



BRUNA SANTANA CAPELETI

**INTERAÇÃO HUMANO-DADOS:
ANÁLISE DE DADOS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS
BRASILEIRAS**

LAVRAS – MG

2022

BRUNA SANTANA CAPELETI

**INTERAÇÃO HUMANO-DADOS:
ANÁLISE DE DADOS PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS BRASILEIRAS**

Pesquisa apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para conclusão da graduação Bacharelado em Sistemas de Informação.

Prof. André Pimenta Freire
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Processos Técnicos
da Biblioteca Universitária da UFLA**

Bruna Santana Capeleti

Interação Humano-Dados : Análise de dados para segurança de barragens brasileiras / Bruna Santana Capeleti. – Lavras : UFLA, 2022.

35 p. :

Trabalho de Conclusão de Curso–Universidade Federal de Lavras, 2022.

Orientador: Prof. André Pimenta Freire.

Bibliografia.

1. Interação Humano-Dados. 2. Segurança de Barragens. 3. Interação Humano-Computador. 4. Testes com usuários. 5. Avaliação

BRUNA SANTANA CAPELETI

**INTERAÇÃO HUMANO-DADOS: ANÁLISE DE DADOS PARA SEGURANÇA DE
BARRAGENS BRASILEIRAS
HUMAN-DATA INTERACTION: DATA ANALYSIS FOR BRAZILIAN'S DAMS
SAFETY**

Pesquisa apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para conclusão da graduação Bacharelado em Sistemas de Informação.

APROVADA em 19 de Abril de 2022.

Prof. André Pimenta Freire UFLA
Profa. Renata Teles Moreira UFLA
Jaqueline Isabel de Souza FUNDECC

Prof. André Pimenta Freire
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais, Jessé e Karla. Sem vocês não teria sido possível chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por me dar sempre as melhores oportunidades e por me dar forças para seguir meu propósito da melhor forma possível.

A minha família, em especial aos meus pais, Jessé e Karla, que me permitiram viver o sonho de estudar em uma Universidade Federal, que sempre estiveram comigo nos meus momentos bons e ruins. Vocês são a coisa mais preciosa que eu tenho.

Agradeço ao meu orientador André, que me acolheu no mundo da pesquisa desde o meu segundo período na UFLA e que desde então me ajuda a ser cada dia melhor na área de IHC. Admiro muito seu trabalho e tenho muita sorte de ser orientada por você.

Ao Gustavo, meu mentor e companheiro de pesquisa durante minha graduação: tenho muita admiração e orgulho da sua trajetória. Obrigada por ter me dado a oportunidade de ser aluna de Iniciação Científica no seu projeto.

A minha mentora e inspiração Jaqueline, que me lembra todos os dias que é fora da zona de conforto que as melhores coisas acontecem. Obrigada por tanto. Sei que ainda vamos alcançar coisas muito maiores juntas.

Ao meu melhor amigo Luís Felype, que sempre me incentiva a dar um passo de cada vez e a ir mais longe, me lembrando todos os dias que eu sou capaz de conquistar o que eu quiser. Obrigada por tudo.

Ao Márcio Bonfim, meu mentor no mundo de Segurança de Barragens. Obrigada por todo o tempo disponibilizado para me ensinar tanto sobre esse assunto tão interessante.

Por fim, mas não menos importante, obrigada a UFLA, por me proporcionar uma das melhores experiências da minha vida.

*A água é matéria e matriz da vida, mãe e meio. Não há vida sem água.
(Albert Szent-Gyorgyi)*

RESUMO

Cada dia mais o uso de dados se torna imprescindível para o aprendizado de novas informações e apoio à tomada de decisão em diversos contextos. Em particular, o uso de sistemas interativos para apoio à tomada de decisão em contextos críticos e de segurança é fundamental. Entretanto, é importante que a usabilidade desses sistemas permitam que especialistas e pessoas com menos conhecimento tenham possibilidades de interação adequadas com sistemas para exploração de dados. Esse estudo buscou avaliar a usabilidade de um sistema com informações acerca de barragens brasileiras que possui um dashboard e um filtro de informações por meio de testes com usuários. Foram realizados testes com 18 participantes com conhecimento sobre segurança de barragens ou tecnologia, com idades entre 22 e 45 anos. Após a interpretação dos dados obtidos pelo teste e sua comparação com heurísticas já existentes na literatura, foi possível realizar um mapeamento de problemas na interação com vistas a melhorias nas próximas versões. Um dos problemas mais mencionados pelos usuários foi relacionado a uma funcionalidade de mapa, que não parecia ser interativo, e que foi criada para auxiliar na navegação pelos dados. Outro problema relacionado à apresentação das informações foi que, devido à quantidade de filtros, muitas vezes seu funcionamento ficava confuso para os participantes. Dessa forma, foi possível identificar modelos de dados que funcionam para os usuários, bem como se a aplicação estava entregando um desempenho adequado para os que realizavam a busca pelas informações na plataforma.

Palavras-chave: Interação Humano-Dados. Usabilidade. Segurança de Barragens.

ABSTRACT

The use of data has become increasingly more important, and indispensable for the learning of new knowledge, to provide decision-making in different contexts. In particular, the use of interactive systems to support decision making in critical and security contexts is fundamental. However, systems that allow data exploration need to have good usability to allow experts and laypeople to perform effective data exploration when interacting with those systems. This study sought to evaluate the usability of a system with information regarding Brazilian dams that has a panel and an information filter, by tests with users. Tests were carried out with 18 participants with knowledge about dam safety, aged between 22 and 45 years. After the interpretation of the data obtained by the test and its comparison with heuristics already existing in the literature, it was possible to carry out a mapping of problems in the interaction, with a view to providing improvements for the next version. One of the most mentioned problems by users was related to a map functionality, which did not appear to be interactive, and which was created to assist in navigating through the data. The problem related to the presentation of the information was due to the functioning of the amount of filters, often its other confusing for the participants. In this way, it was possible to identify data models that work for users, as well as whether an application was delivering adequate performance to those who searched for information on the platform.

Keywords: Human-Data Interaction. Usability. Dam Security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Passos executados na metodologia	18
Figura 4.1 – Exemplo de divergência entre o <i>dashboard</i> e filtro de busca	23
Figura 4.2 – Exemplo de seleção do Estado do Amazonas que não é exibido pelo mapa de calor	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Relação entre os problemas encontrados e as heurísticas de Victorelli e Reis (2020) e Nielsen e Molich (1990)	24
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	Referencial Teórico	12
2.1	Contexto de Segurança de Barragens no Brasil	12
2.2	Avaliação de Usabilidade	13
2.3	Interação Humano-Dados	14
2.4	Trabalhos Relacionados	16
3	Metodologia	18
3.1	Procedimentos para testes com usuários	18
3.2	Sobre o sistema avaliado	19
3.3	Tarefa realizada nos testes	20
3.4	Entrevista com membro da equipe idealizadora	20
3.5	Análise dos resultados obtidos	20
4	Resultados	22
4.1	Resultados da entrevista com membro da equipe idealizadora	22
4.2	Resultado dos testes de usabilidade	22
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	30
	APENDICE A – Questionário Demográfico	32
	APENDICE B – Questionário Usabilidade	33
	APENDICE C – Roteiro Entrevista	35

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de conclusão de curso foi redigido no formato de artigo, com vistas à submissão para evento na área de Interação Humano-Computador.

