essa informação é vital para identificar padrões e tendências de qualidade da água em diferentes áreas, ajudando na alocação eficiente de recursos e na implementação de medidas corretivas, caso seja necessário.

Total de coletas por Distrito (2023, Boca Do Rio)



Figura 27: Gráfico de pizza sobre a qualidade das amostras em um período de um ano no Distrito Sanitário Boca do Rio, no ano de 2023. Fonte: a autora.

O gráfico com a análise da porcentagem de amostras

satisfatórias e insatisfatórias para cada distrito sanitário em relação a um parâmetro específico é fundamental para ter uma visão detalhada da qualidade da água em diferentes regiões geográficas da cidade para um parâmetro específico (figura 28). Dentre os benefícios para a visualização desses dados, podemos identificar:

- 1) **Identificação de Disparidades Geográficas:** possíveis discrepâncias na qualidade da água entre diferentes regiões da cidade. Essas disparidades podem ser causadas por uma variedade de fatores, como infraestrutura de saneamento básico, características geográficas, atividades industriais e padrões de uso da terra.
- 2) **Intervenções:** ao ter conhecimento das áreas com maior proporção de amostras insatisfatórias, as autoridades de saúde podem priorizar a alocação de recursos e a implementação de medidas corretivas nessas regiões. Isso contribui para melhorar a qualidade da água e proteger a saúde da população local.

Portanto, a análise da porcentagem de amostras satisfatórias e insatisfatórias para cada distrito sanitário em relação a um parâmetro específico fornece informações para o monitoramento e alertas em saúde pública, dentro de uma área geográfica definida, promovendo a proteção da saúde e o bem-estar da população.



Figura 28: Gráfico de barras empilhadas sobre a qualidade das amostras x Distrito Sanitário, no ano de 2023. Fonte: a autora.

Para proporcionar uma visualização abrangente da evolução histórica das condições de satisfatoriedade e insatisfatoriedade de cada parâmetro, foi incluído um gráfico temporal. Neste gráfico (figura 29) são exibidas informações do período de 2014 a 2023, dividindo-as em duas barras distintas:

- 1) **Porcentagem de Amostras Satisfatórias:** esta barra representa a proporção de amostras que atenderam aos critérios de qualidade estabelecidos, refletindo a adequação dos parâmetros analisados dentro dos padrões esperados.
- 2) **Porcentagem de Amostras Insatisfatórias:** esta barra indica a proporção de amostras que não atingiram os níveis

de qualidade desejados, sugerindo potenciais problemas ou desafios na manutenção da qualidade da água ao longo do período considerado.

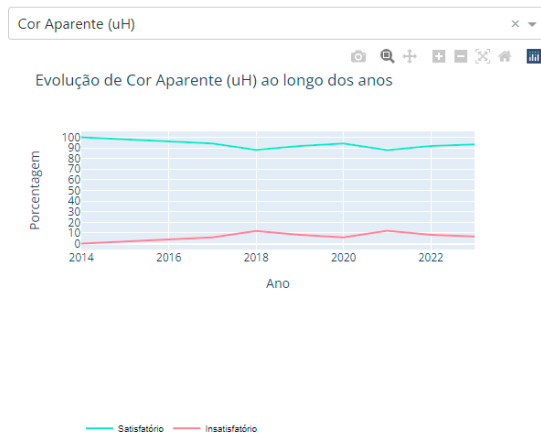


Figura 29: Gráfico da evolução histórica da qualidade das amostras no período de 2014 a 2023. Fonte: a autora.

## E. RESULTADOS OBTIDOS

No Brasil, a ANVISA e o Ministério da Saúde regulamentam a qualidade da água para o consumo humano, através das diretrizes estabelecidas na Portaria de Consolidação, nº 5, de 2017 [41]. As amostras e os parâmetros que são usados para classificar a potabilidade no Brasil e os seus valores de referência, são:

Parâmetro	Descrição	Valores de Referência
Cloro residual livre	Muito utilizado como desinfetante para tornar a água segura para consumo. Porém, em excesso, pode ser prejudicial para a saúde humana e ter impactos ambientais.	de 0,2 a 5,0 mg/L
Turbidez	É uma medida da quantidade de partículas sólidas suspensas na água. Ela é monitorada para garantir que a água não esteja excessivamente turva.	até 5,0 uT
Cor aparente	É expressa em "unidades de cor aparente" (UCA). É um indicador útil, pois o excesso de cor pode ser sinal de contaminação.	até 15,0 uH
pH	O pH é uma escala que mede a acidez ou a alcalinidade de uma substância	de 6,0 a 9,5
E. coli	Escherichia coli é um grupo de bactérias, sendo um indicador mais específico de contaminação fecal. A presença de E. coli é uma indicação mais direta da presença de fezes humanas ou animais na água.	Ausência
Coliformes totais	É um grupo de bactérias que inclui várias espécies diferentes como Escherichia coli (E. coli), Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter e outras. Não estabelecem limites específicos para essa categoria.	Sem parâmetro (é desejável a ausência, mas a presença não torna o laudo insatisfatório)

Tabela VI: Tabela com os parâmetros da potabilidade: [41]

Após exibir os dados no mapa, observou-se uma disparidade na regularidade das coletas em diferentes pontos de monitoramento. Alguns locais apresentaram uma frequência significativamente maior de coletas em comparação com outros (figura 30), podendo influenciar a precisão das análises e a interpretação dos resultados da qualidade da água ao longo do ano em determinadas microrregiões.



Figura 30: Mapa sobre a qualidade do consumo da água em Salvador - apenas foi realizada uma coleta, na Praça Cairu, no ano de 2023. Fonte: a autora.

Quando questionada sobre a baixa frequência de análises em determinados pontos ao longo do ano, a Vigilância Sanitária Ambiental (VISAMB) esclareceu que nem sempre é viável obter acesso regular a esses locais devido a uma variedade de razões, incluindo restrições dos proprietários ou dificuldades logísticas. Essa falta de acesso pode limitar a realização consistente das análises nessas áreas, comprometendo a capacidade de monitoramento da qualidade da água em toda a região.

Durante o período de 2014 a 2023, houve uma tendência geral de manutenção ou melhoria na qualidade da água em Salvador, refletida nas taxas de satisfação dos diferentes parâmetros monitorados. Em 2023, por exemplo, altas taxas de satisfação foram registradas em todos os parâmetros, com destaque para pH (99.00%) e E. coli (98.73%), demonstrando um padrão consistente de qualidade.

Algumas variações ao longo dos anos foram percebidas. Por exemplo, de 2015 a 2016, a cor aparente não foi medida, indicando lacunas nos dados. E em 2014, apenas duas coletas foram realizadas, nos dias 5 e 17 de dezembro. Portanto, a porcentagem de satisfação de 100% não é uma representação precisa da qualidade da água nesse ano, pois a disponibilidade limitada de dados pode distorcer nossa compreensão da verdadeira condição da água. Além disso, alguns parâmetros, como o cloro residual livre, apresentaram taxas de satisfação ligeiramente inferiores em 2014 (90.51%) em comparação com anos posteriores.

No entanto, os dados sugerem uma consistência com a

qualidade da água em Salvador, evidenciada pela satisfação das taxas ao longo do período analisado. Essas informações são cruciais para avaliar o desempenho dos sistemas de tratamento de água e para garantir a segurança e a saúde dos consumidores.

O gráfico de evolução histórica da qualidade das amostras oferece uma visualização dinâmica sobre como a qualidade da água variou entre os anos de 2014 e 2023 em Salvador, com o parâmetro escolhido para a análise. Essa abordagem possibilita a visualização das tendências ao longo do tempo, permitindo a identificação de padrões, anomalias e áreas de melhoria na qualidade da água em Salvador.

## VI. VALIDAÇÃO

Foi elaborado um formulário de validação com o intuito de compreender a experiência dos usuários com o painel de dados sobre a qualidade da água de Salvador, avaliando a eficiência na visualização desses dados em gráficos e mapas. A pesquisa contou com 12 participantes, envolvendo tanto pessoas da área de tecnologia quanto aquelas sem essa formação específica.

