

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

GUILHERME DA SILVA ALVES GONÇALVES

**MELHORANDO A UTILIDADE E
ACESSIBILIDADE DE CONTEÚDOS WEB POR
MEIO DE EDITORES HTML WYSIWYG E
INTERFACES DE AJUDA**

NITERÓI

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

GUILHERME DA SILVA ALVES GONÇALVES

**MELHORANDO A UTILIDADE E
ACESSIBILIDADE DE CONTEÚDOS WEB POR
MEIO DE EDITORES HTML WYSIWYG E
INTERFACES DE AJUDA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Computação. Área de concentração: COMPUTAÇÃO VISUAL.

Orientador:

Profa. Dra. Daniela Gorski Trevisan

NITERÓI

2018

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE
Gerada com informações fornecidas pelo autor

G635m Gonçalves, Guilherme da Silva Alves
 Melhorando a utilidade e acessibilidade de conteúdos Web
 por meio de editores HTML WYSIWYG e interfaces de ajuda /
 Guilherme da Silva Alves Gonçalves ; Daniela Gorski Trevisan,
 orientadora. Niterói, 2018.
 139 f. : il.

 Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense,
 Niterói, 2018.

 DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PGC.2018.m.15318960731>

 1. Acesso à informação. 2. Usabilidade web. 3. Editor de
 texto (Programa de computador). 4. Interação homem-máquina.
 5. Produção intelectual. I. Gorski Trevisan, Daniela,
 orientadora. II. Universidade Federal Fluminense. Escola de
 Engenharia. III. Título.

CDD -

GUILHERME DA SILVA ALVES GONÇALVES

MELHORANDO A UTILIDADE E ACESSIBILIDADE DE CONTEÚDOS WEB POR
MEIO DE EDITORES HTML WYSIWYG E INTERFACES DE AJUDA

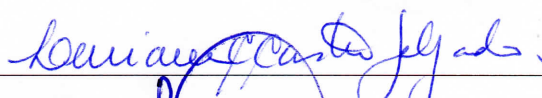
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Computação. Área de concentração: COMPUTAÇÃO VISUAL.

Aprovada em Dezembro de 2018.

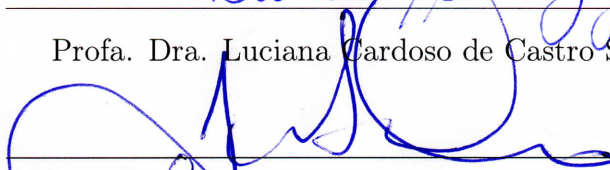
BANCA EXAMINADORA



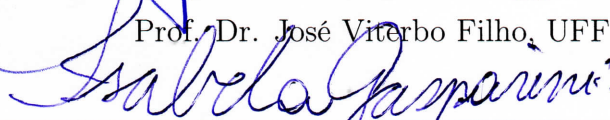
Profa. Dra. Daniela Gorski Trevisan - Orientador, UFF



Profa. Dra. Luciana Cardoso de Castro Salgado, UFF



Prof. Dr. José Viterbo Filho, UFF



Profa. Dra. Isabela Gasparini, UDESC

Niterói

2018

“Dedico este trabalho aos meus avós paternos “In Memoriam” e maternos, pela existência de meus pais, Carlos e Márcia, pois sem eles este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam.”

Agradecimentos

A Deus por essa conquista alcançada e por ter me inspirado perseverança nessa longa caminhada. Foram muitas dificuldades enfrentadas durante estes quase três anos, mas todas foram superadas com a graça de Deus.

À minha família, em especial a minha mãe e minha avó materna, por todo o apoio nos árduos momentos em minha vida.

À minha estimada orientadora Daniela Gorski Trevisan pela compreensão, supervisão e paciência. Agradeço também aos queridos professores Luciana Cardoso de Castro Salgado e José Viterbo Filho por todos os ensinamentos e experiências proporcionadas. Por meio dos conselhos e ensinamentos de todos pude obter uma base sólida sobre pesquisas científicas. Agradeço toda a dedicação oferecida a mim durante este período de mestrado.

Aos meus amigos, colegas de trabalho e colaboradores, que ajudaram de forma direta na realização deste trabalho, em especial, Camille Magaly Pires Machado, Lucas de Souza Tito e Raissa dos Santos Barcellos. Gostaria também de reservar esse espaço para agradecer aos amigos que me ajudaram indiretamente e me apoiaram ao longo dessa jornada, Jamile Abreu Chalhoub, Juçara Magaly Pires Machado, Leonardo Pio Vasconcelos, Priscilla de Souza Machado, Roberto Luiz Machado, Víviann Magaly Pires Machado e Yasmine de Paiva Lemos.

Ao Grupo de Apoio à Pesquisa em Acessibilidade e Inclusão (GAPAI) pela assistência em acessibilidade, o qual ajudou na execução desta pesquisa. Para mais informações sobre o grupo, acesse: <http://gapai.ecolabore.net/>.

“Se quisermos que a glória e o sucesso acompanhem nossas armas, jamais devemos perder de vista os seguintes fatores: a doutrina, o tempo, o espaço, o comando, a disciplina”. – Sun Tzu, A arte da guerra

Resumo

Desde a última década, a popularização de ferramentas de gerenciamento e criação de conteúdo Web, como editores HTML WYSIWYG (*What you see is what you get*), favoreceu o uso por usuários leigos em linguagens de programação, padrões Web e até mesmo diretrizes de acessibilidade, além de mostrar de maneira visual como os conteúdos são apresentados. Entretanto, problemas de acessibilidade relatados por deficientes visuais surgiram a necessidade de tornar a criação de conteúdos Web acessíveis mais intuitiva, juntamente com o apelo de tornar as informações mais acessíveis para todos. Essa mobilização reforça que entender, por em prática e manter os padrões de acessibilidade não é uma tarefa simples de ser feita. As dificuldades enfrentadas estão relacionadas com a ineficácia no entendimento e aplicação das diretrizes da *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG). Neste trabalho, delimitou-se o escopo na produção de conteúdo para deficientes visuais, visto que estes correspondem a cerca de 18,6% da população brasileira, e também são aplicadas investigações no contexto de conteúdos para exames educacionais como caso de estudo, devido à uma grande demanda proveniente do ingresso destas pessoas no ensino superior. O objetivo a ser alcançado é de proporcionar maneiras de usuários leigos criarem conteúdos com maior conformidade perante as diretrizes de acessibilidade da WCAG e melhorar a utilidade das informações, tornando-as compreensíveis, objetivas e descritivas para deficientes visuais. Para alcançá-lo, foi necessário definir um processo metodológico com experimentos com usuários, dividido em três etapas: (1) um estudo preliminar, para entender quais são os editores HTML WYSIWYG com recursos de acessibilidade disponíveis no mercado e como usuários leigos em acessibilidade e padrões Web produzem conteúdos acessíveis nessas ferramentas; (2) um estudo experimental com usuários leigos em acessibilidade e padrões Web, a fim de comparar duas interfaces desenvolvidas, uma em página Web e a outra em *Chatbot*, no fornecimento de ajuda para a melhoria da utilidade em conteúdos acessíveis, por meio de dicas e exemplos; (3) um estudo de triangulação com deficientes visuais, com o intuito de validar os conteúdos criados e as melhorias propostas. Em posse dos resultados dos experimentos, concluiu-se que o processo metodológico demonstrou ser adequado e revelou os principais recursos de ajuda que um editor de conteúdo acessível para deficientes visuais deve oferecer aos usuários.

Palavras-chave: Acessibilidade, Produção de conteúdo Web, Editores HTML WYSIWYG.

Abstract

Since the last decade, the growing popularity of tools for Web content creation and management, eg. HTML WYSIWYG (What you see is what you get) editors, favored the use by lay users in programming languages, Web standards, and even accessibility guidelines. They also present how the content should look like during its production. However, accessibility problems reported by visually impaired people suggest the need to make the creation of accessible Web content more intuitive, along with the intent to accomplish more accessible information to all. This trend reinforces that to understand, practice and develop accessible content is not a simple task to achieve. The faced obstacles are related to ineffectiveness in understanding and applying the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). This dissertation focuses and delimits its scope on contents for visually impaired people, since they correspond to about 18.6% of the Brazilian population, according to data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). In addition, investigations are carried out in the context of educational exams as a case study, due to the existence of a large demand mainly by the entry of impaired people into higher education institutes. The main goal to be achieved in this research is to provide ways for lay users to create content with greater compliance with WCAG accessibility guidelines and to improve the usability of information, making it comprehensible, straight, and descriptive for the visually impaired people. To achieve this goal, it was necessary to define a three-step methodological process with user experiments: (1) a preliminary study was carried on to understand which HTML WYSIWYG editors have accessibility features and how lay users produce accessible content in these tools; (2) an experimental study with lay users, in order to compare two developed interfaces (Web page and Chatbot) to provide help for improving the usefulness of accessible content through recommendations and examples; (3) a triangulation study with the visually impaired users, in order to validate the contents created and the proposed improvements. Based on the results of the experiments, it was concluded that the methodological process proved to be adequate and revealed the main help resources that an accessible content editor should offer to lay users.

Keywords: Accessibility, Web Content Production, HTML WYSIWYG editors.

Lista de Figuras

1	Visão geral dos estudos realizados nesta pesquisa.	4
2	Etapas realizadas em cada um dos estudos que compõem a metodologia desta pesquisa.	7
3	Funcionalidade de ajuda para imagens, com exemplos de descrição de textos alternativos (a) e avisos exibidos pelo editor sobre problemas de acessibilidade encontrados (b).	22
4	CKEditor com recurso de verificação de acessibilidade em execução.	23
5	Captura de página do WebAIR, mostrando uma seleção de perguntas na categoria “Formulários” (esquerda) e uma página com “Mais informações” relacionadas a uma pergunta sobre rótulos de controle de formulário (direita).	24
6	Exemplos das classes de signos em <i>chatbots</i> apresentados por Valério et al.	26
7	Levantamento de editores HTML WYSIWYG, encontrados em buscas informais na Web.	30
8	Questionário aplicado após cada editor, com o intuito de captar respostas sobre facilidade do uso da ferramenta e a complexidade das dicas oferecidas pelo recurso de verificação de acessibilidade.	32
9	Participantes realizando as atividades do experimento.	32
10	Comparação do desempenho dos participantes (tempo em minutos) ao realizar as atividades nos 3 editores.	34
11	Média da pontuação de facilidade do uso dos recursos de cada editor (esquerda) e média da pontuação de complexidade das dicas fornecidas pelo recurso de verificação de acessibilidade dos editores que o possuem (direita). O símbolo (+) marca as médias e o traço vertical destacado marca as medianas.	35

12	Momentos da inserção dos atributos acessíveis no conteúdo. Legenda: Não colocou o atributo, colocou-o antes ou durante a atividade de verificação.	36
13	Média de erros por nível de prioridade em cada editor (esquerda) e média de avisos por nível de prioridade em cada editor (direita)	38
14	Número de participantes que contribuíram com conteúdos contendo informações úteis, mas limitadas.	39
15	<i>Plugin</i> de gerenciamento de imagens oficial do CKEditor (Esquerda), <i>plugin</i> de gerenciamento de imagens com as melhorias (Direita), e código HTML de uma imagem gerado pelo <i>plugin</i> modificado (Abaixo).	44
16	Requisitos implementados no <i>plugin</i> de gerenciamento de imagens customizado.	45
17	Após enviar uma imagem no <i>plugin</i> é retornada uma descrição, caso seja possível, e links de exemplos para as seções das categorias encontradas (ajuda em página Web).	46
18	<i>Plugin</i> de gerenciamento de tabelas oficial do CKEditor (Esquerda), <i>plugin</i> de gerenciamento de tabelas com as melhorias (Direita).	48
19	<i>Plugin</i> de gerenciamento de fórmulas matemáticas (Tex) oficial do CKEditor (Esquerda), <i>plugin</i> de gerenciamento de fórmulas matemáticas WIRIS (Centro), e modo de escrita manual do WIRIS (Direita).	49
20	Ajuda em página Web.	49
21	Uso do <i>plugin</i> de gerenciamento de imagens em conjunto com a ajuda em chatbot (esquerda) e a exibição de exemplos sobre a categoria detectada (direita).	54
22	Alguns participantes do experimento.	54
23	Questões do ENEM que foram utilizadas como base para a criação das tarefas no experimento.	55
24	Questionário aplicado após cada tarefa, com o intuito de captar respostas sobre facilidade do uso da ferramenta em respeito a tarefa corrente.	56
25	Médias da pontuação de utilidade entre os grupos em relação ao gabarito para todas as tarefas. A Tarefa 4a diz respeito a imagem de mapa e a Tarefa 4b diz respeito a tabela de dados.	63

26	Grau do uso dos recursos de ajuda na produção dos conteúdos. A Tarefa 1 não requer o uso da ajuda. Sendo assim, não necessária na apresentação desta análise.	64
27	Influência do uso dos recursos de ajuda (Página Web e <i>Chatbot</i>) na utilidade dos conteúdos.	65
28	Pontuação da escala do SUS entre os grupos experimentais. O símbolo (+) marca as médias e o traço vertical destacado marca as medianas.	68
29	Ilustração da visualização de dados com correlação monotônica positiva e negativa através da técnica de Spearman.	107

Lista de Tabelas

1	Características avaliadas nos editores, onde (✓) contempla, (×) não contempla e (?) não foi encontrado	31
2	Média geral de erros de cada ferramenta de validação semi-automática para as tarefas realizadas, considerando todos os níveis de prioridade da WCAG 2.0.	61
3	Média geral de avisos de cada ferramenta de validação semi-automática para as tarefas realizadas, considerando todos os níveis de prioridade da WCAG 2.0.	61
4	Dados estatísticos do teste U de Mann-Whitney e tamanhos do efeitos para a comparação da pontuação de utilidade das tarefas entre os grupos.	64
5	Dados estatísticos do teste U de Mann-Whitney e tamanhos do efeitos para a comparação da pontuação de utilidade no grau de uso das formas de ajuda, para as tarefas entre os grupos.	66
6	Coeficiente de correlação entre a duração das tarefas em minutos e a utilidade dos conteúdos, para ambos os grupos experimentais	66
7	P-valores do teste de significância para a correlação entre a duração das tarefas em minutos e a utilidade dos conteúdos, para ambos os grupos experimentais	67
8	Dados estatísticos do teste U de Mann-Whitney e tamanho do efeito para a comparação da pontuação do questionário SUS entre ambos os grupos.	67
9	Valores para interpretação dos tamanhos do efeito	106
10	Interpretação dos valores de correlação de Spearman em intervalos	107

Lista de Abreviaturas e Siglas

ATAG	: Authoring Tool Accessibility Guidelines;
DOM	: Document Object Model;
eMAG	: Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico;
ENEM	: Exame Nacional do Ensino Médio;
FAQ	: Frequently Asked Questions;
FCT	: Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portugal);
HTMT	: HyperText Markup Language;
IBGE	: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
IFES	: Instituição Federal de Ensino Superior;
MEC	: Ministério da Educação e Cultura;
NVDA	: NonVisual Desktop Access (Leitor de tela);
SEQ	: Single Easy Question (Questionário);
SUS	: System Usability Scale (Questionário);
URL	: Uniform Resource Locator;
W3C	: World Wide Web Consortium;
WAI-ARIA	: Web Accessibility Initiative - Accessible Rich Internet Applications;
WCAG	: Web Content Accessibility Guidelines;
WYSIWYG	: What You See Is What You Get;

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Definição do problema e justificativa	2
1.2	Metodologia da pesquisa e objetivos	3
1.3	Organização do trabalho	6
2	Fundamentos conceituais	8
2.1	Acessibilidade do conteúdo na Web	8
2.1.1	Diretrizes para acessibilidade	9
2.1.2	Avaliação da acessibilidade	11
2.1.3	Acessibilidade do conteúdo em exames educacionais	13
2.2	Usabilidade na Web	14
2.2.1	Avaliação da qualidade por testes de usabilidade	16
2.3	Considerações do capítulo	17
3	Trabalhos relacionados	18
3.1	Editores HTML WYSIWYG e a produção de conteúdo acessível	18
3.2	Formas de ajuda e suas interfaces com os usuários	21
3.2.1	Web e interfaces tradicionais	22
3.2.2	Chats, chatbots e interfaces conversacionais	25
4	Estudo preliminar	29
4.1	Objetivos	29
4.2	Levantamento dos editores com suporte a edição de conteúdo acessível . . .	30

4.3	Teste de usabilidade com participantes	31
4.4	Validação semi-automática do conteúdo	33
4.5	Resultados e discussão	33
4.5.1	Análise da usabilidade dos editores	33
4.5.2	Análise da acessibilidade dos conteúdos	36
4.6	Considerações do capítulo	39
5	Estudo experimental comparativo	41
5.1	Objetivos	42
5.2	<i>Design</i> e prototipagem	42
5.2.1	Elaboração de melhorias nas funcionalidades	43
5.2.1.1	Melhorias na formatação de imagens	43
5.2.1.2	Melhorias na formatação de tabelas de dados	46
5.2.1.3	Melhorias na formatação de fórmulas matemáticas	47
5.2.2	Elaboração dos meios de ajuda para suporte da utilidade	48
5.2.2.1	Ajuda em página Web	48
5.2.2.2	Ajuda em <i>chatbot</i>	53
5.3	Teste de usabilidade com participantes	53
5.4	Validação semi-automática do conteúdo	56
5.5	Avaliação da utilidade do conteúdo	56
5.6	Resultados e discussão	60
5.6.1	Análise da conformidade do conteúdo	60
5.6.2	Análise do auxílio fornecido na produção de conteúdos	62
5.7	Considerações do capítulo	69
6	Estudo de triangulação	72
6.1	Objetivos	73

6.2	<i>Design</i> do estudo	73
6.3	Teste com usuários deficientes visuais	74
6.4	Resultados e discussão	75
6.4.1	Percepção da utilidade na fórmula matemática	75
6.4.2	Percepção da utilidade na imagem histórica	77
6.4.3	Percepção da utilidade no gráfico de linha	78
6.4.4	Percepção da utilidade no mapa e tabela de dados	79
6.5	Considerações do capítulo	81
7	Conclusões e considerações finais	84
	Referências	87
	Apêndice A - Estudo preliminar: TCLE	92
	Apêndice B - Estudo preliminar: QMPP	95
	Apêndice C - Estudo experimental comparativo: TCLE	97
	Apêndice D - Estudo experimental comparativo: QMPP	100
	Apêndice E - System Usability Scale (SUS)	103
	Apêndice F - Técnicas estatísticas	104
	Apêndice G - Tabela de valores críticos de U	108
	Apêndice H - Tabela de distribuição normal padrão	110
	Apêndice I - Entrevista semi-estruturada do estudo de triangulação	112
I.1	Questão 1: Fórmulas matemáticas	112
I.2	Questão 2: Imagem histórica	112

I.3	Questão 3: Gráfico de linha	113
I.4	Questão 4: Mapa	114
I.5	Questão 4: Tabela de dados	114
Apêndice J - Estudo de triangulação: TCLE		116
Apêndice K - Estudo de triangulação: QMPP		117
Apêndice L - Estudo de triangulação: Questão 1		119
Apêndice M - Estudo de triangulação: Questão 2		120
Apêndice N - Estudo de triangulação: Questão 3		121
Apêndice O - Estudo de triangulação: Questão 4		122

Capítulo 1

Introdução

Desde a última década, percebe-se a ocorrência de grandes movimentos sociais que incentivaram a criação e consumo de conteúdos Web. Esses movimentos, associados ao crescimento da internet, redes sociais e pela Web 2.0 (também conhecida como “*user-generated Web*”) favoreceram principalmente a criação de conteúdos por usuários leigos, sem conhecimentos técnicos [Ritzer e Jurgenson 2010, Minin et al. 2015b, Acosta et al. 2018].

Neste contexto, pode-se citar alguns tipos de ferramentas que participaram deste cenário, como por exemplo: CMS (*Content Management Systems* ou Sistemas de Gestão de Conteúdo) e LMS (*Learning Management Systems* ou Sistemas de Gestão de Aprendizagem). Alguns fazem uso de editores HTML embutidos, nomeados editores WYSIWYG (*What you see is what you get*), que permitem aos usuários criarem conteúdos sem conhecimento de linguagens de programação, de padrões Web e até mesmo de diretrizes de acessibilidade, além de mostrar exatamente como os conteúdos devem aparecer na tela [Viganico e Bagatini 2014, Minin et al. 2015b].

Com a evolução e adoção destes tipos de ferramentas e tecnologias, juntamente com o apelo de tornar as informações mais acessíveis para todos, surge a necessidade de criação de conteúdos Web acessíveis de maneira mais intuitiva. Essa mobilização, explicada por pesquisas na literatura [Power et al. 2012, do Sacramento et al. 2014, Minin et al. 2015b, Swallow et al. 2016], reforça que entender, por em prática e manter os padrões de acessibilidade não é uma tarefa simples de ser feita. As dificuldades enfrentadas pelas pessoas, sendo profissionais ou leigas, estão relacionadas com a ineficácia no entendimento, aplicação e adoção das diretrizes da WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) [W3C 2008], o principal padrão de acessibilidade para conteúdos Web.

Apesar de toda a contribuição gerada por essa mobilização, um estudo atual realizado pela *Web Accessibility in Mind* (WebAIM) [WebAIM 2017] relata que 40,4% e 18,8% dos respondentes deficientes tiveram, respectivamente, uma percepção neutra e ruim sobre a acessibilidade dos conteúdos Web que tiveram contato no ano de 2016. Isso demonstra que ainda são necessárias investigações sobre como torná-los, além de acessíveis, úteis, para essas pessoas. Para isso, é necessário explorar maneiras de tornar conceitos de acessibilidade mais entendíveis para usuários leigos, além de auxiliá-los sobre como prover um conteúdo útil.

1.1 Definição do problema e justificativa

Conteúdos Web, em suas diversas formas de apresentação, são ferramentas fundamentais para a comunicação, aprendizado, difusão da informação e prestação de serviços, especialmente para portadores de deficiências visuais [Nogueira 2015]. Contudo, a percepção insuficiente de deficientes visuais sobre a acessibilidade recentemente [WebAIM 2017] demonstra o quão desafiador ainda é interagir com conteúdos Web para essas pessoas, como também é para se projetar conteúdos Web acessíveis e usáveis [Power et al. 2012, do Sacramento et al. 2014, Minin et al. 2015b, Swallow et al. 2016], mesmo com o avanço nas tecnologias assistivas e de criação.

Desta forma, a problemática a ser estudada refere-se ao desafio de auxiliar o crescente número de usuários leigos em acessibilidade e padrões Web à produzirem conteúdos acessíveis e úteis. Além disso, também faz-se necessário inserir usuários deficientes visuais na investigação para a avaliação da acessibilidade e utilidade dos conteúdos produzidos.

O escopo desta pesquisa está delimitado na produção de conteúdo para deficientes visuais, visto que estes correspondem a cerca de 18,6% da população brasileira, segundo dados do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010 [Brasil 2012, p.6]. Como caso de estudo são aplicadas as questões investigadas no contexto de produção de conteúdo para exames educacionais, uma vez que existe uma grande demanda principalmente por parte dos ingressantes em Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) através da realização do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) [Minin et al. 2015a, Leria et al. 2018].

Neste sentido, é importante que a investigação leve em consideração quatro pontos: (1) levantamento dos editores disponíveis no mercado, que possuam recursos de acessibilidade para geração de conteúdo conforme às diretrizes da WCAG e indicação de possíveis

problemas; (2) entendimento sobre como usuários leigos produzem conteúdos frequentemente encontrados em exames educacionais; (3) descobrimento dos recursos e abordagens necessárias para que sejam produzidos conteúdos de forma acessível e com informações relevantes para deficientes visuais; (4) avaliação da percepção de deficientes visuais sobre o produto gerado para certificar que os objetivos foram atendidos corretamente.

1.2 Metodologia da pesquisa e objetivos

A pesquisa desenvolvida neste trabalho pode ser classificada como exploratória, já que a proposta é de se proporcionar uma maior familiaridade com o problema em destaque, visando torná-lo mais explícito [Heerdt e Leonel 2007]. Essa também é necessária quando não se dispõe de conhecimento suficiente para formular adequadamente um problema ou elaborar de forma mais precisa uma hipótese [Heerdt e Leonel 2007]. Desse modo, este trabalho busca entender e responder a seguinte questão:

Questão principal: Quais são os recursos necessários que uma ferramenta de edição deve oferecer a usuários leigos para a criação de conteúdo web acessível e útil para os deficientes visuais?

Para responder a questão principal deve-se considerar tanto a conformidade do conteúdo perante as diretrizes de acessibilidade da WCAG, quanto a utilidade da informação para deficientes visuais. Neste último caso, mais especificamente, busca-se verificar se essas ferramentas fornecem instruções e exemplos sobre como fornecer conteúdos com informações relevantes para o público-alvo.

A inexistência de um método de avaliação da utilidade de informações acessíveis na literatura provê uma lacuna importante para a pesquisa que é necessária para se identificar a qualidade da produção dos conteúdos por parte dos produtores que em grande parte das vezes não possuem conhecimento sobre as regras e diretrizes de acessibilidade e noções de como descrever informações acessíveis com relevância para deficientes visuais.

Assim, quanto a abordagem de pesquisa, este trabalho se debruça tanto em pesquisas quantitativas quanto qualitativas. Recorre à quantitativa para entender e descrever as causas dos fenômenos e as relações entre as variáveis por meio de uma linguagem matemática. Já na qualitativa, ao contrário da quantitativa, não se preocupa com a representatividade numérica, mas sobre o levantamento de dados sobre um grupo, a fim de aprofundar a

compreensão e interpretar determinados comportamentos e entendimentos. Na aplicação da pesquisa, existe a necessidade de entender a percepção da utilidade por pessoas deficientes visuais quanto aos conteúdos, compreender suas percepções e analisá-las.

Visando responder a questão de pesquisa principal, este trabalho foi dividido em três estudos conforme ilustram as Figuras 1 e 2.

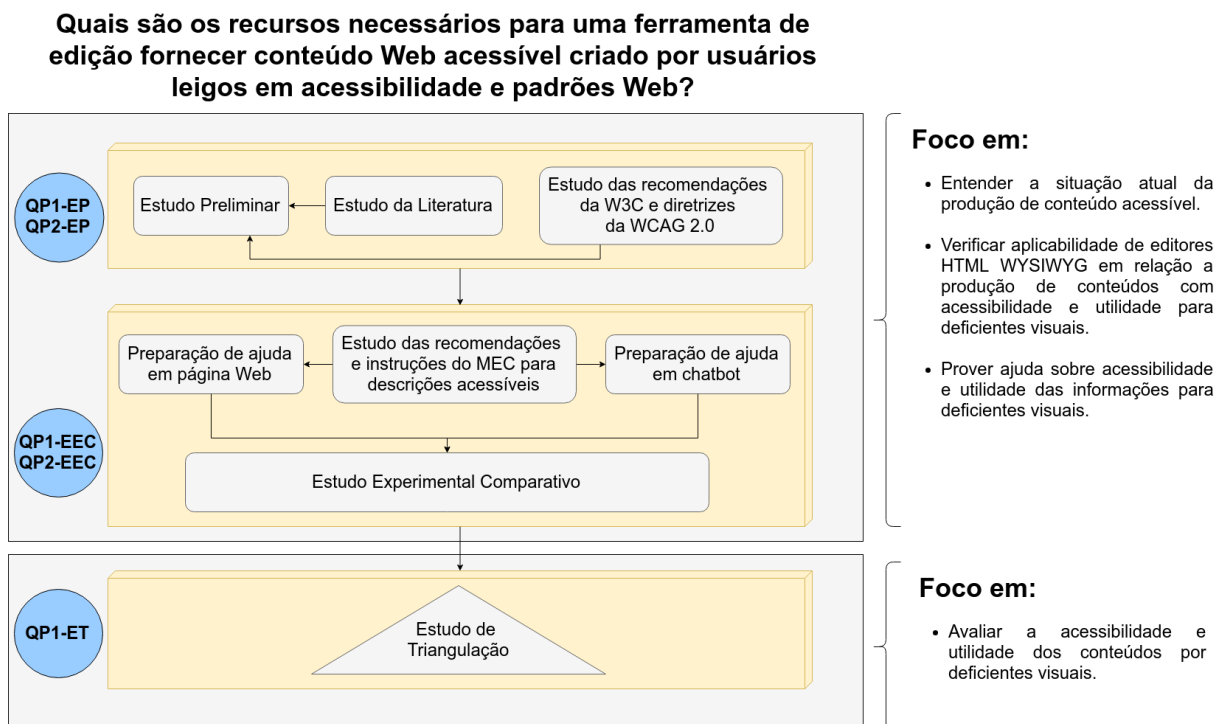


Figura 1: Visão geral dos estudos realizados nesta pesquisa.

Fonte: Elaboração própria

Primeiramente, foi realizado um estudo preliminar empírico a fim de identificar os editores HTML WYSIWYG disponíveis no mercado que ofereçam recursos de acessibilidade para criação de conteúdos em conformidade com as diretrizes da WCAG e a indicação de possíveis inconformidades. Também foram feitos estudos na literatura a respeito dos editores WYSIWYG e a sua relação com a produção de conteúdo acessível, como também estudos sobre as recomendações de acessibilidade para conteúdos Web disponibilizadas pela W3C e WCAG 2.0. Em adição, busca-se entender por meio de testes com usuários, como usuários leigos em acessibilidade e padrões Web produzem conteúdos acessíveis por meio dessas ferramentas.

Desta forma, para avaliar a situação atual da produção de conteúdo acessível nestas ferramentas, nenhuma modificação ou melhoria foi realizada, deixando-as da forma que são disponibilizadas no mercado. Foram convidados dez participantes sem conhecimentos

em acessibilidade e padrões Web para participar da avaliação, por meio de testes de usabilidade. Esse estudo atenta-se a responder dois questionamentos:

(QP1-EP) De que forma editores HTML WYSIWYG com plugins de verificação de conformidade auxiliam usuários leigos na produção de conteúdo acessível?

(QP2-EP) Quais recursos os editores HTML WYSIWYG com plugins de verificação de conformidade fornecem para indicar ou instruir sobre como prover conteúdos úteis?

As respostas destes questionamentos direcionam a pesquisa em relação às observações sobre o comportamento dos usuários, suas principais dúvidas, como os conteúdos são produzidos, falhas de acessibilidade e ausências de elementos importantes para a conformidade. Ademais, uma resposta negativa para o segundo questionamento estimula a proposta de interfaces de ajuda que instruem a criação de informações mais úteis para deficientes visuais.

Em seguida, os resultados do primeiro estudo possibilitaram um segundo, que consiste em desenvolver melhorias para os problemas de usabilidade e acessibilidade identificados, e fornecer um comparativo entre interfaces de ajuda para a instrução sobre a criação de informações mais úteis. Para o desenvolvimento da ajuda também foi necessário estudar recomendações e instruções para descrições acessíveis em conteúdos educacionais derivados de um documento técnico do Ministério da Educação e Cultura (MEC). Dois grupos foram criados, com outros dez participantes leigos em acessibilidade e padrões Web cada, para a análise comparativa em testes de usabilidade com usuários. O objetivo deste estudo foi verificar se os problemas identificados no estudo anterior foram sanados e entender se alguma das interfaces de ajuda influenciou positivamente na melhoria da utilidade e acessibilidade das informações. Esse estudo atenta-se a responder os seguintes questionamentos:

(QP1-EEC) Qual o nível de conformidade dos conteúdos produzidos segundo os padrões definidos de acessibilidade?

(QP2-EEC) Qual forma de ajuda da ferramenta auxiliou na produção de um conteúdo mais útil?

Por fim, no terceiro e último estudo, adota-se um procedimento de triangulação dos conteúdos acessíveis a fim de validar os resultados do estudo anterior. Nele, caracteriza-se uma abordagem qualitativa, onde três deficientes visuais mostram suas percepções

e opiniões sobre o conteúdo produzido pelos participantes do segundo estudo. Desta forma, a análise e a interpretação dessas informações subjetivas se tornam essenciais para a consolidação do entendimento sobre a utilidade das informações e na resposta do questionamento:

(QP1-ET) Qual a percepção dos deficientes visuais sobre a acessibilidade e utilidade dos conteúdos produzidos pelos usuários leigos?

Os procedimentos e resultados de cada um dos estudos apresentados serão detalhados nos capítulos posteriores.