Dados são essenciais para transmissão e descoberta do conhecimento. Segundo Pinheiro (2022), dados podem ser definidos como “observações documentadas ou resultados da medição”. Desta forma, quando interagimos com os dados, estamos obtendo conhecimento sobre algum tema. No princípio, a Interação Humano-Dados tinha como foco apenas o estudo dos dados em si, mas, ao longo do tempo, percebeu-se que era necessário estudar também como as informações apresentadas eram interpretadas pelos usuários (WERMAN, 2021).

A Interação Humano-Dados é essencial em todas as áreas com as quais temos contato, uma vez que é por meio da transmissão de informação que o aprendizado acontece, como apresentado no estudo realizado por Victorelli et al. (2020). O estudo ainda menciona sobre a existência de contribuições para métodos com a utilização de ferramentas para suportar o ciclo de vida dos dados (VICTORELLI et al., 2020). Na área ambiental, o acesso aos dados de forma precisa e clara têm grande importância quando tratamos da utilização destes para prevenção e monitoramento de acidentes.

A Lei 12.334/2010 (PLANALTO, 2010) estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens, com o objetivo de preservar a vida e a natureza com relação a acidentes envolvendo barragens. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2022), um acidente envolvendo barragens está relacionado ao “comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo do reservatório”. Entende-se uma barragem como sendo uma estrutura “para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou mistura de líquidos e sólidos” (ANA, 2022). Dois exemplos relevantes presenciados pela população brasileira foram os acidentes envolvendo barragens nos municípios de Brumadinho/MG em 2019, onde houve um vazamento de cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos (G1, 2019) e em Mariana/MG, ocorrido em 2015 em que o rompimento da barragem liberou mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério, ocasionando em perdas de vidas e de vegetação local (FEDERAL, 2022).

A interação com dados relacionados ao estado de preservação de uma barragem, quando realizada de maneira adequada, possui grande relevância para permitir a prevenção de acidentes e, em casos mais extremos, permite que especialistas apliquem seu conhecimento para prever riscos e realizar a liberação da área antes que o evento venha a ocorrer. Além disso, por meio da

disponibilização de dados, usuários leigos podem ter acesso às informações sobre as barragens que estão próximas a eles, bem como seus níveis de perigo.

Dentro desse contexto, para avaliar se os dados podem ser compreendidos pelos usuários conforme o esperado, podemos aplicar conceitos de Interação Humano-Computador para medir tal efetividade, como testes com usuários ou a utilização de heurísticas com foco em dados, como proposto por Victorelli e Reis (2020).

O estudo realizado por Trajkova et al. (2020) contou com desafios na área de Interação Humano-Dados, de forma a atrair os usuários para a interação com a tela, manter sua atenção e garantir o entendimento dos usuários dos comandos que deveriam ser dados para conseguir controlar o sistema do museu.

Barreto, Salgado e Viterbo (2018) realizaram um estudo acerca da comunicabilidade dos mecanismos de Interação Humano-Dados em ferramentas para aprimoramento de transparência, aplicado para o gerenciamento de dados pessoais utilizando semiótica. Além disso, os resultados foram obtidos através de observação e de entrevistas com usuários.

No que tange a área ambiental, existe pouco conhecimento acerca dos resultados obtidos com a aplicação de técnicas de Interação Humano-Computador visando plataformas de exploração de dados por meio inspeções com a utilização de avaliações heurísticas ou testes com usuários, por exemplo.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar uma plataforma que busca centralizar as informações sobre barragens brasileiras por meio da realização de testes com usuários com conhecimento sobre a área ambiental e tecnológica.

Os testes foram realizadas de forma remota, por meio da utilização de plataformas de vídeoconferência, com 18 usuários com conhecimento prévio sobre segurança de barragens e tecnologia, onde estes foram convidados a interagir com os dados, expondo seus pontos de certezas e dúvidas. Os resultados obtidos com os usuários foram depois analisados juntamente com as heurísticas propostas por Victorelli e Reis (2020) e Nielsen e Molich (1990).

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta o referencial teórico, que traz definições importantes acerca de segurança de barragens, avaliações de usabilidade, testes com usuários e trabalhos relacionados. A Seção 3 descreve os métodos utilizados neste estudo. A Seção 4 apresenta os resultados obtidos a partir dos métodos aplicados. Por fim, a Seção 5 apresenta uma síntese das contribuições do trabalho e trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Essa seção apresenta definições relacionadas à segurança de barragens no contexto brasileiro, bem como definições de usabilidade e interação humano-dados, visando que o conjunto destes elementos compõem a base para a pesquisa realizada neste artigo. Além disso, são apresentados também trabalhos relacionados e seus respectivos resultados.

2.1 Contexto de Segurança de Barragens no Brasil

Em 2010 foi instaurada no Brasil a lei 12.334 (PLANALTO, 2010), que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, a fim de buscar a preservação da vida e da natureza, tendo como base acidentes ocorridos envolvendo barragens antes da aprovação da mesma (SILVA; FAIS; FREIRIA, 2020). Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2022), barragens podem ser definidas como:

“Qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.”

No que tange o assunto de segurança de barragens, trata-se do monitoramento das barragens existentes, a fim de manter a integridade e preservar a vida e o meio ambiente. Ainda segundo a ANA (2022), um acidente envolvendo uma barragem pode ser definido por:

“Comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrollável do conteúdo do reservatório, ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem ou de estrutura anexa.”

Acidentes envolvendo barragens foram presenciados pela população brasileira em 2015 e em 2019. O primeiro acidente, ocorrido na cidade de Mariana/MG, liberou cerca de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos, ocasionando perda de vidas e tendo como maior destaque o desequilíbrio ambiental gerado (FEDERAL, 2022). O segundo, ocorrido no município de Brumadinho/MG em 2019, teve a liberação de cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos, ocasionando um número de perdas de vidas maior que o ocorrido em 2015 e, ao mesmo tempo, um impacto ambiental menor (G1, 2019).

Dessa forma, o conceito de segurança de barragens no contexto brasileiro busca realizar inspeções e verificações adequadas acerca das barragens instaladas, a fim de prever e prevenir acidentes.

