

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

GRÁFICOS DINÂMICOS ACESSÍVEIS: DESCRIÇÃO DE INFORMAÇÕES SOB A LUZ DA TRANSPARÊNCIA AOS CIDADÃOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL TOTAL

JOÃO MARCELO DOS SANTOS MARQUES

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
2024

JOÃO MARCELO DOS SANTOS MARQUES

GRÁFICOS DINÂMICOS ACESSÍVEIS: DESCRIÇÃO DE INFORMAÇÕES SOB A LUZ DA TRANSPARÊNCIA AOS CIDADÃOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL TOTAL

Trabalho de Conclusão de Curso de Doutorado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Bacellar Leal Ferreira

Coorientadora: Profa. Dra. Carolina Christina do Sacramento Nardi

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

2024

Catalogação informatizada pelo(a) autor(a)

M357 Marques, João Marcelo dos Santos
Gráficos dinâmicos acessiveis: descrição de informações sob a luz da transparência aos cidadãos com deficiência visual total / João Marcelo dos Santos Marques. -- Rio de Janeiro, 2024.
358

Orientadora: Simone Bacellar Leal Ferreira.
Coorientadora: Carolina Christina do Sacramento Nardi.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Informática, 2024.

1. Acessibilidade. 2. Pessoa com deficiência visual. 3. Visualização de dados. I. Ferreira, Simone Bacellar Leal, orient. II. Nardi, Carolina Christina do Sacramento, coorient. III. Titulo.

JOÃO MARCELO DOS SANTOS MARQUES

GRÁFICOS DINÂMICOS ACESSÍVEIS: DESCRIÇÃO DE INFORMAÇÕES SOB A LUZ DA TRANSPARÊNCIA AOS CIDADÃOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL TOTAL

Trabalho de Conclusão de Curso de Doutorado, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Aprovado em: 14/08/2024.

Banca examinadora:

Simone Bacellar Leal Ferreira, D.Sc (Orientadora) – UNIRIO

Carolina Christina do Sacramento Nardi, D.Sc (Coorientadora) – UNIRIO

André Pimenta Freire, D.Sc – UFLA

Denis Silva da Silveira, D.Sc – UFPE

Tadeu Moreira de Classe, D.Sc – UNIRIO

Mariano Gomes Pimentel, D.Sc – UNIRIO

Dedicatória

Aos meus pais, esposa e filhos que me proporcionaram o saber, ética, perseverança e confiança, elementos necessários para o caminhar na vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, o criador do mundo, por ser o alicerce da minha vida e por me conceder sabedoria para enfrentar as muitas tribulações que vivenciei, começando pelo período pandêmico iniciado em 11 de março de 2020 (OMS, 2020). Na época, não tinha a noção das proporções do coronavírus "Covid-19", que afetou inúmeras famílias e causando a perda de entes queridos.

Durante a minha jornada acadêmica, que conciliei com o trabalho, não tive a oportunidade de tirar licença para estudar, e isso tornou a produção deste trabalho de pesquisa um desafio. Tive que abrir mão de muitas madrugadas, finais de semana e momentos de lazer em família para poder me dedicar aos estudos. Nesse sentido, gostaria de agradecer aos meus pais e à Juliana, minha esposa inseparável, amiga amorosa e companheira, que soube cuidar e orientar nossos três filhos (Matheus, Miguel e a pequena Julia) nos momentos em que eu não pude estar presente.

Gostaria de fazer um agradecimento especial a Simone Bacellar Leal Ferreira, minha orientadora e amiga, pelos ensinamentos e dicas valiosas, e por confiar e acreditar na produção desta tese. Também gostaria de agradecer à minha coorientadora, Carolina Christina Sacramento Nardi, uma amiga, doutora, pesquisadora e professora, por aceitar o desafio de me ajudar nesta jornada, trazendo um olhar peculiar e contribuindo para a qualidade do trabalho de pesquisa.

Um outro agradecimento aos meus amigos do NAU-UNIRIO[1] (Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro), que considero como minha "Família NAU". Somos um grupo de pesquisadores com laços de amizade, sempre dispostos a ajudar uns aos outros em prol da causa incansável de um

[1] http://nau.uniriotec.br/

mundo mais inclusivo. Entre eles, gostaria de mencionar Aline da Silva Alves, André Luiz da Cunha Silva, Eliane Pinheiro Capra, Fernanda Sabino, Leonardo Luís da Silva Nardi, Patrícia Felippe Amorim, Patrícia Zamprogno Tavares e Sara Elene Lobato dos Remédios.

Não poderia deixar de agradecer às pessoas com deficiência visual total que pude contactar nos grupos de *WhatsApp*, que reservaram alguns minutos de suas agendas para responder questionários *Web* e participar de reuniões remotas, permitindo que eu identificasse suas necessidades e preferências em relação à descrição de gráficos dinâmicos no contexto governamental. Espero que esta tese seja um pequeno passo para a realização de muitas pesquisas em prol de uma internet acessível a todos.

Por fim, expresso a minha gratidão ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), uma instituição de excelência nacional e internacionalmente reconhecida, que incentiva e acredita em trabalhos científicos, visando uma sociedade mais igualitária na qual o conhecimento deve ser disseminado independentemente da classe social dos cidadãos.

Encerro este texto com o versículo bíblico "*Tudo posso naquele que me fortalece (Filipenses 4:13)*", que nos orienta e nos dá esperança de que podemos conquistar e alcançar tudo, quando temos um objetivo e compreendemos a situação e o caminho a ser percorrido.

RESUMO

O advento da Internet trouxe mudanças significativas na vida cotidiana, impactando na forma de se relacionar e obter conhecimento. Muitas organizações, impulsionadas pelo processo de transformação digital e pela necessidade da transparência da informação, divulgam uma enorme quantidade de dados em suas plataformas através de gráficos dinâmicos. No entanto, esses gráficos são inacessíveis para pessoas com deficiência visual total, o que as impede de construir um modelo mental para entendimento das informações. Buscando contribuir para a compreensão e a promoção da transparência dessas informações às pessoas com deficiência visual total, a presente pesquisa teve como objetivo conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, composta de um mapeamento sistemático da literatura com 1.019 estudos capturados, e *ad hoc*, aplicação de questionários *Web* com 41 participantes e um estudo de campo com 13 pessoas com deficiência visual total. As demandas e preferências desses indivíduos foram determinadas através de testes remotos em portais governamentais (municipal, estadual e federal) e entrevistas semiestruturadas. Para demonstrar a aplicabilidade das diretrizes, foi desenvolvido um protótipo de *interface* que foi validado por seis pessoas com deficiência visual total. Espera-se que esta pesquisa contribua para a abertura de novas de pesquisas nas áreas de sistemas de informação e interação humano-computador, além de promover políticas públicas que incentivem a incorporação dessas diretrizes na produção de portais tanto no setor público quanto privado.

Palavras-chave: Acessibilidade. Pessoa com deficiência visual. Visualização de dados. Imagem dinâmica. Transformação digital. Governo eletrônico. Transparência da informação.

ABSTRACT

The advent of the Internet has brought significant changes to everyday life, impacting the way we interact and obtain knowledge. Many organizations, driven by the digital transformation process and the need for transparency of information, disclose a huge amount of data on their platforms through dynamic graphs. However, these graphs are inaccessible to people with total visual impairment, which prevents them from building a mental model to understand the information. Seeking to contribute to the understanding and promotion of transparency of this information for people with total visual impairment, this research aimed to design a set of guidelines to assist in the description of dynamic graphs, aiming at a better understanding and transparency of information for people with total visual impairment. The research adopted a qualitative approach, consisting of a systematic mapping of the literature with 1,019 studies captured, and ad hoc, application of Web questionnaires with 41 participants and a field study with 13 people with total visual impairment. The demands and preferences of these individuals were determined through remote testing on government portals (municipal, state and federal) and semi-structured interviews. To demonstrate the applicability of the guidelines, an interface prototype was developed and validated by six people with total visual impairment. It is expected that this research will contribute to the opening of new research avenues in the areas of information systems and human-computer interaction, in addition to promoting public policies that encourage the incorporation of these guidelines in the production of portals in both the public and private sectors.

Keywords: Accessibility. Person with visual impairment. Data visualization. Dynamic image. Digital transformation. e-government. Information transparency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da estrutura de camadas do WCAG 2.2 40
Figura 2 - Estrutura do modelo de acessibilidade E-MAG 41
Figura 3 - Páginas dos *sites* do Movimento *Web* para Todos (imagem à esquerda) e Acessibilidade Legal (imagem à direita) 42
Figura 4 - Tela inicial do leitor de tela NVDA 43
Figura 5 - Estudos por continente 50
Figura 6 - Plataformas, domínios e contextos abordados 52
Figura 7 - Tela da ferramenta *ChartMaster* exibindo menus *dropdown* 57
Figura 8 - Visão da interface do *Alt-Texift* 59
Figura 9 - Funcionamento de navegação do protótipo com opções disponíveis para exploração de dados 60
Figura 10 - SIG de entendimento de informações gráficas para cidadãos deficientes visuais totais 62
Figura 11 - Radar da Transparência Pública 76
Figura 12 - Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) 77
Figura 13 - Painel ODS sobre um objetivo 78
Figura 14 - Painel Indicadores do Mercado de Exibição 79
Figura 15 - Passos até se chegar ao número de participantes 98
Figura 16 - Caixa de seleção dos ODS 115
Figura 17 - *Menu* com itens disponíveis para navegação no painel 118
Figura 18 - Comandos e atalhos do teclado 119
Figura 19 - Opções de atalho para navegação 120
Figura 20 - Configuração do painel para navegação pelo leitor de tela 121
Figura 21 - Legenda do gráfico “Balancete da Receita” 130
Figura 22 - Itens da caixa de seleção dos ODS 134
Figura 23 - Código HTML contendo uma lista de itens com os anos de 2023 a 2018 154
Figura 24 - Estrutura de *links* na forma de botões com os anos de 2023 a 2018 154
Figura 25 - Trecho do código fonte da Portal ODS 155
Figura 26 - Parâmetros para construção do gráfico 156
Figura 27 - Elementos do gráfico no formato JSON 156
Figura 28 - Código do Painel Indicadores do Mercado de Exibição 157

Figura 29 - Eixos para transparência em gráficos dinâmicos 175
Figura 30 - Processo de uso do Guia de utilização das diretrizes 181
Figura 31 - Observações postadas na ferramenta *Google Keep* 184
Figura 32 - Plataforma *Heroku* 185
Figura 33 - Plano de aquisição da plataforma Heroku 185
Figura 34 - Página principal do protótipo 186
Figura 35 - Painel gráfico da Transparência Porto Velho 187
Figura 36 - Painel gráfico do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 188
Figura 37 - Painel gráfico da Agência Nacional do Cinema 189
Figura 38 - Código HTML contendo dados do gráfico 190
Figura 39 - Captura dos dados dos gráficos de barras, linha e pizza 191
Figura 40 - Tela Principal 195
Figura 41 - Código HTML do cabeçalho da página principal 195
Figura 42 - Área com a opção de seleção do ano para geração dos gráficos do painel "Transparência Porto Velho" 196
Figura 43 - Descrições geradas para o gráfico de linhas 198
Figura 44 - Área com a opção de seleção do ano para geração dos gráficos do painel "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" 199
Figura 45 - Descrições geradas para o gráfico de barras 200
Figura 46 - Descrições geradas para o gráfico pizza 202
Figura 47 - Opções de configuração do leitor de tela NVDA 211
Figura 48 - Painel da Agência Nacional do Cinema contemplando gráficos (barra, linha e pizza) 214
Figura 49 - Tela de ajuste no código fonte do protótipo 216
Figura 50 - Valores realizados de janeiro a junho referente ao gráfico Balancete da Receita Mês a Mês - 2018 221
Figura 51 - Valores realizados de julho a dezembro referente ao gráfico Balancete da Receita Mês a Mês - 2018 222
Figura 52 - Valores acumulados de janeiro a agosto referente ao gráfico Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2018 229
Figura 53 - Valores acumulados de setembro a dezembro referente ao gráfico Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2018 229
Figura 54 - Público acumulado por ano cinematográfico - valores de 2019 a 2021 242

Figura 55 - Público acumulado por ano cinematográfico - valores de 2022 e 2023 242
Figura 56 - Público por semana cinematográfica com valores da semanas de 1 a 25 .. 244
Figura 57 - Público por semana cinematográfica com valores da semanas 26 a 50..... 245
Figura 58 - Publicação na revista *iSys (Brazilian Journal of Information Systems)* 264
Figura 59 - Publicação no XIX - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação 264
Figura 60 - Publicação no XX - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação..... 265
Figura 61 - Critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) 287
Figura 62 - Teclas de atalho 328
Figura 63 - Teclas para navegação em tabela, matriz e painel 329
Figura 64 - Teclas para aumento de *Canvas*, seleção em painel, segmentação de dados e operações em fórmulas 330
Figura 65 - Teclas para entrada de dados, navegação e relacionamento em modelo e cartões 331
Figura 66 - Trecho de código da função "*AccessibleChartJS*" 348
Figura 67 - Trecho de código do retorno da função "*AccessibleChartJS*"..... 349
Figura 68 - Trecho de código da função "*BarAccessibleDescription*" 350
Figura 69 - Trecho de código da função "*describleChartLines*"..... 351
Figura 70 - Trecho de código da função "*LineChartAccessibleDescription*"..... 352
Figura 71 - Trecho de código da função "*PieAccessibleDescription*" 353

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de tarefas e descrição para realização dos testes pelos voluntários..... 79
Tabela 2 - Dados extraídos das respostas da Questão 6 88
Tabela 3 - Dados extraídos das respostas da Questão 7 89
Tabela 4 - Dados da extraídos das respostas da Questão 8 89
Tabela 5 - Dados extraídos das questões 9 e 10 89
Tabela 6 - Dados extraídos das respostas da Questão 11 90
Tabela 7 - Dados da extraídos das respostas da Questão 13 91
Tabela 8 - Dados extraídos das respostas da Questão 14 91
Tabela 9 - Dados extraídos das questões 15 e 16 91
Tabela 10 - Dados extraídos das questões 17 a 19 e 21 a 23..... 92
Tabela 11 - Respostas dos entrevistados referentes a Questão 20..... 93
Tabela 12 - Lista das tarefas, após os ajustes 123
Tabela 13 - Perguntas da entrevista semiestruturada, antes e depois dos ajustes..... 126
Tabela 14 - Demografia dos voluntários e ambiente de testes (N = 12) 127
Tabela 15 - Legendas e valores 176
Tabela 16 - Recomendações/regras referentes aos metadados dos gráficos 177
Tabela 17 - Recomendações/regras referentes as diretrizes de acessibilidade..... 179
Tabela 18 - Recomendações/regras referentes ao uso da linguagem 180
Tabela 19 - Características das bibliotecas mais populares..... 193
Tabela 20 - Recomendações/regras não implementadas no protótipo de *interface* 203
Tabela 21 - Caracterísiticas demográficas e o tempo de realização das tarefas e entrevista semiestruturada..... 217
Tabela 22 - Relatos dos usuários sobre os valores acumulados 233
Tabela 23 - Quantidades de achados e descrições obtidas por U1 referente ao "Objetivo 3 - Saúde e bem-estar*"* 235
Tabela 24 - Questões de Pesquisa Secundárias 284
Tabela 25 - Questões de Qualidade 287
Tabela 26 - Processo de seleção dos estudos primários 288
Tabela 27 - Estudos e documentos de patentes aceitos 289
Tabela 28 - Lista de tarefas para realização da validação do protótipo de interface..... 322
Tabela 29 - Perfil sociodemográfico dos produtores..... 325

Tabela 30 - Perfil sociodemográfico dos respondentes 326
Tabela 31 - Perfil e características do ambiente de testes 332
Tabela 32 - Dados extraídos das respostas da Questão 1 (Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?) 334
Tabela 33 - Dados extraídos das respostas da Questão 2 (Como você conseguiu obter uma informação ou dado?) 336
Tabela 34 - Dados extraídos das respostas da Questão 3 (Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?) 337
Tabela 35 - Dados extraídos das respostas da Questão 4 (De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?) 339
Tabela 36 - Dados extraídos das respostas da Questão 5 (Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?) 340
Tabela 37 - Dados extraídos das respostas da Questão 6 (Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que o leitor de tela possa descrever as informações?) 341
Tabela 38 - Dados extraídos das respostas da Questão 7 (Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens?) 343
Tabela 39 - Dados extraídos das respostas da Questão 8 (Em relação aos testes realizados algum comentário?) 344
Tabela 40 - Teclas de navegação na *Web* 346
Tabela 41 - Dados extraídos das respostas da Questão 1 (Como foi sua experiência em relação a navegação, a interação, a percepção das informações nos gráficos (linha, barra, pizza)?) 354
Tabela 42 - Dados extraídos das respostas da Questão 2 (As informações transmitidas pelo leitor de tela atenderam as suas necessidades, preferências para o seu entendimento?) 355
Tabela 43 - Dados extraídos das respostas da Questão 3 (Os mecanismos de acessibilidade disponíveis ajudaram no acesso às descrições dos gráficos (linha, barra, pizza)?) 356
Tabela 44 - Dados extraídos das respostas da Questão 4 (Conseguiu construir um modelo mental dos gráficos?) 356

Tabela 45 - Dados extraídos das respostas da Questão 5 (Há necessidade de ser implementado ou aprimorado algum recurso para proporcionar a acessibilidade, transparência das informações?)..... 357

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Estudos por ano de publicação 48
Gráfico 2 - Estudos por publicação 49
Gráfico 3 - Contribuições tecnológicas 51
Gráfico 4 - Recursos utilizados para descrição de imagens 53
Gráfico 5 - Distribuição em relação ao gênero sexual 86
Gráfico 6 - Quantitativo referente ao Nível de Escolaridade 87
Gráfico 7 - Distribuição por tipo de Formação Profissional 87
Gráfico 8 - Atuação ou cargo exercido pelos entrevistados 88
Gráfico 9 - Receitas e Despesas do Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) 112
Gráfico 10 - Quantidade de achado por meta referente ao Objetivo 10 (Redução das Desigualdades) 116
Gráfico 11 - Balancete da Receita 129
Gráfico 12 - Valor acumulado do mês de janeiro do gráfico “Balancete da Receita” . 131
Gráfico 13 - Valor realizado do mês de dezembro “Balancete da Receita” 132
Gráfico 14 - Descrição da meta 10.2 e quantidade de achado 135
Gráfico 15 - Público por semana cinematográfica 139
Gráfico 16 - Participação de público por nacionalidade da obra 141
Gráfico 17 - Público acumulado por ano cinematográfico 142
Gráfico 18 - Valor do público para o ano de 2019 143
Gráfico 19 - Estatísticas de *downloads* das bibliotecas mais populares para geração de gráfico no período de abril de 2023 a janeiro de 2024 192
Gráfico 20 - Balancete da Receita - Valor realizado 197
Gráfico 21 - Balancete da Receita - Valor Acumulado 197
Gráfico 22 - Balacente da Receita (valor realizado e acumulado) 198
Gráfico 23 - Objetivo 10 - Redução das Desigualdades 199
Gráfico 24 - Público acumulado por ano cinematográfico 200
Gráfico 25 - Público por semana cinematográfica 201
Gráfico 26 - Participação de público por nacionalidade da obra 201
Gráfico 27 - Painel da Transparência Porto Velho contemplando gráficos de barras e linha referente ao Balancete da Receita Mês a Mês - 2022 209

Gráfico 28 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2018 220
Gráfico 29 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2020 223
Gráfico 30 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2021 224
Gráfico 31 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2022 225
Gráfico 32 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2023 226
Gráfico 33 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2018..... 228
Gráfico 34 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2020..... 230
Gráfico 35 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2021..... 231
Gráfico 36 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2022..... 232
Gráfico 37 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2023..... 232
Gráfico 38 - Quantidade de achados e metas referente ao "Objetivo 3 - Saúde e bem-estar" 235
Gráfico 39 - Quantidade de achados e metas referente ao "Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento"..... 237
Gráfico 40 - Quantidade de achados e metas referente ao "Objetivo 10 - Redução das desigualdades"..... 237
Gráfico 41 - Quantidade de achados e descrição da meta 3.b relatada por U1 238
Gráfico 42 - Quantidade de achados e descrição da meta 6.2 relatada por U2 239
Gráfico 43 - Quantidade de achados e descrição da meta 10.4 relatada por U3 239
Gráfico 44 - Quantidade de achados e descrição da meta 3.3 relatada por U4 240
Gráfico 45 - Quantidade de achados e descrição da meta 10.2 selecionada por U5 240
Gráfico 46 - Público acumulado por ano cinematográfico..... 241
Gráfico 47 - Público por semana cinematográfica 244
Gráfico 48 - Participação de público por nacionalidade da obra "Estrangeira"..... 246
Gráfico 49 - Participação de público por nacionalidade da obra "Brasileira"..... 247

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJAX	*Asynchronous JavaScript*
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CETIC.BR	Centro Regional de Estudos de Tecnologia de Informação e Comunicação
COVID-19	Corona Virus *Disease* 2019
CSS	*Cascading Style Sheets*
E-MAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
ENAP	Escola Nacional de Administração Pública
HTML	*HyperText Markup Language*
HTML5	*HyperText Markup Language version 5*
IDE	*Integrated Development Environment*
JSON	*JavaScript Object Notation*
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
NVDA	*NonVisual Desktop Access*
SI	Sistema de Informação
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SVG	*Scalable Vector Graphics*
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
XML	*Extensible Markup Language*
WAI	*Web Accessibility Initiative*
WCAG	*Web Content Accessibility Guidelines*
WHO	*World Health Organization*
W3C	*World Wilde Web*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 27

1.1. Percurso do pesquisador para escolha do tema de pesquisa 29

1.2. Caracterização do problema 30

1.3. Relevância da pesquisa 33

1.4. Objetivo da pesquisa 34

1.5. Objetivos intermediários 34

1.6. Delimitação da pesquisa 35

1.7. Composição do trabalho 36

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS 38

2.1. Acessibilidade 38

2.1.1. Acessibilidade *Web* 39

2.1.2. Tecnologias assistivas 42

2.1.2.1. Tecnologias assistivas no contexto das pessoas com deficiência visual 42

2.2. Imagem 43

2.2.1. Imagem dinâmica 44

2.2.1.1. Gráfico dinâmico 44

2.3. Linguagem Simples 45

2.4. Transparência Pública 46

2.5. Levantamento bibliográfico e documental 46

2.5.1. Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) 47

2.5.1.1. Limitações do mapeamento 47

2.5.1.2. Análise dos resultados 48

2.5.1.3. Discussão 53

2.5.2. Levantamento *ad hoc* 55

2.6. Trabalhos anteriores 56

2.6.1. Discussão 63

2.7. Síntese do capítulo 64

3. MÉTODO DE PESQUISA 65

3.1 Abordagem da pesquisa 65

3.2 Apreciação da pesquisa pelo Comitê de Ética (CEP-UNIRIO) 66

3.3 Etapas do método 67

3.3.1 Levantamento bibliográfico e documental 67

3.3.2 Identificação de formas de propiciar a transparência das informações .. 68

3.3.3 Identificação das diretrizes de acessibilidade, guias de recomendação relacionados a compreensão de imagens para as pessoas com deficiência visual 68

3.3.4 Levantamento com produtores de imagens dinâmicas para entender como são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais 70

3.3.5 Levantamento sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação em imagens dinâmicas 72

3.3.5.1 Recrutamento dos participantes 73

3.3.6 Estudo de campo 74

3.3.7 Desenvolvimento dos produtos 82

3.3.8 Validação do protótipo 82

3.4 Limitações do método 83

3.5 Síntese do capítulo 84

4. ESTUDO EXPLORATÓRIO 85

4.1. Produtores de imagens dinâmicas para entender como são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais 85

4.1.1. Discussão dos resultados 94

4.2. Barreiras de entendimento e percepção na interação em imagens dinâmicas pelas pessoas com deficiência visual total 95

4.2.1. Questionário *Web* 95

4.2.1.1. Validação com especialista em Interação Humano-Computador 96

4.2.1.2. Validação com participante piloto 96

4.2.1.3. Abertura e coleta de dados 97

4.2.1.4. Análise dos resultados 99

4.3. Síntese do capítulo 107

5. ESTUDO DE CAMPO 108

5.1. Abordagem e dificuldades de recrutamento dos participantes 108

5.2. Ambiente de observação na interação dos cidadãos com deficiência visual total em imagens gráficas 110

5.3. Realização do estudo de campo 110

5.3.1. Execução do teste piloto 111

5.3.1.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) 111

5.3.1.2. Painel ODS sobre um objetivo 115

5.3.1.3. Painel Indicadores do Mercado de Exibição 117

5.3.1.4. Ajustes nas tarefas e questionário da entrevista semiestruturada 123

5.3.2. Execução dos testes com os demais voluntários 127

5.3.2.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) 129

5.3.2.2. Painel ODS sobre um Objetivo 132

5.3.2.3. Painel Indicadores do Mercado de Exibição 136

5.3.2.4. Entrevista semiestruturada 144

5.4. Análise dos resultados 149

5.4.1. Familiaridade no uso de teclas 150

5.4.2. Conteúdo *Web* e descrições obtidas pelos participantes 152

5.4.2.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) 153

5.4.2.2. Painel ODS sobre um Objetivo 155

5.4.2.3. Painel Indicadores do Mercado de Exibição 157

5.4.2.4. Respostas das entrevistas 159

5.4.3. Entendimento das informações para construção de um modelo mental 160

5.4.4. Preferências quanto às descrições dos gráficos 162

5.4.5. Formas de aquisição das descrições dos gráficos 164

5.4.6. Recursos para navegação em gráficos 166

5.4.7. Disseminação das informações em gráficos dinâmicos 167

5.5. Síntese do capítulo 170

6. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO 174

6.1. Diretrizes 174

6.1.1. Guia de utilização das diretrizes 181

6.2. Construção do protótipo 182

6.2.1. Abordagem do profissional 182

6.2.2. Definição dos recursos tecnológicos 183

6.2.2.1. Gestão para entrega de atividades 183

6.2.2.2. Hospedagem e criação da URL 184

6.2.2.3. Esboço das páginas 186

6.2.3. Seleção e extração dos dados 189

6.2.3.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) 190

6.2.3.2. Painel ODS sobre um Objetivo 190

6.2.3.3. Portal Indicadores do Mercado de Exibição 191

6.2.4. Implementação da acessibilidade 191

6.2.4.1. Escolha da biblioteca gráfica 192

6.2.4.2. Uso de recursos HTML e *Javascript* para tornar os gráficos acessíveis 193

6.2.4.2.1. Montagem das páginas e geração dos gráficos 194

6.2.4.2.1.1. Painel Transparência Porto Velho 196

6.2.4.2.1.2. Painel Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 199

6.2.4.2.1.3. Painel Agência Nacional do Cinema 200

6.3. Limitações da construção do protótipo 202

6.4. Síntese do capítulo 204

7. VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO 206

7.1. Testes no protótipo 206

7.1.1. Usuário piloto 207

7.1.1.1. Painel Transparência Porto Velho 208

7.1.1.2. Painel Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 211

7.1.1.3. Painel Agência Nacional do Cinema 212

7.1.1.4. Entrevista semiestruturada 215

7.1.2. Demais usuários 216

7.1.2.1. Painel Transparência Porto Velho 218

7.1.2.2. Painel Objetivos Desenvolvimento Sustentável 234

7.1.2.3. Painel da Agência Nacional do Cinema 241

7.1.2.4. Entrevistas semiestruturada 247

7.2. Análise dos resultados 251

7.3. Síntese do capítulo 254

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS 256

8.1. Publicações 263

8.2. Contribuições do trabalho 265

8.3. Trabalhos futuros 266

REFERÊNCIAS 268

APÊNDICE A - Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) 283

APÊNDICE B - Relação dos estudos e documentos de patentes aceitos, após o MSL 289

APÊNDICE C - Carta Convite para os produtores de imagens dinâmicas 291

APÊNDICE D - Questionário com os produtores de imagens dinâmicas 292

APÊNDICE E - Carta convite para as pessoas com deficiência visual total 298

APÊNDICE F - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Questionário com as pessoas com deficiência visual total 300

APÊNDICE G - Questionário com as pessoas com deficiência visual total 304

APÊNDICE H - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Roteiro dos testes e entrevista semiestruturada (presencial ou remota) com as pessoas com deficiência visual total 308

APÊNDICE I - Roteiro da entrevista semiestruturada (presencial ou remota) com as pessoas com deficiência visual total 313

APÊNDICE J - Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE): Roteiro da entrevista semiestruturada remota para validação do protótipo de interface com as pessoas com deficiência visual total 317

APÊNDICE K - Roteiro da entrevista semiestruturada remota para validação do protótipo de interface com as pessoas com deficiência visual total 322

APÊNDICE L - Tabulação do perfil sociodemográfico dos produtores de imagens dinâmicas 325

APÊNDICE M - Tabulação do perfil sociodemográfico dos respondentes do questionário *Web* 326

APÊNDICE N - Opções de atalho de teclado e recursos de acessibilidade para interação no painel 328

Fonte: (MICROSOFT, 2023b) 331

APÊNDICE O - Perfil demográfico e características do ambiente de testes 332

APÊNDICE P - Tabulação das respostas das entrevistas semiestruturadas do estudo de campo referente às pessoas com deficiência visual total na realização dos testes em portais governamentais 334

APÊNDICE Q - Algumas teclas disponibilizadas pelo leitor de tela NVDA para navegação em portais e *sites* 346

APÊNDICE R - Códigos na linguagem *Javascript* para acessibilizar gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) 347

APÊNDICE S - Tabulação das respostas das entrevistas semiestruturadas da validação do protótipo pelas pessoas com deficiência visual total 354

1. INTRODUÇÃO

Décadas atrás, a humanidade podia se manter informada sobre fatos e acontecimentos da vida cotidiana através dos meios de comunicação, como jornais impressos, rádios e televisão. Com o advento da *Web* e das tecnologias de informação e comunicação (TICs) (SIQUEIRA; FREIRE, 2018), as pessoas podem explorar notícias, comércio eletrônico e redes sociais, obtendo informações a todo instante (POWER et al., 2012), estando conectadas em qualquer lugar do planeta, por meio de celulares, óculos, relógios inteligentes, entre outras tecnologias.

A Pesquisa TIC Domicílios de 2022 revelou que 149 milhões de pessoas com 10 anos ou mais de idade navegaram na internet. Dentre os serviços acessados, destacam-se os serviços públicos que concentraram 34% do acesso dessa parcela da população no que concerne à emissão de documentos, pagamentos tributários, preenchimentos de formulários de solicitações, entre outros (CETIC.BR, 2022).

Um dado preocupante provém do estudo realizado pelo *Movimento Web para Todos* (WPT) em parceria com a empresa BigDataCorp (empresa de coleta de dados da América Latina). Esse estudo revelou que, dos 26,3 milhões de *sites* avaliados no país, menos de 3% não apresentaram problemas em testes de acessibilidade, porque foram automatizados. Um dos problemas identificados foi relacionado às imagens, com 42,83% delas sem descrições, o que impossibilitou o acesso às informações pelas pessoas com deficiência visual. O estudo também mostrou que, nos *sites* do segmento governamental,

somente 10% não apresentaram nenhum problema de acessibilidade (MOVIMENTO *WEB*; BIGDATACORP, 2024).

As pessoas que dispõem do sentido da visão conseguem interpretar e interagir em conteúdos visuais. Entretanto, existem 1,3 bilhões de pessoas com deficiência no mundo (ONU, 2023), incluindo os cidadãos com deficiência visual (pessoas com deficiência visual total, que são cidadãos com perda total da visão ou com resíduo visual mínimo ou com baixa visão), que para acessar e interpretar esses conteúdos, muitas vezes dependem de leitores de tela (ferramentas capazes de transmitir descrições desses conteúdos por síntese de voz). Esses leitores utilizam recursos como os textos alternativos associados as imagens, como os gráficos (SACRAMENTO et al., 2020; BELLE et al., 2022).

Esses cidadãos enfrentam barreiras no acesso às informações em gráficos disponibilizados em meios eletrônicos, como jornais e revistas. Muitos conteudistas *Web*, não incluem textos alternativos, ou quando os incluem, esses textos não são adequados para o entendimento desse público (DEMIR et al., 2010).

Para minimizar as dificuldades de entendimento, devem ser fornecidos mecanismos que descrevam esses gráficos de maneira apropriada, utilizando a linguagem de marcação de hipertexto (HTML). Isso possibilita que pessoas usuárias de leitores de tela tenham acesso às informações (YU; REID; BREWSTER, 2002). Dessa forma, os produtores de *sites* devem fornecer textos alternativos que reproduzam o conteúdo e a função das imagens para auxiliar na compreensão para esse grupo de cidadãos (WEBAIM, 2021).

Inciativas como a Agenda 2030 dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), promovida pela Organização das Nações Unidas, visam minimizar as barreiras de acessibilidade na *Web*. Uma delas foi estabelecida pelo *Objetivo 10 - Até*

2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra nos países em desenvolvimento, oferecendo e aumentando o acesso universal às TICs com preços acessíveis à *Web* aos cidadãos (ONU, 2015).

Nesse contexto, com o intuito de ampliar e melhorar a navegação dos usuários utilizando as TICS, o governo federal vem reformulando seus ambientes na *Web* para ofertar à sociedade civil *interfaces* acessíveis e amigáveis na forma de visualizações de dados, painéis dinâmicos, contemplando gráficos e mapas, visando a consulta de informações, a transparência pública e a celeridade na prestação de serviços públicos. Um exemplo dessa reformulação é a transformação digital, que vem possibilitando a evolução e inovação das tecnologias nos órgãos governamentais, unificando vários serviços por meio do portal Gov.BR (GOV.BR, 2023).

1.1. Percurso do pesquisador para escolha do tema de pesquisa

Antes de relatar a motivação pela escolha do meu tema de pesquisa, tenho que compartilhar um pouco da minha trajetória profissional e acadêmica. Essa trajetória iniciou-se na adolescência, aos quinze anos de idade, quando desenvolvi meu primeiro programa de computador na linguagem *Visual Basic*, atualmente em desuso em algumas empresas.

Com o passar do tempo, especialmente após meu ingresso na universidade, fui aprimorando meus conhecimentos. Em 1999, iniciei a pós-graduação *latu sensu* em Análise, Gerência e Projeto de Sistemas. Em 2015, dei início à pós-graduação *scricto sensu*, ingressando no mestrado na UNIRIO. Minha orientadora na época tinha como uma das linhas de pesquisa a *Transparência Organizacional*. Ao longo do curso, tive a oportunidade de estudar a disciplina de *Acessibilidade*, que é a linha de pesquisa da minha

atual orientadora. A junção dessas duas trilhas de pesquisa, aliada à falta de recomendações para o entendimento de informações gráficas no âmbito governamental, direcionadas ao público de cidadãos com deficiência visual total, resultou na elaboração da minha dissertação de mestrado intitulada *"Catálogo de Entendimento de Informações Gráficas para Cidadãos Cegos"* (MARQUES, 2017).

Após obter o título de mestre, continuei pesquisando e adquirindo conhecimentos na área da Interação-Humano Computador na trilha de Acessibilidade com foco nas pessoas com deficiência visual. Isso despertou interesse em propor ao CGINDA (Comitê Gestor da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos) um *Normativo para que os dicionários de dados sejam acessíveis*. Esse dicionário contempla o significado e a representação dos elementos dos dados de um arquivo, com objetivo de fomentar o controle social, a transparência e a promoção na melhoria da prestação de serviços (INDA, 2018).

Neste cenário, esses são alguns elementos motivadores para que eu pudesse dar continuidade à minha pesquisa de mestrado, visando aprofundar o entendimento de informações em gráficos dinâmicos no âmbito governamental para as pessoas com deficiência visual total, explorando variáveis como a *percepção* e a *transparência*.

1.2. Caracterização do problema

Os recursos visuais, como gráficos, mapas e imagens, instigam a nossa percepção visual e cognitiva, sendo utilizados para comunicar informações. No entanto, esses recursos exigem grandes esforços para a compreensão de informações por parte de pessoas que não são normovisuais, como as pessoas com deficiência visual total. A falta da elaboração de produtos que permitem a navegação e a compreensão de informações presentes nesses

recursos ainda é um grande desafio a ser superado na *Web* (McGOOKIN; ROBERTSON; BRESTER, 2010).

Takagi e Ishihara (2007) (TAKAGI; ISHIHARA, 2007) retratam que diversos tipos de gráficos estão presentes em organogramas, diagramas de processo, linha do tempo, entre outros, sendo compartilhados em ambientes de trabalho na *Web*. Tais gráficos transmitem informações importantes para dar compreensão de projetos e processos de negócio. Entretanto, eles são inacessíveis às pessoas com deficiência visual, causando impacto na produtividade de suas tarefas diárias e laborais, tornando-se uma barreira para o entendimento.

Holloway, Butler et al. (2020) (HOLLOWAY; BUTLER; REINDERS, MARRIOT, 2020) realizaram uma pesquisa para identificar fontes de dados primárias (internacionais e do governo australiano) que eram mais utilizadas e continham informações sobre o coronavírus (COVID-19). Nessa pesquisa, os autores avaliaram manualmente um total de vinte e quatro páginas da *Web* para determinar a acessibilidade das informações. Os resultados indicaram que as pessoas com deficiência visual tiveram grandes dificuldades para a obtenção de informações estatísticas em tempo real em gráficos interativos que são atualizados dinamicamente. Algumas das dificuldades observadas foram a falta de descrições de textos alternativos que, quando fornecidas, estavam descritas inadequadamente no gráfico ao longo do tempo e de um gráfico para outro, dificultando o entendimento das informações.

Embora existam pesquisas sobre a acessibilidade de gráficos para pessoas com deficiência visual (ZONG; LEE et al, 2022; GUNNARSSON et al., 2018; CYNTHIA et al. 2023), quando o assunto é acessibilidade de gráficos interativos e dinâmicos, ainda há espaço para discussões e proposição de soluções mais eficazes e abrangentes. O uso de textos alternativos, recursos WAI-ARIA (W3C, 2022) e diretrizes para descrições orais

de gráficos proposto por Zong, Lee et al. (2022), por exemplo, não resolveram completamente a tradução de especificações de visualizações interativas e a hierarquia das estruturas de gráficos (linha, pizza, entre outros).

No âmbito do governo brasileiro, órgãos vêm disponibilizando informações em seus *sites* sob a forma de imagens interativas, mas que não são acessíveis para todos os usuários. O Painel do Coronavírus, que foi lançado pelo Ministério da Saúde para divulgar dados epidemiológicos das Secretarias de Saúde Estaduais (SAÚDE, 2021), é um exemplo da inacessibilidade de informações para as pessoas com deficiência visual. As ferramentas utilizadas por esses indivíduos para ler as informações dos painéis não conseguem detectá-las, e, consequentemente, esse grupo de pessoas fica sem acesso às informações.

Diante desse contexto e nas buscas realizadas na literatura, não foram localizadas recomendações, diretrizes, normativas ou aplicativos que pudessem propiciar a transparência e contribuir para a percepção das pessoas com deficiência visual total para o entendimento de informações dispostas em gráficos dinâmicos, com base no levantamento realizado na Seção 2.5 - *Levantamento Bibliográfico e Documental*, exposta nos *Conceitos Fundamentais* (Capítulo 2).

Nesse sentido, formula-se a seguinte questão de pesquisa: *"Como auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos para um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total?*".

Relacionadas à questão principal de pesquisa são estabelecidas as seguintes questões secundárias:

- QS1: Quais são as medidas adotadas pelos produtores de imagens dinâmicas para disponibilizar informações nestas em imagens aos cidadãos com deficiência visual total?

- QS2: Como as diretrizes e recomendações existentes para a descrição de imagens podem ser utilizadas para a compreensão de informações presentes em gráficos dinâmicos na perspectiva das pessoas com deficiência visual total?
- QS3: Quais as principais barreiras de entendimento e percepção enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual total em gráficos dinâmicos?
- QS4: Como propiciar a transparência de informações em gráficos dinâmicos às pessoas com deficiência visual total?
- QS5: Que mecanismos devem ser adicionados nas ferramentas utilizadas para a geração de gráficos dinâmicos para a compreensão das pessoas com deficiência visual total?
- QS6: Como utilizar as diretrizes e os procedimentos para a sua aplicabilidade?

1.3. Relevância da pesquisa

Uma pesquisa publicada na revista *The Lancet Global Health* com a participação da Universidade de São Paulo revelou que, até 2050, a população de pessoas com cegueira e deficiência visual no mundo poderá alcançar o patamar de 535 milhões de indivíduos (G1, 2021).

Do cenário nacional, pode-se inferir, dos dados da amostra do Censo Demográfico de 2010[2] realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), que 45,6 milhões dos cidadãos entrevistados em seus domicílios apresentaram algum tipo de deficiência.

[2] Até a data da escrita desta tese não haviam sido divulgados os dados oficiais da pesquisa do Censo Demográfico de 2022.

Desse quantitativo, mais de 35 milhões incluem as pessoas que declararam que não conseguem enxergar de modo algum ou tem grande ou alguma dificuldade de enxergar. O instituto também estimou, com base nos dados da pesquisa da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) de 2022, que no Brasil existem 18,6 milhões de pessoas com deficiência com 2 anos mais de idade (IBGE, 2022).

A Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (BRASIL, 2011), impôs que governos de todas as esferas da federação publiquem informações aos cidadãos. No Artigo 5 dessa Lei está expresso que

> *"(...) é dever do Estado garantir o direito de acesso à informação, que será franqueada, mediante procedimentos objetivos e ágeis, de forma transparente, clara e em linguagem de fácil compreensão".*

Entretanto, órgãos públicos vêm descumprindo essa lei e impossibilitando que pessoas com deficiência visual total tenham acesso à informação disponibilizada em seus *sites*, principalmente quando possuem gráficos e painéis dinâmicos. Dados da pesquisa realizada pelo Movimento *Web* e a empresa BigDataCorp (2024) relataram que 90% dos *sites* do domínio gov.br apresentaram alguma falha de acessibilidade.

1.4. Objetivo da pesquisa

A presente pesquisa teve como objetivo geral conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total.

1.5. Objetivos intermediários

Para lograr o objetivo geral da pesquisa e responder às questões de pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos intermediários:

- Explorar a utilização de uma linguagem simples para propiciar a transparência pública das informações;
- Investigar como são produzidas as imagens dinâmicas em *sites* governamentais pelos projetistas *Web*;
- Compilar as dificuldades identificadas em práticas recomendadas na descrição de elementos visuais para pessoas com deficiência visual total.
- Investigar as bibliotecas gráficas e tecnologias desenvolvidas para confecção de um protótipo de *interface Web* para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos;
- Validar o protótipo de *interface* com as pessoas com deficiência visual total para mensurar a eficácia das diretrizes propostas.

1.6. Delimitação da pesquisa

Este trabalho de pesquisa se limitou a desenvolver um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, especificamente gráficos de barra, linha e pizza, no contexto governamental. O foco principal foi melhorar a compreensão das informações por pessoas com deficiência visual total, enfatizando a transparência.

Para realizar a pesquisa, buscou-se pessoas com deficiência visual total em grupos da rede social *Whatsapp* que pudessem contribuir com suas opiniões e percepções sobre o entendimento de informações em gráficos.

O perfil dos voluntários se restringiu às pessoas com idade superior aos 18 anos, que tiveram algum contato com gráficos (barra, linha e pizza), escolaridade mínima de ensino médio, familiaridade na navegação em portais de governo e manuseio com leitor de tela com, no mínimo, três anos. Portanto, não foram considerados grupos de indivíduos

de outras faixas etárias, com nível de escolaridade do Fundamental II, em que se obtém os primeiros contatos e aquisição de conhecimento sobre gráficos.

1.7. Composição do trabalho

A composição deste trabalho de pesquisa está estruturada em oito capítulos, incluindo este, que tem como propósito apresentar ao leitor uma ideia da motivação, dos problemas de pesquisa, do objetivo geral e intermediários, além da relevância e da delimitação da pesquisa.

No Capítulo 2, são relatados os conceitos fundamentais, abordando temas como a acessibilidade, tecnologias assistivas no contexto das pessoas com deficiência visual, imagem dinâmica, linguagem simples e transparência pública. Este capítulo também inclui um levantamento bibliográfico e documental que abrange um Mapeamento Sistemático da Literatura e uma pesquisa *ad hoc* (realizada na *Web*), e os trabalhos anteriores.

No Capítulo 3, é relatado o método de pesquisa e suas etapas.

No Capítulo 4, é retratado um estudo exploratório envolvendo levantamentos com produtores de imagens dinâmicas, e de um levantamento sobre as barreiras de entendimento na interação em imagens dinâmicas pelas pessoas com deficiência visual total.

No Capítulo 5, é apresentado um estudo de campo, que aborda as tarefas executadas pelos voluntários nos portais de governo, em que se obtiveram as opiniões, preferências, demandas e os relados das entrevistas semiestruturadas.

No Capítulo 6, é explanado o desenvolvimento dos produtos (conjunto de diretrizes e um protótipo de *interface*), englobando a construção do protótipo, definição dos recursos tecnológicos e a extração dos dados para geração dos gráficos.

No Capítulo 7, é descrita a validação do protótipo de interface com base na aplicabilidade do conjunto de diretrizes.

Para concluir, no Capítulo 8, são explanadas as considerações finais, publicações, contribuições de pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

O propósito deste capítulo é apresentar os principais conceitos que fundamentam a base teórica deste trabalho de pesquisa, como acessibilidade, tecnologias assistivas, linguagem simples e transparência pública.

Ao final do capítulo, são relatados um levantamento bibliográfico e documental que inclui um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) e um levantamento *ad hoc*, com a discussão de trabalho anteriores, visando corroborar lacunas e oportunidades de pesquisa nesta tese de doutorado.

2.1. Acessibilidade

A acessibilidade consiste em oferecer ao indivíduo autonomia, mesmo que as condições físicas, mentais, culturais ou sociais sejam desfavoráveis, com intuito de proporcionar o acesso a lugares, estudos, serviços e instalações abertos ao púbico, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, transportes, meios de comunicação, sistemas e tecnologias em geral, e entretenimentos a todos (FERREIRA, SANTOS, SILVEIRA, 2007; BRASIL 2015). No mundo globalizado, a acessibilidade pode ser vista em diversos segmentos da sociedade civil, abrangendo o setor público em suas esferas federal, estadual, municipal quanto o setor privado. Em todos esses segmentos, pode-se encontrar placas e sinalizações indicando áreas para as pessoas com deficiência, entre outros informativos, dando entendimento do que seja a acessibilidade.

2.1.1. Acessibilidade *Web*

Com o advento da *Web*, houve a necessidade de ampliar seu acesso para a humanidade, independente dos recursos computacionais que estavam sendo utilizados, como *hardware*, *software*, além da localidade e do idioma. Nesse sentido, o criador da *Web* e membro do consórcio W3C, Tim Berners-Lee ressaltou:

> *"O poder da Web está em sua universalidade. O acesso de todos, independentemente da deficiência, é um aspecto essencial" (W3C, 2016).*

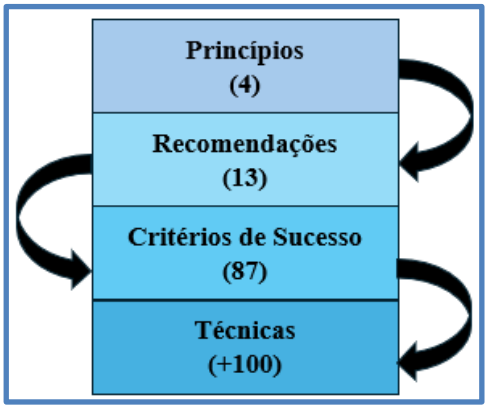
A *Web* está presente na vida cotidiana de qualquer cidadão, possibilitando a navegação em *sites* com o uso de dispositivos móveis, *tablets*, relógios inteligentes, entre outras tecnologias, visando obter informações que muitas vezes estão disponíveis em tempo real a respeito de temáticas que norteiam a sociedade civil. Nesse contexto, há várias definições sobre o significado da Acessibilidade *Web* ou e-acessibilidade. Uma delas é da Organização Mundial da Saúde, que define acessibilidade *Web* como o uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs), como a Internet, para as pessoas com deficiência (WHO, 2013).

Para apoiar o desenvolvimento de uma *Web* acessível, o consórcio W3C criou o grupo de trabalho WAI com o propósito de estabelecer estratégias e padrões *Web* como HTML5, CSS, SVG, e Ajax e outras tecnologias para a elaboração de *sites* acessíveis. Para esse grupo, a acessibilidade *Web* constitui de *sites*, ferramentas e tecnologias projetadas e desenvolvidas para que pessoas com deficiências cognitivas, neurológicas, visuais, auditivas, físicas, fala, idosas, entre outras, possam perceber, entender e interagir com a *Web* (WAI, 2021).

Com intuito de alavancar a acessibilidade na rede mundial de computadores, foram criadas pelo W3C as diretrizes de acessibilidade do conteúdo na *Web* (WCGA),

cuja primeira versão foi a versão 1.0 (WCGA, 1999) e a mais recente é a versão 2.2 (WCGA, 2022). Essas diretrizes foram organizadas em um modelo de camadas. A primeira diz respeito aos quatro princípios: Perceptível, Operável, Compreensível e Robusto. A segunda representa as recomendações de cada princípio. A terceira são os critérios de sucesso de cada recomendação. A última camada são as técnicas de cada critério de sucesso. A Figura 1, mostra a estrutura desse modelo com o número dos princípios, recomendações, critérios de sucesso e técnicas.

Figura 1 - Representação da estrutura de camadas do WCAG 2.2



Fonte: Do autor

Para o cenário nacional, foi elaborado o E-MAG (E-MAG, 2014) com base nas diretrizes internacionais do WCAG da versão 2.0 (WCAG, 2008), fruto de parcerias firmadas com órgãos de governo e de pesquisas realizadas com pessoas com deficiência. Esse modelo (Figura 2) foi estruturado em seis seções (Marcação, Comportamento, Conteúdo/Informação, *Design*, Multimídia e Formulários), contemplando quarenta e cinco recomendações para atender às necessidades do governo brasileiro na acessibilidade de seus portais.

Figura 2 - Estrutura do modelo de acessibilidade E-MAG



Fonte: Do autor

O E-MAG impulsionou o desenvolvimento de ferramentas automáticas de avaliação de acessibilidade *Web*, como o *software* público brasileiro *Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios* (ASES, 2016), que gera um relatório elencando avisos e erros de cada seção que foi violada, sugerindo recomendações para orientar os conteudistas da *Web* para melhorias nas páginas dos *sites*.

O apelo das pessoas com deficiência em prol de uma *Web* inclusiva mobilizou diversos conteudistas da *Web* à criação e reformulação de *sites*, como o *Movimento Web para Todos* (MOVIMENTO *WEB*, 2024) e *Acessibilidade Legal* (ACESSIBILIDADE LEGAL, 2021), como mostra a Figura 3, visando à importância de se construir um *site* inclusivo e democrático, a fim de que as pessoas com qualquer tipo de deficiência possam navegar em conteúdos, ferramentas e serviços disponíveis na *Web*.

Figura 3 - Páginas dos *sites* do Movimento *Web* para Todos (imagem à esquerda) e Acessibilidade Legal (imagem à direita)



Fonte: Adaptado (ACESSIBILIDADE LEGAL, 2021; MOVIMENTO *WEB*, 2024)

2.1.2. Tecnologias assistivas

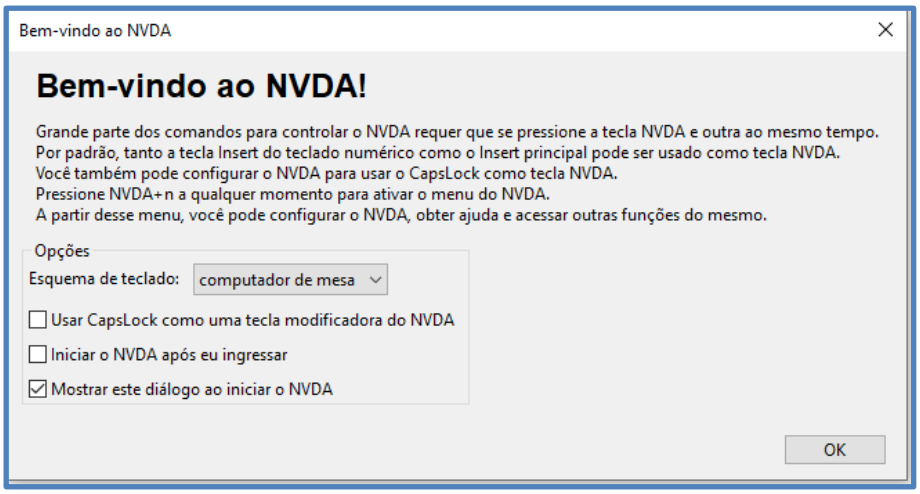
Na literatura, existem várias definições para os termos Tecnologias Assistivas. A definição expressa no Decreto Nº 10.645, de 11 de março de 2021 (BRASIL, 2021), retrata que tecnologia assistiva ou ajuda técnica refere-se aos produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, com vistas à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

2.1.2.1. Tecnologias assistivas no contexto das pessoas com deficiência visual

No contexto das pessoas com deficiência visual, existem tecnologias como leitores de tela que possibilitam que essas pessoas naveguem em *sites* com o auxílio de um sintetizador de voz. Essa ferramenta realiza a conversão de um texto codificado em HTML de uma página *Web* para uma linguagem de fala. Há uma variedade de leitores de tela disponíveis em plataforma móveis e sistemas operacionais para utilização pelas pessoas com deficiência visual.

Um deles é o NVDA (*NonVisual Desktop Access*) (NVDA, 2023), que é gratuito e de código aberto, e que possui suporte para *softwares* de escritório para escrita de textos, cálculos matemáticos com o uso de planilhas, e navegadores populares, como o *Mozilla Firefox* e *Google Chrome*. Esse aplicativo está integrado a mais de cinquenta idiomas e permite que o usuário selecione um sintetizador de voz com o qual esteja mais familiarizado, ajuste a velocidade da fala e escolha se a leitura deve ser por caracteres e/ou palavras digitadas, entre outras funcionalidades. A Figura 4, mostra a tela inicial dessa ferramenta.

Figura 4 - Tela inicial do leitor de tela NVDA



Fonte: (NVDA, 2023)

2.2. Imagem

O termo “imagem” tem sua origem do latim “imago, -inis”, que significa representação, forma, imitação, aparência, ou aspecto de uma pessoa ou objeto através da exibição de um desenho, gravura, escultura ou pintura (DICIO, 2023; MICHAELIS, 2023; PRIBERAM, 2023).

As imagens começaram a ser representadas no período pré-histórico nas cavernas, através de desenhos com o propósito da socialização da espécie humana na forma de

comunicação, retratando as conquistas, derrotas, desafios, rituais, pensamentos e cenas da vida cotidiana. Essas representações foram evoluindo ao longo da história, gerando conhecimento, como a figura humana disposta através de formas geométricas e gráficos (SILVA, ALVES, COSTA, 2007).

As imagens podem ser categorizadas de várias formas, dentre elas a imagem dinâmica.

2.2.1. Imagem dinâmica

Nesta pesquisa, considera-se o termo "Imagem Dinâmica" como sendo uma imagem gerada e produzida *online*, permitindo a interação do usuário. Em áreas interdisciplinares, como a comunicação, essa imagem é expressa como "Imagem Interativa". Nesse sentido, define-se imagem interativa como uma união de áreas da arte, tecnologia e comunicação presentes num espaço virtual, constituída por imagens, textos e sons, que disponibiliza a troca de comunicação na forma de um diálogo que pode ser verbal, visual ou sonoro, com base na ação do receptor (TAVARES, 2001).

Há uma variedade de imagens dinâmicas, como o gráfico dinâmico.

2.2.1.1. Gráfico dinâmico

Esse tipo de imagem fornece uma representação dos dados conectados em diferentes bases de dados, como tabelas dinâmicas (tabela interativa utilizada para resumir uma grande quantidade de fonte de dados), possibilitando a interação do usuário para realizar análises, comparações, e identificar padrões e tendências dos dados, visando as tomadas de decisões (MICROSOFT, 2023; UFPEL, 2023).

Quando apresentados na forma de *dashboard* (painel dinâmico ou digital), são disponibilizados marcadores de dados e categorias, contemplando filtros que podem ser utilizados para classificar e filtrar dados subjacentes ao gráfico, possibilitando ao usuário alterar o tipo e a disposição do gráfico, título, posicionamento de legendas, rótulos de dados e outras funcionalidades (MICROSOFT, 2023).

2.3. Linguagem Simples

Plain Language é uma expressão inglesa que se refere à "linguagem simples" ou "escrita simples". Originou-se nos Estados Unidos e Reino Unido no ano de 1940 como uma técnica de comunicação e causa social, visando defender o direito dos cidadãos de compreenderem as informações do cotidiano.

Está presente em mais de trinta países nos mais diversos idiomas, tendo como propósito que os leitores entendam o conteúdo de um texto escrito numa redação clara, consistente e organizada, evitando o uso de expressões ou jargões técnicos (COMUNICA SIMPLES, 2021; US.GOV, 2021).

Com base nas normativas jurídicas, como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), a adoção da Linguagem Simples vem logrando espaço para ser utilizada em meios eletrônicos. Um exemplo é o Estado de São Paulo, que lançou um guia de orientações para implementar uma linguagem clara em diversos elementos exibidos em *sites*, como imagens, *links*, botões, abas, entre outros, evitando o uso de vocabulário técnico e palavras de difícil entendimento à sociedade civil (SÃO PAULO, 2017).

2.4. Transparência Pública

O termo transparência pode ser conceituado como “um ambiente no qual os objetivos e decisões políticas, sua estrutura legal, institucional, econômica e seus fundamentos, os dados e informações relacionados às políticas monetárias e financeiras e os termos da responsabilidade das agências são fornecidos ao público de maneira compreensível, acessível e oportuna” (OECD, 2000).

Com base na Lei de Acesso à informação (BRASIL, 2011), foram criados painéis interativos governamentais que incluem imagens gráficas geradas *online*, como o *Painel Interativo com a Devolutiva da Consulta Pública Participa Niterói*, para promover e fomentar a transparência pública aos cidadãos. Esse painel teve como propósito possibilitar a consulta das demandas da sociedade civil, apresentadas como prioritárias pelos vereadores e pela sociedade, podendo ser transformadas em projetos e ações governamentais no Plano Plurianual Niteroiense (NITERÓI, 2021).

2.5. Levantamento bibliográfico e documental

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir de um levantamento bibliográfico e documental, que foi segmentando em duas etapas. A primeira etapa consistiu em um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), com análise e discussão dos resultados. Na segunda, foi realizado um levantamento *ad hoc*, no qual foram encontrados estudos e contribuições que serviram de insumos para a construção da solução deste trabalho de pesquisa.

Cabe ressaltar que não foram localizados muitos trabalhos, apontando que o tema desta tese é uma novidade e uma oportunidade de pesquisa a ser explorada pela comunidade científica na área de Sistemas de Informação, principalmente na trilha de

Interação Humano-Computador alinhada aos grandes desafios de pesquisa em Sistemas de Informação no Brasil para o quadriênio de 2016 a 2026 (BOSCARIOLI *et al.*, 2017).

2.5.1. Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL)

O MSL foi publicado no *XIX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação* com o tema "Sistemas de Informação Verdes para a Sustentabilidade Ambiental" (SBSI 2023) (MARQUES, FERREIRA, 2023). Teve como objetivo identificar as tecnologias desenvolvidas para auxiliar na descrição de imagens dinâmicas na *Web*, visando o entendimento e a transparência de informações que possam ser perceptíveis às pessoas com deficiência visual. Para alcançar esse objetivo, foram localizados nas bases de buscas 1.019 estudos primários dos quais, após a aplicação dos critérios de seleção e questões de qualidade, onze estudos relevantes foram aceitos.

A elaboração desse mapeamento baseou-se na proposta de Kitchenham (KITCHENHAM, 2004), visando à realização de uma revisão mais aprofundada para a identificação de estudos primários. Esse MSL abrangeu as fases de Planejamento, Condução e Disseminação dos Resultados, e foi realizado entre 5 de outubro de 2022 a 30 de novembro de 2022. O protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura pode ser consultado no Apêndice A.

2.5.1.1. Limitações do mapeamento

O mapeamento limitou-se à seleção de estudos utilizando a *string* de busca, que foi refinada durante a fase de planejamento. Não foram consideradas imagens dinâmicas, como diagramas e infográficos, o que poderia ter impactado na análise dos resultados.

Outra limitação diz respeito ao fato de que não foram capturados estudos relevantes oriundos de outros repositórios (científicos e documentos de patentes), que poderiam ter sido considerados nos resultados.

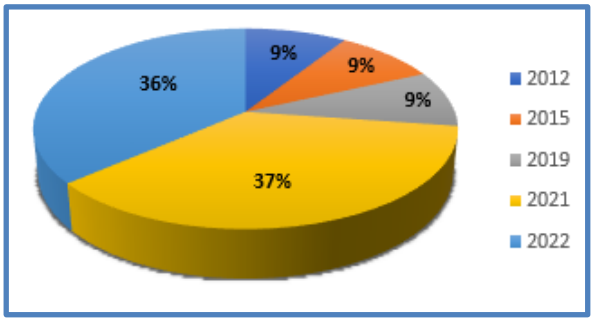
Um terceiro limitador refere-se ao fato de que 694 (70,82%) estudos não puderam ser lidos por não estarem enquadrados como "*open access*", o que poderia ter permitido a extração de informações aderentes ao MSL para discussão.

2.5.1.2. Análise dos resultados

Nesta seção, é explanada a análise dos resultados dos estudos relevantes selecionados, bem como a abordagem das QPSs. No Apêndice B, estão sumarizados os estudos, contendo o título, ano de publicação e a pontuação final das QQs em formato de tabela. Para lograr esses resultados, foram gerados gráficos e tabelas com o propósito de responder às Questões de Pesquisa Secundárias (QPS) e a Questão de Pesquisa Primária (QPP).

Do Gráfico 1, pode-se inferir que houve um aumento na publicação de estudos a partir de 2019, com 37% em 2021 e 36% em 2022, revelando que a comunidade científica internacional vem realizando pesquisas para proporcionar a acessibilidade às imagens dinâmicas aos cidadãos com deficiência visual.

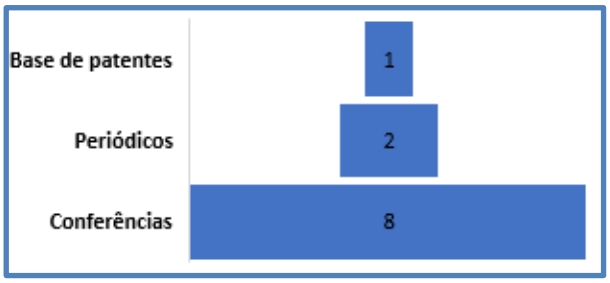
Gráfico 1 - Estudos por ano de publicação



Fonte: Do autor

Na distribuição dos estudos por publicação (Gráfico 2), pode-se observar à predominância da divulgação em conferências, como a *ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, quando comparada aos periódicos e documentos em bases de patentes.

Gráfico 2 - Estudos por publicação



Fonte: Do autor

No que se refere à proveniência dos trabalhos, cabe ressaltar que a maioria está localizada no continente norte-americano, com sete estudos (SIU, FAN *et al.*, 2021; ZOU, TREVIRANUS, 2015; SHARIF, ZHANG *et al.*, 2022; STRANTZ, 2021; LUNDGARD, SATYANARAYAN, 2021; SUMMERS, ALLISON *et al.*, 2012; JUNG, MEHTA *et al.*, 2021), acompanhados de três do continente europeu (ZEINULLIN, HERSH, 2022; SETIAWAN, PRIAMBODO *et al.*, 2019; ZOU, TREVIRANUS, 2015) e um da Oceania (BELLE, GOH *et al.*, 2022). A Figura 5, ilustra a quantidade dos trabalhos por continente, com um círculo azul destacando a carência de estudos da América do Sul relacionados ao objetivo deste MSL.

No que tange aos MSLs, não foi localizado nenhum estudo ou documentos de patentes que estivesse relacionado ao tema desse mapeamento.

Figura 5 - Estudos por continente



Fonte: (MICROSOFT, 2022)

QPS1: Quais contribuições tecnológicas desenvolvidas?

O objetivo desta questão foi identificar as contribuições tecnológicas desenvolvidas em termos de técnicas, ferramentas, métodos, recomendações e boas práticas para a descrição de imagens dinâmicas.

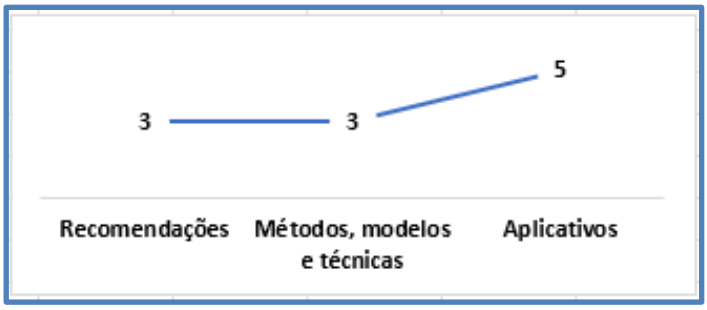
Da apuração, pôde-se obter que, em cinco estudos, foram desenvolvidos aplicativos (ZEINULLIN, HERSH, 2022; BELLE, GOH *et al.*, 2022; SETIAWAN, PRIAMBODO *et al.*, 2019; ZOU, TREVIRANUS, 2015; SHARIF, ZHANG *et al.*, 2022) para proporcionar a descrição para cidadãos com deficiência visual. Um dos estudos, de Sharif *et al.* (2022), propôs uma solução multimodal de código aberto para melhorar a acessibilidade da visualização de dados geoespaciais *online*, possibilitando que usuários leitores de tela extraíssem informações dessas visualizações.

Modelos conceituais, métodos e técnicas, abordados em três estudos, também foram propostos para resolver a inacessibilidade das descrições em imagens dinâmicas, como o trabalho de Lundgard *et al.* (LUNDGARD, SATYANARAYAN, 2021), que propôs um modelo conceitual para conteúdo semântico, visando transmitir descrições de visualizações utilizando linguagem natural, possibilitando a transparência de informações.

Dos documentos de patentes, foi possível extrair a elaboração de um método para geração automática de legendas de visualização contendo gráficos de linhas (SUMMERS, ALLISON *et al.*, 2012).

Três estudos apresentaram recomendações baseadas em testes realizados com pessoas com deficiência visual. O Gráfico 3 ilustra a distribuição das contribuições.

Gráfico 3 - Contribuições tecnológicas



Fonte: Do autor

QPS2: Quais plataformas, domínios, contextos abordados?

O propósito desta questão foi identificar quais plataformas, domínios e contextos foram abordados nos estudos selecionados. Para representar essas informações, foi gerada a nuvem de palavras na Figura 6. Em destaque, ao centro, aparece a palavra "*Web*", indicando que os estudos estavam direcionados às plataformas como Sistemas de Informações de Dados Geoespaciais (SIGs). Domínios como a saúde, abordando assuntos sobre acompanhamento da vacinação contra o coronavírus (COVID-19) (SIU, FAN *et al.*, 2021; BELLE, GOH *et al.*, 2022; SHARIF, ZHANG *et al.*, 2022; JUNG, MEHTA *et al.*, 2021), tráfego de automóveis (SHARIF, ZHANG *et al.*, 2022), educação (ZEINULLIN, HERSH, 2022), economia (ZOU, TREVIRANUS, 2015; LUNDGARD, SATYANARAYAN, 2021), rendimento e trabalho (SHARIF, ZHANG *et al.*, 2022; (JUNG, MEHTA *et al.*, 2021), e pobreza (JUNG, MEHTA *et al.*, 2021) foram contextos abordados nos trabalhos.

A pesquisa de Belle *et al.* (2022) possibilitou a disseminação em plataformas *Web*, oportunizando a transparência de informações em contextos que assolaram a humanidade, como a COVID-19 e condições sociais, entre outros. Dessa forma, a sociedade civil pôde monitorar a aplicação dos recursos públicos e acompanhar às ações da gestão pública.

Figura 6 - Plataformas, domínios e contextos abordados

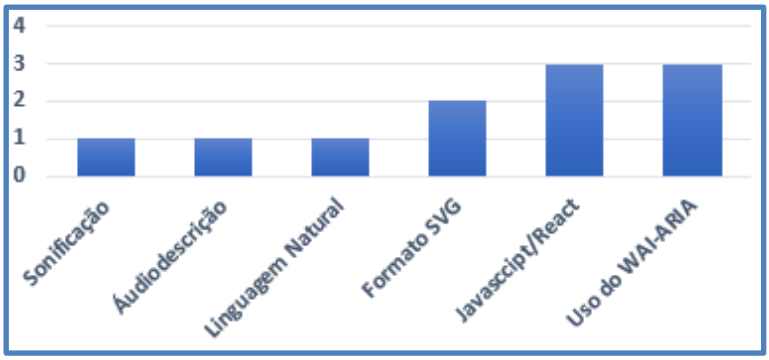


Fonte: Do autor

QPS3: Quais recursos utilizados para descrição de imagens?

Para prover acessibilidade às visualizações de dados para os cidadãos com deficiência visual, foram identificados nos estudos e documentos de patentes o uso de recursos (Gráfico 4), como: a linguagem *Javascript* (JAVASCRIPT, 2022); biblioteca *React* (REACT, 2022); HMTL apoiado nas recomendações WAI-ARIA (W3C, 2022) do consórcio W3C (*World Wide Web*); uso do formato de imagem SVG (*Scalable Vector Graphics*); sonificação; audiodescrição; e linguagem natural. O trabalho dos pesquisadores Belle *et al.* (BELLE, GOH *et al.*, 2022) destaca-se pela construção de um *pipeline* para geração de textos alternativos utilizando *React* e padrões definidos pelo WAI-ARIA para visualização de imagem em SVG.

Gráfico 4 - Recursos utilizados para descrição de imagens



Fonte: Do autor

2.5.1.3. Discussão

Com base nos resultados dos onze estudos relevantes selecionados, pôde-se destacar que, nos últimos dois anos, ou seja, 2021 e 2022, houve um crescimento no número de publicações, aproximadamente 27% a mais quando comparado ao ano 2012. Esse percentual demonstra que a comunidade acadêmica tem se dedicado à realização de pesquisas na temática da acessibilidade, com foco nas descrições em imagens dinâmicas para as pessoas com deficiência visual.

Outro fator que chama a atenção é o baixo número de depósitos de documentos de patentes, refletindo a escassez de registros nas bases de patentes. Esse cenário poderia ser incentivado no ambiente acadêmico, dada a importância para a inovação e o empreendedorismo.

Ao analisar a origem dos trabalhos em relação ao polo continental, observa-se que 63% deles provêm do continente norte-americano, com destaque para países como Canadá e Estados Unidos. Em seguida, 27% são do continente Europeu incluindo o Reino Unido e Itália, e 10% da Austrália. Dos países que compõem a América do Sul, como o Brasil, não se pôde inferir nenhum estudo.

No número de aplicativos desenvolvidos, ferramentas ainda são superiores quando comparadas ao número de modelos conceituais, métodos, técnicas e recomendações, destacando-se em 45.45% do total dos trabalhos revelados pela QPS1 (Quais contribuições tecnológicas desenvolvidas?).

Pôde-se extrair da QPS2 (Quais plataformas, domínios, contextos abordados?) que domínios como a Educação, Saúde, Emprego e Trabalho, entre outros, podem ser consultados na *Web* em SIGs contendo mapas interativos para a promoção da transparência da informação, visando à fiscalização, controle e monitoramento da aplicação de políticas públicas. A disseminação de informações nos SIGs e SIs (Sistemas de Informação) na *Web*, especialmente durante a pandemia do coronavírus (COVID-19), foi fundamental para transparência da gestão pública, no que tange à remessa de vacinas aos locais de vacinação, ao número de pessoas infectadas e ao percentual de doses aplicadas na população. Nesse sentido, devem ser projetados SIs que possam fomentar a transparência da informação para qualquer tipo de público, incluindo as pessoas com deficiência visual.

Em termos de tecnologias, recursos e mecanismos (QPS3 - Quais recursos utilizados para descrição de imagens?), nota-se uma pequena evolução da sonificação, no uso de linguagens naturais e na audiodescrição, possibilitando que sejam realizadas mais pesquisas utilizando esses recursos, bem como melhorias na descrição de imagens, como o avanço de trabalhos que utilizam mecanismos consolidados, como WAI-ARIA (W3C, 2022), linguagem *javascript* (JAVASCRIPT, 2022) e formatos de imagens SVG.

2.5.2. Levantamento *ad hoc*

Nesta seção, são relatadas as tecnologias e ferramentas localizadas durante um levantamento *ad hoc* para a descrição de imagens, através da utilização de textos alternativos, visando à compreensão pelo público-alvo desta pesquisa.

Textos alternativos podem ser entendidos como um artifício utilizado por conteudistas e desenvolvedores *Web* durante a inclusão de uma imagem no código HTML, através do atributo “alt” disposto no elemento <img>. Esses textos são interpretados pelos leitores de tela e transmitidos por síntese de voz ao usuário (UNG, 2023; WEBAIM, 2023).

A API *Image Analysis* da *Microsoft* é uma ferramenta para a geração automática de textos alternativos com base na análise de imagem apoiada na Inteligência Artificial. A ferramenta oferece modelos de legendas para elaboração de descrições, que podem ser incorporadas a uma página *Web* ou aos componentes de aplicativos que dispõem de textos alternativos (MICROSOFT, 2023a).

Outra forma de descrever imagens é utilizando bibliotecas com recursos da linguagem *Javascript*, como o “Chart.js”. Essa biblioteca possibilita a incorporação de imagens gráficas em *sites* e plataformas *Web*. Desenvolvida como um projeto de código aberto, o *Chart.js* oferece recursos para criação de gráficos integrados à biblioteca, além de *plug-ins* e opções para mesclar gráficos em uma mesma página (CHART.js, 2023).

React é um outro exemplo de biblioteca construída em *Javascript* para a elaboração de imagens em interfaces *Web*. Baseada em componentes, ela possibilita que os desenvolvedores *Web* utilizem *Javascript* em conjunto com HTML para desenvolver gráficos (REACT, 2022).

A biblioteca "*Highcharts*" é outra ferramenta desenvolvida para a criação de gráficos em plataformas *Web* e móveis. Esse recurso foi elaborado em *Javascript* e *Typescript* (linguagem de programação de código aberto desenvolvido pela Microsoft) para ser utilizado em qualquer linguagem de programação, banco de dados e sistemas operacionais (HIGHCHARTS, 2023).

2.6. Trabalhos anteriores

Acessibilidade *Web* é um tema de grande relevância para a sociedade civil e, apesar dos esforços dedicados pela comunidade acadêmica e pelo setor privado para lograr uma *Web* mais acessível, foram localizados poucos trabalhos próximos ao objetivo desta pesquisa durante a etapa de levantamento bibliográfico e documental, que englobou o MSL e levantamento *ad hoc*.

Um dos trabalhos identificados foi de Zou *et al.* (2015), que propuseram uma ferramenta chamada *ChartMaster* (Figura 7), visando dar acessibilidade aos gráficos interativos no mercado de valores para orientar investidores na tomada de decisões financeiras com base na comparação e análise de uma determinada parte ou pontos de dados em gráficos.

Figura 7 - Tela da ferramenta *ChartMaster* exibindo menus *dropdown*



Fonte: (ZOU *et al.*, 2015)

Para a construção da ferramenta, foi realizado um estudo com dezesseis pessoas com deficiência visual, utilizando métodos de inspeção e teste de usabilidade, o protocolo *think-aloud* (um protocolo utilizado para coletar dados em testes de usabilidade em *design* e desenvolvimento de produtos na área da psicologia e ciências sociais) (UNIVALI, 2019) e processos iterativos, com o propósito de criar uma interface que possibilitasse a transformação dos dados de um gráfico em formato textual com base nas opções disponibilizadas em *menus* suspensos.

A ativação dos *menus* era realizada via teclado ou envio de consultas por voz ou texto, com as respostas exibidas na forma de um resumo de texto na parte inferior do *menu* suspenso. Os *menus* eram agrupados em três categorias: *Tipo de informação*, onde

os usuários decidiam o tipo de informação desejada; *Prazo*, que permitia aos usuários definirem um determinado período de tempo para os dados; e *Conjunto de dados específicos*, que fornecia o valor de preço, divisão, dividendo e tendência do mercado de ações.

A ferramenta *Chartmaster* apresentava algumas limitações, como: permitir ao usuário selecionar apenas uma opção de cada categoria; ser direcionada para alguns gráficos, como de linha; e não realizar a descrição de informações sobre a estrutura do gráfico, padrões técnicos e a tendência geral do gráfico.

Em outro trabalho, Belle *et al.* (2022) confeccionaram o *pipeline* "Alt-Texify" com o propósito de gerar descrições em textos alternativos de visualizações compostas por gráficos de linhas, barras e dispersão. O *pipeline* consistiu das seguintes etapas: classificação da visualização; extração dos dados; e geração das descrições, a partir do carregamento de imagem no formato SVG ou de informações em arquivos no formato XML SVG. Para os tipos de gráficos suportados pelo *pipeline*, levou-se em consideração uma breve descrição do tipo de gráfico, título, nome dos rótulos e dos eixos (BELLE, GOH, KUMAR, PRANJATNO *et al.* 2022).

Esse estudo não abordou outros formatos de gráficos e não especificou quais informações eram necessárias para a compreensão dos cidadãos com deficiência visual. A Figura 8, mostra uma visão geral da *interface* do usuário para obter a descrição em texto alternativo de uma visualização gráfica.

Figura 8 - Visão da interface do *Alt-Texift*



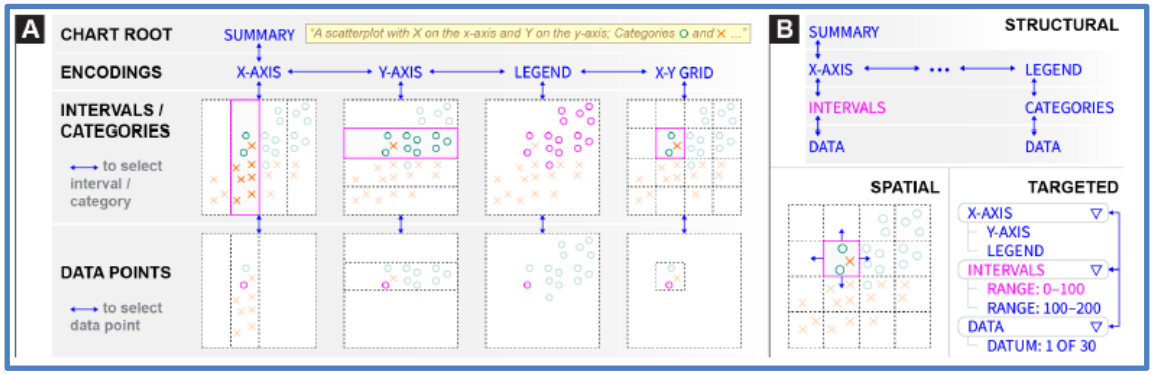
Fonte: (BELLE *et al.*, 2022)

Para suprir a ausência de recursos na leitura de informações em gráficos interativos, Zong, Lee *et al.* (2022) desenvolveram protótipos de telas que permitiam a exploração de dados por pessoas com deficiência visual. Esses protótipos foram confeccionados através de um processo interativo de *co-design* que utilizou textos alternativos e WAI-ARIA (W3C, 2022), apoiado em três dimensões: 1. Estrutura, como os elementos de um gráfico podem ser organizados; 2. Navegação, operações estruturais e espaciais direcionadas ao usuário; 3. Descrição das informações.