1.3 Organização do trabalho

Além desta introdução, esta dissertação está organizada em mais seis capítulos. No Capítulo 2 são apresentados conceitos importantes para o entendimento deste estudo, como Acessibilidade de conteúdos e Usabilidade na Web. No Capítulo 3 são discutidos trabalhos encontrados na literatura que abordam o uso de editores HTML WYSIWIG para a produção de conteúdo acessível e uso de interfaces como forma de ajuda para guiar usuários em suas atividades. No Capítulo 4 descreve-se a concepção do levantamento de editores HTML WYSIWYG com recursos de acessibilidade e dos testes de usabilidade e acessibilidade para avaliar o conteúdo produzido por usuários leigos. No Capítulo 5 são desenvolvidas melhorias e correções para os problemas de usabilidade e acessibilidade identificados no capítulo anterior, e é feita uma análise comparativa entre interfaces de ajuda amigáveis para a instrução sobre a criação de informações mais úteis. No Capítulo 6 são evidenciadas as percepções e opiniões de deficientes visuais sobre o conteúdo produzido pelos participantes no capítulo anterior. O Capítulo 7 apresenta as considerações finais, limitações e sugestões para trabalhos futuros. Por fim, os apêndices detalham o desenvolvimento de alguns aspectos deste trabalho.

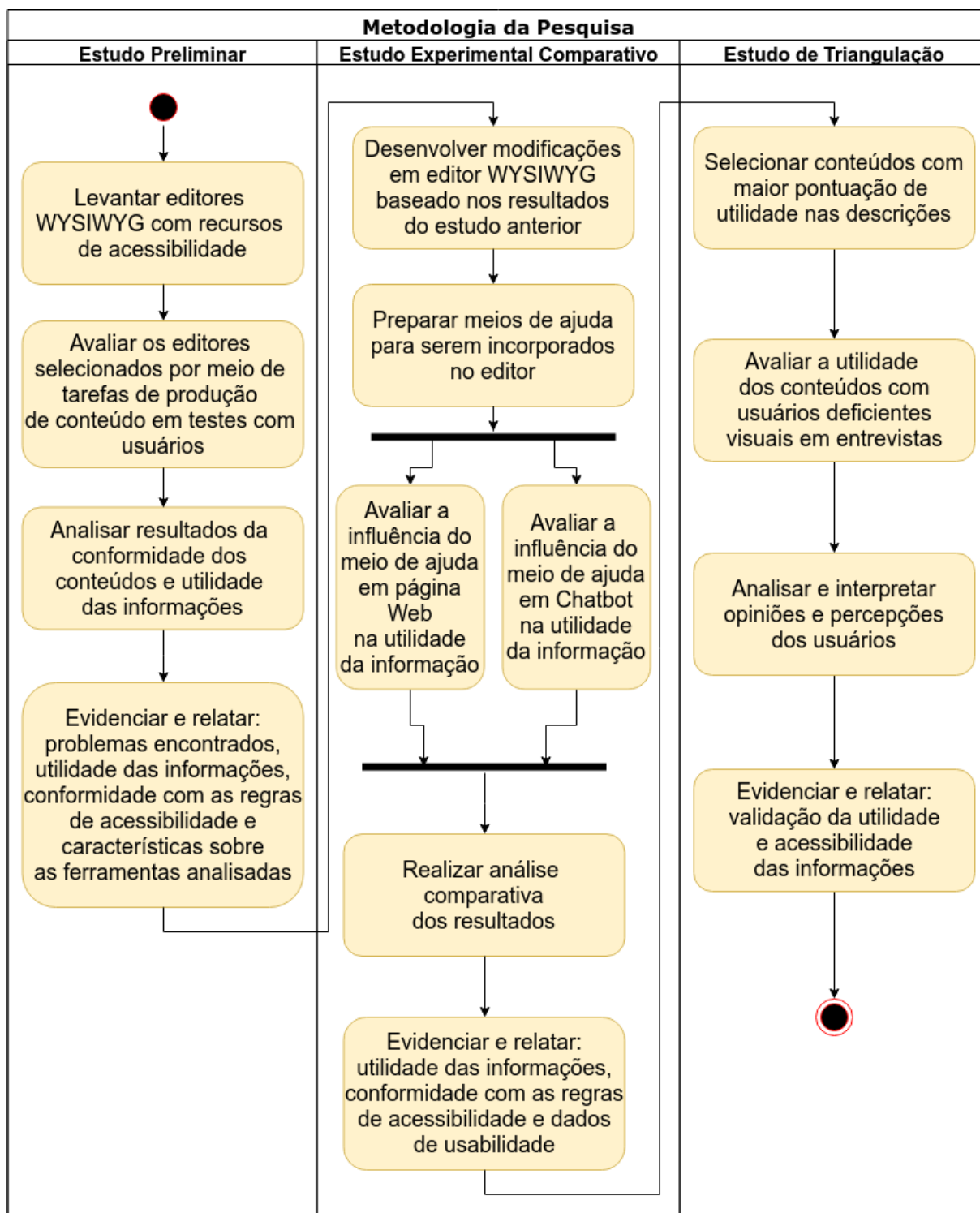


Figura 2: Etapas realizadas em cada um dos estudos que compõem a metodologia desta pesquisa.

Fonte: Elaboração própria

Capítulo 2

Fundamentos conceituais

Neste capítulo são apresentados fundamentos conceituais sobre acessibilidade e usabilidade Web. Desta forma, é demonstrado na Seção 2.1 os conceitos e definições sobre acessibilidade, são apontadas as principais diretrizes documentadas pela WCAG 2.0 e é feita uma breve apresentação do modelo nacional de acessibilidade (e-MAG). Depois, aborda-se como é feita a avaliação de acessibilidade, considerando os níveis de conformidade adotados pela WCAG 2.0. Por fim, abordam-se alguns trabalhos e documentos relacionados à acessibilidade em exames educacionais. Na Seção 2.2 são explicados os conceitos de usabilidade na Web e sobre as etapas de avaliação da usabilidade por meio de testes de usabilidade.

2.1 Acessibilidade do conteúdo na Web

O termo acessibilidade pode ser amplamente interpretado como a possibilidade de usar um recurso universalmente, sem barreiras ou com formas alternativas de acesso e uso [W3C 2005, Antonelli e Fortes 2015]. No contexto da internet, não poderia ser diferente, já que o próprio conceito de acessibilidade inseriu-se no universo virtual, conforme a evolução da sociedade [Nogueira 2015].

Nesse sentido, para que se garanta tal termo, os conteúdos das páginas na internet devem ser perceptíveis, compreensíveis, navegáveis e passíveis de interação por qualquer tipo de usuário [W3C 2005, Rocha et al. 2012], independentemente de suas limitações, para que eles usufruam de seus benefícios de maneira igualitária, a partir de adequações próprias, seja por meio de *software* ou *hardware* [Nogueira 2015].

Deste modo, é importante o conhecimento dos conceitos, bem como, as regras e di-

retrizes que norteiam e regem a acessibilidade. Por meio de tal conhecimento, pode-se perceber de que maneira são realizadas as avaliações de acessibilidade na Web e suas ferramentas de análise, visto que suas diretrizes devem ser respeitadas, de forma a possibilitar o pleno acesso do usuário.

2.1.1 Diretrizes para acessibilidade

Para que seja possível atender as necessidades de usuários portadores de deficiência, devemos seguir regras e diretrizes descritas por documentos especializados, no intuito de que todos os indivíduos sejam plenamente atendidos, de forma igualitária.

No âmbito da acessibilidade em conteúdos para internet, existe o documento internacional conhecido como WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) [W3C 2008]. Este, pode ser considerado também como uma iniciativa internacional que apresenta uma série de recomendações para a acessibilidade no ambiente Web. É utilizado, primordialmente, por desenvolvedores Web e, por fabricantes de ferramentas de criação e ferramentas de avaliação que buscam o aperfeiçoamento de seus instrumentos de acessibilidade [Nogueira 2015]. A WCAG está atualmente em sua segunda versão (2.1), focando-se em quatro princípios (percepção, compreensão, operação e robustez) que se subdividem, totalizando doze diretrizes principais.

Princípio 1 Percetível: A informação e os componentes da interface de utilizador têm de ser apresentados de forma a que os utilizadores possam percebê-las.

Diretriz 1.1 Alternativas em Texto: Fornecer alternativas em texto para todo o conteúdo não textual de modo a que o mesmo possa ser apresentado de outras formas, de acordo com as necessidades dos utilizadores, como por exemplo: caracteres ampliados, braille, fala, símbolos ou uma linguagem mais simples.

Diretriz 1.2 Mídia Dinâmica ou Contínua: Fornecer alternativas para conteúdo em multimídia dinâmica ou temporal.

Diretriz 1.3 Adaptável: Criar conteúdo que possa ser apresentado de diferentes formas sem perder informação ou estrutura.

Diretriz 1.4 Distinguível: Facilitar aos utilizadores a audição e a visão dos conteúdos nomeadamente através da separação do primeiro plano do plano de fundo.

Princípio 2 Operável: Os componentes da interface de utilizador e a navegação têm de ser operáveis.

Diretriz 2.1 Acessível por Teclado: Fazer com que toda a funcionalidade fique disponível a partir do teclado.

Diretriz 2.2 Tempo Suficiente: Proporcionar aos utilizadores tempo suficiente para lerem e utilizarem o conteúdo.

Diretriz 2.3 Convulsões: Não criar conteúdo de uma forma que se sabe que pode causar convulsões ou reações físicas.

Diretriz 2.4 Navegável: Fornecer formas de ajudar os utilizadores a navegar, localizar conteúdos e determinar o local onde estão.

Princípio 3 Compreensível: A informação e a utilização da interface de utilizador têm de ser compreensíveis.

Diretriz 3.1 Legível: Tornar o conteúdo textual legível e compreensível.

Diretriz 3.2 Previsível: Fazer com que as páginas Web apareçam e funcionem de forma previsível.

Diretriz 3.3 Assistência na Inserção de Dados: Ajudar os utilizadores a evitar e a corrigir os erros.

Princípio 4 Robusto: O conteúdo deve ser suficientemente robusto para ser interpretado de forma fiável por uma ampla variedade de agentes de utilizador, incluindo as tecnologias de apoio.

Diretriz 4.1 Compatível: Maximizar a compatibilidade com os agentes de utilizador atuais e futuros, incluindo as tecnologias de apoio.

No Brasil, existe o e-MAG (Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico) [Brasil 2014] que, por sua vez, possui seis seções com recomendações e diretrizes inspiradas na WCAG, na intenção de melhorar a organização por meio de tópicos e tornar o conteúdo Web de fato acessível.

Seção 1: Recomendações sobre marcação e estrutura do *HyperText Markup Language* (HTML) e boas práticas de codificação Web.

Seção 2: Recomendações sobre a aplicação correta de comportamentos e conteúdos dinâmicos utilizando *Javascript* e manipulações do *Document Object Model* (DOM).

Seção 3: Recomendações para melhorar a orientação sobre os conteúdos e informações disponibilizados na página Web.

Seção 4: Recomendações sobre a apresentação e *design* de elementos em páginas Web, considerando contraste, cores, redimensionamento e focalização de conteúdos.

Seção 5: Recomendações para aplicação de elementos multimídia e audiovisuais.

Seção 6: Recomendações para tornar acessíveis todos os elementos frequentemente presentes em formulários.

O principal objetivo do documento é ser o norteador no desenvolvimento e a adaptação de conteúdos digitais do governo federal e instituições públicas, garantindo o acesso a todos. O modelo em sua versão atual (3.1), atende tanto aos profissionais da área de tecnologia, apresentando partes do conteúdo em uma visão mais técnica do assunto, quanto aos usuários mais leigos, permitindo uma compreensão maior por qualquer cidadão. Além disso, o documento traz conteúdos extras referentes à acessibilidade, legislação e leituras complementares.

Além destes, vale a pena também destacar outro documento internacional de acessibilidade, conhecido como *Authoring Tool Accessibility Guidelines* (ATAG) [W3C 2015]. Este documento é um padrão da W3C que inclui diretrizes e recomendações para auxiliar desenvolvedores a tornar suas ferramentas de criação de conteúdo mais acessíveis para pessoas com deficiências, incluindo deficiências auditivas, cognitivas, neurológicas, físicas, de fala e visuais. Atualmente o ATAG está em sua segunda versão (2.0) e seu principal objetivo é atender dois grupos de usuários com deficiência: produtores e consumidores de conteúdo. Para tal, o documento é dividido em duas partes (A¹ e B²), cuja primeira responsabiliza-se por fornecer diretrizes e recomendações sobre como se projetar interfaces acessíveis para ferramentas de criação de conteúdo, enquanto a segunda está encarregada de garantir que os conteúdos produzidos por tais ferramentas estejam em conformidade com as diretrizes da WCAG.

2.1.2 Avaliação da acessibilidade

A avaliação de acessibilidade na Web pode ser verificada por meio dos níveis de conformidade pré-estabelecidos internacionalmente e que servem como bases indispensáveis

¹ Para informações mais detalhadas a respeito da parte A da ATAG acesse: https://www.w3.org/TR/ATAG20/#part_a. Acesso em: 26/12/2018.

² Para informações mais detalhadas a respeito da parte B da ATAG acesse: https://www.w3.org/TR/ATAG20/#part_b. Acesso em: 26/12/2018.

para a elaboração de referências de adequação dos conteúdos para o acesso pleno de todos, inclusive dos portadores de deficiências. Neste trabalho, somente são abordados os níveis de conformidade³ estabelecidos pela WCAG 2.0, devida utilização de ferramentas estrangeiras e por ser o padrão internacional.

A WCAG 2.0 estabelece três níveis de conformidade (A, AA e AAA), classificados de acordo com a sua prioridade, ascendentemente:

- (A) São requerimentos que **precisam** ser satisfeitos, caso contrário será impossível para um ou mais grupos acessar o conteúdo Web. Ou seja, itens que devem ser **obrigatoriamente** contidos na Web para que a mesma apresente o mínimo necessário de acessibilidade.
- (AA) São requerimentos que **deveriam** ser satisfeitos, caso contrário alguns grupos terão dificuldade em acessar o conteúdo Web. Ou seja, se refere ao que seria **aconselhável** conter em uma página para que a mesma se tornasse mais próxima do ideal de acessibilidade.
- (AAA) São requerimentos que **podem** ser satisfeitos, de modo que fique mais fácil para alguns grupos acessarem o conteúdo Web. Compreende itens que seriam os mais próximos do ideal e, portanto, garantiriam a inexistência de dificuldade para que todos os usuários acessem o conteúdo.

Existem *websites* que auxiliam na atividade de avaliação da acessibilidade de forma semi-automática, cuja entrada é o endereço da página ou código fonte a ser validado perante as diretrizes. Como exemplo, temos o *website* daSilva⁴, que realiza a avaliação de páginas Web utilizando as diretrizes da WCAG 1.0, 2.0 e e-MAG, considerando todos os três níveis de conformidade. A ferramenta mostra os problemas e avisos relacionados a cada nível, indicando pontos de verificação e a linha do código relacionada. Além disso, outro exemplo de ferramenta é o *website* AccessMonitor⁵ de Portugal, desenvolvido pela FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia), que possibilita avaliar as páginas por meio do endereço Web ou código fonte, permitindo que se verifique as diretrizes da WCAG 1.0 e 2.0. Similarmente, a ferramenta também mostra os problemas e avisos relacionados a cada nível, indicando seus respectivos pontos de verificação. Adicionalmente, a W3C dis-

³ Para informações mais detalhadas a respeito do entendimento dos níveis de conformidade acesse: <https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/conformance.html>. Acesso em: 22/09/2018.

⁴ www.dasilva.org. Acesso: 22/09/2018.

⁵ <http://www.acessibilidade.gov.pt/accessmonitor/>. Acesso em: 22/09/2018.

ponibiliza em uma de suas páginas Web⁶ uma lista com diversas ferramentas de validação de acessibilidade.

2.1.3 Acessibilidade do conteúdo em exames educacionais

A adoção de padrões e melhorias na acessibilidade para exames educacionais em ambientes digitais é um tema com várias investigações na literatura [Thurlow et al. 2010, Minin et al. 2015a, Leria et al. 2018] e estabelece um cenário favorável para estudos sobre a produção de conteúdo acessível [Minin et al. 2015b, Sanchez-Gordon et al. 2016, Acosta et al. 2018, Gonçalves et al. 2018]. No contexto brasileiro, o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é o principal exame utilizado como parâmetro de seleção de alunos ingressantes em Instituições Federais de Ensino em todo o Brasil e de beneficiários de programas governamentais [Minin et al. 2015b, Leria et al. 2018]. Como responsável por tal, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) busca, a cada edição, melhorar e aperfeiçoar o atendimento aos candidatos com algum tipo de deficiência por meio de profissionais especializados e recursos de acessibilidade. O atendimento é disponibilizado em exames adaptados para braile, com ampliação e com auxílio de um leitor, profissional que realiza a leitura da prova para o candidato [Minin et al. 2015a].

Contudo, apesar dos esforços aplicados na promoção da acessibilidade, alguns candidatos com necessidades especiais, como deficiência visual, relatam experiências frustrantes durante a realização do exame. A falta de preparação dos leitores para a leitura, principalmente de termos específicos, como fórmulas químicas e matemáticas, bem como na leitura de textos em outros idiomas ou mesmo leitura fluente em português e o cansaço são algumas dificuldades relatadas [Vieira 2014, Leria et al. 2018]. Neste sentido, a realização dos exames em meio digital, por meio de tecnologias Web, é considerada uma alternativa capaz de diminuir barreiras no acesso ao conteúdo do exame e no entendimento das informações [Thurlow et al. 2010, Minin et al. 2015a, Leria et al. 2018], além de permitir uma autonomia maior por parte dos participantes deficientes, já acostumados com as tecnologias assistivas para Web no dia a dia [Leria et al. 2018]. Entretanto, caso a experiência não seja projetada cuidadosamente, considerando todas as necessidades deste público, isso pode torná-la frustrante do mesmo modo [Thurlow et al. 2010]. Desta forma, trabalhos como o ENEM Inclusivo [Minin et al. 2015a] e o ENEM Acessível [Leria et al. 2018] são grandes contribuições práticas a respeito da acessibilidade aplicada no contexto de exames educacionais, levando em consideração as técnicas apropriadas para o desen-

⁶Lista de ferramentas para avaliação da acessibilidade Web: <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>. Acesso em: 26/12/2018.

volvimento de *softwares* especializados e para a desconstrução de barreiras que limitam o acesso à informação nos conteúdos.

É relevante ressaltar as dificuldades de entendimento relacionadas à interpretação de símbolos da matemática, química e imagens mais complexas, como gráficos, em exames educacionais. De acordo com Leria et al. [Leria et al. 2018], grande parte dos conteúdos, aproximadamente 50% das questões do ENEM apresentam imagens. Muitas delas são complexas e suas respectivas descrições não possuem informações suficientes para seu entendimento. Neste sentido, mesmo com o desenvolvimento de uma aplicação que forneça a autonomia necessária aos participantes neste tipo de conteúdo, isso não garante o entendimento de suas descrições. Os autores ainda relatam que os participantes continuam preferindo o apoio humano que, apesar de despender tempo, enxergam e podem dar exemplos das imagens e esclarecer dúvidas em relação às imagens mais complexas. No entanto, isso significa favorecer alguns participantes e prejudicar outros dependendo da atitude e da capacidade do leitor de descrever as imagens. Por outro lado, os símbolos matemáticos e químicos podem ser elaborados previamente por profissionais de áreas específicas, sendo descritos textualmente no enunciado. Dessa forma, garante-se a qualidade da informação e a independência da formação do leitor, já que, durante a leitura da questão, os textos preparados são lidos automaticamente pelo leitor de tela como se fossem descrições de imagens.

Como contraponto, considerando o cenário atual da produção de conteúdo Web por usuários leigos em acessibilidade e tecnologias que fundamentam a internet, nem sempre descrições para imagens e fórmulas matemáticas e químicas podem ser produzidas por profissionais especializados. Neste âmbito, é necessário fornecer maneiras para essas pessoas criarem esses tipos de conteúdo com informações que contenham um bom nível de utilidade para pessoas deficientes visuais. Um documento disponibilizado pelo MEC, que pode ser útil nesse cenário, é a nota técnica N^o 21 [MEC 2012], que fornece orientações para descrição de imagens para finalidade de uso em materiais didáticos acessíveis em formato digital.

2.2 Usabilidade na Web

Da mesma forma que a acessibilidade, a usabilidade é um dos critérios de qualidade que enfatiza certas características da interação e da interface, a fim de torná-las adequadas aos efeitos esperados do uso do sistema [Barbosa e Silva 2010, p.28]. Ela está relacionada

com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso [Barbosa e Silva 2010, p.28]. Tradicionalmente, a usabilidade enfoca a maneira como o uso de um sistema interativo é afetado por características dos usuários (sua cognição, sua capacidade de agir sobre a interface e sua capacidade de perceber as respostas do sistema) [Barbosa e Silva 2010, p.28]. Existem várias definições para a usabilidade, por exemplo, a norma ISO/IEC 25010 (2011)⁷ a define como:

“Um conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para o uso de um sistema interativo, e relacionados com a avaliação individual de tal uso, por um conjunto específico de usuários.”

Complementarmente, a norma sobre requisitos de ergonomia ISO 9241-11 (2018)⁸ a define como:

“O grau em que um produto é usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico.”

De acordo com essa norma, eficácia está relacionada com a capacidade de os usuários interagirem com o sistema e alcançarem seus objetivos corretamente, conforme o esperado. Já a eficiência diz respeito ao tempo necessário para conclusão de uma atividade com apoio computacional. Esse tempo é determinado pela maneira como o usuário interage com a interface do sistema [Barbosa e Silva 2010, p.30–31]. A norma também destaca a importância de considerarmos o grau de satisfação dos usuários com a experiência de usar o sistema interativo no contexto de uso para o qual foi projetado, já que relaciona-se com uma avaliação subjetiva que expressa o efeito do uso do sistema sobre as emoções e os sentimentos do usuário [Barbosa e Silva 2010, p.31].

Adicionalmente, Nielsen [1993] define o critério de usabilidade como um conjunto de fatores que qualificam quão bem uma pessoa pode interagir com um sistema interativo. Além dos fatores descritos anteriormente, acrescenta-se a facilidade de aprendizado, de recordação e a segurança no uso. Respectivamente, eles representam: o tempo e esforço necessário para que o usuário aprenda a utilizar o sistema com um determinado nível de competência e desempenho; esforço cognitivo empregado pelo usuário para lembrar como interagir com a interface do sistema, conforme aprendido anteriormente; grau de proteção de um sistema contra condições desfavoráveis ou até mesmo perigosas aos usuários,

⁷<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>. Acesso em: 23/09/2018.

⁸<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>. Acesso em: 23/09/2018.

buscando evitar problemas e auxiliando os usuários a se recuperarem de situações problemáticas [Nielsen 1993]. Todos esses fatores relacionam-se com a facilidade e o esforço necessário para os usuários aprenderem e utilizarem um sistema. Desta maneira, a usabilidade está relacionada principalmente com a capacidade cognitiva, perceptiva e motora empregada pelos usuários durante a interação [Nielsen 1993].

2.2.1 Avaliação da qualidade por testes de usabilidade

Teste de usabilidade é um método de observação que visa avaliar a usabilidade de um sistema interativo a partir das experiências de uso dos seus usuários-alvo [Rubin e Chisnell 2008]. Ao planejar tal teste, o avaliador deve determinar quais critérios de usabilidade serão medidos. Esses critérios são geralmente explorados por perguntas associadas a algum dado mensurável, que com frequência pode ser objetivamente capturado durante a interação do usuário com o sistema.

Para realizar as medições necessárias para responder os questionamentos, um ou mais grupos de usuários são convidados a desempenharem tarefas usando o sistema em um ambiente controlado, como um laboratório, ou em campo. Durante as experiências de uso observadas, são registrados vários dados sobre o desempenho dos participantes na realização das tarefas e suas opiniões e sentimentos decorrentes de suas experiências de uso [Barbosa e Silva 2010, p.341]. Para a melhor organização do teste, é necessário elaborar todas as etapas e atividades para sua realização:

Preparação: São realizadas atividades de preparação das tarefas a serem executadas pelos participantes; o perfil dos participantes e o recrutamento; o material para observar e registrar o uso; execução de testes piloto para ajustes na avaliação [Rubin e Chisnell 2008, p.67].

Coleta de dados: São observadas e registradas a performance e a opinião dos participantes durante as sessões controladas. Esta etapa também compreende a inclusão de questionários pré-teste, como o questionário de mapeamento de perfil de participante e o termo de consentimento livre e esclarecido; e questionários ou entrevistas pós-teste, a fim de coletar observações e percepções dos participantes [Rubin e Chisnell 2008, p.153–199].

Interpretação e consolidação dos resultados: Etapa para se reunir, contabilizar e sumarizar os dados coletados dos participantes [Rubin e Chisnell 2008, p.245–267].

Em adição, para Rubin e Chisnell [Rubin e Chisnell 2008], a análise dos dados coletados também deve identificar a origem dos problemas na interação que prejudicaram o desempenho mensurado, sendo importante para fornecer resultados qualitativos.

Relato dos resultados: São relatados os resultados sobre a performance e a opinião dos participantes. É importante condensar as principais e mais relevantes conclusões, apresentá-las de maneira concisa, direta e como elas respondem os questionamentos feitos na primeira etapa [Rubin e Chisnell 2008, p.269–289]. Ademais, os resultados também devem descrever [Barbosa e Silva 2010, p.343]:

- os objetivos e escopo da avaliação;
- uma breve descrição do método de teste de usabilidade;
- o número e o perfil dos avaliadores e dos participantes;
- as tarefas executadas pelos participantes;
- tabelas e gráficos que sumarizam as medições realizadas;
- uma lista de problemas encontrados, indicando uma descrição, justificativa e sugestões de solução.

2.3 Considerações do capítulo

O conhecimento sobre os conceitos de acessibilidade e usabilidade dentro do contexto da internet são importantes para o entendimento das terminologias que serão utilizadas durante essa dissertação. Estes dois conceitos estão estritamente ligados e são complementares, já que a primeira trata do acesso à informação por todos, independente de deficiências, enquanto a segunda se refere aos critérios de uso das páginas Web, como também à possibilidade da utilização de diversas formas pelos usuários, a partir dos recursos oferecidos pela acessibilidade. Assim, o produto gerado com a aplicação dos conceitos de acessibilidade e usabilidade o tornaria propenso a gerar uma experiência de uso melhor, trazendo aspectos positivos para a interação e facilitando a utilização por todas as pessoas, incluindo as que possuem alguma deficiência.

Capítulo 3

Trabalhos relacionados

Neste capítulo, apresentam-se estudos que abordam tanto o uso de editores HTML WYSIWYG para a produção de conteúdo acessível, quanto o uso de interfaces como forma de ajuda para guiar usuários em suas atividades. Desta forma, na seção 3.1 são apresentados os estudos relacionados ao editores HTML WYSIWYG, que apresentam recomendações e melhores práticas direcionadas pelas diretrizes de acessibilidade para se alcançar uma maior conformidade. Enquanto na seção 3.2, os estudos relacionados abordam algumas das formas de se auxiliar usuários e suas respectivas interfaces.

3.1 Editores HTML WYSIWYG e a produção de conteúdo acessível

Hoje em dia, a principal vantagem oferecida aos usuários leigos em linguagens de programação, marcação ou acessibilidade é a possibilidade da criação de conteúdo por meio de ferramentas que simplificam todo o processo [Minin et al. 2015b, Acosta et al. 2018]. Essas ferramentas são conhecidas como editores HTML WYSIWYG (What You See Is What You Get), considerados candidatos promissores nesta atividade, principalmente por trabalharem com uma edição visual do conteúdo e serem menos técnicos [Minin et al. 2015b, Viganico e Bagatini 2014]. Além disso, são comumente encontrados em sistemas de gerenciamento de conteúdo (Wordpress¹, Joomla!², Drupal³) e em sistemas de gerenciamento de aprendizagem (Moodle⁴, Sakai⁵). Existem alguns trabalhos na literatura que

¹<https://br.wordpress.org/> Acesso em: 29/07/2018.

²<https://www.joomla.org/> Acesso em: 29/07/2018.

³<https://www.drupal.org/> Acesso em: 29/07/2018.

⁴<https://moodle.org/> Acesso em: 29/07/2018.

⁵<https://sakaiproject.org/> Acesso em: 29/07/2018.

abordam sobre estes editores, elucidando a sua capacidade para a produção de conteúdo acessível e inclusive, recomendações e melhores práticas neste quesito.

O trabalho de Viganico e Bagatini [2014] traz um debate sobre o uso de editores HTML WYSIWYG em ambientes virtuais de aprendizagem e a participação de pessoas deficientes visuais nestes ambientes por meio de tais editores. Os autores realizaram análises acerca das melhorias na acessibilidade e usabilidade no editor CKEditor [CKSource 2018]. Para eles, o editor possui características importantes para o cenário, pois, além de possuir código aberto, este também possui uma forte confiabilidade da comunidade, recursos de acessibilidade, popularidade, bom desempenho ao ser carregado em páginas Web, qualidade em sua documentação e a compatibilidade com os navegadores mais atuais. Os autores o definem como um editor bem acessível, mas que melhorias podem ser feitas para resolver problemas pontuais.

Por meio de um teste com um usuário deficiente visual, Viganico e Bagatini esclarecem que as principais melhorias de acessibilidade a serem feitas no editor estão relacionadas ao mapeamento de atalhos do teclado em relação às funcionalidades do editor e ao *feedback* sonoro de cada operação realizada. Eles destacam que as implementações feitas são importantes para garantir o princípio da operabilidade presente na WCAG 2.0 [W3C 2008].

Apesar de não estar relacionado diretamente com a produção de conteúdo, o estudo de Viganico e Bagatini é importante para o embasamento desta dissertação, de modo a esclarecer as características e funcionalidades de um dos principais editores HTML WYSIWYG do mercado, e a sua aplicação em um contexto educacional.

De acordo com Minin et al. [2015b] esses editores trazem funcionalidades que agregam na qualidade da produção de conteúdo e principalmente para a acessibilidade. Estes são guiados por regras definidas principalmente pelos documentos internacionais de diretrizes de acessibilidade para conteúdo Web (WCAG) [W3C 2008] e ferramentas de autoria (ATAG) [W3C 2015]. A principal proposta do trabalho é tornar os conceitos de acessibilidade mais claros para usuários leigos que produzem conteúdos para a Web. Para tal finalidade, eles sugerem a implantação das diretrizes de acessibilidade nos editores HTML WYSIWYG.

Por meio da coleta de dados de 15 usuários de editores HTML WYSIWYG, os autores destacam que as funcionalidades mais importantes nessas ferramentas, segundo os usuários, são: inserção de *links*, imagens, parágrafos, tamanhos de fonte e tabelas. Além disso, grande parte dos usuários consideram que é importante que tais ferramentas auxiliem de

alguma forma a produzirem conteúdos Web acessíveis.

Os autores também avaliaram três dos editores HTML WYSIWYG mais conhecidos (TinyMCE, CKEditor e Visual Editor) através das diretrizes da WCAG 2.0 [W3C 2008] e ATAG 1.0 [W3C 2000]. Os resultados esclareceram que o CKEditor é o que mais possui conformidade perante as diretrizes informadas. Apesar disso, os autores decidiram construir um protótipo próprio devido à limitações de tempo e pessoal qualificado para a customização do código fonte do CKEditor.

O *design* do protótipo levou em consideração a exibição de avisos sobre violações detectadas no conteúdo em relação a imagens, tabelas e títulos de hierarquia. Em adição, também foi feita a exibição de recursos de ajuda, embutidos na própria ferramenta, com o objetivo de mostrar exemplos aos usuários sobre como atender corretamente as diretrizes de acessibilidade da WCAG [W3C 2008].

Para a avaliação do protótipo, os autores realizaram um teste de usabilidade com 5 participantes experientes em produção de conteúdo Web. As principais conclusões relatadas por eles estão relacionadas com a percepção dos usuários em relação às recomendações e avisos sobre a acessibilidade. Estas foram pouco percebidas pelos participantes, evidenciando problemas de interação. Contudo, a ajuda fornecida para aqueles que perceberam e fizeram as devidas correções no conteúdo foi crucial. De certa forma, os autores garantem que apesar dos problemas encontrados na percepção das recomendações e avisos, o editor cumpre o objetivo de fornecer o suporte para a produção de conteúdo acessível para usuários leigos em acessibilidade.

O trabalho de Minin et al. [2015b] é um estudo crucial para o desenvolvimento desta dissertação, pois fornece o entendimento de conceitos sobre a acessibilidade aplicada na produção de conteúdos digitais, assim como a forma de prover suporte e avisos durante as atividades. Contudo, o trabalho não aborda conteúdos que envolvam fórmulas matemáticas e outros tipos de imagens complexas, tal como mapas. Além disso, o *feedback* sobre possíveis problemas de acessibilidade acontece somente após a inserção do conteúdo na área de edição, indicando uma abordagem reativa e não preventiva adotada pela ferramenta. Em adição, o quesito da ajuda e suporte aos usuários será abordado com maior profundidade na próxima seção.