O formulário, elaborado através do Google Forms, consistiu em seis perguntas objetivas e uma caixa para sugestões e melhorias. Os resultados mostraram avaliações positivas. A apresentação visual do painel obteve uma média de 4.69 em uma escala de 1 a 5, com a maioria dos respondentes classificando-a como "Muito boa". Da mesma forma, a navegação no painel foi avaliada com uma média de 4.85, indicando que os usuários consideram a navegação intuitiva e eficiente.



Figura 31: Gráficos do formulário de validação, à esquerda, percepção da clareza visual e à direita, eficiência da navegação. Fonte: a autora.

A disposição das informações no painel recebeu uma média de 4.92, sugerindo que os dados estão organizados de maneira clara e acessível. Além disso, a facilidade de interpretação do mapa com os pins das localidades também foi bem avaliada, com uma média de 4.92.



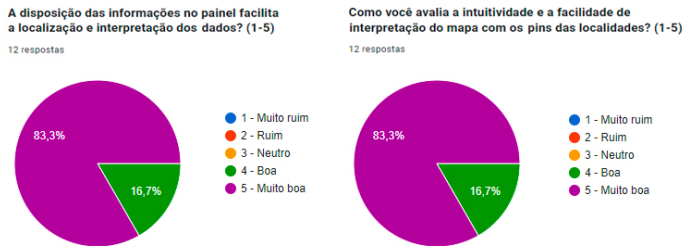


Figura 32: Gráficos do formulário de validação, à esquerda, percepção sobre a disposição das informações e à direita, avaliação da facilidade de interpretação dos pins no mapa. Fonte: a autora.

Os gráficos dos parâmetros da água foram considerados fáceis de entender, com uma média de 4.85, e os parâmetros apresentados foram considerados muito relevantes, alcançando uma média de 4.92.

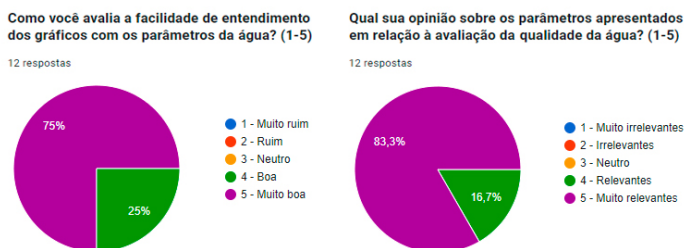


Figura 33: Gráficos do formulário de validação, à esquerda, avaliação da facilidade de entendimento dos gráficos e à direita, opinião sobre a relevância dos parâmetros da água. Fonte: a autora.

Os respondentes forneceram diversas sugestões para melhorias. Entre elas, destacam-se a geração de relatórios detalhados em PDF. Também foi sugerido tornar os títulos dos gráficos mais claros e a adição de *tooltips* explicativos para cada parâmetro de referência (pH, turbidez, cloro residual, E. coli e cor aparente) foi outra sugestão mencionada.

Em resumo, a validação indica que o painel é bem recebido pelos usuários, com avaliações positivas. As sugestões de melhorias fornecem um caminho para aprimorar as funcionalidades e a usabilidade do painel.

## VII. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma solução acessível para a visualização e análise da qualidade da água consumida na cidade de Salvador, utilizando técnicas de geoprocessamento e visualização de dados. Com a criação de um *dashboard* interativo, transformando dados brutos e dispersos em uma ferramenta para monitoramento e tomada de decisão. O *dashboard* permite não apenas uma visualização detalhada dos dados, mas também facilita a compreensão dos padrões de qualidade da

água ao longo do tempo e em diferentes regiões da cidade. Os recursos gráficos, em conjunto com a categorização da qualidade da água e a exibição das informações detalhadas por ponto de coleta, oferecem uma visão abrangente do cenário de potabilidade em Salvador.

Fica evidente a necessidade de haver mais transparência para a população sobre a qualidade da água que consome. Sabemos da existência de órgãos que realizam a coleta e análise de amostras, mas esse resultado não é disponibilizado de forma adequada, seguindo uma política de abertura de dados. Além disso, é necessário que esses dados sejam divulgados de forma que o cidadão comum, com pouco ou nenhum conhecimento de normas técnicas ou informática, consiga interpretá-los e saiba o que está consumindo diariamente. Dessa forma, a proposta deste *dashboard* visa diminuir essa desinformação da população, apresentando os dados de uma maneira rápida e intuitiva, utilizando recursos visuais legíveis e de fácil identificação, alcançando públicos de diferentes perfis.