A Figura 9, ilustra o funcionamento de navegação e as opções disponíveis para a exploração dos dados, sendo composta de duas partes. Na primeira parte, representada pela legenda “(a)”, refere-se à estrutura de visualização no formato de uma árvore com as entidades de codificação e, na cor em rosa, a localização do leitor de tela. As setas na cor azul entre os rótulos indicam as próximas etapas disponíveis para navegação via teclado (para cima, para baixo, à esquerda e à direita).

A outra parte da figura, identificada pela legenda “(b)”, indica as três formas de navegar nas estruturas de uma visualização.

Figura 9 - Funcionamento de navegação do protótipo com opções disponíveis para exploração de dados



Fonte: (ZONG *et al.*, 2022)

A solução projetada pelos pesquisadores não contemplou a tradução de especificações de visualizações interativas, no que concerne à hierarquia das estruturas de gráficos, como eixo de linhas, gráficos em grade, pizza, entre outros.

Os pesquisadores Jung *et al.* (2021) elaboraram um conjunto de recomendações para a construção de textos alternativos para gráficos estáticos em documentos *online*. Para elaborar essas recomendações, foi realizado um estudo com 22 voluntários que apresentavam deficiência visual total e experiência em visualizações de dados. Esses participantes efetuaram tarefas para a captura de dados com baixa redução da carga cognitiva, visando a geração de um modelo mental para o entendimento das informações nos gráficos.

O conjunto de recomendações teve como foco gráficos no formato SVG, não alcançando visualizações de dados mais complexas, como gráficos interativos.

Os autores Summers, Allison *et al.* (2012) confeccionaram um método para implementar a visualização de dados digitais direcionada aos gráficos de linha. Utilizando um dispositivo eletrônico acessível para pessoas com deficiência visual e dotado de uma superfície sensível ao toque, os usuários puderam, por meio de gestos de navegação com

os dedos, selecionar elementos do gráfico e obterem informações. O método não englobou a visualização de gráficos em outros formatos, como gráficos de barras e pizza.

Outro trabalho foi conduzido pela pesquisadora Sacramento (2021), que investigou as demandas e preferências de pessoas com deficiência visual em relação à descrição de conteúdo visual (especificamente imagens estáticas) em mídias sociais *online* no cenário nacional. Como resultado, foi elaborado um conjunto de diretrizes para produção de alternativas para o conteúdo visual, fruto de um estudo de campo com voluntários e levantamentos.

As diretrizes foram relacionadas a dois princípios: conteúdo; e tecnologia. O primeiro englobou orientações para a confecção de descrições com foco no conteúdo visual para usuários de mídias sociais com deficiência visual. O segundo focou nas orientações para a construção de interfaces e soluções de natureza automatizada para a produção de alternativas ao conteúdo visual, também no contexto das mídias sociais.

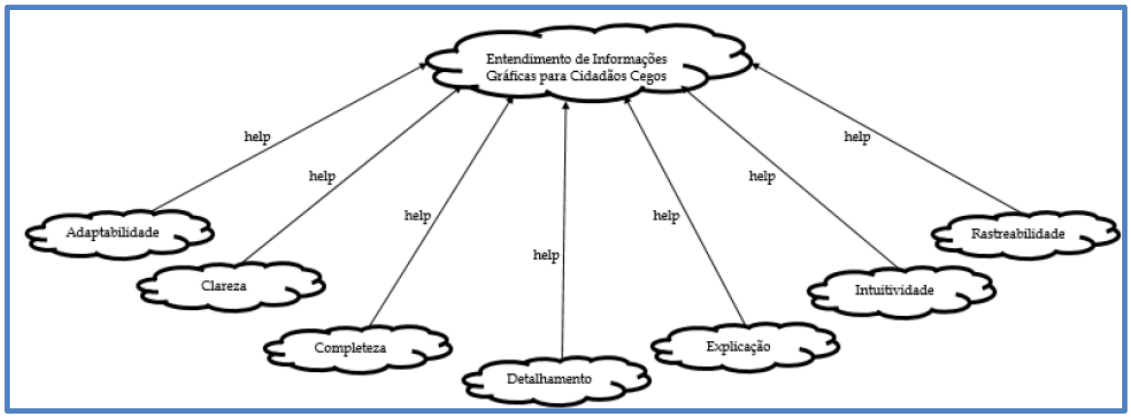
Para avaliação, foi escolhida a diretriz de conteúdo referente à descrição de imagens do tipo fotografia, abrangendo pessoas normovisuais que produziam e/ou compartilhavam conteúdo visual em mídias sociais *online*, não especialistas em descrição de conteúdo visual, e pessoas com deficiência visual.

A presente pesquisa complementa o trabalho de Sacramento (2021) ao aprofundar a demanda de pessoas com deficiência visual total na descrição de gráficos. Além disso, traz como diferencial o fato de abordar gráficos gerados dinamicamente em portais governamentais, viabilizando o acesso e a transparência das informações.

Outro trabalho muito próximo ao objetivo desta pesquisa foi descrito na dissertação de mestrado do autor dessa tese, na qual foi confeccionado um *Catálogo Entendimento de Informações Gráficas para Cidadãos Cegos* (Figura 10). Esse catálogo

foi composto por operacionalizações e mecanismos de implementação de características de transparência da informação, além de um Guia de utilização desse catálogo, para que os conteudistas *Web* envolvidos na divulgação de informações gráficas estáticas pudessem torná-las mais inteligíveis para pessoas com deficiência visual total (MARQUES, 2017).

Figura 10 - SIG de entendimento de informações gráficas para cidadãos deficientes visuais totais



Fonte: Do autor

O catálogo foi construído a partir das características de transparência identificadas no Catálogo de Transparência (CAPPELLI, 2009), sendo formado por um SIG (*Softgoal Interdependency Graph*), que pode ser conceituado como um "grafo de interpendência que desempenha um papel principal na visualização e análise de requisitos não funcionais (NFRs)" (MAREW *et al.*, 2006), possibilitando a "identificação das relações de dependências entre seus componentes e suas contribuições" (CAPPELLI, 2009) com base nas operacionalizações e mecanismos de implementação.

Desse catálogo, pôde-se extrair características, como: *Adaptabilidade* (capacidade de apresentar informações gráficas em diferentes formatos que satisfaçam às necessidades ou mudanças de contexto); *Clareza* (capacidade de exibir informações gráficas de fácil compreensão); *Detalhamento* (capacidade de esmiuçar as informações sobre os elementos de um gráfico); *Completeza* (capacidade de prover informações sobre gráficos,

não faltando nada que seja necessário a plena absorção do conteúdo); *Detalhamento* (capacidade de esmiuçar as informações sobre os elementos de um gráfico); *Explicação* (capacidade de esclarecer as informações que estejam presentes em gráficos); *Intuitividade* (capacidade de fornecer a compreensão de informações gráficas sem a necessidade de um prévio aprendizado); e *Rastreabilidade* (capacidade de exibir informações sobre a proveniência dos dados utilizados na elaboração de um gráfico).

2.6.1. Discussão

A partir do MSL e do levantamento *ad hoc*, foi possível identificar trabalhos que apoiam a descrição de textos alternativos em imagens dinâmicas, utilizando recursos, mecanismos e tecnologias como *plug-ins*, bibliotecas escritas em *javascript*, inteligência artificial, modelos de aprendizagem de máquina, modelos conceituais voltados para a semântica da informação, métodos para implementação de visualizações de dados, recomendações para gráficos no formato SVG, e ferramentas para dispositivos móveis com o uso de sonificação.

Embora existam trabalhos na literatura que abordam a acessibilidade as informações visuais para pessoas com deficiência visual total, nota-se a ausência de estudos e documentos de patentes que tratem de como devem ser descritas imagens, como gráficos dinâmicos de linha, barra e pizza, presentes em *dashboards*, painéis digitais, *sites* e plataformas governamentais, de forma a atender às preferências e demandas desses cidadãos. Dessa forma, esta tese propõe um conjunto de diretrizes para descrever gráficos dinâmicos (linha, barra e pizza) e um protótipo de *interface* para gerar a autodescrição desses gráficos, com base nas definições das diretrizes. O protótipo foi validado por pessoas com deficiência visual total.

O diferencial dos produtos propostos nessa tese, em relação aos trabalhos identificados na literatura, reside no fato de terem sido construídos sob o pilar da Linguagem Simples, dos elementos de transparência do *Catálogo Entendimento de Informações Gráficas para Cidadãos Cegos* (MARQUES, 2017), das descobertas identificadas em levantamentos no cenário nacional com produtores de imagens dinâmicas e dos achados sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação dessas imagens pelo público-alvo, expostos no *Estudo Exploratório* (Capítulo 4).

2.7. Síntese do capítulo

Neste capítulo foram abordados, os conceitos fundamentais relacionados à acessibilidade, com um aprofundamento na acessibilidade *Web*, passando por tecnologias assistivas, especialmente aquelas direcionadas ao contexto das pessoas com deficiência visual, imagem dinâmica, gráfico dinâmico, linguagem simples e transparência pública.

Seguindo a sequência dos assuntos das subseções, foi realizado um levantamento bibliográfico e documental sob a forma de um MSL e de um levantamento *ad hoc*, com o propósito de localizar trabalhos e demonstrar a existência de oportunidades de pesquisa a serem exploradas para a descrição de imagens dinâmicas.

O capítulo é finalizado com uma discussão dos trabalhos relacionados que, de alguma forma, inspiraram para elaboração de dois produtos: um conjunto de diretrizes e um protótipo de *interface*, apoiado nas definições das diretrizes, validado por pessoas com deficiência visual total.

No próximo capítulo é detalhado o método de pesquisa e suas etapas.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo contextualizar o tipo de pesquisa, a metodologia utilizada e as etapas do método de pesquisa. As etapas incluem o levantamento bibliográfico e documental; a investigação com produtores de imagens dinâmicas para entender como essas imagens são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais; e as barreiras de entendimento e percepção na interação com imagens dinâmicas por pessoas com deficiência visual total. Ao final do capítulo, são explanadas as limitações do método.

A abordagem da pesquisa, a apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNIRIO) e as etapas que compõem o método de pesquisa são detalhadas nas subseções a seguir.

3.1 Abordagem da pesquisa

A presente pesquisa tem caráter descritivo, com o objetivo de conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total. Para isso, foi adotada uma abordagem metodológica qualitativa.

A escolha dessa abordagem é justificada pela utilização de diversas estratégias de investigação e técnicas para identificar evidências e lacunas, que foram analisadas e organizadas para facilitar a compreensão de imagens dinâmicas no contexto governamental, respondendo às questões de pesquisa, tanto primária quanto secundárias.

Outra justificativa é que os resultados obtidos com essa abordagem buscam gerar conhecimento sobre as dificuldades enfrentadas por indivíduos no acesso a sistemas e plataformas na *Web* (YIN, 2005), viabilizando inovações e abrindo caminho para novas pesquisas em Sistemas de Informação, especialmente nas áreas de Interação Humano-Computador e temas relacionados.

É importante destacar que, no campo da Interação Humano-Computador, as construções, modelos, métodos e suas instanciações constituem artefatos externos, refletindo as questões e objetivos da pesquisa sobre o comportamento humano, bem como as evidências de avaliação provenientes de estudos qualitativos ou quantitativos realizadas com seres humanos (ADAM, ANU, HEVNER, SAARLAND, 2021).

3.2 Apreciação da pesquisa pelo Comitê de Ética (CEP-UNIRIO)

Independente da área de conhecimento, toda pesquisa que envolve seres humanos apresenta riscos diretos ou indiretos, mesmos que considerados mínimos (CNS, 2012). Nesse contexto, optou-se por seguir as recomendações do CNS (Conselho Nacional de Saúde) reconhecendo que pesquisas dessa natureza têm implicações éticas e legais. Isso resulta na necessidade de submissão de trabalhos para apreciação por Comitês de Éticas em Pesquisas, como o CEP-UNIRIO. Três versões do projeto de pesquisa foram enviadas ao CEP para apreciação e aprovação.

Durante o processo de apreciação surgiram algumas pendências. Uma delas foi a não recomendação por *"não exigir a obrigatoriedade de resposta em questionários por meio de plataforma virtual. A única obrigatoriedade deve ser quanto ao consentimento na participação, se o registro deste também se der por meio de plataforma virtual, sendo uma referência da Carta Circular nº 1/2021- CONEP/SECNS/MS, que trata de*

orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual (CEP-UNIRIO, 2023).

Após a resolução de todas as pendências, foi emitido parecer favorável sob número 5.908.125, com registro do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de numeração 65173622.3.0000.5285, autorizando a abertura da coleta de dados junto ao público-alvo desta tese.

3.3 Etapas do método

Foram estabelecidas oito etapas para o método de pesquisa: 1. Levantamento bibliográfico e documental; 2. Identificação de formas de propiciar a transparência das informações; 3. Identificação das diretrizes de acessibilidade e guias de recomendação relacionados à compreensão de imagens para as pessoas com deficiência visual; 4. Levantamento com produtores de imagens dinâmicas para entender como são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais; 5. Levantamento sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação com imagens dinâmicas; 6. Estudo de campo; 7. Desenvolvimento dos produtos; 8. Validação do protótipo.

3.3.1 Levantamento bibliográfico e documental

A presente etapa (detalhada na Seção 2.5 - *Levantamento bibliográfico e documental* do Capítulo 2 - *Conceitos Fundamentais*) teve por propósito realizar um levantamento bibliográfico em bases científicas, repositórios de documentos de patentes e na *Web*.

Uma das etapas do levantamento foi na forma de um MSL com base na proposta de Kitchenham (2004), que incluiu um recorte cronológico para identificação dos estudos e documentos de patentes entre 05 de outubro de 2022 a 30 de novembro de 2022.

Em outra etapa, foi realizado um levantamento *ad-hoc*, por meio de *sites* de buscas e portais do segmento público e privado, onde foram identificados documentos e materiais que serviram de insumos para a elaboração da solução desta tese.

3.3.2 Identificação de formas de propiciar a transparência das informações

A identificação de formas de propiciar a transparência das informações, iniciou-se por meio do estudo da linguagem simples com a participação do pesquisador no curso "Linguagem simples aproxima o governo das pessoas. Como usar?" realizado à distância pela Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) no mês de maio de 2021, e no minicurso *online* sobre "Transparência e Transformação Digital: O Uso da Técnica da Linguagem Simples", que ocorreu no evento "VII Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro" (ERSI-RJ, 2021) em setembro de 2021.

Durante esses cursos, foram adquiridos conceitos e conhecimentos sobre a utilização e a importância da linguagem simples no setor público para a elaboração de documentos que contenham textos, figuras e gráficos, visando transmitir informações de forma clara e de fácil compreensão aos cidadãos.

Nesse contexto, alguns conceitos serviram de contribuição para a elaboração da proposta de solução para este trabalho de pesquisa.

3.3.3 Identificação das diretrizes de acessibilidade, guias de recomendação relacionados a compreensão de imagens para as pessoas com deficiência visual

Foram analisadas as diretrizes de acessibilidade de conteúdo *Web*, o WCAG (WCGA, 2022) e as recomendações do Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (E-

MAG, 2014), com o propósito de identificar recomendações relacionadas à compreensão de imagens pelas pessoas com deficiência visual.

Das Diretrizes do WCAG, foi extraída do princípio Perceptível a diretriz 1.1 - Alternativas de texto, que estabelece que sejam ofertados meios de apresentação de conteúdo não textuais aos usuários, possibilitando a utilização do sistema Braille, fala ou uma linguagem mais inteligível, evitando menção as expressões mais técnicas.

Do documento E-MAG, identificou-se a *Recomendação 3.6 - Fornecer alternativa em texto para as imagens do sítio, da Seção Conteúdo/Informação*. Essa recomendação reforça a necessidade de que os portais de governo disponibilizem uma descrição resumida para imagens utilizando o atributo *alt*, sendo referenciado na versão 5.2 da linguagem de marcação HTML, criada pelo consórcio W3C (W3C, 2017). Além disso, sugere que, para imagens de conteúdo mais complexo, deve-se fornecer uma descrição mais detalhada a ser alocada no próprio contexto do atributo ou por meio de um *link* que aponte para uma área com uma descrição mais abrangente, posicionada após a exibição da imagem na página.

As diretrizes do WCAG (WCGA, 2022) e as recomendações do E-MAG (E-MAG, 2014) não especificam como as imagens devem ser descritas sob a ótica das preferências das pessoas com deficiência visual em determinados contextos de pesquisas. Um estudo que traz esse detalhamento é o de Sacramento (2021), que apresenta diretrizes para descrição de imagens em mídias sociais. Foram propostas diretrizes de conteúdo e tecnologia que atendem às demandas e preferências das pessoas com deficiência visual (congênitas e adventícias), com maior aprofundamento em imagens do tipo fotografia.

Do ponto de vista de imagens geradas dinamicamente, o WCAG e o E-MAG também não abordam como essas imagens devem ser descritas para cidadãos com

deficiência visual total. Mesmo a pesquisa de Sacramento (2021) não aprofunda a questão da demanda de gráficos, que é foco deste trabalho.

3.3.4 Levantamento com produtores de imagens dinâmicas para entender como são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais

Para realizar o levantamento com os produtores de imagens dinâmicas (videntes maiores de 18 anos de idade), foi necessário efetuar uma busca na Internet sobre a disponibilização dessas imagens pelo setor privado e, principalmente, pelo segmento governamental, com o propósito de se inteirar das funcionalidades oferecidas nesses canais de acesso à informação. As buscas foram realizadas entre 18 de julho de 2021 e 25 de julho de 2021.

Em seguida, foram contactados especialistas em construção de imagens interativas da rede de contatos do pesquisador, que atuavam em órgãos de governo. A abordagem a esses profissionais ocorreu por *e-mail*, *Whatsapp*[3], rede social *LinkedIn*[4] e pelo *software* colaborativo *Microsoft Teams*[5], visando o entendimento do processo de geração de imagens, principalmente se esses atores conheciam ou utilizavam *guidelines* e diretrizes de acessibilidade para a confecção de imagens dinâmicas.

Para os especialistas que demonstraram interesse em participar do levantamento, foi enviado por *e-mail* ou *Whatsapp* o *link* contendo a carta convite e o *Survey* (questionário na *Web*), para que pudessem acessar e ler esses instrumentos de coleta, disponíveis nos Apêndices C e D. O questionário foi desenvolvido na plataforma *Google Forms*[6], disponibilizado na URL (https://forms.gle/3WxBX9KusBiEZZwQ7) entre 26 de julho de 2021 e 23 de agosto de 2021.

[3] http://www.whatsapp.com/
[4] http://linkedin.com
[5] https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-teams/log-in
[6] https://workspace.google.com/google/forms

Optou-se por essa técnica de coleta, a fim de obter informações a respeito das características, ações, percepções, atitudes ou opiniões de uma população a ser observada, como indivíduos, grupos ou organizações (RECKER, 2015).

No corpo do questionário foi descrito o contato dos pesquisadores para esclarecer possíveis dúvidas sobre a coleta, a confidencialidade das informações e as questões na forma semiestruturada (abertas e fechadas). As perguntas foram divididas em seções: *Sociodemográfico*, que englobou informações sobre o perfil do participante; *Elaboração de imagens dinâmicas* (*gráficos, mapas, painéis*), que abordou como as imagens foram produzidas e o uso da linguagem simples; *Acessibilidade Web*, que envolveu questões sobre o uso de diretrizes e recomendações de acessibilidade, conhecimento sobre ferramentas de leitura de voz, entre outras.

Inicialmente, foram contactados três profissionais que trabalhavam em setores distintos na área governamental: um do ramo do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível; outro da área de auditoria e fiscalização; e o terceiro do segmento de pesquisa agropecuária.

Alguns desses profissionais indicaram outros especialistas para participar das entrevistas, sendo contactados pelo pesquisador por meio dos canais de comunicação relatados anteriormente, totalizando vinte participantes. Desses voluntários, apenas dezesseis responderam ao questionário.

Ao término do período de coleta de dados foi realizada a análise dos resultados com o uso da estatística descritiva, a partir de uma planilha no formato .xls gerada automaticamente pela ferramenta *Google Forms*. Essa análise permitiu a inferência de dados relevantes, que foram sintetizados e dispostos em gráficos e tabelas detalhados no Capítulo 4 - *Estudo Exploratório*.

3.3.5 Levantamento sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação em imagens dinâmicas

Nesta etapa, foi realizado um levantamento sobre as principais barreiras enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual total (congênitas ou adventícias) para a compreensão e percepção na interação com imagens dinâmicas.

Para realizar esse levantamento, foi utilizada como técnica de coleta de dados, um questionário na *Web* criado na ferramenta *Google Forms*, disponibilizado na URL (https://forms.gle/DrtsfTZf4oTwdfVK9). O questionário permaneceu aberto por quarenta e cinco dias, do dia 21 de março de 2023 ao dia 05 de maio de 2023, e foi composto pelas seguintes seções: 1 - sobre os instrumentos de coleta, como a carta convite e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); 2 - sobre as informações sociodemográficas; 3 - sobre os portais de governo, percepção e entendimento de imagens dinâmicas; 4 - sobre as próximas etapas e desdobramentos da pesquisa.

Antes de liberar o questionário para coleta, foi realizada a sua validação em duas etapas. Na primeira, por um especialista em Interação-Humano Computador do grupo de pesquisa do pesquisador. O propósito dessa validação foi verificar a interação utilizando o leitor de tela gratuito em ambiente *Windows desktop*, o NVDA (NVDA, 2023), se havia necessidade de ajustes no texto da carta convite, se o objetivo da pesquisa estava explicitado, se os contatos dos pesquisadores estavam claros para sanar eventuais dúvidas. Além disso, foi avaliada a clareza das questões, evitando que fossem muito extensas, o que poderia impactar nas respostas dos respondentes, tornando o processo de coleta cansativo.

Na segunda, através de um estudo piloto com uma pessoa com deficiência visual total da rede de contatos do pesquisador que já havia participado de pesquisas anteriores.

O estudo piloto é indicado para garantir que um estudo seja viável, possibilitando a coleta dos dados almejada e permitindo a avaliação do material desenvolvido, como a formulação das perguntas do questionário, se estavam confusas para a compreensão dos respondentes (BARBOSA; SILVA, 2017).

3.3.5.1 Recrutamento dos participantes

Para participar do levantamento, buscou-se voluntários com o seguinte perfil: 1. cidadãos com deficiência visual total que tiveram algum contato com gráficos (linha, barra, pizza); 2. idade superior a 18 anos; 3. nível de escolaridade do ensino médio ou superior; 4. familiaridade na navegação em portais de governo; 5. experiência de pelo menos três anos no uso de leitor de tela.

Os participantes foram localizados na rede social *Whatsapp*, nos grupos compostos por pessoas com deficiência visual, como o "Mundo Cegal" e "Acessibilidade *Web*". Antes de postar o convite aos participantes, foi realizado contato com os administradores de cada grupo.

Para os interessados em participar, o pesquisador enviou, em canal privado (*e-mail* ou *Whatsapp*), o *link* do questionário, onde procederam com a leitura dos documentos (carta convite e o TCLE). Esses documentos foram apresentados em formato acessível, a fim de que pudessem ser lidos pelo leitor de tela.

A carta convite, o TCLE e o questionário *online* podem ser consultados nos Apêndices E, F e G.

3.3.6 Estudo de campo

Foi realizado um estudo de campo entre 27 de julho de 2023 e 23 de agosto de 2023, com o objetivo de executar testes com voluntários com deficiência visual total. O foco do estudo foi investigar, em detalhes, as percepções e dificuldades enfrentadas por esses voluntários para compreensão das informações em gráficos dinâmicos, como formulavam um modelo mental desses gráficos e como procediam para interagir com eles.

O estudo de campo constituiu de algumas etapas, que são descritas a seguir:

a) Seleção dos participantes

Foram selecionados 41 voluntários que participaram da etapa "*3.3.5 Levantamento sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação em imagens dinâmicas*" e demonstraram interesse em participar deste estudo.

b) Observação dos participantes

Foi realizada a observação dos participantes, com opções de participação remota, por meio da plataforma *Google Meet*, e presencial, onde os voluntários podiam escolher o local de sua preferência, como residência, local de trabalho ou outro ambiente. Essa abordagem permitiu um maior controle das observações, minimizando a interferência de fatores externos nos testes. Assim, o pesquisador pôde acompanhar as ações dos participantes durante a execução dos testes e identificar elementos que contribuíssem para a compreensão das informações apresentadas em gráficos dinâmicos.

c) Realização dos testes

Antes do início dos testes, o TCLE (Apêndice H) foi enviado a cada participante por meio do *Whatsapp* ou *e-mail*, conforme a preferência de cada um. Após a concordância do

participante, o pesquisador explicou o procedimento para a realização dos testes e permaneceu disponível para esclarecer possíveis dúvidas durante a execução.

A seguir, está descrito o texto que foi apresentado a cada participante sobre o procedimento para a execução dos testes:

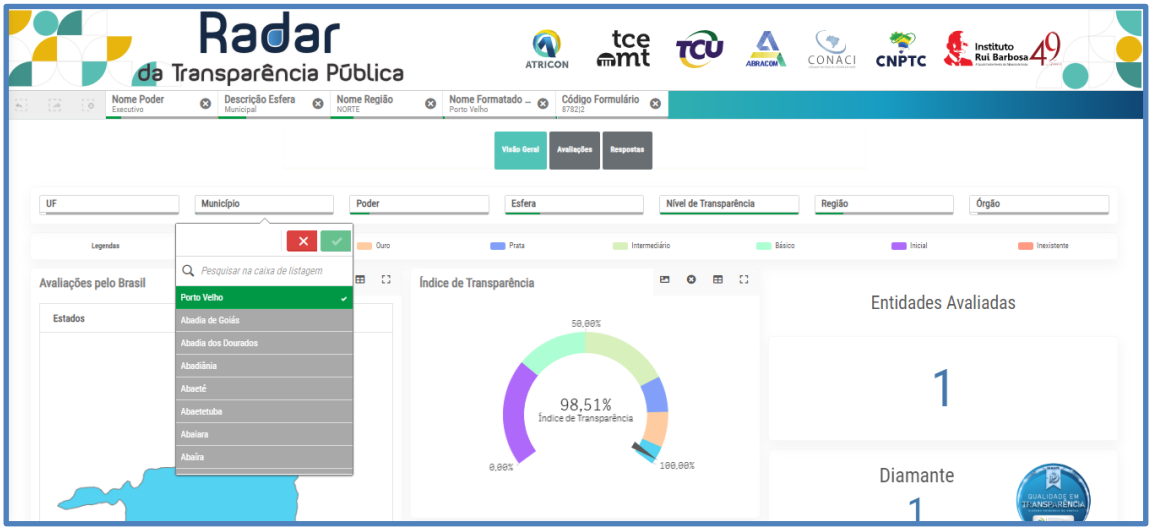
> "Para realização dos testes serão informados endereços de três portais de governo via (*Whatsapp* ou e-mail ou chat da ferramenta de reunião *Google Meet*), conforme a sua preferência. Esses portais contêm imagens de gráficos gerados em tempo real. Gostaríamos que você executasse um conjunto de tarefas em cada portal, a fim de que pudesse descrever as informações que consegue obter desses gráficos utilizando o aplicativo leitor de tela, navegador, dispositivo de sua preferência. O propósito desses testes é de identificarmos as barreiras, dificuldades enfrentadas por você para descrição de informações desses gráficos. Ao término da realização dos testes, você será submetido a uma entrevista, a fim de avaliarmos a sua experiência. Cabe ressaltar que a qualquer momento, você poderá desistir dos testes, entrevistas sem nenhum prejuízo em relação ao pesquisador ou a instituição, mantendo-se o anonimato."

Foram definidos três portais de transparência das esferas municipal, estadual e federal, que continham componentes como caixas de seleção, botões e painéis dinâmicos com gráficos de barras, linhas e pizzas, cujos dados eram atualizados diariamente ou periodicamente.

No que diz respeito ao executivo municipal, foram pesquisados portais de transparência das prefeituras, com base no levantamento do índice de transparência ativa realizado pelos Tribunais de Contas Estaduais e órgãos de controle do cenário nacional entre maio e novembro de 2022. Esse levantamento abrangeu aproximadamente 8.000

portais públicos da União, dos 26 Estados, do Distrito Federal e de 4.191 municípios, sendo divulgado na ferramenta Radar da Transparência Pública (Figura 11).

Figura 11 - Radar da Transparência Pública



Fonte: (RADAR, 2022)

Selecionou-se o Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) (Figura 12), que obteve 98,51% do índice de transparência e recebeu o selo "Diamante", o selo de maior qualidade em transparência. Nesse portal, poderiam ser consultadas informações com base em filtros por ano sobre: o balancete das receitas, sendo apresentados os valores acumulados e realizados mês a mês, respectivamente, nos gráficos de linha e barras na vertical; e de empenhos das despesas em um gráfico de barras que disponibilizou valores de empenho, liquidados e pagos ao longo dos meses do ano.

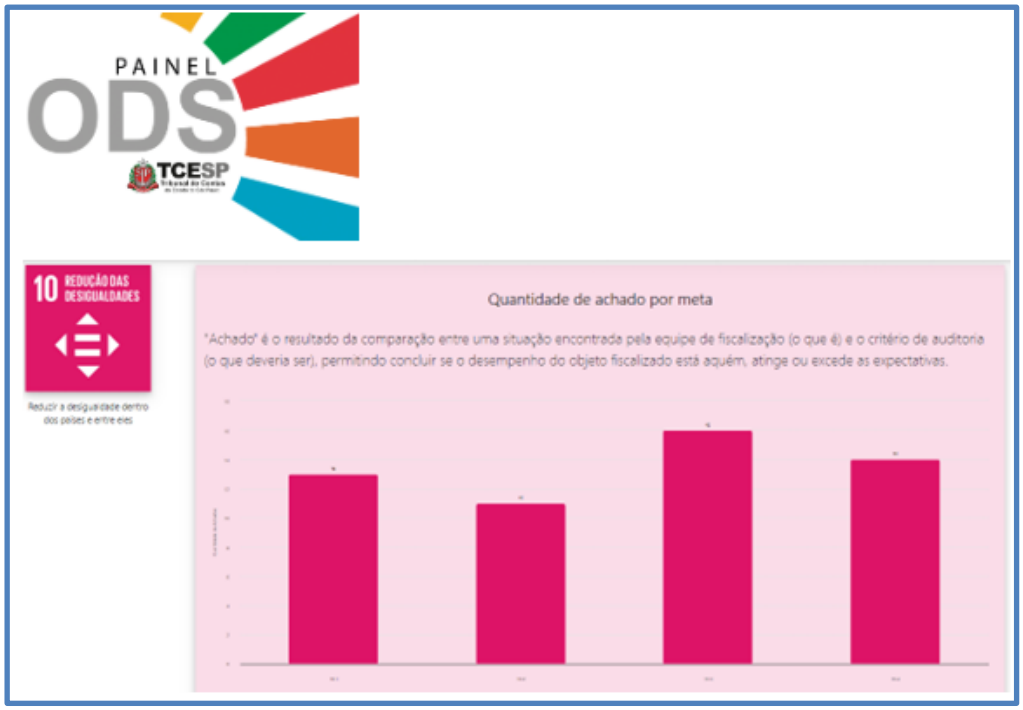
Figura 12 - Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Do Judiciário Estadual, foi localizado o Painel ODS do Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (SP) (Figura 13), que apresentou dados dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, compromisso assumido pelos países no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Esse compromisso visa a implantação de temáticas como o desenvolvimento econômico, erradicação da pobreza, combate à miséria, à fome, inclusão social, sustentabilidade ambiental, segurança, entre outras. Desse Painel, selecionou-se um gráfico de barras gerado *online* que continha dados sobre o "Objetivo 10 - Resultados das Desigualdades". Nesse painel, o cidadão poderia consultar dados de cada meta desse objetivo e a quantidade de achados (resultado da comparação entre uma situação encontrada pela equipe de fiscalização e o critério de auditoria, se o objeto atinge ou excede as expectativas) (TCE-SP, 2023).

Figura 13 - Painel ODS sobre um objetivo



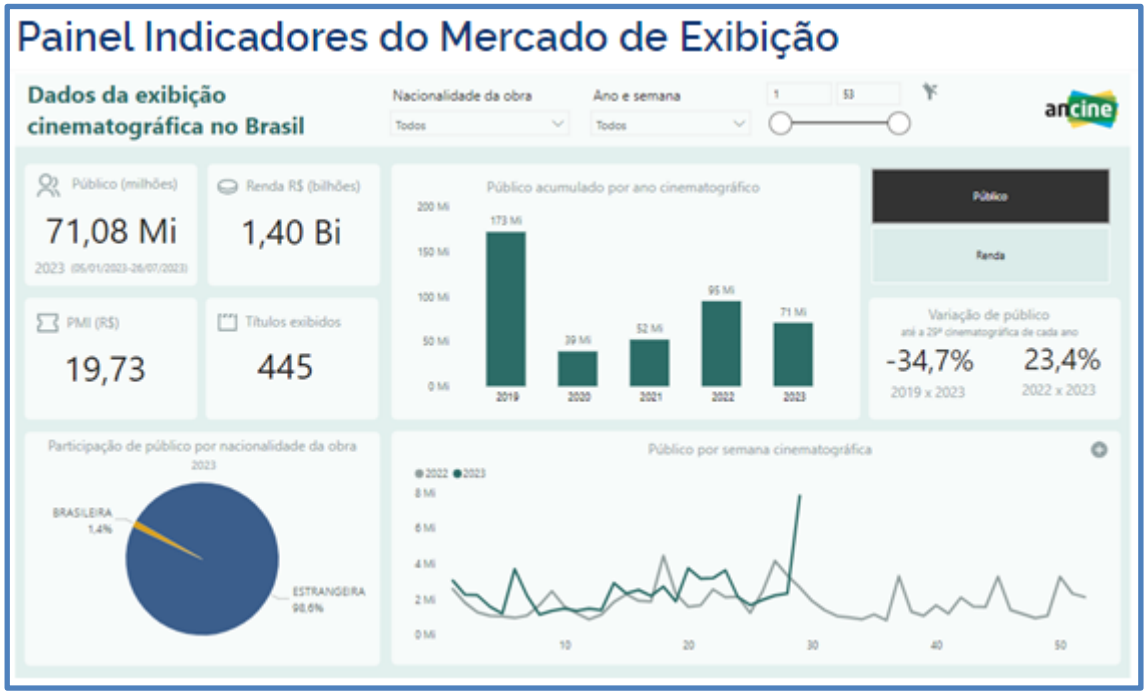
Fonte: (TCE-SP, 2023)

Do Executivo Federal, os órgãos governamentais, impulsionados pelo processo de transformação digital e pela Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011), selecionou-se o *Painel Indicadores do Mercado de Exibição* (Figura 14) do *Observatório Brasileiro do Cinema e do Audiovisual* da Agência Nacional de Cinema (ANCINE), lançado em junho de 2023. Esse painel possibilitou que os cidadãos realizassem consultas sobre os dados da exibição cinematográfica no Brasil, referentes ao público, à renda em bilhões, à quantidade de títulos exibidos em um determinado ano, além de possibilitar a seleção de filtros por nacionalidade, obra ou semana.

Os dados no painel foram organizados em três quadros. No primeiro, havia um gráfico de barras empilhadas com dados sobre o "Público acumulado por ano cinematográfico". No segundo, um gráfico na forma de pizza, em que estavam representados os dados sobre a "Participação de público por nacionalidade da obra". No

último, um gráfico de linhas contendo dados referentes ao “Público por semana cinematográfica”.

Figura 14 - Painel Indicadores do Mercado de Exibição



Fonte: (ANCINE, 2023)

Foram definidas algumas tarefas para a realização dos testes em cada painel, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de tarefas e descrição para realização dos testes pelos voluntários

Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)	
Tarefa	**Descrição**
1	Selecionar o ano 2022
2	Do gráfico “Balancete da Receita”, descrever a legenda
3	Informar o valor acumulado para o mês de janeiro
4	Informar o valor realizado para o mês de dezembro
Painel ODS sobre um objetivo	
Tarefa	**Descrição**
1	Localizar uma caixa de lista com o título “Selecione um ODS”
2	Selecionar o “Objetivo 10 - Redução das Desigualdades”
3	Informar o título do gráfico e o resumo

4	Informar a descrição da meta 10.2 e a quantidade de achados
Painel Indicadores do Mercado de Exibição	
Tarefa	**Descrição**
1	Localizar o gráfico de linhas “Público por semana cinematográfica”
2	Descrever as informações que consegue obter desse gráfico
3	Localizar o gráfico de pizza “Participação de público por nacionalidade da obra”
4	Descrever as informações que consegue obter desse gráfico
5	Selecionar a fatia de menor valor
6	Localizar o gráfico de barras “Público acumulado por ano cinematográfico”
7	Descrever as informações que consegue obter desse gráfico
8	Informar o total de público em 2019

Fonte: Do autor

d) Entrevista semiestruturada

As entrevistas semiestruturadas foram guiadas pelo Método de Explicitação do Discurso Subjacente (MEDS), um método de cunho exploratório que possibilita uma investigação aprofundada das opiniões e reações dos entrevistados (NICOLACI-DA-COSTA, 2007).

Justifica-se a adoção desse método por ser amplamente utilizado em pesquisas de natureza qualitativa na trilha de Interação Humano-computador, tanto em abordagens remotas quanto presenciais, para identificar aspectos importantes dos respondentes, como demandas, preferências, aspirações e dificuldades, entre outras sensações ou sentimentos que possam tornar esses aspectos visíveis, os quais, algumas vezes, passam desapercebidos quando coberto por outros métodos de pesquisa (NICOLACI-DA-COSTA *et al.*, 2004).

As entrevistas seguiram os procedimentos estabelecidos nas seis etapas do MEDS, que incluíram:

1. Delineamento do objetivo, em que foi definida a seguinte questão: *"Quais às demandas e barreiras enfrentadas para o entendimento de informações em gráficos dinâmicos pelas pessoas com deficiência visual total?"*;
2. Recrutamento dos participantes: conforme relatado no tópico *"Seleção dos participantes"* desta subseção;
3. Preparação para a coleta dos dados: foram confeccionados os instrumentos de coleta, como o roteiro da entrevista, carta convite e o TCLE;
4. Coleta dos dados: realizada de forma remota, por meio da plataforma *Google Meet*;
5. Preparação para análise dos dados: com a transcrição dos áudios das gravações das entrevistas;
6. Análise dos dados: retratando os discursos, opiniões e preferências dos participantes.

O roteiro da entrevista foi dividido em duas partes: a primeira contemplou informações sociodemográficas e o ambiente de testes; já a segunda versou sobre as barreiras e os problemas enfrentados para a descrição de informações em gráficos dinâmicos, como mostra o Apêndice I.

e) Análise dos resultados

Os dados apurados das entrevistas e da observação dos voluntários durante a realização das tarefas, onde foram detectadas as impressões para a compreensão das informações em gráficos dinâmicos, auxiliaram na construção da solução desse trabalho de pesquisa.

Os detalhes da análise dos resultados estão descritos no Capítulo 5 - *Estudo de Campo*.

3.3.7 Desenvolvimento dos produtos

Foram desenvolvidos dois produtos (um conjunto de diretrizes e um protótipo de *interface*) com intuito de auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos em plataformas governamentais, tornando-os perceptíveis e compreensíveis para pessoas com deficiência visual total.

Cabe destacar que o conjunto de diretrizes foi publicado no *XX Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, cujo tema foi "Perspectivas e Tendências dos Sistemas de Informação na Agricultura Digital" (SBSI 2024) (MARQUES, FERREIRA, 2024). Essas diretrizes foram concebidas com base no levantamento da literatura, no questionário *Web* e no estudo de campo relatados, respectivamente, nas subseções 3.3.5 e 3.3.6, e na utilização da Linguagem Simples.

Para a aplicar as definições estabelecidas nas diretrizes, foi contratado um profissional com experiência no desenvolvimento de aplicações *Web*, que produziu um protótipo de *interface* apoiado nas tecnologias de mercado, como a biblioteca "*Chart.js*" implementada em *Javascript*, linguagem de programação "*Typescript/Javascript*" com o *framework React* (biblioteca *front-end* em *JavaScript* de código aberto com foco em criar interfaces de usuário), padrões *Web* HTML5.2 (W3C, 2017), WAI-ARIA (W3C, 2022) e CSS3 (CSS3, 2024). Os detalhes desse desenvolvimento estão descritos no Capítulo 6 - *Desenvolvimento do Protótipo*.

3.3.8 Validação do protótipo

Para validar o protótipo, foram convidadas seis pessoas com deficiência visual total, sendo uma o piloto, que demostraram interesse em participar dessa etapa durante a entrevista semiestruturada descrita no tópico *Realização dos testes* (Subseção 3.3.6).

Essa validação teve como propósito a execução de tarefas no protótipo (https://graficos-dinamicos-acessiveis-6d2638f7a957.herokuapp.com/), visando capturar sugestões de melhorias que pudessem ser incorporadas no protótipo para promover a acessibilidade e o entendimento das informações em gráficos dinâmicos (barra, linha, pizza), com a possibilidade de serem implementadas em plataformas de governo para contribuir para a transparência de informações em *dashboards*, painéis digitais ou dinâmicos, entre outros canais de disseminação de informações.

Ao final do processo de validação, os voluntários participaram de entrevistas semiestruturadas. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o roteiro da entrevista estão disponíveis nos Apêndices J e K, enquanto os detalhes da validação podem ser encontrados no Capítulo 7 - *Validação do Protótipo*.

3.4 Limitações do método

A presente pesquisa limitou-se à seleção de estudos (artigos científicos e documentos de patentes) com base na *string* de busca definida na Subseção 2.5.1 - *Mapeamento Sistemático da Literatura*, apresentada nos *Conceitos Fundamentais* (Capítulo 2). Essa *string* foi refinada durante a condução do mapeamento, resultando na exclusão de algumas palavras-chave, possibilitando que alguns estudos relevantes não fossem selecionados pelos mecanismos de busca.

Cabe ressaltar que imagens interativas como diagramas e infográficos não foram consideradas na *string* de busca, o que pode ter impactado a análise dos resultados. Outro fator a ser destacado foi a escolha apenas da base de patentes *Derwent*, sendo desconsiderados documentos de patentes de outras bases, além de buscas que não foram

realizadas em periódicos na área da saúde, como psicologia e neurociência, que poderiam contribuir para a proposta de solução desta tese.

Um terceiro limitador refere-se à validação do questionário *Web* por apenas uma pessoa com deficiência visual total e um especialista em acessibilidade *Web*. Se outros participantes tivessem sido considerados, poderiam impactar na elaboração da solução.

Outra limitação foi referente aos testes realizados em plataformas de governo que continham gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza). Caso fossem realizados testes em outros tipos de gráficos ou em segmentos privados, poderiam surgir outras recomendações neste trabalho.

Por fim, destaca-se que a observação dos participantes foi feita de forma remota. Em um formato presencial, poderiam ser capturadas outras opiniões e dificuldades que contribuiriam para a solução deste trabalho.

3.5 Síntese do capítulo

Este capítulo detalhou o método de pesquisa adotado, incluindo um MSL, a exploração das diferentes formas de propiciar a transparência das informações, o estudo das diretrizes e recomendações de acessibilidade relacionadas ao entendimento de imagens para as pessoas com deficiência visual. Além disso, foi realizado um levantamento com produtores de imagens dinâmicas para entender como são produzidas, a identificação das barreiras de entendimento e percepção na interação com essas imagens pelas pessoas com deficiência visual total e um estudo de campo que incluiu a execução de tarefas em painéis dinâmicos em plataformas governamentais. Por fim, o capítulo aborda o desenvolvimento de um conjunto de diretrizes, a criação de um protótipo de *interface*, a validação deste protótipo para auxiliar na descrição dessas imagens e as limitações do método.

4. ESTUDO EXPLORATÓRIO

Este capítulo apresenta um levantamento com produtores de imagens dinâmicas, visando compreender como essas imagens foram desenvolvidas e disponibilizadas em plataformas de governo. A partir disso, são analisados e discutidos os resultados obtidos. O capítulo também aborda as dificuldades de entendimento e percepção que as pessoas com deficiência visual total enfrentam ao interagir com imagens dinâmicas, com base nas respostas de um questionário *Web* validado por uma especialista em Interação Humano-Computador da rede de contatos do pesquisador e por uma consultora em acessibilidade que possuía deficiência visual total. Por fim, são mencionados os resultados da coleta de dados do questionário.

4.1. Produtores de imagens dinâmicas para entender como são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais

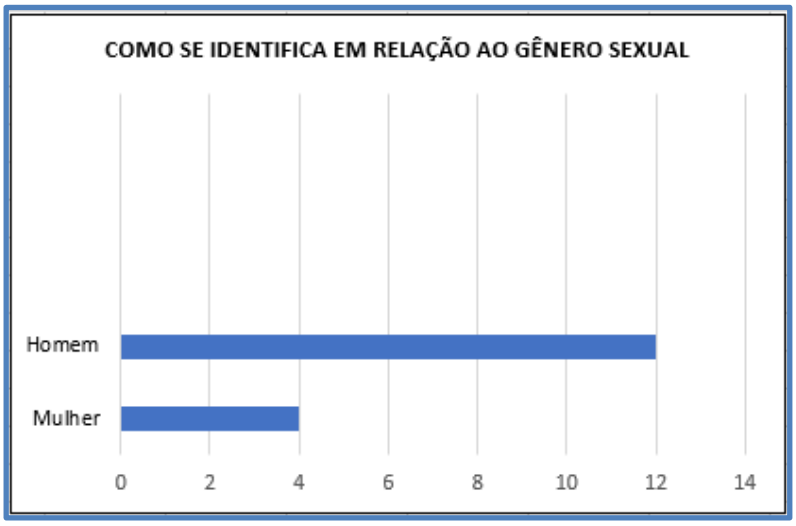
Foi realizado um levantamento por meio de um questionário *online* que envolveu produtores de imagens dinâmicas, com o propósito de compreender como essas imagens são produzidas, as práticas utilizadas e as funcionalidades oferecidas em plataformas governamentais.

Para preservar o anonimato e a confidencialidade dos participantes, utilizou-se o identificador PIx, onde PI designa *Produtor de Imagem* e "*x*" indica o número do voluntário. Os respondentes eram adultos, com idades entre 29 e 56 anos.

A análise dos endereços eletrônicos extraídos da planilha revelou que todos os participantes atuavam em órgãos governamentais da esfera federal, como autarquias, fundações e institutos, totalizando dezesseis participantes.

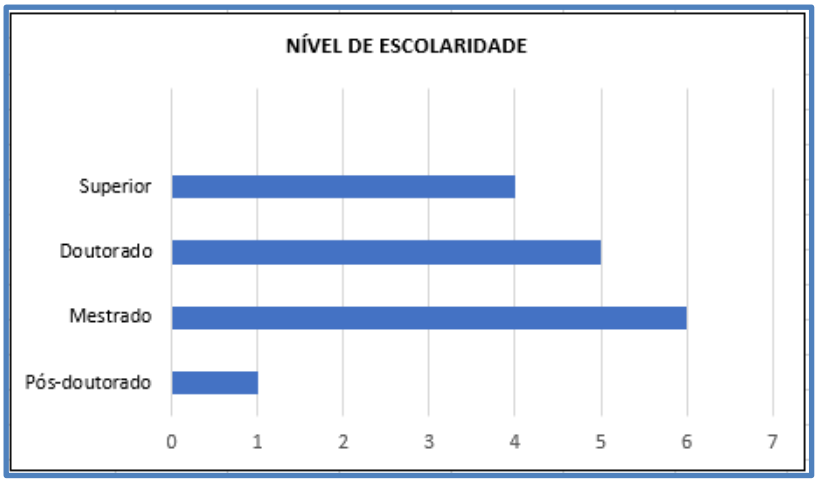
Os Gráficos 5 a 8 ilustram o perfil dos profissionais envolvidos na produção de imagens interativas (questões de 1 a 5), incluindo a identificação de gênero, onde se destaca que quatro participantes eram mulheres. Além disso, onze participantes possuíam nível de escolaridade de pós-graduação (mestrado, doutorado ou pós-doutorado) e seis tinham formação profissional em Engenharia Cartográfica, Geologia ou Geografia. Sete participantes ocupavam cargos de Analista, Cientista de Dados ou Gestão. O perfil sociodemográfico completo de cada participante pode ser encontrado no Apêndice L.

Gráfico 5 - Distribuição em relação ao gênero sexual



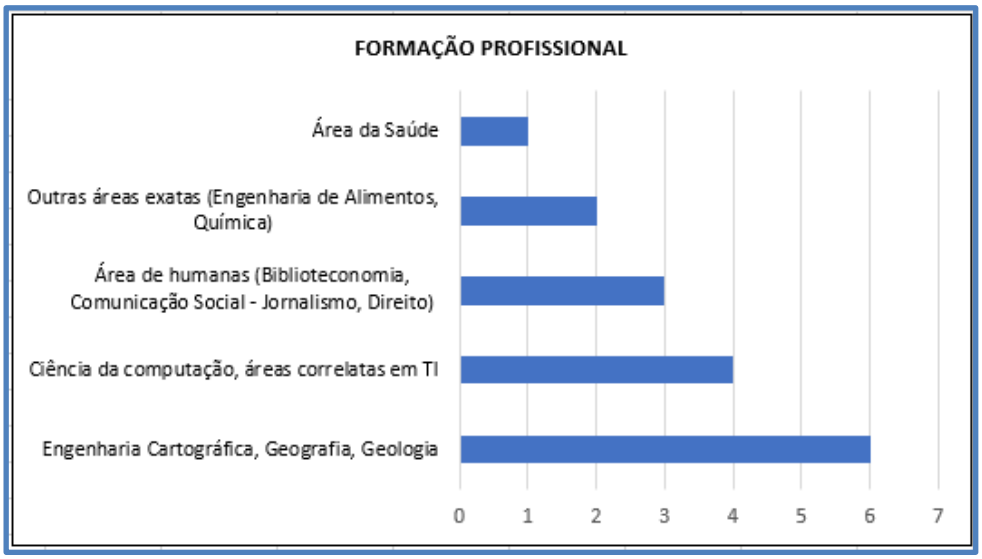
Fonte: Do autor

Gráfico 6 - Quantitativo referente ao Nível de Escolaridade



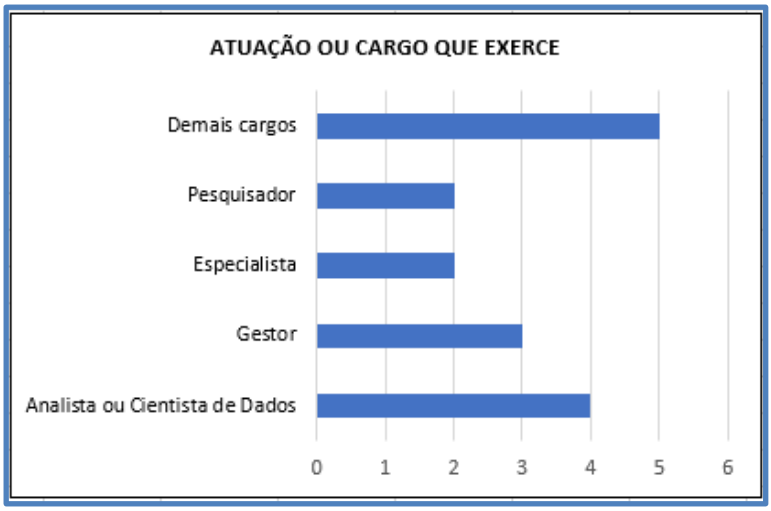
Fonte: Do autor

Gráfico 7 - Distribuição por tipo de Formação Profissional



Fonte: Do autor

Gráfico 8 - Atuação ou cargo exercido pelos entrevistados



Fonte: Do autor

Em relação às questões 6 (Quantos anos de experiência você possui na elaboração de imagens?), questão 7 (Qual é a frequência de produção de imagens?), questão 8 (Quantas imagens você já produziu?), questão 9 (Você participou de algum treinamento para a produção de imagens?) e questão 10 (Ao elaborar, você tomou como base alguma diretriz, documento ou *template* definido pelo órgão?), foram obtidos os seguintes dados dos entrevistados: cinco possuíam de 6 a 10 anos de experiência na elaboração de imagens; cinco confeccionaram semanalmente ou mensalmente imagens dinâmicas; sete já criaram até 50 ou centenas de imagens; onze participaram de algum treinamento para a elaboração de imagens; e dez já utilizaram alguma diretriz ou recomendação definida pelo órgão em que atuam. Esses dados estão apresentados nas Tabelas 2 a 5.

Tabela 2 - Dados extraídos das respostas da Questão 6

Faixa etária	**Quantidade**
1 a 5 anos	3
6 a 10 anos	5
11 a 15 anos	2
16 a 20 anos	2
Mais de 21 anos	4

Fonte: Do autor

Tabela 3 - Dados extraídos das respostas da Questão 7

Período	Quantidade
Semanal	5
Mensal	5
Bimestral	1
Semestral	4
Anual	1

Fonte: Do autor

Tabela 4 - Dados da extraídos das respostas da Questão 8

Produção	Quantidade
Até 50	7
Centenas	7
Não souberam responder	2

Fonte: Do autor

Tabela 5 - Dados extraídos das questões 9 e 10

Questão	Sim	Não
9 - Participou de algum treinamento para a produção de imagens?	11	5
10 - Para elaboração tomou como base alguma diretriz, documento, *template* definido pelo órgão?	10	6

Fonte: Do autor

Dos dados obtidos da questão 11 (Os elementos, as imagens (gráficos e mapas), itens de *menu*, botões disponibilizados são elaborados de que forma?), questão 12 (Para a disponibilização dos elementos utiliza uma linguagem clara para um melhor entendimento do cidadão, visando fomentar a transparência pública?), questão 13 (Qual a nota que você atribui da forma como as informações são publicadas no *site*, você julga que elas conseguem atingir o público dando a transparência pública?), questão 14 (Quem realiza os testes para a homologação das imagens?), questão 15 (Utiliza alguma pesquisa de satisfação dos usuários que acessam as imagens?) e questão 16 (Tem controle de qual

tipo de público que acessa as imagens?), pôde-se concluir que a maioria dos elementos, imagens dinâmicas, itens de *menu* e botões foram confeccionados pelo próprio entrevistado ou definidos em reunião com gestores, desenvolvedores ou projetistas *Web*, englobando seis respondentes.

Outro relato foi que todos entrevistados utilizaram uma linguagem simples para a divulgação dos elementos em imagens interativas, com o objetivo de fomentar a transparência pública. Sete participantes atribuíram a nota "oito", indicando que as informações divulgadas no *site* conseguiram atingir um público, promovendo a transparência pública.

Quanto aos testes de homologação das imagens, a maioria foi realizada pelos próprios entrevistados ou gestores, envolvendo cinco participantes, sem a participação de usuários externos. Treze respondentes não utilizaram nenhuma pesquisa de satisfação dos usuários que acessaram as imagens, e apenas cinco tinham algum tipo de controle sobre o acesso a essas imagens.

Os dados extraídos estão representados nas Tabelas 6 a 9. Vale ressaltar que os dados obtidos da questão 12 não foram representados, pois obtiveram 100% das respostas dos entrevistados.

Tabela 6 - Dados extraídos das respostas da Questão 11

Forma de disponibilização	**Quantidade**
Por conta própria	2
Em reunião com os gestores	2
Em reunião com os desenvolvedores, projetistas *Web*	4
Em reunião com os gestores, em reunião com os desenvolvedores, projetistas *Web*	2
Por conta própria, em reunião com os gestores, em reunião com os desenvolvedores, projetistas *Web*	6

Fonte: Do autor

Tabela 7 - Dados da extraídos das respostas da Questão 13

Nota	Quantidade
6	1
7	4
8	7
9	3
10	1

Fonte: Do autor

Tabela 8 - Dados extraídos das respostas da Questão 14

Realização de testes	Quantidade
O próprio	2
Gestores	3
O próprio, Gestores	5
O próprio, Gestores, Desenvolvedores *Web*	3
Gestores, Desenvolvedores *Web*, Área de qualidade/testes	1
O próprio, Gestores, Área de qualidade/testes	1
Área de qualidade/testes	1

Fonte: Do autor

Tabela 9 - Dados extraídos das questões 15 e 16

Questão	Sim	Não
15 - Utiliza alguma pesquisa de satisfação dos usuários que acessam as imagens?	3	13
16 - Tem controle de qual tipo de público que acessa as imagens?	5	11

Fonte: Do autor

Os dados da questão 17 (Já ouviu falar de acessibilidade *Web*?), questão 18 (Conhece alguma normativa jurídica sobre inclusão de deficientes no acesso às informações públicas?), questão 19 (Já ouviu falar da ferramenta leitor de tela?), questão

20 (Em caso afirmativo, qual o entendimento que você tem sobre o papel dessa ferramenta?), questão 21 (Teve a oportunidade de contactar algum deficiente visual para conhecer como navega na *Web* e/ou utiliza o computador?), questão 22 (Conhece ou já ouviu falar de diretrizes/*guidelines* de acessibilidade *Web*?) e questão 23 (Há alguma discussão ou medida em estudo para acessibilizar as imagens no órgão que atua, visando a inclusão dos deficientes?) foram consolidados. A análise revelou que apenas dois participantes não tinham ouvido falar de acessibilidade.

Onze participantes explanaram o desconhecimento de alguma normativa jurídica relacionada à inclusão de pessoas com deficiência no acesso às informações públicas, enquanto doze entrevistados já ouviram falar do "leitor de tela".

Outro relato foi que quatorze participantes não tiveram a oportunidade de contactar alguma pessoa com deficiência visual para entenderem como navegavam na *Web* e/ou utilizavam o computador. Oito participantes conheciam ou já ouviram falar das diretrizes/*guidelines* de acessibilidade *Web*, e dez relataram que não houve alguma discussão ou estudo para tornar as imagens acessíveis no órgão que atuavam, visando a inclusão das pessoas com deficiência.

Os dados das questões 17 a 19 e 21 a 23 estão disponíveis na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados extraídos das questões 17 a 19 e 21 a 23

Questão	**Sim**	**Não**
17 - Já ouviu falar de acessibilidade *Web*?	14	2
18 - Conhece alguma normativa jurídica sobre inclusão de deficientes no acesso às informações públicas?	5	11
19 - Já ouviu falar da ferramenta leitor de tela?	12	4
21 - Teve a oportunidade de contactar algum deficiente visual para conhecer como navega na *Web* e/ou utiliza o computador?	2	14

22 - Conhece ou já ouviu falar de diretrizes/*guidelines* de acessibilidade *Web*?	8	8
23 - Há alguma discussão ou medida em estudo para acessibilizar as imagens no órgão que atua, visando a inclusão dos deficientes?	6	10

Fonte: Do autor

Cabe ressaltar que, em relação ao "*leitor de tela*", mencionada na questão 20 (Qual o entendimento que você tem sobre o papel dessa ferramenta?), foram relatadas as opiniões dos entrevistados, as quais estão consolidadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Respostas dos entrevistados referentes a Questão 20

ID	Resposta
PI1	"Não sei como é utilizada, infelizmente. Importante adequar nossas IDE para poder incluir."
PI2	"Não conheço a ferramenta."
PI3	"Importante para permitir acessibilidade a mais pessoas."
PI4	"Exemplo SUS - *System Usability Scale*. Avaliação da usabilidade de ferramentas."
PI5	"Ferramenta capaz de interpretar e representar (por escrito ou som), o que está sendo exibido na tela."
PI6	"Fundamental para a democratização do acesso à informação."
PI7	"É importante para portadores de necessidades especiais."
PI8	"Fundamental para a acessibilidade de toda a população."
PI9	"Ela descreve em áudio as informações que estão em tela."
PI10	"Traduzir os elementos da tela em informação audível."
PI11	"Permitir que deficientes visuais possam consumir o conteúdo."
PI12	"Leitor de tela é um *software* usado principalmente por deficientes visuais para auxílio na navegação e entendimento (acessibilidade) do *site*."
PI13	Não opinou
PI14	"Uma ferramenta muito útil. Só acho que poderiam ter mais ferramentas disponíveis."

PI15	"Conhecimento sobre a importância dos leitores de tela, *softwares* específicos e navegadores para melhoria da acessibilidade e usabilidade no acesso pelos deficientes visuais. Outro ponto relevante é que o código de programação esteja semanticamente correto para que os leitores de tela possam descrever os elementos das páginas ou imagens, bem como realizar a leitura."
PI16	"Tenho conhecimento do básico"

Fonte: Do autor

4.1.1. Discussão dos resultados

Dos resultados capturados, observou-se que a maioria dos respondentes tinha, no mínimo, seis anos de experiência na produção de imagens dinâmicas, como gráficos ou mapas. Alguns profissionais participaram de treinamentos e utilizaram diretriz/recomendação definida pelo órgão para criação de imagens que incluíam elementos, como botões e *menus*, desenvolvidos por eles ou estabelecidos em reuniões.

Notou-se que não houve a participação da sociedade civil na elaboração dessas imagens, assim como a falta de preocupação ou controle sobre quem teve acesso às informações apresentadas.

Houve relatos de que foi utilizada uma linguagem simples para a divulgação das informações, com o intuito de promover a transparência pública. No entanto, não foi possível obter dados sobre como essas informações foram percebidas e entendidas pelos cidadãos.

Apesar de muitos profissionais mencionarem ter ouvido falar sobre o "leitor de tela", eles não revelaram se conheciam o seu funcionamento e relataram que não tiveram a oportunidade de contactar pessoas com deficiência visual, a fim de compreender como utilizavam para navegar na *Web*.

Essas informações, juntamente com a falta de conhecimento sobre normativas jurídicas para inclusão de pessoas com deficiência no acesso às informações públicas, e a ausência de discussões e estudos sobre a acessibilidade de imagens dinâmicas nos órgãos em que esses participantes atuavam, ressaltaram a importância para o desenvolvimento de produtos deste trabalho de pesquisa.

4.2. Barreiras de entendimento e percepção na interação em imagens dinâmicas pelas pessoas com deficiência visual total

Para detectar as barreiras de entendimento e percepção na interação em imagens dinâmicas ao público-alvo, foi realizada uma coleta de dados a partir de um questionário *Web* construído na ferramenta *Google Forms*. Optou-se por essa ferramenta por ser de livre acesso na *Internet*, possibilitando a exportação de dados em formato de planilha para a análise e tabulação, além de ser considerada acessível pelos leitores de tela (SILVA, 2020).

4.2.1. Questionário *Web*

Para formulação do questionário, foram elaboradas questões abertas e fechadas (Apêndice G), sumarizando dezesseis perguntas distribuídas em três seções. A primeira abordou questões sociodemográficas. A segunda tratou da percepção e entendimento de imagens dinâmicas. A última englobou perguntas relacionadas às próximas etapas e desdobramentos da pesquisa.

Com base nas sugestões de um especialista em Interação-Humano Computador, o questionário foi ajustado e encaminhado para a validação de uma pessoa com deficiência visual total que foi a participante piloto.

O propósito da validação foi verificar a acessibilidade do questionário e avaliar se as perguntas estavam claras ou confusas para o entendimento dos respondentes. De posse das considerações da voluntária, o questionário foi ajustado novamente antes de ser liberado na *Web*.

4.2.1.1. Validação com especialista em Interação Humano-Computador

Para validar o questionário, a especialista levou 10 minutos para responder todos os quesitos, utilizando o leitor de tela NVDA (NVDA, 2023), um *notebook* i7 com 16GB de memória, o sistema operacional *Windows* 11 e o navegador *Edge*. Ao término, ponderou que os respondentes deveriam ser informados de que poderiam marcar mais de uma opção de resposta em perguntas que apresentavam caixas de seleção. Nesse sentido, o texto de três questões (6, 7 e 10) foi ajustado.

4.2.1.2. Validação com participante piloto

A participante piloto era psicoterapeuta com deficiência visual total congênita, que tinha mais de vinte e oito anos de experiência em acessibilidade e navegação em plataformas do setor público e privado com leitor de tela.

Cabe ressaltar que o estudo piloto funciona como uma pré-avaliação, visando identificar possíveis inconsistências e problemas nos materiais de coleta, possibilitando auxiliar o pesquisador nos ajustes, como a formulação de perguntas de um questionário para confirmar a estratégia de observação (FERREIRA, SILVEIRA *et al.*, 2012).

Para validar o questionário, a participante piloto utilizou um dispositivo móvel "*iPhone 6S*" com leitor de tela "*VoiceOver*" e o navegador "*Safari*" e levou 13 minutos para concluir as respostas.

A profissional sugeriu um ajuste na carta convite, especificamente no *link* do texto do termo de consentimento livre e esclarecido, que estava como "*Ao concordar em participar você aceita o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, disponível em formato acessível no endereço* *https://drive.google.com/file/d/1RLdarf8CQEuKIrqf7Fzwt_TiOcrWoUsx/view?usp=sharing* ".

Esse *link* continha caracteres que ao ser lido pelo leitor de tela não iria transmitir nenhum valor semântico para o respondente. Dessa forma, foi substituído pela seguinte redação: "*Ao concordar em participar você aceita o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, disponível neste link em formato acessível*".

4.2.1.3. Abertura e coleta de dados

A abertura da coleta de dados do questionário foi realizada através de um *link* enviado por *e-mail* e pelo canal *Whatsapp*. Foram contactados 54 cidadãos com deficiência visual total que manifestaram interesse em participar da pesquisa. Desses, nove optaram por não responder ao questionário *Web*. Diante desse cenário, o pesquisador não retornou o contato para essas pessoas, a fim de evitar constrangimentos, invasões de privacidade, induções ou coações, respeitando os "RISCOS" descritos no TCLE (Apêndice F).

Restaram 45 participantes, dos quais quatro foram descartados porque, na questão 8 (Você tem algum conhecimento de imagens de gráficos (linha, barra, pizza)?) escolheram a opção "*não tenho nenhum conhecimento*". O perfil desejado era que os voluntários tivessem pelo menos algum contato com gráficos, conforme mencionado na Subseção 3.3.5.1 - *Recrutamento dos Participantes*, exposta no *Método de Pesquisa* (Capítulo 3).

Dos 41 voluntários que participaram, quatro preferiram que o pesquisador fizesse a leitura dos instrumentos de coleta (carta convite, TCLE e perguntas do questionário). Após consentimento verbal, as perguntas foram lidas e suas respostas foram anotadas no formulário pelo pesquisador. Toda a gravação da conversa foi encaminhada aos respondentes. Durante o levantamento das informações por voz, o pesquisador enfatizou que nenhuma resposta era obrigatória e que o participante poderia desistir de sua participação a qualquer momento, sem qualquer tipo de punição. O processo de leitura desses instrumentos levou, em média, 7 minutos e meio. A Figura 15, retrata os passos até se chegar ao número de participantes.

Figura 15 - Passos até se chegar ao número de participantes



Fonte: Do autor

Seis participantes explanaram por mensagem de voz que gostariam de ter recebido um *e-mail* automático com suas respostas. No entanto, essa ação não foi viável, pois não foi possível definir nenhuma pergunta como "*obrigatória*", de acordo com as normativas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIRIO[7].

Oito voluntários expressaram o desejo de compartilhar o *link* do questionário em suas redes sociais, como *Whatsapp*, *Facebook* e *Instagram*, a fim de indicar amigos para participação. Não foi possível atender a essa solicitação, pois um dos critérios definidos

[7] http://www.unirio.br/cep

pelo Comitê foi que o pesquisador só poderia divulgar o *link* em canal privado aos participantes.

Dificuldades de recrutamento

Cabe destacar que houve dificuldade em recrutar participantes. Um deles relatou que ficou em dúvida sobre sua participação devido a notícias que acessou e que poderiam impactar a adesão da comunidade de pessoas com deficiência visual total. Ele encaminhou ao pesquisador o texto e o *link* dessas notícias, que abordavam: "*ChatGPT* diz ter deficiência visual e por isso não consegue resolver problema proposto por consultoria" (ALVES, 2023); e "Cuidado! *Google Forms* é usado por golpistas para encontrar possíveis vítimas" (TUDO CELULAR, 2021).

Em seguida realizou algumas ponderações por voz via *Whastapp* que foram:

> "eu vejo que as pessoas estão muito temerosas não só pelo fato do avanço do *ChatGPT*. É porque as pessoas cegas ficam muito vulneráveis a qualquer tipo de golpe. Se uma pessoa que enxerga tem medo, imagina que não enxerga e nunca ouvi a voz e teve contato. E os cegos quem não tem muita habilidade digital fica mais vulnerável ainda, porque nós precisamos compilar, clicar em cima de um link para saber o que está escrito. No clicar podemos infectar o nosso dispositivo sem percebermos."
>
> "eu tenho receio de responder ao questionário *Web* por questões de golpes por mais que eu possa conhecer a pessoa, porque tem muita praga virtual, vírus trojan e outros."

4.2.1.4. Análise dos resultados

Com base nos dados dispostos na planilha em formato Excel gerada automaticamente pela ferramenta *Google Forms*, foi realizada a tabulação dos dados. Os dados

apresentados nos próximos parágrafos foram consolidados em tabelas e gráficos, utilizando a codificação “Rx”, onde “R” representa o respondente e “x” o número desse respondente, a fim de preservar a identificação e o anonimato dos participantes (Apêndice M).

O questionário foi composto de três seções. A primeira abordou cinco questões sobre “*Informações sociodemográficas*”, nas quais pôde-se inferir, da questão 1 (Qual a sua idade?), a média de 28,88 anos. Da questão 2 (Como se identifica em relação ao gênero sexual?), 21 dos respondentes se identificaram como masculinos e vinte como femininos. Em relação à escolaridade, no quesito 3 (Qual o seu nível de formação concluído?), oito tinham o nível médio, quinze possuíam graduação (bacharelado ou licenciatura), treze tinham pós-graduação na modalidade especialização, quatro mestrado e um doutorado. Da questão 4 (Qual a sua atividade profissional?), foram coletadas diversas profissões, como massoterapeuta, músico, *coaching* e mentoria, analista em acessibilidade digital, servidor público, entre outras. A última pergunta dessa seção, questão 5 (Quantos anos você tem de experiência na utilização de alguma ferramenta de leitura de tela?), resultou em uma média de 17,32 anos.

Após responderem à questão 5, os participantes prosseguiram para as perguntas da Seção *Portais de governo, percepção e entendimento de imagens dinâmicas*. A primeira delas, questão 6 (Você possui alguma familiaridade na navegação em portais, *sites*, plataformas de governo e quais esferas? Você pode indicar uma ou mais esferas ou nenhuma), revelou que 32 participantes navegaram em plataformas da esfera federal, 22 em *sites* estaduais e 20 em municipais.

Da questão 7 (Quais categorias de governo, você tem dificuldade para compreensão de informações em imagens? Você pode indicar uma ou mais categorias ou nenhuma), constatou-se que 22 participantes relataram dificuldades de entendimento em

sites na área da cultura. As áreas de transporte e saúde foram mencionadas por 20 cidadãos, seguidas por trabalho, educação, segurança e assistência social, respectivamente com dezenove, dezessete, dezesseis e doze respondentes.

No que concerne à questão 8 (Você tem algum conhecimento de imagens de gráficos (linha, barra, pizza)?), dezenove voluntários responderam "*Sim, tenho algum conhecimento*" e 32 responderam "*Sim, tenho conhecimento*".

Da pergunta 9 (Caso tenha respondido "Sim", como você obteve conhecimento e em quais imagens de gráficos (linha, barra, pizza ou outro)? Você pode indicar uma ou mais categorias ou nenhuma), não foram obtidos depoimentos dos respondentes (R9, R16, R19, R23, R25 e R27), pois não manifestaram suas opiniões. Entre os demais, foram capturados alguns relatos que foram:

> "eu não nasci cego e tenho memória visual de gráficos de forma tátil. Quando passavam na escola o meu dedo sobre os gráficos, eu conseguia entender que havia um gráfico e montar um modelo mental. Na internet, se houver uma boa descrição na página posso conseguir entender o gráfico." (R1)
>
> "obtive conhecimento através de vídeos por meio da audiodescrição." (R3)
>
> "aprendi em aulas de matemática com explicação de figuras geométricas." (R13)
>
> "conhecimento através de memória visual e na forma tátil. Eu mesmo produzi material para mim e didático/pedagógico para meus alunos em aulas de matemática, utilizando material como tiras cortadas para formar gráfico de barras, linhas de barbante para gráfico de linha. Utilizei lixas, cola quente para produzir gráficos em relevo. Depois vieram as impressoras de gráficos em relevo. Para criar gráficos de pizza usava grãos de feijão e arroz para representar percentuais, como por exemplo grãos de feijão eram 30% da pizza,

> grãos de arroz 70% da pizza e assim trabalhava a porcentagem desse jeito." (R17)
>
> "aprendi quando era vidente e lecionava matemática. Hoje o leitor de tela só diz que há um gráfico, porém como está representado? O leitor de tela não lê os gráficos!" (R26)
>
> "aprendi usando linhas em relevo e maquetes bidimensionais." (R41)

Os participantes adquiriram conhecimento sobre diferentes tipos de gráficos (linha, barra, pizza, entre outros) de várias maneiras: por meio do toque; com auxílio de professores, colegas e familiares; utilizando impressos em relevo e materiais texturizados; maquetes bidimensionais; através do ensino médio e da graduação, especialmente nas áreas de Engenharia, Estatística e Matemática; em cursos de formação profissional e de Informática; por meio de vídeos com audiodescrição; e memória visual.

No que tange o quesito 10 (Que tipo de imagem, você tem dificuldade para interagir ou entender sobre as informações? Você pode indicar uma ou mais imagens ou outra imagem), extraiu-se que 22 participantes relataram dificuldades com gráficos de linha, 29 com o de barras e 38 com o de pizza. Da opção "Outro", em que os respondentes puderam descrever suas dificuldades de forma textual, foram coletados os seguintes relatos:

> "tenho dificuldade em outros gráficos que não estão acessíveis." (R10)
>
> "gráfico de área." (R17)
>
> "praticamente todos os gráficos ficam bem difíceis para ter compreensão, na verdade, não consigo lembrar de nenhum que tenha tido acessibilidade." (R22)
>
> "qualquer tipo de gráfico." (R27)
>
> "tenho dificuldade nas imagens quando elas não são devidamente áudio descritas." (R37)

> “histograma, mapa de calor, gráfico de colunas cumulativas, gráfico de distribuição, gráfico em rede e gráfico de bolhas são os que lembro.” (R40)

Sobre a percepção de imagem da questão 11 (Como você consegue perceber que há uma imagem em uma página?), não foram abordados relatos do voluntário R39. Dos outros participantes, foram obtidas as seguintes explanações:

> “eu utilizo as teclas de atalho do leitor de tela NVDA. Quando aperto a letra “G”, o leitor de tela vai para um gráfico na página. Às vezes ele interpreta algumas informações do gráfico. Na maioria das vezes não interpreta nada.” (R1)

> “depende da página. Quando observados os parâmetros de acessibilidade, o leitor de telas lê, quando há descrição. Quando não lê, o leitor de telas fala algo como “Gráfico”, ou, às vezes, a imagem está na página, mas nem sequer o leitor de tela consegue perceber que ela está ali.” (R3)

> “quando o leitor de tela consegue identificar falando “gráfico” ou o texto que está associado sem uma descrição clara, como “gráfico 123”. Às vezes tem links, botões nas imagens gráficas e não há um texto alternativo informado o significado e para que serve os botões, links?” (R14)

> “porque o leitor às vezes fala que há um gráfico. Às vezes não fala, mas fica vazio e outras vezes fala: objeto embutido ou gráfico.” (R23)

> “o programa leitor de tela somente pronúncia “gráfico” e como as imagens não são tratadas não tenho conhecimento do conteúdo.” (R40)

Das dificuldades de entendimento da questão 12 (Quais dificuldades que você enfrenta para o entendimento das informações nas imagens?), apenas dois respondentes (R18 e R39) não quiseram manifestar suas dificuldades. Os demais forneceram as seguintes opiniões:

> “com relação as imagens em portais de governo todas elas têm uma deficiência para que eu possa entender. Até no meu próprio trabalho que é um órgão da

> justiça federal não consigo entender. Todos os leitores de tela têm essa dificuldade de entender que tem uma imagem de um gráfico. Às vezes tem um título do gráfico e logo abaixo vem informações em coluna. Tenho que perceber, adivinhar se as informações no gráfico de barras estão na horizontal ou vertical. Na maioria das vezes acho que estejam na horizontal mais não tenho certeza. Agora o gráfico de pizza é pior para mim, pois não consigo entender nada." (R1)
>
> "eu enfrento todas as dificuldades possíveis, tendo em vista que os leitores de tela não reproduzem os conteúdos existentes dos gráficos. Por outro lado, os sites não disponibilizam uma descrição coerente e clara." (R4)
>
> "quando não tem a descrição o leitor de tela não vai me dar uma referência, uma descrição textual. Não uso mouse e tenho muita dificuldade de buscar informações utilizando o teclado. Esses gráficos não usam o teclado e falta descrição nas imagens, impossibilitando a navegação por teclado para que eu possa obter informações." (R14)
>
> "atualmente em algumas imagens, o Chrome já descreve a imagem, ficando mais fácil o entendimento. No entanto, quando se trata de gráficos dinâmicos ele diz apenas que tem um gráfico na tela." (R36)
>
> "as imagens não são tratadas para serem descritas, logo o leitor não pronuncia o conteúdo e não sei nem o tipo de gráfico, nem legendas, nem as escalas, nem os pontos de marcação nada." (R40)

Na última Seção *Próximas etapas e desdobramentos da pesquisa*, foi possível inferir a partir da questão 13 (Você tem algum interesse e disponibilidade para participar das próximas etapas da pesquisa na modalidade (presencial ou remota na plataforma *Google Meet*)?) que 37 dos cidadãos explanaram que gostariam de participar, enquanto quatro que não demostraram interesse. Já na questão 14 (Você tem interesse em saber sobre os desdobramentos da pesquisa?), todos os respondentes relataram interesse.

Da última pergunta do questionário, a questão 16 (Gostaria de fazer algum comentário ou sugestão para a pesquisa?), foram registrados os seguintes comentários:

> "gostaria de parabenizar pela ideia e seriedade com a qual essa pesquisa está sendo conduzida. Ela é extremamente necessária para a melhoria da acessibilidade em imagens dinâmicas dos órgãos governamentais." (R3)

> "tema da pesquisa muito interessante. Tem um impacto muito concreto no nosso dia a dia e faz toda a diferença, pois está diretamente ligada a nossa autonomia. Então quando o sistema não é acessível eu dependo de alguém que leia as informações na página, *site* onde estão os gráficos e me ajude a navegar. É não é isso que a gente quer. A gente quer ter autonomia. É importante que as pessoas que montam as páginas tenham o mínimo de conhecimento de acessibilidade que promovam nossa autonomia. Quando a gente tem pesquisas nessa área acaba que disseminam as práticas, as dificuldades que nós temos, porque tem profissionais de TI que desconhecem as tecnologias assistivas, a acessibilidade e deveriam ter um mínimo de conhecimento." (R14)

> "posso dizer que foi uma iniciativa louvável. É sempre interessante, quando encontramos pessoas dispostas a colaborar muito para tornar o ambiente mais acessível para todos os públicos." (R33)

Após responderem ao questionário, alguns participantes entraram em contato com o pesquisador pelo *Whatsapp* para esclarecer dúvidas sobre o entendimento e dificuldades com gráficos e comentaram sobre a pesquisa:

> "acho muito importante pesquisas sobre acessibilidade. Sou um defensor dessa causa. A acessibilidade impacta muito significativamente no nosso cotidiano. Quando a gente na condição de deficiente visual acessa um *site*, plataforma que é não acessível nos prejudica muito né. Prejudica nosso trabalho, nosso acesso, prejudica o contato com as informações. É muito importante que sejam geradas iniciativas de acessibilidade nessa área de *dashboards*, painéis de governo. Que bom que você possa nos ajudar e muito. Somos uma parcela da

sociedade que não pode ser esquecida. Com a vídeo conferência, você vai poder ver de perto a dificuldade que temos nas imagens dinâmicas, pois você está trabalhando a parte sensorial dos cegos. Você poderá ouvir como navego e o que o leitor de tela irá transmitir de informação para mim. Um dos *sites* mais complicados para mim é do IBGE que não tem uma definição, descrição que possamos entender. Digo, porque são gráficos que retratam a nossa vida, os dados da sociedade." (R8)

"sou cega de nascença sempre utilizei durante a minha vida toda leitor de tela. Até hoje tenho muita dificuldade de interpretar informações em gráficos. Durante a COVID-19, quando acessava os *sites* de governo para acompanhar as primeiras divulgações do coronavírus foi um desespero tentar entender como era a proliferação desse vírus, o que causava? Como evitar? Como pegar? Ainda tenho essas dificuldades mesmo que as páginas que dizem ser acessíveis. Eu não consigo entender as informações dessas imagens." (R18)

"esse procedimento, a maneira para falar sobre acessibilidade para gente que tem alguma limitação só vem a contribuir. As autoridades que enxergam criam na cabeça deles colocando imagens de qualquer jeito, como gráficos sem descrição para entendermos. Ao invés de nos chamar para alguma pesquisa, das dificuldades que estamos enfrentando criando coisas na cabeça deles e não colocando na prática. Nessa linha de pensamento fazem mal e não fazem da forma correta. Pesquisas como essa que está fazendo são fundamentais para às pessoas cegas." (R24)

"eu usava o leitor de tela JAWS e depois comecei a utilizar o NVDA que me atende em várias coisas. Ambos os leitores não estão preparados para me informar sobre as informações em gráficos. O mais complicado é o de pizza, por exemplo se fizesse a seguinte descrição: gráfico de pizza com arco de circunferência de 30 graus na cor verde representa essa categoria do gráfico. Um outro arco de tantos graus na cor tal. Não consigo ter a noção de fazer um mapa mental e saber quem é a maior. Qual é o menor valor numa pizza, ou

> seja, o leitor teria que ler tudo e nós deficientes teríamos que memorizar tudo o que é muito difícil. Não consigo ter esse entendimento de como está esse tipo de gráfico.” (R26)

4.3. Síntese do capítulo

Neste capítulo, foram descritos os resultados da coleta de dados de dois questionários *Web* confeccionados na ferramenta *Google Forms*. O primeiro abordou perguntas sobre como as imagens dinâmicas são construídas e disponibilizadas em plataformas de governo pelos produtores dessas imagens. Em seguida, foi realizada uma discussão da análise dos resultados desse questionário.