De acordo com Sanchez-Gordon et al. [2016], autores de conteúdo educacional digital fazem uso extensivo de imagens e este tipo de conteúdo precisa que certos requisitos sejam cumpridos para que possam ser percebidos por leitores de tela. A principal proposta do trabalho é destacar um conjunto de vinte requisitos de acessibilidade para imagens

e medir a sua adoção entre oito plataformas digitais de aprendizagem. Os resultados mostram que as plataformas Moodle e Sakai são as que tem o maior cumprimento dos requisitos na criação das imagens. Ainda assim, os autores desenvolveram um editor de imagens multi-plataforma que pode ser adotado por todas, permitindo que as imagens produzidas alcancem uma conformidade maior. Este trabalho é considerado relevante para a pesquisa desta dissertação, pois demonstra quais são os atributos cruciais para a produção de imagens acessíveis em conteúdos digitais.

Semelhante ao estudo de Sanchez-Gordon et al. [2016], o trabalho de Acosta et al. [2018] aborda de maneira mais aprofundada um método de avaliação da acessibilidade em editores de conteúdo Web, propondo um conjunto de 63 requisitos e funcionalidades para a criação de conteúdos acessíveis por tais ferramentas. Eles também apresentam algumas recomendações para uma melhor conformidade com as diretrizes da WCAG 2.0 [W3C 2008] e a ATAG 2.0 [W3C 2015]. Em adição, os trabalhos de Sanchez-Gordon et al. [2016] e Minin et al. [2015b] embasam o estudo de Acosta et al., cuja afirmação define que as maiores barreiras enfrentadas por usuários deficientes visuais em conteúdos digitais são: imagens, tabelas e títulos de hierarquia. Desta forma, o método apresentado pelos autores estabelece requisitos que são desejáveis em editores de conteúdo Web para a inserção acessível destes elementos.

As características demonstradas por Acosta et al. [2018] e Sanchez-Gordon et al. [2016] são fundamentais para os estudos decorrentes desta dissertação. Os trabalhos destacam os principais requisitos para o desenvolvimento de editores de conteúdo Web guiados pelas diretrizes de acessibilidade e que detenham o foco em facilitar o acesso das informações a pessoas com deficiência visual. Entretanto, eles não evidenciam como fazer e quais as melhores estratégias que poderiam ser adotadas nestes editores para evitar uma produção reativa, cujos problemas são reportados após a criação do conteúdo. Neste ponto, pode-se investigar como adotar uma estratégia proativa na interface dos editores, com indicações de obrigatoriedade dos atributos acessíveis, aliada à alguma forma de ajuda.

3.2 Formas de ajuda e suas interfaces com os usuários

Pode-se considerar a interação entre usuários e interfaces como um processo de manipulação, comunicação, conversa, troca, influência, e assim por adiante [Barbosa e Silva 2010, p.20]. Desta forma, o processo de fornecer ajuda aos usuários durante a realização de

suas atividades é expresso através das interações com interfaces, no qual podem apresentar formas de comunicação diferentes. Assim, o entendimento sobre as formas de se fornecer ajuda em ambientes Web, suas diferentes interfaces e seus aspectos de comunicação são necessários para um bom embasamento desta dissertação.

3.2.1 Web e interfaces tradicionais

Minin et al. [2015b] apresentam em seu trabalho, durante a etapa de *design* do protótipo de editor HTML WYSIWYG, uma forma em tempo real de fornecer ajuda e recomendações para os usuários. Toda a ajuda está inserida na própria ferramenta Web, fazendo parte de uma interface tradicional Web, onde são exibidos elementos como cabeçalhos, textos, imagens, botões e etc (Figura 3). Com isso, o objetivo dos autores em relação a ajuda e recomendações estava em acelerar o reconhecimento, diagnóstico e a recuperação de falhas de interação, além de mostrar um *feedback* reativo em tempo real de problemas no conteúdo. Essas características são parte de um conjunto de diretrizes de usabilidade, desejáveis para uma boa interface e interação (Heurísticas de Nielsen [Nielsen 1994]) [Barbosa e Silva 2010, p.316].

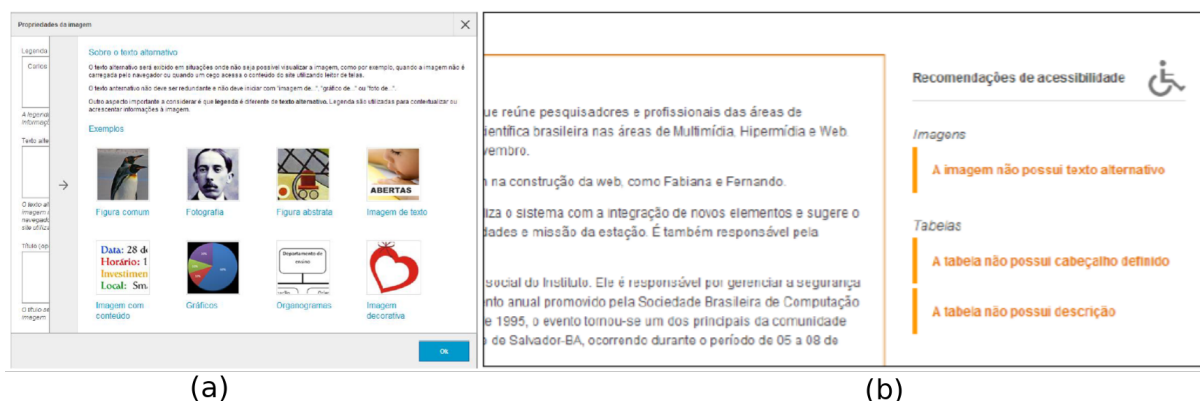


Figura 3: Funcionalidade de ajuda para imagens, com exemplos de descrição de textos alternativos (a) e avisos exibidos pelo editor sobre problemas de acessibilidade encontrados (b).

Fonte: Extraído de Minin et al. [2015b].

De acordo com os autores, a ajuda que a ferramenta fornece está limitada a apenas imagens, tabelas e títulos de hierarquia. Desta forma, para imagens, o editor verifica se elas possuem o atributo “texto alternativo” e quando alguma imagem é inserida sem ele, o aviso é exibido conforme a Figura 3b. De maneira semelhante, para as tabelas e títulos de hierarquia, verifica-se respectivamente, a presença da “legenda” e marcação de “cabeçalho”, e o nível da ordem hierárquica. Para os três tipos de elementos, o recurso de

ajuda da ferramenta mostra exemplos sobre como atender as diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.0 [W3C 2008] (Figura 3a).

Em suas conclusões, Minin et al. [2015b] afirmaram que o recurso de avisos e ajuda não foi percebido da maneira esperada. Eles indicaram que 40% dos usuários não perceberam as recomendações e os avisos disponíveis na interface. Segundo eles, uma explicação pode ter sido uma falha na exibição em monitores *widescreen*. Entretanto, é um ponto que requer mais investigação e verificação sobre como a percepção e atenção dos usuários se comporta em editores HTML WYSIWYG.

Uma estratégia mais recente, adotada por alguns editores HTML WYSIWYG (CKEditor [CKSource 2018], TinyMCE [Ephox 2018b] e Textbox.io [Ephox 2018a]), está em fornecer a indicação e exibição dos problemas de acessibilidade nos próprios elementos, destacando-os para uma melhor visualização (Figura 4). A interface de ajuda e avisos presente no editor, similar a adotada por Minin et al. [2015b], está embutida na própria ferramenta. Esta apresenta o nível de criticidade do problema, uma breve descrição e recomendações, um campo para inserção das informações pendentes, e botões para ignorar ou corrigir o problema. Contudo, este recurso do editor não verifica em tempo real os problemas, sendo necessário a ativação pelo usuário.

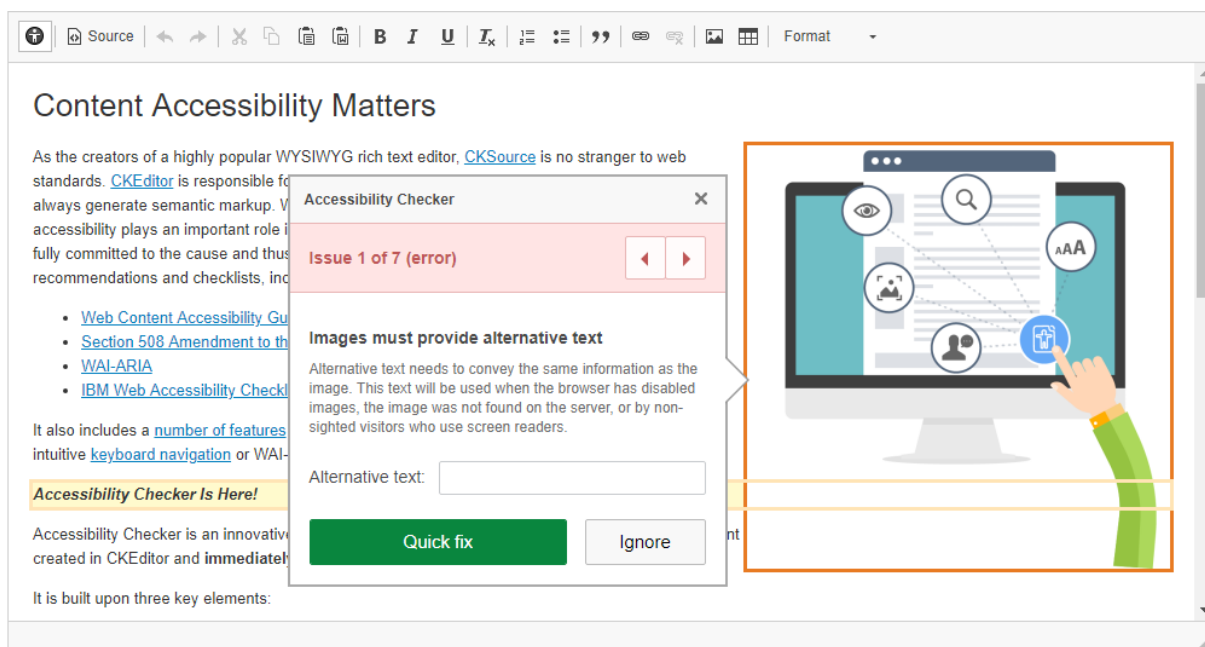


Figura 4: CKEditor com recurso de verificação de acessibilidade em execução.

Fonte: <https://ckeditor.com/ckeditor-4/accessibility-checker/> Acesso em: 11/08/2018.

No trabalho de Swallow et al. [2016] é apresentado um *website* chamado WebAIR

(*Web Accessibility Information Resource*), cujo objetivo é ajudar desenvolvedores Web a aprenderem sobre acessibilidade Web e apoiá-los na criação e avaliação de *websites* acessíveis. As decisões de *design* tomadas para a criação da interface foram retiradas de investigações sobre os principais problemas encontrados por profissionais durante o desenvolvimento de páginas Web acessíveis. Esses problemas, relacionados a documentação da WCAG 2.0 [W3C 2008], incluem: linguagem complexa e de difícil entendimento; má organização dos tópicos e informações; e volume massivo de informações.

De acordo com as heurísticas de Nielsen [1994], também citadas por Barbosa e Silva [Barbosa e Silva 2010, p.317], as decisões de design utilizadas por Swallow et al. buscam simplificar a linguagem utilizada na interface com termos familiares aos usuários (heurística de correspondência entre o sistema e o mundo real), e organizar e reduzir o volume massivo de informações, mostrando somente as informações relevantes organizadas em categorias (heurística de projeto estético e minimalista). A interface final pode ser vista na Figura 5, onde emprega-se o uso de elementos simples como: links; títulos e parágrafos, tornando-a mais simples e clara. Deste modo, as conclusões evidenciadas na avaliação mostram que uma interface Web de ajuda mais enxuta, objetiva e direta é melhor recebida pelos usuários.

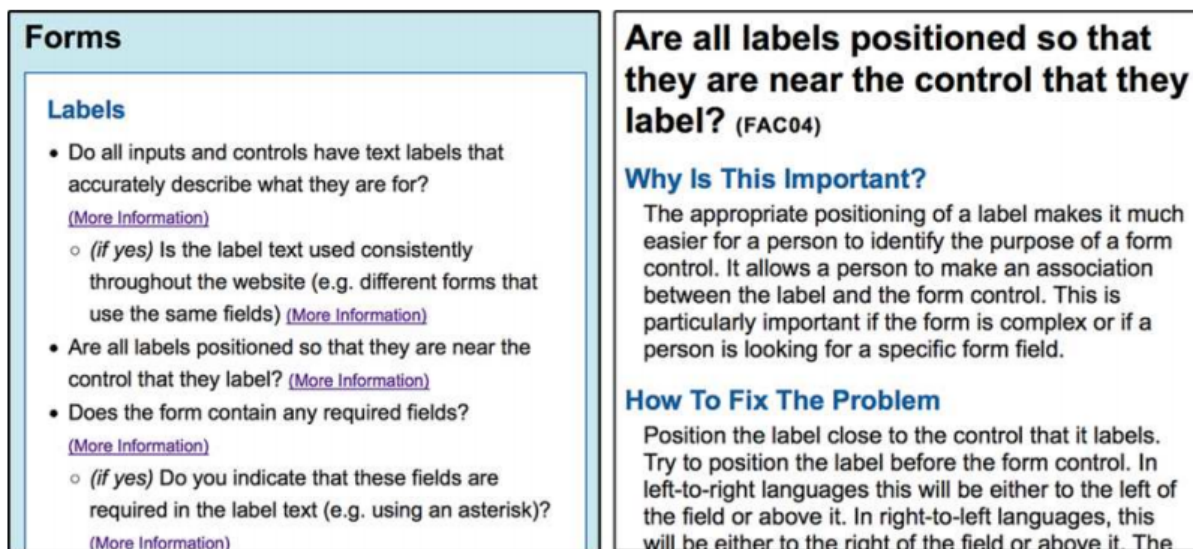


Figura 5: Captura de página do WebAIR, mostrando uma seleção de perguntas na categoria “Formulários” (esquerda) e uma página com “Mais informações” relacionadas a uma pergunta sobre rótulos de controle de formulário (direita).

Fonte: Extraído de Swallow et al. [Swallow et al. 2016].

3.2.2 Chats, chatbots e interfaces conversacionais

Chatbots não são tecnologias recentes, eles surgiram por volta da década de 60 e sua popularidade disparou devido aos avanços em tecnologias de inteligência artificial, aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e pela compatibilidade com as redes sociais e aplicativos de mensagens mais utilizados [Dale 2016, Valério et al. 2017]. O objetivo principal deste tipo de tecnologia é facilitar o uso de um sistema por usuários novatos. Contudo, os usuários têm dificuldade para entenderem os limites do sistema, ou seja, qual é o subconjunto da linguagem natural que o sistema consegue interpretar [Barbosa e Silva 2010, p.244].

Pesquisas recentes [Følstad e Brandtzæg 2017, Brandtzæg e Følstad 2017, Valério et al. 2017] mostram que o *design* de interfaces conversacionais (chats e chatbots) seguem um paradigma muito diferente das tradicionais Web. Essas interfaces usam uma linguagem natural baseada em texto, ao invés de menus, botões e outros elementos gráficos [Valério et al. 2017]. Dessa forma, essas interfaces se revelam ao usuário uma frase por vez. Por causa disso, os usuários podem ter dificuldades para interagir e entender o que podem fazer [Valério et al. 2017]. Nestas interfaces, é importante que o *designer* ofereça formas de guiar toda a interação, mostrando ao usuário as opções e ações disponíveis para ele. Ainda assim, a falta de conhecimento sobre como construir esse tipo de interação e as motivações para utilizá-la, podem levar a problemas de usabilidade e a insatisfação dos usuários [Brandtzæg e Følstad 2017].

Desta forma, o estudo conduzido por Brandtzæg e Følstad [Brandtzæg e Følstad 2017], busca entender as principais motivações que fazem os usuários utilizarem tais interfaces, em detrimento das tradicionais. De acordo com suas observações, o sucesso dessas ferramentas está ligado à eficiência e produtividade que elas proporcionam aos usuários durante a resolução de suas tarefas. Em outras palavras, os *chatbots* precisam ser fáceis, rápidos e convenientes durante o fornecimento da ajuda ou acesso à informação para que as pessoas se sintam motivadas. Neste caso, o que se observa hoje é justamente a facilidade, velocidade e conveniência que essas ferramentas provêm em, por exemplo: assistências online, suporte ao cliente ou apontando para um manual ou FAQ (*Frequently Asked Questions*) fáceis de se usar [Brandtzæg e Følstad 2017]. Além disso, elas estão presentes nas principais plataformas dos mensageiros da atualidade (*Facebook Messenger*, *Google Assistant*, *Microsoft Skype*, *Slack*, *Telegram*). A descoberta feita pode refletir o uso de *chatbots* no domínio de atendimento ao cliente.

Ainda neste contexto, o estudo realizado por Valério et al. [2017] investiga as estraté-

gias de comunicação utilizadas por *chatbots* populares para transmitir suas funcionalidades aos usuários. O método de inspeção semiótica⁶ empregado na metodologia do experimento detectou classes de signos que representam pistas visuais utilizadas pelos *designers* para transmitir ou reforçar diferentes maneiras de interagir com o sistema (Figura 6). É importante ressaltar que os *chatbots* analisados fazem uso da plataforma *Facebook Messenger*, que pode ter influenciado ou até mesmo determinado as classes de sinais usadas por seus projetistas. Outras plataformas podem fazer uso de representações visuais diferentes para essas classes, ou até mesmo definir outras classes. A seguir, podem ser vistas as classes destacadas por Valério et al.:

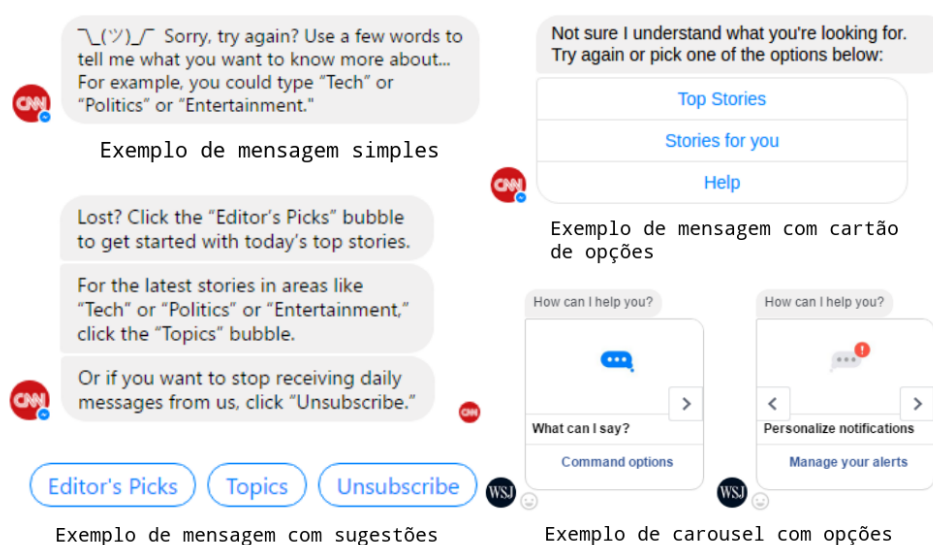


Figura 6: Exemplos das classes de signos em *chatbots* apresentados por Valério et al.
Fonte: Extraído de Valério et al. [2017].

Mensagem simples: é uma mensagem simples com texto e/ou emoji. Geralmente representada por um retângulo com bordas arredondadas envolvendo o texto.

Imagem simples: é uma mensagem com uma imagem. Geralmente representada por um retângulo com bordas arredondadas envolvendo-a.

Sugestões ou Respostas rápidas: são botões que sugerem aos usuários ações predefinidas ao *chatbot*. Possuem o comportamento não permanente, ou seja, não ficam disponíveis no histórico da conversação, com exceção da ação escolhida. Geralmente representados por botões com bordas arredondadas com coloração azul, no caso da plataforma *Facebook Messenger*.

⁶ Método que tem como objetivo a avaliação da qualidade da emissão da metacomunicação do *designer* codificada na interface [Barbosa e Silva 2010, p.330].

Cartão de opções: fornecem um conjunto de ações predefinidas aos usuários. Suas ações são permanentes no histórico, ao contrário das sugestões, permitindo que os usuários possam voltar e explorar as outras opções. Esta classe é bem versátil, pois podem ser associada com uma mensagem simples, um tópico ou uma imagem. A classe é representada por botões agrupados, com bordas arredondadas e o texto em azul, no caso da plataforma *Facebook Messenger*.

Carousel: é um conjunto de cartões, com uma imagem, um título e um botão para uma ação, em que os usuários podem “folhear” suas opções por meio de botões nas laterais.

Menu persistente: é um conjunto de ações disponíveis a qualquer momento para os usuários, presentes em um menu próximo ao campo de entrada de texto.

Baseado nas classes de signos detectados na investigação e na análise dos *chatbots*, os autores [Valério et al. 2017] apresentam suas opiniões a respeito das melhores estratégias utilizadas por essas ferramentas para transmitir suas funcionalidades aos seus usuários. **Apresentar nas primeiras mensagens as principais funcionalidades** é uma estratégia bastante utilizada e evita que o usuário fique perdido na interface. Similarmente, **oferecer um breve tutorial sobre as principais funcionalidades** durante as mensagens iniciais evita que ocorra uma falha de comunicação quando o usuário tem que decidir o que fazer depois da primeira mensagem.

Da mesma forma, nas mensagens posteriores, é recomendável **oferecer sugestões para um conjunto de próximas ações** ao usuário. Isto pode ser feito enviando respostas rápidas ou cartões com botões como resposta. Essas respostas rápidas podem ser sugestões sobre o que os usuários podem fazer a seguir ou um acompanhamento da solicitação anterior.

Outra estratégia utilizada por todos os *chatbots* é **disponibilizar um menu persistente e um cartão com as principais funcionalidades**, no qual é útil em casos que os usuários esquecem como acessar uma funcionalidade específica. Um complemento para a estratégia de menu persistente é **fornecer uma lista de todos os comandos disponíveis**, como também **prover ajuda para as funcionalidades de forma clara** aos usuários. Ademais, em casos que o usuário escreva alguma mensagem que o *chatbot* não “entenda”, é importante **exibir um cartão com as principais funcionalidades**.

Por fim, algumas pesquisas recentes sobre interfaces conversacionais fundamentam a noção de um novo paradigma de *design*. Isso traz novos desafios para os *designers*, já

que este tipo de interface permite uma abertura de interação muito grande, além do fato de suas funcionalidades não estarem diretamente visíveis aos usuários. Neste contexto é importante entender as motivações dos usuários ao utilizar ferramentas com este tipo de interface e quais as melhores estratégias para transmitir suas funcionalidades, deixando-as claras e de fácil acesso. Os trabalhos citados nesse capítulo fornecem o embasamento da dissertação, pois evidenciaram um entendimento do cenário atual dos *chatbots* e de como projetá-los utilizando estratégias eficazes para o seu uso.

Capítulo 4

Estudo preliminar

Neste capítulo, apresenta-se o primeiro estudo [Gonçalves et al. 2018], de caráter exploratório e com o intuito de oferecer um entendimento sobre a produção de conteúdo acessível por usuários produtores leigos no conhecimento das regras e diretrizes de acessibilidade. Ele foi dividido em três etapas, de modo que, na primeira, foi executado um levantamento dos editores HTML WYSIWYG disponíveis no mercado que possuem, dentro de suas funcionalidades, algum recurso de verificação da conformidade do conteúdo. Ainda nesta etapa, são registradas suas características e limitações. Em seguida, com a finalidade de avaliar as ferramentas selecionadas, realizou-se um teste de usabilidade com participantes do perfil desejado e foram coletados dados de desempenho, facilidade do uso, complexidade das dicas fornecidas, preferência entre os editores e utilidade do conteúdo. Por fim, o conteúdo proveniente dos testes de usabilidade foram submetidos a uma validação semi-automática de acessibilidade usando a ferramenta daSilva¹.

4.1 Objetivos

O principal objetivo desta pesquisa é buscar o aprofundamento sobre o tema através de uma análise da situação atual de como usuários produtores criam conteúdo acessível por meio dos editores. Quando refere-se a acessível, compreendemos que o conteúdo esteja em conformidade com as regras e diretrizes de acessibilidade e contenha informações úteis para o entendimento, como por exemplo: uma imagem que contenha uma descrição que capte todos os seus pontos essenciais. Além disso, é importante informar que os conteúdos do estudo delimitam-se ao contexto de exames educacionais digitais.

¹<http://www.dasilva.org.br/> Acesso em: 08/05/2018.

Por meio disso, levantaram-se dois questionamentos a serem respondidos, já mencionados anteriormente no capítulo 1.2:

QP1-EP: De que forma editores HTML WYSIWYG com plugins de verificação de conformidade auxiliam usuários leigos na produção de conteúdo acessível?

QP2-EP: Quais recursos os editores HTML WYSIWYG com plugins de verificação de conformidade fornecem para indicar ou instruir sobre como prover conteúdos úteis?

4.2 Levantamento dos editores com suporte a edição de conteúdo acessível

Levando em consideração os principais editores HTML WYSIWYG encontrados em pesquisas informais na Web [1stwebdesigner.com 2016, sitepoint.com 2016] (Figura 7), foram selecionados apenas aqueles que tem suporte à produção de conteúdo acessível tendo em seu leque de funcionalidades alguma que realize a verificação da acessibilidade, sendo eles: CKEditor [CKSource 2018], TinyMCE [Ephox 2018b] e Textbox.io [Ephox 2018a].



Figura 7: Levantamento de editores HTML WYSIWYG, encontrados em buscas informais na Web.

Fonte: Elaboração própria.

Para os três selecionados, inspecionaram-se as suas características e limitações relacionadas à produção de conteúdo e a sua conformidade (Tabela 1).

Tabela 1: Características avaliadas nos editores, onde (✓) contempla, (×) não contempla e (?) não foi encontrado

Características avaliadas	CKEditor	TinyMCE	Textbox.io
Disponível nas línguas mais faladas do mundo	✓	✓	✓
Suporte oficial dos navegadores de internet atuais	✓	✓	✓
Fácil de ser embutido em uma página Web	✓	✓	✓
Formatação de texto	✓	✓	✓
Inserção de imagens	✓	✓	✓
Inserção de tabelas	✓	✓	✓
Inserção de fórmulas matemáticas	✓	✓	?
Fórmulas matemáticas estão no padrão da WCAG	✓	✓	?
Fórmulas são interpretadas por leitores de tela	✓	✓	?
Conformidade às diretrizes da WCAG	✓	✓	✓
Conformidade às diretrizes da 508 Section	✓	✓	✓
Conformidade às diretrizes da IBM WAC	✓	?	?
Conformidade às diretrizes da WAI-ARIA	✓	?	✓
Plugin verificador de acessibilidade	✓	✓	✓
Plugin verificador de acessibilidade gratuito	✓	×	✓
Instruções sobre como prover conteúdos úteis	×	×	×

4.3 Teste de usabilidade com participantes

O procedimento contou com a intercalação da ordem dos três editores entre os participantes, a fim de amenizar o efeito de aprendizagem [Rubin e Chisnell 2008]. Todos os participantes fizeram uso dos três editores e foram necessários três pilotos para ajustar o experimento, já que foram detectados problemas nas explicações das atividades aos participantes.

O objetivo da avaliação foi verificar a qualidade da produção de conteúdo acessível nos editores mencionados utilizando uma questão de vestibular adaptada com vários tipos de conteúdos para a avaliação, como: imagens; fórmulas matemáticas; e tabelas. Além disso, foram coletadas informações de desempenho, facilidade de uso, complexidade das dicas fornecidas pelo recurso de verificação de acessibilidade e a preferência geral de cada participante entre as três ferramentas. Um questionário foi aplicado após o desenvolvimento de todas as atividades em cada editor, com a finalidade de coletar os dados de facilidade e complexidade por meio de uma estrutura de escala Likert variando de 1 a 5 (Conforme a Figura 8). Ao final do teste, os usuários também informaram qual o editor preferido, baseado na experiência obtida.

Dez pessoas foram selecionadas para participar do experimento: 6 respondentes do sexo masculino e 4 respondentes do sexo feminino (Figura 9) com idades variando de 19 a

O quão fácil foi para você a utilização dos recursos deste editor? *

Legenda: Muito fácil (1) - Fácil (2) - Neutro (3) - Difícil (4) - Muito difícil (5)

1 2 3 4 5

Muito fácil ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito difícil

Como você classifica as dicas de acessibilidade fornecidas neste editor?

Legenda: Muito simples (1) - Simples (2) - Neutro (3) - Complexo (4) - Muito complexo (5) - Não responda este item se o editor não possuir tal funcionalidade.

1 2 3 4 5

Muito simples ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito complexo

Figura 8: Questionário aplicado após cada editor, com o intuito de captar respostas sobre facilidade do uso da ferramenta e a complexidade das dicas oferecidas pelo recurso de verificação de acessibilidade.

Fonte: Elaboração própria.

32 anos (Média: 24 anos e Desvio padrão: 4,37 anos). O processo de seleção consistiu da solicitação aos participantes do preenchimento do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A), concedendo a permissão para coleta de dados durante o estudo. Em seguida, eles forneceram informações para o mapeamento do perfil dos voluntários no experimento (Apêndice B). O perfil dos participantes desejado se baseava em conhecimentos básicos de inglês para leitura de documentações e nenhum conhecimento sobre regras e padrões de acessibilidade. Todos os participantes informaram utilizar regularmente computadores e editores de texto Web e *desktop* no dia a dia. Vale destacar que nenhum dos participantes conhecia ou fez uso dos editores selecionados para o experimento.

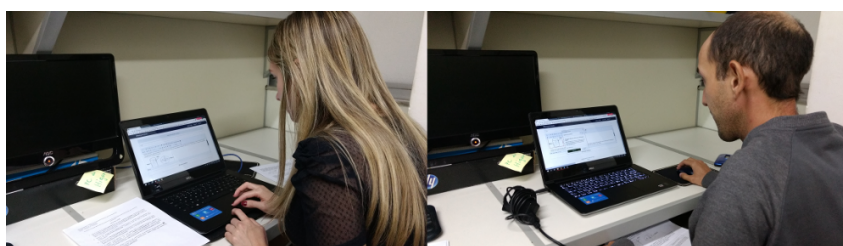


Figura 9: Participantes realizando as atividades do experimento.

Fonte: Elaboração própria.

O teste consistiu na realização de uma tarefa com cinco atividades, em que o participante deveria inserir um conteúdo pré-fornecido no editor, abrangendo: (1) formatação de texto, (2) inserção de figuras, (3) escrita de fórmula matemática, (4) composição de tabela de dados e (5) verificação da acessibilidade do conteúdo. Esta última foi descon-

siderada no editor TinyMCE, por ser um recurso pago. Esperava-se que os participantes usassem as dicas de acessibilidade fornecidas pelo editor para criar conteúdo acessível, então nenhuma dica foi incluída no material fornecido pelo avaliador.

4.4 Validação semi-automática do conteúdo

Com o intuito de avaliar o nível de acessibilidade do conteúdo produzido, faz-se necessário e prático o uso de verificadores semi-automáticos de acessibilidade. Foi utilizado o verificador brasileiro conhecido como daSilva, que avalia o conteúdo conforme as regras da WCAG em suas versões 1.0 e 2.0 e a eMAG 3.1. Para este estudo foi escolhida a avaliação segundo as regras da WCAG 2.0, por estarmos avaliando ferramentas estrangeiras perante diretrizes internacionais, e todas os níveis de conformidade disponíveis (A, AA e AAA). Vale ressaltar que todas as validações foram feitas pelo avaliador e autor deste estudo. Para mais informações sobre a WCAG 2.0 e seus níveis de conformidade, veja a seção 2.1.2.

4.5 Resultados e discussão

Os resultados alcançados mostraram um pouco sobre a situação atual da acessibilidade em conteúdos, permitindo que os dados de usabilidade, conformidade e os questionamentos da pesquisa destacassem pontos de discussão sobre o tema. Os questionamentos a serem respondidos são: (QP1-EP) De que forma editores HTML WYSIWYG com plugins de verificação de conformidade auxiliam usuários leigos na produção de conteúdo acessível? (QP2-EP) Quais recursos os editores HTML WYSIWYG com plugins de verificação de conformidade fornecem para indicar ou instruir sobre como prover conteúdos úteis?