2.2 Avaliação de Usabilidade

De acordo com a ISO 9241-11 (2018), o conceito de usabilidade pode ser definido como sendo:

"Extensão em que um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico."

Uma avaliação de usabilidade consiste em verificar aspectos relacionados a usabilidade, a fim de verificar se um produto tem potencial para melhorias em aspectos como eficiência, capacidade de aprendizado e número de erros cometidos na realização de uma tarefa (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Para que isso possa ocorrer, podem ser realizados testes e inspeções, que podem ser definidos como a utilização de diferentes métodos de avaliação para verificar aspectos da interação com o objetivo de responder diferentes perguntas. Os testes podem ser realizados em ambientes controlados ou não e que envolvam ou não usuários (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Segundo Rogers, Sharp e Preece (2013), a experiência do usuário tem como premissa garantir que o objetivo principal pelo qual um produto foi construído seja claro. A partir disso, tem-se também o conceito de usabilidade, que, segundo os autores, consiste em: "[...] assegurar que produtos interativos sejam fáceis de aprender a usar, eficazes e agradáveis - na perspectiva do usuário" (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Além de testes com usuários, é possível realizar inspeções por especialistas para prever problemas comuns encontrados por usuários. Neste contexto, diversos métodos podem ser utilizados, como avaliações heurísticas. As heurísticas propostas por Nielsen e Molich (1990) relacionadas à interação de um usuário com uma aplicação são uma das mais utilizadas na indústria e em pesquisas, e fornecem conhecimentos de design. As dez heurísticas de Nielsen e Molich (1990) são:

1. Visibilidade do Status do Sistema;
2. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real;
3. Controle e liberdade para o usuário;
4. Consistência e Padronização;
5. Prevenção de Erros

6. Reconhecimento ao invés de recordação;
7. Eficiência e Flexibilidade de Uso;
8. Estética e design minimalista;
9. Ajudar os usuários a se recuperarem de erros;
10. Ajuda e Documentação.

Dessa forma, no que diz respeito à interação humano-dados, ao utilizar diretrizes apropriadas torna-se possível também realizar uma inspeção da usabilidade da apresentação dos dados. Sendo assim, problemas encontrados na interação de um usuário podem ser traduzidos nas heurísticas apresentadas.

2.3 Interação Humano-Dados

O conceito de interação humano-dados teve sua definição atualizada recentemente, visto que, antes da grande utilização de bancos de dados e do surgimento de novas ferramentas para manipulação dos mesmos, a interação humano-dados era considerada apenas levando em consideração os dados em si, e não o usuário que interagira com eles. Após o surgimento de ferramentas e a evolução da manipulação dos dados, a área de interação humano-dados começou a ser estudada com mais enfoque na interação e interpretação por parte do usuário, deixando para trás a visão de que apenas o dado consistia no elemento central da interação (WERMAN, 2021).

Segundo Knaflic (2015), ao tratarmos de interação humano-dados, se faz necessário definir com qual público o apresentador irá se comunicar. A partir disso, cria-se um contexto para a apresentação dos dados, uma vez que é necessário uma explicação acerca do que será apresentado e, ao mesmo tempo, não se pode apresentar informações demais para não gerar confusão nos usuários. Essa informação possui grande relevância no contexto dos dados avaliados, uma vez que estes serão sempre acessados pelo usuário sem nenhum tipo de auxílio ou supervisão.

Os seres humanos sempre passaram informações e experiências uns para os outros por meio de histórias contadas. Isso porque uma história bem contada permite que o usuário processe melhor a informação que chegou até ele, tendo em vista que pessoas assemelham melhor as informações quando as ouvem de uma história do que de uma lista engessada de informações (GERSHON; PAGE, 2001). Ainda segundo os autores, histórias podem ser mais efetivas

do que imagens, uma vez que estas estão propensas a incertezas no momento da interpretação e precisam de um texto complementar para esclarecimento em muitos dos casos.

A interação humano-dados permite um aprendizado acerca de diversos temas, por meio da utilização de métodos com ferramentas que suportem o ciclo de vida dos dados, permitindo o acesso e o entendimento por parte dos usuários (VICTORELLI et al., 2020).

Uma das principais motivações para que as pessoas realizem interação com os dados está relacionada ao fato de o usuário ter perguntas que precisam ser respondidas, trazendo *insights* a serem descobertos para que o aprendizado ocorra (RODRIGUES et al., 2021).

Mortier et al. (2014) menciona em seu artigo três principais frentes envolvendo a interação humano-dados: a primeira é a legibilidade, que consiste no foco de apresentar os dados de forma mais transparente e compreensível para os leitores. A segunda é a ação, que consiste no que será feito pelo usuário a partir da informação absorvida dos dados. A terceira e última é a negociabilidade, que consiste na visualização da mudança do indivíduo e da sociedade, como resultado da interpretação dos dados ao longo do tempo.

No que diz respeito ao processo de descoberta de produto e aos desafios da interação humano-dados, segundo Mortier Richard (2022), se faz necessário descobrir quais informações devem ser representadas pelos dados para os usuários e como é possível que um usuário obtenha mais informações a partir de um dado. Dentro dessa perspectiva, um outro desafio enfrentado diz respeito à legibilidade dos dados para os usuários, onde a apresentação deve permitir o entendimento por diferentes perfis de usuário, tendo em vista principalmente casos onde o este irá realizar a análise dos dados sem nenhum tipo de auxílio para sua compreensão.

Victorelli e Reis (2020) propõe em seu estudo um conjunto de heurísticas relacionadas ao design de elementos que utilizam a interação humano-dados, sendo estas:

1. Reforçar um modelo conceitual claro;
2. Utilizar transições animadas suaves entre estados de visualizações;
3. Fornecer feedback visual imediatamente sobre a interação;
4. Maximizar a manipulação direta com dados;
5. Minimizar a sobrecarga de informações;
6. Enriqueça semanticamente a interação.

2.4 Trabalhos Relacionados

Nesta seção serão apresentados os trabalhos relacionados, onde estudos apresentam resultados referentes à melhoria de sistemas de monitoramento de barragens, mapeamento de perguntas realizadas pelos usuários, adaptação de arquitetura para realizar simulações sobre barragens e análise voltada à interação humano-dados.

O estudo realizado por Jeon et al. (2009) parte do princípio da busca pelo aumento da segurança de barragens na Coreia, tendo em vista os riscos envolvidos em casos de acidentes. Por isso, foi criado um sistema de monitoramento de segurança de barragens, por onde dados de sistemas de águas, barragens, instrumentação, informações hidrológicas, inspeção e informação de barragens podem ser buscados. Ao possuir um sistema mais robusto e com mais informações do que o sistema atualmente utilizado na Coreia, foi possível concluir que decisões e ações podem ser tomadas de forma mais rápida ao possuir os dados mais detalhados e de fácil visualização.