O segundo questionário foi elaborado para obter informações sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação com imagens dinâmicas por pessoas com deficiência visual total. Este questionário foi validado por uma especialista em Interação Humano-Computador, que sugeriu alguns ajustes na carta convite e na formulação das perguntas.

Após as modificações, o questionário foi enviado para validação de uma participante piloto com deficiência visual total, que atuou há mais de vinte e oito anos no mercado de trabalho em assuntos relacionados à acessibilidade de plataformas no segmento público e privado.

Com base nas ponderações da participante piloto, foram realizados ajustes para a coleta de dados. A coleta permaneceu aberta por quarenta e cinco dias, e os resultados foram tabulados, apurando-se dados sociodemográficos, as dificuldades de interação para o entendimento de informações em imagens dinâmicas, e a percepção dessas imagens em portais de governo por pessoas com deficiência visual total.

5. ESTUDO DE CAMPO

Este capítulo apresenta um estudo de campo retratando a dinâmica da realização de tarefas pelos voluntários com deficiência visual total em três portais governamentais que dispunham de gráficos dinâmicos. Foram investigadas as percepções, sensações e dificuldades no entendimento de informações nessas imagens. Ao final, é realizada uma análise dos resultados com base em entrevistas semiestruturadas, onde foram capturadas as opiniões desses participantes.

O capítulo está estruturado nas seguintes seções: abordagem e dificuldades de recrutamento dos participantes; ambiente de observação na interação dos cidadãos com deficiência visual total em imagens gráficas; realização do estudo de campo, englobando as subseções cenário de execução do teste piloto, ajustes nas tarefas e do questionário da entrevista semiestruturada; cenário de execução dos testes com os demais participantes; e, finalmente, a análise dos resultados.

5.1. Abordagem e dificuldades de recrutamento dos participantes

Para realizar o estudo de campo, foram contactados 37 participantes que responderam à questão: Você tem algum interesse e disponibilidade para participar das próximas etapas da pesquisa na modalidade (presencial ou remota na plataforma *Google Meet*)? do questionário *Web* (Apêndice G: questão 13) que demostraram interesse em participar desse estudo. O contato foi efetuado pelos canais de comunicação (e-mail ou *Whatsapp*) no privado, sendo enviado o TCLE (Apêndice H).

Desses voluntários, somente 22 responderam ao contato do pesquisador, dando a concordância em sua participação, obedecendo às diretrizes e normas estabelecidas pelo CEP-UNIRIO, no que tange à não insistência do pesquisador em contactar os não respondentes, para não culminar na invasão de privacidade, indução, coação e constrangimento.

Ocorreram dificuldades no agendamento da reunião virtual em relação ao dia e horário mais conveniente para os voluntários. Alguns participantes solicitaram ao pesquisador o envio do convite da reunião com duas semanas ou um mês de antecedência. Em algumas situações, no dia dos testes, eles não compareceram à reunião. Ao contactar o pesquisador, relataram que o motivo da ausência foi por questões técnicas, como atualizações no sistema operacional de suas máquinas que impediam de navegar pelos *sites* e plataformas, falta de fornecimento de energia na residência ou perda de conexão com a *Internet*.

Houve duas situações em que voluntários solicitaram que os testes fossem remarcados para um sábado. No dia agendado, minutos antes de iniciar a reunião, solicitaram a remarcação para o dia seguinte. No dia seguinte, também não compareceram. Ao todo, nove participantes não compareceram às reuniões, sendo efetuado o estudo de campo com treze voluntários, incluindo o participante piloto. Desses voluntários, sete eram do estado do Rio de Janeiro e seis de outros estados: Brasília, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rondônia e São Paulo. Por questões de comodidade, todos os voluntários optaram em realizar os testes na modalidade remota.

5.2. Ambiente de observação na interação dos cidadãos com deficiência visual total em imagens gráficas

O ambiente de observação para execução das tarefas nos portais teve como propósito aprofundar as preferências e as demandas dos participantes para o entendimento das informações presentes em gráficos dinâmicos. Com base nos tópicos descritos no TCLE (GRAVAÇÃO EM VÍDEO e REGISTROS FOTOGRÁFICOS) no Apêndice H, não foi realizada nenhuma ação que pudesse identificar e capturar a imagem dos participantes. Alguns voluntários, espontaneamente, perguntaram ao pesquisador se poderiam habilitar suas câmeras de vídeo, compartilhar suas telas e deixar o áudio do leitor tela ligado. Em resposta, o pesquisador informou que tais ações não era obrigatórias, ficando a critério do participante. O pesquisador ressaltou que somente faria a gravação de áudio para transcrição da coleta de dados, utilizando um gravador e reprodutor de voz portátil modelo ICD-PX240 da marca *Sony Digital Voice Recorder*.

5.3. Realização do estudo de campo

Para preservar o anonimato dos voluntários, considerando as diretrizes estabelecidas pelo CEP-UNIRIO e a Lei Geral de Proteção de dados - LGPD (BRASIL, 2018), utilizou-se o identificador Vx, em que “V” designa *Voluntário* e “*x*” o número do voluntário. O voluntário piloto foi intitulado pela sigla “VP”.

O estudo de campo compreendeu o interstício de julho a agosto de 2023. Cada participante foi informado pelo pesquisador sobre o procedimento para a execução dos testes, que seria realizado em apenas um dia, com duração máxima de uma hora e o pesquisador se colocou à disposição para esclarecer qualquer tipo de dúvida.

O estudo foi dividido em dois cenários de execução dos testes: o piloto e o realizado com os demais participantes.

5.3.1. Execução do teste piloto

O teste piloto foi realizado com um especialista em acessibilidade digital de 38 anos de idade e com mais de onze anos de experiência na utilização do leitor de tela. Ele perdeu a visão total em 2011, aos 26 anos, e, até então, teve conhecimento visual de vários tipos gráficos, como linha, barra e pizza. Para realização dos testes, o participante piloto optou em abrir sua câmera e compartilhar sua tela. Porém, enfrentou dificuldades e não conseguiu localizar, no *Google Meet*, a guia que gostaria de compartilhar.

Diante desse cenário, o pesquisador explicou como seria o procedimento para a realização dos testes e perguntou ao voluntário como preferia que fossem informados os endereços das plataformas, ou seja, por *e-mail*, pela rede social *Whastapp* ou pelo *chat* da ferramenta *Google Meet*. O VP preferiu que fosse divulgado via *Whastapp*.

O tempo total, incluindo os ajustes de microfone, câmera, abertura dos *sites* contendo as imagens gráficas, execução das tarefas e respostas da entrevista semiestruturada, foi de 58 minutos e 49 segundos. O VP utilizou o navegador *Chrome* em um computador *desktop* rodando o sistema operacional *Windows* 10 e o leitor de tela NVDA na versão 2023.1, que era a mais recente distribuída para esse sistema operacional na ocasião do teste.

5.3.1.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)

O Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) apresentou informações na forma de *links*, como a estrutura do *site*, o Portal de serviços, normativas

jurídicas, como Leis e regulamentações, e órgãos de controle, englobando os Tribunais de Contas e o Ministério Público. Também estavam disponíveis consultas de processos e duas imagens de gráficos gerados *online* com base na seleção do ano (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Receitas e Despesas do Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Para acessar o portal, o participante clicou no *link* disponibilizado no *Whastapp*. Após o carregamento da página, iniciou a navegação para a execução das tarefas e relatou:

> "nossa o *site* está muito ruim nas diretrizes de acessibilidade."
>
> "inicia de cara com cabeçalho de nível 5. De acordo com as diretrizes do WCAG 2.1 e nas recomendações do E-MAG (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico), o portal deveria começar na estrutura com cabeçalho nível 1, ou seja, com a utilização da <H1>."

Tarefa 1: Selecionar o ano 2022

Foi solicitado que o voluntário selecionasse o ano 2022 para geração do gráfico de barras e linhas referente às Receitas (Balancete das Receitas). Durante a execução da tarefa, ao tentar localizar o ano, ele explanou:

> "vou usar as teclas do NVDA. Colocando o foco, ele não me diz nada do ano e nem tão pouco identifico que há um filtro."
>
> "esse é um Portal da Transparência que mostra que tipo de informação?"

Em resposta, o pesquisador relatou que no portal são exibidas diversas informações de gráficos. Dentre elas, balancetes de receitas e empenho de despesas, sendo descrita uma faixa de anos para cada gráfico, que iniciava em 2023 e terminava em 2018.

Diante da explicação do pesquisador, o VP disse: "*Peraí que vou utilizar as setas e a tecla TAB*".

Com a tecla TAB, o voluntário conseguiu localizar e selecionar o ano, sendo gerado os gráficos de linha e barras na vertical.

Tarefa 2: Do gráfico "Balancete da Receita", descrever a legenda

Para buscar a descrição da legenda, o VP teve que localizar o título do gráfico "Receitas (Balancete da Receita)" e mencionou:

> "vou procurar com o comando "G" que é imagem. A informação que o leitor de tela me dá é: "gráfico clicável" e não sei o que é isso? Não diz o que é? Como vou saber o que tem aqui?" Tudo que é imagem o leitor fala que é um gráfico."

O participante não conseguiu concluir a tarefa, pois não obteve a descrição da legenda.

Tarefa 3: Informar o valor acumulado para o mês de janeiro

Quando as pessoas normovisuais passam o ponteiro do *mouse* sobre o gráfico de linhas, é aberta uma janela *pop-up* contendo a descrição do mês e o valor acumulado da receita em milhões. Ao ser solicitado que obtivesse a mesma descrição, o VP utilizou as teclas das setas unidirecionais (à esquerda, à direita, para cima e para baixo), TAB, G (tecla de atalho para obter informações de um gráfico), mas não obteve sucesso em informar o valor acumulado. Dessa forma, não conseguiu realizar a tarefa.

Tarefa 4: Informar o valor realizado para o mês de dezembro

Após manusear o teclado, o VP não conseguiu obter a informação solicitada. A informação que obteve foi referente os valores (empenhado, liquidado e pago), respectivamente, R$ 882.090.822,77, R$ 556.289.231,74 e R$ 543.583.172,19, que estavam relacionados aos valores totais do gráfico "Despesas Empenho".

Após obter essas informações, o VP explanou:

> "deixa eu te falar uma coisa: na minha cabeça, se esse Portal tivesse acessibilidade às informações no gráfico, bastava eu clicar na tecla "G" que ouviria as informações, mesmo que fossem resumidas. Com o gráfico gerado *online* deveria haver uma forma para que eu pudesse entender."
>
> "minha sugestão é que fosse utilizada uma audiodescrição dizendo o tipo de gráfico e relatando os elementos desse gráfico. E não tem informações que eu consiga sentir que tem um gráfico no Portal. Qual é o propósito desse gráfico *online*?"

Ao final da execução das tarefas, o pesquisador explicou o propósito de cada gráfico, como estavam dispostos na página, o tipo do gráfico, as informações nos eixos da vertical e horizontal, e as legendas.

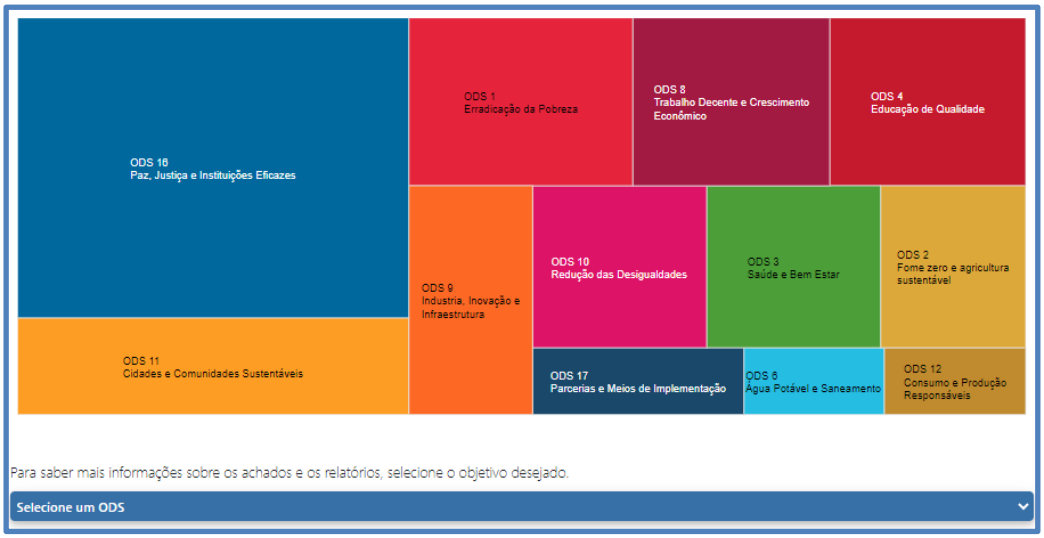
5.3.1.2. Painel ODS sobre um objetivo

O Painel ODS disponibilizou informações sobre dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis e 169 metas, direcionados aos três pilares de desenvolvimento sustentável: crescimento econômico, inclusão social e proteção ao meio ambiente.

Tarefa 1: Localizar a caixa de lista com o título "Selecione um ODS"

Foi solicitado ao VP que localizasse a caixa de lista (Figura 16). Para localizá-la, o VP navegou com a tecla TAB até ao final da página e teve algumas dificuldades para encontrá-la. Após pressionar a tecla "L", conseguiu localizá-la.

Figura 16 - Caixa de seleção dos ODS



Fonte: (TCE-SP, 2023)

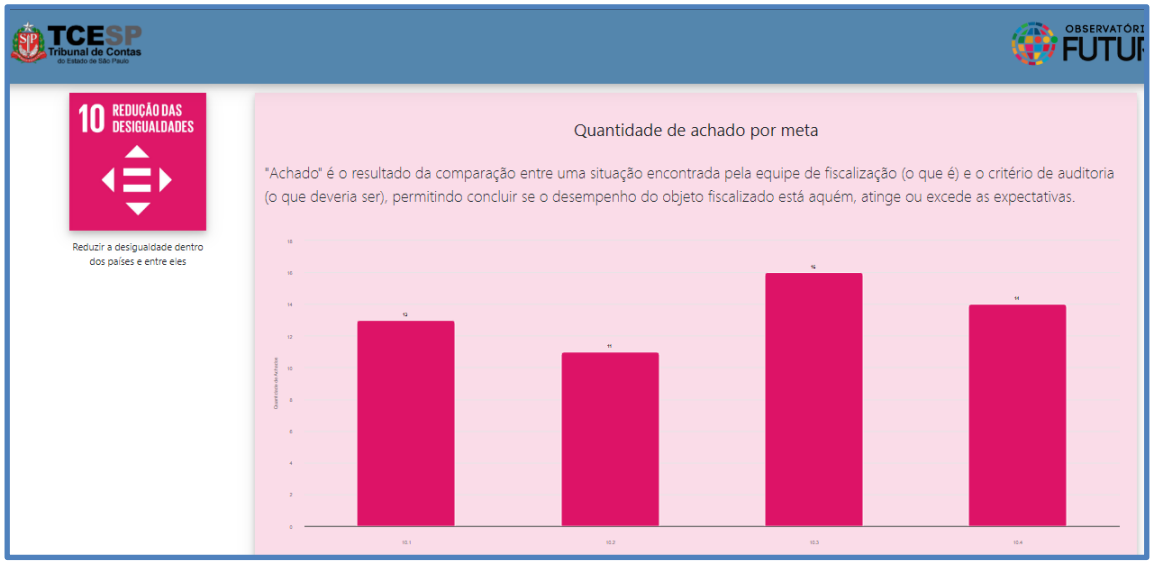
Tarefa 2: Selecionar o "Objetivo 10 - Redução das Desigualdades"

Dos objetivos dispostos na caixa de lista, foi solicitado ao VP que selecionasse o Objetivo "10 - Redução das Desigualdades". Após localizá-lo e selecioná-lo, foi gerado um gráfico dinâmico de barras (Gráfico 10), e o voluntário piloto relatou:

> "para selecionar esse objetivo foi muito ruim."
>
> "o leitor me diz: "caixa de seleção recolhida". Para navegar nas opções até chegar no Objetivo 10 tive que habilitar e desabilitar várias vezes o foco no

leitor de tela. Isso não deveria ocorrer, pois com as setas para cima e para baixo encontraria facilmente esse objetivo."

Gráfico 10 - Quantidade de achado por meta referente ao Objetivo 10 (Redução das Desigualdades)



Fonte: (TCE-SP, 2023)

Tarefa 3: Informar o título do gráfico e o resumo

Na imagem, foram exibidos o título e um pequeno resumo sobre o propósito do gráfico, sendo solicitado ao voluntário piloto que descrevesse essas informações. O VP, utilizando os recursos do leitor de tela NVDA, conseguiu informar somente o título do gráfico.

Tarefa 4: Informar a descrição da meta 10.2 e a quantidade de achados

Com o passar do *mouse*, é possível capturar informações de cada barra referente às metas e quantidade de achados. Buscou-se observar se o VP conseguiria obter as informações da "meta 10.2" e da "quantidade de achados". Foram diversas as tentativas de navegação utilizando os recursos de acessibilidade do leitor de tela. O VP não conseguiu identificar e transmitir nenhuma destas informações e não realizou a tarefa.

Terminada a execução das tarefas, o pesquisador fez um resumo das informações que estavam presentes no gráfico, a fim de que o VP pudesse compreendê-las.

5.3.1.3. Painel Indicadores do Mercado de Exibição

No universo da transformação digital, muitos órgãos de governo optaram por disponibilizar à sociedade civil ferramentas de análise de dados (GOV.BR, 2023a). Uma delas é o Painel de Indicadores do Mercado de Exibição, lançado pela Agência Nacional do Cinema ilustrado na Figura 14, que agregou informações sob a forma de um painel dinâmico contendo três tipos gráficos do segmento de filmes nacionais e internacionais.

No gráfico de barras vertical, foram exibidas informações sobre o "Público acumulado por ano cinematográfico", contemplando, no eixo na horizontal, os anos de 2019 a 2023, e, no eixo na vertical, o número de público em milhões. Já no gráfico de pizza, foram ilustradas a "Participação de público por nacionalidade da obra", englobando duas fatias da pizza: uma representando a brasileira e a outra estrangeira, cada uma com o valor do número de público e o percentual correspondente. No gráfico de linhas, foram apresentados o "Público por semana cinematográfica", com duas linhas: uma para o ano de 2002 e a outra para 2023. Ambas tinham, no eixo na vertical, o número de público em milhões e, no eixo na horizontal, as semanas numeradas de 1 a 52.

Procedimento para execução das tarefas

Foi solicitado ao VP que realizasse as seguintes tarefas:

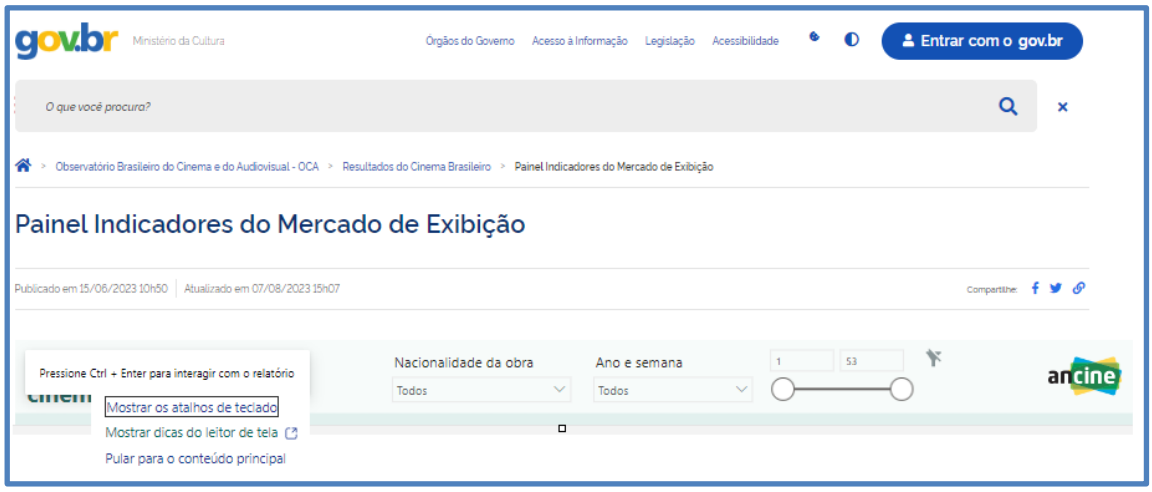
1. Localizar o gráfico de linhas "Público por semana cinematográfica";
2. Descrever as informações que conseguisse obter desse gráfico;
3. Localizar o gráfico de pizza "Participação de público por nacionalidade da obra";
4. Descrever as informações que conseguisse obter desse gráfico;
5. Selecionar a fatia de menor valor;
6. Localizar o gráfico de barras "Público acumulado por ano cinematográfico";
7. Descrever as informações que conseguisse obter desse gráfico;

8. Informar o total de público em 2019.

Ao navegar pelo painel utilizando as teclas do NVDA, o participante só conseguiu obter as descrições do título do painel, a expressão *report section frame*, do rodapé que contemplava o número da página anterior e posterior, *links* de compartilhamento das redes sociais (*facebook*, *twitter*, *linkdein*) e o *link* para a abertura do painel em uma tela inteira.

No painel, foram disponibilizados alguns recursos para navegação, a partir da abertura de um *menu* intitulado por "Pressione CTRL + ENTER para interagir com o relatório", que continha três itens: mostrar os atalhos de teclado; mostrar dicas do leitor de tela; e pular para o conteúdo principal, ilustrados na Figura 17.

Figura 17 - *Menu* com itens disponíveis para navegação no painel

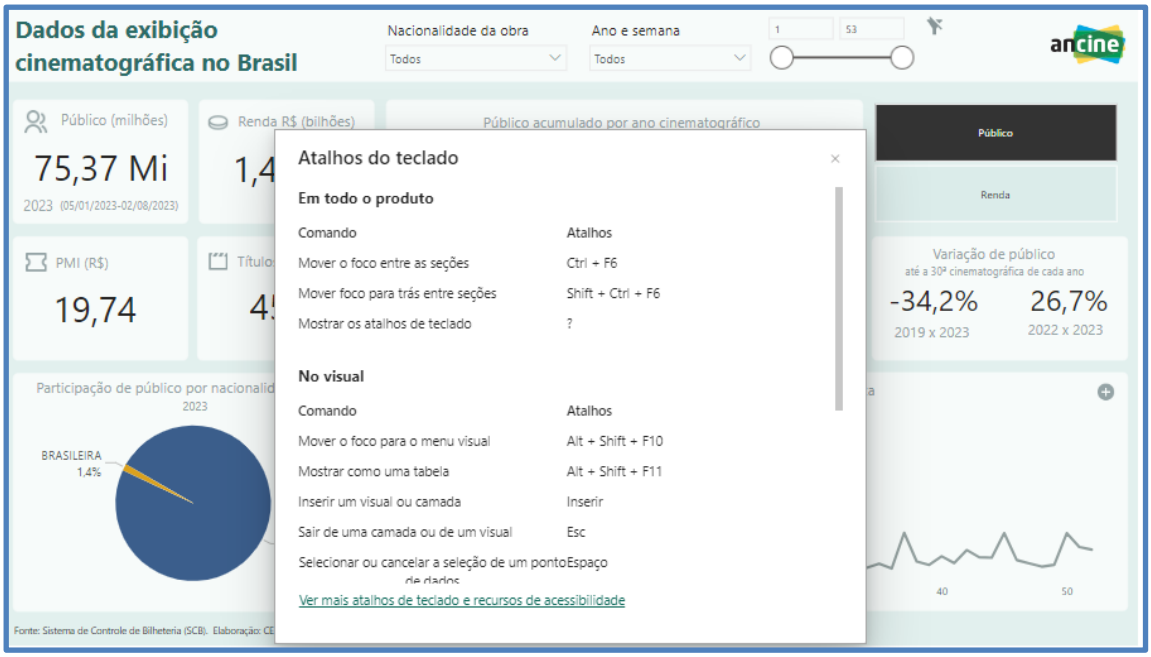


Fonte: (ANCINE, 2023)

<u>Recursos disponibilizados para navegabilidade no painel</u>

Com base nos recursos de navegabilidade, foi solicitado ao voluntário que clicasse em cada item de *menu*. Ao selecionar a opção "mostrar atalhos do teclado", foi aberta uma janela *pop-up* (Figura 18) que apresentou comandos e atalhos do teclado.

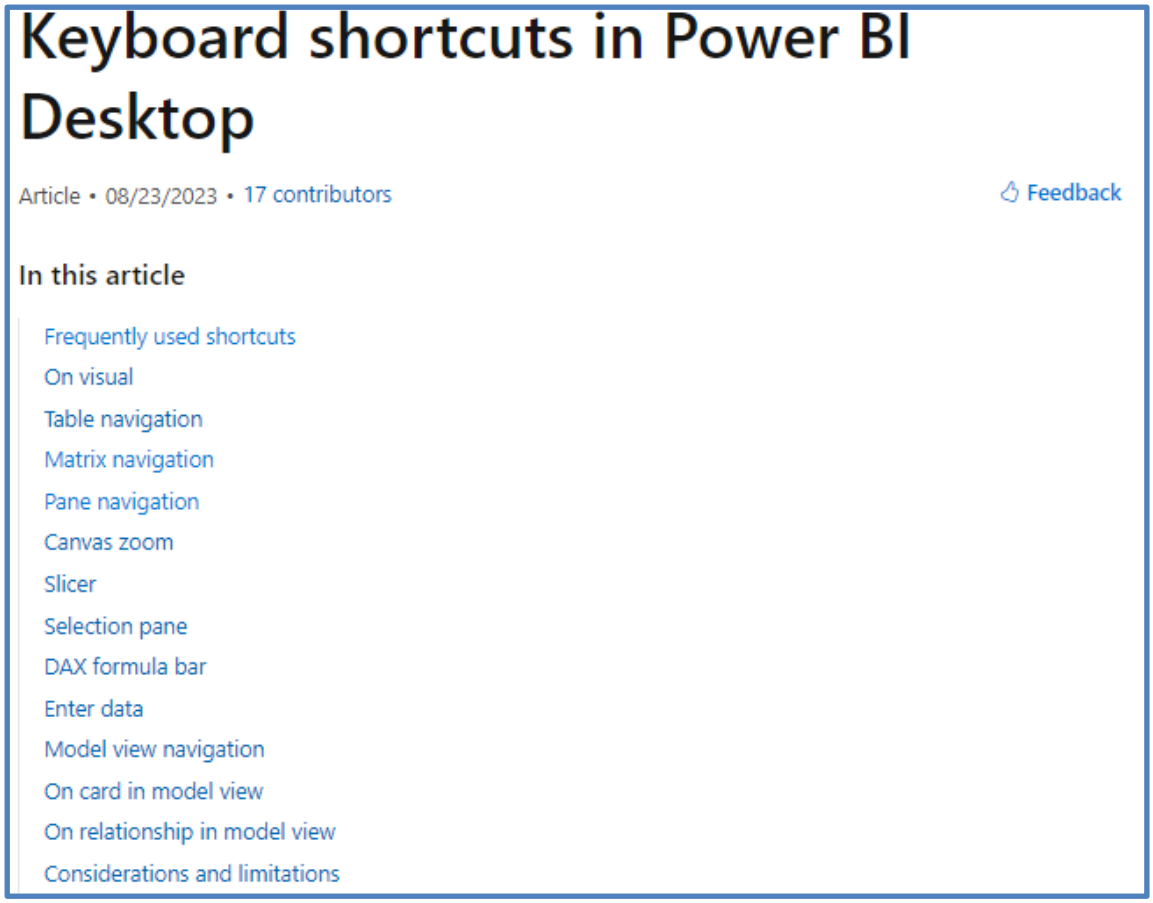
Figura 18 - Comandos e atalhos do teclado



Fonte: (ANCINE, 2023)

Ao final da janela, estava disposto o *link* “Ver mais atalhos de teclado e recursos de acessibilidade” que direcionou o VP para uma página com um conteúdo em inglês (https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/desktop-accessibility-keyboard-shortcuts), exibindo outras opções de atalho (Figura 19).

Figura 19 - Opções de atalho para navegação



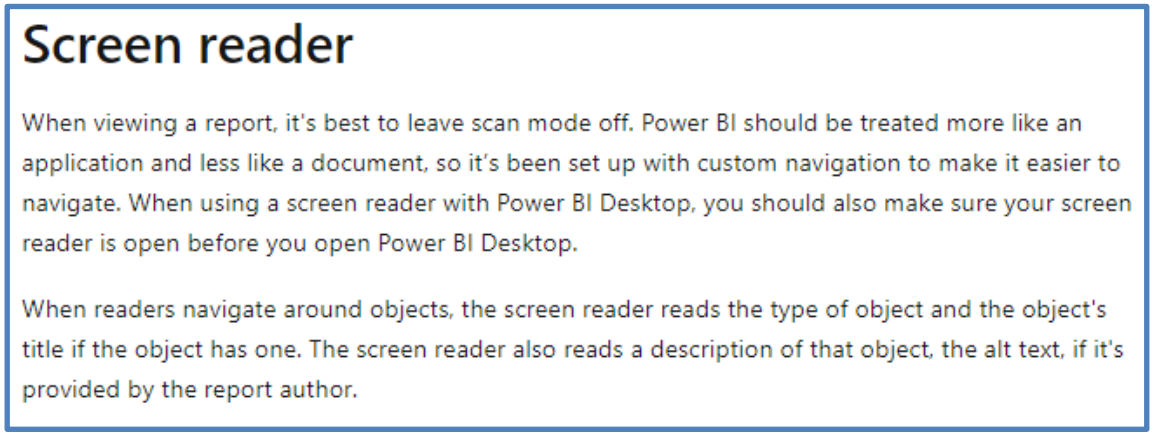
Fonte: (MICROSOFT, 2023b)

Não é foco desta tese aprofundar nas funcionalidades dos recursos disponíveis em cada tópico, que estão consolidados no Apêndice N. Porém, cabe destacar que, além dos mecanismos ofertados para navegação, foram relatados no tópico "*Considerations and limitations*", alguns problemas e limitações da ferramenta no que tange aos recursos de acessibilidade, como a navegação em dados das tabelas construídas na linguagem HTML, a utilização do "Narrador" (aplicativo de leitura de tela integrado ao *Windows* 10) e a habilitação de um leitor de tela mais familiar ao usuário, antes de ser carregado o conteúdo de um portal (MICROSOFT, 2023c).

Em relação a opção "mostrar dicas do leitor de tela", após o VP selecioná-la, foi aberta uma janela com o texto em inglês (Figura 20), retratando que o painel foi configurado de forma personalizada, visando a navegação do leitor de tela em seus

objetos. Cabe ressaltar que o texto em inglês foi uma grande barreira para o entendimento das informações pelo VP.

Figura 20 - Configuração do painel para navegação pelo leitor de tela



Fonte: Do autor

Já a opção “Pular para o conteúdo principal” direcionou o participante para a navegação no painel, incluindo as caixas de textos e os componentes dos gráficos dispostos em seções referenciadas como “segmentação de dados”.

Com base nas teclas de atalho ilustradas no Apêndice N, foi solicitado ao voluntário que executasse as tarefas, em que se observou que o participante teve dificuldades de manuseá-las e memorizá-las. Logo, ele relatou:

> “algumas dessas teclas conflitam com as teclas que estou acostumado a utilizar na ferramenta leitura de tela.”

As teclas que o VP utilizou com mais facilidade para explorar e interagir e que permitiram obter alguma descrição dos elementos no painel foram: *TAB* para realizar a navegação entre as camadas, áreas e gráficos; *ESC* para sair da seleção de uma camada ou área; *ENTER* para selecionar um determinado componente no painel; e as setas direcionais de navegação para cima, baixo, à esquerda e à direita. Nos itens a seguir são relatadas a execução de cada tarefa.

Tarefa 1: Localizar o gráfico de linhas "Público por semana cinematográfica"

O voluntário conseguiu localizar o gráfico, descrevendo o seu tipo e título.

Tarefa 2: Descrever as informações que consegue obter desse gráfico

O VP só conseguiu relatar as descrições "área de plotagem" e "cartão", que não eram referentes a nenhuma informação do gráfico.

Tarefa 3: Localizar o gráfico de pizza "Participação de público por nacionalidade da obra"

O VP conseguiu realizar a tarefa, relatando o tipo e título do gráfico de pizza.

Tarefa 4: Descrever as informações que consegue obter desse gráfico

O VP não conseguiu descrever nenhuma informação do gráfico, como as legendas, valores e o número de fatias da pizza.

Tarefa 5: Selecionar a fatia de menor valor

O VP não conseguiu selecionar a fatia, pois não obteve descrição das fatias do gráfico.

Tarefa 6: Localizar o gráfico de barras "Público acumulado por ano cinematográfico"

O VP conseguiu localizar o gráfico, pois o *site* informou a descrição do tipo e título do gráfico.

Tarefa 7: Descrever as informações que consegue obter desse gráfico

As únicas descrições que o VP conseguiu informar foram referentes à primeira barra do gráfico, como o ano e total de público.

Tarefa 8: Informar o total de público em 2019

O VP conseguiu obter o valor do público, porém não soube precisar a unidade utilizada, ou seja, se estava em milhares, milhões ou outra.

Ao término das tarefas, o pesquisador explicou quais foram os componentes dispostos no painel e as descrições dos gráficos.

5.3.1.4. Ajustes nas tarefas e questionário da entrevista semiestruturada

Com base na exibição do *menu* que disponibilizou opções de teclas de atalho para navegação nos elementos no *Painel Indicadores do Mercado de Exibição* (ANCINE, 2023), houve a necessidade de considerar novas tarefas, como "localizar o *menu* Pressione CTRL + ENTER para interagir com o relatório"; selecionar o item "Mostrar os atalhos de teclado"; e selecionar o item "Pular para o Conteúdo Principal", que passaram a compor a lista de tarefas ilustradas na (Tabela 12).

Tabela 12 - Lista das tarefas, após os ajustes

Tarefas
1. Localizar o menu "Pressione CTRL + ENTER" para interagir com o relatório
2. Selecionar o item "Mostrar os atalhos de teclado"
3. Selecionar o item "Pular para o Conteúdo Principal"
4. Localizar o gráfico de linhas "Público por semana cinematográfica"
5. Descrever as informações que consegue obter desse gráfico
6. Localizar o gráfico de pizza "Participação de público por nacionalidade da obra"
7. Descrever as informações que consegue obter desse gráfico
8. Selecionar a fatia de menor valor
9. Localizar o gráfico de barras "Público acumulado por ano cinematográfico"
10. Descrever as informações que consegue obter desse gráfico
11. Informar o total do público em 2019

Fonte: Do autor

Entrevista semiestruturada

Ao término da execução das tarefas, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o propósito de capturar, em maior profundidade, as percepções, demandas, preferências e problemas enfrentados pelo VP na interação e no entendimento das informações nos gráficos gerados dinamicamente. Dessa forma, foi estruturado um conjunto de dez perguntas.

Na questão 1 (Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?), o voluntário respondeu que *"as barreiras foram do não uso da acessibilidade e da indisponibilidade de ferramentas para navegação pelo leitor de tela"*. Na pergunta 2 (Como você conseguiu obter uma informação ou dado?), o participante relatou que "*procurou utilizar as teclas do NVDA para tentar rastrear no site e obter algum tipo de descrição dos gráficos"*. Na terceira questão (Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?), o voluntário explanou que:

> "seriam as informações necessárias para a construção de uma imagem mental. De um gráfico de linha seriam as direções das linhas, o sentido dos eixos, os intervalos, a quantificação, a data, o nome, a fonte e a cor do gráfico. De barras, os valores dos eixos. Da pizza, as fatias e percentuais."

Na pergunta 4 (De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?), o participante disse que *"o layout não muda, se houver audiodescrição e se a imagem estiver descrita corretamente, já seria muito bom"*. Na quinta questão (Se você tivesse que utilizar uma linguagem para descrever as imagens dos gráficos, ela seria clara, explicativa, de que forma?), o respondente relatou que "*a linguagem tem que ser objetiva. Nem pouco e nem em excesso.*

Enxuto demais, nem sempre. A informação ela só é transparente quando ela está acessível".

Na pergunta 6 (As informações deveriam ser disponibilizadas na forma resumida ou detalhada?), o VP declarou que tinha respondido na questão anterior. Na sétima questão (Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que a ferramenta leitura de tela possa descrever as informações?), ele revelou que "*o uso correto da programação com aplicação das diretrizes de acessibilidade"*. Na oitava pergunta (De que forma os *sites*, plataformas deveriam ser preparados, estruturados para proporcionar acessibilidade às informações em cada gráfico?), ele foi enfático e disse que:

> "devem ser respeitada as diretrizes do WCAG. E tem uma Lei brasileira que foi divulgada, há pouco que trata da ABNT para Acessibilidade Digital. É como se fosse uma tradução do WCAG."

Na questão 9 (Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens?), relatou que entende que "*é para dar publicidade da informação. Porém a acessibilidade está difícil na área governamental"*. Na décima pergunta (Em relação aos testes realizados algum comentário?), ponderou que:

> "eu acho interessante você fazer testes com mais participante, pois cada um tem uma forma de navegar, de ter entendimento, utilizar o navegador, leitor de tela de sua preferência."

Após a análise das respostas do VP, foram realizadas algumas alterações nas perguntas. A primeira foi a aglutinação da questão 5 (Se você tivesse que utilizar uma linguagem para descrever as imagens dos gráficos, ela seria clara, explicativa, de que forma?) com a questão 6 (As informações deveriam ser disponibilizadas na forma resumida ou detalhada?), formulando-se a pergunta "*Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?*". Essa substituição foi

necessária porque as questões se complementavam e o voluntário já havia respondido à forma como gostaria que as informações fossem dispostas nas imagens gráficas.

A outra alteração foi a remoção da pergunta 8 (De que forma os *sites*, plataformas deveriam ser preparados, estruturados para proporcionar acessibilidade às informações em cada gráfico?), pois a resposta dessa questão foi relatada na questão 7 (Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que a ferramenta leitura de tela possa descrever as informações?). A Tabela 13 sumariza as perguntas antes e depois dos ajustes.

Tabela 13 - Perguntas da entrevista semiestruturada, antes e depois dos ajustes

Perguntas antes dos ajustes	**Perguntas depois dos ajustes**
1. Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?	1. Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?
2. Como você conseguiu obter uma informação ou dado?	2. Como você conseguiu obter uma informação ou dado?
3. Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?	3. Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?
4. De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?	4. De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?
5. Se você tivesse que utilizar uma linguagem para descrever as imagens dos gráficos, ela seria clara, explicativa, de que forma?	5. Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?
6. As informações deveriam ser disponibilizadas na forma resumida ou detalhada?	6. Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que o leitor de tela possa descrever as informações?

7. Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que a ferramenta leitura de tela possa descrever as informações? 8. De que forma os *sites*, plataformas deveriam ser preparados, estruturados para proporcionar acessibilidade às informações em cada gráfico? 9. Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens? 10. Em relação aos testes realizados algum comentário?	7. Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens? 8. Em relação aos testes realizados algum comentário?

Fonte: Do autor

5.3.2. Execução dos testes com os demais voluntários

Participaram dos testes doze voluntários, com média de idade de 45,75, sendo dois do gênero feminino. O tempo total de realização das tarefas foi de 7 horas e 38 minutos.

A Tabela 14 mostra algumas das características demográficas dos participantes, os navegadores e leitores de tela utilizados, e as formas de acesso aos endereços dos portais para a realização das tarefas. As características detalhadas podem ser consultadas no Apêndice O.

Tabela 14 - Demografia dos voluntários e ambiente de testes (N = 12)

Categoria	**Valor**	**N**	**%**
Gênero	Feminino	2	16,67%
Gênero	Masculino	10	83,33%
Idade	20-30	2	16,67%
Idade	31-40	2	16,67%
Idade	41-50	6	50%

Idade	51-60	1	8,33%
Idade	Superior a 60	1	8,33%
Atividade Ocupacional	Servidor(a) Público(a) Federal	6	50%
Atividade Ocupacional	Professor	2	16,67%
Atividade Ocupacional	Outras profissões	4	33,33%
Navegador	Chrome	7	58,33%
Navegador	Edge	4	33,33%
Navegador	Safari	1	8,33%
Leitor de Tela	NVDA	7	58,33%
Leitor de Tela	JAWS	2	16,67%
Leitor de Tela	Tallback	1	8,33%
Leitor de Tela	Voice over	2	16,67%
Acesso as URLs dos portais	Whatsapp	3	25%
Acesso as URLs dos portais	E-mail	2	16,67%
Acesso as URLs dos portais	Chat do Google Meet	7	58,33%

Fonte: Do autor

Cabe ressaltar que, durante a realização dos testes, alguns participantes relataram dificuldades em usar equipamentos *desktops* e áudio do microfone. Diante dessa situação, optaram por utilizar os celulares. Algumas dessas explanações foram:

> "não consigo ter o retorno da sua voz pelo microfone, pois não consigo te escutar. Vou enviar uma mensagem pelo *Whatsapp*. Irei navegar nos portais pelo celular." (V8)

> "meu computador deu problema. Então, só vou poder fazer os testes pelo celular." (V9)

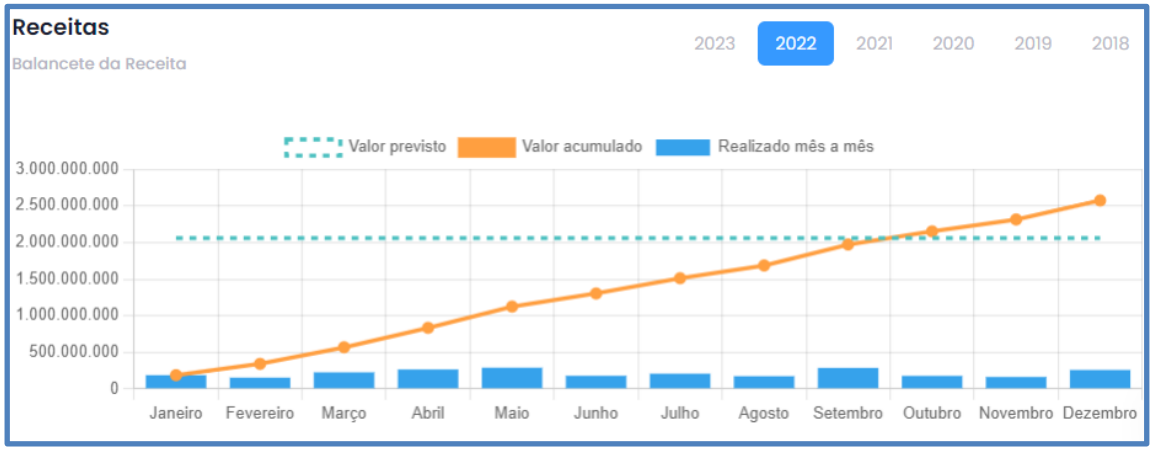
5.3.2.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)

Tarefa 1: Selecionar o ano 2022

Para realizar esta tarefa, o voluntário deveria selecionar o ano 2022 localizado à esquerda do gráfico intitulado por "Balancete da Receita" (Gráfico 11). Todos os participantes conseguiram selecionar o ano e realizar a tarefa. Durante a execução das tarefas, foram capturados alguns relatos:

> "estou indo com as setas da direita e esquerda. Deixa, eu tentar com a tecla B que direciona para o elemento botão na página." (V2)
>
> "o ano apareceu como um *link* e o leitor de tela, só fez um *refresh* na página." (V6)
>
> "vou com TAB. Achei o *link*. Dei duas vezes ENTER em cima de 2022 e não aconteceu nada que eu pudesse entender que houve uma seleção. Com a tecla L consegui selecionar o ano." (V12)

Gráfico 11 - Balancete da Receita



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

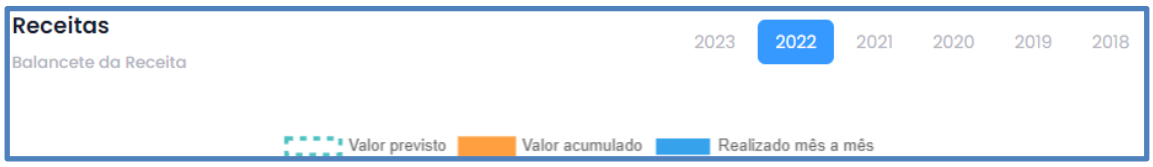
Tarefa 2: Do gráfico "Balancete da Receita", descrever a legenda

Nesta tarefa foi solicitado que o participante descrevesse a legenda (valor previsto, valor acumulado e realizado mês a mês) destacado na Figura 21. Nenhum voluntário conseguiu

descrevê-la. Foram utilizados vários mecanismos de navegação do leitor de tela. Algumas das explanações sobre o manuseio desses recursos foram:

> "quando uso as setas para baixo o leitor de tela fala: *gráfico clicável*. Usando a tecla SHIFT, o leitor de tela me dá a mensagem *gráfico selecionado*. Isso não me dá nenhuma informação para que eu possa entender." (V1)
>
> "ouço do leitor de tela *gráfico clicável* e não me diz nada de informação. Já te digo de antemão que o gráfico para o cego, sempre é muito complicado." (V9)
>
> "vou navegar com a tecla G que o leitor de tela reconhece um gráfico. Mesmo assim, ele não conseguiu descrever nenhuma informação do gráfico. Vou com a tecla H que parece ser um header. Consegui achar o gráfico, mas a legenda não sei descrevê-la." (V12)

Figura 21 - Legenda do gráfico "Balancete da Receita"



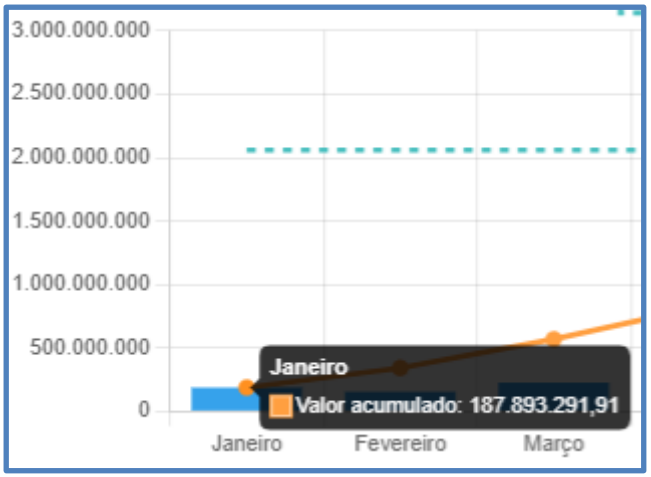
Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

<u>Tarefa 3: Informar o valor acumulado para o mês de janeiro</u>

O objetivo desta tarefa foi que o voluntário descrevesse o valor acumulado para o mês de janeiro, sendo o primeiro ponto do gráfico de linha expresso na cor laranja (Gráfico 12). Nenhum participante informou o que foi solicitado, não concluindo a tarefa. Algumas das explanações:

> "apenas recebo a informação de que há um gráfico na página." (V1)
>
> "estou utilizando as setas para cima e baixo. Ao invés do leitor de tela me dar alguma informação do gráfico, ele poderia me dar na forma de uma lista para eu navegar." (V2)

Gráfico 12 - Valor acumulado do mês de janeiro do gráfico "Balancete da Receita"



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Tarefa 4: Informar o valor realizado para o mês de dezembro

Os voluntários fizeram diversas tentativas de navegação no *site* em busca da descrição do valor realizado para o mês de dezembro no gráfico de barras, na cor azul (Gráfico 13). Porém, não obtiveram sucesso e mencionaram:

> "escuto mais de uma vez do leitor de tela a informação: *botão elemento gráfico sem etiqueta*. Navegando pela tecla TAB, os itens da página não estão em uma ordem correta para leitura do leitor. Após finalizar as tarefas perguntou ao pesquisador: como é esse gráfico da receita? O que tem nele?" (V1)

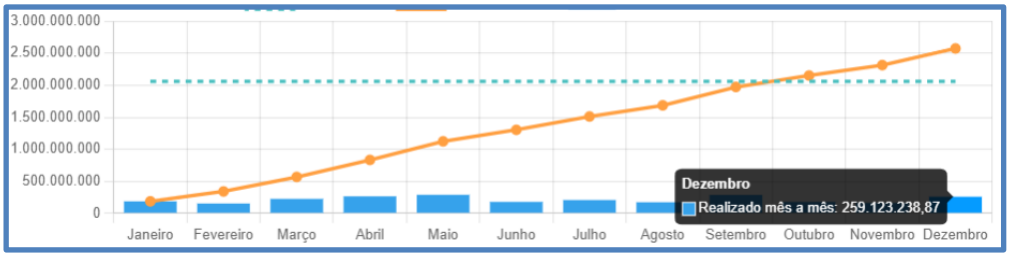
> "não me trouxe informação de gráfico apertando a tecla G, TAB, setas. Me diz que é um *elemento clicável*. Porém deveria ter foco, alguma descrição e não há. Deveria dar uma descrição mínima de cara, se houvesse acessibilidade implementada." (V3)

> "essa página, ela não é responsiva. Não tem como eu obter dados do gráfico. Uma plataforma é responsiva, quando seleciono um objeto com um *link* e o leitor de tela emite um *click*, um barulhinho. Aí eu tenho a noção, um alerta de que houve uma seleção. Nesse *site* não tem isso. É inacessível." (V5)

> “deveria ter sido implementado algo de acessibilidade, antes de construir o *site*. Deveriam ouvir as pessoas com deficiência visual para entenderem como navegamos e obtemos as informações.” (V7)

> “com o leitor de tela não consigo obter informação do gráfico em relação ao que tem. Não tenho valores, dados.” (V11)

Gráfico 13 - Valor realizado do mês de dezembro “Balancete da Receita”



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Ao término da execução das tarefas, o pesquisador explicou a cada voluntário as informações presentes nos gráficos de linha e barras, como as legendas, os valores no eixo na vertical, os meses no eixo na horizontal, as cores da linha e das barras, os valores e descrições de cada ponto da linha e da barra.

5.3.2.2. Painel ODS sobre um Objetivo

Tarefa 1: Localizar a caixa de lista com o título “Selecione um ODS”

O propósito desta tarefa foi que os voluntários localizassem a caixa de lista “Selecione um ODS”, conforme ilustrada na Figura 16. Todos os participantes conseguiram localizá-la, concluindo a tarefa. No decorrer dos testes, foram obtidas as seguintes declarações:

> “achei a caixa de combinação pelo TAB. Essa caixa de seleção é enrolada para navegar, pois o leitor de tela tirou foco da caixa.” (V1)

> “vou tentar através da tecla V que o leitor vai direto para a caixa de verificação. Não consegui. Vou tentar com a tecla TAB e agora foi.” (V2)

> “consegui localizar a caixa de lista usando os comandos de navegação do celular.” (V8)

> “olha, o que eu percebo navegando nesse painel ODS é que ele tem pouca informação no cabeçalho. Isso dificulta a minha localização na página. Já começa por aí para eu encontrar uma informação. O leitor de tela oferece alguns recursos para que eu possa localizar uma caixa de lista, como a tecla L de lista, uma caixa de seleção com a tecla X. Com a tecla X consegui.” (V10)

Tarefa 2: Selecionar o “Objetivo 10 - Redução das Desigualdades”

O propósito desta tarefa foi que os voluntários navegassem nas opções da caixa de lista para selecionar o “Objetivo 10 - Redução das Desigualdades” (Figura 22). Esse objetivo foi selecionado por todos os participantes, e pôde-se inferir, a partir das anotações dos áudios, as seguintes menções:

> “estou utilizando a seta para baixo para expandir os itens da caixa de lista. Agora com o TAB selecionei o objetivo.” (V2)

> “utilizando os recursos que conheço e como é uma caixa de lista, teclei L. Aí o leitor falou caixa recolhida e expandi as opções chegando no objetivo mais rapidamente. As vezes vou na intuição, quando eu clico com as teclas BARRA DE ESPAÇO e ENTER, o leitor seleciona também o objetivo. Mais muitas vezes sai de foco.” (V4)

> “acho que estou no rodapé da página. Vou teclar ALT + seta para baixo para ele voltar. Essa caixa tem um comportamento diferente das outras que estou acostumado em navegar. O leitor de tela desfoca e depois foca. Vou usar a tecla L. Agora consegui selecionar o objetivo, porém não recebo uma informação de que houve a seleção.” (V12)

Figura 22 - Itens da caixa de seleção dos ODS



Fonte: (TCE-SP, 2023)

Tarefa 3: Informar o título do gráfico e o resumo

O objetivo desta tarefa foi que os participantes descrevessem o título e o resumo dispostos acima do gráfico de barras (Gráfico 10). Apenas V8, V11 e V12 (25%) conseguiram informar o título e resumo do gráfico. Dois participantes, V1 e V10 (16,67%), conseguiram informar somente a descrição do título. Os demais, V2, V3, V4, V5, V6, V7 e V9 (58,33%), não conseguiram informar nenhuma descrição. Pôde-se extrair as seguintes ponderações:

> "utilizando as teclas do NVDA, como o TAB, G, L não consegui obter nenhuma informação. Deixa, eu tentar que tem outros comandos, como as teclas INSERT + R, porque o leitor faz um OCR da tela. Porém não adiantou, porque ele só me diz: *ô e programa gaver.*" (V1)

> "vou dar um CTRL + ESC para ver se consigo localizar essas informações." (V2)

Tarefa 4: Informar a descrição da meta 10.2 e a quantidade de achados

Para esta tarefa, foi solicitado que os voluntários informassem a descrição da meta 10.2 e a quantidade de achados (Gráfico 14). Nenhum dos participantes concluiu a tarefa, pois não conseguiram descrever as informações solicitadas. Capturou-se dos voluntários os seguintes relatos:

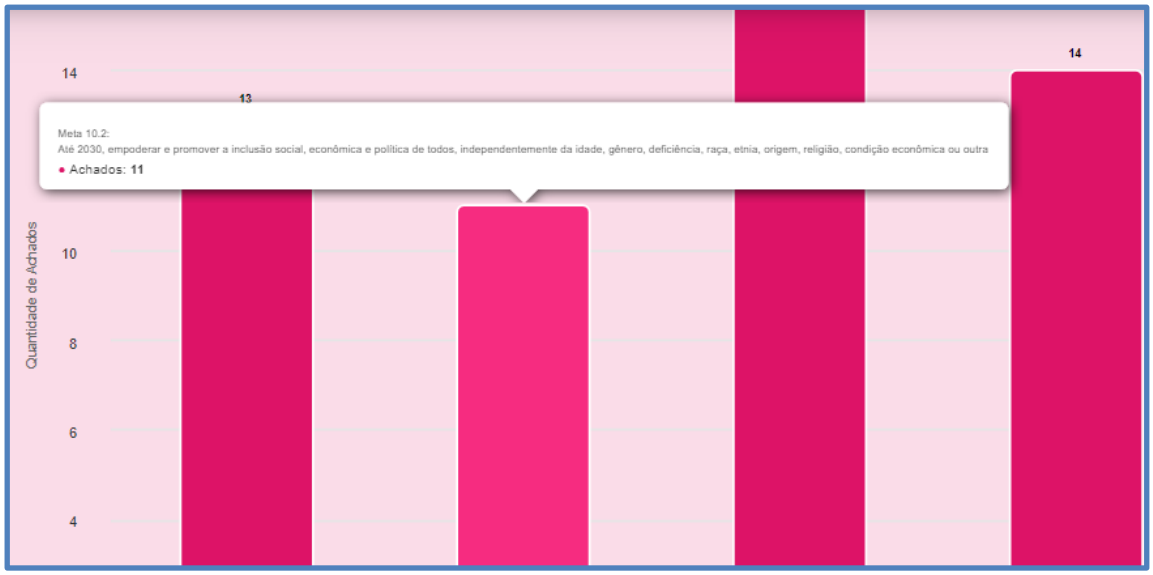
> "um artifício que utilizo muito é a opção *ver descrições do Google Chrome*. Essa opção tem que estar habilitada para que o leitor de tela possa ler alguma descrição. Nesse painel não me diz nada do gráfico, como o tipo do gráfico, valores, nada." (V3)

> "quando eu pressiono INSERT + F7, o leitor de tela teria que me dá alguma informação, se houvesse um texto alternativo. O que eu ouço é: lista de elementos e *link gráfico sem rótulo.*" (V5)

> "o leitor de tela quando foca na imagem, ele me diz: *gráfico clicável*. Se é clicável e eu clico deveria ter alguma informação e não recebo nada". (V10)

> "é mais um gráfico que o leitor de tela não identifica nada de informação." (V11)

Gráfico 14 - Descrição da meta 10.2 e quantidade de achado



Fonte: (TCE-SP, 2023)

Finalizados os testes, o pesquisador informou a cada voluntário o título, resumo do gráfico, as informações dispostas nos eixos na vertical e horizontal, a cor, a quantidade de barras, e a informação de cada barra, como a descrição da meta e a quantidade de achados.

5.3.2.3. Painel Indicadores do Mercado de Exibição

Durante o carregamento das informações, pôde-se obter algumas percepções dos participantes:

> "esse *site* é do Gov.BR? Meu Deus! Estou careca de navegar. Não é um *site* acessível. Não implementaram acessibilidade." (V4)

> "o governo gastou milhões para falar que o Gov.BR é acessível e não é. Só tenho a informação do cabeçalho de nível 1 - Painel Indicadores do Mercado de Exibição." (V8)

Após o carregamento, o pesquisador informou a cada participante que foram implementados alguns recursos de navegação em um *menu*, conforme ilustrado na Figura 17.

Foi solicitado a execução de onze tarefas, mencionadas a seguir.

Tarefa 1: Localizar o menu "Pressione CTRL + ENTER" para interagir com o relatório

Para a realização dessa tarefa, solicitou-se que os participantes localizassem um *menu* intitulado por "Pressione CTRL + ENTER para interagir com o relatório". O termo "relatório" referia-se ao painel que continha gráficos, caixas de textos, entre outros elementos. Os participantes (V2 e V4) tiveram dificuldades em localizar o *menu*, porém, todos conseguiram concluir a tarefa. Algumas das explanações capturadas foram:

> "vou utilizar a tecla L que pode ser um *link* para localizar o *menu*. Não localizei. Com o TAB consegui localizar." (V2)

> "as teclas CTRL + ENTER habilitam o narrador do *Windows* que pode conflitar com a voz do NVDA. O leitor de tela fala muita coisa, fala demais." (V4)

Tarefa 2: Selecionar o item "Mostrar os atalhos de teclado"

Os participantes deveriam navegar no *menu* e selecionar o item "Mostrar os atalhos de teclado", a fim de acessar os comandos de navegação que foram dispostos em uma janela *pop-up*. Todos os dez participantes (V1, V2, V3 V4, V5, V6, V7, V8, V10 e V11) conseguiram concluir a tarefa. Durante a realização da tarefa, alguns participantes declararam:

> "vou iniciar a navegação com as teclas direcionais para cima e baixo. Não consigo selecionar. Com a tecla TAB consigo. Decorar essas teclas é muito ruim, pois já estou acostumado com algumas teclas do NVDA. Pela combinação das teclas algumas conflitam com as do NVDA." (V1)

> "eu já ouvi de amigos que tem gente que monta esses painéis e colocam esses atalhos. Mais sinceramente para mim é difícil decorar um monte de teclas. Eu não tenho paciência. Eu quero obter a informação do gráfico, o mínimo que seja para minha compreensão. A gente acaba desistindo de navegar. Agora deixa eu usar as teclas de atalho implementadas nesse painel, como CTRL + SHIFT + F6 para navegar nos gráficos. Não funciona. Conflita com as teclas definidas para navegação no NVDA. É confuso. Não dá para saber, em que lugar do *site* estou?" (V3)

> "o NVDA e JAWS possuem teclas de atalho que interceptam as funcionalidades de outras teclas e eles não deixam passar, inclusive tiram de foco a imagem. O JAWS possui um recurso de aplicativo para leitura de imagem. Estou utilizando e não consigo obter nenhuma informação." (V6)

> "nada a ver esses comandos aqui. Estou acostumado com os do NVDA e não vou decorar esses comandos. Nossa! Quantos comandos. Rapaz que isso! É muita coisa. De onde eles tiraram essas teclas de atalho, porque temos o ENTER, as teclas *Page down*, *Page Up*, as setas, o próprio TAB. Precisa de mais teclas, para quê?" (V10)

Tarefa 3: Selecionar o item "Pular para o Conteúdo Principal"

Esta tarefa foi concluída por todos os voluntários, tendo a ponderação de apenas um voluntário (V2):

> "para selecionar esse item é meio maluca a navegação, pois com as setas não vai. Só com TAB."

Tarefa 4: Localizar o gráfico de linhas "Público por semana cinematográfica"

Apenas os voluntários V5 e V7 não conseguiram localizar o tipo e o título do gráfico. Do participante V5, pôde-se extrair a seguinte opinião:

> "não estou conseguindo obter informações. Para mim não houve implementação de acessibilidade na estrutura dos gráficos nesse painel que é muito inacessível. O que acontece é que a pessoa que desenvolveu esse painel não colocou um texto alternativo."

Dos demais participantes, observou-se algumas dificuldades em localizar o gráfico, em que se obteve as seguintes explanações e observações:

> "navegando ouço do leitor de tela diversas vezes até localizar o gráfico: clique aqui para seguir, cartão, imagem, segmentação de dados, caixa de texto. Perguntou ao pesquisador, se cartão e segmentação de dados eram referentes as informações específicas do gráfico. Obteve como resposta que esses termos não estavam relacionados ao gráfico." (V1)

> "estou pressionando as teclas ENTER, ESC para localizar o gráfico. Ao realizar essas ações o leitor de tela não coloca o foco de navegação no painel

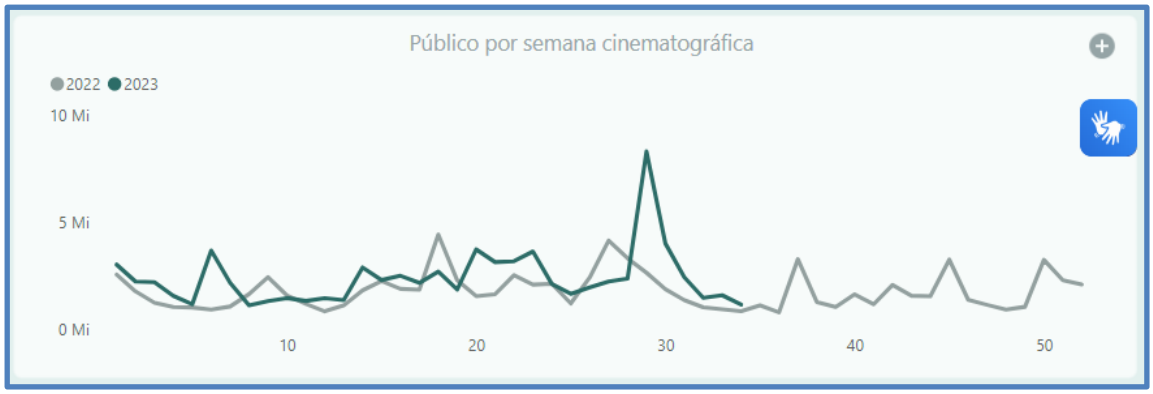
> indo para o rodapé da página. É horrível operar sem saber em que lugar estou na página. Deixa, eu voltar para o início da página e refazer todo caminho novamente até a abertura do *menu* para navegar no painel. É bom você ver a luta que a gente tem em navegar nesses *sites*." (V2)

> "ouço muito a palavra cartão, segmentação de dados, caixa de texto, preço médio do ingresso. O que significam essas expressões?" (V3)

Tarefa 5: Descrever as informações que consegue obter desse gráfico

O propósito desta tarefa foi que os participantes descrevessem as informações, como os valores dos eixos na horizontal e vertical, e dos pontos da linha (Gráfico 15).

Gráfico 15 - Público por semana cinematográfica



Fonte: (ANCINE, 2023)

Os participantes V5, V7 e V8 (30%) não apresentaram nenhum relato da descrição do gráfico. Dos demais participantes que concluíram a tarefa, foram extraídos os seguintes comentários:

> "estou tendo alguns valores das linhas, porém não sei o que significam. Não tenho como associar se são informações dos eixos na vertical ou horizontal. Para sair do gráfico e continuar navegando estou tendo dificuldades. Acho muito difícil navegar e buscar informações desse gráfico, por exemplo aqui o leitor de tela fala tudo corrido. Ele fala ano, total, gráfico, semana e não possibilita que eu leia palavra por palavra." (V1)

> “consigo obter algumas informações do gráfico. Ao clicar com o ENTER, o leitor de tela me diz elemento de plotagem e começa a falar semana cinematográfica 1, ano cinematográfico 2022, 2 milhões. Porém, sei lá o que é isso.” (V3)
>
> “o leitor de tela me diz área de plotagem. Acho que saiu do gráfico. Descreve uns valores que não sei o significado.” (V10)
>
> “só me diz que é um gráfico de linhas. Agora tenho a informação de área de plotagem e me informa semana cinematográfica 4, total de público 64 mil e 67 e alguma coisa. Isso porque estou tentando com a seta da direita. Navegando com a seta para baixo obtenho o ano. Porém não sei bem o que tem nos eixos na vertical e horizontal, o valor de início e término da linha.” (V11)

Tarefa 6: Localizar o gráfico de pizza “Participação de público por nacionalidade da obra”

Nesta tarefa, apenas os participantes V5 e V7 não conseguiram localizar o gráfico. Os demais conseguiram, utilizando as teclas das setas para a esquerda e a direita, ESC e ENTER, obtendo a informação do tipo e título do gráfico e, assim, concluíram a tarefa.

Tarefa 7: Descrever as informações que consegue obter desse gráfico

O objetivo desta tarefa foi que os participantes descrevessem os valores de cada fatia da pizza (Gráfico 16), como as categorias: “estrangeira”, com um total de público de 81 milhões, 518 mil e 370 pessoas, representando 98,71%; e “brasileira”, com um público de 1 milhão 69 mil e 160 pessoas, representando 1,30%. Não se obteve relatos de V5, V7 e V8, pois não conseguiram descrever nenhuma informação do gráfico.

Gráfico 16 - Participação de público por nacionalidade da obra



Fonte: (ANCINE, 2023)

Os demais conseguiram concluir a tarefa e explanaram:

> "consegui selecionar o gráfico utilizando as setas horizontais da direita e esquerda obtendo informações dos valores da pizza, total de público. Porém fiquei em dúvida de quantas fatias, setores da pizza, há no gráfico." (V1)

> "estou obtendo informações como se fosse uma lista com dois itens. É muita informação, como o número de público, o ano corrente, o percentual, as legendas e não consigo fazer a associação do que representam." (V3)

> "consigo informar alguns valores da pizza. Porém, quantas fatias existem? Eu não sei dizer". (V10)

Tarefa 8: Selecionar a fatia de menor valor

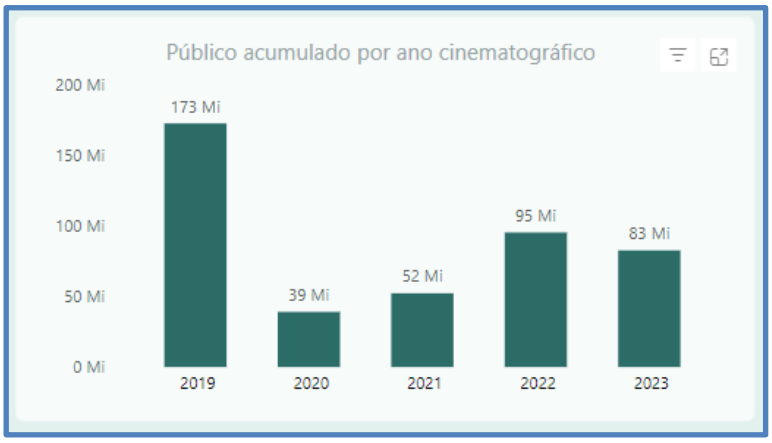
Os participantes V1, V3 e V11 conseguiram selecionar a fatia de menor valor da pizza. Porém, o participante V4 não conseguiu realizar a tarefa e ponderou:

> "não consigo selecionar a fatia de menor valor. O leitor de tela saiu do foco da imagem. Acho que estou fora do painel. Só obtenho a informação Publicado em 15/06/2023 10h50."

Tarefa 9: Localizar o gráfico de barras "Público acumulado por ano cinematográfico"

Oito participantes (V1, V2, V3, V4, V6, V8, V10 e V11) conseguiram localizar o tipo e título gráfico (Gráfico 17).

Gráfico 17 - Público acumulado por ano cinematográfico



Fonte: (ANCINE, 2023)

Para localizar o gráfico os participantes V1 e V2 relataram:

> "tive que pressionar duas vezes a tecla ESC, a fim de que o leitor de tela tirasse o foco do gráfico de pizza e navegasse no painel para localizar o gráfico de barras." (V1)

> "com as setas para cima e baixo consegui localizar o tipo e título do gráfico." (V2)

Tarefa 10: Descrever as informações que consegue obter desse gráfico

Os participantes V1, V2, V6, V10 e V11 conseguiram descrever algumas informações do gráfico, onde extraiu-se as declarações:

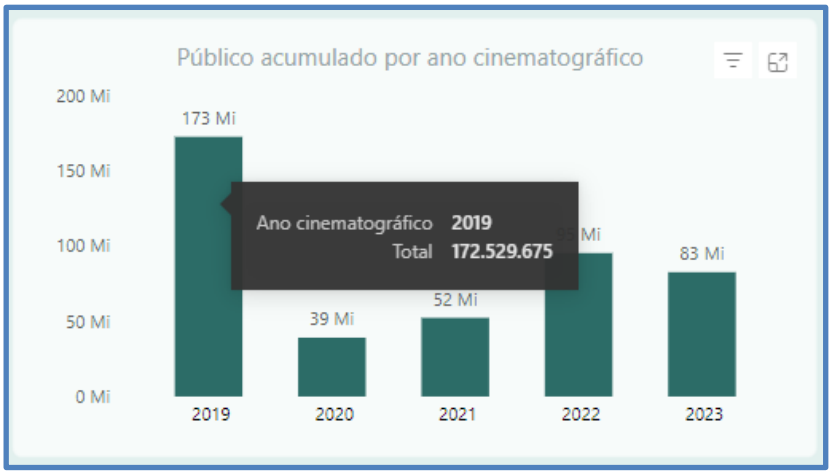
> "quando clico com ENTER na área de plotagem obtenho a descrição dos anos. Porém não consigo associar o que significam." (V1)

> “as informações que posso obter do gráfico foram os anos e alguns valores das barras. Porém não sei quais são os mínimos e máximos, ou seja, o primeiro e último valor.” (V2)
>
> “o leitor de tela me dá o número em milhão e um ano. Não consigo relacionar uma coisa com a outra.” (V6)
>
> “usando as setas para baixo e cima o leitor de tela não diz nada. Porém com as setas para direita e esquerda, só escuto o valor do ano.” (V10)
>
> “clicando no TAB, o leitor tirou o foco do painel indo para o rodapé da página. Vou localizar o *menu* e começar a navegar tudo de novo. Quando teclo ENTER, o leitor me dá os anos de 2019 a 2023. Não sei se os anos são referentes ao eixo na vertical ou horizontal. É o que tenho de informações desse gráfico.” (V11)

Tarefa 11: Informar o total de público em 2019

Cinco participantes (V1, V2, V3, V6 e V11) conseguiram informar o valor do público, que foi de 172 milhões, 529 mil e 675 pessoas, como ilustra o Gráfico 18.

Gráfico 18 - Valor do público para o ano de 2019



Fonte: (ANCINE, 2023)

Os participantes V1 e V11 concluíram a tarefa e explanaram:

> “utilizando as setas horizontais recebo a informação de dois valores que não sei o contexto do que se referem. O leitor de tela fala primeiro um valor e depois um outro valor. Fica difícil de entender.” (V1)

> “quando o leitor de tela começou a informar o total do público, ele saiu do gráfico. Ele abriu a informação para mim. Comecei a ler e saiu do foco da imagem. Isso deve ser um problema da estruturação da página. Vou tentar voltar, porém estou em *loop* não consigo sair dessa imagem para navegar. Deixa, eu recarregar a página e voltar tudo novamente para abrir o *menu*, enfim para chegar nos gráficos. Agora consegui localizar o total do público que é de 172 milhões. Deixa, eu te falar um problema. Quando eu entro e seleciono o ano de 2019 e volto com ESC para poder verificar as informações, eu tenho duas opções: área de plotagem e lista. Quando eu entro na lista, o leitor me dá os anos para selecionar. Quando eu entro em área de plotagem, ele me dá os valores. Só que deveria ter alguma identificação aqui no gráfico dizendo o que é cada opção. O usuário tem que adivinhar, o que pode obter?” (V11)

5.3.2.4. Entrevista semiestruturada

O propósito das entrevistas semiestruturadas foi capturar as percepções e opiniões dos participantes durante a realização dos testes. Foram confeccionadas as seguintes questões: 1. Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?; 2. Como você conseguiu obter uma informação ou dado?; 3. Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?; 4. De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?; 5. Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?; 6. Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que o leitor de tela possa descrever as informações?; 7. Para você,

qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens?; 8. Em relação aos testes realizados algum comentário?

Antes dos participantes responderem, o pesquisador pontuou a ordem de apresentação de cada portal, como o Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO), o Painel ODS para a seleção de um objetivo para a geração de um gráfico de barras, e o Painel Indicadores do Mercado de Exibição, que apresentou um *menu* para navegação nos gráficos.

As transcrições dos áudios sumarizaram 3 horas e 19 minutos de gravações, das quais foram extraídos alguns relatos. As declarações de todos os participantes podem ser consultadas no Apêndice P.

Da Questão 1 (Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?), pôde-se apurar:

> "a primeira delas é muita imagem que se tem. O leitor de tela falava muito do último painel, o da ANCINE. Segundo são as informações, como cartão. O que seria um cartão? Cartão de que? Seria uma foto? Essa é uma barreira de entendimento ficando muito vago. A terceira coisa é que a navegação nos gráficos, painéis, está de forma complicada, porque algumas informações são dadas de forma contínua. O leitor de tela fala público e eu não sei sobre o total, semana, ano. É muita informação para decorar e ter um entendimento do que tem no gráfico. Teria que ter algum recurso para que eu não pudesse decorar todas essas informações que o leitor de tela fala, ou seja, quais informações que eu gostaria de ouvir, soletrá-las, repeti-las. Do portal da transparência e do painel ODS não tem descrição de nada do gráfico para que minha compreensão. Senti dificuldade de navegar com TAB e setas para obter alguma informação." (V2)

> “uma delas foi uma lista grande de atalhos de teclado que se torna muito difícil de decorar para navegar nos gráficos da ANCINE. A outra é própria organização da página que dificulta bastante a navegação e localização dos elementos na página. E não tenho um contexto para me orientar.” (V3)

Sobre a Questão 2 (Como você conseguiu obter uma informação ou dado?), foram obtidas as seguintes ponderações:

> “achei que no *site* tivesse teclas de acessibilidade e não tinha. Então tentei com as do JAWS. Percorri a tela utilizando as setas. No último painel, usei o ESC e ENTER e não tive muito sucesso. Teclei o R, B, G de gráfico.” (V6)

> “então pelo desktop o leitor de tela trabalha na base do DOS. Haja vista que tem que haver descrição de tudo em um *site*, porque a nossa caixa de entrada são os ouvidos eu encontrei muita dificuldade. Acessei a pontualidade onde o gráfico está. Da ANCINE não foi. Para mim o *Talkback* não fornece suporte à descrição dos gráficos.” (V7)

> “apertando, selecionando no celular. O leitor de telas do *iPhone* (*Voice over*) faz uma descrição rasa e insuficiente.” (V8)

Da Questão 3 (Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?), os participantes explanaram:

> “então deveria ter uma descrição antes do gráfico, por exemplo: no gráfico de linhas, tem quantas linhas horizontais, são lineares, sobem ou descem.” (V2)

> “as legendas seriam importantes para eu saber do que se trata o gráfico. A cor depende muito da situação que você vai utilizar o gráfico, por exemplo selecione a cor azul para fazer determinada análise. Talvez alguma coisa que possa ligar e desligar esses recursos de legendas, dos eixos, das cores. Eu achei um barato, quando o leitor falou: gráfico de linhas, pizza, barras. Isso é legal é importante para os deficientes visuais.” (V3)

> "eu acho que os valores maiores e menores em um gráfico de linhas, barras é muito importante. Cor não sei se faria muita diferença. Se fosse em uma legenda dá para ter uma ideia. Porém para quem nunca enxergou, nasceu cego é indiferente. Para mim que conheci gráficos, eu gostaria de saber as cores." (V4)

Sobre a Questão 4 (De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?), obteve-se as seguintes opiniões:

> "eu consegui porque desde pequena fui treinada para construir esse tipo de modelo. Quando o leitor falou gráfico de pizza, eu já imaginei uma pizza em fatias na página. Quando fala em linha pensei em uma linha linear. Não sei se estava assim. Porém consigo montar um modelo das páginas que navego. Apesar de pouca ou quase nenhuma acessibilidade dos *sites*." (V4)

> "nos dois primeiros foi zero de modelo mental. No painel da ANCINE me veio a mente, como se eu estivesse em um formulário. Não tive a ideia de um gráfico com os dados." (V6)

> "não pude montar, pois não houve acessibilidade, teve baixa funcionalidade." (V9)

Das respostas da Questão 5 (Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?), detectou-se:

> "eu gostaria que fosse detalhada. Entendo que deveriam ter dois botões: um para você ter a resumida e a outra a detalhada." (V2)

> "algo bem explicativo, objetivo. Acho que detalhada começa a ficar muito chato, cansativo, confuso de entender." (V3)

> "para mim tem que ser clara e resumida." (V4)

> "deve ser clara e explicativa." (V9)

Da Questão 6 (Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que a ferramenta leitura de tela possa descrever as informações?), foram obtidos os seguintes relatos:

> "para navegar no gráfico de linhas horizontais pressione tais teclas. Para repetir as informações pressione tais teclas. Quais são os caminhos que posso seguir, navegar. Adotar o modelo universal e que tivessem implementadas as diretrizes de acessibilidade. Isso ajudaria muito aos deficientes visuais." (V2)

> "então os núcleos de tecnologias têm os cientistas da informação bem pontuais. Agora acessibilidade eu costumo dizer que é bastante simples. O que eu gostaria que tivesse em um portal, *site* é que tivesse ao lado de cada gráfico, o símbolo universal da pessoa com deficiência que aí eu saberia que o gráfico é acessível. Quando eu clicasse no símbolo, o leitor de tela me daria a descrição." (V7)

> "colocar atalhos mais intuitivo, como citei utilizando as teclas: *page down*, *page up*, setas para direita, esquerda. Nada que fosse desenvolvido para decorar." (V10)

Da Questão 7 (Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens?), as manifestações foram:

> "como o mundo é visual, primeiramente é atingir o público que enxerga para montar uma interface bonita, cheia de recursos, cores, imagens. Não há uma preocupação de atingir o público como um todo, esquecem dos deficientes visuais das pessoas excluídas." (V2)

> "eu observo que se tratando de prestação de contas, exposição da informação, liberação de dados, divulgação da gestão pública, eu imagino que a ideia é que seja acessível a todos e todas independente do grau de conhecimento e dificuldade. De uma forma geral esses sites querem divulgar a transparência. Só que devem lutar para que a transparência seja para todos." (V7)

> "talvez de maneira resumida, bonita visualmente para quem enxerga que chama mais atenção visualmente. Só que acaba não sendo inclusivo e sim exclusivo." (V8)

Em relação à Questão 8 (Em relação aos testes realizados algum comentário?), os participantes relataram:

> "eu acho que essa contribuição para acessibilizar gráficos deveriam ouvir as minorias, ou seja, deveriam buscar usuários, recrutar voluntários para que possam opinar sobre os *sites* governamentais. A própria Transparência Brasil seria um caminho. Todo *site* que tem vínculo com a administração pública deveria recrutar essas minorias para que fosse criado um banco de informações para serem consultados pelos desenvolvedores para construção de plataformas, *sites* acessíveis. Ajudaria muito na transparência e na construção da informação." (V7)

> "sim. Gostaria de enfatizar que os conteudistas, desenvolvedores *Web* possam entender às necessidades dos deficientes visuais, a fim de programarem os gráficos para serem lidos corretamente pelo leitor de tela. A gente carace de pesquisas como essa. A nossa vida seria mais fácil, se as pessoas se preocupassem com a acessibilidade na Internet." (V11)

5.4. Análise dos resultados

A partir de um estudo de campo que englobou a execução de testes em três portais de governo e entrevistas com doze participantes, sendo a maioria do sexo masculino (83,33%), com idade entre 41 a 50 anos e atividade ocupacional como Servidor Público Federal (50%), e considerando que 58,33% utilizaram o navegador *Chrome* e o aplicativo leitor de tela NVDA, foi realizada a análise dos resultados, que totalizaram 10 horas e 57 minutos de transcrição dos áudios das gravações (execução das tarefas e respostas das entrevistas).