4.5.1 Análise da usabilidade dos editores

Primeiramente, para a análise da usabilidade dos editores foram considerados os critérios de desempenho dos participantes ao realizar as atividades, a facilidade do uso das funcionalidades e a complexidade das dicas fornecidas pelo recurso de verificação. Esta análise é importante na resposta do primeiro questionamento (QP1-EP), pois fez-se necessário saber se os editores possuem uma boa usabilidade em suas funcionalidades.

Para avaliar o desempenho dos participantes no uso dos editores foi registrado o tempo médio em minutos para a realização de cada uma das cinco atividades (Figura 10).

Vale lembrar que a última tarefa, a de verificação de problemas de acessibilidade, teve a limitação de não considerar o editor TinyMCE por ser um recurso pago.

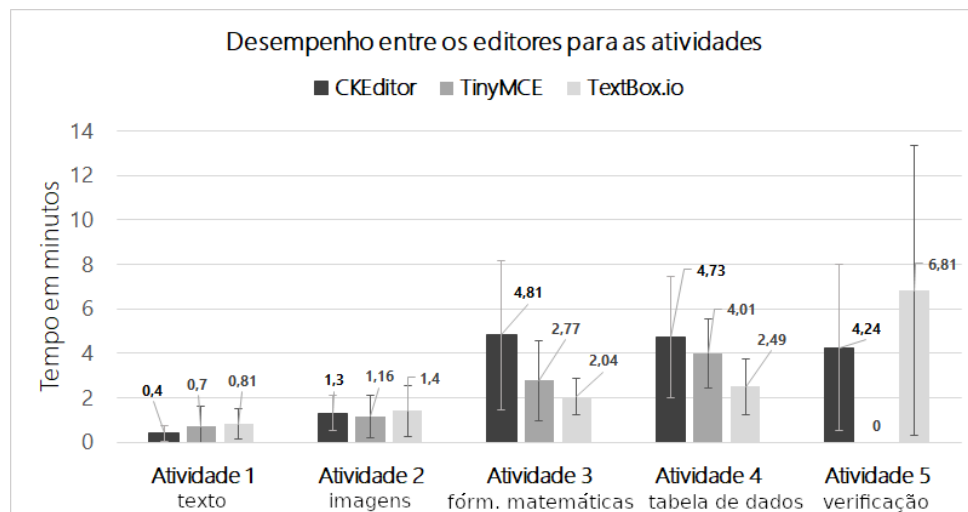


Figura 10: Comparação do desempenho dos participantes (tempo em minutos) ao realizar as atividades nos 3 editores.

Fonte: Elaboração própria.

Para a primeira e segunda atividade, respectivamente formatação de texto e inserção de imagens, não foram constatadas diferenças visíveis entre os editores, destacando que os três apresentaram desempenhos semelhantes.

Na terceira atividade, contemplando a escrita de fórmula matemática, o CKEditor apresentou um tempo maior que os demais. Esse fato tem relação com a forma em que as fórmulas matemáticas eram escritas em seu *plugin* oficial, pois deveriam ser em Tex, tornando a tarefa mais demorada e árdua para os participantes que utilizaram uma boa parte do tempo para o entendimento da linguagem. Por outro lado, o TinyMCE explora esse recurso através de uma interface intuitiva, utilizando um *plugin* de terceiros com atalhos de equações predefinidas para o preenchimento dos valores e fornecendo o resultado em Tex. Já para o Textbox.io, não foi encontrada nenhuma funcionalidade dedicada a fórmulas matemáticas, sendo somente possível escrevê-las utilizando os caracteres comuns e os especiais, o que acabou não trazendo uma dificuldade extra para os participantes, como houve nos outros dois.

Na quarta atividade, criação de tabela de dados, tanto o CKEditor, quanto o TinyMCE tiveram tempos médios próximos. Isso pode ser explicado por suas interfaces parecidas, mas a presença dos campos de entrada para inserção de legendas e resumos na interface do *plugin* de tabelas do CKEditor levou os participantes a adicionarem essas informações no momento da criação (Figura 12), aumentando assim o tempo para a conclusão da tarefa.

Na última tarefa, a de verificação da acessibilidade, é perceptível uma diferença no tempo da verificação entre os editores. Pelos participantes terem levado mais tempo para entender as dicas e corrigir o conteúdo através do Textbox.io, do que o CKEditor, ficou claro que a linguagem utilizada nas dicas desse editor não é tão compreensível. Além disso, outro motivo que aumentou o tempo da atividade de verificação no Textbox.io foi que a grande maioria dos participantes realizou as inserções dos atributos acessíveis na atividade de verificação.

Em vista desses dados e pelo o que foi observado durante os testes, a duração das atividades não assegurou que um editor fosse melhor ou pior, já que os usuários poderiam demorar mais em situações de descrição dos atributos acessíveis, entendimento das dicas fornecidas ou até mesmo por estarem com dificuldade.

Levando em consideração a opinião dos participantes, enquanto a facilidade de uso dos recursos, observou-se certa neutralidade nas respostas. Isso indica que os usuários não avaliaram as atividades como nem tão fáceis ou tão difíceis (Figura 11a). Apesar disso, os dados mostraram que houve uma avaliação mais frequente nos intervalos neutro e fácil do que nos outros, e também que o tempo de duração geral das atividades não afetou as opiniões dos participantes sobre a facilidade. Além disso, as avaliações da complexidade das dicas fornecidas pelo recurso de verificação mostraram um resultado semelhante, apresentando uma neutralidade nas opiniões (Figura 11b). Por fim, no geral, a quantidade média de pedidos de ajuda entre os participantes em relação ao CKEditor (1,0), TinyMCE (1,1) e Textbox.io (2,2) permaneceu baixa.

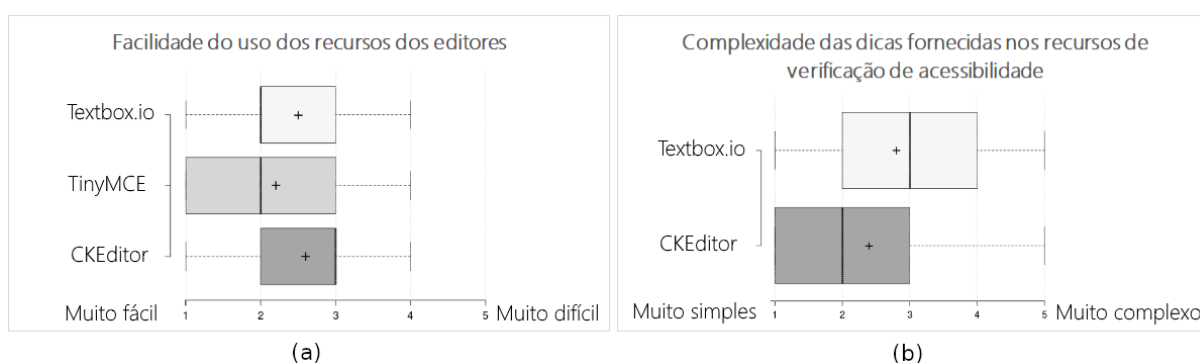


Figura 11: Média da pontuação de facilidade do uso dos recursos de cada editor (esquerda) e média da pontuação de complexidade das dicas fornecidas pelo recurso de verificação de acessibilidade dos editores que o possuem (direita). O símbolo (+) marca as médias e o traço vertical destacado marca as medianas.

Fonte: Elaboração própria.

A preferência informada ao final de cada sessão do experimento esclarece que o CKEditor e o TinyMCE foram eleitos os editores preferidos por respectivamente 50% e 40% dos

participantes. Estes editores, segundo os participantes, possuem interfaces semelhantes aos editores de texto que eles usam e estão acostumados. Além disso, todos os pontos positivos e negativos de usabilidade observados servirão de insumo para melhorias e modificações nesses editores.

4.5.2 Análise da acessibilidade dos conteúdos

O experimento mostrou que a grande maioria dos conteúdos foram concluídos parcialmente, ou seja, ainda continham problemas de acessibilidade, como: falta de descrição nas imagens, falta de legenda e resumo na tabela (Série “Não colocou” da Figura 12). Isto leva a crer que os avisos do recurso de verificação ainda não são suficientes para que usuários leigos produzam conteúdos acessíveis, o que mostra uma relação com a observação levantada por Swallow et al. [2016] sobre uma linguagem não tão clara presente nas diretrizes e consequentemente nas dicas.

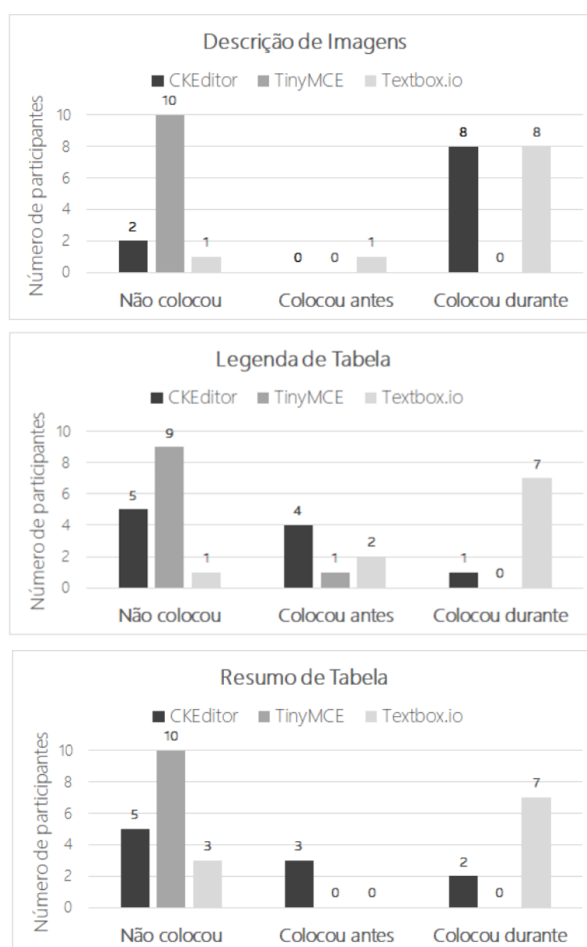


Figura 12: Momentos da inserção dos atributos acessíveis no conteúdo. Legenda: Não colocou o atributo, colocou-o antes ou durante a atividade de verificação.

Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto observado, analisando os participantes que inseriram os atributos de acessibilidade, é o momento em que essas ações são feitas. Nota-se que as descrições das imagens foram inseridas em maioria durante a atividade de verificação, conforme a Figura 12. Isso já era esperado, pois usuários leigos em acessibilidade e padrões Web desconhecem a importância destes atributos e o recurso de verificação se responsabilizaria pelas indicações de problemas e dicas apropriadas para a correção. Para as legendas e resumos de tabela, o CKEditor registrou mais inserções antes da verificação do que seus concorrentes, enquanto que o Textbox.io registrou mais inserções durante a verificação. Em relação ao TinyMCE, a ausência do recurso de verificação de acessibilidade tornou a presença dos atributos acessíveis bastante infrequente. Isso mostra o quão importante este recurso é para a produção de conteúdos mais acessíveis, apesar de insuficiente.

O que se pode concluir pela observação é que poucos participantes preencheram os atributos acessíveis durante a criação dos conteúdos. Além disso, percebeu-se que a abordagem passiva presente nas funcionalidades e no recurso de verificação da acessibilidade permitiu que os participantes ignorassem os avisos e indicações, levando ao não preenchimento dos atributos acessíveis e conseqüentemente aos problemas de acessibilidade.

Sobre as fórmulas matemáticas, não foram colocadas na avaliação da acessibilidade, pois nenhum dos recursos de verificação alertou problemas. Acredita-se que a falta de dicas pode ser ocasionada pela não implementação de regras específicas, um dos problemas apontados por Power et al. [2012], ou pelas fórmulas serem tratadas como texto. Outro fato relacionado está no modo como as fórmulas podem ser implementadas nos editores, permitindo que plugins, como MathJax², utilizem Tex ou MathML como entrada ou até mesmo a transformação delas em imagens vetoriais escaláveis, colocando o texto das fórmulas nas descrições, como fazem os *plugins* CodeCogs³ e WIRIS⁴.

Além disso, a avaliação semi-automática do conteúdo através do site daSilva mostrou que a quantidade de erros e avisos da produção dos participantes foi relativamente baixa (Figura 13). Percebe-se também que o CKEditor e o Textbox.io foram bem similares e o TinyMCE apresentou uma maior quantidade de erros e avisos, devido a falta do recurso de verificação.

De posse dos resultados pode-se, então, responder o questionamento (QP1-EP). Observa-se a grande dificuldade para produzir conteúdos acessíveis, mesmo utilizando ferramentas com uma funcionalidade, cujo foco é auxiliar os usuários. A inexistência de uma aborda-

²<https://www.mathjax.org/> Acesso em: 11/05/2018.

³<http://latex.codecogs.com/> Acesso em: 11/05/2018.

⁴<http://www.wiris.com/> Acesso em: 11/05/2018.

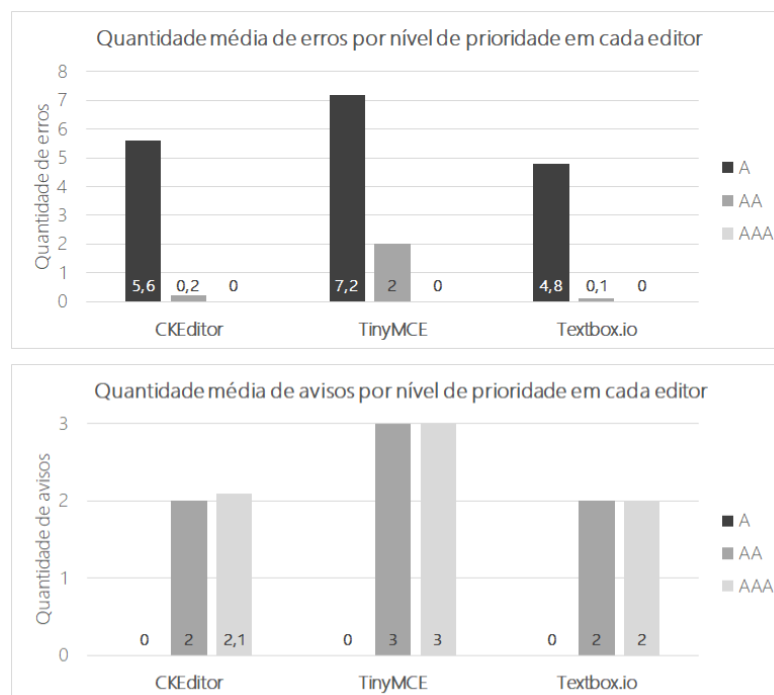


Figura 13: Média de erros por nível de prioridade em cada editor (esquerda) e média de avisos por nível de prioridade em cada editor (direita)

Fonte: Elaboração própria.

gem mais proativa em relação ao que é obrigatório para que a acessibilidade seja atendida indica que as opções atuais ainda não fornecem um produto perfeitamente acessível.

Outro fato é que, mesmo quando alguns usuários entendiam os problemas indicados pelo recurso de verificação, eles não inseriam descrições de figuras, legendas ou mesmo resumos de tabela com informações úteis para deficientes visuais (Figura 14). Frequentemente encontravam-se descrições e legendas como “Figura 1” ou “Tabela 1”, sem nenhum valor informativo para deficientes visuais. Em contrapartida, os que elaboravam conteúdo com informações mais úteis, acabavam sendo limitados pelos editores em descrições com no máximo 100 caracteres (WCAG: diretriz [1.1.1](#), técnicas [G94](#) e [G95](#)). Isso afetou bastante a utilidade das informações pelos participantes, já que nenhuma alternativa para descrições mais longas foi fornecida. Neste caso, apesar de limitadas, as informações foram consideradas “úteis” para a análise atual, tal como é demonstrado na Figura 14.

Desta forma, os dados apresentados responderam ao questionamento (QP2-EP), mostrando que nenhuma das ferramentas analisadas suportou ou indicou maneiras de como os produtores leigos poderiam fornecer conteúdo, além de acessível, útil para os deficientes visuais. Deste modo, torna-se necessária a investigação de como prover dicas e exemplos neste quesito para usuários com o perfil analisado.

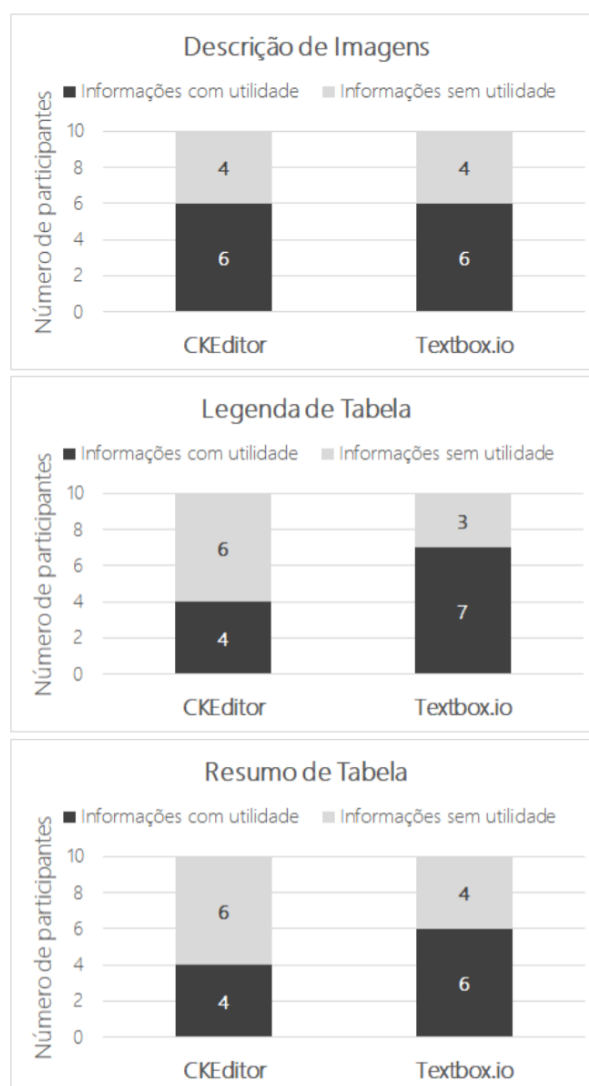


Figura 14: Número de participantes que contribuíram com conteúdos contendo informações úteis, mas limitadas.

Fonte: Elaboração própria.

4.6 Considerações do capítulo

Em suma, este estudo avaliou três editores online HTML WYSIWYG com suporte a verificação de acessibilidade, de modo a entender a situação atual de como conteúdos acessíveis são criados por usuários leigos e responder aos questionamentos feitos.

Os resultados mostraram que tanto o CKEditor quanto o TinyMCE fornecem a grande maioria de recursos necessários, além de terem sido os preferidos pelos participantes. Sem deixar de lado o Textbox.io, cujo foco é a utilização em dispositivos móveis, este também possui boa parte dos recursos necessários, incluindo a verificação de problemas de acessibilidade. Entretanto, o Textbox.io por ser um software recente, ainda lhe faltam

funcionalidades e *plugins* de extensão para concorrer com os outros dois, já maduros no mercado.

Produtores em geral podem se beneficiar com o uso desses editores onde o principal diferencial está na funcionalidade de verificação de problemas de acessibilidade, cujo recurso é contemplado de forma gratuita pelo CKEditor e o Textbox.io, enquanto o TinyMCE o fornece por meio de uma assinatura mensal.

Com as respostas aos questionamentos, observa-se que os editores HTML WYSIWYG investigados são ferramentas promissoras na produção de conteúdo acessível, mas que ainda não existem opções que forneçam um conteúdo livre de problemas. Ainda mais, um fato observado que pode levar a um aumento de problemas de acessibilidade é a inexistência de uma abordagem proativa durante a criação do conteúdo em que o preenchimento de atributos acessíveis obrigatórios deve ser evidenciado claramente, visto que, somente o recurso de verificação de acessibilidade não garante que usuários do perfil analisado produzam conteúdos sem problemas.

Outro fato, agora relacionado a utilidade das informações, aponta que são necessários meios para guiar e instruir esses produtores sobre como fornecer informações mais úteis para deficientes visuais, que são o público alvo do conteúdo.

Esta pesquisa apresentou as limitações de não ter incluído o recurso de verificação para o editor TinyMCE, por ser um item pago e ter somente feito uso de técnicas estatísticas básicas devido a amostragem pequena de voluntários. Deste modo, tanto a avaliação e a comparação acabou sendo prejudicada.

Com base no conhecimento adquirido neste estudo, foi possível identificar pontos fortes e fracos de cada editor e assim justificar a necessidade de se ter uma ferramenta que seja capaz de auxiliar usuários leigos na produção de conteúdo acessível e útil para deficientes visuais. Além disso, também é necessário desenvolver um processo para avaliação da utilidade, a fim de quantificá-la.

Capítulo 5

Estudo experimental comparativo

Neste capítulo, apresenta-se o segundo estudo, considerado como uma pesquisa experimental de âmbito comparativo, caracterizado pela verificação de variáveis experimentais (independentes) em relação ao controle (dependente), para observar as causalidades e esclarecer hipóteses [Heerdt e Leonel 2007, p.76–77].

O aprofundamento no entendimento sobre as diversas dificuldades e benefícios em relação a produção de conteúdo acessível por meio dos editores HTML WYSIWYG, feito no estudo preliminar, respondeu os questionamentos, mas resultou no levantamento de novos. No estudo, um dos focos principais está em estudar maneiras de instruir e ajudar os produtores sobre como prover um conteúdo com maior utilidade. Para isso, propôs-se o estudo comparativo entre duas formas de ajuda, presentes em uma página Web e um *chatbot*, a fim de verificar qual forma direciona os produtores a terem resultados melhores. Contudo, a criação de uma forma de mensuração da utilidade é necessária, já que métodos ou processos com essa finalidade não foram encontrados na literatura. Além disso, outro foco importante para o estudo é implantar uma abordagem mais proativa durante a criação do conteúdo, embasada pelas regras de acessibilidade, para assim observar a possibilidade de uma redução na quantidade de problemas de acessibilidade informados pelas ferramentas de validação.

Com os focos do estudo em mente, organizou-se quatro etapas para a elaboração. Na primeira, ambos os focos descritos foram levados em consideração para o *design* e a elaboração de protótipos construídos sobre um editor HTML WYSIWYG, suas funcionalidades e a integração das duas formas de ajuda nele (Seção 5.2). Em seguida, com a finalidade de avaliar os protótipos desenvolvidos, realizou-se um teste de usabilidade com participantes do perfil desejado e foram coletados dados de desempenho, facilidade das tarefas

desempenhadas e a satisfação geral no uso da ferramenta como um todo, considerando todas as tarefas (Seção 5.3). Após esta, o conteúdo proveniente dos testes de usabilidade foram submetidos a uma validação semi-automática de acessibilidade em três ferramentas: *daSilva*¹, *AccessMonitor*² e *aXe*³ (Seção 5.4). Por fim, na última etapa, apresenta-se o método de avaliação da utilidade das informações acessíveis no conteúdo, com o intuito de mensurar a qualidade da produção (Seção 5.5).

5.1 Objetivos

Os principais objetivos deste estudo são: comparar duas formas de ajuda e instrução, a fim de verificar qual delas direciona melhor os produtores a terem resultados com maior qualidade nas informações acessíveis; e implementar customizações no editor utilizado, com a intensão de adotar uma abordagem mais proativa durante a criação do conteúdo. Com isso, espera-se que atributos acessíveis obrigatórios sejam preenchidos durante a sua produção, ao invés do final, durante a verificação de problemas de acessibilidade. Vale lembrar que esses pontos são destacados nos resultados do estudo preliminar.

Por meio disso, levantam-se dois questionamentos a serem respondidos, já mencionados previamente no capítulo 1.2:

QP1-EEC: Qual o nível de conformidade dos conteúdos produzidos segundo os padrões definidos de acessibilidade?

QP2-EEC: Qual forma de ajuda da ferramenta auxiliou na produção de um conteúdo mais útil?

5.2 *Design* e prototipagem

No estudo anterior foram evidenciadas algumas características e as preferências dos participantes sobre os três editores HTML WYSIWYG avaliados. Em relação a esses, o CKEditor atendeu a todas as características observadas e obteve 50% da preferência geral de 10 participantes. Outro fato interessante, em relação a este editor, é que todo seu código fonte é aberto para customizações. Deste modo, para a elaboração dos protótipos deste estudo, o editor foi escolhido para serem feitas melhorias nas funcionalidades existentes

¹<http://www.dasilva.org.br/> Acesso em: 08/05/2018.

²<http://www.acessibilidade.gov.pt/accessmonitor/> Acesso em: 08/05/2018.

³<https://www.deque.com/axe/> Acesso em: 08/05/2018.

a fim de torná-las mais proativas em relação à acessibilidade, considerando as diretrizes da WCAG 2.0 [W3C 2008] e recomendações da W3C [W3C/WAI 2017a, W3C/WAI 2017b, W3C/WAI 2017c]. Ademais, também são projetadas duas variantes do editor, cada uma com a respectiva forma de ajuda integrada⁴.

Para usuários com um perfil leigo em acessibilidade, espera-se que o *design* de uma interação mais proativa altere o momento em que as informações acessíveis são inseridas no conteúdo, ajudando-os a não dependerem somente do recurso de verificação de acessibilidade, mas o tornando um complemento. Além disso, atenta-se também a descobrir qual dos meios de ajuda elevou a qualidade da produção de usuários deste perfil. A seguir, decorrem-se os procedimentos realizados para a elaboração dos protótipos.

5.2.1 Elaboração de melhorias nas funcionalidades

Foram selecionadas três funcionalidades no editor, no qual seriam desenvolvidas as melhorias na formatação de: imagens, tabelas e fórmulas matemáticas. Esses elementos foram considerados por serem frequentemente presentes em exames educacionais e constituem uma das principais barreiras da acessibilidade para usuários deficientes visuais [Minin et al. 2015b, Acosta et al. 2018].

5.2.1.1 Melhorias na formatação de imagens

Primeiramente, foi observado no estudo anterior, que existe uma limitação de 100 caracteres para a escrita de textos alternativos. Isso está definido na WCAG 2.0 em sua diretriz 1.1.1 por meio das técnicas G94 e G95. Em contrapartida, para a descrição de imagens complexas, é necessário fornecer uma alternativa para o uso de textos mais longos (WCAG 2.0, diretriz 1.1.1, técnicas H45, G73, G74 e G92). De acordo com a W3C, existe o atributo *longdesc* para os elementos de imagem [W3C 2016c] que permite a inserção de uma URL para uma página contendo uma descrição mais extensa sobre o elemento, entretanto este atributo está sendo descontinuado nas versões mais atuais do HTML [WebAIM 2018].

Como alternativa, a WAI-ARIA definiu atributos que suprem esta necessidade: *aria-describedby*, *aria-labelledby*. O primeiro é responsável por indicar um elemento na própria página que será responsável por descrever o elemento referenciado [W3C 2016a]. Já o

⁴ Todo o código desenvolvido está disponível no seguinte repositório: <https://github.com/gsag/exame-inclusivo> e também é possível acessar as variantes do editor, em funcionamento, pelo seguinte endereço: https://rebrand.ly/exameinclusivo_editor.

segundo, similarmente, põe um elemento na própria página com a responsabilidade de rotular o elemento referenciado [W3C 2016b]. Outra observação da W3C, agora sobre o atributo *title*, informa que o seu uso é desencorajado, pois existe muita inconsistência na implementação entre os agentes de usuários, além de ter pouco ou quase nenhum impacto na acessibilidade de uma página Web [W3C 2017]. Desta forma, o atributo *title* não foi considerado nas melhorias. Tais modificações podem ser vistas na Figura 15, que mostra a funcionalidade original, a customização feita e como são representadas as imagens acessíveis em HTML.

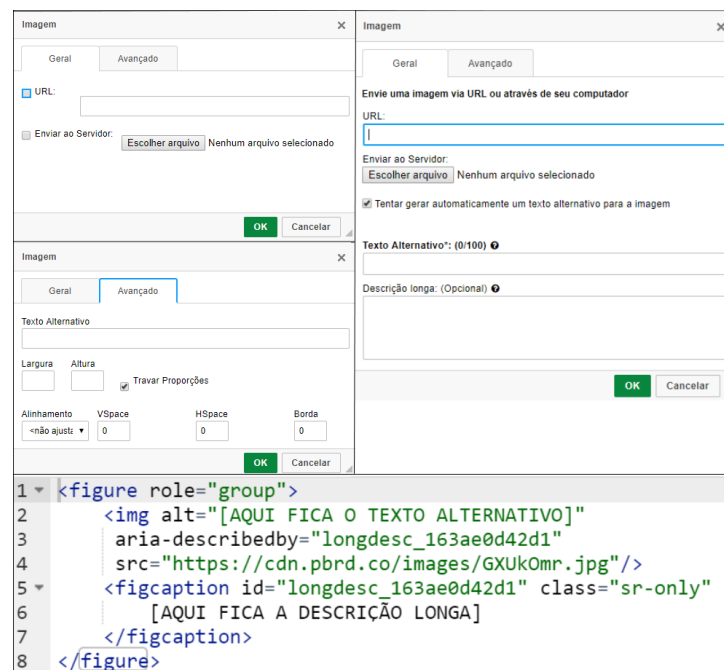


Figura 15: *Plugin* de gerenciamento de imagens oficial do CKEditor (Esquerda), *plugin* de gerenciamento de imagens com as melhorias (Direita), e código HTML de uma imagem gerado pelo *plugin* modificado (Abaixo).

Fonte: Elaboração própria.

Outro ponto observado no estudo anterior foi a inexistência de algum grifo ou validação de obrigatoriedade da inclusão de textos alternativos nas imagens na funcionalidade original. Tal fato acarretou em um não preenchimento por alguns participantes, ocasionando em falhas na acessibilidade. A fim de tratar das melhorias nesse quesito, foram observados requisitos importantes para o gerenciamento de imagens em editores online [Sanchez-Gordon et al. 2016, Acosta et al. 2018], fundamentais para o novo *design* da funcionalidade (Figura 16):

1. Permitir a inserção de texto alternativo para a imagem através da interface.
2. Permitir a edição de texto alternativo de uma imagem já criada através da interface.

3. O nome do campo de entrada do texto alternativo deve ser claro em sua função.
4. Prover ajuda sobre como usar o texto alternativo para melhorar acessibilidade.
5. Alertar se nenhum texto alternativo foi informado.
6. Não gerar texto alternativo automaticamente que não represente as informações do conteúdo em si.
7. Permitir a inserção de descrição longa para imagem complexa através da interface.
8. Permitir a edição de descrição longa para imagem complexa já criada através da interface.
9. O nome do campo de entrada da descrição longa deve ser claro em sua função.
10. Prover ajuda sobre como usar a descrição longa para melhorar acessibilidade em imagens complexas.

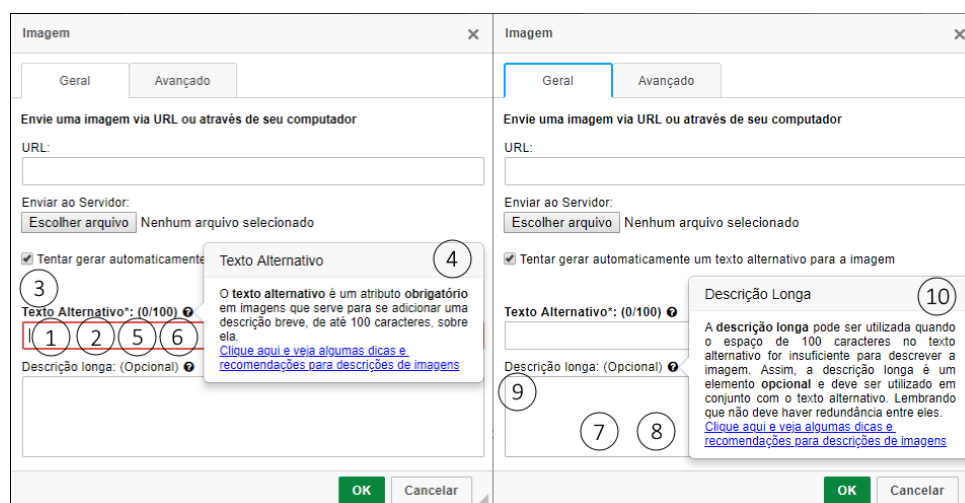


Figura 16: Requisitos implementados no *plugin* de gerenciamento de imagens customizado.

Fonte: Elaboração própria.