Rodrigues et al. (2021) realizaram um estudo para entender quais perguntas são realizadas por usuários durante sua interação com os dados. Participaram do estudo 22 usuários, totalizando 1058 perguntas, que foram divididas em dois grupos para análise: o primeiro grupo era relacionado à perguntas claras e o segundo grupo a perguntas que possuíam algum tipo de problema. Como resultado, chegou-se à conclusão de que o artigo pode ser utilizado no aprendizado acerca de visualização de dados, uma vez que consegue mapear perguntas e erros levantados pelos usuários durante a análise, auxiliando também em uma melhor visão das perguntas que podem ser realizadas pelos usuários e como abrangê-las de forma melhor na apresentação dos dados.

O estudo realizado por Liu et al. (2017) consistiu em adaptar uma arquitetura a fim de que as informações de barragens pudessem colaborar mais com uma simulação focada em verificar possibilidades de rompimento de barragens e seus impactos. Os fluxos de dados utilizados nessa pesquisa tiveram como foco tanto usuários experientes na leitura deste tipo de dado quanto usuários inexperientes, de forma a garantir que a remodelação da ferramenta já utilizada pudesse ser acessada por diversos usuários.

Leskens et al. (2017) trazem em seu estudo um sistema para análise de cenários de inundação. Apesar da complexidade envolvida nos dados, a ferramenta desenvolvida tem por objetivo ser acessível para profissionais e pessoas que não possuem contato com a área. Tal

objetivo é facilitado pela ferramenta 3D utilizada pelo sistema, que auxilia em uma melhor estimativa referente à escala e ao impacto de uma inundação.

De acordo com Calvetti et al. (2021), responsáveis por realizar um estudo utilizando casos de uso que, muitas vezes possuem uma grande quantidade de informações e geram uma visualização exaustiva dos dados. Dessa forma, os processos já existentes foram melhorados por especialistas. Assim, concluiu-se que o monitoramento das atividades humanas merece destaque, indicando de forma mais exata possível quais dados serão coletados e quais são os resultados esperados.

O estudo realizado por Trajkova et al. (2020) buscou compreender quais aspectos relacionados a interação seriam necessários para garantir que os visitantes de um museu entendessem como utilizar o sistema, bem como a forma de atrair as pessoas para a interação com a tela, mantendo sua atenção.

Os trabalhos mencionados trazem visões sobre um mapeamento das impressões com relação a interação com dados, bem como quais metodologias funcionaram, principalmente no contexto de segurança de barragens. Nesse sentido, este estudo visa complementar as informações já presentes na literatura de forma a trazer uma abordagem contendo a junção da interação humano-dados com testes com usuários para um contexto de segurança de barragens.

3 METODOLOGIA

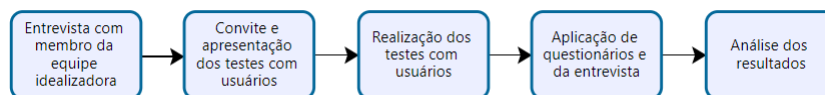
Este estudo teve por objetivo identificar os aspectos relacionados à interação humano-dados no que tange uma aplicação com um conjunto de dados sobre segurança de barragens brasileiras por meio da utilização de técnica de testes com usuários para inspeção.

O órgão responsável pela fiscalização das barragens brasileiras possui um banco de dados com todas as informações pertinentes a barragens. Esses dados alimentam um *dashboard* com o intuito de melhorar a visualização e o entendimento dos dados, resultando também em uma central nacional de registros acerca das barragens brasileiras.

No que diz respeito ao teste com usuários, a pesquisa foi realizada com 18 participantes individualmente, que recebiam uma tarefa para interagir com os dados e expor suas percepções e opiniões e, ao término da tarefa, eram convidados a responder um questionário e fornecer uma breve entrevista pós-teste, aplicados um em seguida do outro, com as perguntas apresentadas no anexo deste documento.

As seções apresentadas a seguir detalham cada um dos procedimentos e materiais utilizados na realização deste estudo, sendo eles: Entrevista com membro da equipe idealizadora, Procedimentos para testes com usuários, Tarefas realizadas nos testes, e Análise dos resultados obtidos, conforme apresentado na imagem abaixo:

Figura 3.1 – Passos executados na metodologia



3.1 Procedimentos para testes com usuários

Os testes foram realizados com 18 usuários, de faixa etária de 22 a 45 anos, com conhecimento prévio sobre segurança de barragens e tecnologia, advindos principalmente das áreas de Engenharia Ambiental e Sanitária e Ciência da Computação, com experiência na relação entre tecnologia e meio ambiente. O recrutamento dos usuários ocorreu por meio de convites, onde caso o usuário aceitasse este entrava para o grupo de participantes e caso não aceitasse, os pesquisadores passavam para o próximo possível usuário. Para cada um dos usuários, foi solicitada a realização de uma mesma tarefa para verificar a compreensão de seu entendimento acerca das informações apresentadas pelos dados. Devido à pandemia da Covid-19, os testes fo-

ram realizados de forma remota por meio de uma plataforma de vídeoconferência. O protocolo de testes e entrevistas pós-testes com usuários foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da UFLA, com código CAAE 55663422.8.0000.5148.

Ao iniciar o contato com o usuário no momento do teste, era realizada uma breve apresentação por parte da pesquisadora, bem como sobre a finalidade da pesquisa. Em seguida, o usuário recebia uma explicação sobre o que são os testes de usabilidade e como estes funcionam, reforçando que as informações sensíveis do usuário não seriam divulgadas e que o objeto do teste era a plataforma de interação com os dados, não a habilidade de compreensão e interação do usuário com o *dashboard*. Além disso, o usuário era informado de que poderia interromper o teste a qualquer momento, de forma que a não finalização da tarefa também seria levada em conta nos resultados.

Após os esclarecimentos iniciais, era solicitada a permissão para gravar a interação do usuário com os dados, a fim de que fosse possível realizar as análises posteriormente. Com a autorização do usuário, o "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" era apresentado ao usuário para assinatura por meio de uma plataforma online.

Após a assinatura do termo, o usuário era convidado a iniciar a tarefa, interagindo com os dados e utilizando a metodologia do *Think-Aloud* (SOMEREN; BARNARD; SANDBERG, 1994) para expressar suas impressões acerca de sua interação, falando em voz alta o que pensava durante a realização da tarefa.

Ao término da realização da tarefa (sendo esta encerrada por conclusão ou interrupção realizada pelo participante), os usuários eram convidados a preencher um questionário demográfico, bem como um questionário de usabilidade. Em seguida, o convite se estendia para participação em uma breve entrevista para expor sua experiência.

Após o preenchimento dos formulários e participação na entrevista pós-teste, os testes eram dados como encerrados.