A análise das entrevistas foi conduzida de acordo com o *Método de Explicitação do Discurso Subjacente* (MEDS), que se concentra na análise explícita do discurso, considerando aspectos linguísticos e paralinguisticos que sejam recorrentes nos discursos coletados. Esses aspectos incluem a forma, o conteúdo, a sintaxe, a entonação, as pausas, as hesitações, entre outros elementos linguísticos que se alinham ao propósito desta pesquisa (NICOLACI-DA-COSTA *et al.*, 2004).

Os resultados foram agrupados nas seguintes subseções: Familiaridade no uso de teclas; Conteúdo *Web* e descrições obtidas pelos participantes; Entendimento das informações para construção de um modelo mental; Preferências quanto às descrições dos gráficos; Formas de aquisição das descrições dos gráficos; Recursos para navegação em gráficos; e Disseminação das informações em gráficos dinâmicos.

5.4.1. Familiaridade no uso de teclas

Os leitores de tela fornecem uma série de teclas e combinação de teclas para auxiliar na navegação do usuário em portais e *sites*, como o NVDA (NVDA, 2023), que usa a tecla H para mover-se entre os títulos, entre outras. Cada leitor de tela possui seu próprio conjunto de combinações de teclas, conforme ilustrado no Apêndice Q, onde estão descritas algumas teclas de navegação do NVDA.

Durante a execução das tarefas, os participantes declararam que utilizaram algumas dessas teclas para localizar um elemento ou informação em um gráfico. Essas teclas eram familiares e intuitivas para esses voluntários, não necessitando de treinamento adicional para manuseá-las ou de decorar outras combinações de teclas, conforme relatado na questão 5 (Quantos anos você tem de experiência na utilização de alguma

ferramenta de leitura de tela?)" do questionário *Web* descrito na Subseção 4.2.1.4 - *Análise dos Resultados*, exposta no *Estudo Exploratório* (Capítulo 4).

Desta forma, pôde-se observar que os participantes utilizaram todos os recursos que dispunham e tinham conhecimento, o que foi ratificado por algumas explanações:

> "utilizando as teclas do NVDA, como o TAB, G, L não consegui obter nenhuma informação. Deixa, eu tentar que tem outros comandos, como as teclas INSERT + R, porque o leitor faz um OCR da tela. Porém não adiantou, porque ele só me diz: *ô e programa gaver*. Vou iniciar a navegação com as teclas direcionais para cima e baixo. Não consigo selecionar. Com a tecla TAB consigo. Decorar essas teclas é muito ruim, pois já estou acostumado com algumas teclas do NVDA. Pela combinação das teclas algumas conflitam com as do NVDA." (V1)

> "vou dar um CTRL + ESC para ver se consigo localizar essas informações. Estou indo com as setas da direita e esquerda. Deixa, eu tentar com a tecla B que direciona para o elemento botão na página. Vou utilizar a tecla L que pode ser um *link* para localizar o *menu*. Não localizei. Com o TAB consegui localizar." (V2)

> "as teclas CTRL + ENTER habilitam o narrador do *Windows* que pode conflitar com a voz do NVDA. O leitor de tela fala muita coisa, fala demais." (V4)

Dos discursos das entrevistas, pôde-se extrair algumas entonações sobre a facilidade, intuitividade e familiaridade no uso dessas teclas, sendo mencionado:

> "utilizando as teclas que estou acostumado, como as setas direcionais, as teclas TAB, ENTER e G." (V1)

> "senti dificuldade de navegar com TAB e setas para obter alguma informação." (V2)

> "se eu não fosse persistente em explorar o gráfico com as teclas que uso na primeira dificuldade eu desistira." (V4)
>
> "achei que no *site* tivesse teclas de acessibilidade e não tinha. Então tentei com as do JAWS. Percorri a tela utilizando as setas. No último painel, usei o ESC e ENTER e não tive muito sucesso. Teclei o R, B, G de gráfico." (V6)
>
> "eu fiz de tudo. Tentei a tecla G, teclas para cabeçalho, setas, TAB, ENTER. Com as setas e o TAB foi o que conseguiu mais navegar, ou seja, usei todos os artifícios. O leitor de tela já tem atalhos, teclas especificas para diversos objetivos de uma página. Não há necessidade de mais teclas. Deveriam ser utilizadas as teclas do leitor de tela e ser feito um sistema navegável com essas teclas. Colocar atalhos mais intuitivo, como citei utilizando as teclas: *page down*, *page up*, setas para direita, esquerda. Nada que fosse desenvolvido para decorar." (V10)
>
> "pressionando a tecla G de gráfico, as setas, TAB e as teclas que estou acostumada a utilizar." (V12)

Pode-se concluir que, apesar da familiaridade com o uso de teclas e da experiência na navegação em portais e *sites*, os participantes encontraram dificuldades para buscar informações em gráficos. Desta forma, os conteudistas *Web* devem levar em consideração as preferências e facilidades de navegação das pessoas com deficiência visual total e o entendimento do funcionamento de aplicativos leitor de tela ao projetarem páginas *Web*.

5.4.2. Conteúdo *Web* e descrições obtidas pelos participantes

Para compreensão dos relatos dos participantes sobre as descrições obtidas do leitor de tela durante os testes e entrevistas, foi realizada uma investigação pelo pesquisador do código HTML nos três portais de governo, a partir da seleção do item de *menu* "*exibir*

código fonte da página", quando se clica com o botão direito do *mouse* no conteúdo da página no navegador *Chrome*.

A investigação do código foi encaminhada a um especialista em projetos *Web*, recomendado por uma doutora em pesquisas de acessibilidade *Web*, pertencente à rede de contatos do pesquisador. O profissional, com sete anos de experiência no desenvolvimento de *sites* e portais, após analisar o código HTML, sugeriu alguns ajustes relacionados à forma de requisição, construção e exibição dos gráficos gerados dinamicamente.

5.4.2.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)

A primeira tarefa solicitada para cada participante foi que selecionasse o ano de "2022", a fim de gerar um gráfico de linha e barra com o título "Balancete da Receita", conforme destacado na cor laranja (Figura 23).

Nesta figura, pode-se visualizar no código HTML uma lista de elementos contendo os anos de 2023 a 2018, em que se utilizou a *tag* . Essa lista formou uma estrutura de *links* apresentados na forma de botões dispostos na horizontal para a seleção do ano "2022" (Figura 24).

Figura 23 - Código HTML contendo uma lista de itens com os anos de 2023 a 2018

```
<div class="row">
    <div class="col-xxl-12">
        <div class="card card-custom gutter-b">
            <div class="card-header border-0 pt-5">
                <h3 class="card-title align-items-start flex-column">
                    <span class="card-label font-weight-bolder text-dark">Receitas</span>
                    <span class="text-muted mt-3 font-weight-bold font-size-sm">Balancete da Receita</span>
                </h3>
                <div class="card-toolbar">
                    <ul class="nav nav-pills nav-pills-sm nav-dark-75">
                                                    <li class="nav-item">
                            <a class="nav-link py-2 px-4 active"
                               data-toggle="tab" href="#kt_tab_pane_11_2023">2023</a>
                        </li>
                                                    <li class="nav-item">
                            <a class="nav-link py-2 px-4 "
                               data-toggle="tab" href="#kt_tab_pane_11_2022">2022</a>
                        </li>
                                                    <li class="nav-item">
                            <a class="nav-link py-2 px-4 "
                               data-toggle="tab" href="#kt_tab_pane_11_2021">2021</a>
                        </li>
                                                    <li class="nav-item">
                            <a class="nav-link py-2 px-4 "
                               data-toggle="tab" href="#kt_tab_pane_11_2020">2020</a>
                        </li>
                                                    <li class="nav-item">
                            <a class="nav-link py-2 px-4 "
                               data-toggle="tab" href="#kt_tab_pane_11_2019">2019</a>
                        </li>
                                                    <li class="nav-item">
                            <a class="nav-link py-2 px-4 "
                               data-toggle="tab" href="#kt_tab_pane_11_2018">2018</a>
                        </li>
                                                </ul>
                </div>
            </div>
        </div>
```

Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Figura 24 - Estrutura de *links* na forma de botões com os anos de 2023 a 2018



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Durante a abertura do *site*, são carregados os elementos do gráfico, como os títulos dos eixos na horizontal e vertical e os dados que compõem cada ponto da linha e da barra na vertical. A partir da seleção do ano “2022”, é disparada uma ação, e um código *Javascript* embutido na página que realiza a exibição do gráfico.

Não foi localizado nenhum elemento ou propriedade no código HTML, como um texto alternativo ou um *link* para uma página que fornecesse descrições do gráfico ao participante. A ausência de descrições pode ser confirmada pelas respostas dos participantes nos testes, que relataram:

> “o leitor de tela fala: gráfico clicável. O leitor de tela me dá a mensagem: gráfico selecionado.” (V1)

> “deveria ter sido implementado algo de acessibilidade, antes de construir o *site*. Deveriam ouvir as pessoas com deficiência visual para entenderem como navegamos e obtemos as informações.” (V7)
>
> “com o leitor de tela não consigo obter informação do gráfico em relação ao que tem. Não tenho valores, dados.” (V11)

5.4.2.2. Painel ODS sobre um Objetivo

Para a geração do gráfico no Portal ODS, foi solicitado ao participante que selecionasse, em uma caixa de lista, o “Objetivo 10 - Redução das Desigualdades”. Capturou-se da página o trecho de código HTML (Figura 25), no qual foi utilizada a *tag* com o identificador “id = achados-barra”.

Figura 25 - Trecho do código fonte da Portal ODS

```
                        <div class="col">
                            <h3 style="font-weight: 400;font-size: 21px;">Quantidade de achado por meta</h3>
                        </div>
                    </div>
                    <!-- texto -->
                    <div class="row py-5">
                        <!--<p style="font-size:19px;">Um achado é uma situação relevante encontrada durante a fiscalização. Um achado pode não ser uma irregularidade, m
                        <p style="font-size:19px;">"Achado" é o resultado da comparação entre uma situação encontrada pela equipe de fiscalização (o que é) e o critério
                    </div>
                    <!-- grafico -->
                    <!--<div id="treemap"></div>-->
                    <div id="achados-barra">

                    </div>
                    <!-- header -->
                    <div class="row pt-5 w-100 mx-auto text-center" style="">
                        <div class="col">
                            <h3 style="font-weight: 400;font-size: 21px;">Relação das Fiscalizações Operacionais das Contas do governo do Estado relacionadas ao ODS</h3>
                        </div>
                    </div>
```

Fonte: (TCE-SP, 2023)

Após selecionar o objetivo 10, o navegador faz requisições para a URL (https://painel.tce.sp.gov.br/pentaho/plugin/cda/api/doQuery?) da API do TCE-SP que renderiza o HTML dinamicamente. Essa URL contém alguns parâmetros, como o parâmetro “*parampObjetivo*” (Figura 26), que define qual objetivo será utilizado na confecção do gráfico de barras.

Em resposta à requisição, diversas informações chegam ao navegador, dentre elas os dados e elementos do gráfico no formato JSON (Figura 27), a serem processados pelo código *Javascript* incorporado na página. O leitor de tela não conseguiu interpretar as

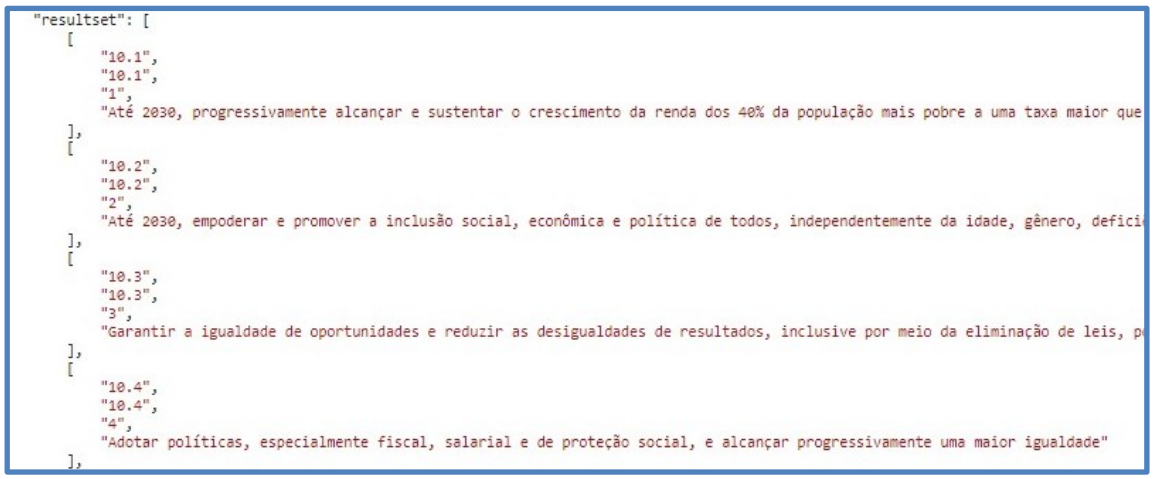
informações que foram renderizadas e o código HTML montado dinamicamente na página.

Figura 26 - Parâmetros para construção do gráfico



Fonte: (TCE-SP, 2023)

Figura 27 - Elementos do gráfico no formato JSON



Fonte: (TCE-SP, 2023)

A falta de descrição de informações do gráfico foi ratificada pelos participantes durante a realização das tarefas, quando mencionaram:

> “o leitor de tela quando foca na imagem, ele me diz: gráfico clicável. Se é clicável e eu clico deveria ter alguma informação e não recebo nada.” (V10)

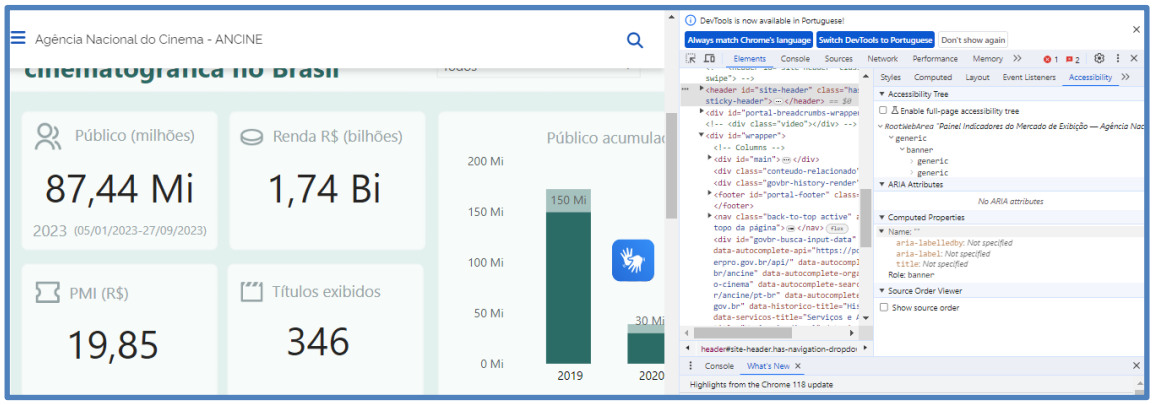
> “é mais um gráfico que o leitor de tela não identifica nada de informação.” (V11)

5.4.2.3. Painel Indicadores do Mercado de Exibição

No Painel Indicadores do Mercado de Exibição foram apresentados três tipos de gráficos (barra, pizza e linha) gerados *online*. Para permitir a navegabilidade no painel, foram implementadas algumas funcionalidades, como um *menu* e atalhos de teclado.

Com o propósito de entender como eram carregados e construídos os gráficos no painel, foi realizada uma investigação do código HTML (Figura 28). Não foram localizados atributos, elementos ou propriedades que descrevessem o gráfico.

Figura 28 - Código do Painel Indicadores do Mercado de Exibição



Fonte: (ANCINE, 2023)

Durante o carregamento dos gráficos no painel, eram realizadas várias requisições à URL (https://wabi-brazil-south-b-primary-api.analysis.windows.net/public/reports/querydata?synchronous=true). O retorno dessas requisições era repassado para uma URL dinâmica (https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMTRiZjRjMDktNzlmOC00MjE5LTk2NmYtNDk5MmUzNDdjZjhhIiwidCI6ImIwYThiNWFkLTU5MGQtNGZiYS1hZmY4LWUzMDc0YWI0MzVhNyJ9), gerada a cada novo acesso. Essa URL realizava todo o processamento para construção do código HTML dinamicamente via *Javascript*, visando a exibição dos elementos e dados dos gráficos. Esses elementos e dados ficavam embutidos em um <*iframe*> (*tag* utilizada para inserir o conteúdo de uma página HTML

em uma outra página). O leitor tela não conseguiu interpretar o HTML construído, a fim de que as descrições dos gráficos pudessem ser transmitidas as pessoas com deficiência visual. Cabe ressaltar que esse processamento se tornava repetitivo a cada interação do usuário no painel.

Pôde-se apurar, a partir da realização dos testes e das falas dos participantes, que algumas expressões não tinham nenhum significado para eles em relação às descrições do gráfico, como "*cartão*", "*segmentação de dados*", "*imagem*", "*área de plotagem*", valores, descrição da legenda e títulos nos eixos na vertical e horizontal.

Os participantes V1, V3 e V10 relataram, respectivamente:

> "navegando ouço do leitor de tela diversas vezes até localizar o gráfico: clique aqui para seguir, cartão, imagem, segmentação de dados, caixa de texto. Estou tendo alguns valores das linhas, porém não sei o que significam. Não tenho como associar se são informações dos eixos na vertical ou horizontal."
>
> "ouço muito a palavra cartão, segmentação de dados, caixa de texto, preço médio do ingresso. O que significam essas expressões? Estou obtendo informações como se fosse uma lista com dois itens. É muita informação, como o número de público, o ano corrente, o percentual, as legendas e não consigo fazer a associação do que representam."
>
> "o leitor de tela me diz área de plotagem. Acho que saiu do gráfico. Descreve uns valores que não sei o significado."

Com base nessas descrições, pôde-se depreender que os projetistas *Web,* ao construírem gráficos *online,* não devem utilizar palavras que não sejam inteligíveis para as pessoas com deficiência visual total.

5.4.2.4. Respostas das entrevistas

Das respostas das entrevistas, percebeu-se um consenso entre os participantes V2, V3, V6, V11 e V12 em relação aos conteudistas *Web*. Eles deveriam seguir as cartilhas, diretrizes e recomendações de acessibilidade, utilização de padrões *Web*, como HTML5.2 (W3C, 2017), para produzirem gráficos em portais governamentais. Os participantes explanaram:

> "adotar o modelo universal e que tivessem implementadas as diretrizes de acessibilidade. Isso ajudaria muito aos deficientes visuais." (V2)
>
> "olha eu não sei bem como são montados esses painéis. Creio que sejam um *frame* com imagens embutidas, *script*. Eu acho que os desenvolvedores não utilizam as *tags* de acessibilidade do HTML5. O NVDA está tendo um bom suporte com as *tags* do HTML5 e os desenvolvedores não usam as boas práticas de programação na *Web*, o que está descrito nas cartilhas de acessibilidade, diretrizes de acessibilidade, como WCGA e E-MAG." (V3)
>
> "quem faz o *site*, os desenvolvedores nem sabem que existem o leitor de tela. Ainda tem mais um dado interessante. Existem no mercado três leitores de tela muito populares: NVDA, JAWS e *Voice over*. Cada um tem sua especificidade. Vou dar um outro exemplo. Os desenvolvedores criaram esses gráficos para deixar a interface bonitinha nessas ferramentas. Por outro lado, nem sabem que existem as diretrizes de acessibilidade." (V6)
>
> "isso não depende do leitor de tela. Depende do conteudista. Dele inserir as informações corretamente de quem produziu os gráficos." (V11)
>
> "a página tem que estar toda acessível, principalmente toda a informação que gerou o gráfico. É preciso primeiro que os desenvolvedores façam o básico que é seguir as diretrizes, recomendações de acessibilidade para disponibilizar informações acessíveis nos gráficos que estão em portais, *sites*." (V12)

Dessas manifestações, pôde-se identificar também alguns conflitos de opiniões a respeito do funcionamento do leitor de tela para detectar descrições dos gráficos. Um deles foi mencionada por V6: "*os desenvolvedores não sabem que existem o leitor de tela. Existem no mercado três leitores de tela muito populares: NVDA, JAWS e Voice over. Cada um tem sua especificidade"*. Esse relato difere da opinião de V11, que enfatizou:

> "isso não depende do leitor de tela. Depende do conteudista. Dele inserir as informações corretamente de quem produziu os gráficos."

5.4.3. Entendimento das informações para construção de um modelo mental

Com base nas entonações e percepções das entrevistas, os participantes V1, V2, V3, V5, V10 e V11 relataram, respectivamente:

> "não ajudou muito, pois nos *sites* do Portal da Transparência e do ODS fiquei perdido para localizar os gráficos."
>
> "não houve descrição. Portanto não consegui montar um modelo mental desses gráficos."
>
> "não deu para montar um modelo mental, pois foi difícil."
>
> "como não tive a informação não deu para construir nada. Então sem informação fico perdido como eram os gráficos."
>
> "não ajudaram em nada."
>
> "não. Eu tive apenas algumas informações. Eu não tenho a menor ideia de como as informações estavam dispostas no *site*."

Com os relatos, observou-se que a disposição do *layout* em relação aos elementos dos gráficos não permitiu que esses voluntários construíssem um modelo mental dos gráficos, o que dificultou a navegação e localização.

Cabe destacar que V3, ao responder sobre as barreiras encontradas para obter as informações dos gráficos, revelou dificuldades em construir uma imagem da estrutura da página, manifestando que: "*a outra é própria organização da página que dificulta bastante a navegação e localização dos elementos na página. E não tenho um contexto para me orientar*".

Quando indagado sobre a implementação de recursos ou mecanismos visando a leitura de informações pelo aplicativo leitor de tela, pôde-se extrair do discurso de V5 que ele esperava obter algumas informações para construir um modelo mental do gráfico, quando declarou:

> "eu queria todas as informações possíveis do gráfico para eu formatar na minha mente. Isso para mim fica muito mais fácil no sentido da audição, principalmente eu que já enxerguei consigo formatar um modelo mental. Normalmente chamamos de formatação acústica. Os metadados do gráfico são muito importantes, principalmente quando não temos textos alternativos. Isso mostraria a estrutura do gráfico que está no *site*."

No que concerne às distorções ao confrontar as opiniões de V3 e V5 com o grupo de participantes (V4, V6 e V7), pôde-se extrair, respectivamente as seguintes opiniões:

> "eu consegui porque desde pequena fui treinada para construir esse tipo de modelo. Quando o leitor falou gráfico de pizza, eu já imaginei uma pizza em fatias na página. Quando fala em linha pensei em uma linha linear. Não sei se estava assim. Porém consigo montar um modelo das páginas que navego. Apesar de pouca ou quase nenhuma acessibilidade dos *sites*."

> "nos dois primeiros foi zero de modelo mental. No painel da ANCINE me veio à mente, como se eu estivesse em um formulário. Não tive a ideia de um gráfico com os dados."

> "do Portal da Transparência não me ajudou em nada. Já o segundo site foi muito preciso. Não meu deu o gráfico com os detalhes. Porém cheguei na informação de que havia um gráfico no *site*."

Com tais manifestações, pôde-se inferir que esses participantes conseguiram, de alguma forma, montar um modelo mental de como os gráficos estavam representados no portal.

5.4.4. Preferências quanto às descrições dos gráficos

Em relação às declarações sobre as preferências quanto às descrições dos gráficos, foram codificadas duas categorias: "legendas e valores" e "cor".

Legendas e valores

No que tange às descrições das legendas, V3, V6 e V8 relataram, respectivamente:

> "as legendas seriam importantes para eu saber do que se trata o gráfico."

> "do Portal da Transparência deveria ter uma legenda acima do gráfico dizendo que tinha um gráfico que é de tal tipo, quais são os dados."

> "informações dos eixos, legendas, fontes, escalas que o leitor de tela pudesse falar para gente."

Assim, pôde-se inferir que esse tipo de informação é importante para auxiliar no entendimento dos participantes sobre a forma, o propósito do gráfico e os dados representados.

A respeito das descrições dos valores dos eixos em um gráfico de linha ou barras, a forma de apresentação dos dados e a navegação para obter valores, V1 ressaltou que gostaria de obter "*os valores do eixo abcissa e ordenada, o significado de cada eixo*", e que "*seria interessante caminhar na linha e o leitor de tela ir falando as coordenadas*".

V8 reiterou que também gostaria de obter os valores do eixo e a quantidade de barras ao proferir em "*um gráfico de tantas barras, na vertical, na horizontal informando os valores dos eixos. Com isso já tenho algumas referências*". Esses relatos somam-se à opinião de V10, quando manifestou que gostaria de "*caminhar nas linhas e barras utilizando as setas e o leitor relatando os valores, se estão na horizontal ou vertical*".

V11 reportou que gostaria de obter mais detalhes dos gráficos. No de barras, além das "*quantidades de barras, o percentual que cada barra ocupa, quantos por cento do espaço a ser preenchido*". No gráfico de linhas, "*a quantidade de linhas, se elas são retas, se estão subindo e vão descendo, em que ponto isso acontece, em que medidas elas estão descritas*". No de pizza, a descrição de cada fatia informando "*o menor valor é tal*", "*o maior valor é tal, existem tantas fatias, estão numa ordem cronológica*". O voluntário enfatizou que essas informações seriam relevantes para seu entendimento.

Para V4, seria importante que existissem descrições dos "*maiores e menores valores em um gráfico de linhas, barras*". Já V6 gostaria que no gráfico de pizza fossem mencionados "*os valores em percentuais e o que significam*". V8 relatou que gostaria de obter a fonte dos dados e as escalas do gráfico.

Cor

Sobre o nome da cor, o participante V3 ponderou que não é nem a favor e nem contra, quando declarou: "*a cor depende muito da situação que você vai utilizar o gráfico, por exemplo selecione a cor azul para fazer determinada análise"*. Já V4 revelou que *"não sabia se faria diferença. Se fosse em uma legenda dá para ter uma ideia. Porém para quem nunca enxergou, nasceu cego é indiferente. Para mim que conheci gráficos, eu gostaria de saber as cores*". Essa opinião coincidiu com o relato de V7, que gostaria de obter "*as legendas e suas cores"*.

As opiniões de V4 e V7 conflitam com as explanações de V6, V10 e V11 ao relatarem, respectivamente:

> "cor para mim é irrelevante."
>
> "em relação a cor não me ajudaria. Seria florir muito e não vejo sentido."
>
> "olha a cor para mim nunca foi algo concreto, porque eu tenho deficiência congênita. Uma pessoa que não conhece as cores e as cores estando presente no gráfico, ela tem que decorar as cores e não consegue fazer uma associação. E isso dificulta muito a compreensão do gráfico. Como não tem como associar aquela cor a nada, já que eu não conheço a cor, eu vou decorar. Mais isso vai ajudar minimamente a minha compreensão do gráfico."

Dessa categoria, pôde-se inferir que o elemento "cor" não tinha significado para as pessoas com deficiência visual total congênita, uma vez que elas não possuíam conceitos ou memória visual relacionados à cor. Por outro lado, os participantes que adquiriram a deficiência visual total relataram que, se tivessem acesso às informações sobre as cores, poderiam associá-las e construir mentalmente a estrutura dos gráficos.

5.4.5. Formas de aquisição das descrições dos gráficos

As opiniões a respeito das formas de aquisição das descrições dos gráficos foram bastante diversificadas. Para alguns participantes, as descrições deveriam ser objetivas, enquanto para outros, resumidas, conforme relatos de V3, V4 e V8, respectivamente:

> "algo bem explicativo, objetivo. Acho que detalhada começa a ficar muito chato, cansativo, confuso de entender."
>
> "para mim tem que ser clara e resumida."
>
> "acho que o básico. O que realmente precisa ter. Um gráfico de tantas barras, na vertical, na horizontal informando os valores dos eixos. Com isso já tenho algumas referências."

Já para um outro grupo de participantes, as informações dos gráficos deveriam ser detalhadas com exatidão, mas sem excesso de informação que extrapolasse o propósito do gráfico, conforme explanações de V2, V5 e V7, respectivamente:

> "eu gostaria que fosse detalhada. Entendo que deveriam ter dois botões: um para você ter a resumida e a outra a detalhada."
>
> "se eu quiser uma informação, eu vou querer com muito detalhe para ter mais exatidão do gráfico."
>
> "elas devem aparecer detalhadas de forma a dar sentido ao propósito do gráfico. Não precisa ser excessivo. O gráfico pode estar falando de um assunto, mas não precisa entrar na historicidade de um determinado assunto. Não precisa ser extremamente detalhado naquilo que extrapole o que o gráfico trás."

Seis participantes (V1, V6, V9, V10, V11 e V12) não relataram qual era a melhor forma de obter as descrições, ou seja, se preferiam na forma resumida ou detalhada. Para ilustrar esses posicionamentos foram extraídas, as declarações:

> "no máximo a mais resumida o possível. Ou de repente as duas formas. A mais resumida para um início e depois que tivesse acostumado com o gráfico a forma detalhada seria melhor."
>
> "depende de cada gráfico. Às vezes a informação de que preciso é muito pouca, ou seja, a resumida já basta. Eu quero só o dado. Mais certos gráficos, eu necessito do detalhe. Como se fosse um dicionário, em que eu quero saber o significado mais detalhado de um dado. É interessante ter o resumido para quem está consultando o dado e o geral, o detalhado para quem é mais técnico. Nas linhas e barras teria que ter os dados explicadinhos para que eu tenha noção dos dados."
>
> "deve ser clara e explicativa."
>
> "de forma objetiva, navegável."

> “depende da minha necessidade. Se for um gráfico superficial, eu vou preferir as informações mais detalhadas. Depende de cada situação.”

> “depende do contexto. Pode ser que eu esteja consultando um gráfico para ver a tendência e o geral. Nesse sentido um resumo já basta. Em outras situações gostei do gráfico quero me aprofundar e vou querer saber dos detalhes.”

Com base nas manifestações dos participantes, que não chegaram a um consenso sobre a forma de apresentação das descrições, pôde-se inferir que os desenvolvedores *Web*, durante o processo de implementação para a geração dos gráficos, disponibilizassem aos usuários as formas de descrição: resumida e detalhada.

5.4.6. Recursos para navegação em gráficos

Em relação aos recursos para navegação em gráficos, como a forma de obter informações, capturou-se dos participantes (V1, V2, V7 e V8), respectivamente, os seguintes relatos:

> “a voz humana acho que seria melhor para descrever as informações dos gráficos.”

> “teria que ter algum recurso para que eu não pudesse decorar todas essas informações que o leitor de tela fala, ou seja, quais informações que eu gostaria de ouvir, soletrá-las, repeti-las.”

> “cara, talvez inserir algum lugar do texto dizendo: esses gráficos são acessíveis para os deficientes visuais ou para quais tipos de deficiência. Alguma coisa que indicassem isso no início, porque ir até o final da página para encontrar essas informações seria muito ruim.”

> “o que eu gostaria que tivesse em um portal, site é que tivesse ao lado de cada gráfico, o símbolo universal da pessoa com deficiência que aí eu saberia que o gráfico é acessível.”

Consolidando as declarações dos participantes, conclui-se que eles gostariam que os conteudistas *Web* projetassem algumas funcionalidades que possibilitassem: a leitura de informações com repetição e soletração de palavras; e a disponibilização do símbolo universal da pessoa com deficiência, informando que os gráficos são acessíveis para determinados tipos de deficiência, como a deficiência visual.

5.4.7. Disseminação das informações em gráficos dinâmicos

No que concerne à disseminação das informações, pôde-se extrair das opiniões dos participantes alguns entendimentos em relação ao propósito da divulgação dessas informações pelo segmento governamental.

No entendimento de V1, a disseminação estava relacionada à exemplificação das informações, quando relatou: "*exemplificar às informações que são colocadas nas imagens. Porém tem que ter um olhar para os deficientes visuais*". Na opinião de V11, o governo tinha a intenção de transmitir a informação de forma intuitiva, quando declarou: "*acho que eles querem passar a informação de forma mais intuitiva o possível. Só que para quem não enxerga isso não funciona*".

Para V3, a disseminação era para informar apenas os dados, quando explanou: "*querem passar informações, dados estatísticos*". Na opinião de V4 e V10, não há nenhum propósito na disseminação de informações em portais e *sites* governamentais, ao manifestarem, respectivamente:

> "sinceramente para os deficientes visuais nenhum propósito, pois não há acessibilidade. Essas plataformas não conseguem atingir um público como o nosso, deixam para lá. Na verdade, largam para lá."
>
> "nos dois primeiros portais, não tem informação nenhuma. Para nós cegos não atingiu objetivo, nenhum propósito."

Já o participante V12 não se sentiu confortável em opinar e levantou uma questão interessante ao mencionar que a dificuldade em obter informações em páginas de governo das três esferas (municipal, estadual e federal), principalmente sobre informações em gráficos, é uma barreira que enfrenta há mais de dez anos. Essa barreira pode ser confirmada na fala:

> "eu não tenho nem ideia, porque os *sites* de governo são tão inacessíveis que não me sinto capacitada para dar uma resposta conclusiva. Só posso dizer que é difícil obtermos uma boa informação das páginas de governo. Quando diz respeito aos gráficos as coisas pioram. É uma briga constante com o governo nos três níveis federal, estadual e municipal. Só na época do governo eletrônico a dez anos atrás que era acessível. Depois houve desmonte e tudo acabou."

Outros posicionamentos foram sumarizados em dois tipos de classificação: transparência e transformação digital.

Transparência

A transparência da informação foi enfatiza pelos participantes V7 e V9 ao mencionarem, respectivamente:

> "eu observo que se tratando de prestação de contas, exposição da informação, liberação de dados, divulgação da gestão pública, eu imagino que a ideia é que seja acessível a todos e todas independente do grau de conhecimento e dificuldade. De uma forma geral esses *sites* querem divulgar a transparência. Só que devem lutar para que a transparência seja para todos."

> "o propósito destes *sites* é a transparência. Todavia por falta de conhecimento deixam a desejar na questão da acessibilidade."

Transformação digital

A transformação digital possibilita a melhoria na qualidade de vida aos cidadãos ao ofertar recursos e serviços digitais para o acesso à informação (GOV.BR, 2023b).

Entretanto, deve-se pensar em uma transformação digital para todos, ou seja, inclusiva, sendo explanada pelos participantes V2, V5, V6 e V8, respectivamente:

> "como o mundo é visual, primeiramente é atingir o público que enxerga para montar uma interface bonita, cheia de recursos, cores, imagens. Não há uma preocupação de atingir o público como um todo, esquecem dos deficientes visuais das pessoas excluídas."
>
> "divulgar a informação com os recursos visuais que são mais utilizados. Porém tem que pensar que a informação é para todos."
>
> "acho que primeiro de tudo, eles querem mostrar que estão atualizados. Aí eles querem se modernizar, como se fosse uma modinha, tendência, os painéis dinâmicos. Porém tem que pensar que a informação é para todos."
>
> "talvez de maneira resumida, bonita visualmente para quem enxerga que chama mais atenção visualmente. Só que acaba não sendo inclusivo e sim exclusivo."

Os relatos indicam que as informações apresentadas em gráficos nas plataformas governamentais promovem a transparência e melhoram a prestação de serviços por meio de recursos visuais com a transformação digital. No entanto, essas informações não são acessíveis para pessoas com deficiência visual total, pois as descrições não são inclusivas. A barreira à inclusão na navegação em páginas nessas plataformas, especialmente no que diz respeito aos gráficos, persiste há mais de dez anos no âmbito (municipal, estadual e federal), conforme relatado por uma das participantes. Para mudar esse cenário, faz-se necessária a adoção de medidas que possibilitem a reformulação na construção de *sites*, em que um dos requisitos funcionais seja a inclusão de pessoas com deficiência, desde a fase de concepção do escopo de um *site*.

5.5. Síntese do capítulo

Este capítulo abordou um estudo de campo, em que foi utilizada a ferramenta de videoconferência *Google Meet*, com sessões que duraram de 40 a 60 minutos e que envolveram doze participantes com deficiência visual total. O estudo teve como propósito a realização de testes em três portais de governo e de entrevistas semiestruturadas.

Para realização dos testes, foi solicitado que cada participante executasse um conjunto de tarefas no Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO), no Painel ODS e no Painel Indicadores do Mercado de Exibição.

Em relação à análise das entrevistas, utilizou-se o MEDS, proposto por (NICOLACI-DA-COSTA *et al.*, 2004), visando uma análise mais aprofundada dos discursos das falas dos participantes no que concerne às entonações, hesitações, preferências e demandas para obterem descrições dos gráficos.

Para capturar as demandas e preferências dos participantes, foram elaboradas oito perguntas sobre: as barreiras encontradas para obter informações dos gráficos; quais foram os recursos de navegação que utilizaram para obter algum elemento ou dado de um gráfico; quais descrições que gostariam de obter de cada gráfico; se a disposição do *layout* da página ajudou na construção de um modelo mental; se as informações dos gráficos deveriam ser divulgadas em uma linguagem clara; se deveriam ser construídos mecanismos para que o leitor de tela pudesse descrever as informações; qual foi o propósito dos portais governamentais em disseminarem informações em gráficos; e se gostariam de relatar algum comentário em relação aos testes.

Os resultados da análise das entrevistas foram categorizados em sete subseções.

Familiaridade no uso de teclas: os leitores de tela disponibilizam um conjunto, combinação de teclas aos usuários para a navegação em ambientes *Web*. Os participantes

manifestaram que utilizaram essas teclas de forma intuitiva, não havendo necessidade de decorarem ou de realizarem algum tipo de treinamento para navegarem em portais. Mesmo diante da familiaridade, os voluntários tiveram muita dificuldade na busca e localização das informações em gráficos. Desta forma, os projetistas de conteúdo *Web* devem entender como funciona a ferramenta leitor de tela, visando o manuseio e a facilidade de navegação pelas pessoas com deficiência visual total.

Conteúdo *Web* e descrições obtidas pelos participantes: com base nas explanações dos participantes sobre as descrições que obtiveram durante os testes e das entrevistas, foi realizada uma investigação pelo pesquisador do código HTML nos três portais de governo, visando o entendimento de como era realizada a requisição das URLs para o carregamento dos elementos e dados do gráfico exibidos na página. Essa investigação foi encaminhada para um especialista com experiência na construção de portais e *sites*, que sugeriu alguns ajustes relacionados à forma de requisição, à construção e à exibição dos gráficos.

No decorrer dos testes, pôde-se apurar algumas expressões que não tinham nenhuma semântica para os voluntários, como "*cartão*", "*segmentação de dados*", "*imagem*", "*área de plotagem*", valores, descrição da legenda, dos títulos nos eixos na vertical e horizontal. Das entrevistas, pôde-se depreender que os conteudistas *Web* deveriam seguir as cartilhas, diretrizes e recomendações de acessibilidade, e a utilização de padrões *Web*, como HTML5.2 (W3C, 2017), para produzirem gráficos em portais governamentais.

Entendimento das informações para construção de um modelo mental: a partir dos questionamentos dos participantes sobre a disposição do *layout* e se ela ajudou na construção de um modelo mental, pôde-se inferir que a representação dos elementos dos

gráficos não propiciou que eles pudessem construir um modelo mental da página, o que dificultou a navegação e localização dos gráficos.

Preferências quanto às descrições dos gráficos: sobre as preferências quanto às descrições, houve relatos dos voluntários de que as legendas seriam importantes para entendimento do propósito, da forma do gráfico (linha, barra, pizza) e das informações dos eixos, fontes e escalas. Para outros, o importante era a quantidade de barras, linhas, a leitura do valor de cada ponto da linha ou de uma barra, o sentido das linhas (se eram lineares ou oscilavam), o maior e menor valor e a unidade de medida dos valores. Do gráfico de pizza, seria importante descrever o número de fatias, os valores em percentuais e a ordem cronológica.

Em relação ao elemento "cor", muitas opiniões conflitaram. Alguns participantes disseram não ser a favor e nem contra a descrição da cor e que dependia muito da situação e do contexto de quem vai utilizar o gráfico. Outros explanaram que a cor é irrelevante e que não ajudaria no entendimento das descrições do gráfico.

Formas de aquisição das descrições dos gráficos: quanto às formas de aquisição das descrições dos gráficos, pôde-se apurar que alguns voluntários gostariam que as descrições fossem objetivas. Outros manifestaram que as descrições deveriam ser resumidas. Para um outro grupo, as informações deveriam ser detalhadas com exatidão e sem excesso de informação, de maneira que não extrapolassem o propósito do gráfico. Seis participantes preferiram não se posicionar, ou seja, não revelaram se gostariam que as descrições fossem apresentadas na forma resumida ou detalhada.

Recursos para navegação em gráficos: pôde-se extrair das declarações dos voluntários que os projetistas *Web*, ao idealizarem portais e *sites* de governo, deveriam pensar em disponibilizar mecanismos para a leitura de informações que pudessem propiciar a

repetição, soletração de palavras e alocar na página o símbolo universal da pessoa com deficiência relatando que os gráficos no *site* são acessíveis para alguns tipos de deficiência, como a deficiência visual.

Disseminação das informações em gráficos dinâmicos: não houve um consenso em relação aos comentários dos participantes. No entendimento de um voluntário, a disseminação estava relacionada à exemplificação das informações. Para outro, era apenas para informar, os dados. Dois participantes enfatizaram que não houve nenhum propósito na disseminação de informações em portais e *sites* governamentais. Uma descoberta curiosa foi de uma participante, que não se sentiu confortável em opinar, mas ponderou que as informações em gráficos do governo municipal, estadual e federal são uma barreira que enfrenta há mais de dez anos.

Pôde-se capturar algumas temáticas, como a transparência e a transformação digital. Em relação à transparência, houve relatos de que as informações eram divulgadas para fomentar a transparência, porém não atingiram sua totalidade, ou seja, não foram acessíveis a todos os cidadãos, incluindo as pessoas com deficiência visual total. A mesma opinião obteve-se de um grupo de quatro voluntários quanto à transformação digital, que deveria se pensar na melhoria do acesso à informação e da prestação de serviços de forma inclusiva.

6. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Este capítulo apresenta uma proposta preliminar sobre a criação de um conjunto de diretrizes e o desenvolvimento de um protótipo de *interface* para orientar os conteudistas de *site* e portais *Web* sobre como devem ser apresentadas e descritas as informações de gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) em portais governamentais para o entendimento das pessoas com deficiência visual total. A concepção dessa proposta baseou-se nas demandas e preferências do público-alvo, por meio de um levantamento bibliográfico e documental (Subseção 2.5), da análise de resultados do questionário *Web* (Subseção 4.2) e do estudo de campo (Capítulo 5).

6.1. Diretrizes

As diretrizes obtidas durante a presente pesquisa foram estruturadas em quatros eixos intitulado pela sigla “FRAL”, que designa (Forma, Recurso, Acessibilidade e Linguagem), como mostra a Figura 29.

Figura 29 - Eixos para transparência em gráficos dinâmicos



Fonte: Do autor

Cada diretriz foi composta por um conjunto de elementos (nome, propósito, motivação e recomendações/regras).

Eixo: Forma

Nome: Fornecer descrições com foco na rastreabilidade, explicação e detalhamento das informações.

Propósito: Permitir a apresentação e aquisição de informações dos elementos dos gráficos.

Motivação: com base nas explanações de alguns participantes, as descrições devem ser apresentadas de maneira explicativa e detalhada. Para outros, devem ser exibidas de forma resumida e clara. Desta forma, identificou-se a característica de transparência "*Rastreabilidade*", que consiste na exibição de informações sobre a proveniência dos dados, como a fonte. Outra característica foi a "*Explicação*" e "*Detalhamento*", que,

respectivamente, referem-se a esclarecer as informações contidas nos gráficos e a detalhar os elementos de um gráfico.

Recomendações/regras: devem ser implementadas recomendações que forneçam e disponibilizem metadados dos gráficos (Tabela 15), como legendas e valores.

Tabela 15 - Legendas e valores

Gráfico de barras	
1.	O significado de cada eixo (vertical e horizontal).
2.	O maior e menor valor.
3.	Legenda acima do gráfico descrevendo que há um gráfico, o tipo e seus dados.
4.	Os valores dos eixos, escalas, legendas, fontes, a quantidade de barras (vertical e horizontal).
5.	O percentual que as barras ocupam e o espaço a ser preenchido.
Gráfico de linhas	
1.	O significado de cada eixo (vertical e horizontal).
2.	O maior e menor valor.
3.	A quantidade de linhas.
4.	Se são lineares, se oscilam (sobem ou descem), em que ponto isso ocorre.
5.	A unidade de medida dos valores.
Gráfico de pizza	
1.	A quantidade de fatias da pizza.
2.	O valor em percentual de cada fatia e o significado.
3.	A descrição de cada fatia informando, o menor e maior valor.
4.	A ordem cronológica das fatias da pizza.

Fonte: Do autor

Eixo: Recurso

Nome: Disponibilizar mecanismos de navegação sob a ótica da intuitividade.

Propósito: Garantir a implementação de recursos para acesso às informações apoiadas no uso de teclas e combinação de teclas que sejam familiares as pessoas com deficiência visual total, visando a fácil localização de informações.

Motivação: os voluntários relataram preferência na utilização de teclas e combinação de teclas familiares para a navegação em portais e *sites*, sem a preocupação de decorarem novas teclas e mecanismos de navegação. Outra motivação provém da Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência) (BRASIL, 2015), que retrata em seu Art. 63. "*É obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no País ou por órgãos de governo [...]*" e § 1º "*Os sítios devem conter símbolo de acessibilidade em destaque*". Nesse contexto, destaca-se a característica de transparência "*Intuitividade*", no que tange à compreensão de informações sem a necessidade de aviso prévio, treinamento ou capacitação.

Recomendações/regras: devem ser desenvolvidos mecanismos que possam prover a navegabilidade para obtenção das descrições nos gráficos, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Recomendações/regras referentes aos metadados dos gráficos

Recomendações/regras	
1.	Construir componentes, combinações de teclas respeitando as especificidades das teclas de cada leitor de tela independente do ambiente do dispositivo (*desktop* ou móvel).
2.	Disponibilizar a leitura de valores dos pontos de um gráfico de linha e de barras.
3.	Fornecer a soletração e repetição de palavras dos elementos do gráfico.

4.	Disponibilizar um ícone ou botão que quando acionado forneça descrição das informações do gráfico.
5.	Dispor um ícone ou botão para habilitar/desabilitar a descrição das cores.
6.	Oferecer um ícone ou botão com o símbolo universal da pessoa com deficiência que quando acionado deve informar que os gráficos são acessíveis para quais tipos de deficiências.
7.	Implementar a abertura de uma janela que poderá ser um *pop-up* contendo três formas de acesso às descrições dos gráficos: a) Em texto para o leitor de tela; b) Em áudio para situações de baixa mobilidade; c) Em libras para cidadãos com deficiência auditiva.

Fonte: Do autor

Eixo: Acessibilidade

Nome: Aplicar recomendações *Web* para encurtar a inclusão no acesso às descrições.

Propósito: Aplicar as diretrizes de conteúdo *Web* e recomendações de acessibilidade.

Motivação: os participantes sugeriram que as cartilhas *Web* disponibilizassem recursos visuais para acesso à informação e *interfaces* inclusivas:

> "os desenvolvedores não usam as boas práticas de programação na Web, o que está descrito nas cartilhas de acessibilidade, diretrizes de acessibilidade, como WCGA e E-MAG. É preciso primeiro que os desenvolvedores façam o básico que é seguir as diretrizes, recomendações de acessibilidade para disponibilizar informações acessíveis nos gráficos que estão em portais, *sites*"; "Não há uma preocupação de atingir o público como um todo, esquecem dos deficientes visuais das pessoas excluídas."

Outra motivação é proveniente do trabalho de Sacramento (2021) referente à diretriz "*1. Fornecer alternativas para imagem*", que enfatizou como devem ser descritas as imagens:

> "as descrições podem ser fornecidas em texto ou em áudio. Ao descrever uma imagem, deve-se ter em mente o propósito dela, ou seja, o que se deseja comunicar a partir da imagem, isto é, uma descrição sempre deve levar em conta a mensagem que a imagem deseja transmitir."

Do WCAG (WCGA, 2022) extraiu-se do princípio Perceptível, a diretriz 1.1 - Alternativas de texto retratando os meios de apresentação de conteúdo não textuais aos usuários" e do E-MAG (E-MAG, 2014) foi identificada a Recomendação 3.6 - Fornecer alternativa em texto para as imagens do sítio da Seção *Conteúdo/Informação*.

Recomendações/regras: devem ser elaboradas recomendações que propiciem o acesso às informações dos gráficos, como ilustra a Tabela 17.

Tabela 17 - Recomendações/regras referentes as diretrizes de acessibilidade

Recomendações/regras	
1.	Utilizar boas práticas de linguagens de programação, padrões *Web*, HTML5.2, bibliotecas gráficas (*React*, *Chart.js*, *HighCharts*, entre outras), *frameworks*, *plug-ins*.
2.	Implementar recomendações e diretrizes de conteúdo *Web* direcionadas as imagens de gráficos, como atributo alt que possam ser concebidas no início de um projeto *Web*, como um requisito funcional.
3.	Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho mantendo-se a ordem e o foco para navegação do leitor de tela com o uso das teclas, como TAB, H.
4.	Conhecer o funcionamento do leitor de tela para leitura do código fonte HTML e a decodificação em síntese de voz.
5.	Acompanhar, interagir com as pessoas com deficiência visual como navegam e acessam os recursos do leitor de tela.
6.	Capacitar a equipe de desenvolvedores *Web* para realização de testes de acessibilidade em plataformas, *interfaces* com o uso do leitor de tela.

Fonte: Do autor

Eixo: Linguagem

Nome: Incorporar uma linguagem de fácil entendimento para qualquer cidadão.

Propósito: Utilizar uma linguagem clara, sem o uso de termos técnicos, expressões e jargões que não sejam familiares ao usuário.

Motivação: da literatura, a característica de transparência "*clareza*" se refere à exibição de informações de fácil entendimento. Os participantes manifestaram que as descrições textuais devem ser de fácil compreensão. Iniciativas no âmbito governamental estadual, como o manual do uso da linguagem simples do Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios (TJDF, 2021), e do Programa Municipal Linguagem Simples encampado pela Prefeitura Municipal de São Paulo na elaboração de documentos digitais (PREFEITURA-SP, 2021).

Recomendações/regras: devem ser confeccionadas recomendações que possibilitem a utilização da técnica da linguagem simples nas informações de gráficos na *Web*, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18 - Recomendações/regras referentes ao uso da linguagem

Recomendações/regras	
1.	Redigir frases curtas que sejam inteligíveis.
2.	Procurar utilizar frases no formato: sujeito + verbo + predicado.
3.	Escrever de forma clara, objetiva, coesa, exatidão e coerência textual.
4.	Evitar a utilização da ambiguidade, redundância, metáforas, gírias e termos estrangeiros para interpretação correta do leitor de tela.
5.	Caso sejam utilizadas siglas, essas devem ter expressos seus significados.

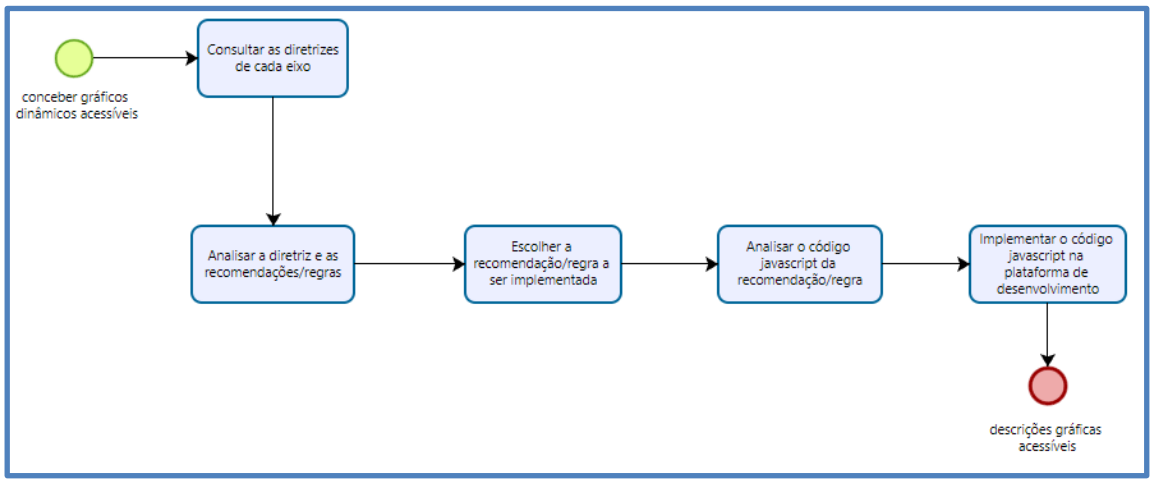
Fonte: Do autor

6.1.1. Guia de utilização das diretrizes

Com o objetivo de orientar os profissionais envolvidos na produção de descrições de informações em gráficos dinâmicos, foi desenvolvido um Guia de Utilização das Diretrizes. Esse guia também permite que um desenvolvedor que esteja construindo gráficos de outros tipos, além de linha, barra ou pizza, possa aplicar algumas das diretrizes, conforme descrito nos eixos da Figura 30.

Inicialmente, o profissional deve escolher a plataforma de desenvolvimento com a qual esteja mais familiar para implementar o código na linguagem de programação *JavaScript*, conforme descrito na subseção 6.2.4.2. O processo de utilização do Guia de forma simplificada está ilustrado na Figura 30.

Figura 30 - Processo de uso do Guia de utilização das diretrizes



Fonte: Do autor

Para exemplificar a incorporação e aplicabilidade dessas diretrizes, desenvolveu-se um protótipo, descrito na próxima seção.

6.2. Construção do protótipo

Nas subseções a seguir, são explanadas a abordagem do profissional e a definição dos recursos tecnológicos utilizados para configuração, desenvolvimento e implantação do protótipo.

6.2.1. Abordagem do profissional

Foi indicado por uma pesquisadora, doutora em pesquisas em acessibilidade *Web*, o *Whatsapp* de um especialista em desenvolvimento de *sites* e portais em ambiente *desktop* que tinha o perfil: 34 anos de idade; analista de sistemas em uma empresa pública do governo federal; formação superior em desenvolvimento de sistemas; dez anos de programação em plataformas *Web* utilizando a linguagem *React*; e não tinha conhecimento de diretrizes de acessibilidade.

O primeiro contato para contratação do profissional foi realizado no *Whatsapp*, em que foi agendada uma reunião de 45 minutos na ferramenta *Google Meet*. A pauta da reunião consistiu em explicar ao especialista: o objetivo da pesquisa; o público-alvo; as informações coletadas na literatura, no estudo de campo; o funcionamento do leitor de tela; as normativas vigentes que garantem os direitos das pessoas com deficiência visual no acesso à informação em ambientes *Web*; e as recomendações e diretrizes de conteúdo *Web*.

Ao término da reunião, o especialista solicitou ao pesquisador mais informações, a fim de que ele pudesse ter um melhor entendimento da pesquisa e dos requisitos necessários para idealizar a construção do protótipo, como os tipos de gráficos, os dados que seriam utilizados, e um *link* de um leitor de tela, no qual foi encaminhado o NVDA (https://www.nvaccess.org/) (NVDA, 2023).

Por motivo de sequela oriunda de uma deficiência motora que culminou em uma insuficiência cardíaca, o profissional teve que se afastar do desenvolvimento e indicou um amigo de trabalho para dar continuidade à confecção do protótipo. O novo profissional possuía 37 anos de idade, formação na área da Computação, nível de escolaridade superior completo, quinze anos de experiência em programação *front end*, *back end*, padrões *Web*, nível intermediário de conhecimento em diretrizes de acessibilidade *Web*, e cinco anos de atuação em projetos com leitor de tela.

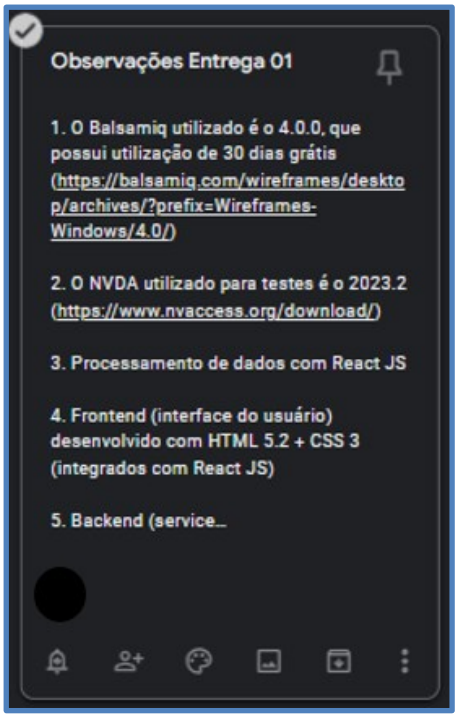
6.2.2. Definição dos recursos tecnológicos

Como recursos tecnológicos, buscou-se ferramentas gratuitas na *Web* ou que tivessem um prazo de utilização de 30 dias em uma versão *trial*.

6.2.2.1. Gestão para entrega de atividades

Para acompanhamento das entregas das atividades que foram acordadas a cada reunião, utilizou-se a ferramenta *Keep Google* (KEEP, 2023). Algumas entregas consistiram na configuração do ambiente de desenvolvimento, disponibilização de uma URL, instalação do aplicativo de prototipação e extração de dados dos gráficos. A Figura 31 ilustra algumas dessas entregas na forma de observações.

Figura 31 - Observações postadas na ferramenta *Google Keep*

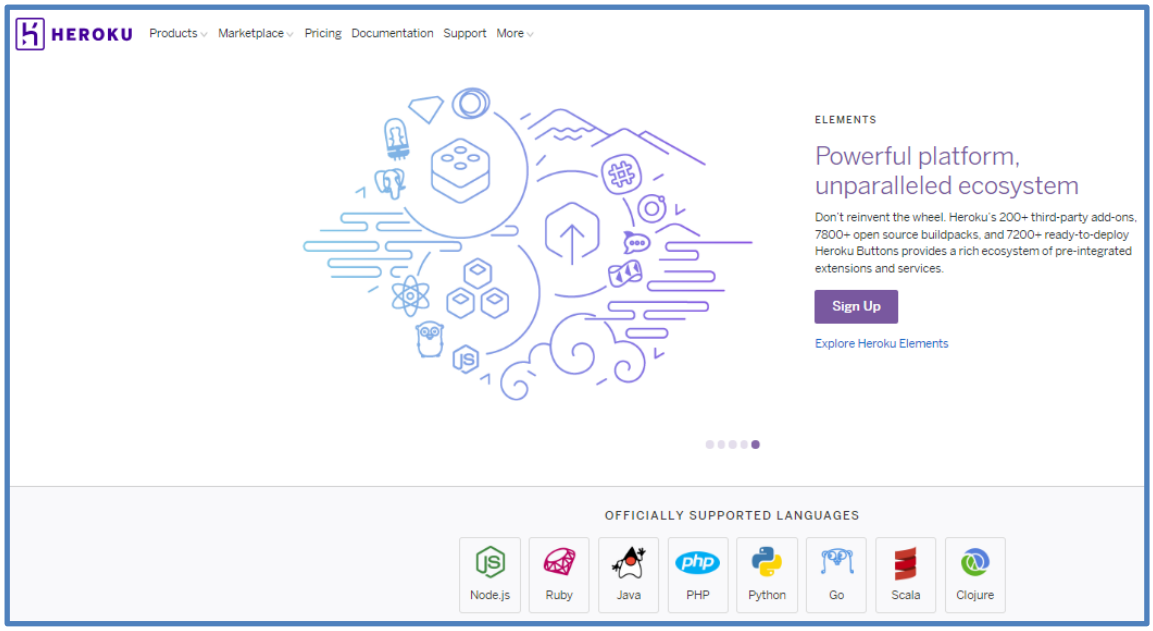


Fonte: Do autor

6.2.2.2. Hospedagem e criação da URL

Para hospedagem do protótipo, utilizou-se a plataforma *Heroku*, que é um PaaS (Plataforma como um Serviço) (Figura 32), que permitiu a hospedagem, a configuração, a testagem e a publicação de projetos virtuais em nuvem, facilitando o desenvolvimento e a implantação de aplicações *Web*. Essa plataforma foi lançada em junho de 2007 e suportava várias linguagens de programação, como *Java*, *Node.js*, *Scala*, *Clojure*, *Python*, PHP e Go, possibilitando a segurança no armazenamento dos dados e a otimização de recursos de memória (HEROKU, IMAGEDONE, 2023).

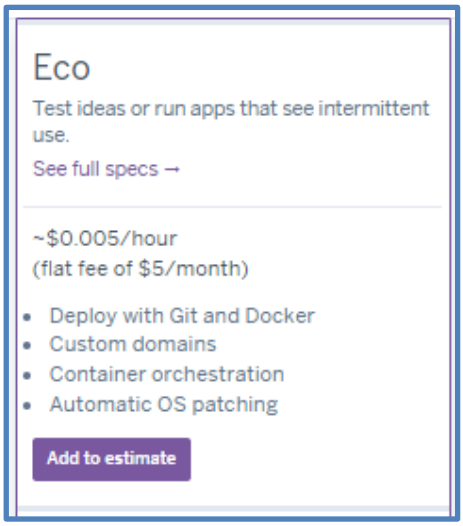
Figura 32 - Plataforma *Heroku*



Fonte: (HEROKU, 2023)

Cabe destacar que todo o processo de configuração e customização para a criação do protótipo, como o esboço das páginas, a extração de dados e a implementação da acessibilidade relatadas nas próximas subseções, foi realizado com recursos financeiros do pesquisador, pagos a cada entrega de atividades ao desenvolvedor *Web*, incluindo a aquisição do Plano Eco (Figura 33).

Figura 33 - Plano de aquisição da plataforma Heroku

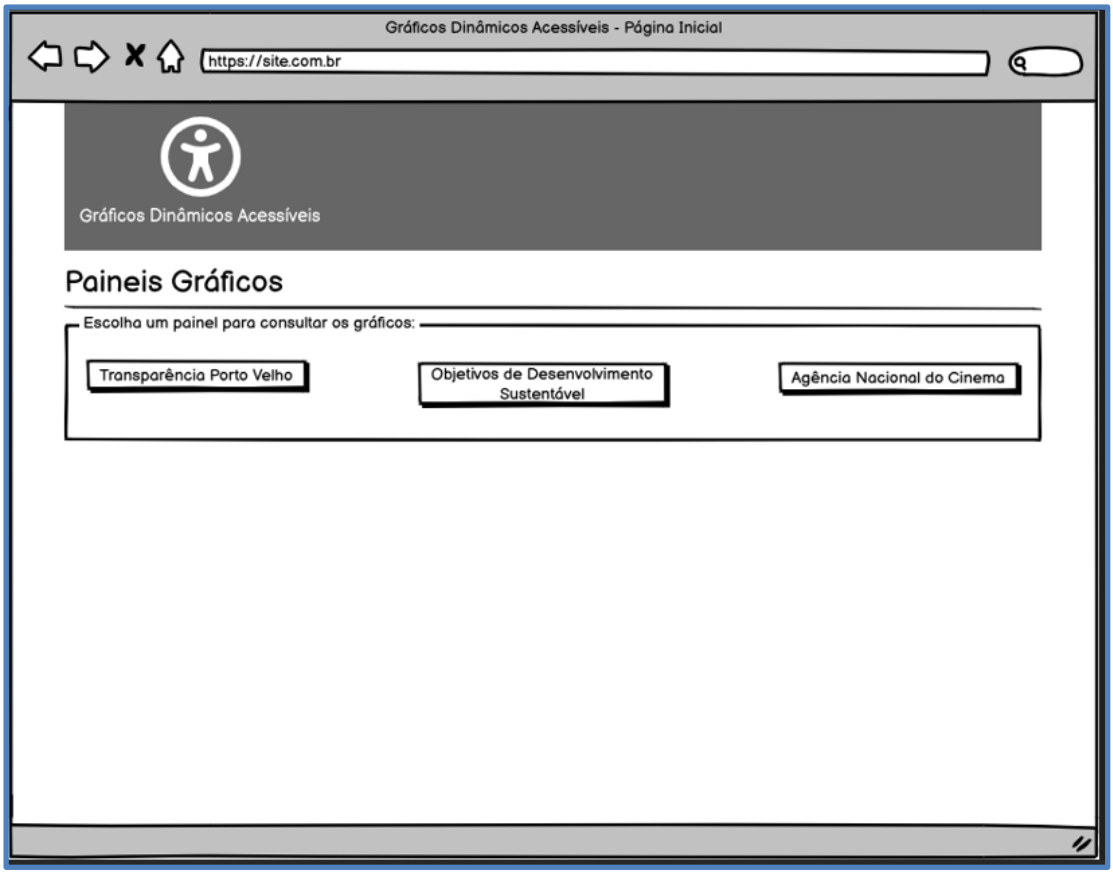


Fonte: https://www.heroku.com/pricing

6.2.2.3. Esboço das páginas

Para esboço das páginas do protótipo que envolveu *Wireframes* e a prototipação, foi utilizada a ferramenta *online Balsamiq*, na versão 4.0.0 (BALSAMIQ, 2023). Esse esboço teve como propósito reproduzir as páginas que continham os gráficos do estudo de campo. Para primeira página (Figura 34), foram dispostos três botões para acesso aos gráficos do Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO), Painel ODS sobre um Objetivo e Painel de Indicadores do Mercado de Exibição. Optou-se por nomes reduzidos para os títulos dos botões, a fim de estruturar melhor o *layout* da página e a área de geração dos gráficos para a interação do usuário. Desta forma, os títulos estabelecidos foram: "Transparência Porto Velho", "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" e "Agência Nacional do Cinema".

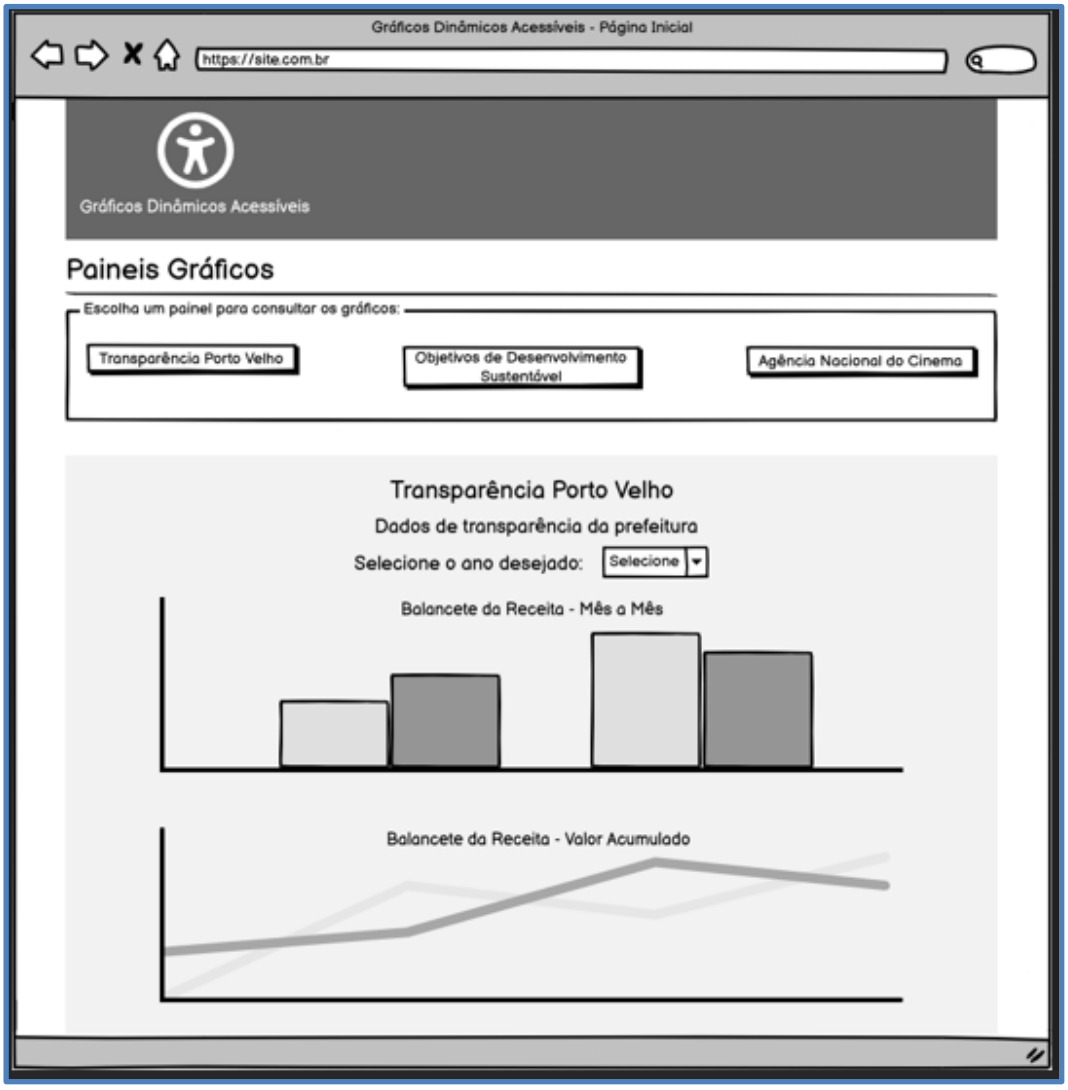
Figura 34 - Página principal do protótipo



Fonte: Protótipo

A partir da seleção do botão “Transparência Porto Velho”, o usuário é direcionado para uma página com dois gráficos (um de barras na vertical e outro de linhas) referentes às receitas do município, e uma caixa de seleção com os anos de 2018 a 2023 (Figura 35). Cabe ressaltar que a página do Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (PREFEITURA-RO, 2023), onde foram realizados os testes, dispunha de um conjunto de botões na horizontal, permitindo que o usuário selecionasse o ano e gerasse um gráfico com barras na vertical e uma linha.

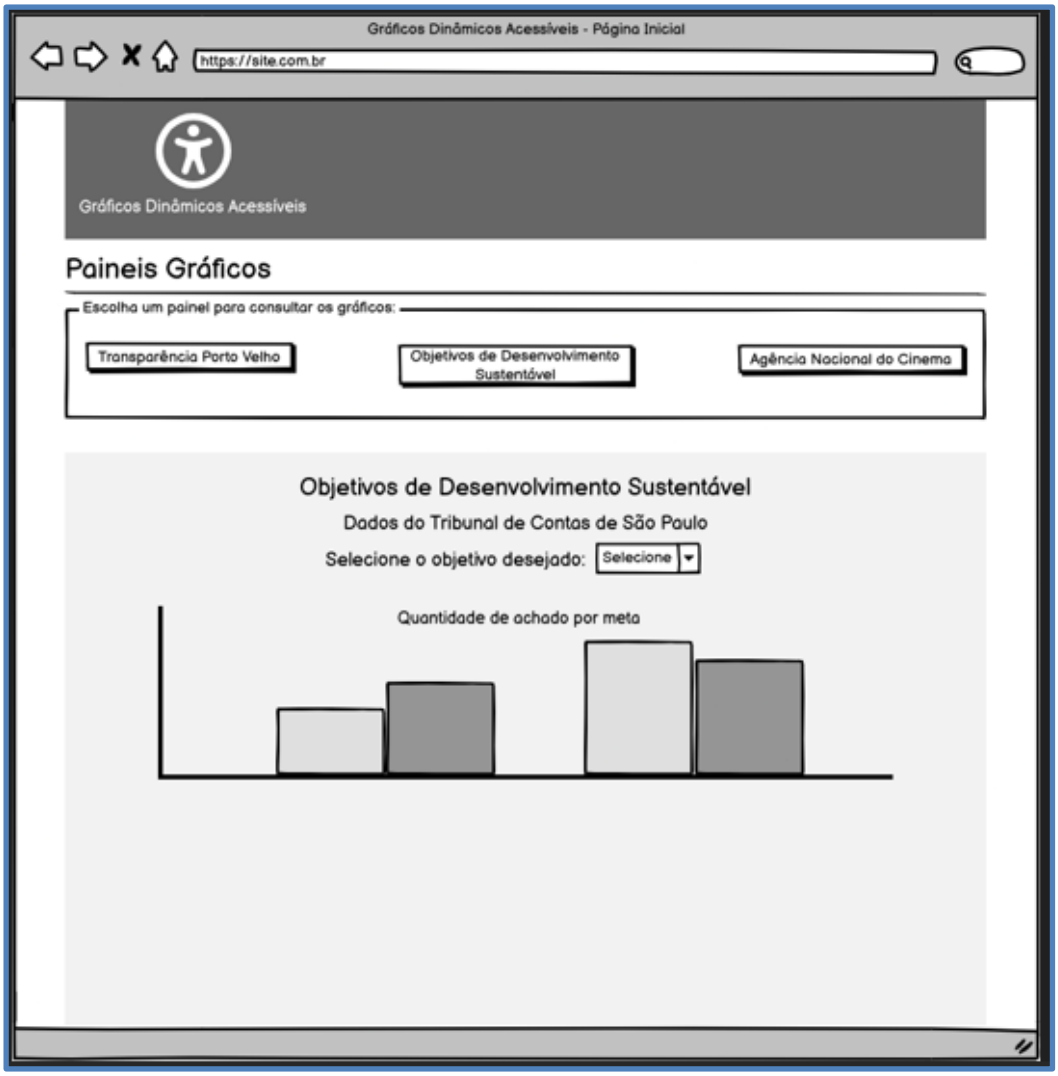
Figura 35 - Painel gráfico da Transparência Porto Velho



Fonte: Protótipo

Ao selecionar o botão “Objetivo de Desenvolvimento Sustentável”, o usuário é direcionado para uma página que contém um gráfico de barras e uma lista de seleção com nomes dos dezessete Objetivos Sustentáveis (Figura 36).

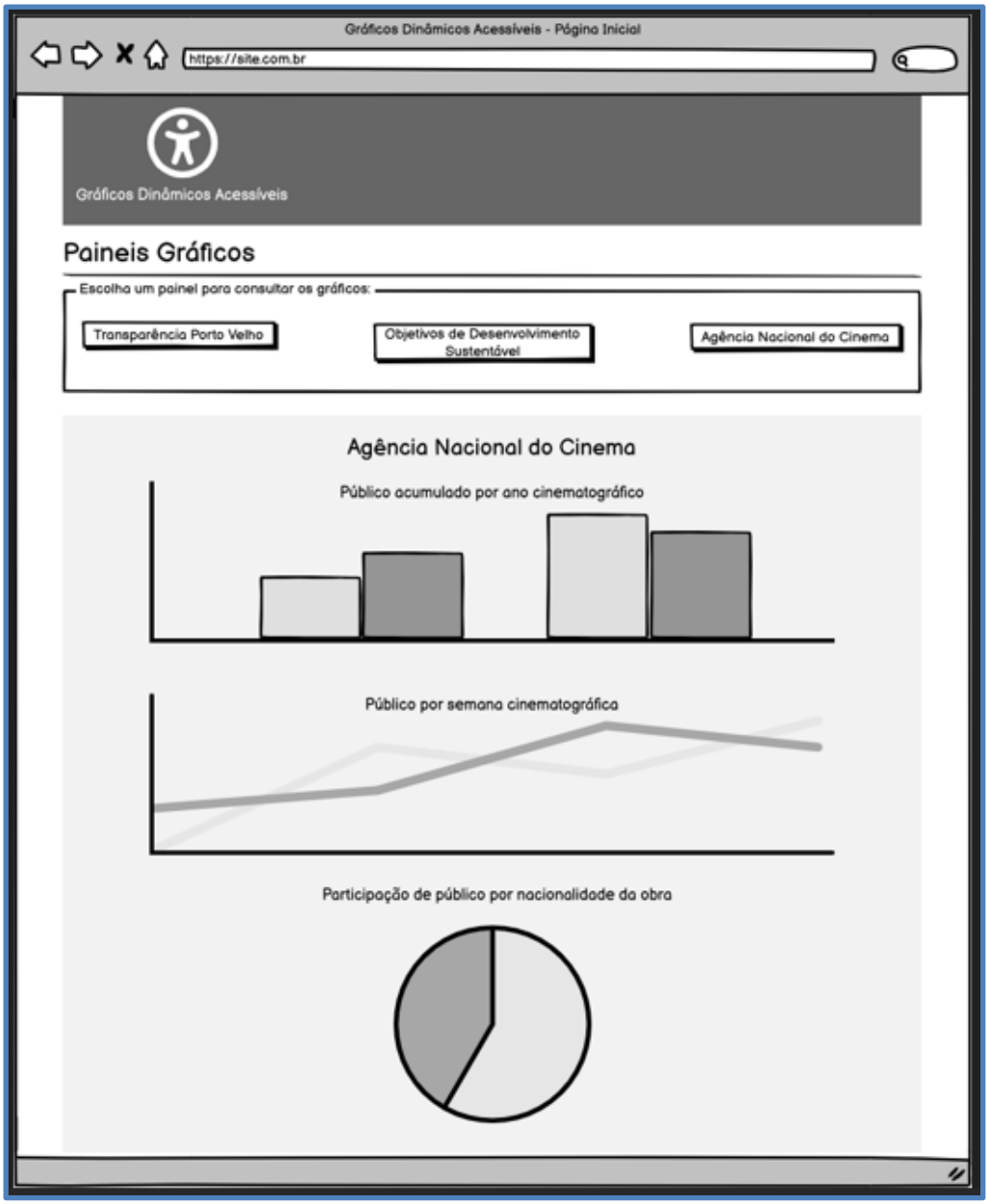
Figura 36 - Painel gráfico do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Protótipo

Ao selecionar o botão “Agência Nacional do Cinema”, o usuário é direcionado para uma página que contempla gráficos de barras, linha e pizza, como mostrado na Figura 37.