Como complemento, também buscou-se neste novo *design* acrescentar a opção de gerar um texto alternativo automaticamente após o envio da imagem, para ser exibido ao usuário. Este recurso faz uso de tecnologias de processamento e classificação de imagens⁵ (*Deep Learning*) para gerar uma descrição inicial sobre a imagem e classificá-la em diferentes categorias. É importante ressaltar que essas tecnologias ainda possuem limitações

⁵Microsoft Cognitive Services: <https://azure.microsoft.com/pt-br/services/cognitive-services/computer-vision/>. Acesso em: 26/05/2018.

quanto às descrições geradas, sendo frequentemente superficiais, não descrevendo corretamente a imagem ou não conseguindo gerar uma descrição (Figura 17). Contudo, mesmo com essas limitações, foi possível determinar qual o tipo de categoria a imagem pertence e assim fornecer um direcionamento ao usuário para a seção da ajuda correspondente (ajuda em página Web), conforme a Figura 17.

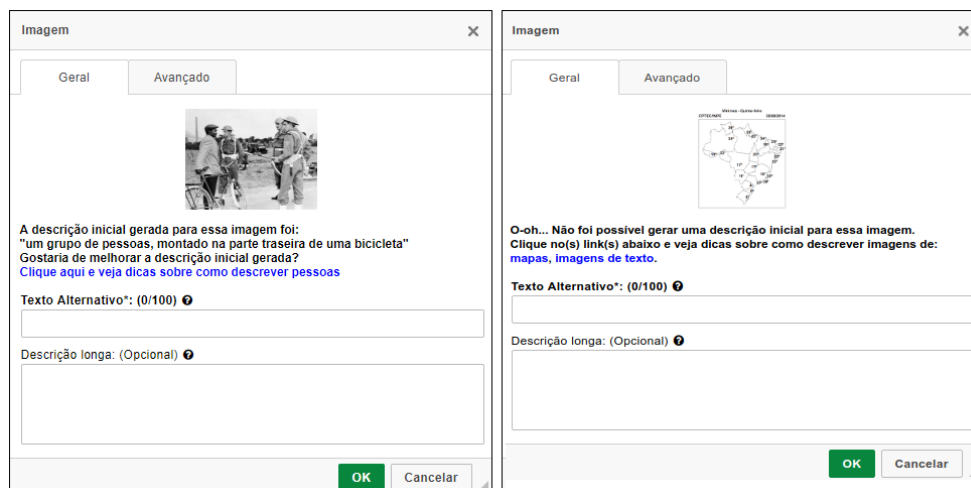


Figura 17: Após enviar uma imagem no *plugin* é retornada uma descrição, caso seja possível, e links de exemplos para as seções das categorias encontradas (ajuda em página Web).

Fonte: Elaboração própria.

5.2.1.2 Melhorias na formatação de tabelas de dados

Em consideração as tabelas de dados produzidas no estudo anterior através do CKEditor, percebeu-se que o não preenchimento das legendas e resumos das tabelas foi bem frequente. Esses atributos, em conjunto com a definição de cabeçalhos, são importantes para a acessibilidade em tabelas HTML e são definidos pela WCAG 2.0 em sua diretriz 1.3.1 por meio das técnicas H39, H43, H51, H63 e H73. A seguir são descritos os objetivos de cada um desses atributos:

Legenda: obrigatória, representa uma espécie de título para a tabela, ajudando os usuários a encontrá-la e entender do que ela se trata e decidir se eles querem lê-la [W3C/WAI 2017a].

Resumo: opcional, consolida informações a respeito da organização dos dados na tabela e auxilia os usuários na navegação dela, sendo mais utilizado em tabelas mais complexas ou com muitos dados [W3C/WAI 2017a]. Em adição, caso ambos os atributos

sejam informados, o resumo não deve duplicar informações da legenda [W3C/WAI 2017a].

Cabeçalho: obrigatório, são associados a cada uma das células de dados correspondentes [W3C/WAI 2017c].

Assim como na funcionalidade de gerenciamento de imagens, a inexistência de grifos e validações acerca destes atributos ocasionaram o não preenchimento e consequentemente em falhas na acessibilidade. Deste modo, foram observados requisitos importantes para o gerenciamento de tabelas em editores online [Acosta et al. 2018] que auxiliaram no desenvolvimento do novo *design* da funcionalidade (Figura 18):

1. Permitir a inserção de cabeçalho em linhas ou colunas através da interface.
2. Permitir a alteração de cabeçalho em linhas ou colunas através da interface.
3. Prover ajuda sobre como usar o cabeçalho em tabelas para melhorar acessibilidade.
4. Permitir a inserção de legenda na tabela através da interface (elemento “*caption*”).
5. Permitir a edição de legenda na tabela através da interface (elemento “*caption*”).
6. Prover ajuda sobre como usar a legenda em tabelas para melhorar acessibilidade.
7. Permitir a inserção de resumo na tabela através da interface (atributo “*summary*”).
8. Permitir a edição de resumo na tabela através da interface (atributo “*summary*”).
9. Prover ajuda sobre como usar o resumo em tabelas para melhorar acessibilidade.
10. Permitir associação de células de dados a mais de um cabeçalho (linha e/ou coluna).

5.2.1.3 Melhorias na formatação de fórmulas matemáticas

Em relação às fórmulas matemáticas produzidas no estudo anterior, não houve nenhum erro alertado pelo CKEditor sobre este tipo de conteúdo, levando a crer que esse fato pode estar relacionado com a forma em que as fórmulas são implementadas. Uma análise do código fonte mostrou elas podem ser tanto implementadas utilizando as linguagens Tex ou MathML, por meio de *plugins* como o MathJax, quanto por meio de imagens vetoriais escaláveis, atendendo o preenchimento do atributo *alt* com a fórmula ou a sua respectiva

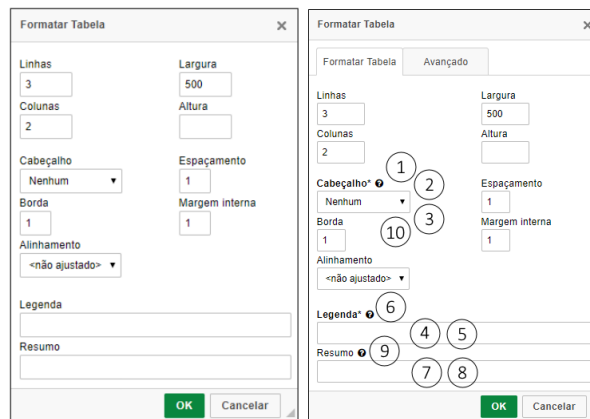


Figura 18: *Plugin* de gerenciamento de tabelas oficial do CKEditor (Esquerda), *plugin* de gerenciamento de tabelas com as melhorias (Direita).

Fonte: Elaboração própria.

descrição. Algumas das vantagens de se utilizar a segunda estratégia em relação a primeira se justificam em não precisar de uma conexão com a internet para a conversão do Tex ou MathML em uma visualização da fórmula [Hussain et al. 2016], e ser ampliável, sem comprometer a legibilidade [Noble et al. 2018].

Levando em consideração o *plugin* oficial do editor, que trata a escrita das fórmulas por meio da linguagem Tex (Figura 19), o que se percebe pelos resultados do estudo anterior é que os participantes levaram mais tempo para produzir este tipo de conteúdo porque precisaram de um tempo para aprender a linguagem. Pensando nesse fato, foi escolhido o *plugin* WIRIS para criação de fórmulas matemáticas que trabalha de maneira mais intuitiva, com atalhos para as operações matemáticas e escrita manual. O *plugin* trabalha diretamente com o MathML, padrão definido pela W3C para esse tipo de conteúdo [Hussain et al. 2016] e possui a estratégia de transformar as fórmulas escritas em imagens vetoriais escaláveis com descrições significativas.

5.2.2 Elaboração dos meios de ajuda para suporte da utilidade

5.2.2.1 Ajuda em página Web

Para essa variante, as funcionalidades de gerenciamento de imagens e tabelas foram integradas com a página de ajuda por meio de links de direcionamento. A página traz algumas informações introdutórias sobre a importância da descrição de imagens para a acessibilidade e instruções sobre como descrever imagens de várias categorias, mostrando inclusive exemplos retirados diretamente de provas do ENEM (Figura 20).

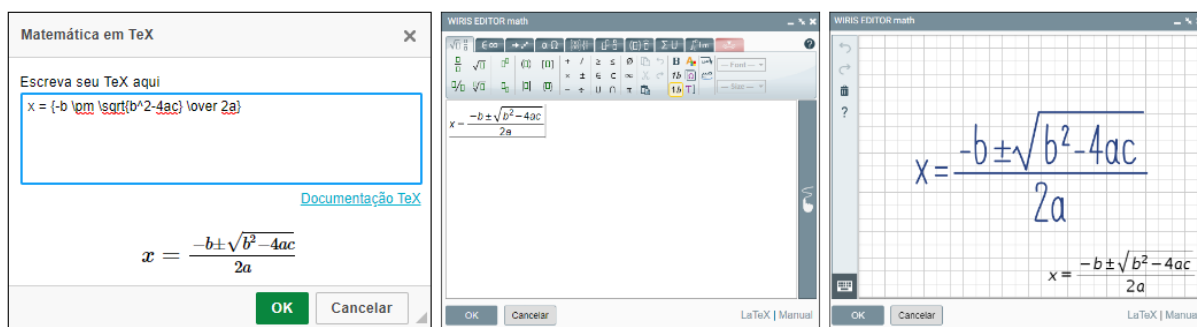


Figura 19: *Plugin* de gerenciamento de fórmulas matemáticas (Tex) oficial do CKEditor (Esquerda), *plugin* de gerenciamento de fórmulas matemáticas WIRIS (Centro), e modo de escrita manual do WIRIS (Direita).

Fonte: Elaboração própria.

As categorias foram retiradas do cruzamento de três fontes: documentação sobre conceitos de imagens da W3C/WAI [W3C/WAI 2017b]; nota técnica nº 21 do Ministério da Educação e Cultura (MEC), com orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível [MEC 2012]; categorias definidas na documentação da tecnologia de classificação de imagens [Microsoft 2016].

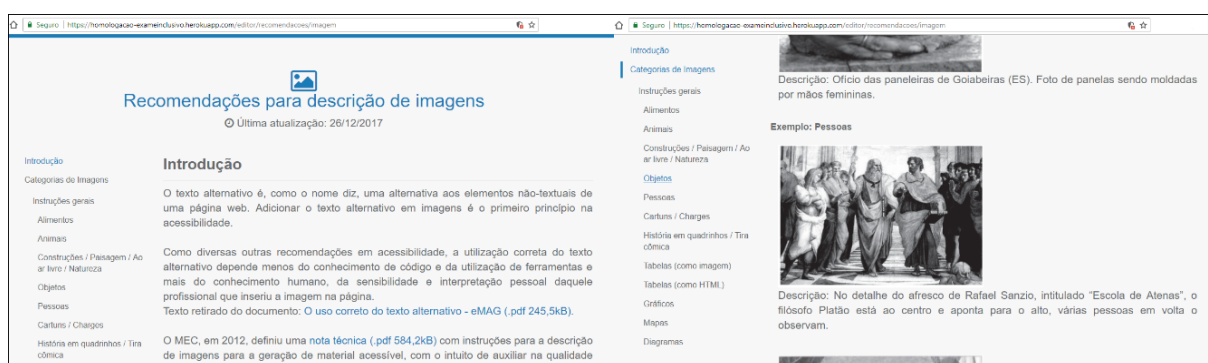


Figura 20: Ajuda em página Web.

Fonte: Elaboração própria. Disponível em:

https://rebrand.ly/exameinclusivo_recomendacoes_imagens.

De acordo com a W3C/WAI existem sete classificações para imagens: informativas, decorativas, funcionais, de texto, complexas, agrupadas e mapeadas. Cada uma tem o seu propósito e com isso, um jeito apropriado para se apresentar o texto alternativo [W3C/WAI 2017b]:

Informativas: Imagens que representam graficamente conceitos e informações, tipicamente imagens, fotografias e ilustrações. O texto alternativo deve ser pelo menos uma breve descrição que transmite a informação essencial apresentada pela imagem.

Decorativas: Fornece um texto alternativo nulo quando a única finalidade de uma imagem é adicionar decoração visual à página, em vez de transmitir informações importantes para a compreensão da página.

Funcionais: O texto alternativo de uma imagem usada como um link ou como um botão deve descrever a funcionalidade do link ou botão em vez da imagem visual.

De Texto: O texto legível às vezes é apresentado dentro de uma imagem. Se a imagem não for um logotipo, evite texto nas imagens. No entanto, se as imagens de texto forem usadas, o texto alternativo deve conter as mesmas palavras que na imagem.

Complexas: Geralmente constitui-se de gráficos e diagramas, sendo necessário um equivalente em texto completo dos dados ou informações fornecidas na imagem como texto alternativo. Se necessário, forneça um link para uma página ou elemento próximo com a descrição longa da imagem complexa.

Agrupadas: Se várias imagens transmitirem uma única informação, o texto alternativo para uma imagem deve transmitir as informações para todo o grupo.

Mapeadas: O texto alternativo para uma imagem que contém várias áreas clicáveis deve fornecer um contexto geral para o conjunto de links. Além disso, cada área individualmente clicável deve ter um texto alternativo que descreva o propósito ou o destino do link.

Dessas sete classificações, as que estão presentes em conteúdos educacionais, de acordo com um levantamento feito em provas anteriores do ENEM, são as imagens informativas, de texto e complexas. Assim, as categorias encontradas nas outras duas fontes são consolidadas e organizadas dentro dessas três classificações, em conjunto com os exemplos e suas respectivas descrições retiradas do ENEM:

Informativas: alimentos, animais, construções, paisagens, ao ar livre, natureza, objetos e pessoas.

De Texto: cartuns, charges, tiras cômicas e tabelas.

Complexas: gráficos, mapas e diagramas.

Ainda com os dados da nota técnica nº21 do MEC [MEC 2012] foi possível elaborar instruções gerais e mais específicas para cada uma das classificações:

1. Instruções gerais:

- Identificar o sujeito, objeto ou cena a ser descrita - O que/quem.
- Localizar o sujeito, objeto ou cena a ser descrita - Onde.
- Empregar adjetivos para qualificar o sujeito, objeto ou cena da descrição - Como.
- Empregar verbos para descrever a ação.
- Empregar advérbios para descrever as circunstâncias da ação - Faz o que/como.
- Utilizar o advérbio para referenciar o tempo em que ocorre a ação - Quando.
- Verificar a correspondência entre a imagem e o texto, a fim de garantir a fidedignidade da descrição.
- Usar termos adequados à área de conhecimento abordada na descrição.
- Identificar os elementos relevantes, levando-se em consideração aspectos históricos e culturais.
- Organizar os elementos descritivos em um todo significativo. Evitar deixar elementos soltos, inserindo-os em um mesmo período. Começar pelo personagem ou objeto mais significativo (o que/quem), qualificá-lo (como), localizá-lo (onde), qualificar o onde (como), explicitar o tempo (quando); mencionar cores e demais detalhes.
- Minimizar a introdução de elementos de formatação e cor, pois estes contribuem para dispersão no entendimento.
- Usar o tempo verbal sempre no presente.

2. Instruções para imagens informativas:

- Mencionar (quando possível) o enquadramento de câmera em fotos, principalmente quando for importante para o entendimento (close, plano geral, primeiro plano etc).
- Discriminar, na descrição de paisagens, as urbanas das campestres ou marítimas, as paisagens naturais das humanizadas.

3. Instruções para imagens de texto:

- Iniciar a descrição, usando a expressão: a charge, cartum, história em quadrinho e tira cômica mostra/apresenta.

- Usar artigos indefinidos quando é a primeira vez que aparece determinado elemento ou pessoa.
- Usar artigos definidos quando já forem conhecidos.
- Mencionar as imagens de fundo, detalhes, caixas de texto, bordas coloridas que aparecem na página, na parte inferior, pois os recursos gráficos utilizados traduzem a intenção do autor.
- Mencionar, na descrição charge, cartum, história em quadrinho e tira cômica a fonte com a data da publicação (quando houver), a legenda com o nome do autor e, em seguida, a descrição da imagem.
- Em histórias considerar alguns aspectos como idade, faixa etária e considerar a expressão verbal por faixa etária.
- Descrever elementos gráficos como pontos de interrogação, exclamação, gotas de suor, raios, formatos diferentes de balões onde se localizam as falas.
- Anunciar o número de quadros presentes e a mudança de um para o outro, quando a charge, cartum, história em quadrinho ou tira cômica forem constituídos por mais de um quadro, marcando-os com a letra Q e o número correspondente.
- Mencionar quem são e quantos são os personagens, caracterizá-los, falar sobre o cenário e o tempo (dia, noite, inverno, verão), para depois fazer a descrição de cada quadrinho. Quando os personagens mudam a roupa no decorrer da história, o fato deverá ser mencionado no próprio quadrinho. Falar também sobre como aparecem as falas, se dentro ou fora de balões. Se o desenho do balão apontar para algum significado, como pensamento ao invés de fala (bolinhas), deverá ser apontado na descrição do quadro onde aparece.
- Anunciar a fala dos personagens, por meio dos verbos: dizer, responder, perguntar, comentar, continuar, gritar, falar.
- Para tabelas, deve-se reduzir ao máximo, o número de colunas utilizado.
- Para tabelas, deve-se sintetizar cabeçalho e rodapé, expressos em poucas palavras.

4. Instruções para imagens complexas:

- Manter a imagem de mapas e diagramas com a sua descrição, apresentando de forma sequencial as informações disponíveis.

5.2.2.2 Ajuda em *chatbot*

O *design* da usabilidade para esta variante de ajuda, considerada uma interface conversacional, envolve sugerir aos usuários o que eles devem esperar do serviço e as possíveis opções disponíveis [Følstad e Brandtzæg 2017]. Isso implica em disponibilizar aos usuários um direcionamento do que eles podem acessar no serviço de forma conversacional, e assim, guiar a interação. Ver a conversação como um objeto de design de interação é claramente um novo desafio [Følstad e Brandtzæg 2017], apesar disso, é uma necessidade dos dias atuais, já que grande parte da população faz uso de aplicativos e serviços de mensagens [Dale 2016].

Desta forma, para o *design* da conversação do *chatbot* de ajuda foi considerado todo o direcionamento por meio de opções que o usuário poderia escolher e com isso guiá-lo para categorias de conteúdo relevantes para a produção. Para o seu desenvolvimento foi utilizado o site Chatfuel⁶ que permite a criação de *chatbots* de maneira rápida e fácil, sem a necessidade de programação, e o uso de um *plugin* para incorporação em páginas Web. Houve a limitação técnica de não poder integrar completamente o *chatbot* ao editor, pelo primeiro possuir código fechado. Isso acabou inviabilizando um direcionamento direto entre as funcionalidades do editor e a interface conversacional. Assim, só foi possível alertar ao usuário para utilizar o *chatbot*, indicando a sua localização, no canto inferior direito da página (Figura 21, esquerda).

Em relação ao conteúdo de ajuda, todas as categorias e exemplos citados na variante de ajuda em página Web foram implementados e adaptados na interface conversacional (Figura 21, direita). A intenção desejada é que ambas as variantes forneçam o mesmo conteúdo de ajuda, para que não haja diferenças entre as variáveis experimentais.

5.3 Teste de usabilidade com participantes

O procedimento contou com a colaboração de vinte participantes-alvo para o experimento, considerados possíveis produtores leigos de conteúdo Web acessível. Deste total, metade foi alocada no primeiro grupo experimental destinado a avaliação da ferramenta com ajuda em página Web, a outra metade foi alocada no segundo grupo experimental destinado a avaliação da ferramenta com ajuda em *chatbot* (Figura 22). Ambos os grupos tiveram uma amostragem igual de gênero, ou seja, cinco participantes do gênero masculino e cinco do feminino. As idades entre os grupos variaram de: 21 a 32 (Média: 24,9; Desvio padrão:

⁶<https://www.chatfuel.com>. Acesso em: 02/06/2018

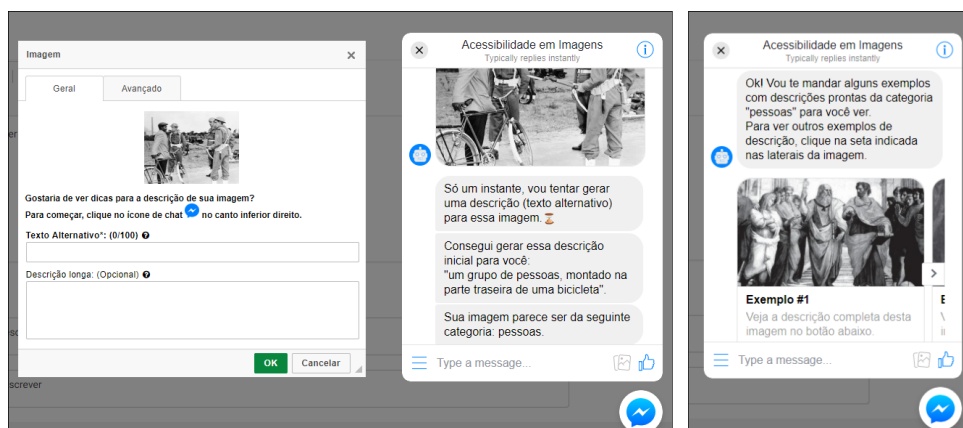


Figura 21: Uso do *plugin* de gerenciamento de imagens em conjunto com a ajuda em chatbot (esquerda) e a exibição de exemplos sobre a categoria detectada (direita).

Fonte: Elaboração própria.

3,87 anos) para o primeiro grupo e 23 a 33 (Média: 28,4; Desvio padrão: 3,32 anos) para o segundo. O perfil desejado dos participantes se baseava em conhecimentos básicos de leitura em inglês, uma boa frequência semanal de uso de computadores e ferramentas de edição de conteúdo ou processadores de texto (Web ou *desktop*), e desconhecimento sobre regras e padrões Web e de acessibilidade.

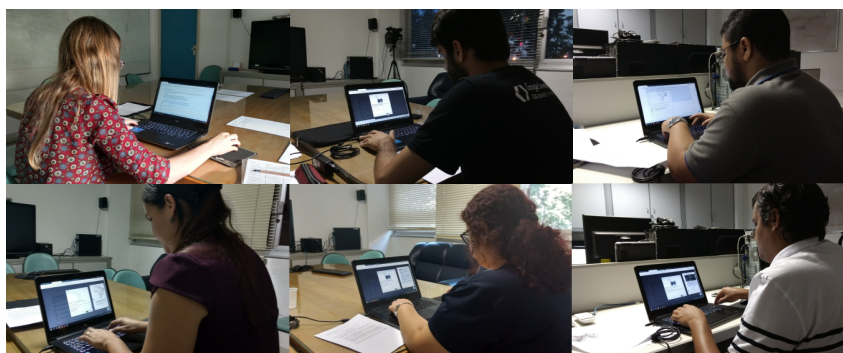


Figura 22: Alguns participantes do experimento.

Fonte: Elaboração própria.

Em relação aos procedimentos éticos, primeiramente, foi solicitado aos participantes o preenchimento do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice C), no qual explica o objeto de estudo da pesquisa e solicita a permissão para coleta de dados durante o estudo. Em seguida, eles forneceram informações para o mapeamento do perfil dos voluntários no experimento (Apêndice D). Foram considerados participantes com áreas de atuação diferentes, incluindo de forma equivalente aqueles das áreas de humanas e as de exatas nos grupos com o objetivo de diversificar a amostragem [Rubin e Chisnell 2008] e foram necessários cinco pilotos para a realização de ajustes nos procedimentos do experimentos e correções de problemas detectados nos *plugins* de ambas as variantes do

editor.

O teste consistiu de quatro tarefas, em que o participante deveria inserir um conteúdo pré-fornecido adaptado de questões reais do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Cada uma das tarefas abordou tipos de conteúdo diferentes: a primeira abrangeu uma fórmula matemática; a segunda, uma imagem histórica; a terceira, um gráfico de linha e a quarta, um mapa do Brasil e uma tabela de dados. As questões a serem reproduzidas podem ser vistas na Figura 23.

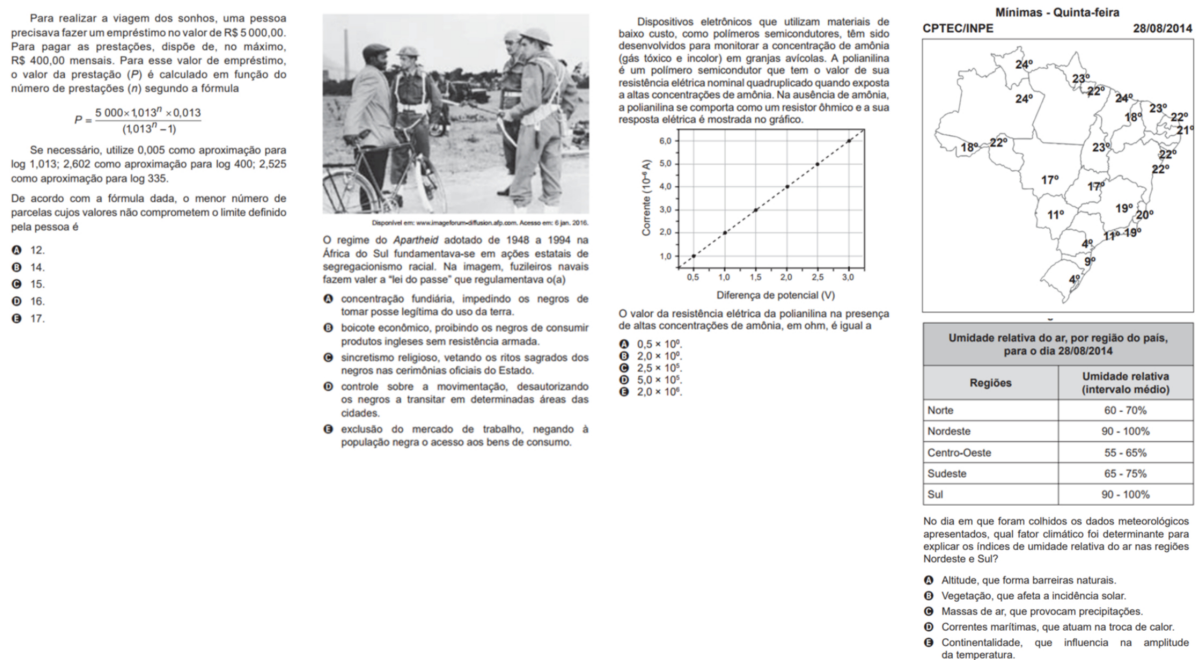


Figura 23: Questões do ENEM que foram utilizadas como base para a criação das tarefas no experimento.

Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio.

Após o desenvolvimento de cada uma das tarefas, um questionário SEQ (*Single Ease Question*) [Sauro 2012], foi aplicado com a finalidade de descobrir o quão fácil ou difícil a tarefa foi para o participante, por meio de uma estrutura de escala Likert com sete pontos (Figura 24). Ao final do teste, os participantes preencheram o questionário SUS (*System Usability Scale*) [Brooke 1996, Brooke 2013] (Apêndice E), com o objetivo de avaliar a usabilidade da ferramenta e a satisfação geral. Este questionário possui dez perguntas em escala Likert com cinco pontos e produz uma pontuação que varia de 0 a 100. Entretanto essa pontuação não representa uma porcentagem, mas uma classificação do nível de usabilidade, no qual um valor acima de 68 descreve uma boa usabilidade [Brooke 1996, Brooke 2013, Laubheimer 2018].

No geral, quão difícil ou fácil você achou a tarefa que acabou de desempenhar na ferramenta? *

	Extremamente difícil	Muito difícil	Difícil	Neutro	Fácil	Muito fácil	Extremamente Fácil
Sua resposta:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 24: Questionário aplicado após cada tarefa, com o intuito de captar respostas sobre facilidade do uso da ferramenta em respeito a tarefa corrente.

Fonte: Elaboração própria.

5.4 Validação semi-automática do conteúdo

Para se avaliar o nível de acessibilidade do conteúdo produzido, faz-se necessário e prático o uso de verificadores semi-automáticos de acessibilidade. Diferentemente do primeiro estudo, neste foram utilizados três verificadores (*daSilva*, *AccessMonitor* e *aXe*) para complementarem a cobertura das falhas de acessibilidade entre si, já que é raro encontrar ferramentas que implementam integralmente todas as validações [Pacheco et al. 2016]. A avaliação foi feita segundo as regras da WCAG 2.0 [W3C 2008] em todas as ferramentas, por estarmos avaliando perante diretrizes internacionais o conteúdo produzido por um editor estrangeiro e todos os níveis de conformidade disponíveis (A, AA e AAA). Para mais informações sobre a WCAG 2.0 [W3C 2008] e seus níveis de conformidade, veja a seção 2.1.2.

5.5 Avaliação da utilidade do conteúdo

Para ser possível responder ao questionamento sobre qual das formas de ajuda estudadas direcionam melhor os usuários na produção de conteúdos de maior utilidade na acessibilidade, é necessário elaborar um processo de avaliação para este quesito, já que nenhum processo ou método com esse intuito foi encontrado na literatura.

O processo desenvolvido consistiu de *checklists* para cada tarefa, embasadas em quatro fontes de informações: descrições do ledor para as imagens das questões selecionadas do ENEM, obtidas no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)⁷ e por meio de solicitações no sistema eletrônico do serviço de informação ao cidadão (e-SIC)⁸; orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível, disponíveis na nota técnica nº 21 do MEC [MEC 2012];

⁷<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 03/06/2018.

⁸<https://esic.cgu.gov.br/sistema/site>. Acesso em: 03/06/2018.

recomendações da W3C/WAI sobre a descrição de imagens em suas categorias correspondentes [W3C/WAI 2017b] e atributos essenciais em tabelas de dados [W3C/WAI 2017c]; diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.0 [W3C 2008].

Para a primeira tarefa, representada por uma questão com fórmula matemática, a descrição do ledor fornecida pelo INEP foi utilizada para a elaboração das perguntas de avaliação da utilidade para este conteúdo em específico. Ao lado de cada pergunta são exibidas as respectivas fontes de origem da sua formulação.

P é igual a fração: no numerador 5000 vezes 1,013 elevado a n vezes 0,013, no denominador abre parêntese 1,013 elevado a n fecha parêntese menos 1.

1. Declarou a variável P e a igualdade? [INEP]
2. Declarou início de uma fração? [INEP]
3. Declarou início do numerador da fração? [INEP]
4. Declarou início do denominador da fração? [INEP]
5. Declarou valores do numerador corretamente? [INEP]
6. Declarou valores do denominador corretamente? [INEP]
7. Declarou operadores de multiplicação corretamente? [INEP]
8. Declarou operadores de potência corretamente? [INEP]
9. Declarou operador de subtração corretamente? [INEP]
10. Declarou os parênteses corretamente? [INEP]

Para a segunda tarefa, representada por uma questão com uma imagem histórica, a descrição do ledor fornecida pelo INEP, em conjunto com instruções da nota técnica nº 21 do MEC [MEC 2012] foram utilizadas para a elaboração das perguntas de avaliação da utilidade para este conteúdo em específico. Ao lado de cada pergunta é exibida as respectivas fontes de origem da sua formulação.

Fotografia que ilustra uma estrada, onde homem negro com sua bicicleta é interpelado por três militares brancos.

1. Informou a descrição no tempo verbal presente? [INEP] [MEC: instrução 17]
2. Informou o(s) sujeito(s) da imagem a ser descrita? [INEP] [MEC: instruções 1 e 2]
3. Informou o(s) objetos(s) da imagem a ser descrita? [INEP] [MEC: instruções 1 e 2]
4. Informou elementos de cenário da imagem a ser descrita? [INEP] [MEC: instruções 1 e 2]
5. Empregou adjetivos para qualificar o(s) sujeito(s) da imagem a ser descrita? [INEP] [MEC: instrução 3]
6. Empregou adjetivos para qualificar o(s) objeto(s) da imagem a ser descrita? [MEC: instrução 3]
7. Empregou adjetivos para qualificar o(s) cenário(s) da imagem a ser descrita? [MEC: instrução 3]
8. Empregou verbos para descrever a ação da imagem a ser descrita? [INEP] [MEC: instruções 4 e 5]
9. Identificou elementos relevantes, levando-se em consideração aspectos históricos e culturais? [MEC: instrução 11]

Para a terceira tarefa, representada por uma questão com uma imagem de um gráfico cartesiano de linha, a descrição do leitor fornecida, em conjunto com instruções da nota técnica nº 21 do MEC [MEC 2012] e a documentação sobre conceitos de imagens complexas da W3C/WAI [W3C/WAI 2017b] foram utilizadas para a elaboração das perguntas de avaliação da utilidade para este conteúdo em específico. Ao lado de cada pergunta é exibida as respectivas fontes de origem da sua formulação.