3.2 Sobre o sistema avaliado

O sistema avaliado consiste em uma evolução do sistema atual de informações de barras brasileiras, com um foco muito maior em apresentar e unificar dados, permitindo o acesso às informações de forma ainda mais facilitada para os usuários quando comparado com o sistema utilizado atualmente.

O lançamento do produto atualizado ainda não ocorreu, sendo os testes com usuários realizados em um momento intermediário do processo de desenvolvimento, para que os resultados sirvam como um instrumento para implementação de processos de melhoria e refinamento das demandas já desenvolvidas.

Dessa forma, os resultados encontrados serão transformados e utilizados de forma positiva para transformar os itens apontados em melhorias visando uma boa qualidade do produto no momento de seu lançamento, já prevendo também quais aspectos da interação dos usuários serão mais frequentes, tendo como base a interação dos participantes dos testes com a aplicação.

3.3 Tarefa realizada nos testes

A tarefa a ser realizada foi a de acessar uma página que continha um *dashboard* com dados relacionados à segurança de barragens, bem como filtros de busca. Dessa forma, durante a realização da tarefa, o usuário deveria interagir com o *dashboard* e com os filtros de busca e indicar em voz alta quais foram seus entendimentos e dúvidas acerca das informações que estavam sendo apresentadas.

3.4 Entrevista com membro da equipe idealizadora

Uma entrevista com um membro da equipe idealizadora do sistema foi realizada para compreender qual era a mensagem esperada que os usuários obtivessem a partir da leitura dos dados e qual foi a história de criação da plataforma.

Dessa forma, foi apresentada a ideia de criação do sistema, bem como a expectativa de que usuários com diferentes perfis pudessem acessar o sistema, permitindo que qualquer usuário com conhecimento mínimo sobre utilização de computadores conseguisse ter acesso aos dados.

Esta etapa teve sua importância para a metodologia utilizada, considerando que este seria o primeiro contato de usuários externos com a plataforma, sendo necessária uma expectativa de entendimento dos usuários por parte da equipe idealizadora.

3.5 Análise dos resultados obtidos

A análise para obtenção dos resultados contou com a observação das gravações dos testes de usabilidade e seu cruzamento as heurísticas propostas por Victorelli e Reis (2020) e Nielsen e Molich (1990).

Durante a análise das gravações obtidas a partir dos testes com usuários, os problemas identificados foram agrupados em problemas únicos contendo a contagem do número de vezes que aquele problema foi relatado, a fim de garantir a listagem do problema apenas uma vez mas mantendo o registro de suas instâncias.

Para isto, foi organizada uma tabela contendo os problemas encontrados e sua relação com as heurísticas que podem ser relacionadas a cada um deles.

Por fim, com estes resultados, foi realizada uma comparação entre as respostas obtidas e a expectativa dos idealizadores no momento de criação referente à apresentação dos dados.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados encontrados a partir da análise das informações obtidas dos testes com usuários, bem como dos questionários e entrevistas pós-testes.

4.1 Resultados da entrevista com membro da equipe idealizadora

Segundo o entrevistado, a necessidade de criação do sistema veio da Lei 12.334/2010 (PLANALTO, 2010), que institui a Política Nacional de Segurança de Barragens, que prevê que exista uma ferramenta para acompanhamento dos dados e que esta deve ser mantida pelo órgão gestor de barragens.

As informações acerca de Segurança de Barragens e como estruturar o sistema vieram de uma consultoria internacional, e, em seguida, passaram por uma análise da equipe de TI responsável.

Os dados acerca de barragens eram armazenados em planilhas antes do lançamento da plataforma. Com a primeira versão do sistema lançada, os dados começaram a ficar divididos entre a nova aplicação e a planilha, migrando totalmente para o sistema em 2019.

Após a importação dos dados, a aplicação se tornou a principal fonte de informações para o Relatório de Segurança de Barragens, emitido anualmente.

As informações, hoje armazenadas, possuem diferentes níveis de permissões de acesso, permitindo que dados sensíveis não sejam acessados e que usuários cidadãos e fiscalizadores visualizem diferentes informações.

4.2 Resultado dos testes de usabilidade

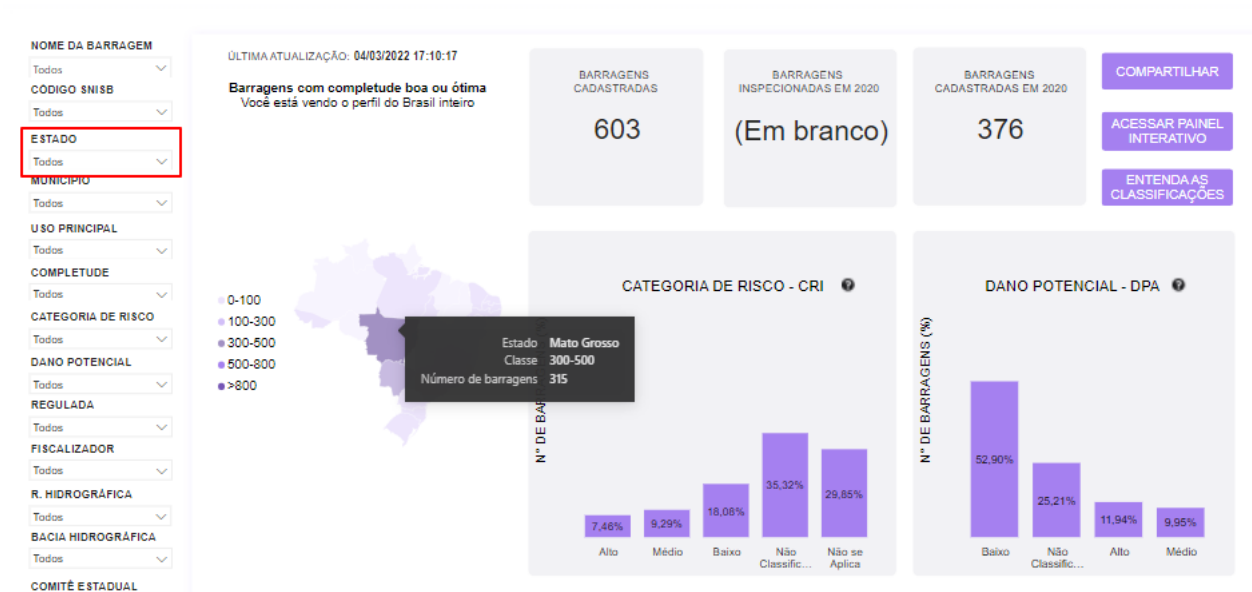
Com base na tarefa definida e a partir de cada interação dos usuários com o *dashboard* e seus filtros, foram levantados problemas de usabilidade. Estes problemas foram relacionados a heurísticas de Victorelli e Reis (2020), focadas em interação humano-dados, bem como as heurísticas de Nielsen e Molich (1990).