Figura 37 - Painel gráfico da Agência Nacional do Cinema



Fonte: Protótipo

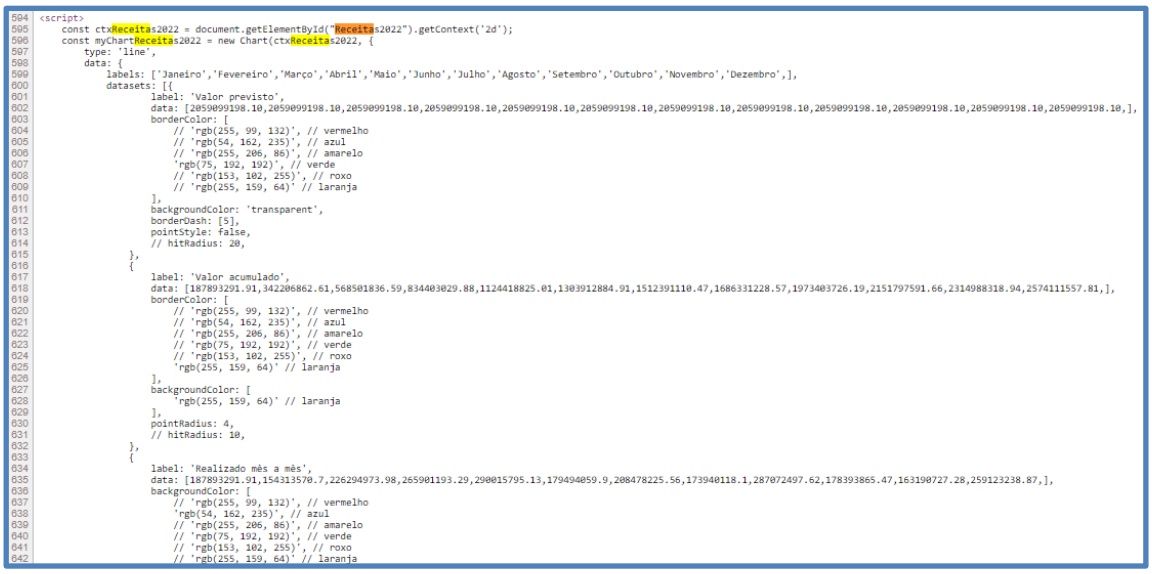
6.2.3. Seleção e extração dos dados

Nesta etapa, foram realizadas as extrações dos dados para a construção e apresentação dos gráficos em cada painel do protótipo. Os dados foram armazenados em um arquivo no formato JSON.

6.2.3.1. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO)

A extração dos dados nos gráficos de barras e linhas foi realizada a partir do código *Javascript* embutido na página HTML do portal (Figura 38). Cada gráfico, identificado pelo termo "*type*", continha um vetor com os nomes dos meses, designado pelo termo "*labels*", e um outro vetor com os dados, representados pelo termo "*data*".

Figura 38 - Código HTML contendo dados do gráfico



```
<script>
    const ctxReceitas2022 = document.getElementById("Receitas2022").getContext('2d');
    const myChartReceitas2022 = new Chart(ctxReceitas2022, {
        type: 'line',
        data: {
            labels: ['Janeiro','Fevereiro','Março','Abril','Maio','Junho','Julho','Agosto','Setembro','Outubro','Novembro','Dezembro',],
            datasets: [{
                    label: 'Valor previsto',
                    data: [2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,2059099198.10,],
                    borderColor: [
                        // 'rgb(255, 99, 132)', // vermelho
                        // 'rgb(54, 162, 235)', // azul
                        // 'rgb(255, 206, 86)', // amarelo
                        'rgb(75, 192, 192)', // verde
                        // 'rgb(153, 102, 255)', // roxo
                        // 'rgb(255, 159, 64)' // laranja
                    ],
                    backgroundColor: 'transparent',
                    borderDash: [5],
                    pointStyle: false,
                    // hitRadius: 20,
                },
                {
                    label: 'Valor acumulado',
                    data: [187893291.91,342206862.61,568501836.59,834403029.88,1124418825.01,1303912884.91,1512391110.47,1686331228.57,1973403726.19,2151797591.66,2314988318.94,2574111557.81,],
                    borderColor: [
                        // 'rgb(255, 99, 132)', // vermelho
                        // 'rgb(54, 162, 235)', // azul
                        // 'rgb(255, 206, 86)', // amarelo
                        // 'rgb(75, 192, 192)', // verde
                        // 'rgb(153, 102, 255)', // roxo
                        'rgb(255, 159, 64)' // laranja
                    ],
                    backgroundColor: [
                        'rgb(255, 159, 64)' // laranja
                    ],
                    pointRadius: 4,
                    // hitRadius: 10,
                },
                {
                    label: 'Realizado mês a mês',
                    data: [187893291.91,154313570.7,226294973.98,265901193.29,290015795.13,179494059.9,208478225.56,173940118.1,287072497.62,178393865.47,163190727.28,259123238.87,],
                    backgroundColor: [
                        // 'rgb(255, 99, 132)', // vermelho
                        'rgb(54, 162, 235)', // azul
                        // 'rgb(255, 206, 86)', // amarelo
                        // 'rgb(75, 192, 192)', // verde
                        // 'rgb(153, 102, 255)', // roxo
                        // 'rgb(255, 159, 64)' // laranja
```

Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

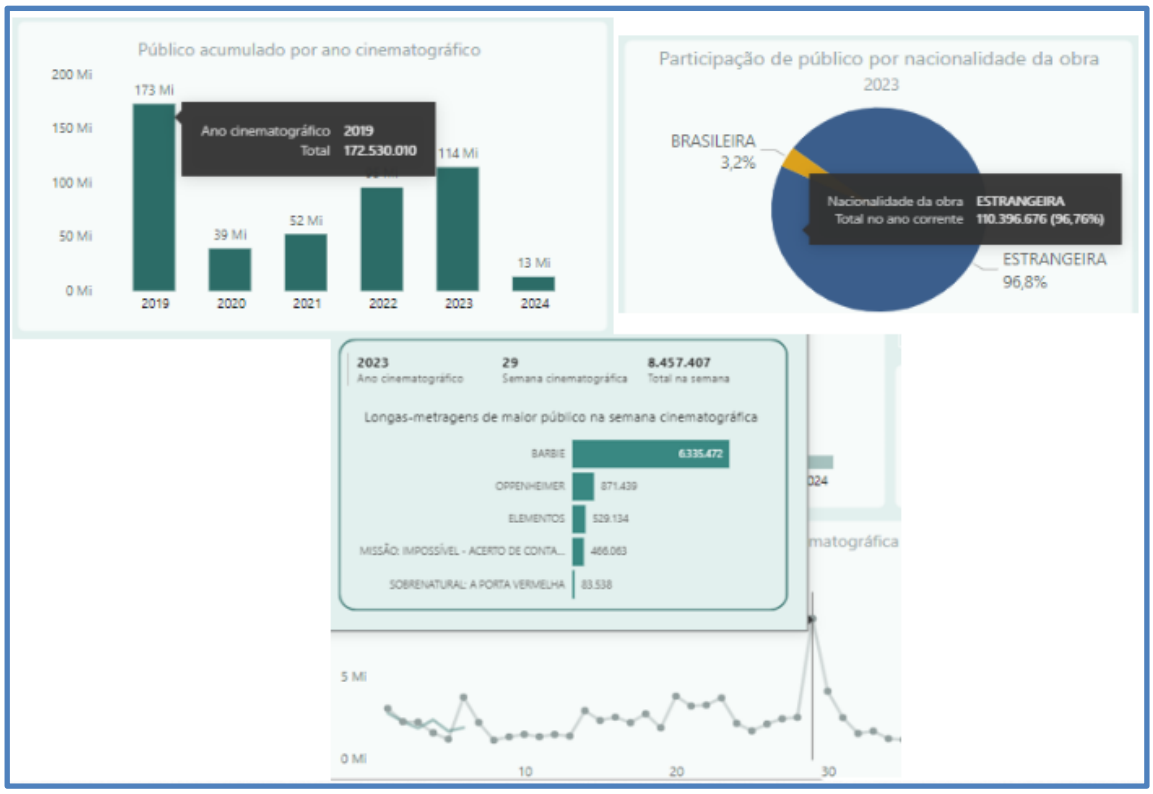
6.2.3.2. Painel ODS sobre um Objetivo

Os dados foram extraídos a partir da visualização (Gráfico 10), em que foram dispostos no eixo na horizontal quatro valores das metas do "*Objetivo 10 - Redução das Desigualdades*", variando de 10.1 a 10.4. No eixo na vertical, variando de 0 a 18, estava representada a quantidade de achados, que é "o resultado da comparação entre uma situação encontrada pela equipe de fiscalização (o que é) e o critério de auditoria (o que deveria ser), permitindo concluir se o desempenho do objeto fiscalizado está aquém, atinge ou excede as expectativas" (TCE-SP, 2023).

6.2.3.3. Portal Indicadores do Mercado de Exibição

Para a captura dos valores de cada barra do gráfico de barras, de cada ponto do gráfico de linhas e da fatia de cada setor da pizza, utilizou-se o *mouse*. Ao passar sobre uma área da barra, ponto de uma linha ou uma fatia da pizza, foi aberta uma janela *pop-up* informando os valores (Figura 39).

Figura 39 - Captura dos dados dos gráficos de barras, linha e pizza



Fonte: (ANCINE, 2023)

6.2.4. Implementação da acessibilidade

Com base no levantamento bibliográfico e documental (detalhado na Seção 2.5, exposta nos *Conceitos Fundamentais* (Capítulo 2)), foram identificados trabalhos e soluções que contribuíram para a construção do protótipo, como as bibliotecas em *Javascript*.

Para implementação da acessibilidade, foram estabelecidas três etapas. A primeira teve como propósito definir a linguagem de programação, como *React Javasript*

(REACT, 2022), padrões *Web* como HTML5.2 (W3C, 2017) e CSS3 (CSS3, 2024), integrados ao *React* e ao *back-end* (servidor API).

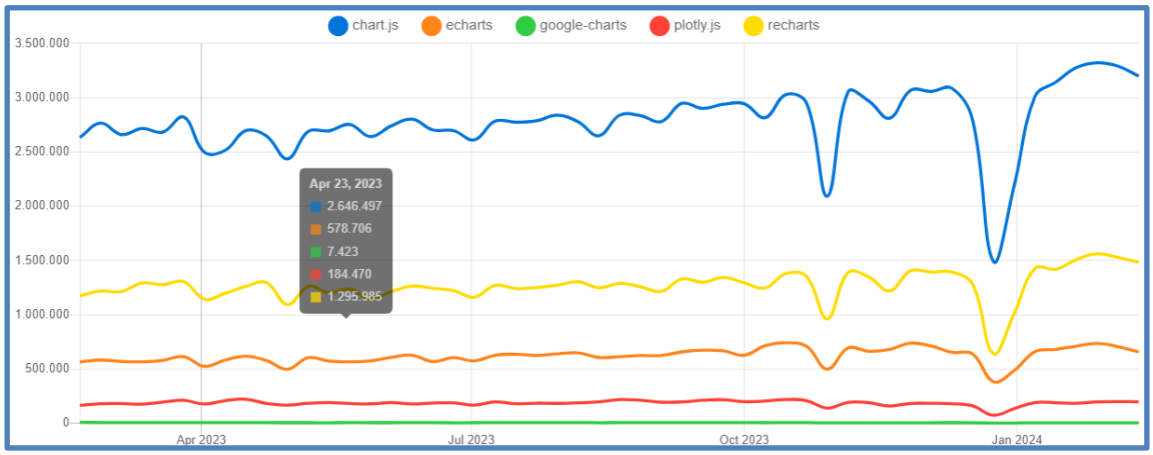
A segunda etapa consistiu em definir qual biblioteca seria utilizada para a geração dos gráficos dinâmicos.

A terceira etapa envolveu a acessibilidade das páginas do protótipo, abordando os passos necessários para tornar os gráficos acessíveis.

6.2.4.1. Escolha da biblioteca gráfica

Inicialmente, foram avaliadas as bibliotecas mais populares para a geração de gráficos dentro da tecnologia utilizada (*Javascript/Typescript*), como *Chart.js*, *Apache Echarts.js*, *Google-charts, Plotly.js* e *Recharts*, conforme levantamento do NPM *Trends* (NPM TRENDS, 2024), no que concerne à comparação de pacotes de *downloads*, como mostra o Gráfico 19.

Gráfico 19 - Estatísticas de *downloads* das bibliotecas mais populares para geração de gráfico no período de abril de 2023 a janeiro de 2024



Fonte: (NPM TRENDS, 2024)

As características de cada biblioteca estão ilustradas na Tabela 19.

Tabela 19 - Características das bibliotecas mais populares

Biblioteca	Característica
Chart.js	Biblioteca mais popular; porém, não oferece recursos específicos para a implementação da acessibilidade. Desta forma, cabe ao desenvolvedor atuar na implementação das funcionalidades de acessibilidade. Documentação disponibilizada em https://www.chartjs.org/docs/latest/general/accessibility.html
Apache Echarts	Biblioteca que proporciona gerar a descrição de um gráfico com customização limitada às descrições, além de apresentar uma documentação limitada à acessibilidade, fornecendo apenas algumas recomendações. Documentação disponibilizada em https://echarts.apache.org/handbook/en/best-practices/aria
Google Charts	Não havia documentação referente à acessibilidade, sendo disponibilizada apenas como funcionalidade a apresentação tabular dos dados direcionada aos leitores de tela, porém, incompatível com o NVDA.
Plotly.js	Não havia documentação ou suporte de acessibilidade disponível na *Web*.
Recharts	Não havia documentação sobre acessibilidade. Na *Web* pôde-se encontrar apenas um exemplo de acessibilidade. Ao navegar com o NVDA não houve nenhuma descrição do gráfico.

Fonte: Coleta de dados

Com base no levantamento, optou-se pela biblioteca "*Chart.js*", que possibilitou a renderização dos elementos HTML e CSS para a geração dos gráficos em tempo de execução, além da adaptação da acessibilidade para acesso e manipulação dos atributos implementados em *tags* e recursos WAI-ARIA (W3C, 2022).

6.2.4.2. Uso de recursos HTML e *Javascript* para tornar os gráficos acessíveis

Primeiramente, o gráfico foi confeccionado sem nenhuma acessibilidade, representando pela *tag* <*canvas id="gráfico"*/>. Essa *tag* denota a área onde a biblioteca "*Chart.js*" irá

gerar dinamicamente os gráficos. Para tornar a região dos gráficos acessível, utilizou-se a *tag figure* *<figure tabIndex={0} role="region">* dentro da *tag* *<canvas>*, contemplando o atributo *tabIndex*, que permite que a região possa ser navegada, e o atributo *role*, que especifica o tipo da região para navegação com as teclas direcionais (seta para baixa e para cima) nas descrições dos gráficos. A estrutura desse trecho de código, com as *tags* e atributos, ficou da seguinte forma:

<figure tabIndex={0} role="region">

<canvas id="grafico"/>

</figure>

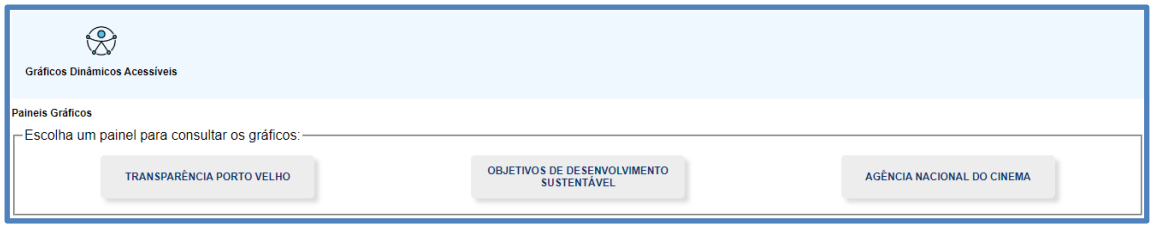
Para proporcionar acessibilidade aos gráficos e permitir a obtenção das informações, foram oferecidas descrições nas formas resumidas e detalhadas, o que exigiu a criação de várias funções em *Javascript* (sob patente **BR512024003298-3**) (MARQUES, RIBEIRO, LOPES, 2024) detalhadas no Apêndice R.

6.2.4.2.1. Montagem das páginas e geração dos gráficos

O protótipo foi desenvolvido para funcionar como uma aplicação SPA (*Single Page Applications*), que é uma aplicação *Web* que possibilita a interação do usuário em uma única página. A partir da seleção dos componentes da página, são acionadas funções em *Javascript* responsáveis pela geração dinâmica de códigos HTML, visando a autodescrição dos gráficos.

As páginas foram construídas com base no esboço descrito na Subseção 6.2.2.3 - *Esboço das Páginas*. Na página principal (Figura 40), foi disposto um logotipo intitulado, como "Gráficos Dinâmicos Acessíveis" e três botões para acesso aos gráficos: "Transparência Porto Velho", "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" e "Agência Nacional do Cinema".

Figura 40 - Tela Principal



Fonte: Protótipo

O carregamento da página é realizado pela função "*AccessibleChartJS*", relatada no Apêndice R, que aciona outras funções para a geração dos gráficos.

No cabeçalho da página (Figura 41), incorporou-se um código HTML com o objetivo de informar aos usuários que os gráficos são acessíveis às pessoas com deficiência visual, indicando a forma de obter as descrições (resumida ou detalhada) e os comandos de navegação.

Figura 41 - Código HTML do cabeçalho da página principal

```
<div className="_nome_site">
  <h1>Gráficos Dinâmicos Acessíveis</h1>
  <p className="_aria_only">
    <small>
      Esses gráficos são acessíveis às pessoas com deficiência visual.
      Utilize as teclas de navegação que sejam mais familiares. Caso
      queira informações de uma descrição detalhada de cada barra do
      gráfico de barras e de cada ponto do gráfico de linhas, utilize
      as setas direcionais para cima e para baixo.
    </small>
  </p>
</div>

._aria_only {
  border: 0;
  clip: rect(0 0 0 0);
  height: 1px;
  margin: -1px;
  overflow: hidden;
  padding: 0;
  position: absolute;

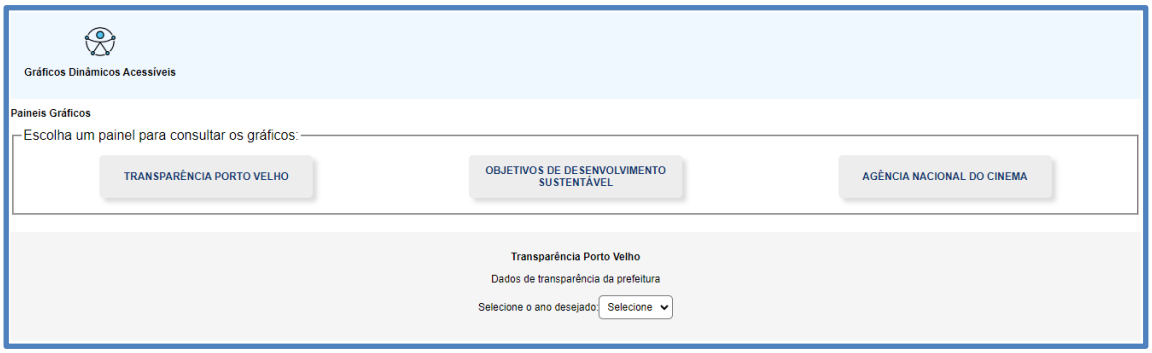
  width: 1px;
}
```

Fonte: Protótipo

6.2.4.2.1.1. Painel Transparência Porto Velho

Após o usuário selecionar o painel “Transparência Porto Velho”, é exibido o conteúdo da Figura 42, que possibilita a seleção de um ano na caixa de seleção “Selecione o ano desejado”.

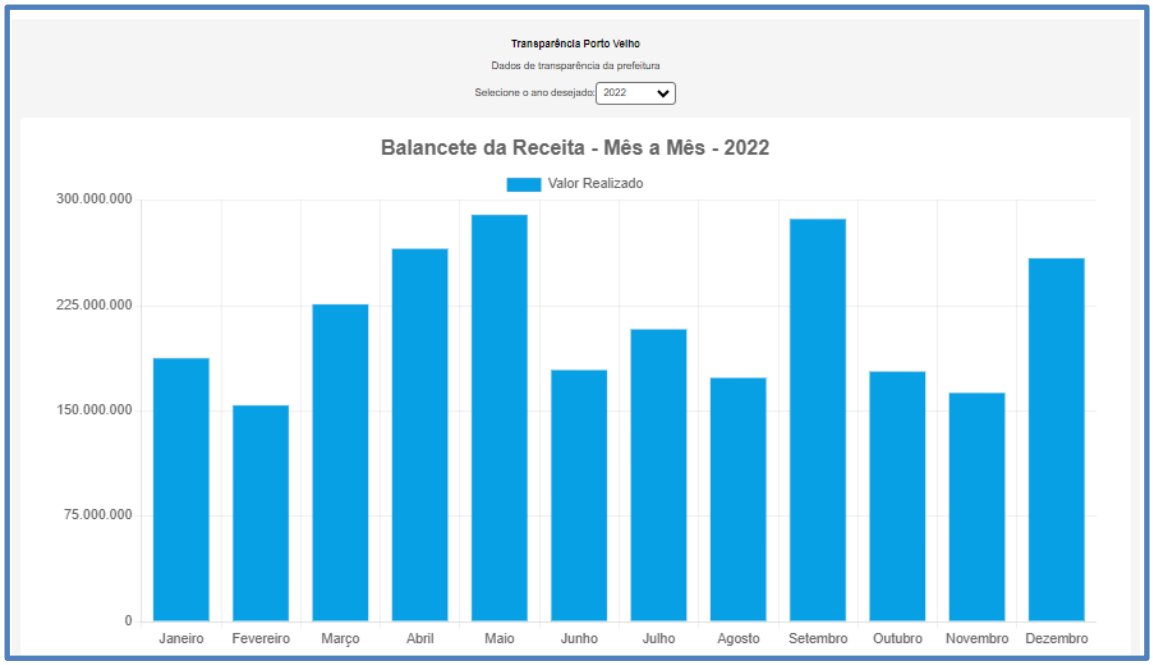
Figura 42 - Área com a opção de seleção do ano para geração dos gráficos do painel “Transparência Porto Velho”



Fonte: Protótipo

Ao selecionar o ano, são gerados dois gráficos: um de barras na vertical e outro de linhas (Gráficos 20 e 21). Devido à limitação de recursos da biblioteca gráfica, não foi possível gerar os gráficos sobrepostos, como estão dispostos no Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO) (Gráfico 22).

Gráfico 20 - Balancete da Receita - Valor realizado



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Gráfico 21 - Balancete da Receita - Valor Acumulado



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

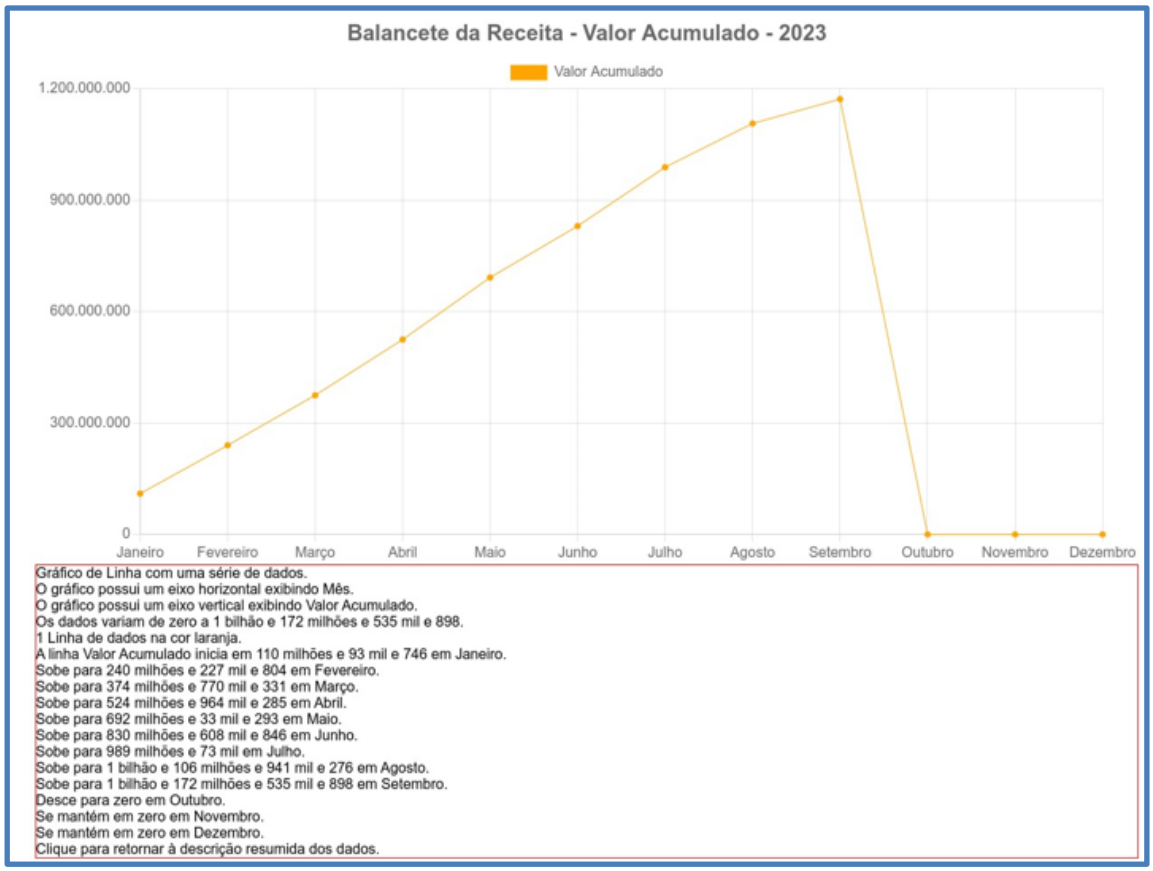
Gráfico 22 - Balacente da Receita (valor realizado e acumulado)



Fonte: (PREFEITURA-RO, 2023)

Um exemplo de descrições geradas para um gráfico de linhas, a ser detectado pelo leitor de tela após a seleção do ano “2023”, pode ser vista na Figura 43.

Figura 43 - Descrições geradas para o gráfico de linhas

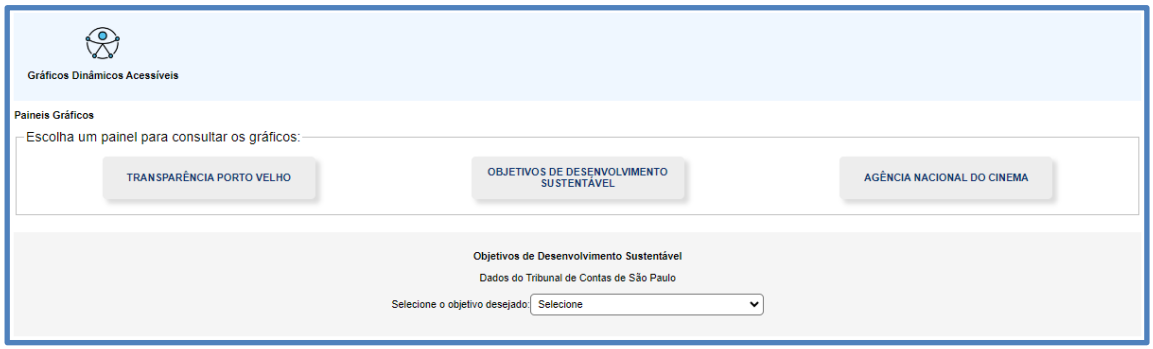


Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

6.2.4.2.1.2. Painel Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Com base na seleção do painel “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, é exibido o conteúdo (Figura 44) com a opção de seleção do ano em uma caixa de lista intitulada “Selecione o objetivo desejado”.

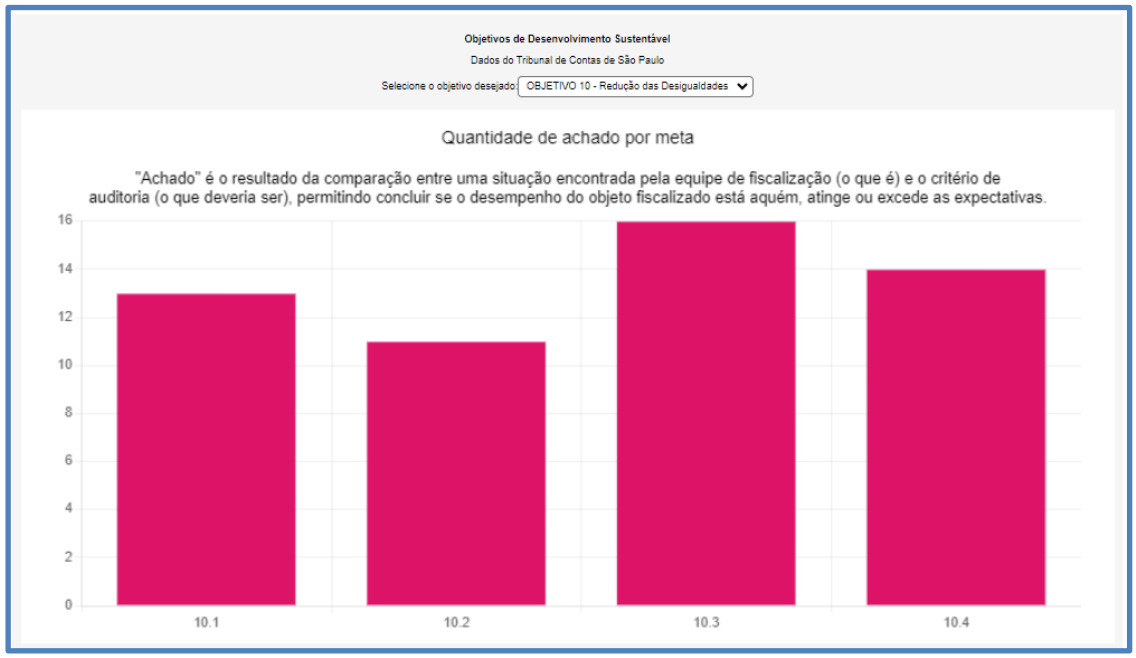
Figura 44 - Área com a opção de seleção do ano para geração dos gráficos do painel “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”



Fonte: Protótipo

Após a seleção do objetivo, é gerado um gráfico de barras com um título e resumo (Gráfico 23).

Gráfico 23 - Objetivo 10 - Redução das Desigualdades

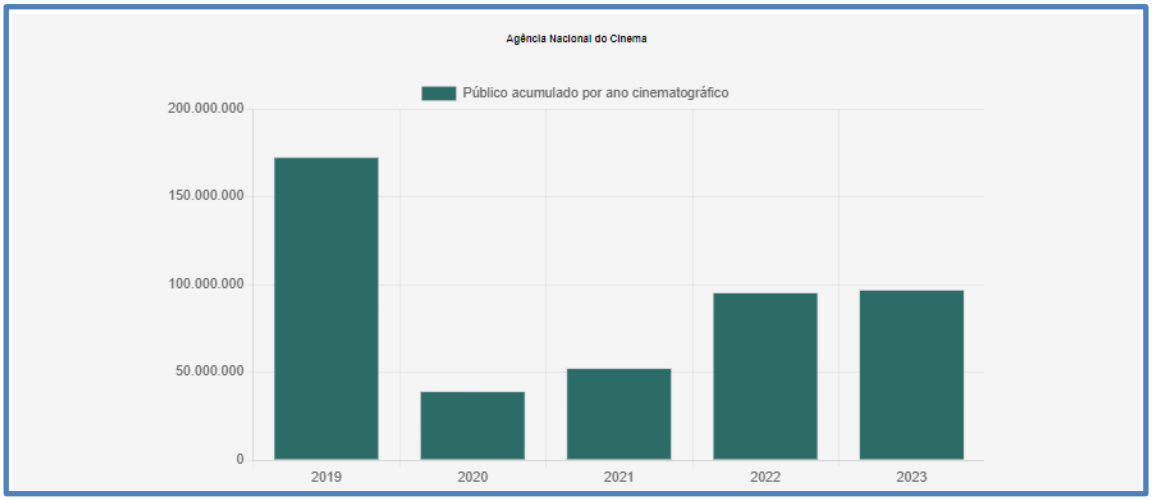


Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

6.2.4.2.1.3. Painel Agência Nacional do Cinema

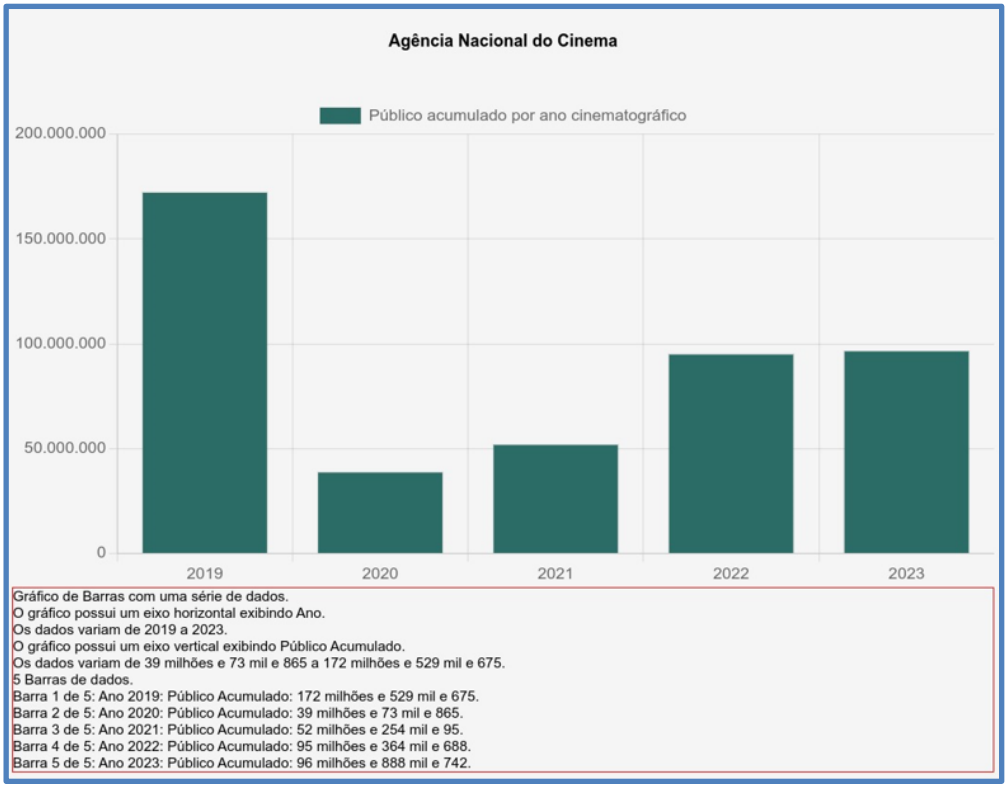
Ao selecionar o painel “Agência Nacional do Cinema”, são gerados os gráficos de barras, linha e pizza (Gráfico 24, 25 e 26). Na Figura 45 estão ilustradas as descrições geradas para o gráfico de barras sobre o “Público acumulado por ano cinematográfico”.

Gráfico 24 - Público acumulado por ano cinematográfico



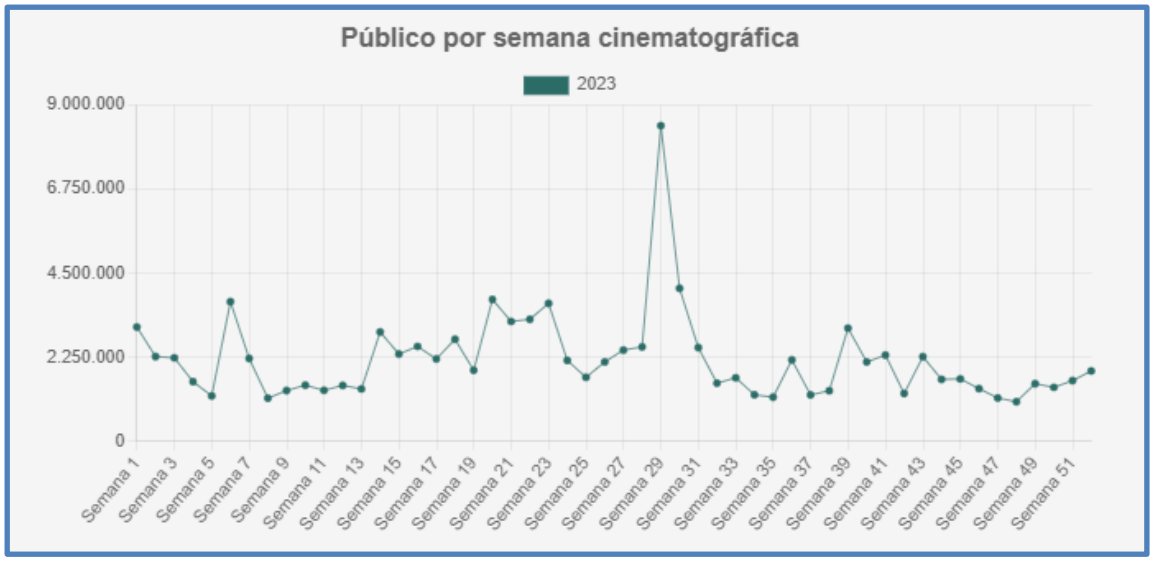
Fonte: Protótipo, adaptado (ANCINE, 2023)

Figura 45 - Descrições geradas para o gráfico de barras



Fonte: Protótipo, adaptado (ANCINE, 2023)

Gráfico 25 - Público por semana cinematográfica



Fonte: Protótipo, adaptado (ANCINE, 2023)

Gráfico 26 - Participação de público por nacionalidade da obra



Fonte: Protótipo, adaptado (ANCINE, 2023)

Na Figura 46 estão ilustradas as descrições geradas para o gráfico de pizza.

Figura 46 - Descrições geradas para o gráfico pizza



Fonte: Protótipo, adaptado (ANCINE, 2023)

Cabe enfatizar que, para se chegar ao resultado pretendido, foram realizadas dezesseis reuniões na plataforma *Google Meet* com os desenvolvedores *Web* para a construção do protótipo e conversas pela rede social *Whatsapp*. Além dos alinhamentos nesses canais, foram efetuados testes no protótipo com o leitor de tela NVDA, por ser gratuito. Desta forma, realizaram-se ajustes em *layouts*, cores, indexação para navegação por teclado e nas descrições dos gráficos, conforme apurado no estudo de campo.

6.3. Limitações da construção do protótipo

Durante o desenvolvimento do protótipo, não foi possível implementar algumas recomendações/regras (Tabela 20) que são relatadas a seguir.

Tabela 20 - Recomendações/regras não implementadas no protótipo de *interface*

Recomendações/regras		
Eixo	**Diretriz**	**Item**
Forma	Fornecer descrições com foco na rastreabilidade, explicação e detalhamento das informações.	O percentual que as barras ocupam e o espaço a ser preenchido.
Recurso	Disponibilizar mecanismos de navegação sob a ótica da intuitividade.	• Dispor um ícone ou botão para habilitar/desabilitar a descrição das cores. • Implementar a abertura de uma janela que poderá ser um *pop-up* contendo três formas de acesso às descrições dos gráficos: a) Em texto para o leitor de tela; b) Em áudio para situações de baixa mobilidade; c) Em libras para cidadãos com deficiência auditiva.

Fonte: Do autor

Em relação à implementação do preenchimento do percentual de cada barra em um gráfico de barras, foram realizadas algumas tentativas sem sucesso. Como os gráficos são gerados dinamicamente e renderizados na página, não havia uma funcionalidade disponível na biblioteca "*Chart.js*" que capturasse o espaço a ser preenchido e o espaço já ocupado, de modo que o leitor de tela pudesse detectar essas informações e as transmitisse aos usuários em sincronia com o uso das teclas.

No que concerne a disponibilização de um ícone para habilitar/desabilitar as cores de cada barra, linha e setor da pizza, seria necessário posicionar esse ícone na mesma área do gráfico. Durante os testes de implementação, percebeu-se que o foco era perdido. Ao

utilizar as teclas de navegação, os usuários eram direcionados para uma área fora do gráfico e não conseguiam retornar o foco para a leitura das descrições dos elementos gráficos.

Sobre a construção de uma janela na forma de um *pop-up*, não foi possível: 1. contactar um tradutor de Libras para realizar a tradução; 2. realizar testes com pessoas com deficiência auditiva. Dessa forma, como não se pôde atender integralmente às três formas de abertura de uma janela, essa implementação foi descartada.

6.4. Síntese do capítulo

Neste capítulo, abordou-se uma proposta preliminar de um conjunto de diretrizes e um protótipo de *interface* para orientar os conteudistas *Web* sobre como devem ser apresentadas e descritas as informações de gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) em portais de governo, visando à compreensão dos cidadãos com deficiência visual total. As diretrizes foram estruturadas em quatros eixos: 1. *Forma*, que retrata como devem ser apresentadas as descrições; 2. *Recursos Tecnológicos*, que foca nas funcionalidades a serem implementadas para leitura de valores, descrições e navegação; 3. *Acessibilidade*, que aborda as sugestões de boas práticas para interação do usuário; 4. *Linguagem*, que visa evitar o uso de termos técnicos e palavras que não tenham significado para esses cidadãos.

Para garantir a aplicabilidade das diretrizes, confeccionou-se um protótipo em ambiente *Web*, executado em uma plataforma em nuvem, utilizando a linguagem de programação "*Typescript/Javascript*", com o *framework "React"* e a biblioteca "*Chart.js*" implementada em *Javascript*, além dos padrões *Web* HTML5.2 (W3C, 2017) e CSS3 (CSS3, 2024).

Foram implementadas funções em *Javascript* com a responsabilidade de, a partir da seleção de componentes em uma página, gerar dinamicamente o código HTML para construção dos gráficos e seus metadados (títulos, descrições dos eixos vertical e horizontal, valores dispostos em cada barra, ponto de uma linha, legendas, setores de uma pizza e fontes). Para acesso aos metadados, foram oferecidas a forma resumida e detalhada.

Por fim foi elaborado um Guia de utilização das diretrizes e relatadas algumas limitações da construção do protótipo de *interface*.

O próximo capítulo retrata a validação do protótipo com os cidadãos com deficiência visual total.

7. VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO

Este capítulo explana sobre a validação do protótipo por pessoas com deficiência visual total em ambiente *Web*, a partir da realização de tarefas em gráficos dinâmicos (barras, linhas e pizza). O objetivo da validação foi de coletar as opiniões, percepções e sensações quanto ao entendimento de informações em gráficos dinâmicos, com base na aplicabilidade das diretrizes apresentadas no Capítulo 6 - *Desenvolvimento do protótipo*. Ao final do capítulo, é realizada uma análise dos resultados das opiniões dos participantes, a partir de entrevistas semiestruturadas.

O capítulo está organizado em seções da seguinte forma: realização da validação e análise dos resultados.

7.1. Testes no protótipo

Para realizar a validação, foram recrutados seis participantes com deficiência visual total, sendo um deles para o teste piloto, que demonstraram interesse em participar, após a realização dos testes e das entrevistas semiestruturadas apresentadas no Capítulo 5 - *Estudo de Campo*. Cabe destacar que estudos na área de Interação-Humano computador, como o realizado por Nielsen (NIELSEN, 2000), indicam que o número de cinco participantes é suficiente para avaliações de acessibilidade, visando detectar as dificuldades enfrentadas por esses usuários em um ambiente de observação.

O contato com os participantes foi efetuado através dos canais de comunicação (*e-mail* ou *Whatsapp*), quando se-enviou o TCLE para o entendimento sobre o processo de validação. Para manter o sigilo das identidades dos participantes, com base na Lei

Geral de Proteção de Dados (BRASIL, 2018) e diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNIRIO, 2023), utilizou-se a codificação “Ux”, em que “U” designa usuário e “x” representa o número do voluntário. O piloto foi codificado pela sigla “UP”.

O ambiente de validação foi na plataforma remota *Google Meet*. Para o acesso ao endereço do protótipo (https://graficos-dinamicos-acessiveis-6d2638f7a957.herokuapp.com/), foi perguntado a cada participante como gostaria de recebê-lo (*e-mail*, *Whatsapp* ou *chat* da plataforma).

7.1.1. Usuário piloto

O teste piloto foi efetuado com um usuário que possuía o seguinte perfil: 50 anos de idade, servidor público federal, pós-graduação com especialização e mais de 20 anos de experiência no uso de leitor de tela. Para acesso ao protótipo, o UP preferiu que o endereço fosse enviado por *e-mail*. Utilizou o navegador *Chrome*, *desktop* em ambiente *Windows*, NVDA na versão 2023.3.4. A duração da validação compreendeu o tempo de 34 minutos e 51 segundos, incluindo a abertura do *site*, a contextualização do processo de validação e a entrevista semiestruturada. Cabe ressaltar que o UP não habilitou sua câmera.

Antes de iniciar a validação, foi relembrado ao UP sobre os gráficos apresentados nos testes nos três portais de governo (Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO), Painel ODS sobre um Objetivo e Painel Indicadores do Mercado de Exibição), relatando-se a disposição do *layout*, tipos de gráficos e seus metadados (valores, descrições dos títulos dos eixos, fontes), acessibilidade às informações nos gráficos, como o uso de teclas e combinação de teclas. Diante desse cenário, o pesquisador explanou que foi construído um protótipo com base nas preferências e demandas dos participantes, no qual foram disponibilizados três painéis a serem

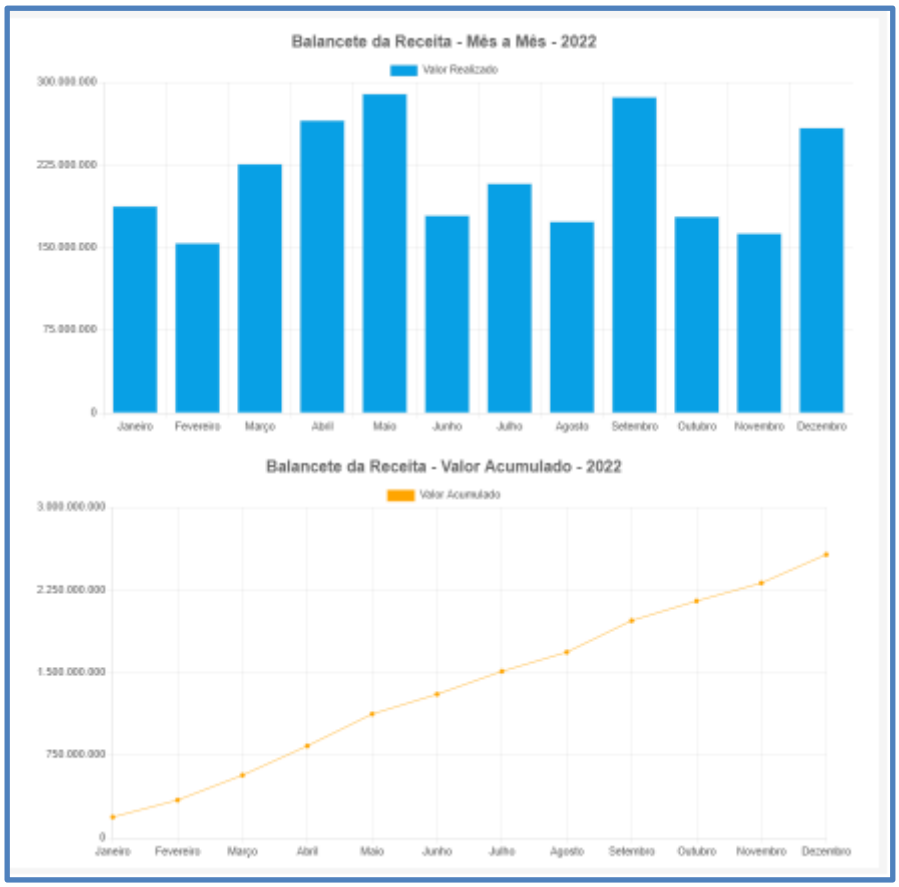
selecionados para geração de gráficos dinâmicos (barras, linhas e pizza) reproduzindo os gráficos dos três portais. O propósito do protótipo era capturar sugestões de melhorias que pudessem ser incorporadas para melhorar a acessibilidade às informações nos gráficos, a partir da execução de tarefas.

7.1.1.1. Painel Transparência Porto Velho

Para validar o entendimento das informações dispostas nos gráficos de barras e linha (Gráfico 27), foram estabelecidas oito tarefas:

1. Selecionar o painel “Transparência Porto Velho”;
2. Selecionar o ano 2022;
3. Localizar o gráfico “Balancete da Receita - Mês a Mês”;
4. Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter, na forma resumida e detalhada;
5. Informar o valor realizado para o mês de dezembro;
6. Localizar o gráfico “Balancete da Receita - Valor acumulado”;
7. Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter, na forma resumida e detalhada;
8. Informar o valor acumulado para o mês de janeiro.

Gráfico 27 - Painel da Transparência Porto Velho contemplando gráficos de barras e linha referente ao Balancete da Receita Mês a Mês - 2022



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

A Tarefa 1 (Selecionar o painel "Transparência Porto Velho") e a Tarefa 2 (Selecionar o ano 2022), foram concluídas com sucesso pelo UP. Porém, a Tarefa 3 (Localizar o gráfico "Balancete da Receita - Mês a Mês") o UP não conseguiu obter o título do gráfico e relatou:

> "o que pode estar acontecendo é que no meu NVDA, eu tiro muitas configurações. Para ele não ficar lendo coisas desnecessárias. Pode ser que ele não esteja lendo por causa dessa situação. Por exemplo: eu inibo a leitura de objetos, tabelas, listas. Porque senão o leitor fala tudo."

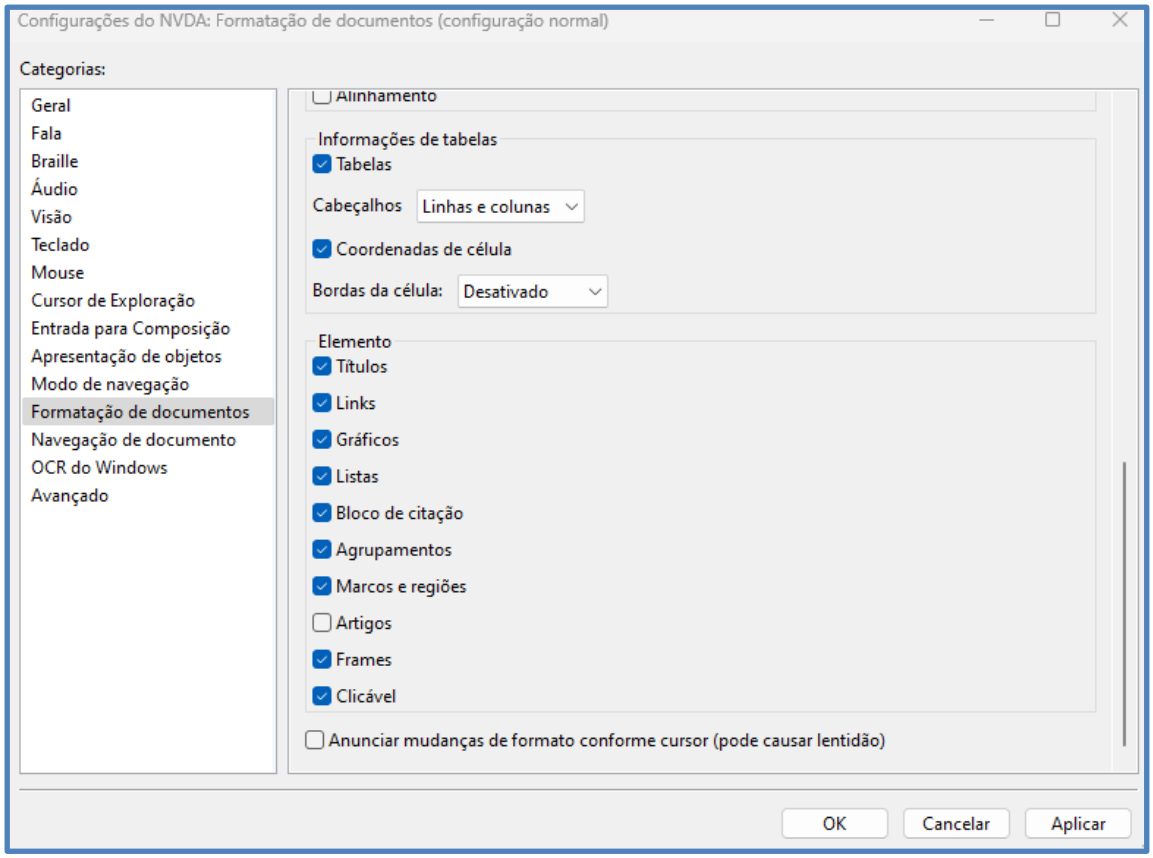
Na Tarefa 4 (Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada), o UP conseguiu obter as descrições na forma resumida e detalhada, informando os elementos que compunham o gráfico de barras, como os títulos

dos eixos na vertical e horizontal, a quantidade de barras, o limite de valores (menor e maior), o valor de cada barra e suas unidades de medida, e as cores das barras. Como teve sucesso em navegar pelas barras utilizando as teclas direcionais para cima e para baixo, conseguiu concluir a Tarefa 5 (Informar o valor realizado para o mês de dezembro), que foi de 259 milhões, 123 mil e 238. Já na Tarefa 6 (Localizar o gráfico “Balancete da Receita - Valor acumulado”), ele não conseguiu obter o título do gráfico.

As Tarefas 7 (Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada) e 8 (Informar o valor acumulado para o mês de janeiro) foram concluídas com sucesso, informando os elementos do gráfico de linha, como as descrições dos eixos na vertical e horizontal, os valores de cada ponto da linha e suas unidades de medida, a fronteira de valores (menor e maior), e o valor acumulado de 187 milhões, 893 mil e 291.

Com base no relato do UP sobre a dificuldade em identificar os títulos dos gráficos, o pesquisador solicitou que ele alterasse as configurações no seu NVDA, habilitando itens da categoria “Formatação de documentos”, como tabelas, ordem das células, agrupamentos, listas, títulos, marcos, regiões e *frames*, conforme a Figura 47. Após habilitar esses itens, o UP conseguiu obter os títulos dos gráficos.

Figura 47 - Opções de configuração do leitor de tela NVDA



Fonte: (NVDA, 2023)

7.1.1.2. Painel Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Estabeleceram-se quatro tarefas para a validação do gráfico de barras na vertical (Gráfico 23), que foram:

1. Selecionar o painel “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”;
2. Da caixa de lista “Selecione o Objetivo desejado”, selecionar o “Objetivo 10 - Redução das Desigualdades”;
3. Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada;
4. Informar a descrição da meta 10.2 e a quantidade de achados.

O UP concluiu com sucesso a Tarefa 1 (Selecionar o painel “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”) e Tarefa 2 (Da caixa de lista “Selecione o Objetivo desejado”, selecionar o “Objetivo 10 - Redução das Desigualdades”). Na Tarefa 3 (Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada), ele declarou o tipo do gráfico ao localizá-lo pelo título, revelando as descrições resumida e detalhada.

Na tarefa 4 (Informar a descrição da meta 10.2 e a quantidade de achados), ele informou o valor “onze” para a quantidade de achados e:

> “até 2030, empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica e outra.”

7.1.1.3. Painel Agência Nacional do Cinema

Para os gráficos do painel da Agência Nacional do Cinema (Figura 48), foram definidas oito tarefas:

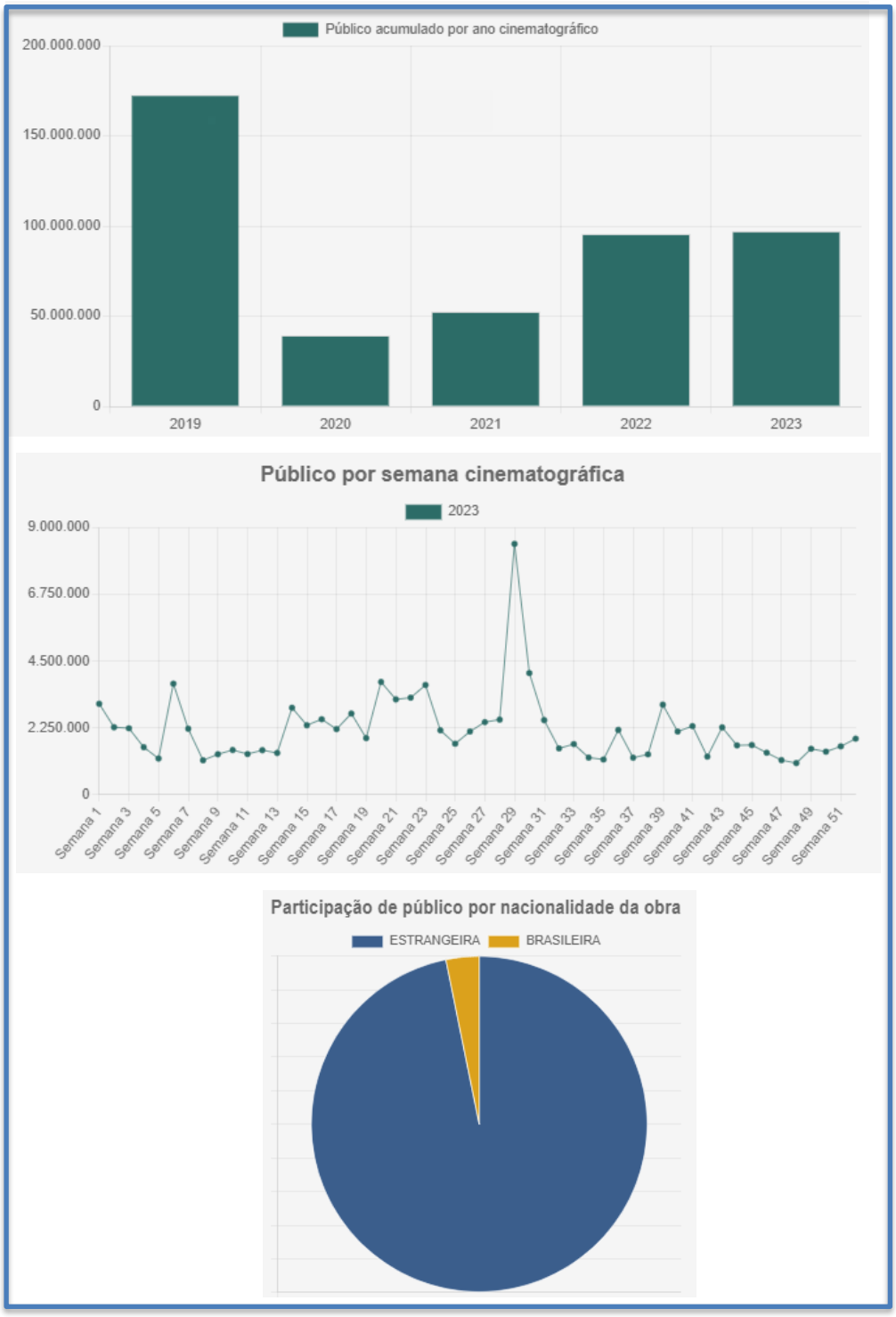
1. Localizar o gráfico de “Público acumulado por ano cinematográfico”;
2. Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter desse gráfico na forma resumida e detalhada;
3. Informar o total de público em 2019;
4. Localizar o gráfico “Público por semana cinematográfica”;
5. Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada;
6. Localizar o gráfico “Participação de público por nacionalidade da obra”;
7. Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada;

8. Informar o percentual da participação de público por nacionalidade da obra "Brasileira".

Nas Tarefas 1 (Localizar o gráfico de "Público acumulado por ano cinematográfico") e 2 (Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter desse gráfico na forma resumida e detalhada), o UP localizou o gráfico pelo título e descreveu seus elementos concluindo com sucesso. Na Tarefa 3 (Informar o total de público em 2019), ele informou o valor de "172 milhões e 529 mil e 675". Nas Tarefas 4 (Localizar o gráfico "Público por semana cinematográfica) e 5 (Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada), ele localizou o gráfico e descreveu sua estrutura, incluindo as descrições dos títulos nos eixos na vertical e horizontal, valores de cada ponto da linha e se subiam ou desciam.

Em relação as Tarefas 6 (Localizar o gráfico "Participação de público por nacionalidade da obra) e 7 (Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada), ele concluiu com sucesso ao localizar e descrever o tipo do gráfico, seus setores e valores na forma resumida e detalhada. Na última Tarefa, a 8 (Informar o percentual da participação de público por nacionalidade da obra "Brasileira"), ele explanou o valor de "3 milhões, 621 mil e 850, 3,2% do total".

Figura 48 - Painel da Agência Nacional do Cinema contemplando gráficos (barra, linha e pizza)



Fonte: Protótipo, adaptado (ANCINE, 2023)

7.1.1.4. Entrevista semiestruturada

Após a realização das tarefas, foi efetuada uma entrevista semiestruturada com o intuito de capturar as percepções e opiniões do UP.

Na questão 1 (Como foi sua experiência em relação a navegação, a interação, a percepção das informações nos gráficos (linha, barra, pizza)?), o voluntário declarou que:

> "Aqui já tem muita informação. Informação para caramba. Basicamente o conteúdo dos gráficos, já tive a informação. Quantidades, os números. As informações que o leitor descreveu do gráfico consegui obter todas."

Na segunda pergunta (As informações transmitidas pelo leitor de tela atenderam as suas necessidades, preferências para o seu entendimento?), relatou que: "*Sim. É muito bom, porque essas informações são primordiais, inclusive fornecendo a opção da descrição detalhada*". Na questão 3 (Os mecanismos de acessibilidade disponíveis ajudaram no acesso às descrições dos gráficos (linha, barra, pizza)?), explanou que: "*Sim. Usei as setas e a tecla TAB sem dificuldades de navegar para obter as informações*". Na quarta pergunta (Conseguiu construir um modelo mental dos gráficos?), disse que:

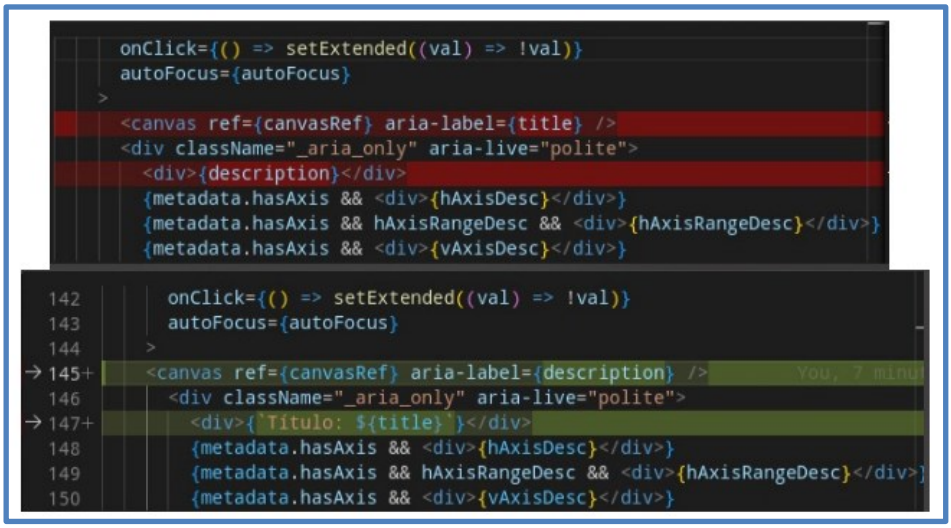
> "Sim deu para construir um modelo mental, porque todas as informações do gráfico, como valores, maior e menor valor, quantidade de linhas, barras, descrições dos eixos, setores da pizza pude obter."

Na questão 5 (Há necessidade de ser implementado ou aprimorado algum recurso para proporcionar a acessibilidade, transparência das informações?), mencionou que: "*Eu sugiro é tentar disponibilizar algum recurso para que o leitor de tela detectasse o título do gráfico, sem ter que ser alteradas as configurações*".

De posse da manifestação de UP ao responder a última questão, o pesquisador contactou o desenvolvedor *Web* relatando a possibilidade de implementar uma alteração

no código-fonte do protótipo, a fim de que o leitor de tela pudesse detectar automaticamente os títulos dos gráficos. Para lograr essa implementação, foi alterado o código-fonte da função "*AccessibleChartJS*" (Apêndice R), sendo a função principal responsável por invocar outras funções para descrição dos gráficos de barras, linha e pizza. Os trechos de códigos, antes e depois da alteração, respectivamente em realce vermelho e verde, podem ser vistos na Figura 49.

Figura 49 - Tela de ajuste no código fonte do protótipo



Fonte: Protótipo

Após a implementação, o pesquisador solicitou que o UP fizesse a navegação nos três painéis para obter os títulos dos gráficos (barra, linha e pizza). Assim, ele efetuou novos testes e teve sucesso em obter os títulos.

7.1.2. Demais usuários

Cinco usuários, com média de idade de 44,4 anos, participaram da validação. O tempo para a realização das tarefas e das entrevistas semiestruturada foi de 2 horas e 9 minutos, excetuando-se a abertura do *site*, conexão com a *internet*, ajustes de microfone e a contextualização do andamento da pesquisa.

Em relação às características demográficas e do ambiente de validação, quatro usuários (U1, U2, U3 e U5) eram do gênero masculino e U4 do feminino. Quatro eram servidores públicos federais (U2, U3, U4 e U5) e o U1 era auxiliar administrativo. Todos utilizaram o navegador *Chrome*. Quatro usuários (U1, U2, U4 e U5) usaram o leitor de tela NVDA (NVDA, 2023) e *desktop* que dispunha do sistema operacional *Windows*, variando da versão 10/11. O U3 utilizou o sistema operacional MacOS X e leitor de tela *Jaws*. Os usuários (U1, U2, U3 e U4) preferiram acessar o endereço do protótipo via *chat* do *Google Meet* e o U5 por *e-mail*.

Outras características demográficas e os tempos de realização das tarefas e da entrevista semiestruturada estão ilustrados na Tabela 21. O termo "Uso do leitor" foi utilizado para designar a experiência em anos dos usuários com o leitor de tela.

Tabela 21 - Caracterísiticas demográficas e o tempo de realização das tarefas e entrevista semiestruturada

Ux	Gênero	Idade	Uso do leitor	Tempo
U1	Masculino	24	13	18'48"
U2	Masculino	48	25	24'03"
U3	Masculino	51	30	29'30"
U4	Feminino	60	25	27'05"
U5	Masculino	40	30	29'35"

Fonte: Coleta de dados

Procedimento de realização das tarefas

Antes de iniciar a execução das tarefas, foi explicado a cada usuário que deveria acessar o endereço do protótipo de acordo com sua preferência (*e-mail*, *chat* do *Google Meet* ou *Whatsapp*). Após o acesso, seria exibida uma página contendo três painéis gráficos na forma de botões, agrupados pelo título "Escolha um painel para consultar os gráficos", ilustrado na Figura 40.

Foi implementado um texto alternativo associado à imagem do ícone da acessibilidade universal, intitulado por “Gráficos Dinâmicos Acessíveis”, com a redação: “*Gráficos acessíveis as pessoas com deficiência visual”. Utilize as teclas de navegação que sejam mais familiares. Se quiser uma descrição mais detalhada tecle com as setas direcionais para cima e para baixo*”. Essa redação foi sugerida pelos participantes durante as entrevistas semiestruturada no Capítulo 5 - *Estudo de Campo*, que enfatizaram que fosse informado para qual tipo de deficiência o *site* está direcionado e como poderiam acessar as informações. Esse texto foi detectado durante os testes por todos os usuários.

Nas subseções a seguir, estão descritas as opiniões, percepções dos usuários durante a realização das tarefas nos painéis Transparência Porto Velho, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e Agência Nacional de Cinema.

7.1.2.1. Painel Transparência Porto Velho

Tarefa 1: Selecionar o painel “Transparência Porto Velho”

Todos os participantes conseguiram selecionar o painel.

Tarefa 2: Selecionar o ano

Todos os usuários concluíram a tarefa com sucesso. Para os usuários U1, U2, U3, U4 e U5 estabeleceu-se a seleção dos anos, respectivamente, 2018, 2020, 2021, 2022 e 2023.

Tarefa 3: Localizar o gráfico “Balancete da Receita - Mês a Mês”

Essa tarefa foi concluída com sucesso por todos os usuários. Cabe ressaltar que o usuário U5 inicialmente utilizou o *Firefox* e não conseguia concluir a tarefa, pois não localizava o gráfico pelo título “Balancete da Receita - Mês a Mês”. Foi solicitado que verificasse as configurações do seu leitor de tela, o NVDA (NVDA, 2023), para verificar se havia algum elemento que não estava selecionado. O U5 confirmou que todos os itens estavam

marcados e selecionados, principalmente na categoria “Formatação de documentos”, pois mantinha o seu leitor de tela atualizado e com os mesmos padrões de configuração. Foi sugerido que navegasse com outro *browser*, e ele optou pelo *Chrome*, não tendo dificuldades em localizar o gráfico.

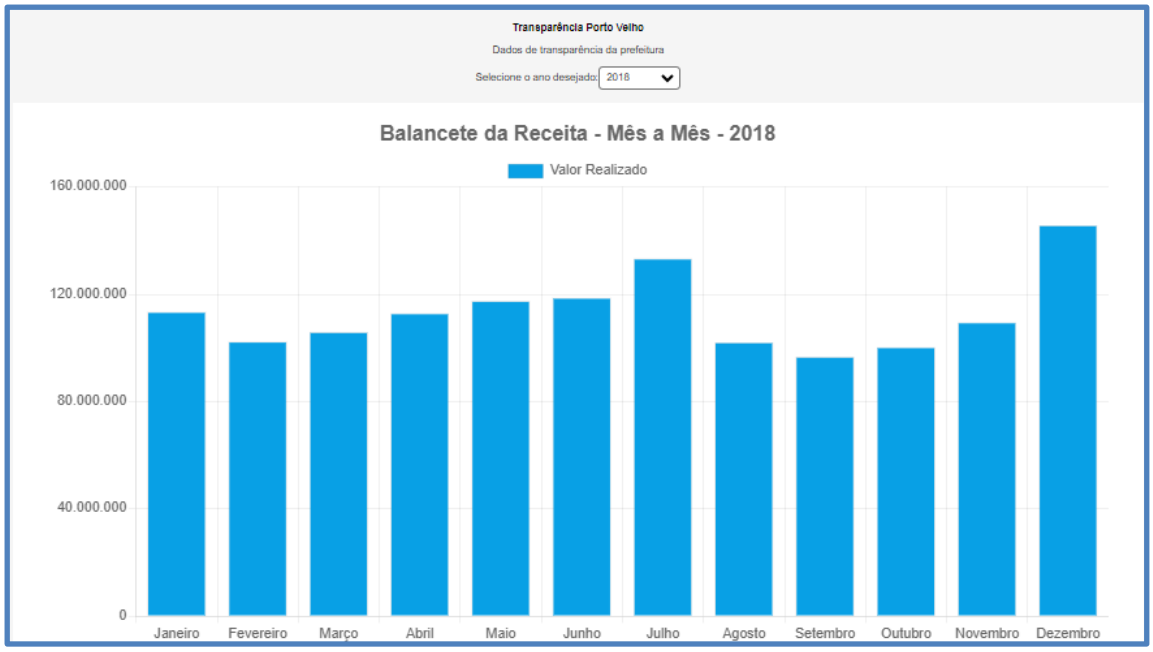
Tarefa 4: Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada

Todos os usuários conseguiram obter as informações na forma (resumida e detalhada). Na forma resumida, relataram o título do gráfico, seu tipo que era um gráfico de barras com uma série de dados, com um eixo na horizontal exibindo os meses e um eixo na vertical exibindo os valores realizados, o menor e o maior valor. Em seguida, obtiveram a descrição: “*Clique para descrição detalhada dos dados*”.

Usuário U1

Para esse usuário, foi apresentando o Gráfico 28. Ele relatou que obteve as seguintes informações na forma resumida: “*Os dados variam de 96 milhões 556 mil e 351 a 145 milhões 644 mil e 923*”.

Gráfico 28 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2018



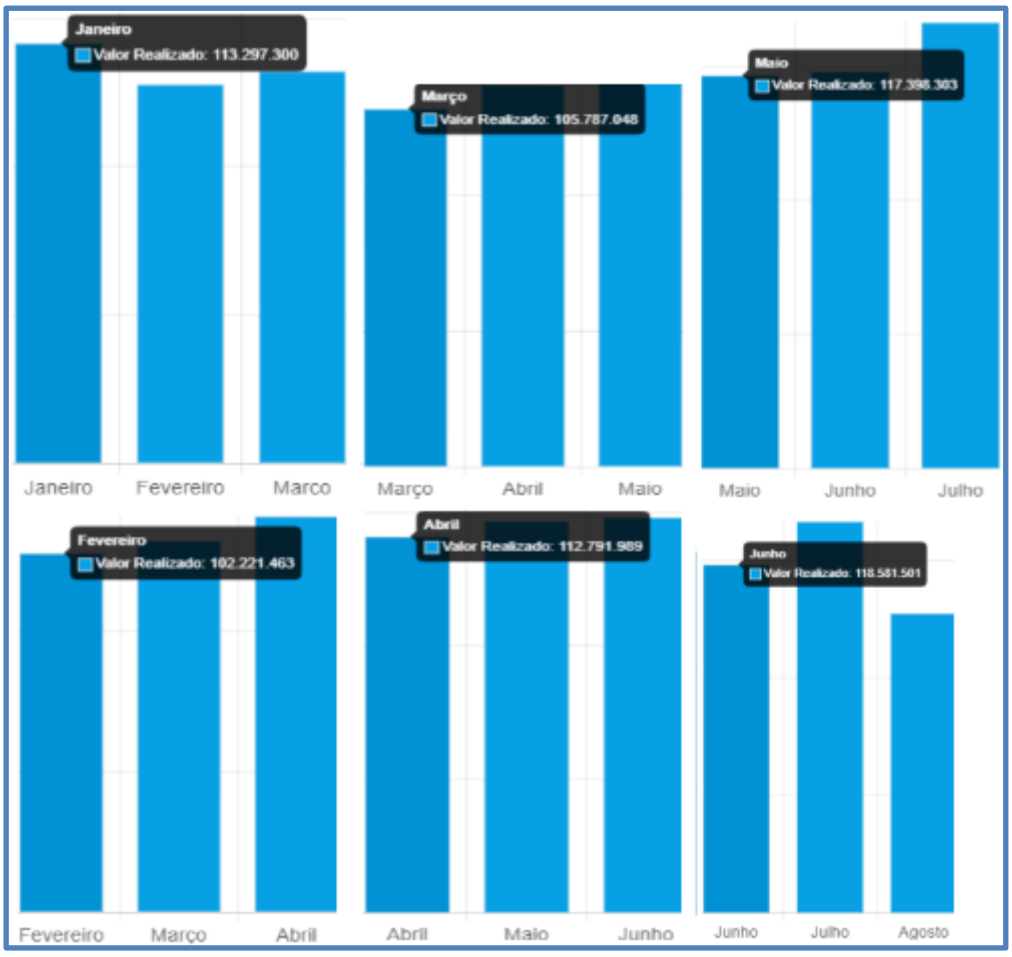
Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Após clicar no gráfico para obter a descrição detalhada, explanou que obteve as descrições:

> "doze de barras de dados na cor azul. Barra um de doze, mês janeiro valor realizado 113 milhões e 297 mil e 300. Barra dois de doze valor realizado 102 milhões 221 mil e 463."

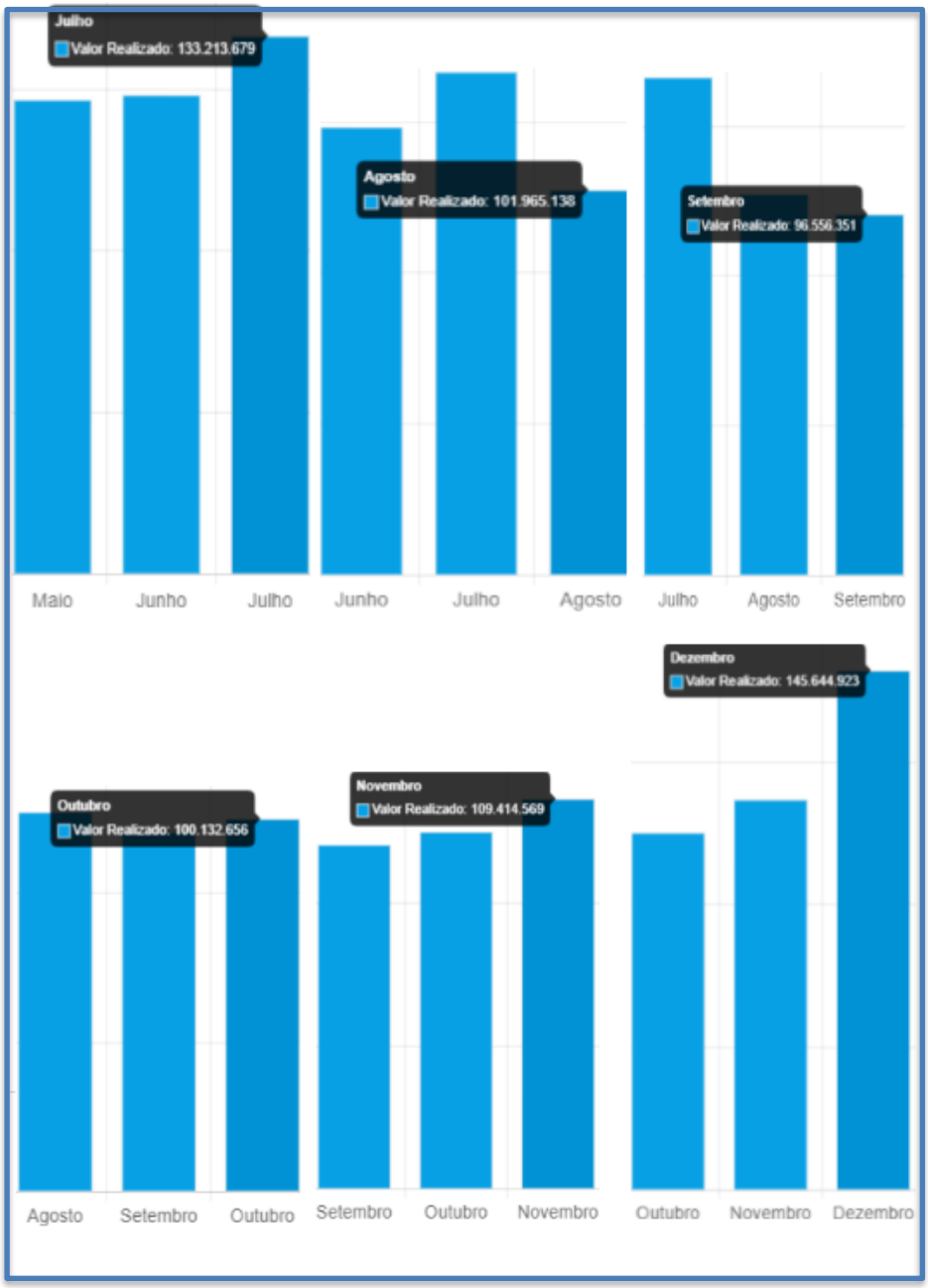
Ele navegou sobre cada barra, relatando os valores até a última barra representada pelo mês de dezembro, com ilustram as Figuras 50 e 51.