Em comparação com outros trabalhos observados, a solução se destaca pela integração harmoniosa de diferentes técnicas de visualização e pela atenção ao usuário final, proporcionando uma experiência interativa e informativa. Enquanto outros estudos se limitam à análise estática dos dados, a abordagem deste trabalho é dinâmica, permitindo que as autoridades e a população acompanhem as mudanças na qualidade da água, contribuindo para uma gestão mais eficiente e transparente dos recursos hídricos.

A implementação deste projeto revelou aspectos importantes que poderiam ter passado despercebidos em uma análise teórica. Por exemplo, a identificação das disparidades na frequência de coletas entre diferentes pontos de monitoramento só foi possível com a visualização espacial interativa. Além disso, a categorização dos resultados em "Satisfatório" ou "Insatisfatório" evidenciou padrões de conformidade que não seriam tão facilmente observáveis em um relatório tradicional. Outro ponto é a divisão de Salvador em distritos sanitários, que permite a identificação da potabilidade da água por regiões específicas, permitindo uma análise mais detalhada e direcionada.

Essa experiência prática demonstrou a importância de combinar conhecimento técnico com uma visão aplicada, permitindo não apenas a análise precisa dos dados, mas também a comunicação efetiva dessas informações ao público. É fundamental engajar as partes interessadas (cidadãos, empresas e governos) nas tomadas de decisões, pois todos necessitam buscar transformações que causem impactos sociais e sustentáveis. Cuidar da nossa água é algo que ainda carece de mais atenção na sociedade, já que a divulgação desses dados contribuiria para conscientizar os cidadãos a pensar de forma sustentável, buscando garantir o acesso a água potável para toda a população.

### A. TRABALHOS FUTUROS

A fim de aprimorar e expandir o *dashboard*, será recomendado implementar algumas melhorias que forneçam uma

análise mais detalhada e abrangente da qualidade da água em Salvador, permitindo uma melhor gestão da água, sendo elas:

- 1) Recursos Educacionais e Informativos
  - Informações educacionais sobre os parâmetros de qualidade da água, os riscos à saúde associados e as práticas recomendadas de tratamento da água.
  - Links para recursos externos, artigos científicos relevantes ou diretrizes de saúde pública para permitir que os usuários se aprofundem ainda mais no assunto.
  - Links para a legislação vigente que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- 2) Visualizações geoespaciais
  - Mapas de calor, marcadores de ponto ou mapas de contorno para destacar áreas com problemas específicos de qualidade da água.
  - Inclusão de dados demográficos e meteorológicos, com a finalidade de identificar possíveis correlações com a qualidade da água.
- 3) Comparação entre Distritos Sanitários
  - Comparações com o objetivo de identificar discrepâncias na qualidade da água entre diferentes áreas da cidade.
- 4) Análise comparativa entre capitais brasileiras
  - Análises da qualidade da água entre diferentes capitais.
- 5) Análise da balneabilidade de Salvador
  - Inclusão das análises das praias de Salvador no mapa.