O problema encontrado na interação com o *dashboard* com o maior número de instâncias foi o que o mapa do Brasil não parecia ser interativo (com 14 relatos pelos usuários), sendo que é possível clicar em algum estado para selecionar apenas os dados relativos a ele. Também em relação ao mapa, ao selecionar um estado, os filtros de busca não eram atualizados para o

estado em questão, trazendo uma divergência nos dados e gerando problemas de interpretação (com 8 instâncias trazidas pelos usuários), conforme apresentado na Figura 4.1.

Dentro desse contexto, grande parte dos problemas encontrados pelos usuários estavam relacionados a interação com os filtros de busca, que se mostraram de difícil compreensão, devido à grande quantidade de informações para selecionar, tendo em vista também a divergência já mencionada com o *dashboard*.

Figura 4.1 – Exemplo de divergência entre o *dashboard* e filtro de busca



Apesar dos elogios por partes dos usuários com relação ao padrão de cores utilizado, em alguns momentos esse fator também atrapalhou a interpretação dos dados, como por exemplo em situações que, ao selecionar um estado que possua entre 0 e 100 barragens no mapa, este não se destacava no mapa de calor, como apresentado na Figura 4.2.

Os problemas mapeados a partir dos testes com os usuários foram organizados em problemas únicos, contabilizando o número de vezes que apareceram e, em seguida, relacionados com as heurísticas de Victorelli e Reis (2020) e Nielsen e Molich (1990), como mostra a Tabela 4.1.

Figura 4.2 – Exemplo de seleção do Estado do Amazonas que não é exibido pelo mapa de calor

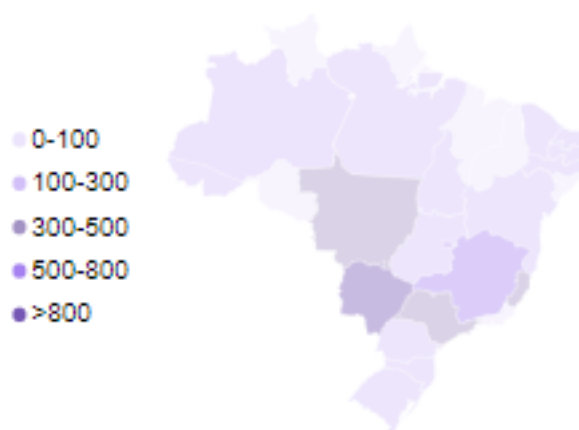


Tabela 4.1 – Relação entre os problemas encontrados e as heurísticas de Victorelli e Reis (2020) e Nielsen e Molich (1990)

Problema relatado	Nº de Instâncias	Heurísticas Victorelli e Reis (2020)	Heurísticas Nielsen e Molich (1990)
Mapa do dashboard não parece interativo	14	V1, V3	N1,N6,N7
Ao clicar no dashboard traz a impressão de que os filtros também serão atualizados	1	V4	N4, N6, N7
Botão "Limpar filtros" não fica muito visível na tela	2	V6	N8
Fonte dos filtros está pequena	7	V5	N8
Ícone de filtro apenas mostra quais filtros foram selecionados, quando na verdade passa a impressão de que por meio dele é possível selecionar um filtro	1	V3	N1, N3
Ao expandir o filtro "Nome da barragem", foram listados os códigos das barragens	1	V3	N1, N4
Dependendo do filtro selecionado, os gráficos apresentados no dashboard sobrepõem os títulos	1	V2, V5	N8
Ao abrir uma listagem de filtros para seleção, o sistema passa a impressão de que é possível selecionar mais de uma informação de um mesmo filtro, quando na verdade apenas um pode ser selecionado	1	V4	N6
Ao verificar os dados apresentados na tabela (que podem se apresentar em grande volume), não existe uma opção para voltar ao topo da exibição da tabela	1	V6	N7
O termo Resultado da Busca causa certa confusão, pois o que é apresentado são os resultados a partir da seleção de filtros, não ocorre uma busca de fato	1	V5	N3

Mapa muito pequeno, se fosse maior tornaria a interação mais fácil	1	V3	N8
Funcionamento dos filtros gera bastante confusão sobre como utilizar	8	V5	N3, N6, N7
Filtro não fecha após selecionar uma opção	1	V2	N7
O termo "ICI" da tabela não possui explicação, podendo gerar dúvidas	3	V6	N2
As "Barragens mais acessadas" não deixam claro qual o parâmetro para contagem (ano, meses)	1	V6	N2, N6
As informações quando filtradas deveriam ter sua relação com o total exibidas	1	V4	N1, N6, N7
Não fica claro que os filtros podem ser selecionados em conjunto	1	V3	N7
O título do mapa está muito distante da imagem, não sendo possível entender se ele está relacionado ao mapa ou as informações do dashboard	1	V6	N1, N8
Para algumas barragens, a informação aparece com a nomenclatura "Em branco", deixando o entendimento confuso	1	V6	N2, N6
Olhando apenas para o dashboard, não é possível saber quais filtros estão ativos	1	V3	N3, N6, N7
Ao interagir com o mapa, e clicar em um estado específico, nem sempre este parece selecionado no mapa por conta do esquema de cores do mapa de calor	1	V3, V4	N1, N8
Informações dos filtros ficam cortadas ao abrir as opções	2	V6	N8
"Modo de foco" do filtro as vezes abre no meio da tela, dando a impressão que a tela está em branco	3	V3	N1, N5, N7, N8
Ao passar o mouse no título de uma informação, ela desaparece	1	V6	N7, N8
Ícones de filtro (como modo de foco) sobrepõem informações do filtro propriamente dito	2	V5	N8
Ao selecionar uma opção no mapa, esta não é atualizada nos filtros	2	V3	N1, N4, N6, N7, N8
"Na opção "Encontre barragens por", deu a impressão de que era um campo para pesquisa	1	V6	N1, N8

No que tange as heurísticas de Victorelli e Reis (2020), as heurísticas apresentaram as seguintes categorias de problemas:

1. Reforçar um modelo conceitual claro: O único problema relacionado a esta heurística foi o de o mapa do *dashboard* não parecer interativo para os usuários;
2. Utilizar transições animadas suaves entre estados de visualizações: Os problemas encontrados que foram relacionados a esta heurística englobam sobreposição de informações no gráfico e filtro não fechar após selecionar uma opção;
3. Fornecer feedback visual imediatamente sobre a interação: Essa heurística foi uma das mais vinculadas com os problemas encontrados, com aspectos relacionados ao mapa do *dashboard* não parecer interativo, o ícone de filtro exibir apenas os selecionados, o tamanho do mapa ser muito pequeno, não deixar claro que os filtros podem ser selecionados em conjunto, dificuldade em identificar quais filtros estão ativos, opções selecionadas no mapa que não são atualizadas nos filtros e a não exibição de um estado selecionado no mapa de calor;
4. Maximizar a manipulação direta com dados: Os problemas encontrados relacionados a esta heurística estavam ligados à sensação de que os filtros seriam atualizados ao clicar no *dashboard*, o sistema passar a impressão de que seria possível selecionar mais de uma opção de um mesmo filtro ao mesmo tempo, os dados filtrados deveriam apresentar uma relação com o total exibido e, a não exibição de um estado selecionado no mapa de calor;
5. Minimizar a sobrecarga de informações: itens relacionados ao tamanho da fonte dos filtros, sobreposição de gráficos, confusão na interação com os filtros e sobreposição de informações nos ícones de foco foram os problemas relacionados a esta heurística;
6. Enriqueça semanticamente a interação: este item teve relação com problemas como o botão para limpeza dos filtros não estar visível, não possuir uma opção para retorno ao topo da tabela de resultados, termos técnicos não traduzidos, falta de explicação de parâmetros de seleção das barragens mais acessadas, distância entre títulos e elementos, informações com rótulo “em branco” que causam confusão e informações de filtros que são “cortadas”, ao exibí-las.

Já com relação às heurísticas de Nielsen e Molich (1990), as que mais apareceram relacionadas aos problemas foram: “6. Reconhecimento em vez de recordação” e “7. Flexibilidade e eficiência de uso”.

Quando questionados sobre qual seria a melhor forma para a apresentação dos dados, a maioria dos usuários respondeu que preferem uma combinação de ferramentas (como por exemplo *dashboard*, tabela e texto para transmitir o dado) do que a informação apresentada de uma única forma - justificando assim o problema de não ter a dimensão dos filtros selecionados ao olhar apenas para o *dashboard*.

Dos usuários participantes deste estudo, 72,2% conseguiram compreender totalmente os dados apresentados, enquanto 27,68% encontraram algum impedimento e compreenderam as informações parcialmente.

Em geral, 77% dos usuários afirmaram com totalidade que utilizariam o sistema para realizar estudos, uma vez que os dados estão todos agrupados e torna-se uma fonte de fácil acesso. Além disso, 72% concordaram totalmente que utilizariam o sistema para obter informações e, em muitos casos, consultar informações acerca de uma barragem específica.

Dessa forma, podemos verificar que o conjunto de dados que funcionou e agradou os participantes deste estudo foi a combinação entre ferramentas de apresentação de dados (como *dashboards*, tabelas, quadros ou textos), tendo maior desempenho do que a utilização de uma única ferramenta.

Com relação as heurísticas aplicadas, foi possível verificar que elas são de grande ajuda para a identificação de problemas trazidos no contexto de interação humano-dados. Em sua maioria, cada um dos problemas foi representado por no máximo duas heurísticas propostas por Victorelli e Reis (2020), mostrando que as heurísticas de fato conseguem cobrir problemas identificados pelos participantes. Já com relação às heurísticas de Nielsen e Molich (1990), a utilização de um conjunto de heurísticas funcionou de forma melhor para descrever os problemas.

Comparando os resultados obtidos com os resultados apresentados na seção “Trabalhos Relacionados”, também foi possível realizar um mapeamento dos pontos de dúvidas dos usuários durante sua interação com os dados (conforme apresentado na Tabela 4.1), bem como o otimismo por parte dos usuários com a ideia de possuir um sistema que traga esses dados para monitoramento, trazendo aspectos de monitoramento de barragens para mais próximo dos usuários, transmitindo transparência e segurança.

5 CONCLUSÃO

Esse estudo teve como objetivo avaliar a usabilidade de uma plataforma com informações acerca de segurança de barragens brasileiras, tema de grande importância para prevenção de acidentes.

Para realizar a verificação foram realizados testes com 18 usuários com idades entre 22 e 45 anos, onde a tarefa foi interagir com o *dashboard* e utilizar os filtros para ter acesso aos dados apresentados. Além disso, foi solicitado para os usuários que utilizassem o protocolo *Think-Aloud* (SOMEREN; BARNARD; SANDBERG, 1994) para comentarem suas impressões no momento do teste.

Após a aplicação dos testes, os resultados eram comparados com as heurísticas propostas por Victorelli e Reis (2020), bem como com as heurísticas de Nielsen e Molich (1990).

Os problemas com maior número de instâncias foi o de que o mapa do *dashboard* não parecia ser interativo, com 14 relatos, seguido do problema que o funcionamento dos filtros gera bastante confusão sobre como utilizá-lo, com 8 instâncias. Em terceiro lugar, o problema mais relatado pelos usuários, com 7 indicações foi o de que a fonte dos filtros para seleção está pequena.

Com isso, foi possível realizar um mapeamento de quais heurísticas mais aparecem nos problemas encontrados pelos usuários, bem como qual modelo de apresentação funcionou da melhor forma.

No que tange as heurísticas de Victorelli e Reis (2020), as duas que mais se repetiram foram: “3. Fornecer feedback visual imediatamente sobre a interação” e “6. Enriqueça semanticamente a interação”.

Já com relação às heurísticas de Nielsen, as que mais apareceram foram: “6. Reconhecimento ao invés de memorização” e “7. Flexibilidade e eficiência de uso”.

Dos problemas encontrados, o mais recorrente foi o de que o mapa para seleção dos estados não passava a impressão de que era clicável, quando na verdade existe uma interação mapeada para ocorrer.

Outro problema também mencionado foi com relação à ordem e quantidade de filtros, podendo causar certa confusão no momento de utilização por parte do usuário.

No que diz respeito à apresentação dos dados, os participantes responderam na entrevista que a melhor forma de apresentar os dados consiste em misturar diferentes ferramentas, como por exemplo *dashboards*, tabelas e textos.

Assim podemos concluir que interações utilizando mais de um elemento para repasse das informações é uma técnica que fornece um maior entendimento por parte dos usuários acerca dos dados que estão sendo apresentados. Além disso, é possível estabelecer também uma relação entre os problemas encontrados e as heurísticas já existentes na literatura.

Para trabalhos futuros, torna-se interessante para a discussão a inserção de mais uma técnica de interação humano-computador para realizar uma comparação de resultados de cada um dos métodos. Além disso, os resultados obtidos serão utilizados pela agência responsável pelo desenvolvimento do sistema para garantir melhoria contínua e evolução da aplicação utilizada neste estudo.