Figura 50 - Valores realizados de janeiro a junho referente ao gráfico Balancete da Receita Mês a Mês - 2018



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Figura 51 - Valores realizados de julho a dezembro referente ao gráfico Balancete da Receita Mês a Mês - 2018

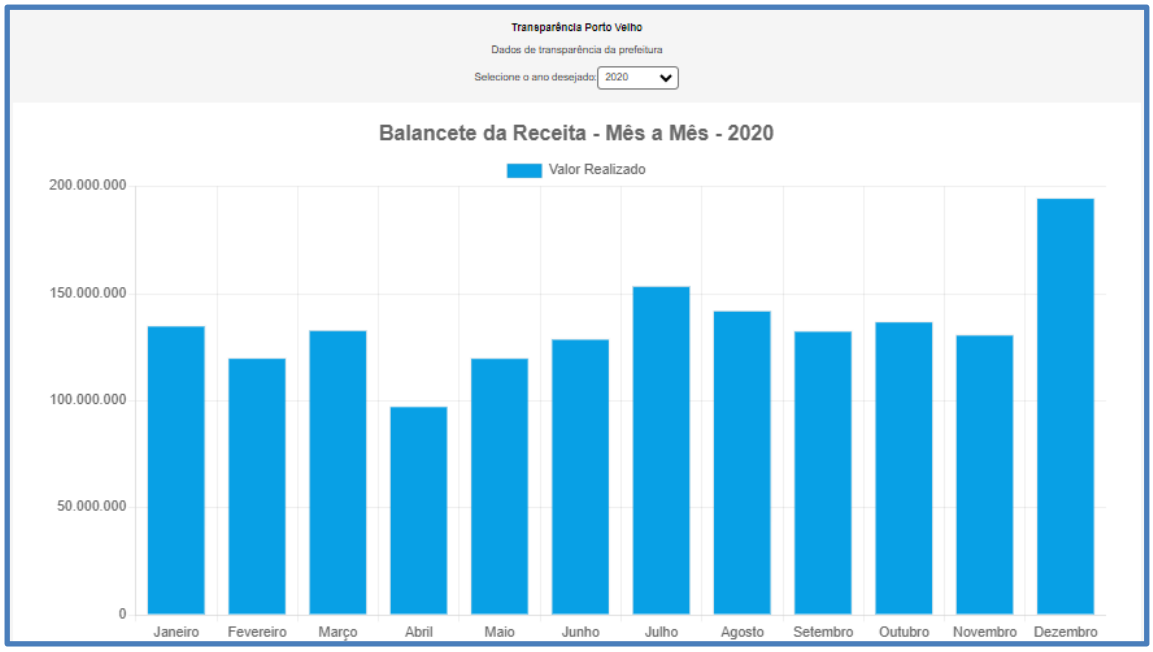


Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Usuário U2

Para esse usuário, foi exibido o Gráfico 29, e ele explanou ao obter as informações na forma resumida: "*os dados variam de 97 milhões 298 mil e 466 a 194 milhões 604 mil e 90*".

Gráfico 29 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2020



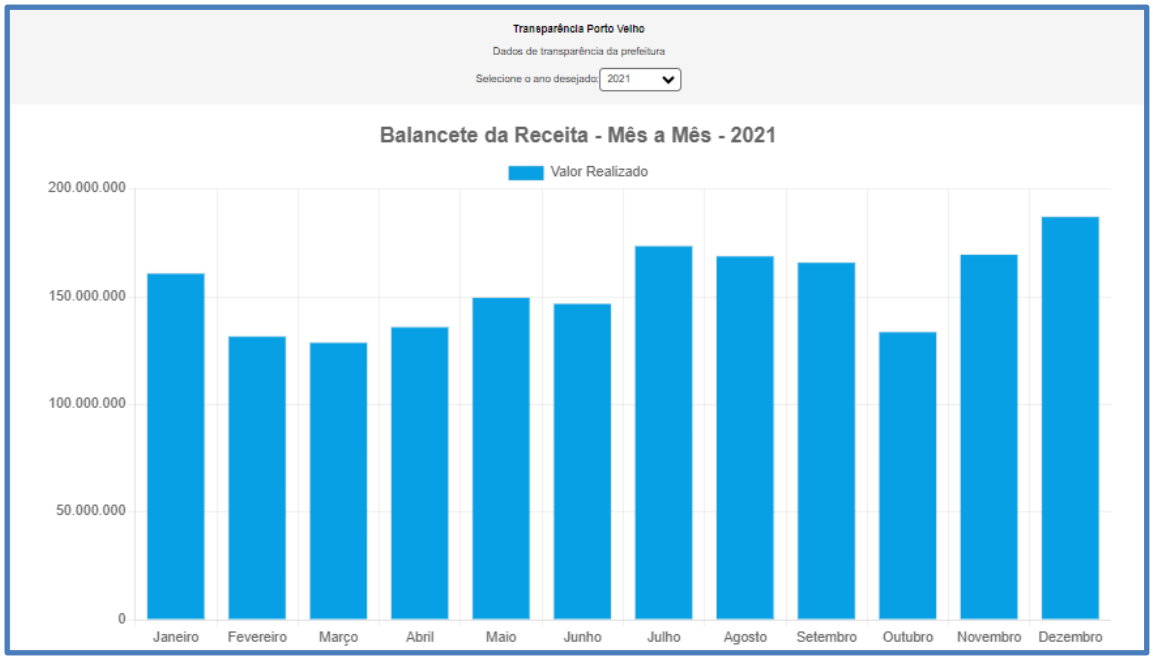
Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Ao clicar na descrição detalhada, informou a quantidade de barras e o valor de cada barra, que iniciava no mês de janeiro com o valor de 134 milhões, 952 mil e 896. Relatou que navegou com as teclas CTRL e setas.

Usuário U3

Foi apresentado o Gráfico 30 para o U3. Ao obter as informações na forma resumida, enfatizou: "*O leitor de tela está lendo para mim automaticamente as informações do gráfico*", como "*Os dados variam de 128 milhões 847 mil e 843 a 187 milhões 263 mil e 847*".

Gráfico 30 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2021



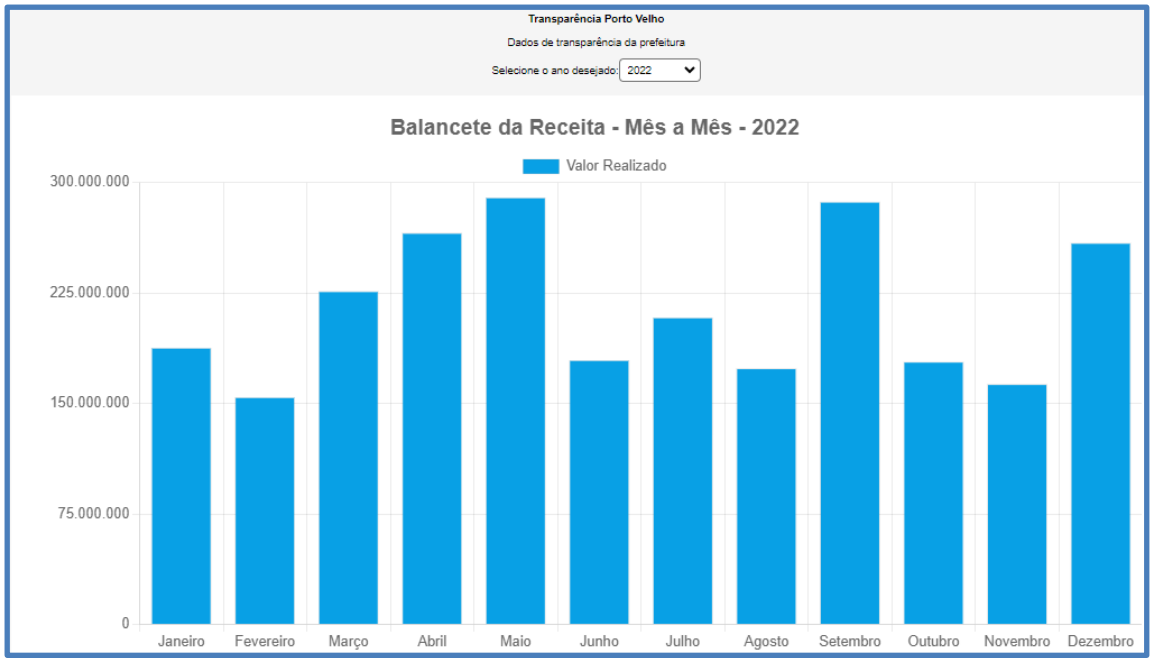
Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Assim que obteve a descrição detalhada, U3 informou os valores de cada barra e declarou: "*Pô legal isso aqui! Consigo navegar e cara sem nenhuma dificuldade*".

<u>Usuária U4</u>

Foi gerado o Gráfico 31 para essa usuária, que informou as descrições na forma resumida: "*Os dados variam de 154 milhões 313 mil e 570 a 290 milhões 15 mil e 795*".

Gráfico 31 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2022



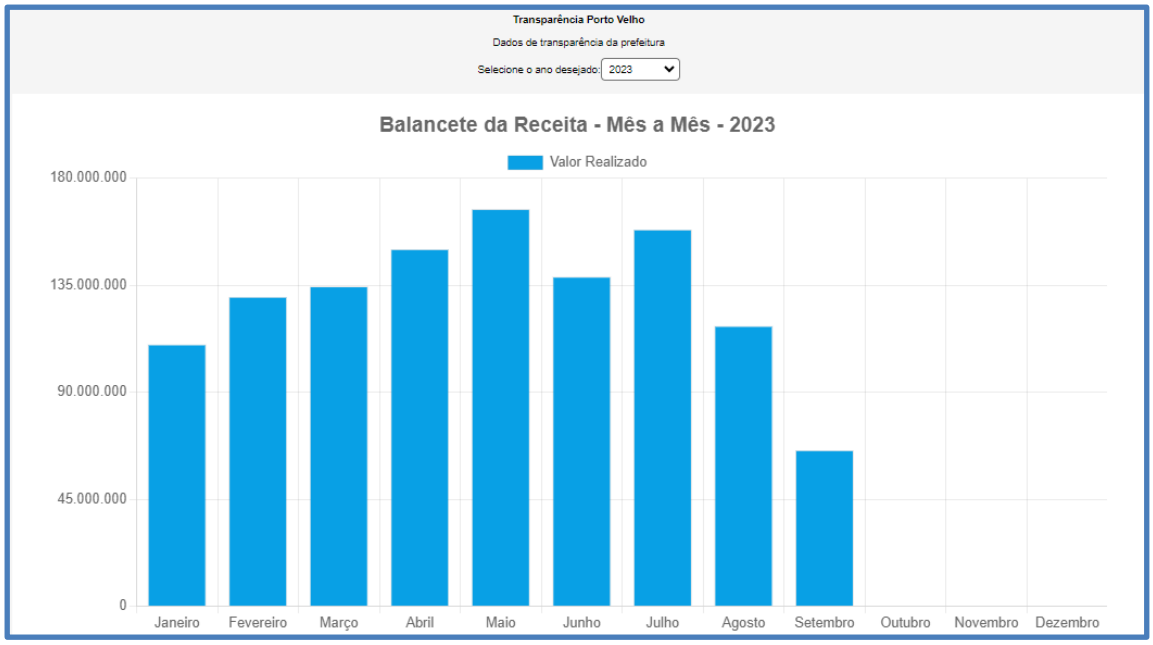
Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Após clicar na descrição detalhada, declarou: "*doze barras de dados na cor azul. Janeiro tem um valor, fevereiro tem outro valor, março, também, abril e maio, até o mês de dezembro*".

Usuária U5

Foi exibido o Gráfico 32 para U5, que obteve as seguintes informações na forma resumida: "*Os dados variam de 65 milhões 594 mil e 622 a 167 milhões 69 mil e 7*".

Gráfico 32 - Balancete da Receita Mês a Mês - 2023



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Ao clicar na descrição detalhada, explanou: "*nove barras de dados na cor azul e o valor de cada barra*".

Tarefa 5: Informar o valor realizado para o mês de dezembro

Todos os usuários conseguiram informar o valor realizado. U1 relatou: "*Achei a barra e me diz barra doze de doze, valor realizado 145 milhões e 644 mil e 923*". U2 explanou: "*O valor realizado é de 194 milhões 604 mil e 90*". U3 informou: "*obtenho o valor de 187 milhões 263 mil e 847*". Já U4 declarou: "*o valor é de 259 milhões 123 mil e 238*". E U5 manifestou: "*Consegui obter o valor zero*".

Para o mês de dezembro (Gráfico 32), não havia nenhuma barra. Desta forma, constatou-se que o leitor de tela conseguiu detectar os valores realizados para os meses que não dispunham de barra. Com intuito de apurar se U5 conseguia obter o valor de outra barra, foi solicitado que informasse o valor realizado para o mês de agosto, ao qual relatou: "*O valor realizado é de 117 milhões 868 mil e 275*".

Tarefa 6: Localizar o gráfico "Balancete da Receita - Valor acumulado"

Todos os usuários conseguiram localizar o gráfico.

Tarefa 7: Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada

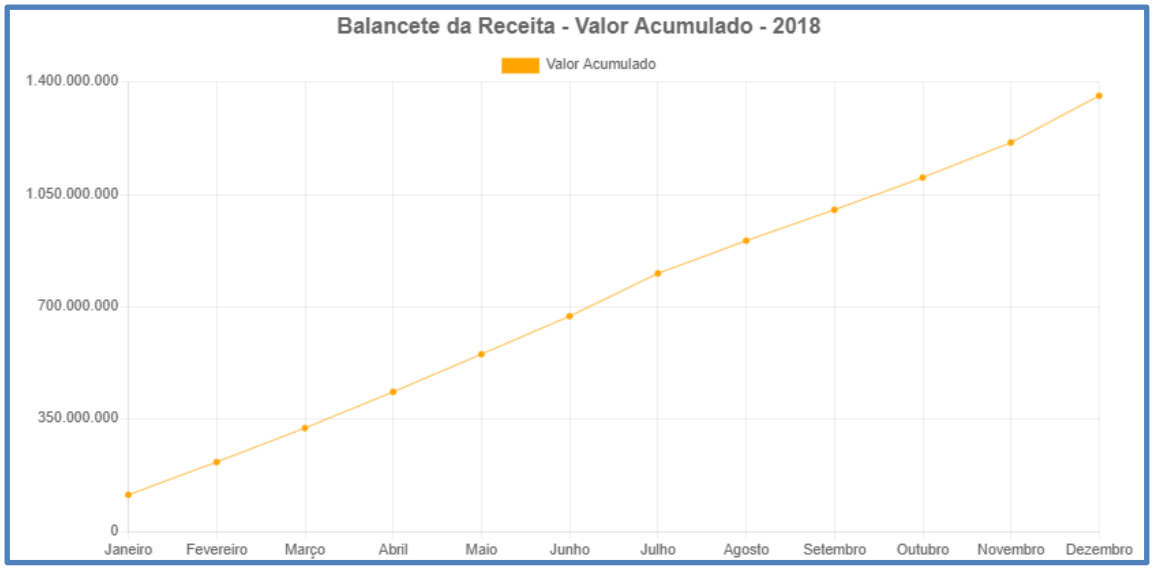
Todos os usuários conseguiram concluir a tarefa 7. Na forma resumida, mencionaram os elementos gráficos, como o título, a forma do gráfico, as descrições dos eixos e o menor e maior valor. Na forma detalhada, informaram o valor de cada ponto da linha com base no mês.

Desta forma, puderam obter do leitor de tela na forma resumida: "*Clicável gráfico. Título balancete da Receita valor acumulado e o ano que foi selecionado pelo usuário. Gráfico clicável. Gráfico de linhas com uma série de dados. O gráfico possui um eixo na horizontal exibindo o mês. O gráfico possui um eixo na vertical exibindo o valor acumulado*". *Clique para descrição detalhada dos dados*".

Usuário U1

Após selecionar o ano de 2018, foi gerado o Gráfico 33. Ele declarou ao obter as descrições na forma resumida: "*Os dados variam de 113 milhões 297 mil e 300 a 1 bilhão 357 milhões 4 mil e 926*".

Gráfico 33 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2018



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

U1 continuou navegando para obter a descrição detalhada de cada ponto da linha (Figuras 52 e 53) e notificou:

> "uma linha de dados na cor laranja. A linha valor acumulado inicia em 113 milhões 297 mil e 300. Em fevereiro sobe para 215 milhões 518 mil e 763. Em março sobe de novo, em abril e mais alguma coisa. Que mês você quer que eu informe mais?"

Figura 52 - Valores acumulados de janeiro a agosto referente ao gráfico Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2018



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Figura 53 - Valores acumulados de setembro a dezembro referente ao gráfico Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2018

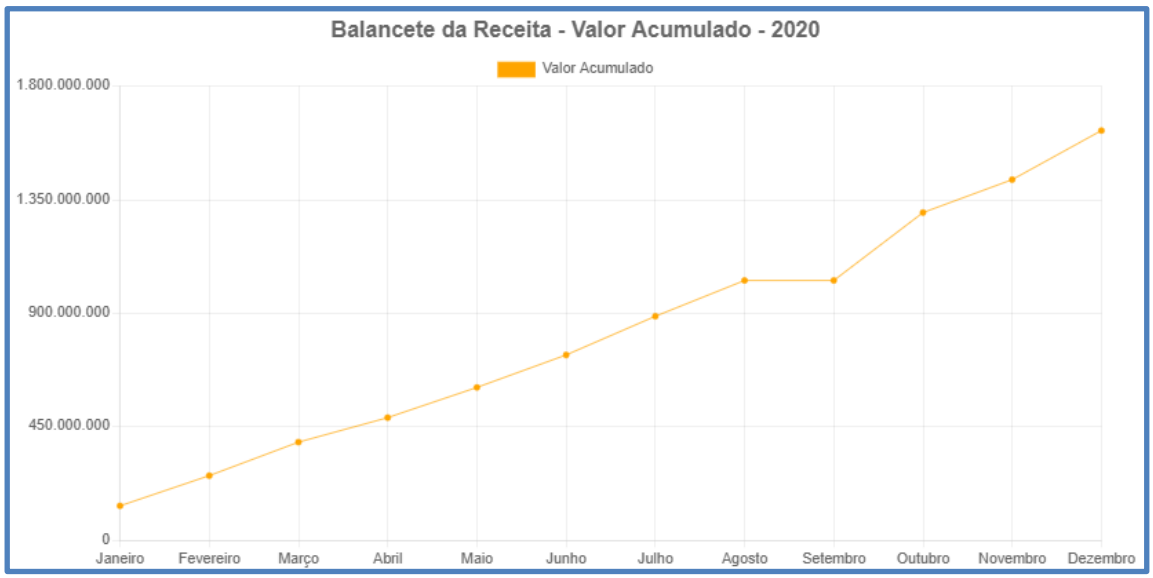


Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Usuário U2

Ao escolher o ano de 2020, foi elaborado o Gráfico 34. Na forma resumida, descreveu que obteve a informação: "*os dados variam de 134 milhões 952 mil e 896 a 1 bilhão 623 milhões 719 mil e 314*".

Gráfico 34 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2020



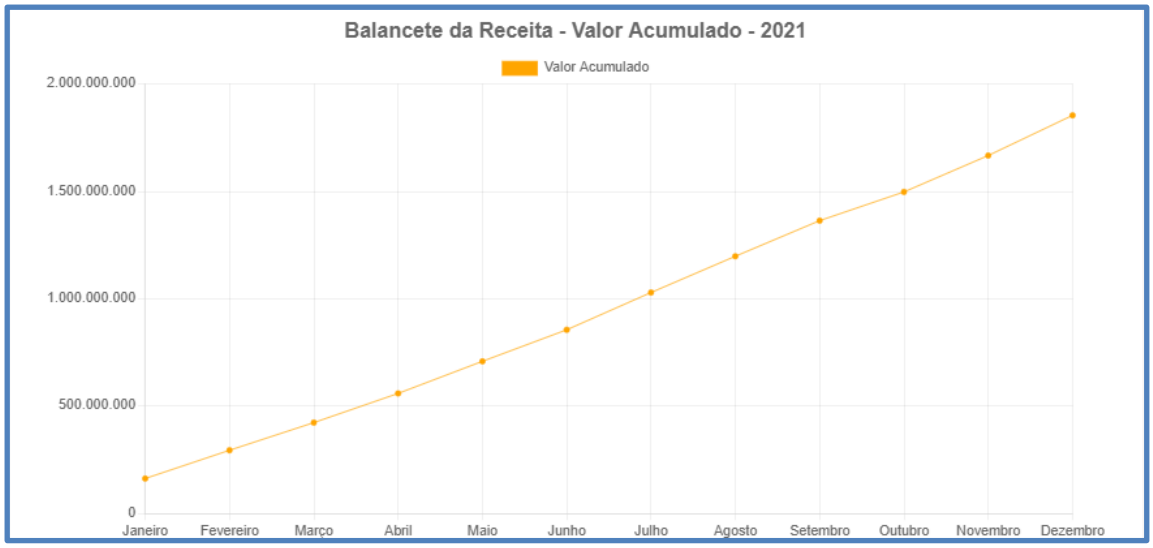
Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Na forma detalhada, U2 foi informando a variação dos valores de cada ponto da linha, ou seja, se subiam ou desciam ou sem mantinham de um mês para o outro.

Usuário U3

Para esse usuário foi construído o Gráfico 35, em que explanou: "*os dados variam de 160 milhões 964 mil e 685 a 1 bilhão 853 milhões 680 mil e 935".*

Gráfico 35 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2021



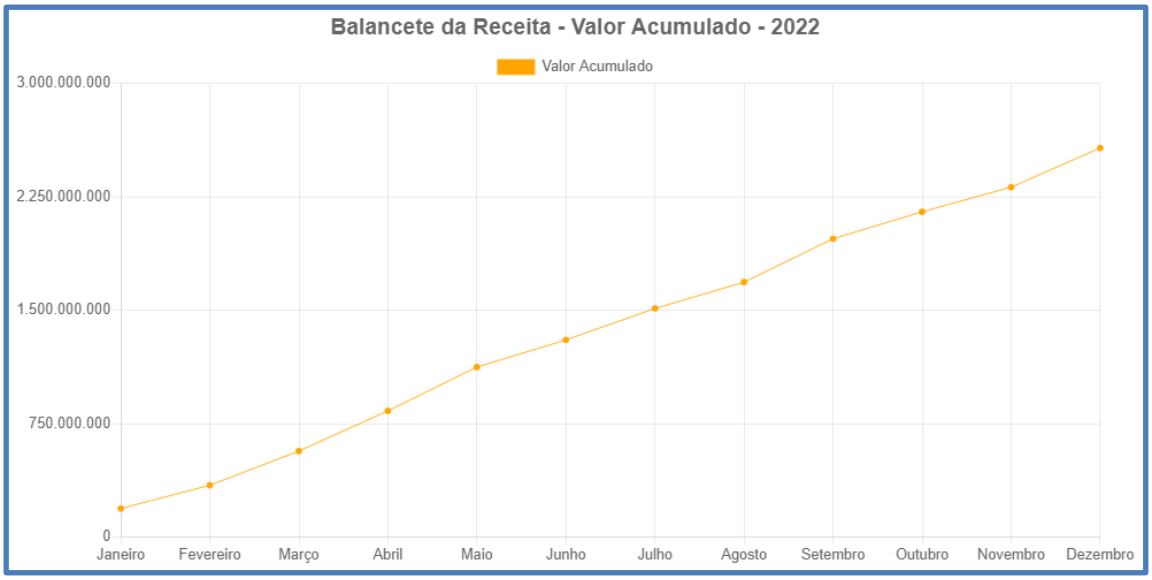
Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Quando navegou sobre as informações detalhadas, U3 ressaltou: *"O leitor vai falando o valor de cada ponto da linha e se sobem ou descem*".

Usuária U4

Ao ser exibido o Gráfico 36, ela informou as descrições na forma resumida e detalhada, respectivamente e relatou: "*os dados variam de 187 milhões 893 mil e 291 a 2 bilhões 574 milhões 111 mil e 557; estou navegando com as setas para obter os valores de cada ponto*".

Gráfico 36 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2022

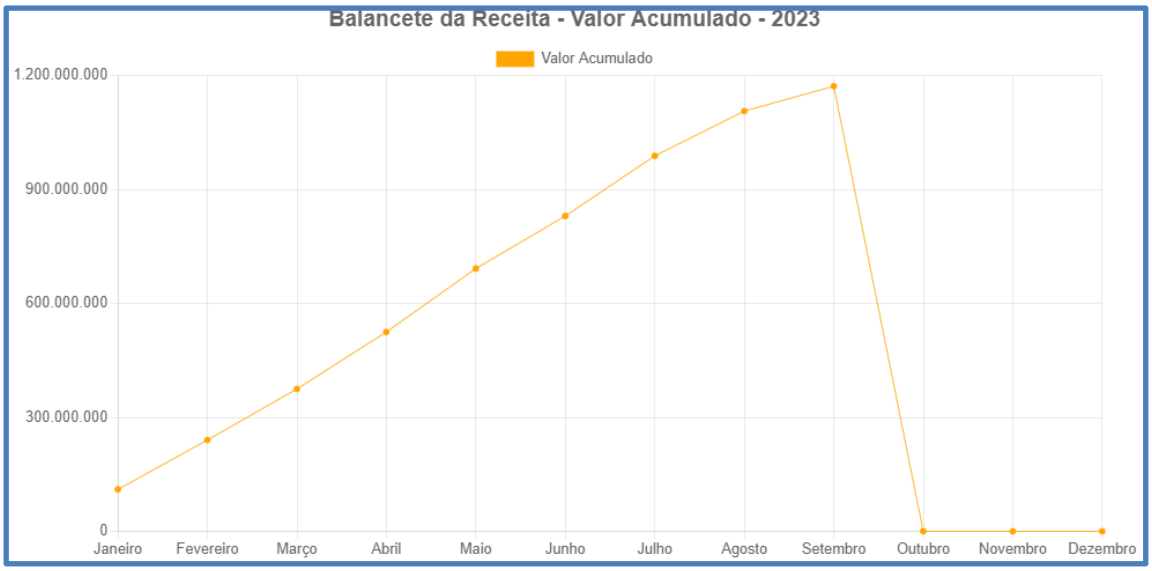


Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Usuária U5

Foi apresentado o Gráfico 37 e ela manifestou as informações que obteve na forma resumida: "*os dados variam de zero a 1 bilhão 172 milhões 535 mil e 898*".

Gráfico 37 - Balancete da Receita - Valor Acumulado - 2023



Fonte: Protótipo, adaptado (PREFEITURA-RO, 2023)

Ela obteve as informações na forma detalhada e explanou: "*o primeiro ponto da linha inicia com o valor de 110 milhões em janeiro sobe para fevereiro em 240 milhões,*

sobe em março para 374 milhões". Em seguida, indagou ao pesquisador: "*qual o mês que você quer que eu diga o valor do ponto da linha?*". Obteve como resposta "*o mês de janeiro*", que foi a próxima tarefa a ser executada.

Tarefa 8: Informar o valor acumulado para o mês de janeiro

Na Tabela 22 são retratados os valores acumulados. Todos os usuários conseguiram concluir essa tarefa.

Tabela 22 - Relatos dos usuários sobre os valores acumulados

Ux	**Relato e observações**
U1	"*O valor acumulado é de 113 milhões 297 mil e 300*".
U2	"*O primeiro ponto da linha inicia com o valor acumulado de 134 milhões 952 mil e 896. Em fevereiro sobe para 254 milhões 824 mil e 786*". Continuou descrevendo o valor de cada ponto da linha. Navegando até o valor do último ponto, o mês de dezembro, manifestou: "*fiquei curioso em saber se o valor desce, porque o leitor de tela fala que só sobe*". Diante desse cenário o pesquisador solicitou ao usuário que navegasse até o ponto da linha do mês de agosto e depois fosse para o mês de setembro e relatasse as descrições que obtinha. U2 explanou: "*os valores se mantêm em 1 bilhão 29 milhões 23 mil e 873*".
U3	"*O valor acumulado é 160 milhões 964 mil e 685*".
U4	"*O valor é 187 milhões 893 mil e 291*".
U5	"*110 milhões 93 mil e 746*".

Fonte: Coleta de dados

7.1.2.2. Painel Objetivos Desenvolvimento Sustentável

Para a realização das tarefas, foram implementados três objetivos: "*Objetivo 3 - Saúde e bem-estar*", "*Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento*" e "*Objetivo 10 - Redução das desigualdades*".

Tarefa 1: Selecionar o painel "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável"

Todos os usuários conseguiram localizar o painel. Durante a navegação, U2 ressaltou: "*eu consigo voltar na seleção dos painéis gráficos utilizando ALT + seta para esquerda*".

Tarefa 2: Da caixa de lista "Selecione o Objetivo desejado"

100% dos usuários realizaram a tarefa. Para os usuários U1 e U4, foi definida a seleção do "*Objetivo 3 - Saúde e bem-estar*". Para U2, o "*Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento*". Já para U3 e U5, o "*Objetivo 10 - Redução das desigualdades*".

Tarefa 3: Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada

Todos os usuários conseguiram obter as descrições na forma resumida e detalhada. No formato resumido, relataram o título do gráfico como "*Quantidade achado por meta*", seu tipo e a descrição após o título do gráfico que foi:

> "achado é o resultado da comparação entre uma situação encontrada pela equipe de fiscalização (o que é) e o critério de auditoria (o que deveria ser), permitindo concluir se o desempenho do objeto fiscalizado está aquém, atinge ou excede as expectativas."

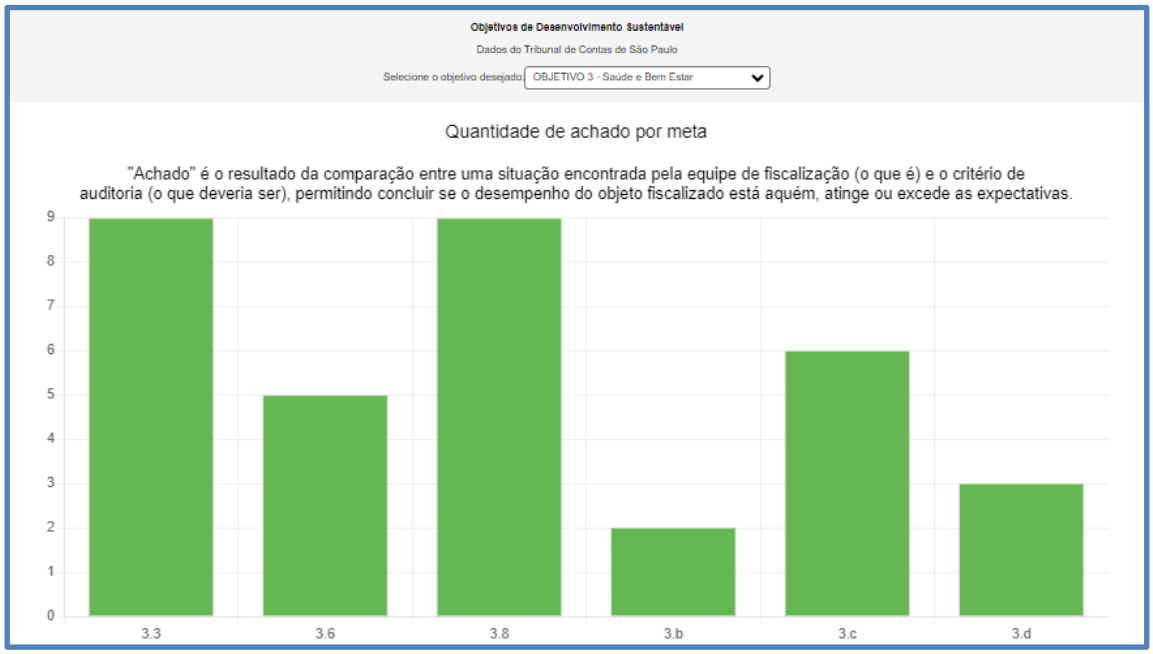
Em seguida, informaram que se tratava de um gráfico de barras com uma série de dados, que possuía um eixo na horizontal exibindo as metas e um eixo na vertical exibindo a quantidade de achados.

Usuário U1

Para U1, foi gerado o Gráfico 38. Ao obter as descrições na forma resumida, reportou:

> "Seis barras na cor verde. Os dados variam de 2 a 9. O gráfico possui um eixo na vertical exibindo a quantidades de achados. E na horizontal exibindo as metas. Clique para descrição detalhada."

Gráfico 38 - Quantidade de achados e metas referente ao "Objetivo 3 - Saúde e bem-estar"



Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Ao navegar nas barras para obter as descrições na forma detalhada, U1 obteve a quantidade de achados e descrições, como mostra a Tabela 23.

Tabela 23 - Quantidades de achados e descrições obtidas por U1 referente ao "Objetivo 3 - Saúde e bem-estar"

Meta	Qtd.	Descrição da meta
3.3	9	"Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis".
3.6	5	"Até 2020, reduzir pela metade as mortes e os ferimentos globais por acidentes em estradas".

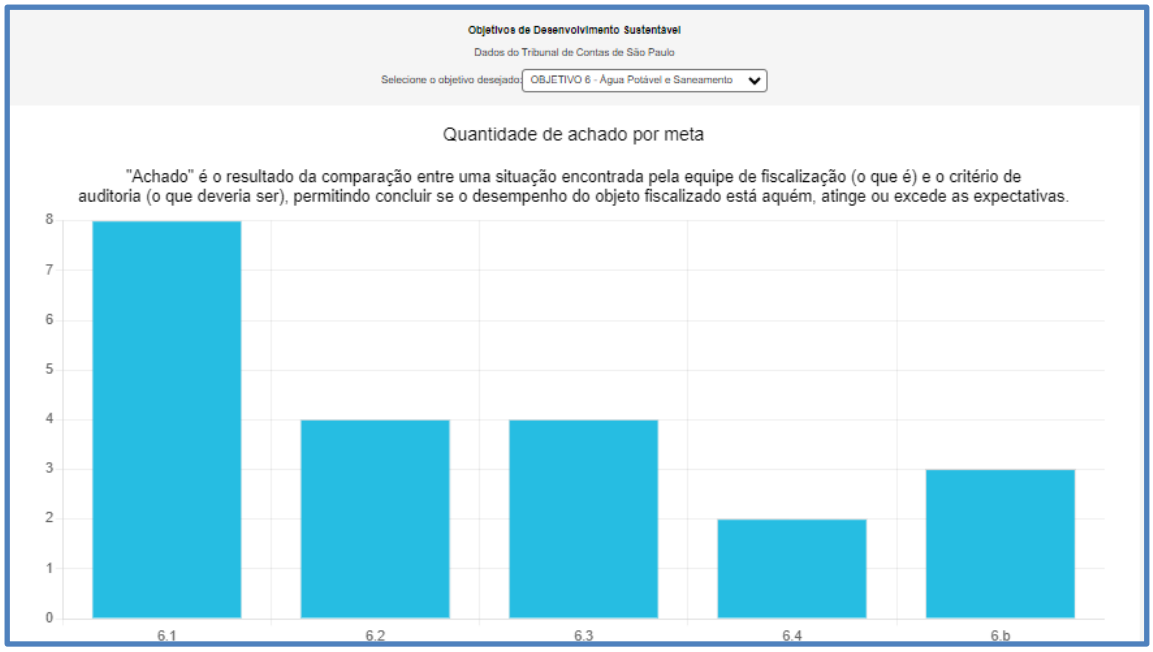
3.8	9	“Atingir a cobertura universal de saúde, incluindo a proteção do risco financeiro, o acesso a serviços de saúde essenciais de qualidade e o acesso a medicamentos e vacinas essenciais seguros, eficazes, de qualidade e a preços acessíveis para todos”.
3.b	2	“Apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de vacinas e medicamentos para as doenças transmissíveis e não transmissíveis, que afetam principalmente os países em desenvolvimento, proporcionar o acesso a medicamentos e vacinas essenciais a preços acessíveis, de acordo com a Declaração de Doha, que afirma o direito dos países em desenvolvimento de utilizarem plenamente as disposições do acordo TRIPS sobre flexibilidades para proteger a saúde pública e, em particular, proporcionar o acesso a medicamentos para todos”.
3.c	6	“Aumentar substancialmente o financiamento da saúde e o recrutamento, desenvolvimento e formação, e retenção do pessoal de saúde nos países em desenvolvimento, especialmente nos países menos desenvolvidos e nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento”.
3.d	3	“Reforçar a capacidade de todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, para o alerta precoce, redução de riscos e gerenciamento de riscos nacionais e globais de saúde”.

Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Usuário U2

Com base no Gráfico 39, relatou na forma resumida: “*Cinco barras de dados na cor azul. Os dados variam de 2 a 8*”. Após selecionar a descrição detalhada, U2 foi declarando os valores de cada barra (quantidade de achados e descrições).

Gráfico 39 - Quantidade de achados e metas referente ao “Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento”

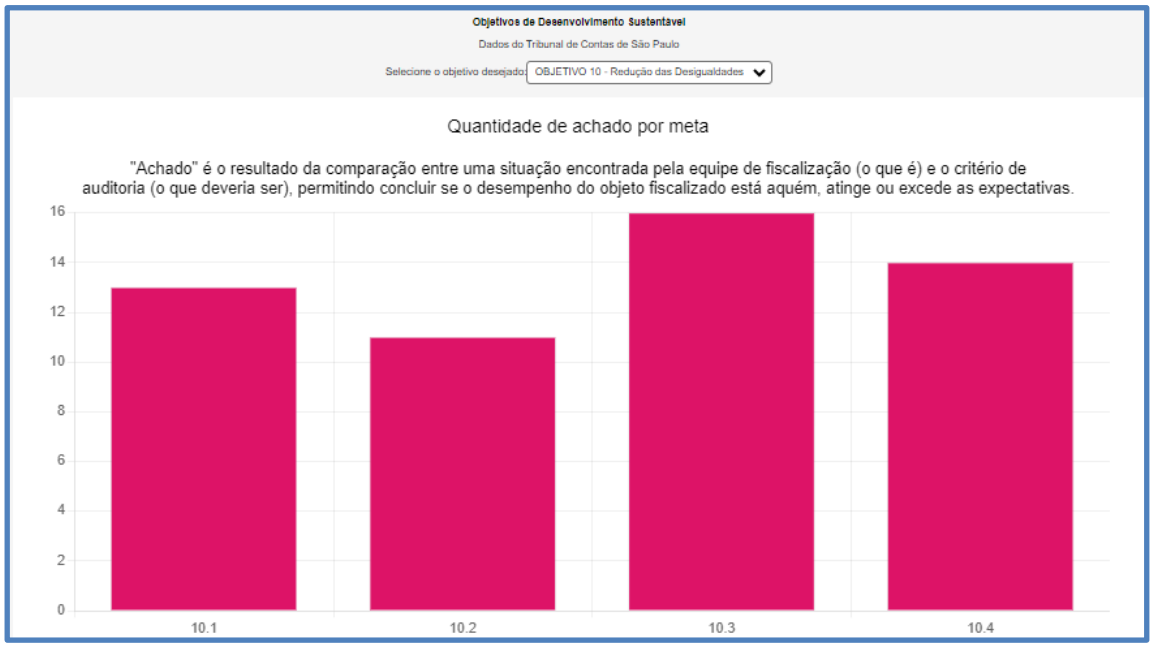


Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Usuário U3

Do Gráfico 40, U3 iniciou seus relatos informando a descrição resumida: “*Quatro barras de dados na cor rosa. Os dados variam de 11 a 16*”. Após selecionar a forma detalhada, ele foi descrevendo a quantidade de achados e as descrições de cada meta.

Gráfico 40 - Quantidade de achados e metas referente ao “Objetivo 10 - Redução das desigualdades”



Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Usuário U4

U4 declarou a cor, a quantidade de barras e os valores limites do gráfico, ou seja, os valores de 2 e 9, ao obter a descrição na forma resumida do "*Objetivo 3 - Saúde e bem-estar*". Ao clicar para obter as descrições detalhadas, explanou: "*estou gostando dessas cores que estão sendo descritas*". E foi revelando a quantidade de achados e a descrição de cada barra.

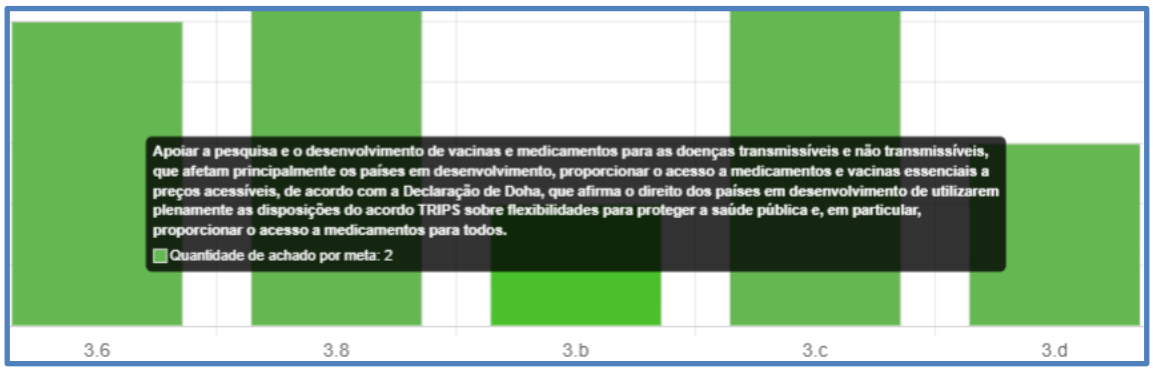
Usuário U5

U5 relatou na forma resumida a cor rosa, a quantidade de quatro barras e os valores 11 e 16, que representaram, respectivamente, o menor e maior valor em relação ao "*Objetivo 10 - Redução das desigualdades*". Na forma detalhada, informou o valor de achados e a descrição de cada barra.

Tarefa 4: Informar a descrição da meta e a quantidade de achados

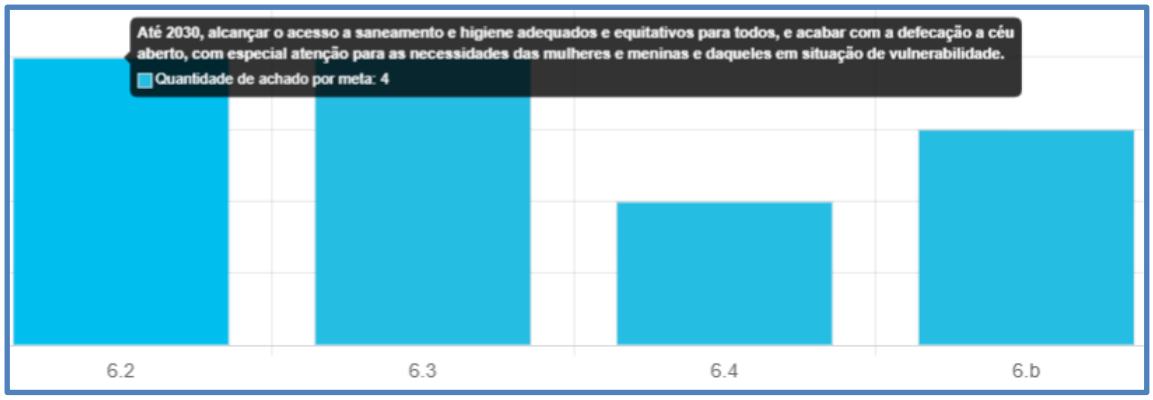
Com base na seleção dos objetivos, foram relatadas as descrições das metas e quantidade de achados (Gráficos 41 a 45). Foram estabelecidas para os usuários U1, U2, U3, U4 e U5 as metas, respectivamente, "3.b", "6.2", "10.4", "3.3" e "10.2".

Gráfico 41 - Quantidade de achados e descrição da meta 3.b relatada por U1



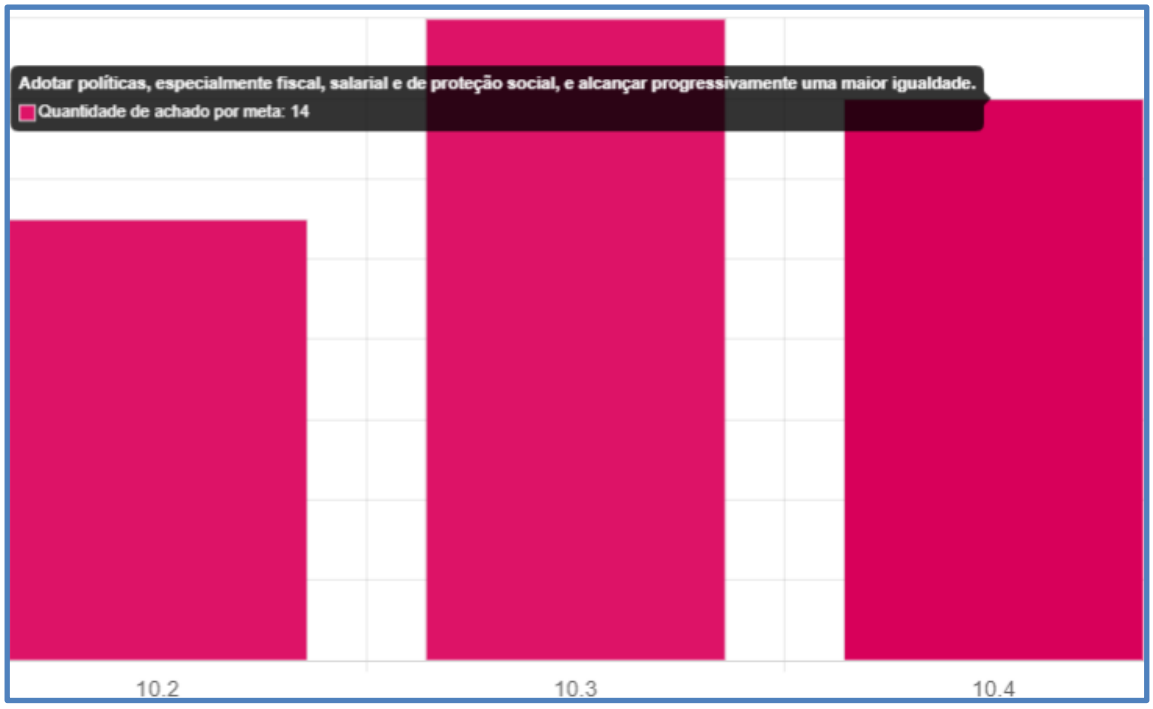
Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Gráfico 42 - Quantidade de achados e descrição da meta 6.2 relatada por U2



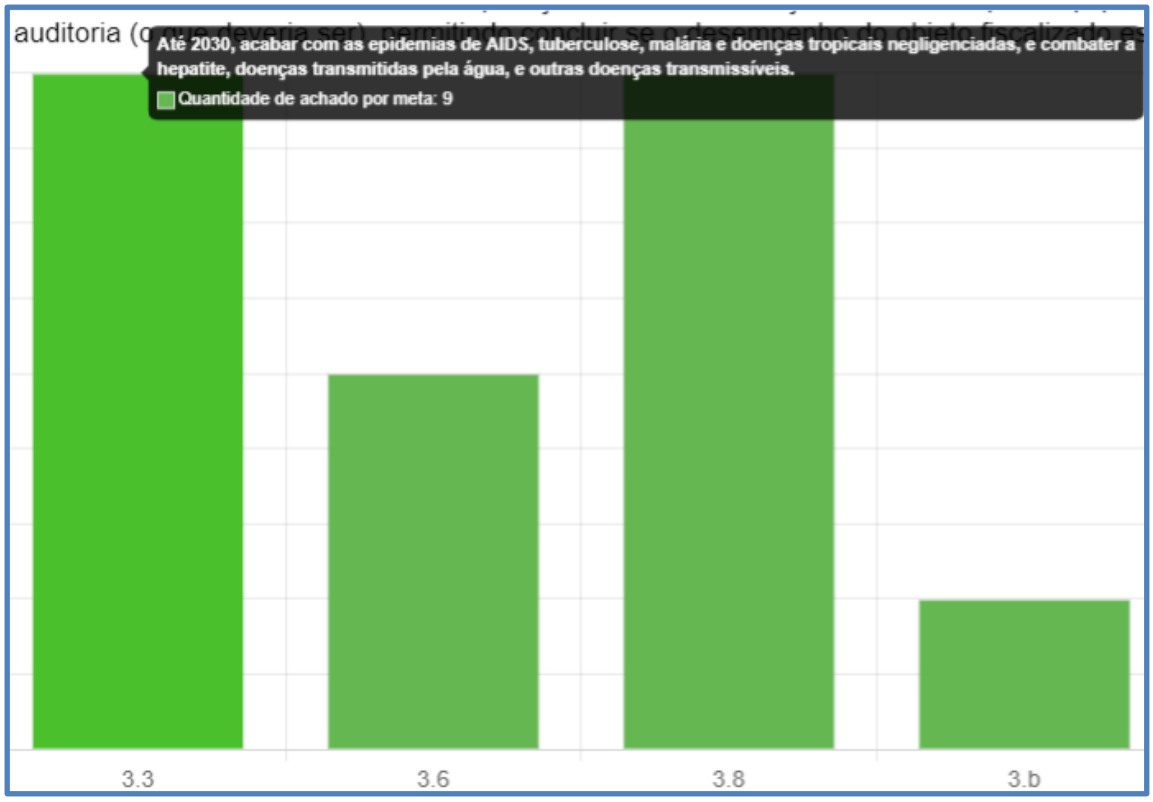
Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Gráfico 43 - Quantidade de achados e descrição da meta 10.4 relatada por U3



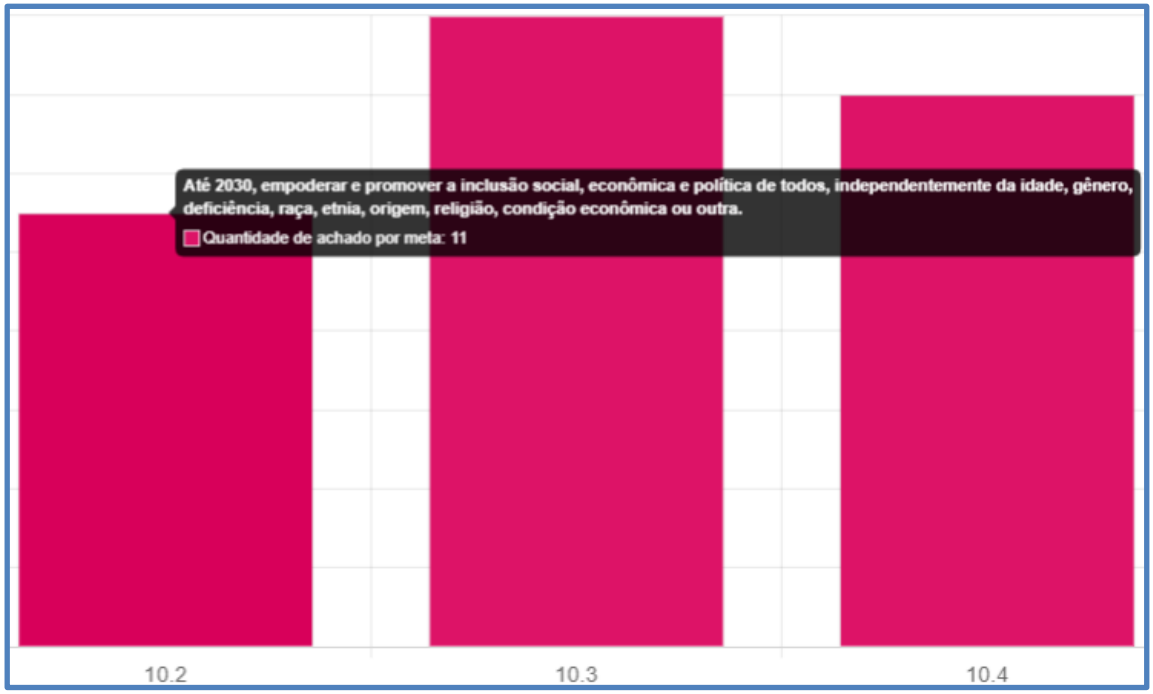
Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Gráfico 44 - Quantidade de achados e descrição da meta 3.3 relatada por U4



Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

Gráfico 45 - Quantidade de achados e descrição da meta 10.2 selecionada por U5



Fonte: Protótipo, adaptado (TCE-SP, 2023)

7.1.2.3. Painel da Agência Nacional do Cinema

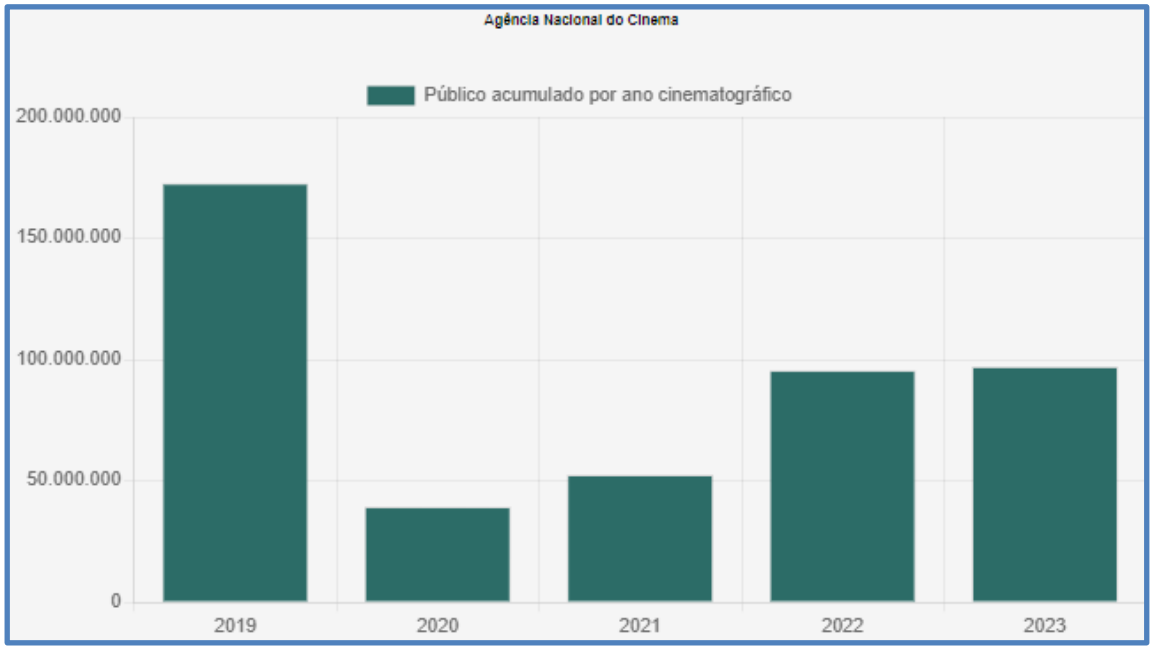
Tarefa 1: Localizar o gráfico "Público acumulado por ano cinematográfico"

100% dos usuários conseguiram localizar o gráfico.

Tarefa 2: Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter desse gráfico na forma resumida e detalhada

A tarefa foi concluída por todos os usuários. Na forma resumida, relataram que o formato do gráfico era de barras e possuía um eixo na horizontal exibindo os anos, que iniciava em 2019 e terminava em 2023 (Gráfico 46), e um eixo na vertical exibindo o público acumulado, variando de 39 milhões 73 mil e 865 a 172 milhões 529 mil e 675.

Gráfico 46 - Público acumulado por ano cinematográfico



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Após a seleção na forma detalhada, todos os usuários explanaram as seguintes descrições:

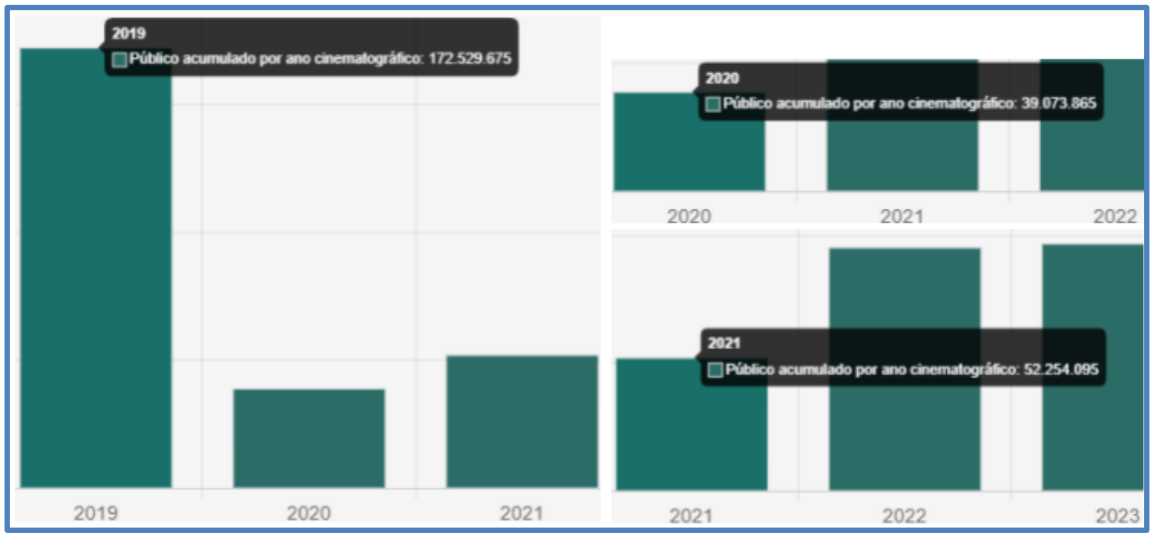
> "5 barras de dados na cor verde. Barra 1 de 5, ano 2019, público acumulado de 172 milhões e 529 mil e 675. Barra 2 de 5, ano 2020, público acumulado de 39

milhões e 73 mil e 865. Barra 3 de 5, ano 2021, público acumulado de 52 milhões e 254 mil e 95. Barra 4 de 5, ano 2022, público acumulado de 95 milhões e 364 mil e 688. Barra 5 de 5, ano 2023, público acumulado de 96 milhões e 888 mil e 742."

Tarefa 3: Informar o total de público

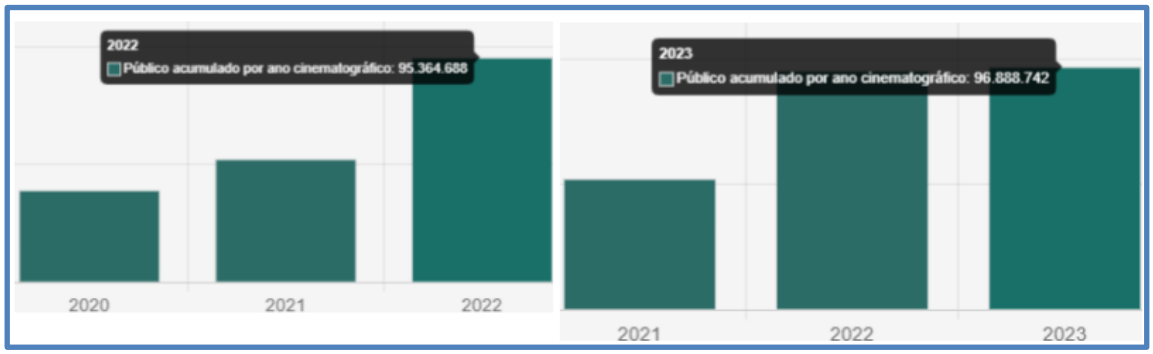
A tarefa foi completada com sucesso pelos usuários. Navegaram nas barras e relataram os valores expressos nas Figuras 54 e 55.

Figura 54 - Público acumulado por ano cinematográfico - valores de 2019 a 2021



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Figura 55 - Público acumulado por ano cinematográfico - valores de 2022 e 2023



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Para os usuários U1 e U2 foi solicitado que informassem o valor do ano 2019. Já para U3, U4 e U5, respectivamente, os valores dos anos de 2021, 2022 e 2023. Desta forma, obteve-se as declarações:

> "obtenho o valor de 172 milhões 529 mil e 675." (U1)
>
> "172 milhões 529 mil e 675. E enfatizou: "Consigo chegar nos gráficos pressionando a tecla H". (U2)
>
> "52 milhões 254 mil e 95." (U3)
>
> "95 milhões 364 mil e 688." (U4)
>
> "96 milhões 888 mil e 742." (U5)

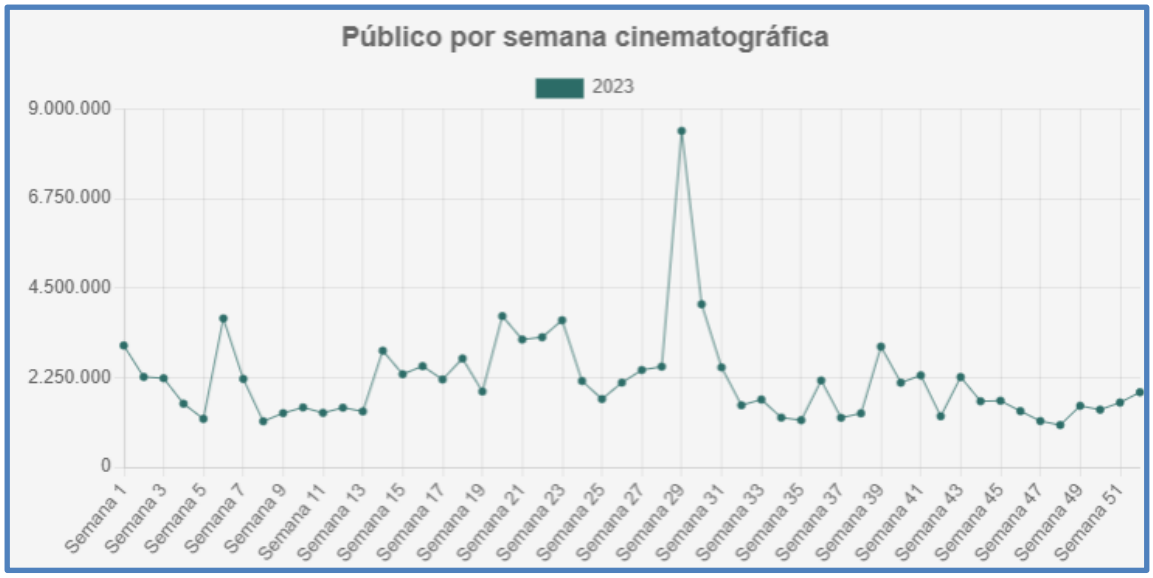
Tarefa 4: Localizar o gráfico "Público por semana cinematográfica"

Todos os usuários executaram a tarefa com sucesso.

Tarefa 5: Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada

Dentre os anos dispostos para geração do gráfico (2019 a 2023), definiu-se o ano mais recente, que foi 2023. Todos os usuários conseguiram obter as descrições na forma resumida e detalhada. Na resumida, explanaram que se tratava de um gráfico de linhas, que possuía um eixo na horizontal exibindo as semanas e um eixo na vertical exibindo o público total (Gráfico 47), com os dados que variavam de 1 milhão 56 mil e 697 a 8 milhões 456 mil e 3.

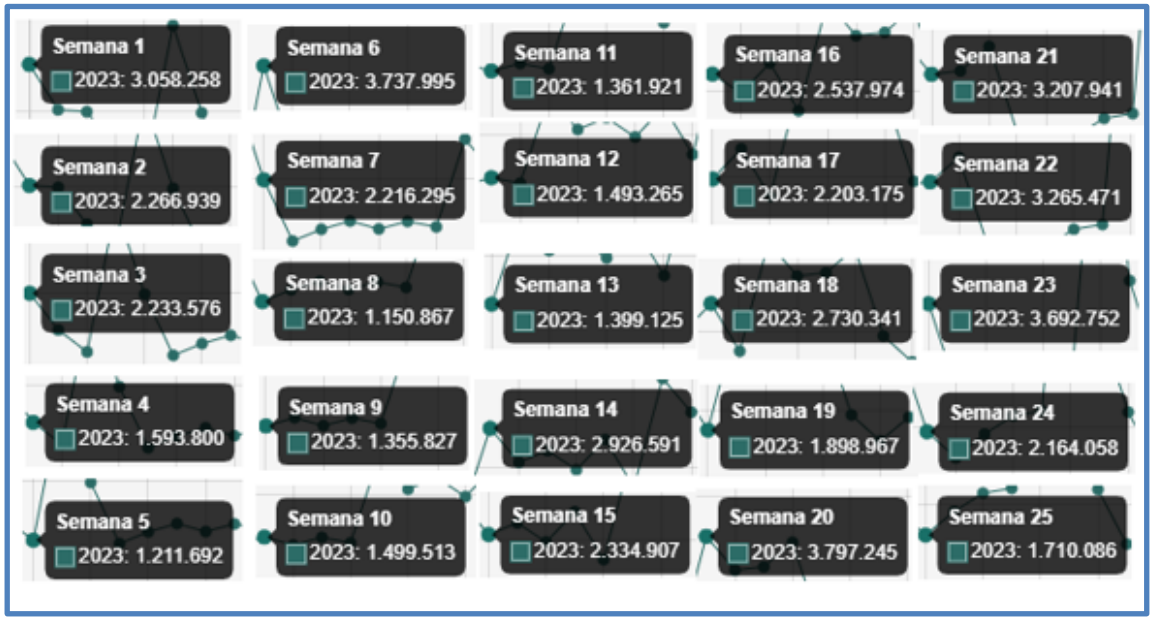
Gráfico 47 - Público por semana cinematográfica



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

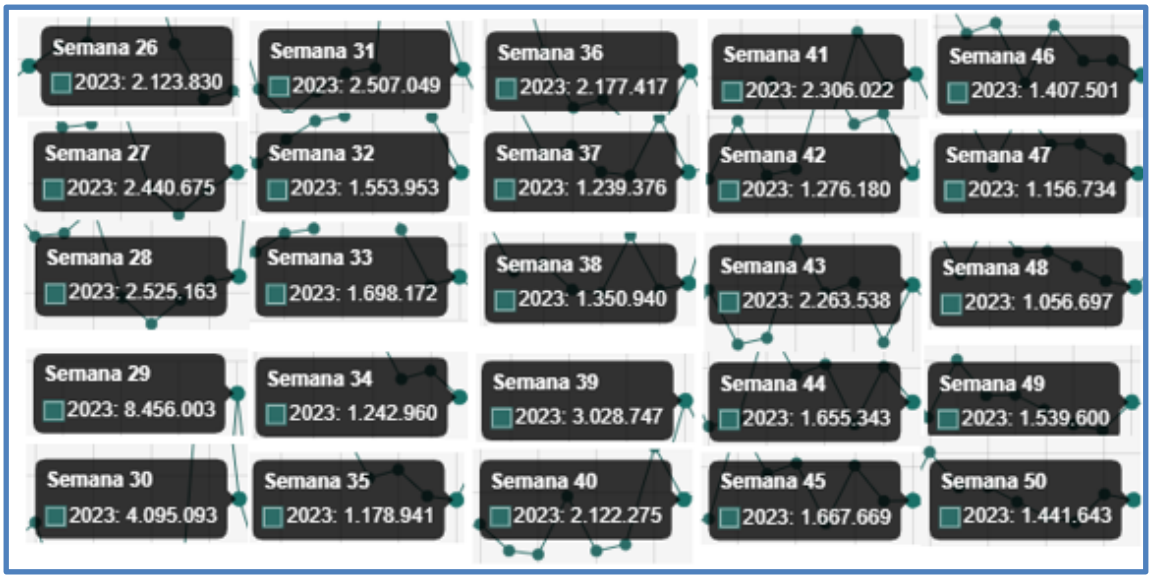
Na forma detalhada, os usuários explanaram as descrições que conseguiam obter dos pontos da linha, ilustradas nas Figuras 56 e 57.

Figura 56 - Público por semana cinematográfica com valores da semanas de 1 a 25



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Figura 57 - Público por semana cinematográfica com valores da semanas 26 a 50



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Pôde-se obter algumas manifestações:

> "Estou navegando na linha obtendo os valores de cada ponto. O primeiro tem o valor de 3 milhões 58 mil 258 da semana 1." (U1)
>
> "Obtenho o valor de 3 milhões 58 mil 258. Consigo obter de outras semanas e foi relatando" (U2)
>
> "Na semana 1 tem o valor de 3 milhões 58 mil 258 e vai falando os valores e as semanas." (U3)
>
> "Inicia com o valor de 3 milhões 58 mil 258 na semana 1 e foi navegando e relatando os valores de cada ponto da linha". (U4)
>
> "Em 2023 inicia em 3 milhões 58 mil 258 na semana 1. Desce para 2 milhões 266 mil e 939 na semana 2. Se mantém na semana 3. Foi lendo todas as semanas e ressaltou: "cara, eu estou fascinado. Eu nunca acessei um gráfico tão acessível." (U5)

Tarefa 6: Localizar o gráfico "Participação de público por nacionalidade da obra"

Todos os usuários realizaram com sucesso a tarefa.

Tarefa 7: Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada

Todos os usuários obtiveram as descrições na forma resumida e detalhada. Relataram na forma resumida, o tipo do gráfico que era de setores com uma série de dados que possuía dois setores.

Na forma detalhada (Gráfico 48 e 49), todos os usuários mencionaram:

> "2 setores de dados. Setor 1 de 2 nacionalidade estrangeira. Participação 110 milhões 240 mil e 5 96,8% do total. Setor 2 de 2 nacionalidade brasileira. Participação 3 milhões 621 mil e 850 3,2% do total."

Gráfico 48 - Participação de público por nacionalidade da obra "Estrangeira"



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Gráfico 49 - Participação de público por nacionalidade da obra “Brasileira”



Fonte: Protótipo de *Interface*, adaptado (ANCINE, 2023)

Tarefa 8: Informar o percentual da participação de público por nacionalidade da obra "brasileira"

Todos relataram o percentual de “*3,2% do total*”.

7.1.2.4. Entrevistas semiestruturada

Após o término das tarefas, foi realizada uma entrevista semiestruturada, contemplando cinco questões para capturar as opiniões dos usuários sobre a implementação da acessibilidade às descrições dos gráficos. As perguntas foram:

1. Como foi sua experiência em relação a navegação, a interação e à percepção das informações nos gráficos (linha, barra, pizza)?
2. As informações transmitidas pelo leitor de tela atenderam às suas necessidades e preferências para o seu entendimento?

3. Os mecanismos de acessibilidade disponíveis ajudaram no acesso às descrições dos gráficos (linha, barra, pizza)?
4. Conseguiu construir um modelo mental dos gráficos?
5. Há necessidade de ser implementado ou aprimorado algum recurso para proporcionar a acessibilidade e a transparência das informações?

Os relatos das entrevistas dos usuários podem ser consultados no Apêndice S.

Da Questão 1 (Como foi sua experiência em relação a navegação, a interação, a percepção das informações nos gráficos (linha, barra, pizza)?) pôde-se apurar:

> "Olha comparado com aquele dos outros testes, eu achei esse aqui fenomenal. Achei muito tranquilo, responsivo, leve para o leitor de tela. Acho que está cobrindo as diretrizes, embora eu mesmo não sei todas as diretrizes. Mas eu vejo que está pegando bastante, cobrindo bastante. Não está difícil andar aqui. Eu realmente fiquei maravilhado. Eu estou falando sério. Não por causa da pesquisa para agradar a pesquisa. Não, não é! Eu nunca vi uma descrição assim. Desse jeito." (U1)

> "Rapaz aqui foi 100%. Se eu tivesse que dar 110% daria. Não senti dificuldade nenhuma. Tive acesso a todos os dados. Eu podia rever os dados. Podia subir e ouvir de novo. Não é aquela parada de sumir da tela que você perde a informação. Podia rever, soletrar. No outro portal daqueles testes, quando você vai navegar com as setas a informação some. Por exemplo: o leitor de tela funciona com um flutuante. E no flutuante, eu não consigo decorar os valores das barras. E aqui não, eu consigo soletrar, repetir. Eu tenho acesso a tudo, tanto a grafia das palavras. Se eu tenho um nome diferente no gráfico, eu vou saber como escrever. O número que é gigante, eu vou saber com calma o valor, caso eu precise anotar em algum lugar. Eu consegui repetir, então para mim é 100%." (U3)

Sobre a Questão 2 (As informações transmitidas pelo leitor de tela atenderam as suas necessidades, preferências para o seu entendimento?), foram obtidas as ponderações:

> "Atendeu. Achei tranquilo." (U2)
>
> "Sim está perfeita, inclusive as zonas que ele dizia que era uma zona clicável. Então, eu não estava perdido que não tinha um texto dizendo nada. E tudo que apareceu foi para meu controle. Você não fica perdido, não. Ele sempre caía no ponto certo. Seu eu clico no "Público por semana cinematográfica", ele já caiu na área daquele gráfico e eu não tive que procurar de novo, porque várias vezes por exemplo: quando clico em um *site* de notícias vamos supor que eu estou em um *site* de jornal e eu clico na previsão do tempo. Depois que eu clico, ele vai para o topo da página. E aqui não está tudo perfeito. Não tive nenhuma dificuldade e em nenhum momento fiquei perdido na navegação com o leitor de tela." (U3)

Da Questão 3 (Os mecanismos de acessibilidade disponíveis ajudaram no acesso às descrições dos gráficos (linha, barra, pizza)?), os participantes explanaram:

> "A observação que eu faço é que tivesse um botão para selecionar o ano. Porém da forma como está não atrapalha a navegação e o acesso às descrições dos gráficos." (U1)
>
> "Sim, exatamente. É justamente o método de navegação que eu estou acostumado a navegar. Setas, ENTER para a descrição detalhada dos dados e tal. Enfim tudo funcionou dentro dos padrões de navegação." (U5)

Sobre a Questão 4 (Conseguiu construir um modelo mental dos gráficos?), obteve-se as seguintes declarações:

> "Sim perfeitamente, inclusive quando ele colocou que tinha barras verdes, já veio na minha cabeça o gráfico com as cores em verde. E quando falava doze barras já mentalizei na minha mente as barrinhas na cor em verde. Quando fui ouvindo subiu, desceu as linhas foram tomando forma. Então, eu que já

> enxerguei, sei como funciona o gráfico de barras e linhas. No meu caso é mais fácil mentalizar. Mas a pessoa que nunca enxergou, ela não viu as cores, mais se ela sabe que há barra na cor verde ou rosa, por exemplo: vamos supor que eu definisse um gráfico aqui, em que o verde é *satisfatório*, o amarelo é *razoável* e vermelho *ruim*. Então essa barra em verde com o valor tal, mesmo quem não tem a noção de cor saberia o que representa aquela cor pela categoria e já vai fazendo a ligação." (U3)

> "Quando ele ia falando, eu ia conseguindo imaginar. Aí eu ia imaginando a forma do gráfico, quando ele falava das linhas, da pizza que era o gráfico de setores. Aqui você vai procurando e você vai achando e imaginando o tipo do gráfico." (U4)

Das respostas da Questão 5 (Há necessidade de ser implementado ou aprimorado algum recurso para proporcionar a acessibilidade, transparência das informações?), apurou-se:

> "A minha observação é que poderia ser implementado para informar o total de setores do gráfico de pizza na descrição resumida. A implementação disso em larga escala é bem difícil. Tem vários desenvolvedores, vários times, várias regras." (U1)

> "Só a questão do título que não consegui no *Firefox*. Deixa, só eu comentar uma coisa com você rapidamente: estou fazendo um MBA no mercado de capitais, mercado financeiro e a gente tem muitos gráficos mostrando a evolução de um fundo de investimentos etc. sem acessibilidade. Essa solução que você criou, ela é fantástica para isso. Eu queria levar para os professores para a gente tentar acessibilizar, porque tem eu e mais duas pessoas cegas na turma. Então, assim a gente acaba ficando sem acesso ao gráfico. Mais nesse caso específico do MBA, o acesso à informação é fundamental, porque é com o gráfico que a gente tem as informações mais importantes daquele conteúdo que a gente precisa compreender. E eu nunca teria pensado sozinho numa

> solução dessas de descrever as barras na vertical, horizontal. Assim foi muito preciso. Gostei demais dessa solução.” (U5)

Minutos após a entrevista, U5 contactou o pesquisador por mensagem de voz pelo *Whatsapp* relatando: “*seria muito bacana, se a gente fizesse uma live divulgando esse protótipo. Eu gostaria que você divulgasse essa solução que achei muito bacana. Assim que você puder vamos agendar uma live que pode ser base para muitos projetos. Se você tiver interesse podemos fazer uma live no canal do “Mundo Cegal” que tem uns 4 mil inscritos que seria bem difundido. Nesse canal tem as pessoas com deficiência visual. Então fica aí o convite*”.

Com base na sugestão do U1, que propôs acrescentar na descrição resumida “o *total de setores no gráfico de pizza*”, o pesquisador contactou o desenvolvedor *Web*, que realizou a implementação, e essa sugestão foi relatada pelos demais usuários durante a execução das tarefas.

7.2. Análise dos resultados

Para validar o protótipo de *interface*, definiu-se a execução de vinte tarefas pelos usuários nos Painéis (Transparência Porto Velho, Objetivo de Desenvolvimento Sustentável e Agência Nacional do Cinema), visando avaliar se a solução implementada atendeu às preferências e necessidades dos usuários para obter descrições dos gráficos.

Dentre as tarefas, destacou-se a localização de gráficos (barra, linha e pizza) pelo título, em que os usuários utilizaram o navegador e o leitor de tela com os quais estavam mais familiarizados. Cabe ressaltar que o usuário U5 optou pelo navegador *Firefox* e teve problemas em localizá-los ao utilizar o NVDA. Com base nas dificuldades enfrentadas pelo usuário, levantou-se a possibilidade de um problema de configuração do leitor de tela. Entretanto, essa hipótese foi descartada, pois o usuário mantinha a configuração

padrão do NVDA a cada atualização. Constatou-se que havia ausência de implementação no *Firefox* para a leitura de código *Javascript* da biblioteca gráfica "*Chart.js*" utilizada para geração dos gráficos. Desta forma, foi sugerido que utilizasse outro navegador, e ele preferiu o *Chrome*, conseguindo localizar os gráficos sem dificuldades.

Para garantir a abrangência da solução, ou seja, a geração de gráficos de barras e linhas definiu-se para cada usuário a seleção de um ano, conforme representado na "*Tarefa 2: Selecionar o ano*" do Painel da Transparência de Porto Velho. No Painel Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, definiu-se a seleção de um objetivo, conforme a "*Tarefa 2: Da caixa de lista "Selecione o Objetivo desejado*", e a descrição da meta e quantidade de achados na "*Tarefa 4: Informar a descrição da meta e a quantidade de achados*". No Painel da Agência Nacional do Cinema, que exibiu um gráfico contendo cinco barras verticais englobando os anos de 2019 a 2023, foi solicitado que cada usuário informasse o valor correspondente a um ano.

Com base nos gráficos gerados, pôde-se apurar que os usuários conseguiram obter as descrições dos eixos na horizontal e vertical, os valores de cada barra e de cada ponto da linha e suas variações, ou seja, se os valores oscilavam (subiam, desciam ou se mantinham) de um mês para o outro. No gráfico de setores, comumente chamado de gráfico de pizza, os usuários não tiveram problemas em relatar os valores de cada setor e o percentual.