Gráfico da corrente elétrica (eixo vertical, em 10 elevado a menos seis ampères) em função da diferença de potencial (eixo horizontal, em volt). O gráfico é constituído por uma linha reta inclinada crescente, partindo da origem dos eixos, com os seguintes pontos: Diferença de potencial 0,5 e corrente 1,0; diferença de potencial 1,0 e corrente 2,0; diferença de potencial 1,5 e corrente 3,0; diferença de potencial 2,0 e corrente 4,0; diferença de potencial 2,5 e corrente 5,0; diferença de potencial 3,0 e corrente 6,0.

1. Informou a descrição no tempo verbal presente? [INEP] [MEC: instrução 17]
2. Informou que a imagem é um gráfico? [MEC: instrução 27]
3. Informou que a imagem é um gráfico de linha? [MEC: instrução 27]
4. Informou que o gráfico possui uma reta linear crescente? [INEP] [MEC: instrução 27]
5. Informou que o gráfico tem dois eixos (vertical e horizontal)? [INEP] [MEC: instrução 27]
6. Informou qual o tipo de valor / unidade de medida está no eixo vertical? [INEP] [MEC: instrução 27]
7. Informou qual o tipo de valor / unidade de medida está no eixo horizontal? [INEP] [MEC: instrução 27]
8. Informou os valores de cada ponto dos eixos do gráfico? [INEP] [MEC: instrução 27] [W3C/WAI]

A quarta e última tarefa é representada por uma questão com dois elementos, uma imagem de um mapa do Brasil e uma tabela de dados. A descrição do ledor fornecida, em conjunto com instruções da nota técnica nº 21 do MEC [MEC 2012], a documentação da WCAG 2.0 [W3C 2008] e conceitos de tabelas da W3C/WAI [W3C/WAI 2017c] foram utilizadas para a elaboração das perguntas de avaliação da utilidade para este conteúdo em específico. Ao lado de cada pergunta é exibida as respectivas fontes de origem da sua formulação.

**Na região norte, a temperatura mínima varia entre 18 e 24 Celsius;
Na região nordeste, a temperatura mínima varia entre 18 e 24 Celsius;
Na região centro-oeste, a temperatura mínima varia entre 11 e 17 Celsius;
Na região sudeste, a temperatura mínima varia entre 11 e 20 Celsius;
Na região sul, a temperatura mínima varia entre 4 e 9 Celsius.**

1. Informou a descrição no tempo verbal presente? [INEP] [MEC: instrução 17]
2. Informou que a imagem se trata de um mapa? [INEP]

3. Informou que no mapa contém as temperaturas mínimas no Brasil em cada estado? [INEP]
4. Informou a data presente na imagem? [INEP] [MEC: instruções 8 e 27] [WCAG 2.0: diretriz [1.4.5](#)]
5. Informou fonte dos dados presente na imagem? [MEC: instruções 8 e 27] [WCAG 2.0: diretriz [1.4.5](#)]
6. Descreveu as temperaturas mínimas de cada estado ou fez uma compactação dessa informação pelas regiões do país? [MEC: instrução 27]

Tabela de dados

1. Informou corretamente a legenda para a tabela? [W3C/WAI] [WCAG 2.0: diretriz 1.3.1, técnica [H39](#)]
2. Informou que a primeira linha da tabela é o cabeçalho? [W3C/WAI] [WCAG 2.0: diretriz [1.3.1](#), técnicas [H43](#), [H51](#), [H63](#)]
3. Informou algum resumo para a tabela, mesmo sendo uma tabela simples? [W3C/WAI] [WCAG 2.0: diretriz [1.3.1](#), técnica [H63](#)]
4. Informou corretamente todos os dados da tabela? [MEC: instrução 27]

5.6 Resultados e discussão

Nesta seção reportam-se os resultados obtidos e as respectivas discussões em relação ao experimento comparativo realizado. Por meio de tal debate pretende-se responder os questionamentos feitos: (QP1-EEC) O conteúdo produzido atende às regras de conformidade segundo os padrões definidos de acessibilidade? (QP2-EEC) Qual modo de ajuda da ferramenta auxiliou na produção de um conteúdo mais útil?

5.6.1 Análise da conformidade do conteúdo

Levando em consideração as três ferramentas de validação semi-automática (vide seção 5.4) e as diretrizes da WCAG 2.0 [W3C 2008], é possível analisar a conformidade dos resultados produzidos durante as quatro atividades. As ferramentas mostraram uma

Tabela 2: Média geral de erros de cada ferramenta de validação semi-automática para as tarefas realizadas, considerando todos os níveis de prioridade da WCAG 2.0.

Validadores	Tarefa 1			Tarefa 2			Tarefa 3			Tarefa 4		
	A	AA	AAA	A	AA	AAA	A	AA	AAA	A	AA	AAA
<i>daSilva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>accessMonitor</i>	2	1	0,65	2	1	0,95	2	1	0,95	2	1	0,9
<i>aXe</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3: Média geral de avisos de cada ferramenta de validação semi-automática para as tarefas realizadas, considerando todos os níveis de prioridade da WCAG 2.0.

Validadores	Tarefa 1			Tarefa 2			Tarefa 3			Tarefa 4		
	A	AA	AAA	A	AA	AAA	A	AA	AAA	A	AA	AAA
<i>daSilva</i>	13	7	17	13	7	17	13	7	17	13	7	17
<i>accessMonitor</i>	4	0	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1
<i>aXe</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

quantidade bem pequena de erros e avisos em suma (Veja as Tabelas 2 e 3). Contudo, houve uma exceção em relação ao *daSilva* que apresentou uma quantidade mais elevada de avisos no geral e erros em específico na Tarefa 4, prioridade A. Uma análise mais a fundo sobre esses avisos e erros mostrou que apenas dois avisos estavam relacionados de fato ao conteúdo. Estes referem-se às diretrizes [1.4.5](#) e [1.4.9](#) (Imagens de Texto) e alertam sobre a cautela no uso de imagens de texto e a necessidade de informar todos os dados textuais em seu respectivo texto alternativo. Já os erros presentes na Tarefa 4 estão todos ligados à diretriz [1.3.1](#) (Informações e Relações), que pode ser relatada como uma falha nos relacionamentos entre linha de cabeçalho e linha de dados na tabela (técnicas [H43](#) e [H63](#)) ou por violar a separação semântica entre as camadas de marcação e estilização (técnica [G140](#)), o que acontece frequentemente com conteúdos produzidos por editores WYSIWYG.

Considerando os únicos dois avisos relacionados aos conteúdos, percebe-se que as instruções informadas já estão cobertas nos dois modos de ajuda. Desta forma, consideram-se os avisos apenas como indicativos sobre o problema e não que este tenha ocorrido de fato. Em relação aos erros relatados na Tarefa 4, nota-se a existência de falhas nas tabelas, especificamente nos relacionamentos entre linhas de dados e seus cabeçalhos. Isto acontece especificamente quando não existe uma definição do atributo *scope* na marcação do cabeçalho (técnica [H63](#)) ou a falta do atributo *headers* no caso de tabelas com vários cabeçalhos (técnica [H43](#)).

No cenário da tabela produzida pelos participantes, o atributo *scope* foi definido corre-

tamente no cabeçalho. Contudo, os erros só foram solucionados quando o atributo *headers* foi inserido na marcação. Como dito anteriormente, esse atributo somente é necessário em tabelas complexas com vários cabeçalhos e no caso do experimento, a tabela produzida é simples, possuindo apenas um único cabeçalho na primeira linha. Isso implica que o *daSilva* pode ter se equivocado na apresentação desses erros, já que investigações com leitores de tela (*NVDA*⁹ e *ChromeVox*¹⁰) esclarecem que o cabeçalho está corretamente relacionado às respectivas linhas.

Para responder o primeiro questionamento (QP1-EEC) é necessário levar em consideração os resultados do estudo preliminar e verificar se os problemas anteriores foram resolvidos. Os dados anteriores mostraram que uma parcela dos conteúdos continha problemas graves como falta de descrições de imagens e de legendas de tabelas de dados. O que se percebe nos resultados do estudo atual é que nenhum desses problemas foram encontrados no conteúdo na avaliação, indicando que os atributos acessíveis foram informados corretamente.

Outro fato, relatado no estudo anterior, foi que os participantes dependeram somente do recurso de verificação de acessibilidade, requisitado na última tarefa, para que os problemas fossem evitados. Além disso, o recurso não foi o suficiente para garantir a inexistência de problemas mais críticos. Em contrapartida, a estratégia adotada neste estudo teve resultados melhores, já que uma abordagem proativa foi implantada para indicar aos usuários quais atributos eram obrigatórios para a acessibilidade durante o processo de produção. Em adição, um fato que comprova essa melhoria foi que nenhum erro ou aviso foi exibido aos usuários quando eles acionavam o recurso de verificação de acessibilidade.

Dessa forma, a resposta ao questionamento (QP1-EEC) pode ser considerada positiva, dado que todos os erros e avisos relacionados ao conteúdo foram inspecionados e solucionados, a fim de assegurar a conformidade com as diretrizes da WCAG 2.0 [W3C 2008].

5.6.2 Análise do auxílio fornecido na produção de conteúdos

Com o intuito de responder o segundo questionamento (QP2-EEC), foram levados em consideração para a análise: utilidade dos conteúdos entre os grupos; influência da usabilidade do editor e suas funcionalidades na utilidade dos conteúdos, considerando os

⁹NonVisual Desktop Access. <https://www.nvaccess.org/>. Acesso em: 28/06/2018.

¹⁰ChromeVox. <http://www.chromevox.com/>. Acesso em: 28/06/2018.

critérios de eficiência, facilidade no uso e satisfação no uso; e as opiniões dos participantes sobre auxílios dados entre as duas formas de ajuda na descrição de imagens.

Utilizando o processo de mensuração da utilidade foi possível calcular uma pontuação para os conteúdos produzidos pelos participantes de ambos os grupos experimentais. Além disso, a pontuação de utilidade também foi calculada para a descrição do ledor, fornecida pelo INEP, de todas as imagens utilizadas. Por meio desses dados é possível fazer uma comparação estatística a fim de descobrir se realmente houve uma diferença significativa na utilidade entre os grupos independentes. Para realizar essa comparação foram utilizadas as técnicas estatísticas: teste U não paramétrico de Mann-Whitney [Mann e Whitney 1947, Nachar et al. 2008], para descobrir se houve uma diferença significativa por estatística entre os grupos; tamanho do efeito [Fritz et al. 2012, Espirito-Santo e Daniel 2015] para dados não paramétricos, a fim de descobrir o tamanho da diferença entre os grupos, sendo esta significativa ou não. Para mais informações sobre as técnicas estatísticas utilizadas, consulte o Apêndice F. Os dados da comparação podem ser visualizados na Figura 25, juntamente com os resultados das técnicas, disponíveis na Tabela 4.

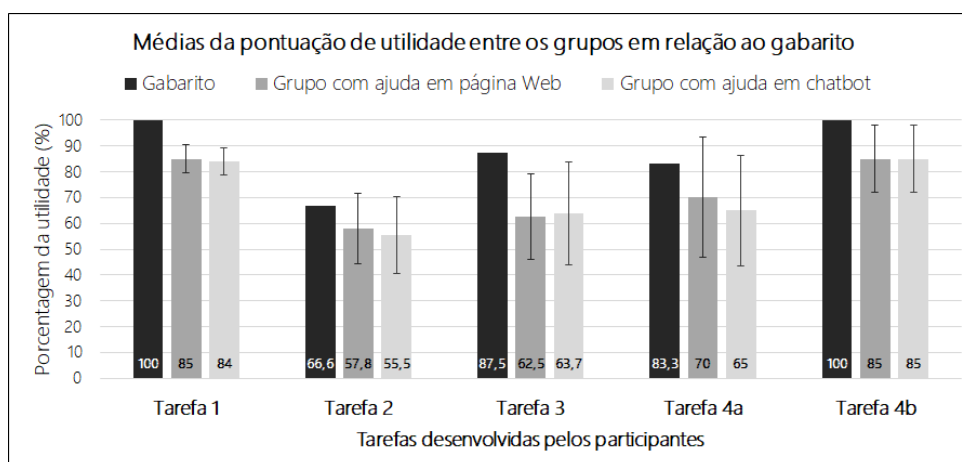


Figura 25: Médias da pontuação de utilidade entre os grupos em relação ao gabarito para todas as tarefas. A Tarefa 4a diz respeito a imagem de mapa e a Tarefa 4b diz respeito a tabela de dados.

Fonte: Elaboração própria.

Primeiramente, a respeito sobre as médias entre os grupos, é perceptível através da Figura 25 que ambos tiveram resultados semelhantes entre si, como também próximos da pontuação obtida com o gabarito. Os resultados estatísticos evidenciam isso na Tabela 4, onde nenhum p-valor relata indícios para refutar a hipótese nula (H_0), cuja afirmação diz que os grupos que derivam de uma mesma população, não possuem diferença significativa entre eles. Em adição, o tamanho do efeito na diferença entre os grupos pode ser considerado insignificante ($< 0,19$) [Cohen 1988, p.40], reforçando a assertiva anterior.

Tabela 4: Dados estatísticos do teste U de Mann-Whitney e tamanhos do efeitos para a comparação da pontuação de utilidade das tarefas entre os grupos.

	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4a	Tarefa 4b
U	45	44	47	43	50
Z	0,3402	0,4158	-0,1890	0,4914	0,0378
p-valor ($\alpha < 0,05$)	0,7279	0,6745	0,8493	0,6241	0,9681
Tamanho do efeito	0,0761	0,0930	-0,0423	0,1099	0,0085

Nota: A coluna Tarefa 4a está relacionada com a comparação entre a utilidade das imagem de mapa e a coluna Tarefa 4b está relacionada com a comparação entre a utilidade da tabela de dados.

Em relação ao impacto do uso da ajuda na utilidade das informações, observa-se primeiramente o uso mais frequente da ajuda em página Web e *chatbot* nas Tarefas 2 e 3 (Figura 26). Em contrapartida, não houve uso na Tarefa 1, já que estava ligada ao desenvolvimento de fórmula matemática e o plugin desta funcionalidade gera automaticamente a descrição. Além disso, na Tarefa 4, o grau de uso foi menor em relação as outras. O que foi relatado pelos participantes em um rápido *debriefing* pós teste pode explicar a queda do grau de uso da ajuda na última Tarefa. Segundo alguns deles, na quarta Tarefa já se sentiam mais confiantes para descrever a imagem de mapa e não acharam necessário ver a página Web ou o *chatbot*. Contudo, houve casos de alguns participantes não terem percebido os *links* para a página de ajuda ou o *chatbot*. Esse fato pode ser explicado através da observação de hábitos comuns entre esses participantes, como a leitura das tarefas durante a execução, causando uma quebra do fluxo de interação.

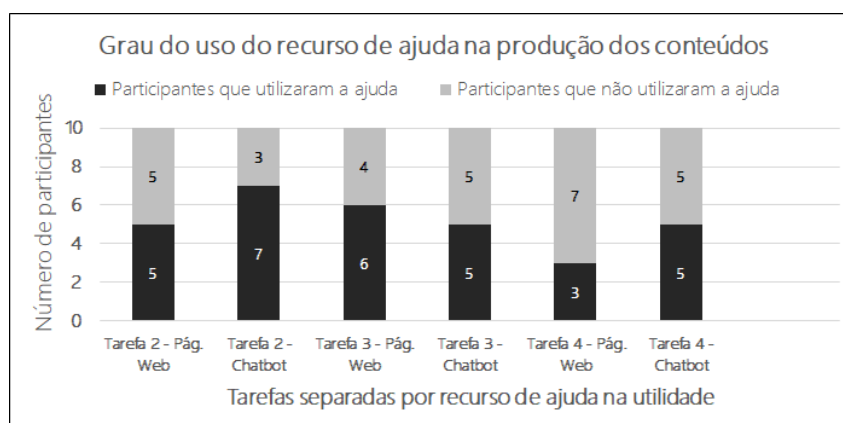


Figura 26: Grau do uso dos recursos de ajuda na produção dos conteúdos. A Tarefa 1 não requer o uso da ajuda. Sendo assim, não necessária na apresentação desta análise.

Fonte: Elaboração própria.

Separando os participantes que fizeram uso da ajuda de seu respectivo grupo, daqueles que não a utilizaram, pode-se observar as Tarefas 2, 3 e 4, que as médias da pontuação

de utilidade não foram influenciadas pelos recursos de ajuda (Figura 27). Contudo, opiniões coletadas no *debriefing* trazem percepções que ajudam a explicar o fato. Para os participantes que utilizaram a ajuda, frequentemente ouviu-se sobre sua importância no fornecimento de uma noção inicial de como escrever o texto alternativo das imagens. Eles alegam que foram guiados pela ajuda, já que desconheciam como descrever corretamente uma imagem para torná-la acessível. Entretanto, o processo da escrita e formulação da descrição deriva da concepção de cada um sobre o que é um texto descritivo suficiente para um deficiente visual.

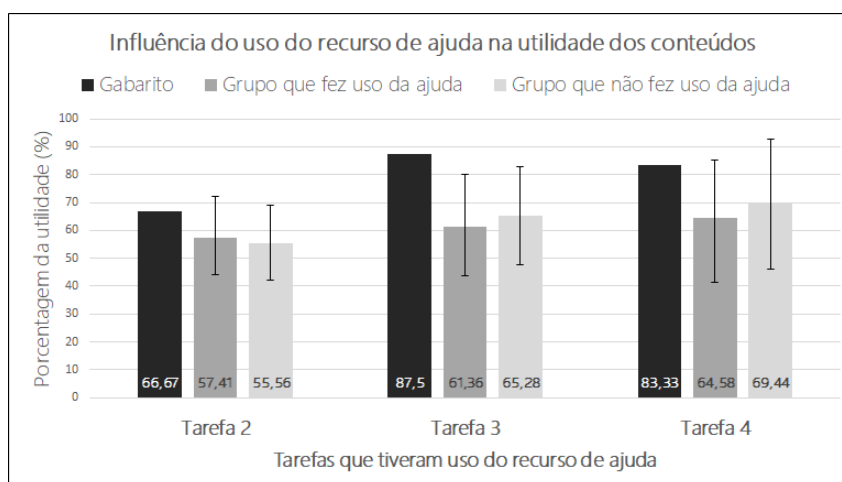


Figura 27: Influência do uso dos recursos de ajuda (Página Web e *Chatbot*) na utilidade dos conteúdos.

Fonte: Elaboração própria.

Através dos resultados estatísticos das técnicas: teste U de Mann-whitney [Mann e Whitney 1947, Nachar et al. 2008] e o tamanho do efeito para dados não paramétricos [Fritz et al. 2012, Espirito-Santo e Daniel 2015] (Veja a Tabela 5), verifica-se se houve uma diferença relevante nas pontuações de utilidade entre aqueles que usaram ou não a ajuda. É inconclusivo afirmar que a página de ajuda ou o *chatbot* influenciaram diretamente em uma melhora da utilidade das informações, já que não foi possível rejeitar a hipótese nula (H_0) do teste U (grupos derivam de uma mesma população). Além disso, o tamanho do efeito na diferença referida pode ser considerado insignificante ($< 0,19$) [Cohen 1988, p.40]. Apesar disso, pode-se concluir que a indiferença entre utilizar ou não as variantes de ajuda indica que a interface do próprio editor fornece informações compreensíveis sobre a descrição de imagens. Pode-se considerar também que o uso das formas de ajuda pelos participantes mais inseguros com suas descrições foi importante para proporcioná-los noções de escrita, por meio de exemplos e recomendações.

Agora, considerando o desempenho dos participantes, verifica-se se houve uma in-

Tabela 5: Dados estatísticos do teste U de Mann-Whitney e tamanhos do efeitos para a comparação da pontuação de utilidade no grau de uso das formas de ajuda, para as tarefas entre os grupos.

	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4
U	46	43	42
Z	0,1157	-0,4558	0,4243
p-valor ($\alpha < 0,05$)	0,9045	0,6455	0,6745
Tamanho do efeito	0,0118	-0,0458	0,0433

Nota: A Tarefa 1 não requer o uso da ajuda. Sendo assim, não necessária na apresentação desta análise.

fluência na melhoria da utilidade do conteúdo pela métrica de tempo (duração da tarefa em minutos). Para esta análise foi utilizada uma técnica estatística de correlação para dados não paramétricos chamada correlação de Spearman [Spearman 1904]. Esta técnica gera um coeficiente de correlação que pode variar de -1 a 1, indicando forças de correlação negativas e positivas¹¹.

Segundo os dados presentes na Tabela 7, pode-se afirmar que não é possível rejeitar a hipótese nula (H_0) da associação (inexistência de uma associação monotônica entre as duas variáveis na população). Apesar disso, é importante ressaltar que a significância estatística não indica a força da correlação de Spearman [Spearman 1904]. Isso porque o teste de significância está investigando se é possível rejeitar ou aceitar a hipótese nula. Ainda assim, constata-se que houve uma correlação positiva moderada em alguns casos (Tabela 6). Isso indica necessariamente que um tempo maior ao desenvolver as tarefas, incluindo o uso da página Web ou *chatbot* de ajuda, resultou em uma maior pontuação de utilidade. Lembrando-se que devido a confiança estabelecida, considerando $\alpha < 0,05$, não foi possível refutar a hipótese nula da inexistência de uma associação entre as variáveis.

Tabela 6: Coeficiente de correlação entre a duração das tarefas em minutos e a utilidade dos conteúdos, para ambos os grupos experimentais

Grupos com ajuda em	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4
Página Web	-0,0362	0,5991	0,6020	0,6002
<i>Chatbot</i>	0,2583	0,36306	0,4293	0,5917

Interpretação dos valores: $\pm 0,19$ a $\pm 0,00$ (muito fraca), $\pm 0,00$ a $\pm 0,19$ (muito fraca), $\pm 0,20$ a $\pm 0,39$ (fraca), $\pm 0,40$ a $\pm 0,69$ (moderada). Outros intervalos estão no Apêndice F.

¹¹Mais detalhes sobre o método de correlação utilizado no Apêndice F.

Tabela 7: P-valores do teste de significância para a correlação entre a duração das tarefas em minutos e a utilidade dos conteúdos, para ambos os grupos experimentais

Grupos com ajuda em	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4
Página Web	0,9210	0,0672	0,0655	0,0666
<i>Chatbot</i>	0,4712	0,3025	0,2157	0,0715

Em razão da influência da facilidade no uso da ferramenta em relação a utilidade dos conteúdos, foi observado nos resultados que em todas as tarefas resultaram em correlações fracas ($\pm 0,20$ a $\pm 0,39$) ou muito fracas ($\pm 0,00$ a $\pm 0,19$) para a associação. Além disso, os testes de significância resultaram em p-valores incapazes de rejeitar a hipótese nula (H_0), tornando inconclusiva a associação entre a facilidade no uso e a utilidade dos conteúdos.

Para os resultados sobre a satisfação dos participantes de ambos os grupos, não foi possível conceber uma correlação com os dados de utilidade dos conteúdos, porque o questionário SUS traz uma avaliação da percepção da usabilidade do experimento como um todo [Brooke 1996, Brooke 2013, Laubheimer 2018], enquanto a utilidade é medida individualmente em cada Tarefa. Desta forma, foi estabelecida a relação entre as pontuações de satisfação de ambos os grupos para se descobrir se existe uma diferença por estatística.

O que se percebe é que o grupo que teve a ajuda em página Web registrou uma pontuação média do questionário SUS bem alta (88,75; Mediana: 92,50; Desvio padrão: 9,15) e acima da pontuação média registrada no grupo com a ajuda em *chatbot* (71,25; Mediana: 71,25; Desvio padrão: 11,50). Lembrando que o valor médio de 68 pontos ou maior refere-se a uma boa usabilidade [Brooke 1996, Brooke 2013].

Por meio do uso do teste U de Mann-Whitney [Mann e Whitney 1947, Nachar et al. 2008], em conjunto com o resultado do teste de significância, é possível dizer que a hipótese nula (H_0) pôde ser rejeitada (considerando $\alpha < 0,05$). Isso significa que existe uma diferença por estatística significativa entre a satisfação no uso do editor quando considerada as formas de ajuda (Tabela 8). Além disso, o tamanho do efeito na diferença referida pode ser considerado médio (0,50 - 0,79) [Cohen 1988, p.40].

Tabela 8: Dados estatísticos do teste U de Mann-Whitney e tamanho do efeito para a comparação da pontuação do questionário SUS entre ambos os grupos.

U	Z	P-valor	Tamanho do efeito
12	2,8347	0,0047	0,6339

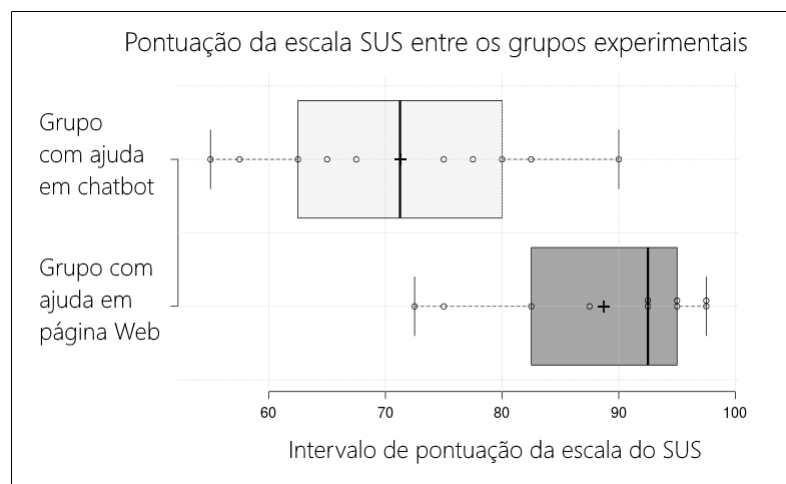


Figura 28: Pontuação da escala do SUS entre os grupos experimentais. O símbolo (+) marca as médias e o traço vertical destacado marca as medianas.

Fonte: Elaboração própria.

Considerando os resultados da satisfação geral e aliando-os a *insights* fornecidos no *debriefing* pós teste pelos participantes de ambos os grupos, foi possível estabelecer pontos para o entendimento do auxílio fornecido, indicando se foi bem aceito ou não.

Em relação aos participantes do grupo com ajuda em página Web, houve um consenso sobre a usabilidade do editor e da ajuda fornecida. Palavras como: “intuitiva”, “útil”, “fácil de usar”, “interessante” e “segura” foram ditas diversas vezes pelos usuários, evidenciando uma opinião geral bem positiva. Os participantes também expressaram exclusivamente as suas opiniões sobre a página de ajuda, reforçando que esta mostrou de maneira rápida como começar a descrever imagens.

Para aqueles que não a utilizaram, uma apresentação foi feita após o teste. Eles foram questionados sobre a possibilidade da utilização da ajuda, se mudariam a descrição que haviam feito e se escreveriam uma descrição melhor. A resposta de todos foi assertiva, apontando que a página de ajuda cumpriu o papel de auxiliar usuários inexperientes em acessibilidade a produzirem descrições melhores, a primeira vista.

Mudando o foco para os participantes do grupo com ajuda em *chatbot* e analisando suas opiniões, nota-se que ocorreu um problema de percepção. Este está relacionado a uma *affordance*¹² em serviços de *chat*, frequentemente ligados a suporte online de *websites*. Neste caso, 30% dos participantes consideraram que o *chatbot* forneceria ajuda sobre a ferramenta e não sobre o conteúdo. Apesar disso, 70% concordaram que o *chatbot* foi útil

¹²“Em IHC, a **affordance** de um objeto corresponde ao conjunto das características de um objeto capazes de revelar aos seus usuários as operações e manipulações que eles podem fazer com ele.” [Barbosa e Silva 2010, p.27, citando [Norman 1988]]

e ajudou a estabelecer um ponto de partida para a escrita de descrições melhores. As palavras mais comuns entre os participantes desse grupo foram: “fácil de usar”, “intuitiva”, “simples”, “padronizada”. Os 30% restantes não concordaram sobre a utilidade do *chatbot*. Eles consideraram a interface conversacional confusa de se utilizar e com muita informação aparecendo ao mesmo tempo no histórico de mensagens. Consequentemente, esse fato acabou se refletindo na satisfação geral do grupo, diminuindo a pontuação média do SUS.

Assim, a resposta ao questionamento (QP2-EEC) pode ser considerada inconclusiva, dado que não existe uma diferença por estatística entre a utilidade das informações dos grupos. Isso mostra que ambas propostas de forma de ajuda atingem um resultado similar. Apesar disso, não foi constatado uma ligação direta entre utilizar a ajuda e produzir conteúdos com pontuações de utilidade altas. Nesse caso, o que ficou evidente foram as opiniões positivas dos participantes sobre como as formas de ajuda lhe ofereciam uma noção inicial sobre como descrever imagens. Dentre os critérios de usabilidade avaliados (eficiência, facilidade no uso e satisfação no uso), somente a eficiência e a satisfação no uso trouxeram resultados relevantes para a resposta do questionamento. A eficiência, considerada na métrica de desempenho para a duração das tarefas em minutos, mostrou uma correlação positiva moderada entre a duração das tarefas e a pontuação da utilidade, indicando que participantes que levaram mais tempo trabalhando nas descrições receberam pontuações maiores. Sobre a satisfação no uso, único critério a apresentar diferença por estatística significativa, os resultados mostraram que os participantes do grupo com ajuda em página Web se sentiram muito mais satisfeitos com a sua interação, do que os participantes do grupo com ajuda em *chatbot*. Desta forma, apesar de não existir uma diferença por estatística na produção do conteúdo entre os grupos, é evidente que a experiência ao usar o editor com ajuda em página Web foi mais satisfatória.

5.7 Considerações do capítulo

Nesse estudo, a principal investigação está relacionada em promover maneiras de instruir e ajudar usuários leigos em acessibilidade na produção de conteúdo acessível e útil. Foram desenvolvidas e analisadas duas formas de ajuda, uma em página Web e a outra em um *chatbot*, integradas ao editor WYSIWYG CKEditor [CKSource 2018]. Considerou-se também a criação de um processo de análise para a utilidade dos conteúdos produzidos nos testes de usabilidade com os usuários.

Primeiramente, concluí-se que a adoção de uma estratégia proativa, em relação aos

problemas mais encontrados no estudo preliminar, gerou resultados positivos em relação à conformidade da acessibilidade. As validações feitas nas três ferramentas de verificação (*daSilva*, *AccessMonitor* e *aXe*) confirmam a inexistência de erros críticos recorrentes do estudo preliminar. Além disso, todos os atributos de acessibilidade (texto alternativo de imagens; legenda, cabeçalho e resumo de tabelas), considerados obrigatórios, foram preenchidos corretamente durante a criação do conteúdo e não somente ao final das tarefas. Em adição, os únicos erros existentes relacionados aos conteúdos foram inspecionados com leitores de tela (*NVDA* e *ChromeVox*), e considerados falsos positivos.

Em seguida, são estabelecidas as conclusões sobre qual das formas de ajuda auxiliou os usuários a produzirem conteúdos com informações mais úteis. O resultado é inconclusivo quando se observa apenas do ponto de vista da diferença entre a pontuação da utilidade entre os grupos, já que não evidenciou-se uma diferença significativa por estatística. A influência das variantes de ajuda (página Web e *chatbot*) para a melhoria da utilidade também se mostrou estatisticamente inconclusiva. Apesar disso, pode-se concluir que a indiferença entre utilizar ou não as variantes de ajuda indica que a interface do próprio editor fornece informações compreensíveis sobre a descrição de imagens.

Neste mesmo ponto, percebe-se que as opiniões dos participantes foram essenciais para entender que o uso das formas de ajuda por aqueles mais inseguros com suas descrições foi importante para proporcioná-los noções de escrita, por meio de exemplos e recomendações, levando em consideração as diretrizes da WCAG 2.0 [W3C 2008] e as instruções da nota técnica nº 21 do MEC [MEC 2012]. Além disso, não foi possível realizar uma comparação direta com o estudo preliminar, pois os editores WYSIWYG do mercado não fornecem esse tipo de ajuda nativamente.

Ainda sobre as opiniões, foi possível fazer uma conexão com a satisfação dos participantes. Este, foi o único critério de usabilidade avaliado que mostrou uma diferença significativa por estatística, como também evidenciou que os participantes do grupo com ajuda em página Web tiveram uma experiência muito mais satisfatória do que o grupo com ajuda em *chatbot*. Alguns participantes deste último alegaram uma percepção errada sobre o *chatbot* em relação a ajuda fornecida. Para eles, a ajuda estaria relacionada ao editor e não ao conteúdo, evidenciando que é necessária cautela no uso deste tipo de interface por causa de sua *affordance*. Apesar disso, ambos os grupos tiveram pontuações médias acima de 68 no questionário SUS, indicando que o editor e suas formas de ajuda possuem uma boa usabilidade. A correlação do critério de eficiência da usabilidade (duração das tarefas em minutos) com a utilidade das informações, apesar de não ter resultado em uma

estatística significativa, mostrou uma correlação positiva moderada entre as variáveis para boa parte das tarefas. Isso revela que participantes engajados nas atividades e que gastam mais tempo na produção das descrições tendem a criar conteúdos mais úteis, segundo a avaliação feita nesse estudo (vide Seção 5.5).