## REFERENCES

- [1] Fundação Nacional do Índio (FUNAI). (2000) Dicionário de tupi-guarani. Acesso em: 16-ago-2024. [Online]. Available: <http://biblioteca.funai.gov.br/media/pdf/Folheto43/FO-CX-43-2739-2000.pdf>
- [2] The Lancet. The Lancet Commission on pollution and health. Acesso em: 25.04.2022. [Online]. Available: <https://www.thelancet.com/commissions/pollution-and-health>
- [3] WWF. Dia Mundial da Água - lembrete anual para a vida. [Online]. Available: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/areas\\_prioritarias/pantanal/dia\\_da\\_agua/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/)
- [4] Terra. (2017) Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório. [Online]. Available: <https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/saude/poluicao-mata-mais-de-100-mil-pessoas-por-ano-no-brasil-diz-relatorio,d57315a6c3362f7b157e1456e7e9862atgtonlpk.html>
- [5] R. Fuller, P. J. Landrigan, K. Balakrishnan, G. Bathan, S. Bose-O'Reilly, M. Brauer, J. Caravanos, T. Chiles, A. Cohen, L. Corra, M. Cropper, G. Ferraro, J. Hanna, D. Hanrahan, H. Hu, D. Hunter, G. Janata, R. Kupka, B. Lanphear, M. Lichtveld, K. Martin, A. Mustapha, E. Sanchez-Triana, K. Sandilya, L. Schaefli, J. Shaw, J. Seddon, W. Suk, M. M. Téllez-Rojo, and C. Yan, "Pollution and health: A progress update," *REVIEW*, vol. 6, no. 6, pp. E535–E547, June 2022. [Online]. Available: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2822%2900090-0>
- [6] Ministério da Saúde. (2023) Nota técnica nº 68/2023 - cgzv/dedt/svsa/ms. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/colera/situacao-epi-demiologica/arquivos/nota-tecnica-no-68-2023-cgzv-dedt-svsa-ms>
- [7] World Health Organization. (2023) Disease outbreak news: Yellow fever – niger. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2023-DON437>
- [8] ——. (2022) Ebola virus disease – guinea. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <https://www.who.int/emergencies/disease-outbreak-news/item/2022-DON426>
- [9] Ministério da Saúde. (2024) Nota técnica nº 23/2024 - svsa. Acessado em: 2 de maio de 2024. [Online]. Available: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-tecnicas/2024/nota-tecnica-no-23-2024-svsa>
- [10] C. Brasil. (2024) Poluente que contaminou água e suspendeu captação veio de oleoduto desativado. [Online]. Available: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rj-poluente-que-contaminou-agua-e-suspendeu-captacao-veio-de-oleoduto-desativado/>
- [11] Beach water quality automated sensors. [Online]. Available: <https://data.cityofchicago.org/Parks-Recreation/Beach-Water-Quality-Automated-Sensors/qmqz-2xku>
- [12] Lei nº 12.527. [Online]. Available: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Lei/L12527.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12527.htm)
- [13] Decreto no. 79.367. [Online]. Available: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1970-1979/d79367.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d79367.htm)
- [14] Portaria nº 1.469. [Online]. Available: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_1469.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_1469.pdf)
- [15] Secretaria Municipal da Saúde. VIGIAGUA. [Online]. Available: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/vigilancia-ambiental/vigiagua/>
- [16] Ministério da Saúde. Portaria Nº2.914, de 12 de dezembro de 2011. [Online]. Available: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)
- [17] Dados Gov BR. (2023) Dados Gov BR. Acessado em 23/08/2023. [Online]. Available: <https://dados.gov.br/>
- [18] J. M. Fortaleza, P. R. B. Bertin, and D. P. Drucker, "O compromisso pela ciência aberta na open government partnership: avanços na governança de dados científicos no Brasil," in *Comunicação científica aberta*, E. Príncipe and S. de Mello Rode, Eds. Rio de Janeiro: Ibict, 2022, pp. 189–206.
- [19] D. Eaves, "Three laws of open government data," *Eaves.ca*, September 2009. [Online]. Available: <https://eaves.ca/2009/09/30/three-law-of-open-government-data/>
- [20] Boletim de balneabilidade - inema/ba. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <http://balneabilidade.inema.ba.gov.br/index.php/relatoriodebalneabilidade/boletim>
- [21] Open Knowledge Brasil. (2023) Open knowledge Brasil. Accessed: Oct. 7, 2023. [Online]. Available: <https://ok.org.br/>
- [22] Governo Federal do Brasil. (2023) Portal da transparência - governo federal. Accessed: Oct. 7, 2023. [Online]. Available: <https://portaldatransparencia.gov.br/>
- [23] Controladoria-Geral da União (CGU). (2020) Transparência pública: Orientações para elaboração dos planos de dados abertos (pda). Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/transparencia-publica/arquivos/manual-pda.pdf>
- [24] ——. (2023) Central de painéis - dados abertos. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <https://centralpainéis.cgu.gov.br/visualizar/dadosabertos>
- [25] F. Provost and T. Fawcett, *Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2016.
- [26] E. R. Tufte. (2007) The visual display of quantitative information. [Online]. Available: <http://faculty.salisbury.edu/~jtanderson/teaching/cosc311/fa21/files/tufte.pdf>
- [27] J. Hofstetter. (2023) O que é gestalt? saiba tudo sobre as leis da gestalt. [Online]. Available: <https://4ed.cc/gestalt/>
- [28] C. N. Knaflic, *Storytelling with Data: A Data Visualization*