No que diz respeito às respostas das entrevistas semiestruturadas, pôde-se avaliar com maior precisão os anseios, as percepções e as demandas dos usuários na interação, navegação e uso de uma linguagem clara para obterem descrições na forma resumida e detalhada dos metadados dos gráficos (quantidade de barras, linhas, setores, cor das barras, linhas, o maior e menor valor, a variação de valores, descrições dos eixos na vertical e horizontal). Algumas dessas manifestações:

> "Podia subir e ouvir de novo. Não é aquela parada de sumir da tela que você perde a informação. Podia rever, soletrar [...] E aqui não, eu consigo soletrar, repetir. Eu tenho acesso a tudo, tanto a grafia das palavras. Se eu tenho um nome diferente no gráfico, eu vou saber como escrever. O número que é gigante, eu vou saber com calma o valor, caso eu precise anotar em algum lugar, eu consigo repetir. Então para mim é 100%." (U3)

> "Sim. Linguagem clara, concisa o que é uma coisa bastante importante, porque eu estava fazendo a leitura aqui para você. Quando é um texto longo fica difícil acompanhar. No caso aqui, o texto é conciso e não houve perda de informações. Totalmente satisfatório." (U5)

Em relação aos mecanismos de acessibilidade e funcionalidades para navegação na *Web*, não houve relatos de dificuldades enfrentadas pelos usuários, que enfatizaram que os mecanismos implementados eram familiares, sendo declarados:

> "Sim, exatamente. É justamente o método de navegação que eu estou acostumado a navegar. Setas, ENTER para a descrição detalhada dos dados e tal. Enfim tudo funcionou dentro dos padrões de navegação." (U5)

No que tange à construção do modelo mental dos gráficos, quanto à forma como estavam dispostos e exibidos no portal, os participantes confirmaram que conseguiram construir um modelo, e algumas menções foram capturadas:

> "Sim perfeitamente, inclusive quando ele colocou que tinha barras verdes, já veio na minha cabeça o gráfico com as cores em verde. E quando falava doze barras já mentalizei na minha mente as barrinhas na cor em verde. Quando fui ouvindo subiu, desceu as linhas foram tomando forma. Então, eu que já enxerguei, sei como funciona o gráfico de barras e linhas. No meu caso é mais fácil mentalizar. Mas a pessoa que nunca enxergou, ela não viu as cores, mais se ela sabe que há barra na cor verde ou rosa, por exemplo: vamos supor que eu definisse um gráfico aqui, em que o verde é *satisfatório*, o amarelo é *razoável* e vermelho *ruim*. Então essa barra em verde com o valor tal, mesmo

> quem não tem a noção de cor saberia o que representa aquela cor pela categoria e já vai fazendo a ligação.” (U3)

De forma consolidada, conclui-se que o produto confeccionado (protótipo de *interface* apoiado nas diretrizes) atendeu às expectativas e preferências das pessoas com deficiência visual total para obterem descrições dos gráficos, algo que ainda não tinham vivenciado. Isso pode ser ratificado pelos comentários:

> “Eu realmente fiquei maravilhado. Eu estou falando sério. Não por causa da pesquisa para agradar a pesquisa. Não, não é! Eu nunca vi uma descrição assim. Desse jeito.” (U1)

> “Rapaz aqui foi 100%. Se eu tivesse que dar 110% daria. Não senti dificuldade nenhuma. Tive acesso a todos os dados. Eu podia rever os dados.” (U3)

> “Eu nunca tinha acessado gráficos com esse teor com informações acessíveis. O pessoal faz por aí, algumas coisas nos gráficos que chamam de acessibilidade, mas na verdade a informação vem resumidíssima. Aqui não, ela veio mais completa, detalhada, minuciosa.” (U5)

7.3. Síntese do capítulo

Neste capítulo, retratou-se a validação de um protótipo de *interface* com base na aplicabilidade das definições estabelecidas nas diretrizes do Capítulo 6 - *Desenvolvimento do Protótipo*.

Para validação, foram recrutadas seis pessoas com deficiência visual total, sendo uma delas para executar o teste piloto, executando vinte tarefas em três Painéis (Transparência Porto Velho, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e Agência Nacional do Cinema), visando obterem descrições na forma resumida e detalhada dos elementos de gráficos (quantidade de barras, linhas, setores, cor das barras, linhas, limites dos valores (maior e menor valor), valor de cada barra, ponto da linha, descrições dos

eixos na vertical e horizontal). O propósito dessa validação foi avaliar se a solução proposta, o protótipo, atendeu às demandas dos usuários.

Ao término da execução das tarefas, todos os usuários participaram de entrevistas semiestruturada com intuito de apurar as opiniões desses usuários.

Com base na análise dos resultados dos testes e das entrevistas semiestruturadas, entende-se que a solução proposta pode ser incorporada na linha de produção de portais governamentais para geração de gráficos dinâmicos que sejam acessíveis às pessoas com deficiência visual total, promovendo e fomentando a transparência das informações.

O próximo capítulo aborda as considerações finais.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de transformação digital impulsiona os órgãos governamentais a evoluírem e a inovarem suas plataformas digitais, visando a transparência da informação. Uma das inovações é a visualização de dados na forma de painéis dinâmicos, que contemplam gráficos gerados *online* e possibilitam que os cidadãos interajam, interpretem, consultem e analisem os dados.

Um estudo encampado pelo *Movimento Web para Todos* em parceria com a empresa *BigDataCorp* retratou que, dos 26,3 milhões de *sites* avaliados no país, 42,83% das imagens não apresentaram descrições, impossibilitando que cidadãos com deficiência visual obtivessem informações (MOVIMENTO *WEB*; BIGDATACORP, 2024). Esses cidadãos dependem de leitores de tela para obterem descrições de imagens que estão dispostas em textos alternativos (SACRAMENTO *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, a presente tese, de natureza qualitativa, teve como objetivo conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total, tendo como pilar a seguinte questão de pesquisa: *"Como auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos para um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total?*".

Para responder à questão principal de pesquisa, foram elaboradas questões de pesquisa secundárias: QS1 - *Quais são as medidas adotadas pelos produtores de imagens dinâmicas para disponibilizar informações nestas em imagens aos cidadãos com deficiência visual total?*; QS2 - *Como as diretrizes e recomendações existentes para a*

descrição de imagens podem ser utilizadas para a compreensão de informações presentes em gráficos dinâmicos na perspectiva das pessoas com deficiência visual total?; QS3 - *Quais as principais barreiras de entendimento e percepção enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual total em gráficos dinâmicos?*; QS4 - *Como propiciar a transparência de informações em gráficos dinâmicos às pessoas com deficiência visual total?*; QS5 - *Que mecanismos devem ser adicionados nas ferramentas utilizadas para a geração de gráficos dinâmicos para a compreensão das pessoas com deficiência visual total?*; e QS6 - *Como utilizar as diretrizes e os procedimentos para a sua aplicabilidade?*

Para subsidiar as respostas a essas questões, foram realizados levantamentos. Iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica e documental, na forma de um MSL, que capturou 1.019 estudos, e uma pesquisa *ad hoc* com o propósito de localizar estudos direcionados à descrição de imagens dinâmicas. Posteriormente, foram aplicados questionários com a participação de produtores de imagens dinâmica para entender como estas são construídas e disponibilizadas em *sites* governamentais e questionários direcionados a pessoas com deficiência visual total sobre as barreiras de entendimento e percepção na interação com imagens dinâmicas.

Além desses levantamentos, foi efetuado um estudo das diretrizes e recomendações de acessibilidade relacionadas ao entendimento de imagens para as pessoas com deficiência visual e um estudo de campo com a participação dessas pessoas, para aprofundar a investigação sobre as dificuldades enfrentadas, as demandas e as preferências no entendimento de informações em gráficos dinâmicos.

Para responder a "QS1 - *Quais são as medidas adotadas pelos produtores de imagens dinâmicas para disponibilizar informações nestas em imagens aos cidadãos com deficiência visual total?*", foi elaborado um questionário na *Web*, na ferramenta *Google Forms*, com a participação de dezesseis especialistas no âmbito do governo federal. As

respostas indicaram que esses profissionais desconheciam a existência de normativas jurídicas direcionadas a inclusão de pessoas com deficiência no acesso às informações públicas.

Os profissionais relataram que participaram de treinamentos e utilizaram diretrizes e recomendações definidas pelo órgão para a criação de imagens (gráficos e mapas) que incluíam elementos como botões e *menus*. No entanto, eles desconheciam iniciativas, discussões e estudos voltados para a acessibilidade dessas imagens. Em relação ao "leitor de tela", muitos desses profissionais relataram que já tinham ouvido falar, mas não revelaram se conheciam seu funcionamento ou como era a navegação na *Web* para pessoas com deficiência visual, pois não tiveram a oportunidade de realizar testes com esse público para a elaboração de imagens dinâmicas.

Em resposta à QS2 - "*Como as diretrizes e recomendações existentes para a descrição de imagens podem ser utilizadas para a compreensão de informações presentes em gráficos dinâmicos na perspectiva das pessoas com deficiência visual total?*", realizou-se um estudo das diretrizes e guias de recomendação, como o WCAG (WCGA, 2022) e E-MAG (E-MAG, 2014). Esses documentos não detalham como devem ser descritas imagens dinâmicas na perspectiva das pessoas com deficiência visual total. Um trabalho que traz esse detalhamento é o de Sacramento (2021), que elaborou diretrizes de conteúdo e tecnologia para a descrição em imagens estáticas com base nas preferências de pessoas com deficiência visual (congênitas e adventícias) do Brasil, no contexto das mídias sociais, com um aprofundamento em imagens do tipo fotografia.

Para responder à QS3 - "*Quais as principais barreiras de entendimento e percepção enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual total em imagens dinâmicas?*", foi confeccionado um questionário na ferramenta *Google Forms* com a participação de 41 voluntários com deficiência visual total e um estudo de campo com a

participação de treze voluntários com o mesmo perfil, sendo um voluntário para o teste piloto. Essas pessoas executaram tarefas em três plataformas governamentais (nos âmbitos Municipal, Estadual e Federal) que continham gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza). Do Municipal, buscou-se o Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (PREFEITURA-RO, 2023). Do Estadual, escolheu-se o Painel ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) (TCE-SP, 2023). No âmbito Federal, selecionou-se o Painel Indicadores do Mercado de Exibição (ANCINE, 2023).

As tarefas foram realizadas na ferramenta de videoconferência *Google Meet*, com sessões que duraram de 40 a 60 minutos. Algumas delas abrangeram a localização de títulos de gráficos, descrição de legendas, informações de valores de algumas barras, pontos de um gráfico de linhas e descrições dos elementos dos gráficos, como os eixos na horizontal e vertical. Ao final, foi realizada uma entrevista semiestruturada com base no MEDS, proposto por Nicolaci-Da-Costa *et al.* (2004) (NICOLACI-DA-COSTA *et al.*, 2004), visando uma análise mais aprofundada das falas dos participantes.

As descobertas identificadas no questionário e nas entrevistas foram categorizadas em sete subseções:

1. Familiaridade no uso de teclas;
2. Conteúdo *Web* e descrições obtidas pelos participantes;
3. Entendimento das informações para construção de um modelo mental;
4. Preferências quanto às descrições dos gráficos;
5. Formas de aquisição das descrições dos gráficos;
6. Recursos para navegação em gráficos;
7. Disseminação das informações em gráficos dinâmicos.

Quanto à *Familiaridade no uso de teclas*, os usuários relataram que utilizaram as teclas de maneira intuitiva, sem necessidade de decorá-las ou realizar treinamentos para navegar em portais. Já em relação ao *Conteúdo Web e descrições obtidas pelos participantes*, pôde-se capturar, das explanações dos voluntários, que eles gostariam que os projetistas de *sites* e conteudistas *Web* seguissem as cartilhas, diretrizes e recomendações de acessibilidade e padrões *Web* para produzir gráficos acessíveis em portais governamentais, além de evitar o uso de expressões que não tinham semântica para o entendimento das descrições dos gráficos.

Sobre o *Entendimento das informações para construção de um modelo mental*, constatou-se que a disposição dos elementos dos gráficos não propiciou aos usuários a construção de um modelo mental da página, o que dificultou a navegação e a localização dos gráficos.

No que tange às *Preferências quanto às descrições dos gráficos*, houve relatos de que as legendas seriam importantes para o entendimento do propósito do gráfico (linha, barra e pizza), das descrições dos eixos e de diversos componentes dos gráficos, tais como as fontes dos dados, as escalas, e a quantidade de barras e linhas. Além disso, havia a expectativa de que pudessem ler o valor de cada ponto da linha ou de uma barra, compreender se os valores dos pontos das linhas eram lineares ou oscilavam, reconhecer o maior e menor valor, identificar a unidade de medida dos valores, bem como o número de setores do gráfico de pizza e ter acesso à apresentação dessas fatias em uma ordem cronológica. Em relação à descrição da *cor*, surgiram opiniões conflitantes. Dois usuários manifestaram que gostariam de obter a descrição, enquanto três explanaram que a cor seria irrelevante e não ajudaria na compreensão do gráfico.

Sobre as *Formas de aquisição das descrições dos gráficos*, três voluntários preferiram que as descrições fossem objetiva. Três declararam que as informações deveriam ser detalhadas. O restante que foram seis participantes, não se manifestaram.

Sobre os *Recursos para navegação em gráficos*, pôde-se extrair que os projetistas *Web,* ao idealizarem os gráficos, deveriam pensar em disponibilizar mecanismos para a leitura de informações, incluindo a repetição e soletração de palavras, além de incluir um símbolo universal para pessoas com deficiência e informar para qual tipo de deficiência os gráficos são acessíveis.

Em relação a *Disseminação das informações em gráficos dinâmicos*, apurou-se algumas temáticas, como a transparência e a transformação digital. Dessas temáticas, houve um consenso de que as informações eram publicadas para fomentar a transparência e que deveria se pensar na melhoria do acesso à informação e na prestação de serviços de forma inclusiva.

Para responder à QS4 - "*Como propiciar a transparência de informações em gráficos dinâmicos às pessoas com deficiência visual total?*" foi concebido um conjunto de diretrizes e desenvolvido um protótipo de *interface* para auxiliar os conteudistas de *sites* e portais *Web* sobre como devem ser apresentadas e descritas informações de gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) no segmento de governo, com base nas demandas e preferências dessas pessoas, no levantamento bibliográfico e documental, na análise de resultados do questionário *Web* e no estudo de campo. As diretrizes foram estruturadas em quatros eixos:

1. *Forma*, que aborda como devem ser apresentadas as descrições;
2. *Recursos Tecnológicos*, que foca nos mecanismos a serem implementados para leitura de valores, descrições e navegação;

3. *Acessibilidade*, que retrata as sugestões de boas práticas para interação do usuário;
4. *Linguagem*, que visa evitar o uso de termos técnicos e palavras que não tenham semântica para os usuários.

Para validar o protótipo, foram recrutados seis usuários com deficiência visual total que participaram dos testes do estudo de campo, sendo um deles o piloto. Os voluntários executaram tarefas em três painéis dinâmicos que reproduziam os gráficos dispostos nos portais de governo do estudo de campo, visando obterem descrições na forma resumida e detalhada sobre a quantidade de barras, linhas, setores, cor das barras, limites dos valores (maior e menor valor), valor de cada barra, ponto da linha e descrições dos eixos na vertical e horizontal. O propósito dessa validação foi avaliar se o protótipo, atendeu às demandas dos usuários. Ao término da execução das tarefas, os usuários participaram de entrevistas semiestruturada.

Para responder à QS5 - "*Que mecanismos devem ser adicionados nas ferramentas utilizadas para a geração de gráficos dinâmicos para a compreensão das pessoas com deficiência visual total?*", buscaram-se trabalhos e soluções para a construção do protótipo, como bibliotecas implementadas em *Javascript*, linguagem de programação "*Typescript/Javascript*", e padrões *Web* HTML5.2 (W3C, 2017), WAI-ARIA (W3C, 2022) e CSS3 (CSS3, 2024). Das bibliotecas avaliadas, conforme a comparação de pacotes de *downloads* do NPM Trends (NPM TRENDS, 2024), optou-se pela "Chart.js" (biblioteca mais popular), que possibilitou a adaptação da acessibilidade para acesso e manipulação dos atributos implementados em *tags* e recursos WAI-ARIA (W3C, 2022) para renderização dos elementos HTML e CSS, na geração dos gráficos em tempo de execução.

Para responder à QS6 - *Como utilizar as diretrizes e os procedimentos para a sua aplicabilidade?* foi elaborado um Guia de Utilização das Diretrizes que permite a um

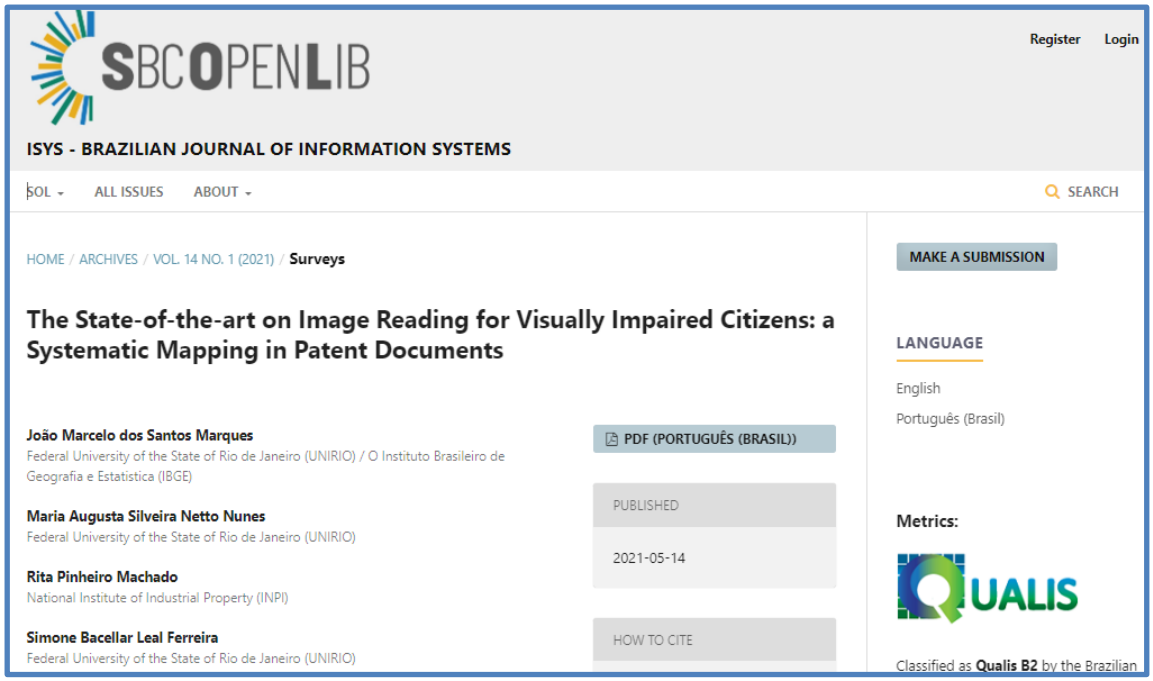
desenvolvedor *Web*, ao idealizar ou construir gráficos (barra, linha, pizza ou de outros tipos), aplicar algumas das diretrizes recomendadas. Para facilitar o entendimento e a condução do processo de implementação, foi utilizada a notação *Business Process Modeling Notation* (BPMN), uma notação gráfica que representa todos os processos de um determinado negócio.

Conclui-se, com base nos resultados da validação, que o protótipo de *interface* concebido com base no conjunto de diretrizes atendeu aos anseios, demandas e preferências das pessoas com deficiência visual total no acesso a descrições de gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) e na promoção da transparência das informações.

8.1. Publicações

No decorrer da tese foram realizadas três publicações. A primeira versou sobre um Mapeamento Sistemático da Literatura referente ao estado da técnica de leitura de imagens para pessoas com deficiência visual. Esse mapeamento foi publicado na revista "*iSys - Brazilian Journal of Information Systems*", como ilustra a Figura 58.

Figura 58 - Publicação na revista *iSys (Brazilian Journal of Information Systems)*



Fonte: (MARQUES, NUNES, MACHADO, FERREIRA, 2021)

A segunda publicação foi no *XIX - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação* intitulada "*Description of dynamic images: a systematic mapping for the understanding and transparency of information that may be perceptible visually impaired citizens*", como mostra a Figura 59.

Figura 59 - Publicação no XIX - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação



Fonte: (MARQUES, FERREIRA, 2023)

A última publicação foi no *XX - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação* sob o título "*How to promote descriptions in dynamic charts in light of transparency? A study on the accessibility barriers faced by citizens with severe visual impairment*", como ilustra a Figura 60.

Figura 60 - Publicação no XX - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação



Fonte: (MARQUES, FERREIRA, 2024)

8.2. Contribuições do trabalho

No campo da comunidade científica, espera-se que esta tese possa servir de contribuição para propiciar a abertura de pesquisas em Interação Humano-Computador e áreas correlatas, visando a incorporação de descrições em gráficos dinâmicos e possibilitando a construção de um modelo mental desses gráficos para pessoas com deficiência visual total.

No que tange aos Sistemas de Informação, os produtos confeccionados nesta tese podem contribuir para auxiliar na navegação em interfaces dinâmicas, interativas com objetivo de promover uma melhor compreensão das representações e descrições dos

elementos gráficos, assim como dos padrões e tendências de análise dos dados. Além disso, essas iniciativas podem estimular a criação de Sistemas de Informação acessíveis em diversas áreas do conhecimento.

No campo governamental, espera-se que a solução proposta possa ser incorporada na linha de produção de portais governamentais para geração de gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) que sejam acessíveis ao público-alvo da pesquisa, promovendo e fomentando a transparência de informações.

Outra contribuição no segmento de governo é que possam ser criados grupos de trabalhos para a formulação de políticas públicas que assegurem a implementação de descrições em imagens (estáticas e dinâmicas), como gráficos dinâmicos, atendendo às demandas e preferências das pessoas com deficiência visual total. Também é importante a criação de ferramentas que possam realizar a validação automática de acessibilidade com base nas diretrizes estabelecidas nesta pesquisa e a geração de selos de acessibilidade para certificar plataformas governamentais. Dessa forma, diversos setores do governo (saúde, segurança, meio ambiente, mobilidade urbana, entre outros) poderão alcançar níveis de maturidade em seus processos organizacionais.

8.3. Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros, sugere-se a construção de ferramentas e serviços apoiados na inteligência artificial, como *plug-ins* a serem instalados em navegadores *Web*, e o uso da técnica de *Storytelling* (técnica em forma de narrativas para contar histórias), que pode apoiar e integrar as descrições visualizações complexas (EDWARD, JEFFREY, 2010), podendo ser utilizada em descrições de gráficos dinâmicos.

Outro trabalho possível é adequar ferramentas para geração de textos alternativos, utilizando modelos comportamentais e aprendizado de máquina para outros tipos de gráficos, como colunas duplas, gráficos de rosca, gráficos de área, entre outros.

Além disso, seria interessante ampliar o conjunto de diretrizes para a geração de gráficos *online* em plataformas móveis e canais de comunicação, como redes sociais, a fim de melhorar o entendimento das informações.

O uso de APIs que possam ser consumidas e integradas aos diversos tipos de sistemas, utilizando formatos abertos como XML e JSON, para a construção de gráficos que contemplem metadados relacionados ao público-alvo desta tese é outro trabalho futuro que possa ser elaborado.

Um outro trabalho futuro pode ser o uso da Inteligência Artificial para construção padrões, visando a geração de gráficos a partir de grandes volumes de dados apoiados no processamento de linguagem natural, redes neurais e outros algoritmos, bem como a descrição da gradação de cores, no que tange a intensidade, a tonalidade e outros elementos que norteiam as cores.

Finalmente, o desenvolvimento de diretrizes para outros tipos de conteúdo visual e diagramas, como mapas interativos e infográficos, atualmente inacessíveis às pessoas com deficiência visual, é mais um trabalho futuro a ser considerado.

REFERÊNCIAS

ACESSIBILIDADE LEGAL. Acessibilidade Legal. Disponível em: http://www.acessibilidadelegal.com. 2021. Acesso em: 10 out. 2021.

ADAM, M.,T.,P.; ANU, S., G.; HEVNER A.; SAARLAND, S., M. Design Science Research Modes in Human-Computer Interaction Projects. AIS Transactions on Human-Computer Interaction, v. 13, Issue 1 Design Science Research in Human-Computer Interaction. 2021. Disponível em: https://aisel.aisnet.org/thci/vol13/iss1/1/. Acesso em: 30 mai. 2022.

ALVES, Soraia. ChatGPT diz ter "deficiência visual" e por isso não consegue resolver problema proposto por consultoria. Época Negócios. 2023. Disponível em: https://epocanegocios.globo.com/tecnologia/noticia/2023/03/chatgpt-diz-ter-deficiencia-visual-e-por-isso-nao-consegue-resolver-problema-proposto-por-consultoria.ghtml. Acesso em: 12 abr. 2023.

ANCINE. Painel Indicadores do Mercado de Exibição. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/ancine/pt-br/oca/resultados-cinema-brasileiro/painel-indicadores. Acesso em: 03 jul. 2023.

ASES. Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios. 2016. Disponível em: https://softwarepublico.gov.br/social/ases/. Acesso em: 10 out. 2021.

BALSAMIQ. The effortless wireframing tool built for your big ideas. 2023. Disponível em: https://balsamiq.com/. Acesso em: 04 nov. 2023.

BARBOSA, S. D. J.; DA SILVA, B. S. Interação Humano-Computador. ISBN 978-85-923-681-0-4. 2017.

BELLE, A.; GOH, V.; KUMAR, A.; PRANJATNO, R.; YIP, P. M.; WICKRAMARATNE, U.; OBIE, H. O. Alt-Texify: A Pipeline to Generate Alt-text from SVG Visualizations. *In Proceedings of the 17th International Conference on*

Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering - ENASE, 275-281. 2022. Disponível em: https://www.insticc.org/node/TechnicalProgram/enase/2022/presentationDetails/109946. Acesso em: 20 nov. 2022.

BOSCARIOLI, C.; DE ARAUJO, R. M.; MACIEL, R. S. I GranDSI-BR - Grand Research Challenges in Information Systems in Brazil 2016-2026. Brazilian Computer Society (SBC), Rio Grande do Sul. 2017.

BRASIL. Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências [Internet]. Brasília, DF; 1998. [acesso em 20 ago 2024]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/cciviL_03/////LEIS/L9609.htm.

BRASIL. Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências [Internet]. Brasília, DF; 2011. [acesso em 13 nov 2021]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm.

BRASIL. Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos . Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) [Internet]. Brasília, DF; 2015. [acesso em 02 out 2021]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm.

BRASIL. Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos . Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 [Internet]. Brasília, DF; 2018. [acesso em 20 mai 2022]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm.

BRASIL. Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº 10.645, de 11 março de 2021. Regulamenta o art. 75 da Lei nº 13.146, de 6 julho de 2015, para dispor sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva [Internet]. Brasília, DF; 2021. [acesso em 02 jun 2022]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10645.htm.

CAPPELLI, Claudia. Uma Abordagem para Transparência em Processos Organizacionais Utilizando Aspectos. 2009. Tese (Doutorado em Ciências - Informática) - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

CEP-UNIRIO. Comitê de Ética em Pesquisa da UNIRIO. 2023. Disponível em: https://www.unirio.br/cep. Acesso em: 20 ago. 2022.

CETIC.BR. TIC DOMICÍLIOS Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Domicílios Brasileiros. 2022. Disponível em: https://cetic.br/pt/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nos-domicilios-brasileiros-tic-domicilios-2022/. Acesso em: 26 mai. 2024.

CHART.js. Simple yet flexible JavaScript charting library for the modern web. 2023. Disponível em: https://www.chartjs.org/. Acesso em: 28 out. 2023.

CNS. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). Resolução no 466. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. 2012. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_12.htm. Acesso em: 12 set. 2022.

COMUNICA SIMPLES. A Linguagem Simples. O que é?. 2021. Disponível em: https://comunicasimples.com.br/a-linguagem-simples/. Acesso em: 10 nov. 2021.

CSS3. Cascading Style Sheets. 2024. Disponível em: https://www.w3schools.com/css/. Acesso em: 10 jan. 2024.

DEMIR, S.; OLIVER, D.; SCHWARTZ, E.; ELZER, S.; CARBERRY, S.; MCCOY, K. F.; CHESTER, D. Interactive SIGHT: textual access to simple bar charts. New Review of Hypermedia and Multimedia, 16(3):245-279. 2010.

Dicionário Dicio [Internet]. 2023 [acesso em 22 mar 2023]. Disponível em: https://www.dicio.com.br/imagem/.

Dicionário Michaelis [Internet]. 2023. [acesso em: 22 mar. 2023]. Disponível em: https://michaelis.uol.com.br/busca?id=m8pMZ.

Dicionário Priberam. 2023. [acesso em: 22 mar. 2023]. Dicionário em: https://dicionario.priberam.org/imagem.

EDWARD, S.; JEFFREY, H. Narrative Visualization: Telling Stories with Data.Journals & Magazines, IEEE Transactions on Visualization, v. 16 Issue: 6, 2010. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/5613452/authors#authors. Acesso em: 12 jul. 2024.

E-MAG. Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico v3.1. 2014. Disponível em: http://emag.governoeletronico.gov.br. Acesso em: 05 set. 2021.

ERSI-RJ. VII Escola Regional de Sistemas de Informação do Rio de Janeiro. 2021. Disponível em: http://ersi2021.uniriotec.br/. Acesso em: 20 julho. 2021.

FELIZARDO, K. R.; NAKAGAWA, E. Y.; FABRRI, S. C. P. F.; FERRARI, F. C. 2017. Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software - Teoria e Prática. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

FERREIRA, S. B. L.; DOS SANTOS, R. C.; SILVEIRA, D. S.; FERREIRA, M. G. L. Panorama da Acessibilidade na web Brasileira. XXXI Encontro da ANPAD. 2007. DOI: https://10.13140/RG.2.1.2400.0722. Acesso em: 04 out. 2021.

FERREIRA, S. B. L.; SILVEIRA, D. S.; CAPRA, E. Protocols for Evaluation of Site Accessibility with the Participation of Blind Users. Article in Procedia Computer Science · December, 2012. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050912007685. Acesso em: 12 fev. 2024.

GOV.BR. Portal do Governo Federal. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br. Acesso em: 02 jan. 2023.

GOV.BR. Trajetória da Transformação Digital. 2023a. Disponível em: https://www.gov.br/governodigital/pt-br/transformacao-digital/trajetoria-da-transformacao-digital. Acesso em: 30 jun. 2023.

GOV.BR. Transformação Digital - O que é? 2023b. Disponível em: https://www.gov.br/governodigital/pt-br/transformacao-digital/o-que-e. Acesso em: 30 out. 2023.

G1. População com cegueira e deficiência visual vai dobrar até 2050, aponta estudo. 2021. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2021/01/25/populacao-com-cegueira-e-deficiencia-visual-vai-dobrar-ate-2050-aponta-estudo.ghtml. Acesso em: 15 jan. 2022.

HEROKU. Plataforma com serviço em nuvem. 2023. Disponível em: https://www.heroku.com. Acesso em: 16 nov. 2023.

HIGHTCHARTS. Highcharts Dashboards. 2023. Disponível em: https://www.highcharts.com/products/dashboards/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwoa2xBhACEiwA1sb1BLrTmx3rLa5-O6geiS76OcI_MDJLeWAOB1K0l91hxleT5Q1zBXnhrBoCnDIQAvD_BwE. Acesso em: 29 out. 2023.

HOLLOWAY, L.; BUTLER, M.; REINDERS, S.; MARRIOTT, K. Non-visual access to graphical informationon COVID-19. *ASSETS '20: The 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, October 2020 - Article No.: 75, Pages 1–3. DOI: https://doi.org/10.1145/3373625.3418015. Acesso em: 17 jul. 2021.

IBGE. Censo Demográfico 2010: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 2010. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=794. Acesso em: 25 out. 2021.

IBGE. Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. 2022. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda#:~:text=A%20popula%C3%A7%C3%A3o%20com%20defici%C3%AAncia%20no,defici%C3%AAncia%2C%20da%20Pnad%20Cont%C3%ADnua%202022. Acesso em: 14 abr. 2024.

IMAGEDONE. O que é o Heroku e como a ferramenta revolucionou o desenvolvimento escalável? 2023. Disponível em: https://imaginedone.com.br/artigos/o-que-e-o-heroku/. Acesso em: 16 nov. 2023.

INDA. Plano de Ações da Infraestrutura Nacional de Dados Abertos 2017-2018. 2018. Disponível em: https://wiki.dados.gov.br/Plano-de-Acao-da-INDA-2017-2018.ashx. Acesso em: 28 dez. 2021.

JAVASCRIPT. Linguagem Javascript. 2022. Disponível em: https://www.javascript.com/. Acesso em: 11 dez. 2022.

JUNG, C.; MEHTA, S.; KULKARNI, A.; ZHAO, Y.; KIM, Y. Communicating Visualizations without Visuals: Investigation of Visualization Alternative Text for People with Visual Impairments. IEEE Transactions on Visualization and Computer GraphicsVol. 28, No. 1. 2021. DOI: https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114846. Acesso em: 22 nov. 2022.

KEEP. Serviço de anotações. 2023. Disponível em: https://keep.google.com/. Acesso em: 20 out. 2023.

KITCHENHAM, Barbara. Procedures for Performing Systematic Reviews, Keele, Reino Unido - Keele University. 2004.

LUNDGARD, A.; SATVANARAVAN, A. Accessible Visualization via Natural Language Descriptions: A Four-Level Model of Semantic Content. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2021. Disponível em: http: //vis.csail.mit.edu/pubs/vis-text-model/. Acesso em: 21 nov. 2022.

MAREW, T.; BAE, D. Using Classpects for Integrating non-functional and functional requirements. *Proceedings of the 24th IASTED International Multi-Conference Software Engineering*, Innsbruck, Austria, february/2006. 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220901279_Using_Classpects_for_Integrating_Non-Functional_and_Functional_Requirements. Acesso em: 28 abr. 2023.

MARQUES, João Marcelo dos Santos. Catálogo de Entendimento de Informações Gráficas para Cidadãos Cegos. 2017. Dissertação (Mestrado em Informática) - Departamento de Informática Aplicada, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MARQUES, J. M. S.; FERREIRA, S. B. L. Description of dynamic images: a systematic mapping for the understanding and transparency of information that may be perceptible visually impaired citizens. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 2023, Maceió. p. 229-236. DOI: https://doi.org/10.1145/3592813.3592910.

MARQUES, J. M. S.; FERREIRA, S. B. L. How to promote descriptions in dynamic charts in light of transparency? A study on the accessibility barriers faced by citizens with severe visual impairment: Como promover descrições em gráficos dinâmicos à luz da transparência? Um estudo sobre as barreiras de acessibilidade enfrentadas por cidadãos com deficiência visual grave. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 6, 2024, Juiz de Fora. p. 1-10. DOI: https://doi.org/10.1145/3658271.3658277.

MARQUES, J. M. S.; NUNES, M. A. S. N.; MACHADO, R. P.; FERREIRA, S. B. L. The State-of-the-art on Image Reading for Visually Impaired Citizens: a Systematic Mapping in Patent Documents. iSys - Brazilian Journal of Information Systems, vol. 14, Nº. 1, 2021. DOI: https://doi.org/10.5753/isys.2021.974.

MARQUES João Marcelo dos Santos, RIBEIRO Ulysses Rangel, LOPES Erasto Alves, inventores; MARQUES João Marcelo dos Santos, depositante. AudioGraDin - Gráficos dinâmicos acessíveis para as pessoas com deficiência visual total. Brasil patente BR512024003298-3. 2024 set 09.

McGOOKIN, D.; ROBERTSON, E.; BREWSTER, S. Clutching at Straws: Using Tangible Interaction to Provide Non-Visual Access to Graphs. *CHI '10: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 2010, Pages 1715–1724. 2010. DOI: https://doi.org/10.1145/1753326.1753583. Acesso em: 17 jul. 2021.

MICROSOFT. 2022. Earthstar Geographics. Microsoft Corporation.

MICROSOFT. Visão geral de Tabela Dinâmica e Gráfico Dinâmico. 2023. Disponível em: https://support.microsoft.com/pt-br/office/vis%C3%A3o-geral-de-tabela-din%C3%A2mica-e-gr%C3%A1fico-din%C3%A2mico-527c8fa3-02c0-445a-a2db-7794676bce96#:~:text=Os%20Gr%C3%A1ficos%20Din%C3%A2micos%20exibem%20s%C3%A9ries,do%20gr%C3%A1fico%20e%20muito%20mais. Acesso em: 31 mar. 2023.

MICROSOFT. Overview: Generate image alt-text with Image Analysis. 2023a Disponível em: https://learn.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/computer-vision/use-case-alt-text. Acesso em: 20 abr. 2023.

MICROSOFT. Keyboard shortcuts in Power BI Desktop. 2023b. Disponível em: https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/desktop-accessibility-keyboard-shortcuts. Acesso em: 30 jun. 2023.

MICROSOFT. 2023c. Disponível em: https://support.microsoft.com/pt-br/windows/guia-completo-do-narrador-e4397a0d-ef4f-b386-d8ae-c172f109bdb1#:~:text=O%20Narrador%20%C3%A9%20um%20aplicativo%20de%20leitura%20de%20tela%20integrado,preciso%20baixar%20ou%20instal%C3%A1%2Dlo. Acesso em: 04 jul. 2023.

MOVIMENTO WEB. Movimento Web para Todos. 2024. Disponível em: https://mwpt.com.br/. Acesso em: 04 jan. 2024.

MOVIMENTO WEB, BIGDATACORP. Apenas 2,9% dos sites brasileiros foram aprovados em todos os testes de acessibilidade. 2024. Disponível em: https://mwpt.com.br/apenas-29-dos-sites-brasileiros-foram-aprovados-em-todos-os-testes-de-acessibilidade-aponta-pesquisa/. Acesso em: 04 jul. 2024.

NICOLACI-DA-COSTA, Ana Maria. O campo da pesquisa qualitativa e método de explicitação do discurso subjacente (MEDS). Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 20, n. 1, p. 65–73, 2007. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722007000100009&nrm=iso. Acesso em: 21 jun. 2023.

NICOLACI-DA-COSTA, A.; LEITÃO, C. F.; ROMÃO-DIAS, D. Como conhecer usuários através do método de explicitação do discurso subjacente (MEDS). In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS: mediando e transformando o cotidiano, 6 out. 2004, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: [s.n.], p. 47–56. 2004. Disponível em: http://www3.serg.inf.puc-rio.br/docs/MEDS-IHC2004.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

NIELSEN, Jacob. Why You Only Need to Test With 5 Users. 2000. Disponível em https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/. Acesso em: 12 fev. 2024.

NITERÓI. Painel de Resultados e Devolutivas da Consulta Pública do Projeto de Lei do Plano Plurianual 2022-2025! Prefeitura Municipal de Niterói. 2021. Disponível em: https://bit.ly/PPApainelinterativo. Acesso em: 14 nov. 2021.

NPM TRENDS. Compare package download counts over time. 2024. Disponível em: https://npmtrends.com/chart.js-vs-echarts-vs-google-charts-vs-plotly.js-vs-recharts. Acesso em: 25 jan. 2024.

NVDA. Empowering lives through non-visual access to technology. 2023. Disponível em: https://www.nvaccess.org/about-nvda/. Acesso em: 12 out. 2021.

OECD. Glossary of Statistical Terms. Code of Good Practices on Transparency in Monetary and Financial Policies, Part 1 - Introduction. 2000. Disponível em: https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4474. Acesso em: 13 nov. 2021.

OMS. Histórico da pandemia de COVID-19. 2020. Disponível em: https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19#:~:text=Em%2011%20de%20mar%C3%A7o%20de,pela%20OMS%20como%20uma%20pandemia. Acesso em: 30 jun. 2024.

ONU. Sustainable Development. Department of Economic and Social Affairs. 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/goals. Acesso em: 08 jan. 2022.

ONU. Dia Internacional das Pessoas com Deficiência enfatiza soluções pela igualdade. 2023. Disponível: https://news.un.org/pt/story/2023/12/1824287. Acesso em: 04 mar. 2023.

PARSIFAL. Parsifal. 2023. Disponível em: https://parsif.al/. Acesso em: 01 ago. 2022.

POWER, C.; FREIRE, A.; PETRIE, H.; SWALLOW, D. Guidelines are Only Half of the Story: Accessibility Problems Encountered by Blind Users on the Web. CHI '12: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing SystemsMay, Pages 433–442. 2012. DOI: https://doi.org/10.1145/2207676.2207736. Acesso em: 06 jun. 2022.

PREFEITURA-RO. Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho. 2023. Disponível em: https://transparencia.portovelho.ro.gov.br/. Acesso em 08 jul. 2023.

PREFEITURA-SP. Selo de Acessibilidade Digital - Requisitos, documentos e informações para solicitar o serviço. Secretaria Municipal da Pessoa com Deficiência da Prefeitura de São Paulo. 2021. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/pessoa_com_deficiencia/selo_de_acessibilidade_digital/index.php?p=250221. Acesso em: 08 jan. 2022.

RADAR. Radar da Transparência Pública. 2022. Disponível em: https://radar.tce.mt.gov.br/extensions/radar-da-transparencia-publica/panel.html. Acesso em: 20 jun. 2023.

REACT. Uma biblioteca JavaScript para criar interfaces de usuário. 2022. Disponível em: https://pt-br.reactjs.org/. Acesso em: 06 dez. 2022.

RECKER, J. Scientific Research in Information System. Beginner's Guide (Progress in IS). Springer Berlin Heidelberg. 2015.

SACRAMENTO, Carolina Christina Nardi. Diretrizes para Produção de Alternativas ao Conteúdo Visual em Mídias Sociais Online sob a Perspectiva de Pessoas com Deficiência Visual. 2021. Tese (Doutorado em Informática) - Departamento de Informática Aplicada, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SACRAMENTO, C. C.; FERREIRA, S. B. L.; NARDI, L.; MARQUES, J. M. dos S. #PraCegoVer: Investigating the description of visual content in Brazilian online social media IHC ’20: Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. 2020. Disponível: https: //doi.org/10.1145/3424953.3426489. Acesso em: 27 jun. 2023.

SÃO PAULO. Orientações para Adoção de uma Linguagem Clara. 2017. Disponível em: http://www.governoaberto.sp.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/orientacoes_para_adocao_linguagem_clara_ptBR.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

SAÚDE. Painel do Coronavírus - Brasil. 2021. Disponível em: https://covid.saude.gov.br. Acesso em: 02 jan. 2022.

SILVA, M. J. A.; ALVES, M. C. A. A.; COSTA, I. F. Imagem - Uma Abordagem Histórica. 2007. Disponível em: http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/IMAGEM%20UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA.pdf. Acesso em: 21 fev. 2023.

SILVA, W. P.; MÓL, G. S.; SANTANA, R. O. O uso da ferramenta formulários do google para pesquisas com pessoas com deficiência visual. Revista Pesquisa Qualitativa, [S. l.], v. 8, n. 17, p. 221–235, 2020. DOI: 10.33361/RPQ.2020.v.8.n.17.250. Disponível em: https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/250. Acesso em: 22 mai. 2024.

SIQUEIRA, M. S. S.; FREIRE, A. P. Governo Eletrônico Brasileiro: Análise das Prática de Denúncias e Fiscalização pela População com Deficiência de Barreiras de

Acessibilidade. In: II Simpósio de Inovação, Empreendedorismo e Gestão Pública, 2018, Lavras. 2018.

SIU, A. F.; FAN, D.; KIM, G. S-H; RAO, H. V.; VASQUEZ, X.; O'MODHRAIN, S.; FOLLMER, S. COVID-19 highlights the issues facing blind and visually impaired people in accessing data on the web. W4A '21: Proceedings of the 18th International Web for All Conference April 2021, Article No.: 11 Pages 1–15. 2021. DOI: https://doi.org/10.1145/3430263.3452432. Acesso em: 21 dez. 2022.

STRANTZ, Adam. Beyond “Alt-Text” - Creating Accessible Data Visualizations with Code SIGDOC '21: Proceedings of the 39th ACM International Conference on Design of Communication, October 2021, Pages 331–337. 2021. DOI: https://doi.org/10.1145/3472714.3473661. Acesso em: 21 nov. 2022.

SUMMERS, C., E.; ALLISON, R., E.; LANGSTON, J., E.; COWLEY, J., A. Method for implementing digital data visualization e.g. line graph for visually impaired user, involves generating additional structured document code to associate accessibility information with graphical elements. US2014053055-A1, 2012.

TAKAGI, R.; ISHIHARA, T. Technology Advances and Standardization Toward Accessible Business Graphics. *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction. UAHCI 2007: Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services*, pp 426-435. 2007. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73283-9_48. Acesso em 17. jul. 2021.

TAVARES, Monica. A leitura da imagem interativa. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação – Campo Grande /MS. 2001. Disponível em: http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/144558845675061440801631072609918024028.pdf. Acesso em: 31 mar. 2023.

TCE-SP. Painel dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2023. Disponível em: https://painel.tce.sp.gov.br/pentaho/api/repos/%3Apublic%3AODS%3AODS.wcdf/generatedContent?userid=anony&password=zero. Acesso em: 10 jul. 2023.

TJDF. TJDFT adota o uso de linguagem simples e direito visual. Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios. 2021. Disponível em: https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/noticias/2021/setembro/tjdft-lanca-programa-e-adota-uso-de-linguagem-simples-e-direito-visual. Acesso em: 11 nov. 2021.

TUDO CELULAR. Cuidado! Google Forms é usado por golpistas para encontrar possíveis vítimas. 2021. Disponível em: https://www.tudocelular.com/seguranca/noticias/n169444/google-forms-usado-golpistas-encontrar-vitimas.html. Acesso em: 12 abr. 2023.

UFPEL. Explorando os recursos das tabelas dinâmicas. 2023. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/planilhasgoogle/modulo-intermediario/aula-5-trabalhando-com-tabelas-dinamicas/explorando-os-recursos-das-tabelas-dinamicas/. Acesso em: 31 mar. 2023.

UNG. Accessible Images & Alternative Text. 2023. Disponível em: https://ung.edu/web-communications/web-accessibility/images-alternative-text.php. Acesso em: 30 abr. 2023.

UNIVALI. DISCUSSÃO E APLICAÇÃO DO PROTOCOLO THINK ALOUD EM PESQUISAS SOBRE PROCESSO DECISÓRIO. 2019. Disponível em: https://www.redalyc.org/journal/4777/477759211002/html/. Acesso em: 20 nov. 2022.

US.GOV. Plainlanguage.gov. What is plain language? 2021. Disponível em: https://www.plainlanguage.gov/about/definitions/. Acesso em: 10 nov. 2021.

ZEINULLIN, M.; HERSH, M. Tactile Audio Responsive Intelligent System. Journals & Magazines, IEEE Access (Volume: 10), Page(s): 122074 - 122091, ISSN: 2169-3536. 2022. DOI: https://10.1109/ACCESS.2022.3223099

ZONG, J.; LEE, C.; LUNDGARD, A.; JANG, Ji.; HAJAS, D.; SATYANARAYAN, A. Rich Screen Reader Experiences for Accessible Data Visualization. Eurographics Conference on Visualization (EuroVis). 2022. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2205.04917?context=cs. Acesso em: 23 nov. 2022.

ZOU, H.; TREVIRANUS, J. ChartMaster: a Tool for Interacting with Stock Market Charts using a Screen Reader. *ASSETS 2015 is the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. Lisboa/Portugal. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2700648.2809862. Acesso em: 20 nov. 2022.

WAI. Web Accessibility Initiative. 2021. Disponível em: https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#what. Acesso em: 07 out. 2021.

WCAG. Web Content Accessibility Guidelines v2.0. 2008. Disponível em: https://www.w3.org/TR/WCAG20/. Acesso em: 05 set. 2021.

WCAG. Web Content Accessibility Guidelines v2.2. 2022. Disponível em: https://www.w3.org/TR/WCAG22/. Acesso em: 08 out. 2022.

WEBAIM. Altenative Text. 2021. Disponível em: https://webaim.org/techniques/alttext/. Acesso em: 09 jan. 2021.

WEBAIM. Web Acessibility in mind - Alternative Text. 2023. Disponível em: https://webaim.org/techniques/alttext/. Acesso em: 30 abr. 2023.

WHO. World Health Organization. Disability: What is e-accessibility? 2013. Disponível em: https://www.who.int/news-room/q-a-detail/what-is-e-accessibility. Acesso em: 07 out. 2021.

WIPO. The Use of Technological Information: Presentation of the TISC Platform, WIPO Green and other databases. 2017. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/mdocs/africa/en/ompi_inn_cas_17/ompi_inn_cas_17_t_8.pdf. Acesso em: 05 out. 2022.

W3C. Accessibility. 2016. Disponível em: https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility. Acesso em: 02 out. 2021.

W3C. World Wide Web. 2017. Disponível em: https://www.w3.org/TR/2017/REC-html52-20171214/. Acesso em: 25 ago. 2021.

W3C. WAI-ARIA Overview. 2022. Disponível em: https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/. Acesso em: 06 dez. 2022.

YIN, ROBERT. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3ª edição ISBN: 85-363-0462-6. Porto Alegre: Bookman. 2005.

YU, W.; REID, D.; BREWSTER, Stephen Anthony. Web-Based Multimodal Graphs for Visually Impaired People. In: 1st Cambridge Workshop on Universal Access and Assistive Technology (CWUAAT), Cambridge, England, 25-27 March 2002, ISBN 1852335955. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/29815460_Web-based_Multimodal_Graphs_for_Visually_Impaired_People. Acesso em: 02 jan. 2022.

APÊNDICE A - Protocolo do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL)

Para apoiar o MSL, utilizou-se a ferramenta Parsifal (PARSIFAL, 2023) nas fases de *Planejamento*, visando estabelecer o protocolo do MSL, incluindo a definição do objetivo, questões de pesquisa, palavras-chave e sinônimos, *string* de busca para localização de estudos[8], fontes de buscas, critérios de inclusão e exclusão e questões de qualidade (QQs), com pontuação para cada questão e valor de corte para a seleção dos estudos. Na fase de *Condução*, os estudos foram importados e selecionados. Essa fase envolveu as marcações de aceite, rejeição e duplicidade em cada repositório de dados, e a atribuição das pontuações com base nas (QQs).

Optou-se por essa ferramenta por ser disponibilizada de forma aberta na *Internet* e por estar em consonância com a proposta de Kitchenham (KITCHENHAM, 2004), que estabelece as seguintes etapas: 1. Seleção dos repositórios de dados; 2 Confecção das Questões de Pesquisa; 3. Elaboração da *string* de busca; 4. Critérios de seleção dos estudos.

1. **Seleção dos repositórios de dados:** foram utilizadas buscas em dois tipos de repositórios: 1. Científicos, como *ACM Digital Libray*[9]; *EI Compendex*[10]; *IEEE Xplorer*[11]; *ISI Web of Science*[12]; 2. Documentos em base de patentes, como a *Derwent World Patents Index™ (DWPI)*[13]. Para obter estudos relacionados à

[8] Termo utilizado para identificar na literatura, artigos no estado da arte, ou documentos de patente no estado da técnica.
[9] https://dl.acm.org/
[10] http://www.engineeringvillage.com
[11] https://ieeexplore.ieee.org
[12] http://www.isiknowledge.com
[13] https://clarivate.com/derwent/solutions/derwent-world-patent-index-dwpi/

temática de SIs, foi realizada uma busca na base do *Google Scholar*[14] direcionada à revista *iSys-Brazilian Journal of Information Systems*.

Cabe salientar que a busca em repositório de patentes foi realizada com base em um estudo da WIPO[15], que revelou que 80% das informações científicas/tecnológicas estão disponíveis em bases de documentos de patentes (WIPO, 2017).

2. **Confecção das Questões de Pesquisa:** Para efetuar o MSL em busca do que foi desenvolvido pela comunidade acadêmica e que estivesse muito próximo ao objetivo da pesquisa, foi considerada a seguinte Questão de Pesquisa Primária: "*Quais as tecnologias existentes que auxiliam na descrição de imagens dinâmicas na Web para o entendimento e transparência de informações que possam ser perceptíveis às pessoas com deficiência visual?"*.

   Para uma análise mais apurada dos resultados, foram formuladas algumas Questões de Pesquisa Secundárias (QPS) (Tabela 24), com base na visão de Felizardo et al. (FELIZARDO, NAKAGAWA, FABBRI, FERRARI, 2017), de que as QPS auxiliam na análise das particularidades do tópico discutido para refutar a Questão de Pesquisa Primária.

Tabela 24 - Questões de Pesquisa Secundárias

Código	Descrição
QPS1	Quais contribuições tecnológicas desenvolvidas?
QPS2	Quais plataformas, domínios, contextos abordados?
QPS3	Quais recursos utilizados para descrição de imagens?

Fonte: Do autor

[14] https://scholar.google.com/scholar?as_q=&as_publication=isys
[15] Fórum global para serviços, políticas, informações e cooperação de propriedade intelectual (PI).

3. **Elaboração da *string* de busca:** A *string* de busca foi composta de três partes ligadas pelo operador *AND*, sendo elaborada com base na estratégia PICO (*Population*, *Intervation*, *Comparison and Outcomes*). Na primeira parte, foram utilizadas para *population* as palavras-chave relacionadas às pessoas com deficiência visual. Na segunda, para *intervation,* as palavras-chave sobre acesso e entendimento das informações em imagens, como a descrição e a utilização de textos alternativos. Na terceira parte, para *outcomes*, foram utilizadas palavras-chave relacionadas a imagens. Dessa forma, a *string* foi formatada como *(("blind*" OR "screen reader user" OR "visual impairment" OR "visually impaired" OR "visually-impaired")* ***AND*** *(accessibility OR accessible OR "alt text" OR "alternative text" OR description OR interpretation)* ***AND*** *(chart OR graphic OR map OR dashboard OR panel))*.

   A base escolhida para a execução da *string* foi *Web Of Science*, que retornou 1.841 estudos. Ao analisar os títulos e resumos, foi identificado que alguns não estavam aderentes ao objetivo do MSL, retornando em muitos resultados, o que exigiu a calibração da *string* com a adição e remoção de algumas palavras-chave. Diante desse cenário, foram incluídas as palavras-chaves na segunda parte da *string*, como: "*accessibility data visualization*", "*accessible data visualization*", "*data visualization*". Na remoção foram as palavras-chave: *visually-impaired*, *accessibility*, *accessible*, *interpretation* e *panel*.

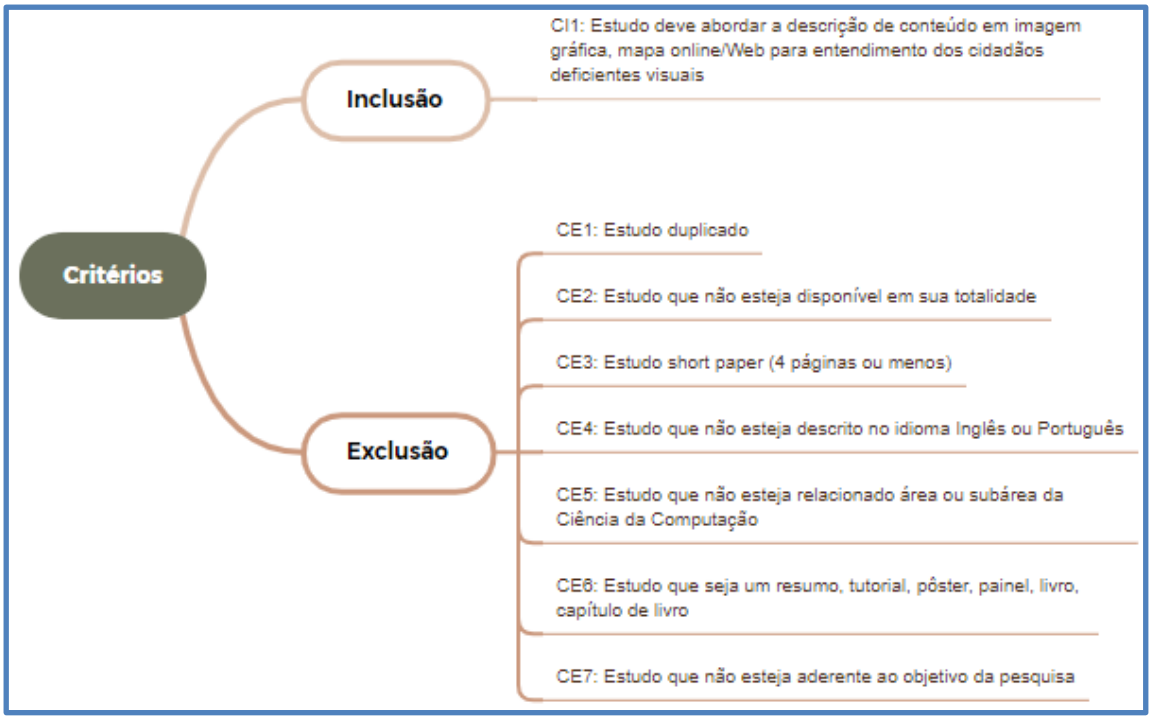
   A *string* final foi executada no mesmo repositório, onde foram encontrados 317 estudos, expressa da seguinte forma: ***(("blind*" OR "screen reader user" OR "visual impairment" OR "visually impaired") AND ("accessibility data visualization" OR "accessible data visualization" OR "alt text" OR "alternative***

text" OR "data visualization" OR "description") AND ("chart" OR "graphic" OR "map" OR "dashboard")).

Todos os estudos oriundos das bases mencionadas foram importados para a ferramenta Parsifal (PARSIFAL, 2023) no formato de arquivo "bib", contendo informações sobre autores, títulos, resumos, e ano da publicação. A importação dos estudos provenientes da *iSys* foi realizada manualmente, em uma planilha composta de onze colunas intituladas, como: título do estudo, autores, ano de publicação, CE1 ao CE7 e CI1.

4. **Critérios de seleção dos estudos:** Com base na lista de resultados dos mecanismos de busca das fontes de dados, que retornaram vários estudos primários, foi necessário aplicar os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE), visando à seleção de estudos que estivessem aderentes ao objetivo do MSL, após a leitura do título, resumo e palavras-chave. A Figura 61 sintetiza os critérios utilizados como filtros para a seleção dos estudos.

Figura 61 - Critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE)



Fonte: Do autor

Definido o protocolo para execução do MSL, foram identificados e importados os estudos primários. Em seguida, foram aplicados os critérios (CIs) e (CEs). Na etapa posterior, os estudos passaram pela avaliação de oito Questões de Qualidade (QQs), descritas na Tabela 25. O propósito das QQs foi de selecionar estudos produzidos que estivessem condizentes com o objetivo do MSL. Adotou-se uma escala numérica com pontuação máxima de 8,0 pontos, sendo atribuído o valor de 1,0 ponto se o estudo estivesse aderente a uma QQ e o valor 0 (zero) no caso de descumprimento da QQ. O valor de corte estabelecido foi de 5,0 pontos para a seleção dos estudos relevantes pelos pesquisadores.

Tabela 25 - Questões de Qualidade

Código	Descrição
QQ1	A abordagem metodológica está descrita de forma clara?
QQ2	O estudo revela a utilização de ferramentas de leitura de tela para captura das descrições?
QQ3	Os resultados dos testes, experimentos são relatados no estudo?

QQ4	Há alguma abordagem sobre como fornecer a transparência da informação?
QQ5	O estudo está relacionado a navegação *online*/*Web*?
QQ6	É relatado como realizar as descrições das informações em imagens dinâmicas?
QQ7	A percepção de imagens dinâmicas pelas pessoas com deficiência visual foi descrita no estudo?
QQ8	É retratada alguma forma de interação em imagens dinâmicas?

Fonte: Do autor

Do total dos estudos primários capturados, 1.019 (Tabela 26), obteve-se, após a 1ª triagem e remoção dos duplicados, 1.007 (98,82%) estudos. Na 2ª triagem, foram aplicados os critérios de exclusão (CE), resultando na eliminação de 980 (97,32%) estudos e na aceitação de vinte e sete estudos pelo critério de inclusão (CI). Cabe ressaltar que, dos 980 estudos eliminados, 694 (70,82%) não eram de acesso aberto ("*open access"*). Efetuada a 3ª triagem com a efetivação das questões de qualidade (QQs), foram selecionados onze estudos relevantes.

Tabela 26 - Processo de seleção dos estudos primários

Bases	**Cap.**	**1ª Triagem**		**2ª Triagem**		**3ª Triagem**	
		Dup.	**Res.**	**(CE)**	**(CI)**	**Rem**	**Sel.**
ACM DL	82	3	79	70	9	7	2
Derwent	30	0	30	27	3	2	1
El Compendex	477	9	468	464	4	2	2
IEEExplorer	110	0	110	106	4	3	1
WOS	317	0	317	310	7	2	5
ISys	3	0	3	3	0	0	0
Total	**1.019**	**12**	**1.007**	**980**	**27**	**16**	**11**

Fonte: Do autor

APÊNDICE B - Relação dos estudos e documentos de patentes aceitos, após o MSL

Na Tabela 27 estão sumarizados os estudos contendo o título, ano de publicação, a pontuação final das (QQs).

Tabela 27 - Estudos e documentos de patentes aceitos

Referência	Título do estudo ou documento de patente	Ano	Pontuação
(LUNDGARD, SATYANARAYAN, 2021)	*Accessible Visualization via Natural Language Descriptions: A Four-Level Model of Semantic Content*	2021	7.0
(BELLE, GOH *et al.*, 2022)	*Alt-Texify: A Pipeline to Generate Alt-text from SVG Visualizations*	2022	6.0
(STRANTZ, 2021)	*Beyond "Alt-Text" - Creating Accessible Data Visualizations with Code*	2021	6.0
(ZOU, TREVIRANUS, 2015)	*ChartMaster: a Tool for Interacting with Stock Market Charts using a Screen Reader*	2015	7.0
(JUNG, MEHTA *et al.*, 2021)	*Communicating Visualizations without Visuals: Investigation of Visualization Alternative Text for People with Visual Impairments*	2021	6.0
(SIU, FAN *et al.*, 2021)	*COVID-19 highlights the issues facing blind and visually impaired people in accessing data on the web*	2021	8.0
(SETIAWAN, PRIAMBODO *et al.*, 2019)	*Designing a Multimodal Graph System to Support Non-Visual Interpretation of Graphical Information*	2019	7.0
(ZONG, LEE *et al.*, 2022)	*Rich Screen Reader Experiences for Accessible Data Visualization*	2022	6.0

(SUMMERS, ALLISON *et al.*, 2012)	*Method for implementing digital data visualization e.g. line graph for visually impaired user, involves generating additional structured document code to associate accessibility information with graphical elements*	2012	6.0
(ZEINULLIN, HERSH, 2022)	*Tactile Audio Responsive Intelligent System*	2022	5.0
(SHARIF, ZHANG *et al.*, 2022)	*Understanding and Improving Information Extraction from Online Geospatial Data Visualizations for Screen-Reader Users*	2022	8.0

Fonte: Coleta de dados

APÊNDICE C - Carta Convite para os produtores de imagens dinâmicas

Meu nome é João Marcelo dos Santos Marques, sou aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), orientado pela Professora Doutora Simone Bacellar Leal Ferreira e estou realizando uma pesquisa para entender o processo de geração de imagens dinâmicas em *sites* governamentais pelos profissionais envolvidos no processo de produção destas imagens.

A usabilidade e acessibilidade são temas que estão, cada vez mais, despertando a atenção de governos e organizações públicas e privadas, o que motivou o presente estudo. Solicitamos sua colaboração, respondendo a algumas questões. Isto não tomará mais que dez minutos e será uma contribuição importante para a pesquisa sobre esse tema no Brasil.

Não há respostas certas ou erradas em relação a qualquer dos itens. Os dados de identificação não serão mencionados no relatório da pesquisa, o que preservará o anonimato e sigilo dos respondentes.

Se houver necessidade de maiores esclarecimentos, por favor entre em contato com os responsáveis pela pesquisa:

João Marcelo dos Santos Marques: joao.marques@uniriotec.br

CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/6922844909943922

Simone Bacellar Leal Ferreira: simone@uniriotec.br

CV Lattes: http://lattes.cnpq.br/0926018459123736

Núcleo de Acessibilidade e usabilidade da UNIRIO: http://nau.uniriotec.br/index.php/sobre/quem-somos

APÊNDICE D - Questionário com os produtores de imagens dinâmicas

E-mail

_____

Sociodemográfico

1. Qual a sua idade?

_____

2. Como se identifica em relação ao gênero sexual?

[escolha uma opção]

- Homem
- Mulher
- Prefiro não informar

3. Nível de escolaridade?

[escolha uma opção]

- Superior
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-doutorado

4. Formação profissional?

_____

5. Atuação ou cargo que exerce?

_____

Elaboração de imagens dinâmicas (gráficos, mapas, painéis)

6. Quantos anos possui de experiência na elaboração de imagens?

_____

7. Qual a frequência de produção de imagens?

[escolha uma opção]

- semanal
- mensal
- bimestral
- semestral
- anual

8. Quantas imagens já produziu?

_____

9. Participou de algum treinamento para a produção de imagens?

[escolha uma opção]

- Sim
- Não

10. Para a elaboração tomou como base alguma diretriz, documento, *template* definido pelo órgão?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

11. Os elementos, as imagens (gráficos, mapas), itens de menu, botões disponibilizados são elaborados de que forma?

[escolha uma opção]

□ Por conta própria

□ Em reunião com os gestores

□ Em reunião com os desenvolvedores, projetistas *Web*

□ Definidos em consulta pública

□ Outro: _____

12. Para a disponibilização dos elementos utiliza uma linguagem clara para um melhor entendimento do cidadão, visando fomentar a transparência pública?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

13. Qual a nota que você atribui da forma como as informações são publicadas no *site*, você julga que elas conseguem atingir o público dando a transparência pública?

[escolha uma nota de 1 a 10, sendo 1 péssima e 10 ótima]

Péssima Ótima

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14. Quem realiza os testes para a homologação das imagens?

[escolha uma opção]

- ☐ O próprio
- ☐ Gestores
- ☐ Desenvolvedores *Web*
- ☐ Área de qualidade/testes
- ☐ Outro: _____

15. Utiliza alguma pesquisa de satisfação dos usuários que acessam as imagens?

[escolha uma opção]

- ☐ Sim
- ☐ Não

16. Tem controle de qual tipo de público que acessa as imagens?

[escolha uma opção]

- ☐ Sim
- ☐ Não

Acessibilidade *Web*

17. Já ouviu falar de acessibilidade *Web*?

[escolha uma opção]

- ☐ Sim
- ☐ Não

18. Conhece alguma normativa jurídica sobre inclusão de deficientes no acesso às informações públicas?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

19. Já ouviu falar da ferramenta leitor de tela?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

20. Em caso afirmativo, qual o entendimento que você tem sobre o papel dessa ferramenta?

_____

21. Teve a oportunidade de contactar algum deficiente visual para conhecer como navega na *Web* e/ou utiliza o computador?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

22. Conhece ou já ouviu falar de diretrizes/*guidelines* de acessibilidade *Web*?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

23. Há alguma discussão ou medida em estudo para acessibilizar as imagens no órgão que atua, visando a inclusão dos deficientes?

[escolha uma opção]

□ Sim

□ Não

Tela de conclusão

Chegou ao final do questionário. Muito grato pela sua colaboração! Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade da UNIRIO. Conheça os trabalhos desenvolvidos pelo Núcleo em: http://nau.uniriotec.br

APÊNDICE E - Carta convite para as pessoas com deficiência visual total

Meu nome é João Marcelo dos Santos Marques, sou aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), orientado pela Professora Doutora Simone Bacellar Leal Ferreira e estou realizando uma pesquisa que foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIRIO.

Essa pesquisa tem como objetivo investigar, quais são as dificuldades enfrentadas pelas pessoas com deficiência visual total para o entendimento de imagens dinâmicas (imagens geradas *online*) em *sites* governamentais que utilizam *software* leitores de telas na interação com a *Internet* e que possuam no mínimo nível de escolaridade do ensino médio.

Solicitamos sua colaboração, respondendo a um questionário. Isto não tomará mais que quinze minutos e será uma contribuição importante para a pesquisa sobre esse tema no Brasil.

Não há respostas certas ou erradas em relação a qualquer dos itens. Os dados de identificação não serão mencionados no relatório da pesquisa, o que preservará o anonimato e sigilo dos respondentes.

Sua participação não é obrigatória, sendo a qualquer instante a sua desistência de participar e retirar seu consentimento sem qualquer prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Ao concordar em participar você aceita o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, disponível neste link em formato acessível.

Dúvidas sobre a pesquisa e mais esclarecimentos, por favor entre em contato com o pesquisador responsável: João Marcelo, no e-mail joao.marques@uniriotec.br ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da UNIRIO pelo telefone (21) 2542-7796.

☐ Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa (expostos no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e concordo em participar.

APÊNDICE F - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Questionário com as pessoas com deficiência visual total

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO: GRÁFICOS DINÂMICOS ACESSÍVEIS: DESCRIÇÃO DE INFORMAÇÕES SOB A LUZ DA TRANSPARÊNCIA AOS CIDADÃOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL TOTAL

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo deste estudo é conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Estamos coletando informações para investigar o entendimento e a transparência de informações em imagens dinâmicas no contexto de plataformas governamentais pelos cidadãos com deficiência visual total. Se você não quiser participar do estudo, isto não irá interferir na sua vida profissional/estudantil.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir integrar este estudo, você responderá um questionário *online* em seu computador ou celular *smartphone*, com estimativa de duração de aproximadamente 15 minutos. Nenhum dado de identificação será coletado ou registrado, com exceção do seu e-mail e/ou telefone, somente para fins de acompanhamento da pesquisa, caso você indique interesse em participar de etapas posteriores ou que deseja ser informado sobre seus desdobramentos e/ou ter acesso aos seus resultados individuais e/ou coletivos da pesquisa. Nenhuma informação de outra natureza será enviada a seu e-mail e/ou telefone, apenas as que forem concernentes a esta

pesquisa. Suas respostas ao questionário serão utilizadas como parte do objeto de pesquisa, apesar disso elas não serão identificadas na análise de dados.

RISCOS: Você pode achar que determinadas perguntas incomodam a você, porque as informações que coletamos são sobre suas experiências pessoais. Assim você pode escolher não responder quaisquer perguntas que o façam sentir-se incomodado/constrangido ou se julgar que sua privacidade está sendo invadida. Você pode desistir de preencher o questionário e/ou participar da pesquisa a qualquer momento, caso sinta-se desconfortável, estressado, cansado ou por qualquer outro motivo, inclusive se achar que a pesquisa está tomando muito do seu tempo e causando interferências à sua vida e rotina. Caso desista de participar da entrevista não irá sofrer nenhum tipo de penalização por parte do pesquisador, em que será enviado um e-mail a você pelo pesquisador dando ciência de que seus dados não serão utilizados no estudo. Na coleta de dados das entrevistas em plataformas virtuais você terá todo o direito, a liberdade de não ingressar no questionário para participar do estudo. Utilizando as plataformas virtuais para coleta de dados, poderá estar sujeito aos riscos de invasão de privacidade, não garantias do anonimato, possibilidade de registros de informações serem vazados, gravações de áudio, imagem desautorizadas por terceiros que possam acessar o ambiente virtual indevidamente. O *link* do questionário não será compartilhado com nenhum outro pesquisador, bem como não serão utilizados nenhum *software* de captura de tela para obter sua imagem para exposição em vídeos em redes sociais, e-mails ou qualquer outro meio eletrônico que possa resultar na sua identificação. O material da entrevista servirá para transcrição dos dados, em que cada participante será identificado por um codinome formado por letras e números mantendo-se o sigilo e confidencialidade em relação as suas respostas, respeitando os valores culturais, sociais, morais, éticos, hábitos e costumes. Após a finalização da coleta de dados virtual, o questionário será desativado para o

recebimento de respostas e os dados serão baixados para o computador pessoal do pesquisador, sem estar vinculado a plataforma de armazenamento compartilhado ou em nuvem.

BENEFÍCIOS: Sua resposta ajudará na investigação sobre quais são as dificuldades enfrentadas para o entendimento de informações em imagens dinâmicas nas plataformas governamentais. Participando deste estudo, você estará fornecendo mais informações sobre às preferências, às demandas para a descrição de imagens dinâmicas que possam ser perceptíveis e contribuam para a transparência de informações.

CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o sigilo sobre sua participação é assegurado. Nenhum dado será divulgado de maneira que possibilite sua identificação. Após a coleta *online* dos dados, todas as respostas serão transferidas para o computador do pesquisador e armazenadas em ambiente seguro e desconectado da Internet (offline).

DIREITO DE INDENIZAÇÃO E RESSARCIMENTO: Você não terá despesas e, também não será remunerado(a) pela participação nesse estudo. Todas as despesas que forem decorrentes da sua participação e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação serão ressarcidas em caso de danos, decorrentes da pesquisa da sua participação, sendo garantida a sua indenização pelo pesquisador. Em caso de danos, decorrentes da sua participação na pesquisa será garantida a sua indenização, necessitando a implementação de trâmites judiciais tradicionais. Para solicitar ressarcimento e /ou indenização deverá enviar e-mail para o endereço joao.marques@uniriotec.br.

DEVOLUTIVA DA PESQUISA: Depois de concluída e aprovada a tese será enviada em canal privado por e-mail em formato acessível para leitura por ferramenta de leitura

de tela pelo participante. A tese será disponibilizada, também em formato acessível no *site* do NAU-UNIRIO (Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) no endereço (http://nau.uniriotec.br) e no *site* do Programa de Pós-Graduação em Informática da UNIRIO no endereço (https://ppgi.uniriotec.br/bdtd-ppgi-unirio/). Para solicitar a devolutiva, enviar e-mail para o endereço informado ao final deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após a data de 31/07/2024.

DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS: Os resultados do estudo serão divulgados pelo pesquisador e por sua orientadora na literatura especializada ou em congressos e eventos científicos. Nenhuma informação será utilizada em prejuízo de pessoas e/ou comunidades, inclusive em termos de autoestima, prestígio e/ou qualquer interesse econômico - financeiro.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada no Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU). Possui vínculo com a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO através do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) do Departamento de Informática Aplicada, sendo o aluno de doutorado João Marcelo dos Santos Marques o pesquisador principal, sob a orientação da Professora Doutora Simone Bacellar Leal Ferreira. O investigador está disponível para responder a qualquer dúvida, através do e-mail joao.marques@uniriotec.br ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone (21) 2542-7796 ou e-mail cep@unirio.br. Você pode realizar o *download* ou imprimir este termo de consentimento para guardar com você.

Ao prosseguir para o questionário, você concorda em participar deste estudo.

APÊNDICE G - Questionário com as pessoas com deficiência visual total

Informações Sociodemográficas

1. Qual a sua idade?

_____

2. Como se identifica em relação ao gênero sexual?

- Homem
- Mulher
- Outro
- Prefiro não informar

3. Qual o seu nível de formação concluído?

- Ensino Médio
- Graduação (bacharelado/licenciatura)
- Pós-graduação especialização
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-doutorado

4. Qual a sua atividade profissional?

_____

5. Quantos anos você tem de experiência na utilização de alguma ferramenta de leitura de tela?

_____

<u>Sobre portais de governo, percepção e entendimento de imagens dinâmicas</u>

6. Você possui alguma familiaridade na navegação em portais, sites, plataformas de governo? Você pode indicar uma ou mais esferas ou nenhuma.

- ☐ Municipal
- ☐ Estadual
- ☐ Federal

7. Quais categorias de governo, você tem dificuldade para compreensão de informações em imagens? Você pode indicar uma ou mais categorias ou nenhuma.

- ☐ Assistência Social
- ☐ Cultura
- ☐ Educação
- ☐ Saúde
- ☐ Segurança Pública
- ☐ Trabalho
- ☐ Transporte
- ☐ Outro: _____

8. Você tem algum conhecimento de imagens de gráficos (linha, barra ou pizza)?

- ☐ Sim, tenho algum conhecimento
- ☐ Sim, tenho conhecimento
- ☐ Não tenho conhecimento

9. Caso tenha respondido "Sim", como você obteve conhecimento e em quais imagens de gráficos (linha, barra, pizza ou outro)?

_____

10. Que tipo de imagem, você tem dificuldade para interagir ou entender sobre as informações? Você pode indicar uma ou mais imagens ou outra imagem.

- ☐ Gráfico de linha
- ☐ Gráfico de barra
- ☐ Gráfico de Pizza
- ☐ Outro: _____

11. Como você consegue perceber que há uma imagem em uma página?

_____

12. Quais dificuldades que você enfrenta para o entendimento das informações nas imagens?

_____

<u>Sobre as próximas etapas e desdobramentos da pesquisa</u>

13. Você tem algum interesse e disponibilidade para participar das próximas etapas da pesquisa na modalidade (presencial ou remota na plataforma *Google Meet*)?

- ☐ Sim
- ☐ Não

14. Caso tenha respondido "Sim", informe o número do seu telefone celular (com código da cidade) ou se preferir, o e-mail.

_____

15. Você tem interesse em saber sobre os desdobramentos da pesquisa? Em caso afirmativo, informe o número do seu telefone celular (com código da cidade) ou caso prefira, o e-mail. Se já tiver informado anteriormente não precisa informá-lo novamente.

_____

16. Gostaria de fazer algum comentário ou sugestão para a pesquisa?

_____

Tela de conclusão

Chegou ao final do questionário. Muito grato pela sua colaboração! Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade da UNIRIO. Conheça os trabalhos desenvolvidos pelo Núcleo em: http://nau.uniriotec.br

APÊNDICE H - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Roteiro dos testes e entrevista semiestruturada (presencial ou remota) com as pessoas com deficiência visual total

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO: GRÁFICOS DINÂMICOS ACESSÍVEIS: DESCRIÇÃO DE INFORMAÇÕES SOB A LUZ DA TRANSPARÊNCIA AOS CIDADÃOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL TOTAL

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo deste estudo é conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Estamos coletando informações para investigar o entendimento e a transparência de informações em imagens dinâmicas no contexto de plataformas governamentais pelos cidadãos com deficiência visual total. Se você não quiser participar do estudo, isto não irá interferir na sua vida profissional/estudantil.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir integrar este estudo, você será convidado a realizar a interação em três páginas que contém imagens dinâmicas utilizando o seu dispositivo (computador *desktop* ou *notebook*) e ferramenta de leitura de tela que seja mais familiar. Essa interação será observada pelo pesquisador e durará aproximadamente 1 hora. Suas respostas à entrevista e a observação serão utilizadas como parte do objeto de pesquisa e não serão identificadas na análise dos resultados.

GRAVAÇÃO EM ÁUDIO: A entrevista e a interação em imagens dinâmicas serão gravadas em áudio. A gravação será ouvida por mim e será marcada com um número de identificação durante a gravação, de forma que seu nome não será utilizado. O documento que contém a informação sobre a correspondência entre números e nomes permanecerá em sigilo e em ambiente seguro. Os arquivos digitais com as gravações serão utilizados somente para coleta dos dados. Se você não quiser ser gravado em áudio, você não poderá participar deste estudo.

GRAVAÇÃO EM VÍDEO: Não haverá gravação em vídeo da entrevista e da interação em imagens dinâmicas.

REGISTROS FOTOGRÁFICOS: Não serão feitos registros fotográficos da entrevista e da interação em imagens dinâmicas.

RISCOS: Você pode achar que determinadas perguntas incomodam a você, porque as informações que coletamos são sobre suas experiências pessoais. Assim você pode escolher não responder quaisquer perguntas que o façam sentir-se incomodado/constrangido ou se julgar que sua privacidade está sendo invadida. Você pode desistir de participar da entrevista a qualquer momento, caso sinta-se desconfortável, estressado, cansado ou por qualquer outro motivo, inclusive se achar que a pesquisa está tomando muito do seu tempo e causando interferências à sua vida e rotina. Caso desista de participar da entrevista, testes não irá sofrer nenhum tipo de penalização por parte do pesquisador, em que será enviado um e-mail a você pelo pesquisador dando ciência de que seus dados não serão utilizados no estudo. Na coleta de dados das entrevistas, testes em plataformas virtuais você terá todo o direito, a liberdade de não ingressar na reunião para participar do estudo. Utilizando as plataformas virtuais para coleta de dados, poderá estar sujeito aos riscos de invasão de privacidade, não garantias do anonimato, possibilidade de registros de informações serem vazados, gravações de

áudio, imagem desautorizadas por terceiros que possam adentrar as salas virtuais indevidamente. O *link* da reunião não será compartilhado com nenhum outro pesquisador, bem como não serão utilizados nenhum *software* de captura de tela para obter sua imagem para exposição em vídeos em redes sociais, e-mails ou qualquer outro meio eletrônico que possa resultar na sua identificação. O material das entrevistas, testes serviram para transcrição dos dados, em que cada participante será identificado por um codinome formado por letras e números mantendo-se o sigilo e confidencialidade em relação as suas respostas, respeitando os valores culturais, sociais, morais, éticos, hábitos e costumes. Após a finalização da coleta de dados virtual, os dados serão baixados para o computador pessoal do pesquisador, sem estar vinculado a plataforma de armazenamento compartilhado ou em nuvem.