REFERÊNCIAS

- 9241-11, I. *ISO 9241-11:2018*. 2018. <https://www.iso.org/obp/ui/iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>.
- ANA, A. N. de Águas e S. B. **Definições Importantes sobre Segurança de Barragens**. 2022. <https://www.snisb.gov.br/EntendaMais/outros/definicoes-importantes-sobre-seguranca-de-barragem.pdf>.
- BARRETO, P.; SALGADO, L.; VITERBO, J. Assessing the communicability of human-data interaction mechanisms in transparency enhancing tools. In: **IEEE. 2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)**. [S.l.], 2018. p. 897–906.
- CALVETTI, D. et al. Human data interaction in sensed sites, challenges of the craft workforce dimension. In: **Proceedings of the The 2021 European Conference on Computing in Construction (2021 EC3), Rhodes, Greece**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 26–28.
- FEDERAL, M. P. **Caso Samarco**. 2022. <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/o-desastre>.
- G1. **Barragem da Vale se rompe em Brumadinho, MG**. 2019. <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/bombeiros-e-defesa-civil-sao-mobilizados-para-chamada-de-rompimento-de-barragem-em-brumadinho-na-grande-bh.ghtml>.
- GERSHON, N.; PAGE, W. What storytelling can do for information visualization. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 44, n. 8, p. 31–37, 2001.
- JEON, J. et al. Development of dam safety management system. **Advances in Engineering Software**, Elsevier, v. 40, n. 8, p. 554–563, 2009.
- KNAFLIC, C. N. **Storytelling with data: A data visualization guide for business professionals**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2015.
- LESKENS, J. G. et al. An interactive simulation and visualization tool for flood analysis usable for practitioners. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, Springer, v. 22, n. 2, p. 307–324, 2017.
- LIU, M. et al. Optimization of simulation and visualization analysis of dam-failure flood disaster for diverse computing systems. **International Journal of Geographical Information Science**, Taylor & Francis, v. 31, n. 9, p. 1891–1906, 2017.
- MORTIER, R. et al. Human-data interaction: The human face of the data-driven society. **Available at SSRN 2508051**, 2014.
- MORTIER RICHARD, H. H. H. T. M. D. C. J. C. A. **Human-Data Interaction**. 2022. <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/human-data-interaction>.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. [S.l.: s.n.], 1990. p. 249–256.
- PINHEIRO, H. P. **O que são dados?** 2022. <https://www.ime.unicamp.br/hildete/dados.pdf>.

PLANALTO. **Lei 12.344/2010**. 2010. [Http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007 – 2010/2010/lei/l12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm).

RODRIGUES, A. M. B. et al. What questions reveal about novices' attempts to make sense of data visualizations: Patterns and misconceptions. **Computers & Graphics**, Elsevier, v. 94, p. 32–42, 2021.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação**. [S.l.]: Bookman Editora, 2013.

SILVA, D. C. d. C.; FAIS, L. M. C. F.; FREIRIA, R. C. **SEGURANÇA DE BARRAGENS: PANORAMA HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**. 2020. [Https://www.fdcl.com.br/revista/site/download/fdcl_athenas_no9_vol12020_artigo06.pdf](https://www.fdcl.com.br/revista/site/download/fdcl_athenas_no9_vol12020_artigo06.pdf).

SOMEREN, M. V.; BARNARD, Y. F.; SANDBERG, J. The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive. **London: AcademicPress**, Citeseer, v. 11, 1994.

TRAJKOVA, M. et al. Move your body: Engaging museum visitors with human-data interaction. In: **Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–13.

VICTORELLI, E. Z.; REIS, J. C. D. Human-data interaction design guidelines for visualization systems. In: **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–10.

VICTORELLI, E. Z. et al. Understanding human-data interaction: Literature review and recommendations for design. **International Journal of Human-Computer Studies**, Elsevier, v. 134, p. 13–32, 2020.

WERMAN, T. **Human Data Interaction (HDI): The New Information Frontier**. 2021. [Https://www.interaction-design.org/literature/article/human-data-interaction-hdi-the-new-information-frontier](https://www.interaction-design.org/literature/article/human-data-interaction-hdi-the-new-information-frontier).

APÊNDICE A – Questionário Demográfico

1. Código do participante:
2. Idade:
3. Você possui alguma deficiência ou lesão? Se sim, qual?
4. Quantas horas em média por dia você utiliza sites web pelo computador?
a. Nunca usa b. 1-3 horas c. 4-6 horas d. 7-9 horas e. Mais que 9 horas
5. Que nota você daria para seu nível de experiência com computadores?
Nenhuma experiência 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 Muita experiência
6. Quantas horas em média por dia você utiliza sites web pelo smartphone?
a. Nunca usa b. 1-3 horas c. 4-6 horas d. 7-9 horas e. Mais que 9 horas
7. Que nota você daria para seu nível de experiência com smartphone?
Nenhuma experiência 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 Muita experiência
8. Quanto tempo faz que você utiliza a internet?
a. Menos de 6 meses b. 6-12 meses c. 1-3 anos d. 4-6 anos e. Mais de 7 anos
9. Com que frequência você utiliza a internet para acessar dados sobre qualquer tema?
Nunca 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 Sempre
10. Com que frequência você utiliza a internet para pesquisa acerca de barragens?
Nunca 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 Sempre
11. Você já participou de testes de usabilidade antes? Se sim, quantas vezes?
12. Qual é o seu nível educacional?
a. Ensino Fundamental b. Ensino Médio c. Graduação d. Pós-graduação

APÊNDICE B – Questionário Usabilidade

1. Código do participante:
2. No geral, consegui compreender a informação apresentada nos dados:
 - Discordo totalmente
 - Discordo parcialmente
 - Indiferente
 - Concordo parcialmente
 - Concordo totalmente
3. No geral, a leitura dos dados foi de fácil realização:
 - Discordo totalmente
 - Discordo parcialmente
 - Indiferente
 - Concordo parcialmente
 - Concordo totalmente
4. Eu usaria as informações apresentadas para tirar dúvidas sobre barragens:
 - Discordo totalmente
 - Discordo parcialmente
 - Indiferente
 - Concordo parcialmente
 - Concordo totalmente
5. Eu usaria os dados apresentados para realização de estudos:
 - Discordo totalmente
 - Discordo parcialmente
 - Indiferente
 - Concordo parcialmente
 - Concordo totalmente
6. Eu indicaria a página contendo os dados para amigos:
 - Discordo totalmente
 - Discordo parcialmente
 - Indiferente
 - Concordo parcialmente
 - Concordo totalmente

7. Eu acho que a apresentação dos dados foi de fácil interpretação:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

8. Eu acho que as informações possuem utilidade na minha vida:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

APÊNDICE C – Roteiro Entrevista

1. Você conseguiu compreender as informações apresentadas nos dados?
2. Você teve alguma dúvida durante a interpretação dos dados?
3. Na sua opinião, qual é a melhor forma de realizar uma apresentação de dados?
4. Caso queira falar mais algum ponto que julgue necessário, fique à vontade para falar.