- Guide for Business Professionals*. Wiley, 2015. [Online]. Available: <https://www.asrepayesh.com/assets/asrepayesh.com/repo/file/storytelling-with-data-cole-nussbaumer-knafllic.pdf>
- [29] C. Ware, *Visual Thinking: for Design*, 2nd ed. Burlington, MA: Elsevier, 2013.
- [30] D. Chang, L. Dooley, and J. E. Tuovinen, “Gestalt theory in visual screen design — a new look at an old subject,” in *Selected Papers from the 7th World Conference on Computers in Education (WCCE'01), Copenhagen, V. . Computers in Education 2001: Australian Topics*, Ed. Melbourne: Australian Computer Society, 2002, pp. 5–12.
- [31] J. Johnson, *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Rules*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2010. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/9547561/Designing\\_with\\_the\\_Mind\\_in\\_Mind\\_Simple\\_Guide\\_to\\_Understanding\\_User\\_Interface\\_Design\\_Rules\\_Designing\\_with\\_the\\_Mind\\_in\\_Mind\\_Simple\\_Guide\\_to\\_Understanding\\_User\\_Interface\\_Design\\_Rules](https://www.academia.edu/9547561/Designing_with_the_Mind_in_Mind_Simple_Guide_to_Understanding_User_Interface_Design_Rules_Designing_with_the_Mind_in_Mind_Simple_Guide_to_Understanding_User_Interface_Design_Rules)
- [32] Surfers Against Sewage. Real-time Water Quality App Makes Our Seas A Safer Place. [Online]. Available: [www.sas.org.uk/news/campaigns/real-time-water-quality-app-makes-our-seas-a-safer-place](http://www.sas.org.uk/news/campaigns/real-time-water-quality-app-makes-our-seas-a-safer-place)
- [33] Water Quality Mobile App. WaterQuality app makes tracking data easy and educational. Accessed: May 3, 2022. [Online]. Available: [www.fondriest.com/news/waterquality-app-makes-tracking-data-easy-and-educational.htm](http://www.fondriest.com/news/waterquality-app-makes-tracking-data-easy-and-educational.htm)
- [34] Sistema de balneabilidade de praias - inema/ba. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <http://balneabilidade.inema.ba.gov.br/>
- [35] Resolução conama nº 274. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/\\_Conama\\_274\\_Balneabilidade.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/_Conama_274_Balneabilidade.pdf)
- [36] T. E. Gerhardt and D. T. Silveira, *Métodos de pesquisa*, ser. Série Educação a Distância. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, inclui figuras, quadros e anexos, Referências. [Online]. Available: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213838/000728731.pdf>
- [37] M. A. de Castro, *Banco de Dados: Projeto e Implementação*, 2nd ed. Elsevier, 2012.
- [38] A. Contents. (2020) Hierarquia visual em ui: Como destacar o que precisa ser destacado. Accessed: May 2, 2024. [Online]. Available: <https://medium.com/aela/hierarquia-visual-em-ui-como-destacar-o-que-precisa-ser-destacado-3d08a035a6a5>
- [39] Prefeitura Municipal de Salvador. (Acessado em 2023) Distritos Sanitários - Secretaria Municipal de Saúde. [Online]. Available: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/distritos-sanitarios/#1462991599061-7169c9c0-700d>
- [40] Secretaria de Saúde do Estado da Bahia. (Acessado em 2023) Bairros de Abrangência por Distritos Sanitários - Rede Cegonha. [Online]. Available: <https://www.saude.ba.gov.br/atencao-a-saude/comofuncionarios/redes-de-atencao-a-saude/bairros-de-abrangencia-por-distritos-sanitarios-rede-cegonha/>
- [41] M. da Saúde, “Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017,” [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html#ANEXOXX](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html#ANEXOXX), 2017.