BENEFÍCIOS: Sua entrevista ajudará na investigação sobre quais são as dificuldades enfrentadas para o entendimento de informações em imagens dinâmicas nas plataformas governamentais. Participando deste estudo, você estará fornecendo mais informações sobre às preferências, às demandas para a descrição de imagens dinâmicas que possam ser perceptíveis e contribuam para a transparência de informações.

CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o sigilo sobre sua participação é assegurado. Nenhum dado será divulgado de maneira que possibilite sua identificação. Após coleta dos dados, todos os documentos e gravações produzidos serão transferidos para o computador do pesquisador e armazenados em ambiente seguro e desconectado da Internet (offline). Como foi mencionado anteriormente, seu nome não aparecerá nas gravações de áudio e em nenhum formulário a ser preenchido por nós.

DIREITO DE INDENIZAÇÃO E RESSARCIMENTO: Você não terá despesas e, também não será remunerado(a) pela participação nesse estudo. Todas as despesas que

forem decorrentes da sua participação e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação serão ressarcidas em caso de danos, decorrentes da pesquisa da sua participação, sendo garantida a sua indenização pelo pesquisador. Em caso de danos, decorrentes da sua participação na pesquisa será garantida a sua indenização, necessitando a implementação de trâmites judiciais tradicionais. Para solicitar ressarcimento e/ou indenização deverá enviar e-mail para o endereço joao.marques@uniriotec.br.

DEVOLUTIVA DA PESQUISA: Depois de concluída e aprovada a tese será enviada em canal privado por e-mail em formato acessível para leitura por ferramenta de leitura de tela pelo participante. A tese será disponibilizada, também em formato acessível no *site* do NAU-UNIRIO (Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) no endereço (http://nau.uniriotec.br) e no *site* do Programa de Pós-Graduação em Informática da UNIRIO no endereço (https://ppgi.uniriotec.br/bdtd-ppgi-unirio/). Para solicitar a devolutiva, enviar e-mail para o endereço informado ao final deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, após a data de 31/07/2024.

DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS: Os resultados do estudo serão divulgados pelo pesquisador e por sua orientadora na literatura especializada ou em congressos e eventos científicos. Nenhuma informação será utilizada em prejuízo de pessoas e/ou comunidades, inclusive em termos de autoestima, prestígio e/ou qualquer interesse econômico – financeiro.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada no Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU). Possui vínculo com a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO através do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) do Departamento de Informática Aplicada, sendo o aluno de

doutorado João Marcelo dos Santos Marques o pesquisador principal, sob a orientação da Professora Doutora Simone Bacellar Leal Ferreira. O investigador está disponível para responder a qualquer dúvida, através do e-mail joao.marques@uniriotec.br ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone (21) 2542-7796 ou e-mail cep@unirio.br. Você pode realizar o *download* ou imprimir este termo de consentimento para guardar com você.

Eu concordo em participar deste estudo.

Assinatura: _____

Data: _____

Endereço:_____

Telefone de contato: _____

Assinatura (Pesquisador): _____

Nome (Pesquisador):_____

Data: _____

APÊNDICE I - Roteiro da entrevista semiestruturada (presencial ou remota) com as pessoas com deficiência visual total

Roteiro da entrevista semiestruturada

Público-alvo: pessoas com deficiência visual total

Método de coleta: reunião *online* via plataforma *Google Meet*

Foco: descrição de informações de imagens dinâmicas de gráficos em *sites* governamentais

1ª Parte: Informações demográficas e ambiente de testes

1. Qual a sua idade?

[confirmar os dados fornecidos no questionário *Web*]

2. Qual a sua ocupação?

[confirmar os dados fornecidos no questionário *Web*]

3. Qual ambiente que irá utilizar para os testes?

- Sistema operacional *desktop*? Ou móvel (*Android* ou *iPhone*)?
- Navegador?
- Aplicativo leitor de tela?

4. Como prefere que sejam disponibilizados os endereços dos portais, *sites* governamentais?

- Por meio da rede social *Whatsapp*, e-mail, *chat* da ferramenta *Google Meet*?

2ª Parte: Questões sobre as barreiras, problemas enfrentados para descrição de informações em imagens dinâmicas de gráficos

1. Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?

[Relembrar a ordem de abertura dos portais no navegador, como o Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO), Painel ODS, Painel da ANCINE]

- As dificuldades em relação a interação, a percepção, a compreensão?

2. Como você conseguiu obter uma informação ou dado?

- Teclas, combinação de teclas utilizadas?
- Sobre os atalhos customizados para navegação no Portal da ANCINE?

3. Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?

[Sobre os gráficos de barra, linha e pizza]

- Tipo do gráfico, legendas, cores, fonte/origem do dado, valores máximo e mínimo?

[Sobre os gráficos de barra e linha]

- As descrições dos eixos na horizontal, vertical, escalas numéricas?

[Sobre o gráfico de pizza]

- A quantidade de fatias da pizza, percentuais, ordem dos valores?

[Outras informações que gostaria que fossem descritas?]

4. De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?

- Se consegue descrever como o *site* está construído?

- A localização do gráfico?
- Menu do Portal da ANCINE?

5. Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?

- De forma concisa, explicativa?
- Como um texto contendo todas as informações do gráfico?
- Detalhada descrevendo cada elemento do gráfico?
- De outra forma?

6. Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que o leitor de tela possa descrever as informações?

- Implementação de diretrizes, recomendações de acessibilidade?
- Orientação para os desenvolvedores *Web* na construção de *sites*, portais?

7. Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens?

- Se há alguma preocupação do governo em projetar, construir *sites*, portais para disseminarem as informações para todos os públicos?

8. Em relação aos testes realizados algum comentário?

- Sugestão, opinião sobre a pesquisa, acessibilidade dos testes?

9. Na próxima etapa da pesquisa que consistirá na validação de um protótipo de *interface*, você gostaria de participar?

[Se “sim” informar como será o ambiente de validação dos testes]

- Os tipos de gráficos;
- Formas de seleção para geração dos gráficos;
- Tempo estimado para os testes incluindo a realização de uma entrevista

APÊNDICE J - Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE): Roteiro da entrevista semiestruturada remota para validação do protótipo de interface com as pessoas com deficiência visual total

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO: GRÁFICOS DINÂMICOS ACESSÍVEIS: DESCRIÇÃO DE INFORMAÇÕES SOB A LUZ DA TRANSPARÊNCIA AOS CIDADÃOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL TOTAL

OBJETIVO DO ESTUDO: O objetivo deste estudo é conceber um conjunto de diretrizes para auxiliar na descrição de gráficos dinâmicos, visando um melhor entendimento e transparência de informações para as pessoas com deficiência visual total.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo. Estamos coletando informações para validar uma nova proposta de produção de imagens de dinâmicas para o entendimento e a transparência de informações no contexto de plataformas governamentais às pessoas com deficiência visual total. Se você não quiser participar do estudo, isto não irá interferir na sua vida profissional/estudantil.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir integrar este estudo, você participará da validação de um protótipo de interface *Web* que durará aproximadamente 45 minutos, em que você será convidado a interagir nesse protótipo para geração de imagens dinâmicas, como gráficos de linhas, barras e pizza. Ao final será realizada uma entrevista, em que suas respostas serão utilizadas como parte do objeto de pesquisa e serão registradas sob número de identificação durante o preenchimento. O documento

que conterá a informação sobre a correspondência entre números e nomes será mantido sob sigilo em ambiente seguro.

GRAVAÇÃO EM ÁUDIO: A entrevista e interação será gravada em áudio. A gravação será ouvida por mim e será marcada com um número de identificação durante a gravação, de forma que seu nome não será utilizado. O documento que contém a informação sobre a correspondência entre números e nomes permanecerá em sigilo e em ambiente seguro. Os arquivos digitais com as gravações serão utilizados somente para coleta dos dados. Se você não quiser ser gravado em áudio, você não poderá participar deste estudo.

GRAVAÇÃO EM VÍDEO: Não haverá gravação em vídeo da entrevista e da interação no protótipo de interface.

REGISTROS FOTOGRÁFICOS: Não serão feitos registros fotográficos da entrevista e da interação no protótipo de interface.

RISCOS: Você pode achar que determinadas perguntas incomodam a você, porque as informações que coletamos são sobre suas experiências pessoais. Assim você pode escolher não responder quaisquer perguntas que o façam sentir-se incomodado/constrangido ou se julgar que sua privacidade está sendo invadida. Você pode desistir de participar da validação, entrevista a qualquer momento, caso sinta-se desconfortável, estressado, cansado ou por qualquer outro motivo, inclusive se achar que a pesquisa está tomando muito do seu tempo e causando interferências à sua vida e rotina. Caso desista de participar da entrevista, testes não irá sofrer nenhum tipo de penalização por parte do pesquisador, em que será enviado um e-mail a você pelo pesquisador dando ciência de que seus dados não serão utilizados no estudo. Na coleta de dados das entrevistas, testes em plataformas virtuais você terá todo o direito, a liberdade de não ingressar na reunião para participar do estudo. Utilizando as plataformas virtuais para

coleta de dados, poderá estar sujeito aos riscos de invasão de privacidade, não garantias do anonimato, possibilidade de registros de informações serem vazados, gravações de áudio, imagem desautorizadas por terceiros que possam adentrar as salas virtuais indevidamente. O *link* da reunião não será compartilhado com nenhum outro pesquisador, bem como não serão utilizados nenhum *software* de captura de tela para obter sua imagem para exposição em vídeos em redes sociais, e-mails ou qualquer outro meio eletrônico que possa resultar na sua identificação. O material das entrevistas, testes serviram para transcrição dos dados, em que cada participante será identificado por um codinome formado por letras e números mantendo-se o sigilo e confidencialidade em relação as suas respostas, respeitando os valores culturais, sociais, morais, éticos, hábitos e costumes. Após a finalização da coleta de dados virtual, os dados serão baixados para o computador pessoal do pesquisador, sem estar vinculado a plataforma de armazenamento compartilhado ou em nuvem.

BENEFÍCIOS: Sua entrevista ajudará na elaboração de novas pesquisas direcionadas a descrição de imagens dinâmicas no segmento governamental. Participando deste estudo, você estará fornecendo mais informações que podem contribuir para a construção de plataformas governamentais mais inclusivas para cidadãos com deficiência visual total.

CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o sigilo sobre sua participação é assegurado. Nenhum dado será divulgado de maneira que possibilite sua identificação. Após coleta dos dados, todos os documentos e gravações produzidos serão transferidos para o computador do pesquisador e armazenados em ambiente seguro e desconectado da Internet (offline). Como foi mencionado anteriormente, seu nome não aparecerá nas gravações de áudio e em nenhum formulário a ser preenchido por nós.

DIREITO DE INDENIZAÇÃO E RESSARCIMENTO: Você não terá despesas e, também não será remunerado(a) pela participação nesse estudo. Todas as despesas que forem decorrentes da sua participação e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação serão ressarcidas em caso de danos, decorrentes da pesquisa da sua participação, sendo garantida a sua indenização pelo pesquisador. Em caso de danos, decorrentes da sua participação na pesquisa será garantida a sua indenização, necessitando a implementação de trâmites judiciais tradicionais. Para solicitar ressarcimento e/ou indenização deverá enviar e-mail para o endereço joao.marques@uniriotec.br.

DEVOLUTIVA DA PESQUISA: Depois de concluída e aprovada a tese será enviada em canal privado por e-mail em formato acessível para leitura por ferramenta de leitura de tela pelo participante. A tese será disponibilizada, também em formato acessível no *site* do NAU-UNIRIO (Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro) no endereço (http://nau.uniriotec.br) e no *site* do Programa de Pós-Graduação em Informática da UNIRIO no endereço (https://ppgi.uniriotec.br/bdtd-ppgi-unirio/). Para solicitar a devolutiva, enviar e-mail para o endereço informado ao final deste Termo de Consentimento Livre e esclarecido, após a data de 31/07/2024.

DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS: Os resultados do estudo serão divulgados pelo pesquisador e por sua orientadora na literatura especializada ou em congressos e eventos científicos. Nenhuma informação será utilizada em prejuízo de pessoas e/ou comunidades, inclusive em termos de autoestima, prestígio e/ou qualquer interesse econômico - financeiro.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada no Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU). Possui vínculo com a Universidade Federal do

Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO através do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) do Departamento de Informática Aplicada, sendo o aluno de doutorado João Marcelo dos Santos Marques o pesquisador principal, sob a orientação da Professora Doutora Simone Bacellar Leal Ferreira. O investigador está disponível para responder a qualquer dúvida, através do e-mail joao.marques@uniriotec.br ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone (21) 2542-7796 ou e-mail cep@unirio.br. Você pode realizar o *download* ou imprimir este termo de consentimento para guardar com você.

Eu concordo em participar deste estudo.

Assinatura: _____

Data: _____

Endereço:_____

Telefone de contato: _____

Assinatura (Pesquisador): _____

Nome (Pesquisador):_____

Data: _____

APÊNDICE K - Roteiro da entrevista semiestruturada remota para validação do protótipo de interface com as pessoas com deficiência visual total

Público-alvo: cidadãos com deficiência visual total que interagiam em *sites*, portais, plataforma de governo.

Procedimento: Foi solicitado que cada voluntário acessasse o protótipo de *interface*, através da URL (https://graficos-dinamicos-acessiveis-6d2638f7a957.herokuapp.com/) utilizando o navegador e leitor de tela de sua preferência. Após acessar a URL foi explicado ao participante que deveria realizar algumas tarefas (Tabela 28), a fim de que fossem gerados gráficos dinâmicos. Ao término cada cidadão foi submetido a uma entrevista semiestruturada.

Tabela 28 - Lista de tarefas para realização da validação do protótipo de interface

Painel Transparência Porto Velho	
Tarefa	**Descrição**
1	Selecionar o painel “Transparência Porto Velho”
2	Selecionar o ano
3	Localizar o gráfico “Balancete da Receita - Mês a Mês”
4	Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada
5	Informar o valor realizado para o mês de dezembro
6	Localizar o gráfico “Balancete da Receita - Valor acumulado”
7	Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada
8	Informar o valor acumulado para o mês de janeiro
Painel Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	
Tarefa	**Descrição**
1	Selecionar o painel “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”
2	Da caixa de lista “Selecione o Objetivo desejado”

3	Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada
4	Informar a descrição da meta e a quantidade de achados
Painel Indicadores do Mercado de Exibição	
Tarefa	**Descrição**
1	Localizar o gráfico “Público acumulado por ano cinematográfico”
2	Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter desse gráfico na forma resumida e detalhada
3	Informar o total de público
4	Localizar o gráfico “Público por semana cinematográfica”
5	Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada
6	Localizar o gráfico “Participação de público por nacionalidade da obra”
7	Descrever o tipo do gráfico e as informações que consegue obter na forma resumida e detalhada
8	Informar o percentual da participação de público por nacionalidade da obra "brasileira"

Fonte: Do autor

Roteiro da entrevista semiestruturada

Informações sociodemográficas

Ocupação que exerce: _____

Sobre a navegação na interface

1. Como foi sua experiência em relação a navegação, a interação, a percepção das informações nos gráficos (linha, barra, pizza)?

[Relembrar os gráficos dispostos no Portal da Transparência da Prefeitura Municipal de Porto Velho (RO), Painel ODS, Painel Indicadores do Mercado de Exibição]

2. As informações transmitidas pelo leitor de tela atenderam as suas necessidades, preferências para o seu entendimento?

- A linguagem utilizada nas descrições resumida e detalhada estavam claras para sua compreensão?

3. Os mecanismos de acessibilidade disponíveis ajudaram no acesso às descrições dos gráficos (linha, barra, pizza)?

- Teclas, combinação de teclas para localizar as informações nas imagens?

4. Conseguiu construir um modelo mental dos gráficos?

- Em relação ao tipo do gráfico e seus elementos, como títulos, descrições dos eixos na vertical e horizontal, valores dispostos em cada barra, ponto de uma linha, legendas, fontes, setores de uma pizza, maior e menor valor, quantidade de barras, linhas, se as linhas são lineares (sobrem ou descem), a unidade de medida dos valores, percentual de cada fatia da pizza.

5. Há necessidade de ser implementado ou aprimorado algum recurso para proporcionar a acessibilidade, transparência das informações?

APÊNDICE L - Tabulação do perfil sociodemográfico dos produtores de imagens dinâmicas

Na Tabela 29 estão ilustrados os dados sociodemográficos dos participantes. Para fins de formatação foi utilizada a legenda “Atividade” para representar os “Cargos ou Ocupações”.

Tabela 29 - Perfil sociodemográfico dos produtores

PIx	Idade	Gênero	Nível	Formação	Atividade
PI1	56	Mulher	Pós-doc.	Biologia	Pesquisadora
PI2	39	Homem	Mestrado	Geografia	Analista em Geoproc.
PI3	43	Homem	Mestrado	Eng. Cartográfica	Servidor Público
PI4	40	Mulher	Mestrado	Biblioteconomia	Analista da Informação
PI5	38	Homem	Doutorado	Geologia	Pesquisador
PI6	33	Homem	Superior	Ciência da Comp.	Cientista de dados
PI7	39	Homem	Doutorado	Geografia	Gestor em TI
PI8	44	Homem	Doutorado	Geologia	Especialista em Geoproc.
PI9	29	Mulher	Mestrado	Eng.Alimentos	Analista de Qualidade
PI10	41	Homem	Doutorado	Ciência da Inf.	Gestor em TI
PI11	35	Homem	Mestrado	Química	Especialista em Química
PI12	50	Homem	Doutorado	Análise de Sist.	Gerente de Projetos
PI13	39	Homem	Superior	Análise de Sist.	Desenvolvedor Pleno
PI14	44	Homem	Mestrado	Geografia	Tecnologista em Geogr.
PI15	39	Homem	Superior	Jornalismo	Auditor Federal
PI16	32	Mulher	Superior	Direito	Técnico Administrativo

Fonte: Do autor

APÊNDICE M - Tabulação do perfil sociodemográfico dos respondentes do questionário *Web*

Na Tabela 30 estão ilustrados os dados sociodemográficos dos participantes. Para fins de formatação utilizou-se as legendas “Graduação” e “Pós-Graduação” para representar respectivamente, os níveis de escolaridade “Graduação (bacharelado ou licenciatura)” e “Pós-Graduação Especialização”. O termo “Exp. Anos” foi considerado para representar os “Anos de experiência na utilização do leitor de tela”.

Tabela 30 - Perfil sociodemográfico dos respondentes

Rx	Idade	Gênero	Nível Escolar	Atividade Profissional	Exp. Anos
R1	50	Homem	Pós-Graduação	Servidor Público Federal	20
R2	42	Mulher	Mestrado	Engenheira de Produção	5
R3	40	Homem	Pós-Graduação	Servidor Público Federal	30
R4	50	Homem	Pós-Graduação	Servidor Público Federal	30
R5	39	Mulher	Pós-Graduação	Psicoterapeuta	28
R6	58	Mulher	Pós-Graduação	Mediadora no Judiciário	15
R7	60	Mulher	Graduação	Professora	25
R8	48	Homem	Graduação	Tecnólogo em Sistemas	10
R9	52	Mulher	Ensino Médio	Servidora Pública Federal	20
R10	38	Homem	Graduação	Consultor em Acessibilidade	11
R11	39	Homem	Pós-Graduação	Coaching e Mentoria	7
R12	24	Homem	Ensino Médio	Auxiliar Administrativo	13
R13	52	Homem	Ensino Médio	Músico, guitarrista	25
R14	44	Mulher	Doutorado	Servidora Pública Federal	23
R15	56	Homem	Pós-Graduação	Advogado	20
R16	21	Homem	Ensino Médio	Autônomo	13
R17	42	Homem	Pós-Graduação	Professor	8
R18	34	Mulher	Graduação	Psicóloga	10
R19	45	Mulher	Graduação	Cantora	26
R20	50	Homem	Pós-Graduação	Servidor Público Federal	30
R21	20	Mulher	Ensino Médio	Massoterapia	8

R22	38	Homem	Graduação	Servidor Público Municipal	23
R23	51	Mulher	Graduação	Técnica em Sustentabilidade	10
R24	64	Homem	Ensino Médio	Produtor Musical	10
R25	35	Mulher	Ensino Médio	Atendente de *Call Center*	15
R26	63	Homem	Graduação	Professor de Matemática	7
R27	36	Mulher	Graduação	Vendedor	18
R28	28	Homem	Pós-Graduação	Professor	20
R29	33	Mulher	Graduação	Massoterapeuta	7
R30	28	Homem	Graduação	Engenheiro de *Software*	15
R31	48	Homem	Mestrado	Analista de Sistemas	25
R32	58	Homem	Pós-Graduação	Professor Aposentado	20
R33	34	Mulher	Graduação	Bancária	10
R34	53	Mulher	Pós-Graduação	Técnica Judiciária Federal	22
R35	51	Mulher	Graduação	Servidora Pública Estadual	10
R36	32	Mulher	Graduação	Psicóloga	20
R37	22	Homem	Ensino Médio	Analista de Testes *Web*	14
R38	50	Mulher	Pós-Graduação	Técnica de Massoterapia	25
R39	42	Mulher	Graduação	Servidora Pública Federal	15
R40	40	Homem	Mestrado	Especialista de Agilidade	22
R41	50	Mulher	Mestrado	Analista em Acessibilidade	20

Fonte: Do autor

APÊNDICE N - Opções de atalho de teclado e recursos de acessibilidade para interação no painel

As Figuras 62 a 65 referem-se aos atalhos de teclado e os recursos de acessibilidade implementados para navegação no painel.

Figura 62 - Teclas de atalho

Frequently used shortcuts

To do this action	Press
Move focus between sections	Ctrl + F6
Move focus forward in a section	Tab
Move focus backward in a section	Shift + Tab
Select or clear selection of an object	Enter or spacebar
Multi-select objects	Ctrl + spacebar
Keytips to navigate and select ribbon buttons	Alt

On visual

To do this action	Press
Move focus to visual menu	Alt + Shift + F10
Show data	Alt + Shift + F11
Enter a visual	Ctrl + Right arrow
Enter a layer	Enter
Exit a layer or visual	Esc
Select or clear selection of a data point	Enter or spacebar
Multi-select	Ctrl + Enter or Ctrl + spacebar
Right-click	• Windows keyboard: **Windows context key** + F10. The Windows context key is between the Left Alt key and the Left Arrow Key • Other keyboard: Shift + F10
Clear selection	Ctrl + Shift + C

Fonte: (MICROSOFT, 2023b)

Figura 63 - Teclas para navegação em tabela, matriz e painel

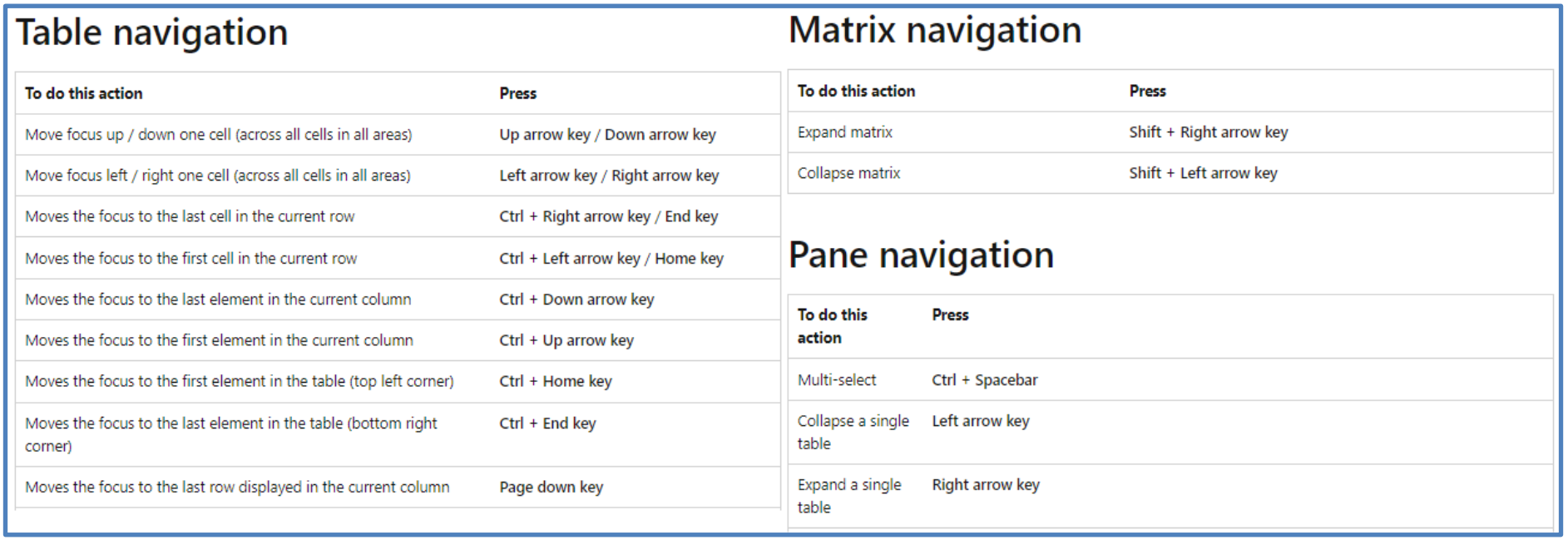


Table navigation

To do this action	Press
Move focus up / down one cell (across all cells in all areas)	Up arrow key / Down arrow key
Move focus left / right one cell (across all cells in all areas)	Left arrow key / Right arrow key
Moves the focus to the last cell in the current row	Ctrl + Right arrow key / End key
Moves the focus to the first cell in the current row	Ctrl + Left arrow key / Home key
Moves the focus to the last element in the current column	Ctrl + Down arrow key
Moves the focus to the first element in the current column	Ctrl + Up arrow key
Moves the focus to the first element in the table (top left corner)	Ctrl + Home key
Moves the focus to the last element in the table (bottom right corner)	Ctrl + End key
Moves the focus to the last row displayed in the current column	Page down key

Matrix navigation

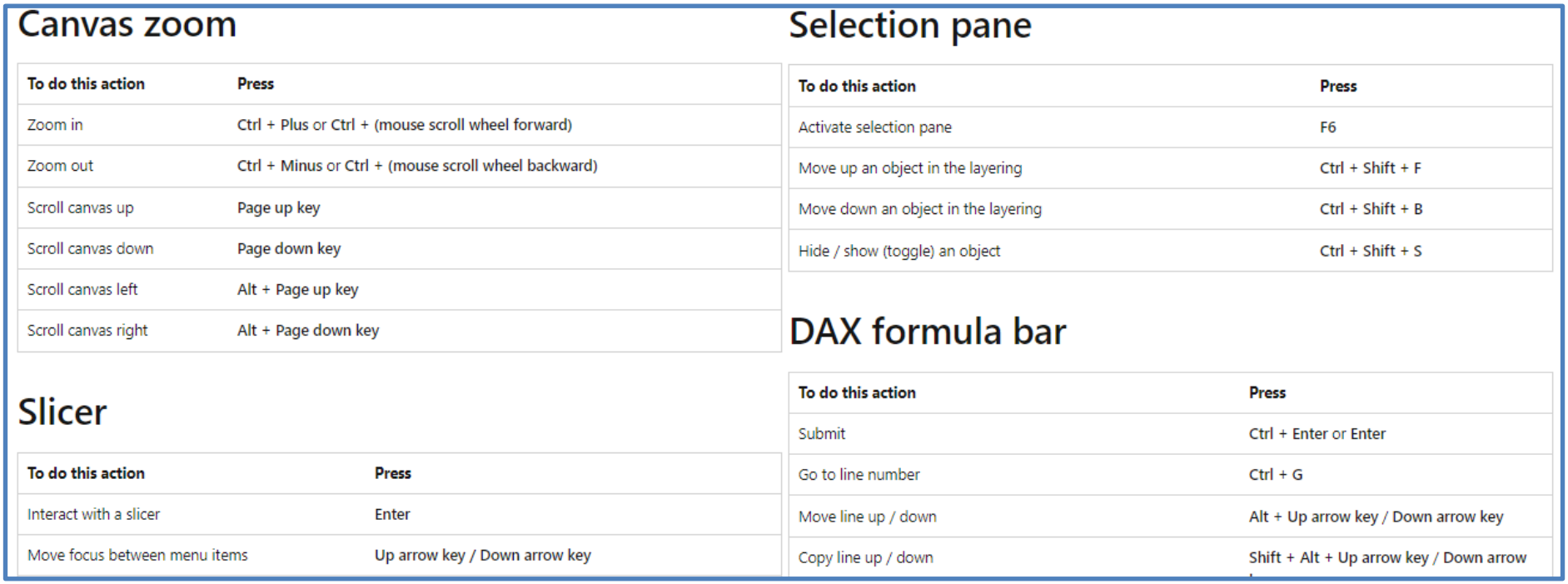
To do this action	Press
Expand matrix	Shift + Right arrow key
Collapse matrix	Shift + Left arrow key

Pane navigation

To do this action	Press
Multi-select	Ctrl + Spacebar
Collapse a single table	Left arrow key
Expand a single table	Right arrow key

Fonte: (MICROSOFT, 2023b)

Figura 64 - Teclas para aumento de *Canvas*, seleção em painel, segmentação de dados e operações em fórmulas



Canvas zoom

To do this action	Press
Zoom in	Ctrl + Plus or Ctrl + (mouse scroll wheel forward)
Zoom out	Ctrl + Minus or Ctrl + (mouse scroll wheel backward)
Scroll canvas up	Page up key
Scroll canvas down	Page down key
Scroll canvas left	Alt + Page up key
Scroll canvas right	Alt + Page down key

Slicer

To do this action	Press
Interact with a slicer	Enter
Move focus between menu items	Up arrow key / Down arrow key

Selection pane

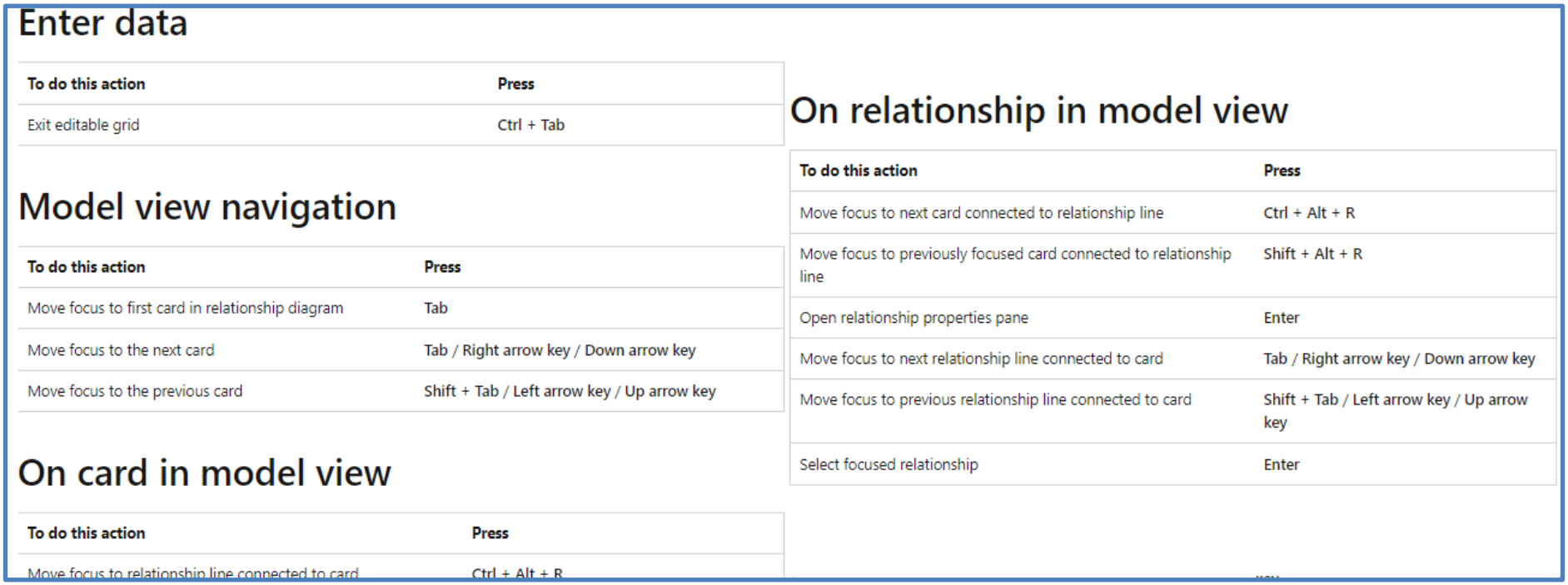
To do this action	Press
Activate selection pane	F6
Move up an object in the layering	Ctrl + Shift + F
Move down an object in the layering	Ctrl + Shift + B
Hide / show (toggle) an object	Ctrl + Shift + S

DAX formula bar

To do this action	Press
Submit	Ctrl + Enter or Enter
Go to line number	Ctrl + G
Move line up / down	Alt + Up arrow key / Down arrow key
Copy line up / down	Shift + Alt + Up arrow key / Down arrow

Fonte: (MICROSOFT, 2023b)

Figura 65 - Teclas para entrada de dados, navegação e relacionamento em modelo e cartões



Enter data

To do this action	Press
Exit editable grid	Ctrl + Tab

Model view navigation

To do this action	Press
Move focus to first card in relationship diagram	Tab
Move focus to the next card	Tab / Right arrow key / Down arrow key
Move focus to the previous card	Shift + Tab / Left arrow key / Up arrow key

On card in model view

To do this action	Press
Move focus to relationship line connected to card	Ctrl + Alt + R

On relationship in model view

To do this action	Press
Move focus to next card connected to relationship line	Ctrl + Alt + R
Move focus to previously focused card connected to relationship line	Shift + Alt + R
Open relationship properties pane	Enter
Move focus to next relationship line connected to card	Tab / Right arrow key / Down arrow key
Move focus to previous relationship line connected to card	Shift + Tab / Left arrow key / Up arrow key
Select focused relationship	Enter

Fonte: (MICROSOFT, 2023b)

APÊNDICE O - Perfil demográfico e características do ambiente de testes

Na Tabela 31 estão ilustradas algumas características demográficas dos voluntários e do ambiente dos testes. Foi utilizada a legenda "Duração" para representar o tempo dos testes, "S.O" para o sistema operacional, "Leitor" para o leitor de tela, "Compartilhamento" para o Compartilhamento de tela, "Acesso" para a forma de acesso aos endereços dos portais.

Tabela 31 - Perfil e características do ambiente de testes

Vx	Idade	Atividade Profissional	Duração	Navegador	S.O	Leitor	Compartilhamento	Acesso
V1	48	Servidor Público Federal	56'25"	Chrome	Windows 10	NVDA	Sim	Chat
V2	50	Servidor Público Federal	54'50"	Chrome	Windows 11	NVDA	Sim	E-mail
V3	24	Auxiliar Administrativo	45'22"	Chrome	Windows 10	NVDA	Sim	Chat
V4	60	Servidora Pública Federal	59'34"	Edge	Windows 10	NVDA	Não	Chat
V5	48	Tecnólogo em Sistemas	59"13"	Edge	Windows 10	NVDA	Sim	Chat
V6	50	Servidor Público Federal	59'57"	Chrome	Windows 10	JAWS	Não	Chat
V7	42	Professor de Pedagogia	59'51"	Chrome	Android	Tallback	Não	Whatsapp
V8	39	Coaching, Mentoria	40'23"	Safari	ios versão10	Voice over	Não	Whatsapp
V9	50	Servidor Público Federal	58'34"	Chrome	ios versão10	Voice over	Não	E-mail
V10	28	Professor	44'54"	Edge	Windows 10	NVDA	Não	Whastapp
V11	40	Servidor Público Federal	58'13"	Chrome	Windows 11	NVDA	Não	Chat

V12	70	Psicoterapeuta, consultora em acessibilidade	59’48”	Edge	Windows 10	JAWS	Não	Chat

Fonte: Do autor

APÊNDICE P - Tabulação das respostas das entrevistas semiestruturadas do estudo de campo referente às pessoas com deficiência visual total na realização dos testes em portais governamentais

As Tabelas 32 a 39 apresentam os relatos das entrevistas semiestruturadas do estudo de campo com as pessoas com deficiência visual total durante a realização dos testes em portais governamentais.

Tabela 32 - Dados extraídos das respostas da Questão 1 (Quais foram as barreiras que você encontrou para obter as informações dos gráficos?)

Vx	Resposta
V1	A barreira maior foi quando cheguei naquelas informações do painel da ANCINE. O leitor de tela falava tudo de uma vez só. Não havia a opção de serem soletradas palavras utilizando CTRL, seta para frente e para trás. Tive que reduzir a velocidade do sintetizador para entender o gráfico. O gráfico que tive mais facilidade foi da pizza. De colunas, barras teria que ser colocado um percentual para que eu pudesse entender melhor.
V2	A primeira delas é muita imagem que se tem. O leitor de tela falava muito do último painel, o da ANCINE. Segundo são as informações, como cartão, o que seria um cartão?, cartão de que?, seria uma foto?. Essa é uma barreira de entendimento ficando muito vago. A terceira coisa é que a navegação nos gráficos, painéis, está de forma complicada, porque algumas informações são dadas de forma contínua. O leitor de tela fala público e eu não sei sobre o total, semana, ano. É muita informação para decorar e ter um entendimento do que tem no gráfico. Teria que ter algum recurso para que eu não pudesse decorar todas essas informações que o leitor de tela fala, ou seja, quais informações que eu gostaria de ouvir, soletrá-las, repeti-las. Do portal da transparência e do painel ODS não tem descrição de nada do gráfico para que minha compreensão. Senti dificuldade de navegar com TAB e setas para obter alguma informação.
V3	Uma delas foi uma lista grande de atalhos de teclado que se torna muito difícil de decorar para navegar nos gráficos da ANCINE. A outra é própria organização

	da página que dificulta bastante a navegação e localização dos elementos na página. E não tenho um contexto para me orientar.
V4	A barreira que eu encontrei é que não tenho nenhuma informação do contexto e das informações dos gráficos nos três *sites*. Se eu não fosse persistente em explorar o gráfico com as teclas que uso na primeira dificuldade eu desistira. A falta de acessibilidade é a barreira principal.
V5	Tive uma enorme dificuldade de alertas de aviso, informações de que há um gráfico na página. Não há textos alternativos.
V6	As barreiras foram grandes. Do Portal da Transparência deveria ter uma legenda acima do gráfico dizendo que tinha um gráfico que é de tal tipo, quais são os dados. Não consegui extrair nenhum dado do gráfico do ODS. Da ANCINE foi difícil, porque tive que usar várias teclas ao mesmo tempo para conseguir alguma informação. Mesmo usando o JAWS que é um leitor de tela bom e pago.
V7	A grande questão aqui é que muitas vezes a gente chega ao cabeçalho de uma informação. Só que a informação tem uma imagem de gráfico sem descrição. Mais o gráfico em si nos *sites*, eles me retratam apenas a informação de dados sem acesso nenhum em relação ao tipo e detalhes do gráfico. Tudo indica que esses gráficos talvez estejam pormenorizados junto das imagens, ou seja, continuam tendo acesso somente pelo visual. Não tem acesso por exemplo a um *pop-up* que leva a um gráfico acessível.
V8	Desses *sites* que acessei faltou chegar na informação. Nem consegui chegar na informação. Do painel ODS foi o único que falou que tinha um gráfico na página.
V9	O leitor de tela não conseguiu ler o gráfico, portanto falta acessibilidade no *site*.
V10	Então as barreiras principais são a localização de informação. Para poder localizar a informação é difícil. Quando consegui obter alguma informação não entendi, o que ela quis dizer.
V11	Bom alguns portais não identificam que tipo de gráfico estava na página. Dos dois primeiros *sites* que foram da transparência e painel ODS, sequer o leitor mencionava que havia um gráfico. No terceiro da ANCINE que está na plataforma Gov.BR, ela não é acessível. Os gráficos do painel estão em uma aplicação complexa. O leitor dizia qual era o tipo do gráfico que já é uma boa informação para gente ter uma ideia. Porém a navegação não é nem intuitiva.

	Essa forma de interação que a gente tem não é parecida como *Windows* com as páginas que navego, em que o leitor identifica os cabeçalhos, as descrições textuais, as listas, menus, caixas de texto. A navegação nesses três *sites*, ela é bem específica fora do padrão que estou acostumado em navegar.
V12	São todas, desde não encontrar um gráfico, título, algum detalhe da informação. É muito raro termos detalhes, informações de um gráfico. Às vezes conseguimos ter uma descrição do tipo do gráfico de linhas e as outras informações, os detalhes não são informados. Foi o que aconteceu nesses *sites*.

Fonte: Do autor

Tabela 33 - Dados extraídos das respostas da Questão 2 (Como você conseguiu obter uma informação ou dado?)

Vx	**Resposta**
V1	Utilizando as teclas que estou acostumado, como as setas direcionais, as teclas TAB, ENTER e G.
V2	Só consegui obter informação pressionando as teclas das setas, ENTER e ESC.
V3	Usando as teclas do leitor de tela, como as setas, ENTER, TAB, ESC.
V4	Usando as teclas das setas, ESC, BARRA DE ESPAÇO, ENTER
V5	Utilizei as teclas do leitor de tela, como o INSERT e R que carregam uma imagem. Depois SHIFT e seta para baixo que o leitor de tela lê o que tem dentro da imagem. Nesse sentido o programador pode colocar os metadados da imagem para ser lido pelo leitor de tela.
V6	Achei que no *site* tivesse teclas de acessibilidade e não tinha. Então tentei com as do JAWS. Percorri a tela utilizando as setas. No último painel, usei o ESC e ENTER e não tive muito sucesso. Teclei o R, B, G de gráfico.
V7	Então pelo *desktop* o leitor de tela trabalha na base do DOS. Haja vista que tem que haver descrição de tudo em um *site*, porque a nossa caixa de entrada são os ouvidos eu encontrei muita dificuldade. Acessei a pontualidade onde o gráfico está. Da ANCINE não foi. Para mim o *TalkBack* não fornece suporte à descrição dos gráficos.
V8	Apertando, selecionando no celular. O leitor de telas do iPhone (Voice over) faz uma descrição rasa e insuficiente.
V9	Não obtive por conta da falta de acessibilidade.

V10	Eu fiz de tudo. Tentei a tecla G, teclas para cabeçalho, setas, TAB, ENTER. Com as setas e o TAB foi o que conseguiu mais navegar, ou seja, usei todos os artifícios.
V11	Usando as teclas ENTER, ESC de forma sistemática que não foi tão simples.
V12	Pressionando a tecla G de gráfico, as setas, TAB e as teclas que estou acostumada a utilizar.

Fonte: Do autor

Tabela 34 - Dados extraídos das respostas da Questão 3 (Quais são as informações que você gostaria que fossem descritas de cada gráfico?)

Vx	**Resposta**
V1	Seria o eixo abcissa e ordenada. O significado de cada eixo, por exemplo em um gráfico de linhas teria que ter a descrição do gráfico. O interessante do gráfico seria eu poder caminhar nessa linha. E nessa linha o leitor de tela ir falando as coordenadas.
V2	Então deveria ter uma descrição antes do gráfico, por exemplo: no gráfico de linhas, tem quantas linhas horizontais, são lineares, sobem ou descem.
V3	As legendas seriam importantes para eu saber do que se trata o gráfico. A cor depende muito da situação que você vai utilizar o gráfico, por exemplo selecione a cor azul para fazer determinada análise. Talvez alguma coisa que possa ligar e desligar esses recursos de legendas, dos eixos, das cores. Eu achei um barato, quando o leitor falou: gráfico de linhas, pizza, barras. Isso é legal é importante para os deficientes visuais.
V4	Eu acho que os valores maiores e menores em um gráfico de linhas, barras é muito importante. Cor não sei se faria muita diferença. Se fosse em uma legenda dá para ter uma ideia. Porém para quem nunca enxergou, nasceu cego é indiferente. Para mim que conheci gráficos, eu gostaria de saber as cores.
V5	Eu queria todas as informações possíveis do gráfico para eu formatar na minha mente. Isso para mim fica muito mais fácil no sentido da audição, principalmente eu que já enxerguei consigo formatar um modelo mental. Normalmente chamamos de formatação acústica. Os metadados do gráfico são muito importantes, principalmente quando não temos textos alternativos. Isso mostraria a estrutura do gráfico que está no *site*.

V6	No gráfico de pizza eu gostaria que tivesse os percentuais e o que eles significam. Cor para mim é irrelevante. Nas linhas e barras teria que ter os dados explicadinhos para que eu tenha noção dos dados.
V7	Como pedagogo vou ser bem objetivo. Para mim teria que ter o modelo de um gráfico revelando o seu tipo, ou seja, gráfico de barra, linha, pizza, outros, as quantidades em percentuais com suas representações, legendas e suas cores.
V8	Informações dos eixos, legendas, fontes, escalas que o leitor de tela pudesse falar para gente.
V9	Gostaria que as informações fossem colocadas em colunas na posição horizontal, contendo os dados completos.
V10	Apresentar as informações dentro de um contexto com os valores básicos do gráfico. De linhas e barras navegar com as setas dizendo os valores que estão na horizontal e vertical. Em relação a cor não me ajudaria. Seria florir muito e não vejo sentido.
V11	Olha a cor para mim nunca foi algo concreto, porque eu tenho deficiência congênita. Uma pessoa que não conhece as cores e as cores estando presente no gráfico, ela tem que decorar as cores e não consegue fazer uma associação. E isso dificulta muito a compreensão do gráfico. Como não tem como associar aquela cor a nada, já que eu não conheço a cor, eu vou decorar. Mais isso vai ajudar minimamente a minha compreensão do gráfico. Com relação ao tipo do gráfico ao desenho em si do gráfico, como o de barras seria interessante eu saber são quantas barras existem, quantas barras ocupam, quantos por cento do espaço a ser preenchido. No gráfico de linhas a quantidade de linhas, se elas são retas, se estão subindo e vão descendo, em que ponto isso acontece, em que medidas elas estão descritas. Isso tudo é relevante para a minha compreensão. Da pizza eu tenho bastante dificuldade e para mim é pior para entender. Eu teria que ter essas informações em texto, ou seja, a descrição de cada fatia como o menor valor é tal, o maior valor é tal, existem tantas fatias, estão numa ordem cronológica. O gráfico para quem enxerga é uma coisa maravilhosa, porque bate o olho e enxerga o gráfico por inteiro na sua frente e consegue localizar em uma fração de segundos as informações. Agora para os cegos é tudo muito diferente. Nós não temos a visão total e sim a fragmentada. Quando estamos no meio de um gráfico não lembramos do que tem no início. A tabela é a mesma coisa.

	Quando ela é acessível e não tem muitas colunas e linhas fica mais fácil de entender.
V12	Gostaria que estivesse disponível toda a informação e que fossem acessíveis. A representação para mim não tem tanto a importância. Uma boa descrição já é suficiente. Muitas vezes os gráficos são complexos e colocam as informações em dimensões em uma tabela que tem várias linhas e colunas usando o HTML as tags . Quando usam isso os leitores de tela trabalham, interpretam e passam a informação muito mal de forma errada que não dá para saber direito dos valores, categorias, legendas dos gráficos.

Fonte: Do autor

Tabela 35 - Dados extraídos das respostas da Questão 4 (De que forma a disposição das informações das imagens na página, *site* ajudaram para a construção do seu modelo mental?)

Vx	**Resposta**
V1	Não ajudou muito, pois nos *sites* do Portal da Transparência e do ODS fiquei perdido para localizar os gráficos
V2	Não houve descrição. Portanto não consegui montar um modelo mental desses gráficos.
V3	Não deu para montar um modelo mental, pois foi difícil.
V4	Eu consegui porque desde pequena fui treinada para construir esse tipo de modelo. Quando o leitor falou gráfico de pizza, eu já imaginei uma pizza em fatias na página. Quando fala em linha pensei em uma linha linear. Não sei se estava assim. Porém consigo montar um modelo das páginas que navego. Apesar de pouca ou quase nenhuma acessibilidade dos *sites*.
V5	Como não tive a informação não deu para construir nada. Então sem informação fico perdido como eram os gráficos.
V6	Nos dois primeiros foi zero de modelo mental. No painel da ANCINE me veio a mente, como se eu estivesse em um formulário. Não tive a ideia de um gráfico com os dados.
V7	Do Portal da Transparência não me ajudou em nada. Já o segundo *site* foi muito preciso. Não meu deu o gráfico com os detalhes. Porém cheguei na informação de que havia um gráfico no *site*. Só que não saiu dessa palavra.
V8	Não.

V9	Não pude montar, pois não houve acessibilidade, teve baixa funcionalidade.
V10	Não ajudaram em nada.
V11	Não. Eu tive apenas algumas informações. Eu não tenho a menor ideia de como as informações estavam dispostas no *site*.
V12	Não ajudaram nem um pouco.

Fonte: Do autor

Tabela 36 - Dados extraídos das respostas da Questão 5 (Para você as informações dos gráficos devem ser disponibilizadas em uma linguagem clara?)

Vx	**Resposta**
V1	No máximo a mais resumida o possível. Ou de repente as duas formas. A mais resumida para um início e depois que tivesse acostumado com o gráfico a forma detalhada seria melhor.
V2	Eu gostaria que fosse detalhada. Entendo que deveriam ter dois botões: um para você ter a resumida e a outra a detalhada.
V3	Algo bem explicativo, objetivo. Acho que detalhada começa a ficar muito chato, cansativo, confuso de entender.
V4	Para mim tem que ser clara e resumida.
V5	Se quero a informação, eu quero muito detalhe para ter mais exatidão do gráfico.
V6	Depende de cada gráfico. Às vezes a informação de que preciso é muito pouca, ou seja, a resumida já basta. Eu quero só o dado. Mais certos gráficos, eu necessito do detalhe. Como se fosse um dicionário, em que eu quero saber o significado mais detalhado de um dado. É interessante ter o resumido para quem está consultando o dado e o geral, o detalhado para quem é mais técnico.
V7	Elas devem aparecer detalhadas de forma a dar sentido ao propósito do gráfico. Não precisa ser excessivo. O gráfico pode estar falando de um assunto, mas não precisa entrar na historicidade de um determinado assunto. Um exemplo seria se eu quisesse saber como está a distribuição das desigualdades sociais do Brasil e mostrando onde estão os maiores conglomerados, recursos financeiros. Bastaria me dizer os percentuais por região geográfica que ficaria feliz. Se eu quisesse a historicidade da informação que é uma outra coisa, eu iria procurar para entender ou estudar. Não precisa ser extremamente detalhado naquilo que extrapole o que o gráfico trás.

V8	Acho que o básico. O que realmente precisa ter. Um gráfico de tantas barras, na vertical, na horizontal informando os valores dos eixos. Com isso já tenho algumas referências. A cor para mim não tem nenhuma relevância.
V9	Deve ser clara e explicativa.
V10	De forma objetiva, navegável. O leitor de tela já tem atalhos, teclas especificas para diversos objetivos de uma página. Não há necessidade de mais teclas. Deveriam ser utilizadas as teclas do leitor de tela e ser feito um sistema navegável com essas teclas.
V11	Depende da minha necessidade. Se for um gráfico superficial, eu vou preferir as informações mais detalhadas. Depende de cada situação.
V12	Depende do contexto. Pode ser que eu esteja consultando um gráfico para ver a tendência e o geral. Nesse sentido um resumo já basta. Em outras situações gostei do gráfico quero me aprofundar e vou querer saber dos detalhes.

Fonte: Do autor

Tabela 37 - Dados extraídos das respostas da Questão 6 (Quais são os mecanismos ou recursos que deveriam ser desenvolvidos para que o leitor de tela possa descrever as informações?)

Vx	**Resposta**
V1	Eu pensei nessa situação de o leitor de tela ler a linha que estou navegando no gráfico. Acho que seria interessante ter esse recurso. A voz humana acho que seria melhor para descrever as informações dos gráficos.
V2	Para navegar no gráfico de linhas horizontais pressione tais teclas. Para repetir as informações pressione tais teclas. Quais são os caminhos que posso seguir, navegar. Adotar o modelo universal e que tivessem implementadas as diretrizes de acessibilidade. Isso ajudaria muito aos deficientes visuais.
V3	Olha eu não sei bem como são montados esses painéis. Creio que sejam um *frame* com imagens embutidas, *script*. Eu acho que os desenvolvedores não utilizam as *tags* de acessibilidade do HTML5. O NVDA está tendo um bom suporte com as *tags* do HTML5 e os desenvolvedores não usam as boas práticas de programação na *Web*, o que está descrito nas cartilhas de acessibilidade, diretrizes de acessibilidade, como WCGA e E-MAG. As pessoas não respeitam. Cada desenvolvedor tem sua filosofia de programação. A falta dessa programação prejudica muito a navegação para os deficientes visuais.

V4	Deveria pensar em recursos para interagir mais com o cego ou com deficientes e não pensam nisso em nenhum momento, quando desenvolvem as imagens gráficas.
V5	Eu vejo que qualquer imagem que tiver metadados de informação sobre descrição, os leitores de tela facilmente irão ler para os cegos. O importante é alimentar o gráfico de informações. Quanto mais informação tiver melhor para meu entendimento. Como exemplo o *Facebook* que tem dois tipos de textos alternativos que muitas pessoas não sabem disso, porque não usam os leitores de tela. Um é o primário e o outro o secundário. No primário, o leitor de tela fala o que está sendo mostrado na imagem. Já no secundário, ele me fala a posição dos elementos na imagem.
V6	Aí tem que ver como é apresentado esse gráfico. Tem a camada que apresenta a informação e o leitor de tela vai pegar essa camada e traduzir para os deficientes. Quem faz o *site*, os desenvolvedores nem sabem que existem o leitor de tela. Ainda tem mais um dado interessante. Existem no mercado três leitores de tela muito populares: NVDA, JAWS e *Voice over*. Cada um tem sua especificidade. Vou dar um outro exemplo. Os desenvolvedores criaram esses gráficos para deixar a interface bonitinha nessas ferramentas. Por outro lado, nem sabem que existem as diretrizes de acessibilidade e por outro lado essas ferramentas nem sabem que existem as diretrizes de acessibilidade. Daqui a pouco tempo vamos ter as vozes de pessoas famosas narrando tudo com o uso da IA substituindo a voz robotizada do leitor de tela.
V7	Então os núcleos de tecnologias têm os cientistas da informação bem pontuais. Agora acessibilidade eu costumo dizer que é bastante simples. O que eu gostaria que tivesse em um portal, *site* é que tivesse ao lado de cada gráfico, o símbolo universal da pessoa com deficiência que aí eu saberia que o gráfico é acessível. Quando eu clicasse no símbolo, o leitor de tela me daria a descrição.
V8	Cara, talvez inserir algum lugar do texto dizendo: esses gráficos são acessíveis para os deficientes visuais ou para quais tipos de deficiência. Alguma coisa que indicassem isso no início, porque ir até o final da página para encontrar essas informações seria muito ruim.
V9	Cabe a um especialista em programação esclarecer pontos técnicos.

V10	Colocar atalhos mais intuitivo, como citei utilizando as teclas: *page down*, *page up*, setas para direita, esquerda. Nada que fosse desenvolvido para decorar.
V11	Isso não depende do leitor de tela. Depende do conteudista. Dele inserir as informações corretamente de quem produziu os gráficos. A folha em pixel, o CSS que deve ser em percentagens para que eu possa acessar pelo celular ou qualquer dispositivo. A chamada responsividade.
V12	A página tem que estar toda acessível, principalmente toda a informação que gerou o gráfico. É preciso primeiro que os desenvolvedores façam o básico que é seguir as diretrizes, recomendações de acessibilidade para disponibilizar informações acessíveis nos gráficos que estão em portais, *sites*.

Fonte: Do autor

Tabela 38 - Dados extraídos das respostas da Questão 7 (Para você, qual é o propósito dessas plataformas de governo ao disseminarem informações nessas imagens?)

Vx	**Resposta**
V1	Exemplificar às informações que são colocadas nas imagens. Porém tem que ter um olhar para os deficientes visuais.
V2	Como o mundo é visual, primeiramente é atingir o público que enxerga para montar uma *interface* bonita, cheia de recursos, cores, imagens. Não há uma preocupação de atingir o público como um todo, esquecem dos deficientes visuais das pessoas excluídas.
V3	Querem passar informações, dados estatísticos
V4	Sinceramente para os deficientes visuais nenhum propósito, pois não há acessibilidade. Essas plataformas não conseguem atingir um público como o nosso, deixam para lá. Na verdade, largam para lá.
V5	Divulgar a informação com os recursos visuais que são mais utilizados. Porém tem que pensar que a informação é para todos.
V6	Acho que primeiro de tudo, eles querem mostrar que estão atualizados. Aí eles querem se modernizar, como se fosse uma modinha, tendência, os painéis dinâmicos.
V7	Eu observo que se tratando de prestação de contas, exposição da informação, liberação de dados, divulgação da gestão pública, eu imagino que a ideia é que seja acessível a todos e todas independente do grau de conhecimento e

	dificuldade. De uma forma geral esses *sites* querem divulgar a transparência. Só que devem lutar para que a transparência seja para todos.
V8	Talvez de maneira resumida, bonita visualmente para quem enxerga que chama mais atenção visualmente. Só que acaba não sendo inclusivo e sim exclusivo.
V9	O propósito destes *sites* é a transparência. Todavia por falta de conhecimento deixam a desejar na questão de acessibilidade.
V10	Nos dois primeiros portais, não tem informação nenhuma. Para nós cegos não atingiu objetivo, nenhum propósito.
V11	Acho que eles querem passar a informação de forma mais intuitiva o possível. Só que para quem não enxerga isso não funciona.
V12	Eu não tenho nem ideia, porque os *sites* de governo são tão inacessíveis que não me sinto capacitada para dar uma resposta conclusiva. Só posso dizer que é difícil obtermos uma boa informação das páginas de governo. Quando diz respeito aos gráficos as coisas pioram muito. É uma briga constante com o governo nos três níveis federal, estadual e municipal. Só na época do governo eletrônico a dez anos atrás que era acessível. Depois houve desmonte e tudo acabou.

Fonte: Do autor

Tabela 39 - Dados extraídos das respostas da Questão 8 (Em relação aos testes realizados algum comentário?)

Vx	**Resposta**
V1	O que mais sinto falta é do texto alternativo nas imagens. Muitos portais de governo carecem desse texto. Se tiver uma boa descrição, já é suficiente.
V2	Quero parabenizar pelo trabalho que você está realizando e comentar da importância da acessibilidade *Web*.
V3	Acho que deve fazer uma comparação de um *site* desse tipo com um *site* tendo as diretrizes de acessibilidade implementadas.
V4	Você está de parabéns pelo trabalho. É muito importante, quando pensamos em outras pessoas. E você está nesse caminho.
V5	É muito importante esse trabalho que você está fazendo.
V6	Foram bem elucidativos. Para mim foi revelador saber que tem informação do governo é totalmente inacessível e de difícil acesso.

V7	Eu acho que essa contribuição para acessibilizar gráficos deveriam ouvir as minorias, ou seja, deveriam buscar usuários, recrutar voluntários para que possam opinar sobre os *sites* governamentais. A própria Transparência Brasil seria um caminho. Todo *site* que tem vínculo com a administração pública deveria recrutar essas minorias para que fosse criado um banco de informações para serem consultados pelos desenvolvedores para construção de plataformas, *sites* acessíveis. Ajudaria muito na transparência e na construção da informação.
V8	Não. Do jeito que você está abordando está no caminho certo.
V9	Não necessito pontuar.
V10	Não.
V11	Sim. Gostaria de enfatizar que os conteudistas, desenvolvedores *Web* possam entender às necessidades dos deficientes visuais, a fim de programarem os gráficos para serem lidos corretamente pelo leitor de tela. A gente carace de pesquisas como essa. A nossa vida seria mais fácil, se as pessoas se preocupassem com a acessibilidade na *Internet*.
V12	Você está fazendo um trabalho muito importante. Se pudermos escolher as opções para sabermos o que tem no gráfico seria ótimo.

Fonte: Do autor

APÊNDICE Q - Algumas teclas disponibilizadas pelo leitor de tela NVDA para navegação em portais e *sites*

Na Tabela 40 estão descritas algumas teclas que podem ser utilizadas pelos deficientes visuais para navegação na *Web*.

Tabela 40 - Teclas de navegação na *Web*

Teclas	**Descrição**
H	Mover para o próximo título
F	Mover para o próximo campo de formulário (caixa de edição, botão, ente outros)
K	Mover para o próximo *link*
D	Mover para o próximo ponto de referência
L	Mover para a próxima lista
T	Mover para a próxima tabela
I	Mover para o próximo item de uma lista
B	Mover para o próximo botão
G	Mover para o próximo gráfico
NVDA+F7	Listar vários tipos de elementos, como *links* e títulos
NVDA+CTRL+ESPAÇO	Mover o foco atual para fora do objeto incorporado e para o documento que o contém

Fonte: (NVDA, 2023)

APÊNDICE R - Códigos na linguagem *Javascript* para acessibilizar gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza)

Para prover acessibilidade às descrições em gráficos dinâmicos (barra, linha e pizza) foram implementadas algumas funções na linguagem *Javascript*. Uma delas é a função "*AccessibleChartJS*" (Figura 66), responsável por chamada as funções "*BarAccessibleDescription*", "*LineChartAccessibleDescription*" e "*PieAccessibleDescription*" para a construção dos gráficos, respectivamente de barra, linha e pizza. O retorno dessa função encontra-se no código HTML (Figura 67).

Cabe ressaltar que as funções na linguagem *Javascript* estão sob a patente **BR512024003298-3** (MARQUES, RIBEIRO, LOPES, 2024), conforme o Registro de Programa de Computador publicado na Revista Eletrônica da Propriedade Intelectual (RPI[16]) Nº 2802. Os direitos autorais são protegidos pela Lei nº 9.609 de 19 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), que estabelece sanções e penalidades descritas no *Capítulo V - Das Infrações e das Penalidades*, nos Artigos 12 ao 14.

[16] https://revistas.inpi.gov.br/rpi/

Figura 66 - Trecho de código da função "*AccessibleChartJS*"

```
export default function AccessibleChartJS({
  config,
}: AccessibleChartJSProps<number[], string | number>) {
  const ref = useRef<HTMLCanvasElement>(null);

  const metadata = getMetadataByChartType(config);

  /** Obter o título do gráfico, se houver */
  const title =
    (config.options?.plugins?.title?.text as string) ?? "Gráfico sem título

  /** Número de séries de dados */
  const numSeries = config.data.datasets.length;

  /** Montar descrição */
  let description = `${metadata.name}`;
  if (numSeries === 0) {
    description += " vazio.";
  } else if (numSeries === 1) {
    description += " com uma série de dados.";
  } else {
    description += ` com ${numSeries} séries de dados.`;
  }

  /** Obter o título do eixo horizontal, se houver */
  const hAxisTitle = (config.options?.scales?.x as CartesianScaleOptions)?.
    ?.text;
  let hAxisDesc = `O gráfico possui um eixo horizontal${
    hAxisTitle ? ` exibindo ${hAxisTitle}.` : "."
  }`;

       /** Se os dados do eixo forem númericos, obter min e max. */
       const vAxisRange = getMinMax(config.data.datasets[0].data);
       let vAxisRangeDesc: string | undefined = undefined;
       if (vAxisRange?.max) {
         vAxisRangeDesc = ` Os dados variam de ${numeroPorExtenso(
           vAxisRange.min
         )} a ${numeroPorExtenso(vAxisRange.max)}.`;
       }

  /** Se os dados do eixo forem númericos, obter min e max. */
  const hAxisRange = getMinMax(config.data.labels);
  let hAxisRangeDesc: string | undefined = undefined;
  if (hAxisRange) {
    hAxisRangeDesc = `Os dados variam de ${hAxisRange.min} a ${hAxisRange.m
  }

  /** Obter o título do eixo vertical, se houver */
  const vAxisTitle = (config.options?.scales?.y as CartesianScaleOptions)?.
    ?.text;
  let vAxisDesc = `O gráfico possui um eixo vertical${
    vAxisTitle ? ` exibindo ${vAxisTitle}.` : "."
  }`;
```

Fonte: Protótipo

Figura 67 - Trecho de código do retorno da função "*AccessibleChartJS*"

```
  return (
    <figure tabIndex={0} role="region">
      <canvas ref={ref} aria-label={title} />
      <div className="_aria_only">
        <div>{description}</div>
        {metadata.hasAxis && <div>{hAxisDesc}</div>}
        {metadata.hasAxis && hAxisRangeDesc && <div>{hAxisRangeDesc}</div>}
        {metadata.hasAxis && <div>{vAxisDesc}</div>}
        {metadata.hasAxis && vAxisRangeDesc && <div>{vAxisRangeDesc}</div>}
        {!extended && <div>Clique para descrição detalhada dos dados.</div>
        {extended && (
          <>
            {config.type === "line" && (
              <LineChartAccessibleDescription config={config} />
            )}
            {config.type === "bar" && (
              <BarAccessibleDescription config={config} />
            )}
            {config.type === "pie" && (
              <PieAccessibleDescription config={config} />
            )}
            <div>Clique para retornar à descrição resumida dos dados.</div>
          </>
        )}
      </div>
    </figure>
  );
}
```

Fonte: Protótipo

No início do trecho de código, obtém-se o tipo do gráfico. Em seguida, realiza-se uma busca pelo título do gráfico, identificando se há títulos nos eixos na horizontal e vertical, e se os dados são numéricos, para obter os valores máximo e mínimo. Como retorno, é gerado um código dinâmico em HTML que utiliza as *tags* <*figure*> <*canvas*> e <*div*>, contendo os metadados dos gráficos, como título, descrições dos eixos na horizontal e vertical, dados e legendas.

Para possibilitar acesso às descrições no gráfico de barras, elaborou-se a função "*BarAccessibleDescription*", como mostra a Figura 68.

Figura 68 - Trecho de código da função "*BarAccessibleDescription*"

```
  /**
   * Descrição acessível para gráficos de barras.
   * @returns Componente de descrição acessível para gráficos de barras.
   */
  function BarAccessibleDescription({
    config,
  }: BarAccessibleDescriptionProps<number[], string | number>) {
    // quantidade de barras
    const dataSetLength = config.data.datasets[0].data.length;

    const metadata = getMetadataByChartType(config);

// o nome do tipo de gráfico no singular e plural
// Ex: barra, barras
const { singular, plural } = metadata.components;

// definir entre singular e plural
const componente = pluralize(dataSetLength, singular, plural);

// título do eixo X
const hAxisTitle =
  (config.options?.scales?.x as CartesianScaleOptions)?.title?.text ?? "";

// título do eixo Y
const vAxisTitle =
  (config.options?.scales?.y as CartesianScaleOptions)?.title?.text ?? "";

const barColor = config.data.datasets[0].backgroundColor;
return (
  <>
    <div>{`${dataSetLength} ${componente} de dados${getCorStr(
      barColor
    )}.`}</div>
    {config.data.labels?.map((label, index) => {
      const value = config.data.datasets[0].data[index];
      const indexp1 = index + 1;
      return (
        <div>{`Barra ${indexp1} de ${dataSetLength}: ${hAxisTitle} ${label}: ${vAxisTitle}: ${numeroPorExtenso(
          value
        )}.`}</div>
      );
    })}
  </>
              );
            }
```

Fonte: Protótipo

Para acesso às informações no gráfico de linhas, confeccionou-se a função "*describleChartLines*", como ilustra a Figura 69, que é chamada pela função "*LineChartAccessibleDescription*" (Figura 70).

Figura 69 - Trecho de código da função "*describleChartLines*"

```
/**
 * Gera, sequêncialmente, uma descrição para cada ponto da linha.
 *
 * @param chartData Os dados do gráfico.
 * @returns Um array contendo a descrição de cada ponto da linha.
 */
function describeChartLines(
  chartData: ChartData<ChartType, number[], string | number>
): string[] {
  const descriptions: string[] = [];

  const labels = chartData.labels!;

  /** Iterar por cada linha */
  for (const dataset of chartData.datasets) {
    const values = dataset.data;

    /** Iterar por cada ponto da linha atual */
    for (let i = 0; i < values.length; i++) {
      const current = values[i];
      const previous = values[i - 1];

      if (i === 0) {
        descriptions.push(
          `A linha ${dataset.label} inicia em ${numeroPorExtenso(current)}
            labels[i]
          }.`
        );
      } else {
        if (current > previous) {

            descriptions.push(
              `Sobe para ${numeroPorExtenso(current)} em ${labels[i]}.`
            );
          } else if (current < previous) {
            descriptions.push(
              `Desce para ${numeroPorExtenso(current)} em ${labels[i]}.`
            );
          } else {
            descriptions.push(
              `Se mantém em ${numeroPorExtenso(current)} em ${labels[i]}.`
            );
          }
        }
      }
    }

    return descriptions;
  }
```

Fonte: Protótipo

Figura 70 - Trecho de código da função "*LineChartAccessibleDescription*"

```
/**
 * Descrição acessível para gráficos de linha.
 * @returns Componente de descrição acessível para gráficos de linha.
 */
function LineChartAccessibleDescription({
  config,
}: LineChartAccessibleDescriptionProps<number[], string | number>) {
  const numSeries = config.data.datasets.length;
  const { singular, plural } = getMetadataByChartType(config).components;
  return (
    <>
      <div>{`${numSeries} ${
        [0, 1].includes(numSeries) ? singular : plural
      } de dados.`}</div>
      {describeChartLines(config.data).map((desc) => (
        <div>{desc}</div>
      ))}
    </>
  );
}
```

Fonte: Protótipo

Para acesso as descrições no gráfico de pizza, implementou-se a função "*PieAccessibleDescription*", como mostra a Figura 71.

Figura 71 - Trecho de código da função "*PieAccessibleDescription*"

```
/**
 * Descrição acessível para gráficos de setores.
 * @returns Componente de descrição acessível para gráficos de setores.
 */
function PieAccessibleDescription({
  config,
}: PieAccessibleDescriptionProps<number[], string | number>) {
  // quantidade de setores
  const dataSetLength = config.data.datasets[0].data.length;

  const metadata = getMetadataByChartType(config);

  // o nome do tipo de gráfico no singular e plural
  // Ex: setor, setores
  const { singular, plural } = metadata.components;

  // definir entre singular e plural
  const componente = pluralize(dataSetLength, singular, plural);

  const total = arraySum(config.data.datasets[0].data);

  // título do eixo X
  const hAxisTitle =
    (config.options?.scales?.x as CartesianScaleOptions)?.title?.text ?? ""

  // título do eixo Y
   const vAxisTitle =
     (config.options?.scales?.y as CartesianScaleOptions)?.title?.text ?? "";

   return (
     <>
       <div>{`${dataSetLength} ${componente} de dados`}</div>
       {config.data.labels?.map((label, index) => {
         const value = config.data.datasets[0].data[index];
         const indexp1 = index + 1;
         return (


    <div>{`Setor ${indexp1} de ${dataSetLength}: ${hAxisTitle} ${label}: ${vAxisTitle}: ${numeroPorExtenso(
      value
    )} (${getPercentage(value, total)}% do total).`}</div>
  );
 })}
 </>
);
}
```

Fonte: Protótipo

APÊNDICE S - Tabulação das respostas das entrevistas semiestruturadas da validação do protótipo pelas pessoas com deficiência visual total

Na Tabelas 41 a 45 estão ilustrados os relatos das entrevistas semiestruturadas da validação do protótipo pelas pessoas com deficiência visual total.

Tabela 41 - Dados extraídos das respostas da Questão 1 (Como foi sua experiência em relação a navegação, a interação, a percepção das informações nos gráficos (linha, barra, pizza)?)

Ux	Resposta
U1	Olha comparado com aquele dos outros testes, eu achei esse aqui fenomenal. Achei muito tranquilo, responsivo, leve para o leitor de tela. Acho que está cobrindo as diretrizes, embora eu mesmo não sei todas as diretrizes. Mas eu vejo que está pegando bastante, cobrindo bastante. Não está difícil andar aqui. Eu realmente fiquei maravilhado. Eu estou falando sério. Não por causa da pesquisa para agradar a pesquisa. Não, não é! Eu nunca vi uma descrição assim. Desse jeito.
U2	Comparado com o que fiz naqueles testes, esse está bem mais acessível. Achei que ficou bom. Bem interessante.
U3	Rapaz aqui foi 100%. Se eu tivesse que dar 110% daria. Não senti dificuldade nenhuma. Tive acesso a todos os dados. Eu podia rever os dados. Podia subir e ouvir de novo. Não é aquela parada de sumir da tela que você perde a informação. Podia rever, soletrar. No outro portal daqueles testes, quando você vai navegar com as setas a informação some. Por exemplo: o leitor de tela funciona com um flutuante. E no flutuante, eu não consigo decorar os valores das barras. E aqui não, eu consigo soletrar, repetir. Eu tenho acesso a tudo, tanto a grafia das palavras. Se eu tenho um nome diferente no gráfico, eu vou saber como escrever. O número que é gigante, eu vou saber com calma o valor, caso eu precise anotar em algum lugar, eu consigo repetir. Então para mim é 100%.
U4	Eu achei super tranquilo.
U5	Aqui a navegação foi plena. As informações foram compreendidas de maneira muita plena. É tudo muito intuitivo navegando pelas setas. Enfim foi uma experiência fascinante. Eu nunca tinha acessado gráficos com esse teor com

	informações acessíveis. O pessoal faz por aí, algumas coisas nos gráficos que chamam de acessibilidade, mas na verdade a informação vem resumidíssima. Aqui não, efla veio mais completa, detalhada, minuciosa.

Fonte: Do autor

Tabela 42 - Dados extraídos das respostas da Questão 2 (As informações transmitidas pelo leitor de tela atenderam as suas necessidades, preferências para o seu entendimento?)

Ux	**Resposta**
U1	Sim a forma resumida é boa. Gostei! Só que podia ter também na descrição resumida do gráfico de setores informando quantos setores tem, antes da informação de você clicar na descrição detalhada aparecer o total de setores. Acho que seria legal. Daria uma ideia bem mais completa.
U2	Atendeu. Achei tranquilo.
U3	Sim está perfeita, inclusive as zonas que ele dizia que era uma zona clicável. Então, eu não estava perdido que não tinha um texto dizendo nada. E tudo que apareceu foi para meu controle. Você não fica perdido, não. Ele sempre caía no ponto certo. Seu eu clico no "Público por semana cinematográfica", ele já caiu na área daquele gráfico e eu não tive que procurar de novo, porque várias vezes por exemplo: quando clico em um *site* de notícias vamos supor que eu estou em um *site* de jornal e eu clico na previsão do tempo. Depois que eu clico, ele vai para o topo da página. E aqui não está tudo perfeito. Não tive nenhuma dificuldade e em nenhum momento fiquei perdido na navegação com o leitor de tela.
U4	Sim. Comparando com os outros testes ficaria bastante tensa que a gente gostaria de alcançar um objetivo e não conseguiria. Agora esse aqui não, fui direta nas informações.
U5	Sim. Linguagem clara, concisa o que é uma coisa bastante importante, porque eu estava fazendo a leitura aqui para você. Quando é um texto longo fica difícil acompanhar. No caso aqui, o texto é conciso e não houve perda de informações. Totalmente satisfatório.

Fonte: Do autor

Tabela 43 - Dados extraídos das respostas da Questão 3 (Os mecanismos de acessibilidade disponíveis ajudaram no acesso às descrições dos gráficos (linha, barra, pizza)?)

Ux	Resposta
U1	A observação que eu faço é que tivesse um botão para selecionar o ano. Porém da forma como está não atrapalha a navegação e o acesso às descrições dos gráficos.
U2	Sim. Só um detalhe por exemplo: o título poderia ser clicável. Porém, isso não impedi o entendimento.
U3	Não tive dificuldade com nada. Todas as teclas de atalho do leitor de tela que eu usei não interferiram em nada na navegação. Tem algumas páginas que você aperta uma tecla e dá conflito. Por exemplo: as teclas "CTRL + F" que é para procurar no leitor de tela e às vezes na página, dá conflito. Não chama nem o procurar e abre outro menu que eu não pedi. Aqui não, as teclas funcionaram bem e funcionaram de forma ágil, rápida. Quando você clica em um *site* às vezes fica pensando. Aqui não ficou.
U4	Sim. Ajudou sim.
U5	Sim, exatamente. É justamente o método de navegação que eu estou acostumado a navegar. Setas, ENTER para a descrição detalhada dos dados e tal. Enfim tudo funcionou dentro dos padrões de navegação.

Fonte: Do autor

Tabela 44 - Dados extraídos das respostas da Questão 4 (Conseguiu construir um modelo mental dos gráficos?)

Ux	Resposta
U1	Sim consegui.
U2	Consegui um modelo mental dos gráficos.
U3	Sim perfeitamente, inclusive quando ele colocou que tinha barras verdes, já veio na minha cabeça o gráfico com as cores em verde. E quando falava doze barras já mentalizei na minha mente as barrinhas na cor em verde. Quando fui ouvindo subiu, desceu as linhas foram tomando forma. Então, eu que já enxerguei, sei como funciona o gráfico de barras e linhas. No meu caso é mais fácil mentalizar. Mas a pessoa que nunca enxergou, ela não viu as cores, mais se ela sabe que há barra na cor verde ou rosa, por exemplo: vamos supor que eu definisse um

	gráfico aqui, em que o verde é satisfatório, o amarelo é razoável e vermelho ruim. Então essa barra em verde com o valor tal, mesmo quem não tem a noção de cor saberia o que representa aquela cor pela categoria e já vai fazendo a ligação.
U4	Quando ele ia falando, eu ia conseguindo imaginar. Aí eu ia imaginando a forma do gráfico, quando ele falava das linhas, da pizza que era o gráfico de setores. Aqui você vai procurando e você vai achando e imaginando o tipo do gráfico.
U5	Consegui navegar criar um modelo mental dos gráficos, porque as informações são muito precisas.

Fonte: Do autor

Tabela 45 - Dados extraídos das respostas da Questão 5 (Há necessidade de ser implementado ou aprimorado algum recurso para proporcionar a acessibilidade, transparência das informações?)

Ux	**Resposta**
U1	A minha observação é que poderia ser implementado para informar o total de setores do gráfico de pizza na descrição resumida. A implementação disso em larga em escala é bem difícil. Tem vários desenvolvedores, vários times, várias regras.
U2	Deu para entender bem.
U3	Olha nesse modelo que você mostrou aqui não. Eu não testei com outros leitores de tela, mas o leitor de tela que eu uso que é o JAWS não tive problemas. Hoje em dia o pessoal usa muito o NVDA, mais o NVDA em algumas páginas está bem melhor do que o JAWS.
U4	Eu gostei. Achei super acessível. Da outra vez no gráfico do Gov.BR da ANCINE reclamei um pouco, porque eles estavam muito ruins de acessar. Agora esse aqui não foi direto.
U5	Só a questão do título que não consegui no Firefox. Deixa, só eu comentar uma coisa com você rapidamente: estou fazendo um MBA no mercado de capitais, mercado financeiro e a gente tem muitos gráficos mostrando a evolução de um fundo de investimentos etc. sem acessibilidade. Essa solução que você criou, ela é fantástica para isso. Eu queria levar para os professores para a gente tentar acessibilizar, porque tem eu e mais duas pessoas cegas na turma. Então, assim a gente acaba ficando sem acesso ao gráfico. Mais nesse caso específico do MBA,

	o acesso à informação é fundamental, porque é com o gráfico que a gente tem as informações mais importantes daquele conteúdo que a gente precisa compreender. E eu nunca teria pensado sozinho numa solução dessas de descrever as barras na vertical, horizontal. Assim foi muito preciso. Gostei demais dessa solução.

Fonte: Do autor