Este estudo apresentou as limitações de contar apenas com a população de dez participantes para cada um dos grupos experimentais, totalizando vinte; e não ter sido possível integrar completamente o editor CKEditor com o *chatbot*, por uma limitação técnica no *plugin* para página Web desta tecnologia.

Os conhecimentos e resultados adquiridos neste estudo são necessários para a elaboração do estudo de triangulação com deficientes visuais, importante para validar a utilidade dos conteúdos produzidos.

Capítulo 6

Estudo de triangulação

Neste capítulo é apresentado o terceiro e último estudo deste trabalho, cujo propósito é realizar a triangulação da utilidade dos conteúdos produzidos no estudo anterior. A triangulação pode ser descrita como:

“[...] uma estratégia científica que visa gerar diferentes perspectivas sobre a questão de estudo, checando a consistência entre elas, e não a sua homogeneidade e replicabilidade. O produto da triangulação, quando consistente, é um conjunto de significados e categorias interpretativas capazes de gerar uma compreensão profunda do contexto pesquisado.” [Leitão 2009, p.23]

Essa estratégia pode proporcionar a convergência dos resultados de natureza quantitativa com a contraparte qualitativa, sendo especialmente útil para a validação em análises comparativas [Sánchez-Gómez et al. 2016]. Desta forma, o foco deste estudo é de alinhar e validar a utilidade dos conteúdos acessíveis produzidos no estudo comparativo e, conseqüentemente, as técnicas utilizadas por meio das percepções de usuários deficientes visuais. É esperado que a estratégia contribua para uma maior compreensão do contexto pesquisado.

Este capítulo está organizado em cinco seções. Na primeira, são evidenciados o principal objetivo a ser alcançado no estudo e o questionamento da pesquisa. Em seguida, é detalhado o *design* do estudo, exibindo o procedimento de investigação qualitativa e o objeto de estudo a ser avaliado. Depois, é realizada a avaliação com usuários deficientes visuais para validar o nível de utilidade e acessibilidade do objeto de estudo. Na quarta seção, são feitas a análise da percepção dos usuários e a discussão dos resultados obtidos, atentando-se em responder o questionamento da pesquisa. Por fim, na última seção são feitas as considerações finais e as conclusões do estudo.

6.1 Objetivos

O principal objetivo deste estudo é validar a utilidade dos conteúdos produzidos no estudo comparativo através de uma abordagem qualitativa. Anseia-se investigar as percepções e opiniões de usuários deficientes visuais a respeito da utilidade das informações acessíveis presentes. É importante verificar se estas estão concisas e trazem elementos relevantes para o entendimento do conteúdo educacional. Esta investigação contribui para um maior entendimento de todo o processo de produção de conteúdos acessíveis, desde a etapa do entendimento das regras e diretrizes de acessibilidade, construção de marcações acessíveis em HTML por meio dos editores WYSIWYG e por fim, o uso destes conteúdos em exames educacionais pelos usuários finais que podem possuir deficiência visual.

Desta forma, levanta-se o seguinte questionamento a ser respondido:

(QP1-ET) Qual a percepção de deficientes visuais sobre a acessibilidade dos conteúdos produzidos e a utilidade das informações contidas neles?

6.2 *Design* do estudo

No estudo comparativo foi evidenciado um resultado inconclusivo a respeito da utilidade das informações dos conteúdos, em razão do auxílio prestado pelas formas de ajuda investigadas (página Web e *chatbot*). Desta forma, o que se pode afirmar é que ambas as formas de ajuda auxiliam a produzir conteúdos com utilidades semelhantes, segundo o processo de avaliação (vide Seção 5.5). Assim, para o *design* deste estudo foram considerados os conteúdos produzidos por ambos grupos como objeto de investigação e o uso de entrevistas semi-estruturadas, a fim de responder o questionamento feito. Em relação a escolha dos conteúdos para a avaliação, foram selecionados aqueles que mais se aproximaram da pontuação obtida pelos gabaritos fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Os valores das pontuações de utilidade em relação ao gabarito são:

Questão 1 (Fórmula matemática): participante: 90% (Apêndice L) ; gabarito: 100%.

Questão 2 (Imagem histórica): participante: 77,78% (Apêndice M) ; gabarito: 66,67%.

Questão 3 (Gráfico de linha): participante: 87,50% (Apêndice N) ; gabarito: 87,50%.

Questão 4 (Mapa): participante: 83,33% (Apêndice O) ; gabarito: 83,33%.

Questão 4 (Tabela de dados): participante: 100% (Apêndice O) ; gabarito: 100%.

O procedimento de avaliação qualitativa por entrevistas semi-estruturadas (Apêndice I) foi utilizado por ser considerado como um dos principais métodos para coleta de dados e informações neste tipo de pesquisa [Vieira 2017, p.5]. As entrevistas semi-estruturadas são caracterizadas por um conjunto de perguntas ou questões estabelecidas em um roteiro aberto e flexível em torno de um ou mais assuntos do interesse da pesquisa para elucidação do seu objeto [Vieira 2017, p.5].

Deste modo, os participantes estão mais livres para expressarem seus pontos de vista e percepções dentro do contexto analisado do que em uma entrevista padronizada ou em questionários [Meirinhos e Osório 2010, p.63]. Ademais, o entrevistador tem a liberdade para explorar em maior profundidade as respostas fornecidas pelo entrevistado e até mesmo modificar a ordem dos tópicos abordados, mas mantendo o foco nos objetivos da entrevista [Barbosa e Silva 2010, p.146].

6.3 Teste com usuários deficientes visuais

O estudo contou com a participação de 3 pessoas deficientes visuais totais para o experimento de forma individual, 2 do gênero masculino e 1 do feminino. Para a seleção foram selecionados participantes deficientes visuais familiarizados com o uso de leitores de tela e de conteúdos Web no dia a dia. Além disso, foi realizado um piloto para validar todos os procedimentos, realizar pequenos ajustes no experimento e obter uma noção do tempo das sessões, que tiveram em média 90 minutos.

Primeiramente, foi solicitado aos participantes o preenchimento do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice J), no qual explica o objeto de estudo da pesquisa e solicita a permissão para coleta de dados durante o estudo. Em seguida, eles forneceram informações para o mapeamento do perfil dos voluntários no experimento (Apêndice K), no qual foram consideradas as seguintes características: uma boa frequência semanal de uso de computadores; e ser usuário de alguma ferramenta assistiva para acessibilidade, como leitores de tela. Também foi perguntado para os participantes se eles já haviam realizado algum exame educacional digital acessível, a fim de reconhecer a experiência deles nesse quesito.

Todos os participantes possuem idades na faixa etária de 18 a 25 anos e são usuários ativos (uso diário) de computadores, como também são usuários ativos do leitor de tela

NVDA e de outras tecnologias como *DosVox*, *Talkback* e *VoiceOver*. Em relação a experiência em exames digitais acessíveis, nenhum dos participantes relataram experiências com exames educacionais providos por meio de páginas Web ou conteúdos Web. Apenas a participante do gênero feminino relatou uma experiência em um concurso público, cuja prova tinha todas as questões em formato de texto plano (.txt) e afirmou que teve um bom aproveitamento e melhor compreensão das questões em comparação com experiências anteriores com leitores. Em contrapartida, a prova em texto plano prejudicou a formatação original do documento e o formato de algumas questões, em especial as de matemática.

Todos os experimentos foram realizados remotamente, por meio de vídeo conferências individuais com os participantes deficientes. Os dados coletados para a pesquisa foram o áudio da conferência e a gravação do vídeo da tela dos participantes. Nenhuma filmagem dos participantes ou do ambiente em que se encontravam foi feita, conforme estabelecido no termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice J). Como especificado no *design* do estudo (vide Seção 6.2), os participantes realizaram quatro tarefas que abrangem os conteúdos produzidos pelos voluntários de ambos os grupos do estudo comparativo. Eles interagiram com os conteúdos de todas as questões e expressaram suas opiniões, percepções, dúvidas e sugestões de melhorias durante as entrevistas semi-estruturadas realizadas após cada tarefa.

6.4 Resultados e discussão

Nesta seção, reportam-se os resultados e as respectivas discussões obtidas sobre a avaliação do conteúdo por participantes deficientes visuais. O processo de triangulação, presente nas discussões deste estudo, visa consolidar a compreensão sobre a utilidade das informações nos conteúdos acessíveis e responder o questionamento feito: (QP1-ET) Qual a percepção dos deficientes visuais sobre a acessibilidade e utilidade dos conteúdos produzidos pelos usuários leigos?

6.4.1 Percepção da utilidade na fórmula matemática

De acordo com a percepção dos três participantes, prover uma boa utilidade em descrições de fórmulas matemáticas é claramente um desafio. Apesar disso, suas opiniões, sugestões e dúvidas ajudam a entender melhor todo o contexto deste tipo de conteúdo e o que pode ser feito para torná-lo mais acessível. A seguir é exibida a descrição da fórmula produzida por um dos participantes do segundo estudo. Esta foi criada automaticamente a partir

do WIRIS¹, um plugin de terceiros para fórmulas matemáticas e químicas, presente no CKEditor [CKSource 2018]:

“P igual a numerador 5000 sinal de multiplicação 1 vírgula 013 à potência de n sinal de multiplicação 0 vírgula 013 sobre denominador abre parênteses 1 vírgula 013 à potência de n menos 1 fecha parênteses fim da fração”

Primeiramente, os participantes foram questionados sobre seus respectivos entendimentos sobre a fórmula matemática. Dois participantes avaliaram positivamente o texto alternativo presente nela, afirmando que este estava bem completo e claro. Contudo, eles também destacaram que havia a possibilidade de melhorias na descrição, como a adição da indicação de início de fração. Para o participante que avaliou negativamente, as operações de potência ficaram confusas e atrapalharam seu entendimento, porque não havia nenhuma indicação de fim do expoente ou fim da potência que delimitasse o término da operação.

Foram sugeridas duas melhorias que poderiam ser feitas para tornar a descrição da fórmula mais usável. A primeira melhoria sugerida, como dito anteriormente, foi a inclusão de frases para início e fim em todas as operações que delimitem um escopo, tal como: frações, potências e raízes. De acordo com os participantes, a adição dessas informações tornaria a descrição da fórmula mais compreensível, apesar de já estar bem completa.

Ainda neste ponto, pode-se observar que tanto a descrição da fórmula avaliada, quanto o gabarito do INEP (vide Seção 5.5) não atendem essa sugestão referida pelos participantes. Além disso, uma investigação mais aprofundada no WIRIS mostra que o *plugin* possui a limitação técnica de não informar início de fração e fim de potência.

A segunda melhoria sugerida foi tornar a leitura mais pausada. O principal argumento dos participantes é a incapacidade de soletrar ou avançar palavra por palavra na descrição da fórmula matemática, sendo necessário ouvir a descrição sempre na íntegra. Isto é uma limitação do texto alternativo em imagens, já que as fórmulas matemáticas criadas pelo WIRIS são transformadas em imagens vetoriais escaláveis. Contudo, essa sugestão pode ser mais facilmente trabalhada com configurações no próprio leitor de tela do participante, para reduzir a velocidade de leitura. Outra alternativa seria fornecer um parágrafo com a descrição da fórmula ao invés da imagem, permitindo o controle total dos deficientes sobre a leitura. Ademais, essa alternativa pode ser utilizada quando a fórmula matemática for muito complexa e extensa.

¹<http://www.wiris.com/> Acesso em: 16/08/2018.

Desde modo, a percepção dos participantes forneceu informações importantes a respeito da utilidade da descrição na fórmula matemática. É evidente a dificuldade de tratar descrições deste tipo de elemento, dada a vasta gama de operações matemáticas existentes. Entretanto, também é notável o desenvolvimento das ferramentas para fornecer conteúdos matemáticos acessíveis e úteis.

Os participantes esclareceram que, no geral, a descrição da fórmula está bem clara e satisfatória, sendo necessário apenas realizar melhorias em relação a indicação de início de fração e fim de potência. Eles também destacam que um dos maiores pontos positivos foi poder ler e entender a fórmula sem o auxílio de um leitor. Em contrapartida, uma preocupação levantada foi a extensividade da descrição em casos de fórmulas matemáticas mais complexas. Esses pontos respondem o questionamento QP1-ET de forma particular, levando em consideração somente a fórmula matemática analisada.

6.4.2 Percepção da utilidade na imagem histórica

Em relação a imagem histórica, os participantes afirmam em consenso que a descrição da imagem está simples, concisa e direta. De acordo com eles, o entendimento da descrição da imagem está bem compreensivo, além de complementar o enunciado da questão. A seguir é exibida a descrição da imagem histórica produzida por um dos voluntários do segundo estudo. Ela foi criada com auxílio das dicas e exemplos fornecidos com o intuito de melhorar a utilidade das informações:

“Militares brancos cumprindo a lei do passe ao abordar um civil negro de bicicleta em via pública.”

Quando questionados se sentiam falta de alguma informação na descrição, apenas um dos participantes informou que seria interessante ter mais adjetivos para caracterizar o cenário. Contudo, ele e os outros dois concordaram que a descrição está bem concisa e mais informações podem estender o tempo de leitura, ou até mesmo entregar a resposta da questão. Sobre este último fato, a respondente do gênero feminino esclareceu uma experiência vivida por ela, no qual uma questão do concurso, que ela prestou, continha mais informação do que o necessário, facilitando a resolução da questão de forma acidental.

A percepção dos usuários torna evidente que a descrição da imagem histórica possui uma utilidade muito boa, além de ser concisa, direta e suficiente para o entendimento da questão. Com isso, é possível responder o questionamento QP1-ET de forma particular,

levando em consideração apenas a imagem histórica analisada. Ademais, quando comparada com o gabarito do INEP, a única diferença é que neste não é feita nenhuma referência ao aspecto histórico “lei do passe”. Entretanto, como é uma informação que está presente no enunciado, pode-se considerar que ambas são equivalentes.

6.4.3 Percepção da utilidade no gráfico de linha

Imagens de gráficos são elementos que apresentam uma dificuldade maior durante a concepção de descrições e na interpretação destas por parte de usuários deficientes visuais. Por possuírem dados numéricos, textuais e formas visuais, existe a grande possibilidade de não serem interpretados e transcritos adequadamente [Coppin et al. 2016].

Durante a avaliação deste elemento, todos os participantes expressaram dúvidas e sugestões de melhorias a respeito das informações na descrição. Ainda assim, todos conseguiram compreender e afirmaram que as informações do gráfico cartesiano estavam claras, incluindo eixos, unidades de medida e os pontos. A seguir é exibido o texto alternativo e a descrição longa que foram utilizados na avaliação, sendo produzidos por um dos voluntários do segundo estudo. Tanto o texto alternativo, quanto a descrição longa foram criados com auxílio das dicas e exemplos fornecidos com o intuito de melhorar a utilidade das informações:

“Gráfico de linha representando a corrente na vertical e a diferença de potencial na horizontal.”

“Gráfico de linha com o eixo horizontal definido pela diferença de potencial (volts), de 0,5 a 3,0, e no eixo vertical está a corrente (amperes), de 1,0 a 6,0, da seguinte maneira: Com diferença de potencial 0,5 volts a corrente está em 1,0 vezes 10 elevado a -6 amperes. Com diferença de potencial 1,0 volts a corrente está em 2,0 vezes 10 elevado a -6 amperes. Com diferença de potencial 1,5 volts a corrente está em 3,0 vezes 10 elevado a -6 amperes. Com diferença de potencial 2,0 volts a corrente está em 4,0 vezes 10 elevado a -6 amperes. Com diferença de potencial 2,5 volts a corrente está em 5,0 vezes 10 elevado a -6 amperes. Com diferença de potencial 3,0 volts a corrente está em 6,0 vezes 10 elevado a -6 amperes.”

As dúvidas existentes foram específicas em relação aos pontos do gráfico. Dois participantes apresentaram dúvidas durante a interpretação da descrição. O primeiro relata que a falta de contato com gráficos dificultou seu entendimento e gerou dúvidas. Contudo, é

ressaltado que todas as informações estavam claras e bem escritas. Já o segundo expôs sua dúvida sobre a inexistência do ponto cartesiano inicial (0,0) e a falta de indicação da formação de uma reta linear crescente com a ligação dos pontos. Ele afirma que é importante descrever essas informações para facilitar a mentalização do gráfico, mas ressaltou que as existentes são suficientes para o entendimento.

Em relação às sugestões, todos os participantes destacaram o mesmo ponto: a grande quantidade de informações em um único parágrafo. Na experiência deles, aplicar a quebra de linha ao final de frases relevantes os ajudariam a mentalizar melhor as informações do gráfico. Além disso, a apresentação das unidades de medida, as ordens de grandeza dos valores e o detalhamento da escrita foram pontos positivos considerados relevantes para o entendimento da questão. Em contrapartida, um ponto negativo que não foi levantado por nenhum dos usuários é a redundância entre o texto alternativo e a descrição longa, visto que a W3C recomenda que não exista tal.

Considerando essas observações, é possível responder o questionamento da pesquisa (QP1-ET) em relação ao gráfico avaliado. Os participantes receberam de forma positiva a descrição do gráfico de linha e elogiaram o detalhamento da escrita, assim como o cuidado em fornecer as unidades de medida e ordens de grandeza dos valores dos eixos. Contudo, tantas informações em um único parágrafo dificultou a memorização e mentalização dos valores, sendo necessário realizar quebras de linha entre a descrição dos pontos do gráfico. Este último ponto, de acordo com os participantes, é importante para melhorar a utilidade da descrição.

6.4.4 Percepção da utilidade no mapa e tabela de dados

Da mesma forma que em gráficos, imagens de mapas também apresentam uma dificuldade maior durante a concepção de descrições e na interpretação destas por parte de usuários deficientes visuais. Por possuírem dados numéricos, textuais e formas geográficas, existe a possibilidade de não serem interpretados e transcritos adequadamente. Desta forma, durante o segundo estudo, foram fornecidas dicas e exemplos com o intuito de melhorar a utilidade das informações. A seguir é exibido o texto alternativo e a descrição longa que foram utilizados na avaliação, sendo produzidos por um dos voluntários do segundo estudo:

“Mapa do Brasil exibindo temperaturas em todos os estados. Temperaturas mínimas. Dados do CPTEC.”

“No mapa mostra que na região sul do país as temperaturas variam de 9 graus a 4 graus. Na região sudeste variam de 11 graus a 20 graus. Na região centro-oeste variam de 11 a 23 graus. Na região nordeste está em torno de 22 graus. Na região norte varia de 18 a 24 graus.”

Com relação ao mapa, os participantes alegam em consenso que a descrição da imagem está clara, compreensível e bem explicada. Da mesma forma, também em consenso, eles declaram uma sugestão para a melhoria da utilidade da descrição do mapa. Similar ao texto alternativo do gráfico, a descrição do mapa possui muitas informações e é importante que exista uma separação dos dados para facilitar a memorização. Neste caso, eles sugerem que as informações de temperatura de cada região sejam dispostas em linhas separadas. Nenhum dos participantes sugeriu nenhuma adição ou remoção de informações para a descrição existente.

Considerando essas observações, é possível responder o questionamento da pesquisa (QP1-ET) em relação a imagem de mapa avaliada. Da mesma forma que na imagem do gráfico, os participantes também receberam de forma positiva a descrição do mapa do Brasil e elogiaram a organização e a precisão da escrita. Ademais, eles ressaltaram que é importante existir quebras de linha para melhorar a usabilidade e conseqüentemente, a utilidade da descrição deste tipo de conteúdo.

Mudando o foco para a tabela de dados, a avaliação pelos usuários deficientes mostra que apesar de todas as marcações HTML necessárias para a conformidade da acessibilidade serem atendidas, ainda ocorreram pequenos problemas de acesso à informação com o uso do leitor NVDA. Um dos usuários relatou problemas com as teclas de atalho para tabelas, que não funcionaram corretamente. De acordo com ele, o ocorrido aparentava ser um problema no leitor de tela, sendo necessário contornar a situação para acessar corretamente os dados da tabela. Outro contratempo decorrido com outro usuário foi a leitura duplicada da legenda da tabela, novamente indicando um problema com o leitor de tela NVDA. Apesar disso, a situação não impediu o acesso à informação pelo usuário.

Ainda que esses pequenos impasses tenham acontecido, todos os usuários avaliaram muito bem a acessibilidade da tabela de dados. Por mais que isso não signifique uma interação ideal, os usuários conseguiram acessar o conteúdo e avaliar a sua utilidade. De acordo com a percepção deles, em resposta ao questionamento QP1-ET, a legenda (primeira informação a ser lida) é um elemento muito importante e útil para que eles possam saber do que ela se trata.

Todos em consenso afirmam que a legenda estava bem escrita e descrevia de forma concisa os dados que a tabela portava. Em relação ao cabeçalho, eles afirmam que é lido de forma transparente, indicando o relacionamento entre os dados presentes nas linhas e o título do cabeçalho presente nas colunas.

Por fim, dentre os três atributos inseridos na tabela, o único que não foi lido por nenhum leitor dos usuários foi o resumo da tabela. Ele deveria ser lido juntamente com a legenda, a fim de complementá-la com informações sobre a estrutura da tabela. Isso indica que outras estratégias, como atributos *aria-describedby* ou *aria-labelledby*, devem ser adotadas para que um resumo da tabela possa ser introduzido e lido com sucesso pelas ferramentas assistivas.

6.5 Considerações do capítulo

No geral, é possível evidenciar que a percepção dos usuários deficientes visuais foi favorável tanto para a acessibilidade quanto para a utilidade dos conteúdos. No decorrer das entrevistas, os usuários destacaram sugestões de melhorias em pontos específicos de cada um dos conteúdos, como também a indicação de pontos positivos e negativos para a utilidade das informações.

Com referência às fórmulas matemáticas, a descrição gerada por meio do WIRIS foi considerada bem clara e satisfatória pelos usuários deficientes visuais. Eles afirmaram que essa forma de entregar o conteúdo acessível é bem positiva, justamente por não dependerem de leitores para a leitura do conteúdo. Apesar disso, para operações que trabalham com escopo, como por exemplo: frações, raízes e potências, ainda é necessário delimitar explicitamente o início e fim destas.

Os voluntários reconhecem que tal delimitação pode evitar confusões e mal entendimentos, mas também expressam a preocupação sobre a extensividade da descrição das fórmulas matemáticas. Pela descrição estar em uma imagem, esta acaba tendo que ser lida na íntegra todas as vezes, impossibilitando que os usuários tenham controle sobre a leitura. Uma estratégia que pode ser adotada, no caso de fórmulas complexas ou extensas, é a transcrição da fórmula como um parágrafo com visibilidade apenas para leitores de tela.

Para a imagem histórica, a utilidade da descrição foi avaliada muito positivamente, sendo destacada como bem compreensiva, simples, concisa e direta. Todos os usuários afirmaram que a descrição está ideal, faz uma boa conexão com o texto do enunciado e

não seria necessária nenhuma modificação em sua estrutura. Um comentário feito por um dos usuários deixa claro que descrições concisas e diretas são melhores que descrições muito completas e extensas. Neste caso, por dois motivos: o primeiro está relacionado ao tempo de leitura maior para descrições extensas, sempre feito integralmente e sem a possibilidade de controlar o fluxo de leitura; o segundo está na possibilidade de facilitar acidentalmente a resolução da questão através do excesso de informações. Vale lembrar que tais observações se aplicam para qualquer imagem em conteúdos digitais que façam uso do texto alternativo através do atributo *alt*.

O que se sabe de imagens de gráficos é que são elementos que apresentam maior dificuldade na concepção de descrições, devido a grande variedade de formas de representação e por possuírem dados numéricos e textuais. Além disso, por não serem comuns no dia a dia de pessoas deficientes visuais, os gráficos e suas descrições podem se tornar complicadas de se entender e mentalizar.

As percepções dos usuários, observadas durante os testes, mostraram que a descrição deste elemento está satisfatória, mas não ideal. Todos os participantes conseguiram compreender corretamente as informações do gráfico, declarando que os dados estavam claros. Isso inclui as informações sobre os eixos, suas respectivas unidades de medida e os pontos cartesianos. Contudo, eles alertam que é importante existir quebras de linhas entre as informações importantes do gráfico, tal como os pontos cartesianos, com o objetivo de melhorar a utilidade da descrição e sua memorização. Tal sugestão pode ser aplicada a qualquer tipo de conteúdo que possui descrições longas, complementares ao texto alternativo.

Por fim, considerando tanto a imagem de mapa, quanto a tabela de dados, os usuários avaliaram de forma positiva a utilidade de todas as informações fornecidas nos conteúdos. Acerca da imagem de mapa, pode-se considerar que também são conteúdos com maior dificuldade na concepção de suas descrições, assim como nas imagens de gráficos. Mapas possuem variadas formas de representação geográfica, além de dados numéricos e textuais. Baseado nisso, é necessário fazer uso de descrições longas e acatar a sugestão dos usuários deficientes: separar as informações relevantes em linhas diferentes, para facilitar a memorização e melhorar a utilidade das informações.

Agora, com relação à tabela de dados, os usuários também avaliaram positivamente a acessibilidade e a usabilidade. Contudo, ocorreram pequenos problemas relacionados com o leitor de tela NVDA durante a estrutura da tabela. Apesar disso, tais problemas não impediam o acesso à informação e os usuários conseguiram avaliar com sucesso todos

os elementos (legenda, cabeçalho e dados). Em adição, o resumo da tabela foi a única informação incapaz de ser lida pelo NVDA dos participantes. Neste caso, para que seja possível disponibilizar o resumo (atributo *summary*) para leitura corretamente é necessário adotar outro tipo de marcação acessível com o mesmo propósito, tal como os atributos *aria-describedby* ou *aria-labelledby*.

Este estudo apresentou as seguintes limitações: população limitada com três pessoas deficientes visuais totais para a avaliação; não foi utilizada nenhuma técnica qualitativa aprofundada para a análise e interpretação do discurso dos usuários obtido durante as entrevistas. Os conhecimentos e resultados, adquiridos neste estudo, foram importantes na fundamentação das conclusões obtidas nesta dissertação, e conseqüentemente, ajudaram a responder a questão principal da pesquisa.

Capítulo 7

Conclusões e considerações finais

Neste trabalho, buscou-se investigar a produção de conteúdos acessíveis para a Web por usuários leigos em acessibilidade, aplicada no contexto de exames educacionais digitais, através de ferramentas conhecidas como editores HTML WYSIWYG. O principal objetivo a ser alcançado é descobrir como prover conteúdos acessíveis com informações úteis para deficientes visuais, e com isso relatar quais são os recursos necessários para uma ferramenta de edição fornecer conteúdo acessível na Web.

Para responder o questionamento principal, foram investigadas tanto a conformidade do conteúdo perante as principais diretrizes internacionais presentes no documento da WCAG 2.0, quanto formas de auxiliar usuários leigos em acessibilidade para a produção de conteúdos úteis aos usuários deficientes visuais.

No primeiro quesito, nota-se que todos os editores HTML WYSIWYG investigados e analisados no primeiro estudo possuem uma abordagem passiva em relação à conformidade do conteúdo. Ou seja, o usuário produz e verifica as inconsistências somente ao final. Este tipo de abordagem é ineficaz para garantir a conformidade da acessibilidade, já que os usuários podem ignorar os alertas fornecidos pelos recursos de verificação dos editores. Em contrapartida, a adoção de uma abordagem proativa, em conjunto com os recursos de verificação existentes, permite indicar a obrigatoriedade do preenchimento dos atributos acessíveis durante a produção e informações de ajuda relacionadas na própria interface do editor. Desta maneira, é possível contextualizar e explicar ao usuário o impacto daquele atributo na acessibilidade.

Outra questão observada foi a inexistência de recursos de inserção de imagens com a possibilidade de se adicionar descrições longas. Esta funcionalidade foi implementada como uma melhoria no segundo estudo e é extremamente necessária para imagens que

denotam uma complexidade maior, como gráficos, mapas e fórmulas matemáticas ou químicas. Além disso, os recursos existentes forneciam apenas a adição do texto alternativo (atributo *alt*) com limitação em 100 caracteres¹, o que impactou na completude e utilidade das informações relacionadas à descrição das imagens.

No segundo quesito, investigou-se a comparação entre duas formas de ajuda, com interfaces distintas, para auxiliar usuários leigos em acessibilidade. Ambas interfaces, uma tradicional em página Web e uma conversacional por meio de um *chatbot*, forneciam dicas e exemplos sobre várias categorias de imagens, incluindo pessoas, gráficos e mapas. Todas as informações, dicas e exemplos fornecidos na ajuda foram extraídos da Nota Técnica N° 21 do MEC [MEC 2012], de páginas da W3C [W3C/WAI 2017a, W3C/WAI 2017b, W3C/WAI 2017c] e WCAG 2.0 [W3C 2008]. Além disso, não foi encontrada na literatura nenhuma forma de se avaliar a utilidade das informações acessíveis. Para isso, elaborou-se um *checklist* baseado nos documentos anteriores, com a finalidade de pontuar as descrições feitas pelos usuários.

O que se constatou com os resultados foi a similaridade das pontuações de utilidade para ambas interfaces de ajuda, de acordo com a estatística. Apesar disso, a análise estatística também indicou que as pontuações não foram influenciadas diretamente pelo uso das interfaces de ajuda (página Web e *chatbot*). Ou seja, não houve uma evidência forte de correlação estatística entre essas variáveis. Apesar disso, pode-se concluir que a indiferença entre utilizar ou não as variantes de ajuda indica que a interface do próprio editor fornece informações compreensíveis sobre a descrição de imagens. Além disso, as opiniões dos usuários que fizeram uso das interfaces de ajuda propostas indicaram que os exemplos e as dicas foram cruciais para fornecer uma noção inicial sobre como escrever descrições acessíveis úteis.

Outro achado foi a correlação moderada entre o desempenho e a utilidade das informações, ou seja, quanto mais tempo os usuários trabalham nas descrições a tendência é de se ter conteúdos com informações mais úteis. Contudo, não foi possível obter uma confirmação estatística significativa para essa correlação.

Por fim, a única variável que apresentou uma diferença significativa foi a satisfação no uso entre as interfaces de ajuda, medida pela pontuação do questionário SUS. A interface Web apresentou uma receptividade muito maior (88,75%) em relação à conversacional (71,25%). Contudo, um fato interessante relatado foi a percepção equivocada sobre a

¹Veja mais sobre as técnicas G94 e G95 da diretriz 1.1.1 da WCAG 2.0 em: <https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/text-equiv-all.html#text-equiv-all-techniques-head>.

interface conversacional, no qual alguns dos usuários consideraram que a ajuda estaria relacionada ao editor e não ao conteúdo. Isso mostra que é necessária cautela no uso deste tipo de interface por causa de sua *affordance*.

Dessa maneira, a etapa de triangulação foi utilizada para validar a investigação e concluir se o questionamento principal deste trabalho foi respondido corretamente. O público-alvo deste estudo são pessoas deficientes visuais e, desta forma, é necessário que elas deem o veredito final a respeito da utilidade das informações produzidas. A opinião geral sobre todas as descrições foi que estavam claras, compreensivas e satisfatórias. Contudo, os usuários sugeriram poucas, mas importantes melhorias, como por exemplo: (1) adicionar indicações de início e fim de operações com escopo (raízes, potências e frações); (2) adicionar quebras de linha em descrições de imagens complexas com muitas informações.

As principais contribuições deste trabalho são: a consolidação do conhecimento teórico e prático sobre a implementação de recursos de acessibilidade em editores HTML WYSIWYG; e o desenvolvimento das interfaces de ajuda para usuários leigos. O processo metodológico adotado através da realização dos três estudos mostrou ser adequado e revelou os principais recursos de ajuda que um editor de conteúdo acessível para deficientes visuais deve oferecer aos usuários.

As limitações deste trabalho estão nos seguintes fatos: (1) a avaliação da utilidade das descrições de imagens tiveram um escopo de tipos reduzido, mas considerados frequentes em exames educacionais. Ademais, existem outros tipos que também são bastante frequentes em exames, como o ENEM, por exemplo: tirinhas cômicas, quadrinhos, charges e diagramas; (2) as análises estatísticas utilizadas neste trabalho tiveram um limite amostral reduzido. A utilização de uma maior amostragem pode indicar resultados mais fundamentados.

Como trabalhos futuros, há a necessidade de realizar uma investigação mais profunda sobre a avaliação de outros tipos de imagens, não contemplados por esta pesquisa, e já citados anteriormente. Ademais, é importante conduzir mais investigações sobre a aplicação de *chatbots* como interface de ajuda para produção de conteúdo acessível, buscando melhores formas de integrá-los aos editores WYSIWYG e implementar estratégias de *design* para indicar aos usuários que o *chatbot* fornecerá ajuda sobre o conteúdo e não sobre o editor, contornando assim sua *affordance*.

Referências

- [1stwebdesigner.com 2016] 1stwebdesigner.com (2016). 10 best wysiwyg html editor collection from 2016. <http://1stwebdesigner.com/best-wysiwyg-html-editor/>. Acesso em: 10/06/2017.
- [Acosta et al. 2018] Acosta, T., Acosta-Vargas, P., Salvador-Ullauri, L., and Luján-Mora, S. (2018). Method for accessibility assessment of online content editors. In *International Conference on Information Theoretic Security*, pages 538–551. Springer.
- [Antonelli e Fortes 2015] Antonelli, H. L. and Fortes, R. P. d. M. (2015). A support for developers implement the accessibility guidelines regarding to web menus. In *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, WebMedia '15, pages 33–40, New York, NY, USA. ACM.
- [Barbosa e Silva 2010] Barbosa, S. and Silva, B. (2010). *Interação Humano-Computador*. Elsevier Brasil.
- [Brandtzæg e Følstad 2017] Brandtzæg, P. B. and Følstad, A. (2017). Why people use chatbots. In *Internet Science*, pages 377–392, Cham. Springer International Publishing.
- [Brasil 2012] Brasil (2012). Cartilha do censo 2010: Pessoas com deficiência. <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>. Acesso em: 23/10/2018.
- [Brasil 2014] Brasil (2014). Modelo de acessibilidade em governo eletrônico 3.1. <http://emag.governoeletronico.gov.br/>. Acesso em: 19/09/2018.
- [Brooke 1996] Brooke, J. (1996). Sus - a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194):4–7.
- [Brooke 2013] Brooke, J. (2013). Sus: a retrospective. *Journal of usability studies*, 8(2):29–40.
- [CKSource 2018] CKSource (2018). Ckeditor. <http://ckeditor.com/>. Acesso em: 14/02/2018.
- [Cohen 1988] Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: erlbaum, 2nd edition.
- [Coppin et al. 2016] Coppin, P., Li, A., and Carnevale, M. (2016). Iconic properties are lost when translating visual graphics to text for accessibility. *Cognitive Semiotics*, pages 1–25.

- [Dale 2016] Dale, R. (2016). The return of the chatbots. *Natural Language Engineering*, 22:811–817.
- [do Sacramento et al. 2014] do Sacramento, C. C., e Silva, C. S., Conceição, F. I., de Moraes, F. L. D., de Castro, I. M., Zorzanelli, L. P., and Barros, Y. S. (2014). Portal da casa de osvaldo cruz e o prêmio nacional de acessibilidade na web. In *Companion Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '14*, pages 5–8, Porto Alegre, Brazil. Sociedade Brasileira de Computação.
- [Ephox 2018a] Ephox (2018a). Textbox.io. <https://textbox.io/>. Acesso em: 14/02/2018.
- [Ephox 2018b] Ephox (2018b). Tinymce. <https://www.tinymce.com/>. Acesso em: 14/02/2018.
- [Espírito-Santo e Daniel 2015] Espírito-Santo, H. and Daniel, F. (2015). Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (1): As limitações do $p < 0,05$ na análise de diferenças de médias de dois grupos. *Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social*, pages 3–16.
- [Følstad e Brandtzæg 2017] Følstad, A. and Brandtzæg, P. B. (2017). Chatbots and the new world of hci. *Interactions*, 24(4):38–42.
- [Fritz et al. 2012] Fritz, C. O., Morris, P. E., and Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology: General*, 141(1):2–18.
- [Gonçalves et al. 2018] Gonçalves, G. d. S. A., Trevisan, D. G., Salgado, L., and Viterbo, J. (2018). Auxiliando usuários leigos na produção de conteúdo acessível. *Computer on the Beach*, pages 188–197.
- [Heerdt e Leonel 2007] Heerdt, M. L. and Leonel, V. (2007). *Metodologia Científica e da Pesquisa*. UnisulVirtual, 5^a edition.
- [Hussain et al. 2016] Hussain, S., Bai, S., and Khoja, S. (2016). Efficient applications for mathematical resources on web. In *Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, pages 968–973. IEEE.
- [Laubheimer 2018] Laubheimer, P. (2018). Beyond the nps: Measuring perceived usability with the sus, nasa-tlx, and the single ease question after tasks and usability tests. <https://www.nngroup.com/articles/measuring-perceived-usability/>.
- [Leitão 2009] Leitão, C. (2009). Métodos qualitativos de pesquisa científica. *Computação Brasil: Interação Humano-Computador no Brasil*, pg, pages 22–23.
- [Leria et al. 2018] Leria, L. D. A., Filgueiras, L. V. L., Silva, F. J. F. d., and Ferreira, L. A. (2018). Enem Acessível: Autonomia para a Pessoa com Deficiência Visual Total no Exame Nacional do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 24:103 – 120.
- [Mann e Whitney 1947] Mann, H. B. and Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The annals of mathematical statistics*, pages 50–60.

- [MEC 2012] MEC (2012). Nota técnica nº21: Orientações para descrição de imagem na geração de material digital acessível – mecdaisy. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10538-nota-tecnica-21-mecdaisy-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30/05/2018.
- [Meirinhos e Osório 2010] Meirinhos, M. and Osório, A. (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *Eduser - Revista de Educação*, 2(2):49–65.
- [Microsoft 2016] Microsoft (2016). Computer vision: 86-categories taxonomy. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/computer-vision/category-taxonomy>. Acesso em: 30/05/2018.
- [Minin et al. 2015a] Minin, H., Trevisan, D. G., and Viterbo, J. (2015a). Enem inclusivo: identificando técnicas para a realização assistida pelo computador. In *Proceedings of the XXVI Brazilian Symposium on Computers in Education, SBIE '15*, pages 1–10, Maceió, Alagoas, Brazil. CBIE.
- [Minin et al. 2015b] Minin, H. C., Alemán, J. J., do Sacramento, C., and Trevisan, D. G. (2015b). A wysiwyg editor to support accessible web content production. In *9th International Conference, UAHCI 2015, Held as Part of HCI International 2015*, pages 221–230. Springer International Publishing.
- [Nachar et al. 2008] Nachar, N. et al. (2008). The mann-whitney u: A test for assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 4(1):13–20.
- [Nielsen 1993] Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- [Nielsen 1994] Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. In Nielsen, J. and Mack, R. L., editors, *Usability Inspection Methods*, chapter Heuristic Evaluation, pages 25–62. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- [Noble et al. 2018] Noble, S., Soiffer, N., Dooley, S., Lozano, E., and Brown, D. (2018). Accessible math: Best practices after 25 years of research and development. *Journal on Technology and Persons with Disabilities*, 6:284–296.
- [Nogueira 2015] Nogueira, T. d. C. (2015). Estudo comparativo da experiência de usuários cegos e videntes no design web responsivo e não responsivo. Master’s thesis, Universidade Federal de Goiás, <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5215>.
- [Norman 1988] Norman, D. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books.
- [Pacheco et al. 2016] Pacheco, H. S., Amorim, P. F., Barbosa, P. G. F., and Ferreira, S. B. L. (2016). Comparative analysis of web accessibility evaluation tools. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems, IHC '16*, pages 45:1–45:4, New York, NY, USA. ACM.
- [Power et al. 2012] Power, C., Freire, A., Petrie, H., and Swallow, D. (2012). Guidelines are only half of the story: Accessibility problems encountered by blind users on the web. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12*, pages 433–442, New York, NY, USA. ACM.

- [Ritzer e Jurgenson 2010] Ritzer, G. and Jurgenson, N. (2010). Production, consumption, prosumption: The nature of capitalism in the age of the digital ‘prosumer’. *Journal of Consumer Culture*, 10(1):13–36.
- [Rocha et al. 2012] Rocha, J. A. P., Alves, C. D., and Duarte, A. B. S. (2012). E-acessibilidade e usuários da informação com deficiência. *Inclusão Social*, 5(1).
- [Rubin e Chisnell 2008] Rubin, J. and Chisnell, D. (2008). *Handbook of usability testing – How to plan, design and conduct effective tests*. New York: Wiley.
- [Sánchez-Gómez et al. 2016] Sánchez-Gómez, M. C., Iglesias-Rodríguez, A., and Martín-García, A. V. (2016). Methodological triangulation as a research strategy in educational innovation processes: Case study of the b-learning methodology in the university context. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, TEEM ’16, pages 643–650, New York, NY, USA. ACM.
- [Sanchez-Gordon et al. 2016] Sanchez-Gordon, S., Estevez, J., and Luján-Mora, S. (2016). Editor for accessible images in e-learning platforms. In *Proceedings of the 13th Web for All Conference*, W4A ’16, pages 1–2, New York, NY, USA. ACM.
- [Sauro 2012] Sauro, J. (2012). 10 things to know about the single ease question (seq). <https://measuringu.com/seq10/>.
- [sitepoint.com 2016] sitepoint.com (2016). 10 best jquery and html5 wysiwyg plugins. <https://www.sitepoint.com/10-best-html-wysiwyg-plugins/>. Acesso em: 10/06/2017.
- [Spearman 1904] Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *The American journal of psychology*, 15(1):72–101.
- [Swallow et al. 2016] Swallow, D., Petrie, H., and Power, C. (2016). Understanding and supporting web developers: Design and evaluation of a web accessibility information resource (webair). *Studies in health technology and informatics*, 229:482–491.
- [Thurlow et al. 2010] Thurlow, M., Lazarus, S. S., Albus, D., and Hodgson, J. (2010). Computer-based testing: Practices and considerations. synthesis report 78. *National Center on Educational Outcomes, University of Minnesota*.
- [UA 2013] UA (2013). Standard normal distribution table. <http://math.arizona.edu/~rsims/ma464/standardnormaltable.pdf>. (University of Arizona, Department of Mathematics) Acesso em: 14/06/2018.
- [UMB 2009] UMB (2009). Critical values of the mann-whitney u. <http://ocw.umb.edu/psychology/psych-270/other-materials/RelativeResourceManager.pdf>. (University of Massachusetts - Boston - Statistics) Acesso em: 14/06/2018.
- [Valério et al. 2017] Valério, F. A. M., Guimarães, T. G., Prates, R. O., and Candello, H. (2017). Here’s what i can do: Chatbots’ strategies to convey their features to users. In *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, IHC 2017, pages 28:1–28:10, New York, NY, USA. ACM.

- [Vieira 2017] Vieira, F. G. D. (2017). Ensino de marketing por meio de entrevista semi-estruturada. *Revista Espaço Acadêmico*, 17(195):01–08.
- [Vieira 2014] Vieira, L. (2014). “Tenho medo da qualificação de quem lerá a prova do ENEM para mim” diz deficiente visual. <https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/enem-e-vestibular/tenho-medo-da-qualificacao-de-quem-lera-prova-do-enem-para-mim/-diz-deficiente-visual-14439326>.
- [Viganico e Bagatini 2014] Viganico, T. E. and Bagatini, D. (2014). Teste de acessibilidade em um editor de texto web. *3º Seminário Nacional de Inclusão Digital (SENID)*, pages 1–10.
- [W3C 2000] W3C (2000). Authoring tool accessibility guidelines (atag) 1.0. <https://www.w3.org/TR/ATAG10/>. Acesso em: 29/07/2018.
- [W3C 2005] W3C (2005). Introduction to web accessibility. <https://www.w3.org/WAI/intro/accessibility>. Acesso em: 14/02/2018.
- [W3C 2008] W3C (2008). Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-PT/>. Acesso em: 03/06/2018.
- [W3C 2015] W3C (2015). Authoring tool accessibility guidelines (atag) 2.0. <https://www.w3.org/TR/ATAG20/>. Acesso em: 29/07/2018.
- [W3C 2016a] W3C (2016a). Aria1: Using the aria-describedby property to provide a descriptive label for user interface controls. <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/ARIA1.html>. Acesso em: 26/05/2018.
- [W3C 2016b] W3C (2016b). Aria10: Using aria-labelledby to provide a text alternative for non-text content. <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/ARIA10.html>. Acesso em: 26/05/2018.
- [W3C 2016c] W3C (2016c). Html5 image description extension (longdesc). <https://www.w3.org/TR/html-longdesc/>. Acesso em: 26/05/2018.
- [W3C 2017] W3C (2017). Html 5: Semantics, structure, and apis of html documents. <https://www.w3.org/TR/html5/dom.html#the-title-attribute>. Acesso em: 30/05/2018.
- [W3C/WAI 2017a] W3C/WAI (2017a). Caption & summary. <https://www.w3.org/WAI/tutorials/tables/caption-summary/>. Acesso em: 26/05/2018.
- [W3C/WAI 2017b] W3C/WAI (2017b). Images concepts. <https://www.w3.org/WAI/tutorials/images/>. Acesso em: 30/05/2018.
- [W3C/WAI 2017c] W3C/WAI (2017c). Tables concepts. <https://www.w3.org/WAI/tutorials/tables/>. Acesso em: 26/05/2018.
- [WebAIM 2017] WebAIM (2017). Seventh screen reader user survey results. <https://webaim.org/projects/screenreadersurvey7/>. Acesso em: 17/02/2018.
- [WebAIM 2018] WebAIM (2018). Alternative text. <https://webaim.org/techniques/alttext/#complex>. Acesso em: 26/05/2018.

APÊNDICE A – Estudo preliminar: TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Análise Comparativa de três editores online WYSIWYG para produção de conteúdo acessível

Prezado(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo para avaliar o desempenho, a satisfação e a acessibilidade entre três editores online WYSIWYG para produção de conteúdo acessível.

Sou aluno do Programa de Mestrado em Computação, do Instituto de Computação da UFF. A equipe envolvida no estudo é composta por um estudante de mestrado (Guilherme Alves) e a professora responsável (Dra. Daniela G. Trevisan). Queremos avaliar a qualidade da produção de conteúdo acessível para exames educacionais, por meio de editores online.

Se você concordar em participar, iremos solicitar o preenchimento de alguns questionários. A sessão será filmada (com uma câmera de vídeo e software de filmagem da tela) para documentar a interação a sua interação com os editores, buscando observar possíveis pontos positivos e negativos da interação. Além disso, um observador poderá, se necessário, realizar anotações em uma planilha para coletar dados.

Você pode realizar perguntas, mas não garanto que poderei responder todas. Tente fazer o que você faria normalmente se estivesse sozinho, fique a vontade. Precisamos saber exatamente o que você pensa. Toda a sessão de uso do Sistema terá cerca de 60 minutos.

Todas as perguntas direcionadas servirão apenas para que possamos compreender a sua opinião durante o experimento. Você poderá, a qualquer momento, desistir do teste, se assim desejar. A sua identidade será mantida em sigilo. Seu nome não será associado com os dados que forem coletados de sua sessão. A sua privacidade será protegida.

Você pode optar por não participar de tudo, pode recusar-se a participar em determinados procedimentos ou a responder a certas perguntas, ou pode interromper a sua participação a qualquer momento, sem penalidade.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados obtidos durante o experimento, pela transcrição do áudio e imagem do vídeo e pelas respostas nos formulários, com o objetivo de produzir artigos técnicos e científicos sempre garantindo seu anonimato.

Agradecemos sua atenção, participação e colaboração.

Responsáveis para contato:

Guilherme Alves - gsag.dh@gmail.com - (21) 9 9676-0304



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e da garantia de anonimato dos meus dados. Eu compreendo que neste estudo, as observações dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas comigo.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____.

Assinatura _____ Niterói, ____/____/____.



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Eu, _____, permito que os pesquisadores relacionados obtenham a fotografia, filmagem ou gravação minha para fins de pesquisa científica e educacional.

Eu concordo que o material e informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos desde que seja sempre garantido o meu anonimato de forma a não permitir a minha identificação.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade dos pesquisadores pertinentes ao estudo e sob a sua guarda.

Nome ou responsável legal: _____

Assinatura: _____

Equipe de pesquisadores: Dra. Daniela Gorski Trevisan (Professora), Guilherme da Silva Alves Gonçalves (Aluno de Mestrado).

Niterói, ____/____/____.

APÊNDICE B – Estudo preliminar: QMPP

Questionário de Mapeamento de Perfil de Participante

Este questionário tem por objetivo obter informações sobre o perfil do participante do Projeto: Análise Comparativa de três editores online WYSIWYG para produção de conteúdo acessível. Não é necessário identificar-se, usaremos um identificador para a sua sessão.

***Obrigatório**

1. Identificador da Sessão *

Dados Pessoais

Precisamos conhecer um pouquinho sobre você, por favor informe os dados abaixo.

2. Qual é a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 18 a 30 anos
- ☐ 31 a 40 anos
- ☐ 41 a 50 anos
- ☐ 51 a 60 anos
- ☐ Acima de 60 anos

3. Qual o seu sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Prefiro não informar

Dados Técnicos

Precisamos saber um pouquinho sobre as suas experiências, por favor informe os dados abaixo.

4. Você possui conhecimentos de inglês, para leitura de manuais e documentos afins? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

5. Com que frequência você utiliza o computador? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nenhuma
- ☐ Até duas vezes por semana
- ☐ Entre três e quatro vezes por semana
- ☐ Entre cinco e seis vezes por semana
- ☐ Sete vezes por semana

6. Com que frequência você utiliza editores de texto, como por exemplo: Microsoft Word e Google Docs? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nenhuma
- ☐ Até duas vezes por semana
- ☐ Entre três e quatro vezes por semana
- ☐ Entre cinco e seis vezes por semana
- ☐ Sete vezes por semana

7. Você possui conhecimentos sobre regras e padrões de acessibilidade?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

8. Você possui conhecimentos sobre o sistema de composição de textos LaTeX para produção de fórmulas matemáticas? *

LaTeX é conjunto de macros para o programa de composição de textos TeX, utilizado amplamente na produção de textos matemáticos e científicos.

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

Powered by

 Google Forms

APÊNDICE C – Estudo experimental comparativo: TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Auxiliando usuários leigos na produção de conteúdos acessíveis

Prezado(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo para avaliar o desempenho, a satisfação e a acessibilidade na produção de conteúdo acessível.

Sou aluno do Programa de Mestrado em Computação, do Instituto de Computação da UFF. A equipe envolvida no estudo é composta por um estudante de mestrado (Guilherme Alves) e a professora responsável (Dra. Daniela G. Trevisan). Queremos avaliar a qualidade da produção de conteúdo acessível para exames educacionais, por meio de um editor online de conteúdo.

Se você concordar em participar, iremos solicitar o preenchimento de alguns questionários. A sessão será filmada (com uma câmera de vídeo e software de filmagem da tela) para documentar a sua interação com o editor, buscando observar possíveis pontos positivos e negativos. Além disso, um observador poderá, se necessário, realizar anotações em uma planilha para coletar dados.

Você pode realizar perguntas, mas não garanto que poderei responder todas. Tente fazer o que você faria normalmente se estivesse sozinho, fique à vontade. Precisamos saber exatamente o que você pensa. Toda a sessão do experimento terá a duração de aproximadamente 60 minutos.

Todas as perguntas direcionadas servirão apenas para que possamos compreender a sua opinião durante o experimento. Você poderá, a qualquer momento, desistir do teste, se assim desejar. A sua identidade será mantida em sigilo. Seu nome não será associado com os dados que forem coletados de sua sessão. A sua privacidade será protegida.

Você pode optar por não participar de tudo, pode recusar-se a participar em determinados procedimentos ou a responder a certas perguntas, ou pode interromper a sua participação a qualquer momento, sem penalidade.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados obtidos durante o experimento, pela transcrição do áudio e imagem do vídeo e pelas respostas nos formulários, com o objetivo de produzir artigos técnicos e científicos sempre garantindo seu anonimato.

Agradecemos sua atenção, participação e colaboração.

Responsáveis para contato:

Guilherme Alves - gsag.dh@gmail.com - (21) 9 9676-0304



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e da garantia de anonimato dos meus dados. Eu compreendo que neste estudo, as observações dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas comigo.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____.

Assinatura _____ Niterói, ____/____/____.



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Eu, _____, permito que os pesquisadores relacionados obtenham a fotografia, filmagem ou gravação minha para fins de pesquisa científica e educacional.

Eu concordo que o material e informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos desde que seja sempre garantido o meu anonimato de forma a não permitir a minha identificação.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade dos pesquisadores pertinentes ao estudo e sob a sua guarda.

Nome ou responsável legal: _____

Assinatura: _____

Equipe de pesquisadores: Dra. Daniela Gorski Trevisan (Professora), Guilherme da Silva Alves Gonçalves (Aluno de Mestrado).

Niterói, ____/____/____ .

APÊNDICE D - Estudo experimental comparativo: QMPP

Questionário de Mapeamento de Perfil de Participante

Este questionário tem por objetivo obter informações sobre o perfil do participante do Projeto: Auxiliando usuários leigos na produção de conteúdos acessíveis. Não é necessário identificar-se, usaremos um identificador para a sua sessão.

***Obrigatório**

1. Identificador da Sessão *

Dados Pessoais

Precisamos conhecer um pouquinho sobre você, por favor informe os dados abaixo.

2. Qual é a sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 18
- ☐ 19
- ☐ 20
- ☐ 21
- ☐ 22
- ☐ 23
- ☐ 24
- ☐ 25
- ☐ 26
- ☐ 27
- ☐ 28
- ☐ 29
- ☐ 30
- ☐ 31
- ☐ 32
- ☐ 33
- ☐ 34
- ☐ 35
- ☐ 36
- ☐ 37
- ☐ 38
- ☐ 39
- ☐ 40
- ☐ 41
- ☐ 42
- ☐ 43
- ☐ 44
- ☐ 45
- ☐ 46
- ☐ 47
- ☐ 48
- ☐ 49
- ☐ 50
- ☐ 51
- ☐ 52
- ☐ 53
- ☐ 54
- ☐ 55
- ☐ 56
- ☐ 57
- ☐ 58

- ☐ 59
- ☐ 60
- ☐ Acima de 60

3. Qual o seu sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Prefiro não informar

Dados Técnicos

Precisamos saber um pouquinho sobre as suas experiências, por favor informe os dados abaixo.

4. Você possui conhecimentos básicos de leitura em inglês? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

5. Com que frequência você utiliza o computador? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nenhuma
- ☐ Até duas vezes por semana
- ☐ Entre três e quatro vezes por semana
- ☐ Entre cinco e seis vezes por semana
- ☐ Sete vezes por semana

6. Com que frequência você utiliza ferramentas de edição, como por exemplo: Microsoft Word, Excel, Google Docs ou outros? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nenhuma
- ☐ Até duas vezes por semana
- ☐ Entre três e quatro vezes por semana
- ☐ Entre cinco e seis vezes por semana
- ☐ Sete vezes por semana

7. Você possui algum conhecimento ou experiência prática sobre regras e padrões de acessibilidade para deficientes visuais? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

Powered by

 Google Forms

APÊNDICE E – System Usability Scale (SUS)

Questionário Pós teste

Este questionário tem por objetivo obter informações sobre a sua satisfação geral em relação a ferramenta que você utilizou para produzir os conteúdos. Não é necessário identificar-se, usaremos um identificador para a sua sessão.

***Obrigatório**

1. Identificador da Sessão *

2. Responda as questões abaixo pensando na sua satisfação geral no uso da ferramenta de conteúdo, considerando todas as tarefas desempenhadas *

Marcar uma opção por linha

Marcar apenas uma oval por linha.

	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente
Gostaria de utilizar a ferramenta frequentemente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei a ferramenta complexa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei fácil de utilizar a ferramenta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Precisaria de ajuda especializada para utilizar a ferramenta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei que as várias funcionalidades da ferramenta estavam bem integradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei que havia muita inconsistência na ferramenta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Imagino que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar a ferramenta rapidamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Achei a ferramenta muito incomoda de utilizar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me senti muito seguro utilizando a ferramenta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Precisaria aprender muitas coisas antes de utilizar a ferramenta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Powered by



APÊNDICE F – Técnicas estatísticas

Teste U não paramétrico de Mann-Whitney pode ser utilizado para responder questionamentos do pesquisador a respeito da diferença entre dois grupos. Este teste tem a grande vantagem de ser utilizado em amostras pequenas (5 a 20 participantes) e quando as variáveis medidas são de um tipo ordinal e capturadas com uma escala arbitrária e não tão precisa [Nachar et al. 2008].

A hipótese nula (H_0) do teste de Mann-Whitney estipula que os dois grupos derivam da mesma população. Em outras palavras, ela estipula que ambos os grupos são homogêneos e tem a mesma distribuição. Em contrapartida, a hipótese alternativa (H_1) estipula que a distribuição dos dados do primeiro grupo difere estatisticamente da distribuição dos dados do segundo [Mann e Whitney 1947, Nachar et al. 2008].

De forma ilustrativa, imagine dois grupos independentes contendo n participantes cada, cujas variáveis pertencem a participantes diferentes. Cada grupo contém um número de n observações ordenadas ascendentemente e comparadas individualmente entre si. O maior número de comparações pareados possíveis é expresso por: $(n_x n_y)$, onde n_x é o número de observações do primeiro grupo e n_y é o número de observações do segundo. Além disso, para cada um dos grupos, considere também o posto de cada uma de suas variáveis e realize o somatório destes. Com isso obtemos o somatório dos postos do primeiro grupo (R_x) e o somatório dos postos do segundo (R_y). Se ambos os grupos derivam da mesma população, como definido pela hipótese nula, então cada dado do primeiro grupo tem uma chance igual de ser maior ou menor que cada dado do segundo. Desta forma, para rejeitar a hipótese nula e aceitar a alternativa é preciso que um dos grupos seja significativamente maior que o outro, sem especificar a direção dessa diferença, ou seja, derivam de duas populações diferentes.

Assim, para verificar as hipóteses desta técnica, inicialmente calculamos o valor de U para cada um dos grupos (F.1). Em seguida, obtemos o menor valor entre eles: $U = \min(U_x, U_y)$. Caso $N(n_x + n_y)$ seja inferior a 20, deve-se utilizar a tabela de valores

críticos de U (Apêndice G), juntamente com o valor *alpha* da hipótese (0.05 ou 0.01) para se determinar se foi possível rejeitar a hipótese nula ($U \leq U_{\text{tabulado}}$). Caso contrário, pode-se assumir que a distribuição amostral está bem próxima de uma distribuição normal, sendo possível rejeitar a hipótese nula caso o *p-valor* oriundo da aproximação (z) seja menor ou igual ao *alpha* definido. A aproximação (z) pode ser calculada por meio das fórmulas (F.2) e o *p-valor* por meio da utilização de (z) na tabela de distribuição normal padrão (Apêndice H).

$$\begin{aligned} U_x &= n_x n_y + \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - R_x \\ U_y &= n_x n_y + \frac{n_y(n_y + 1)}{2} - R_y \end{aligned} \quad (\text{F.1})$$

$$z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U}, \quad \text{tal que} \quad \mu_U = \frac{(n_x n_y)}{2} \quad e \quad \sigma_U = \sqrt{\frac{((n_x n_y)(N + 1))}{12}} \quad (\text{F.2})$$

Tamanho do efeito , segundo a definição de [Espírito-Santo e Daniel 2015], é uma técnica estatística que dá significado aos testes estatísticos, enfatiza o poder destes, reduz o risco de a mera variação amostral ser interpretada como relação real, pode aumentar o relato de resultados “não significativos” e permite acumular conhecimento de vários estudos usando a meta-análise.

Um fato interessante sobre o tamanho do efeito em testes estatísticos é que este não depende de tamanho amostral [Espírito-Santo e Daniel 2015]. Além disso, ele se refere à estimativa da magnitude da relação entre variáveis, do efeito de uma variável sobre outra, ou da diferença entre duas amostras [Espírito-Santo e Daniel 2015].

Existem várias formas de se calcular o tamanho do efeito na diferença entre populações, mas as formas mais comuns de calculá-lo assumem que os dados tenham uma distribuição normal [Fritz et al. 2012]. Quando os dados não atendem ao requisito de testes estatísticos paramétricos, é possível recorrer a variação para testes não paramétricos [Fritz et al. 2012]. Desta forma, utilizando uma aproximação da distribuição normal (z), quando o somatório das amostras de ambos os grupos não é tão pequeno ($N < 20$)), é possível calcular o tamanho do efeito com a fórmula F.3:

$$\text{tamanho do efeito} = \frac{z}{\sqrt{N}} \quad (\text{F.3})$$

Após o cálculo do tamanho de efeito, pode-se consultar a Tabela 9 para a interpretação dos valores. O objetivo é evidenciar a magnitude da diferença entre as amostras, sendo elas significativas ou não [Espirito-Santo e Daniel 2015].

Tabela 9: Valores para interpretação dos tamanhos do efeito

Insignificante	Pequeno	Médio	Grande	Muito grande
< 0,19	0,20 - 0,49	0,50 - 0,79	0,80 - 1,29	> 1,30

Nota: Extraído de [Espirito-Santo e Daniel 2015, p.9]

Coefficiente de correlação de Spearman (ρ) mede a intensidade da relação entre variáveis ordinais, sendo comumente utilizado em testes não paramétricos. Este, usa a ordem das observações, ao invés de seus respectivos valores, e não é sensível a assimetrias na distribuição, nem à presença de *outliers*, não exigindo portanto que os dados provenham de duas populações normais. [Spearman 1904].

O coeficiente de correlação de Spearman varia entre -1 e 1. Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação monotônica entre as variáveis. Ou seja, quanto mais negativa a correlação, mais inversamente proporcional as variáveis serão, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável (Figura 29, direita). Já o sinal positivo da correlação significa que o crescimento proporcional de uma variável influencia no crescimento da outra (Figura 29, esquerda).

A hipótese nula (H_0) do teste de correlação de Spearman estipula que dois conjuntos de variáveis não possuem uma associação monotônica. Em outras palavras, ela estipula que os conjuntos não possuem correlação. Em contrapartida, a hipótese alternativa (H_1) estipula que existe uma associação monotônica entre os dados dos conjuntos e que essa associação pode ser positiva ou negativa [Spearman 1904].

Para se calcular o coeficiente se utiliza a fórmula F.4, onde n representa o número de pares (x, y) para a associação e a diferença (d_i) entre os postos dentre os valores de x e dentre os de y . A força da correlação pode ser verificada através da Tabela 10, onde são exibidos os intervalos para interpretação¹.

$$\rho = 1 - \frac{S_d}{n^3 - n}, \quad \text{tal que} \quad S_d = 6 \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (\text{F.4})$$

¹<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html> Acesso em: 25/07/2018.

Tabela 10: Interpretação dos valores de correlação de Spearman em intervalos

Valor de ρ (+ ou -)	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

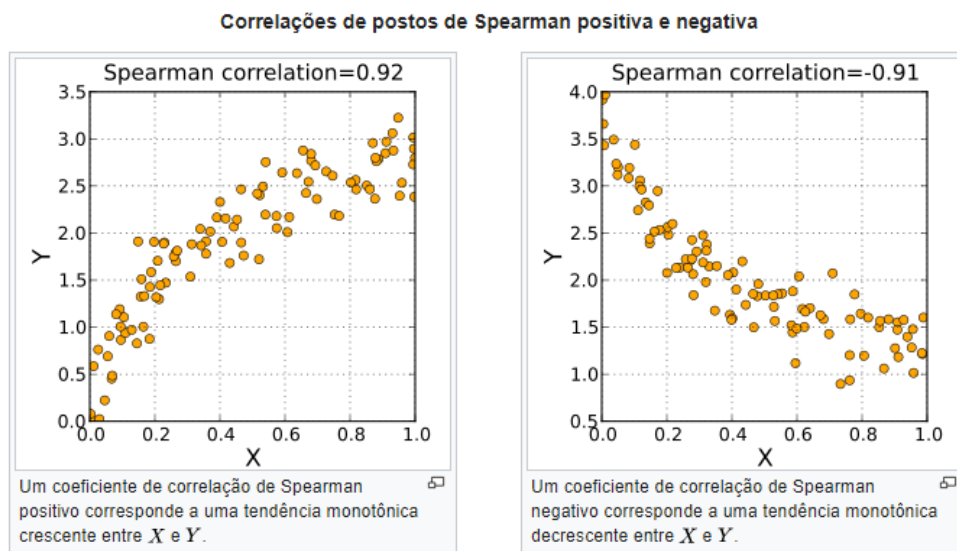


Figura 29: Ilustração da visualização de dados com correlação monotônica positiva e negativa através da técnica de Spearman.

Fonte: Extraído de https://pt.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_correla%C3%A7%C3%A3o_de_postos_de_Spearman.

APÊNDICE G - Tabela de valores críticos de U

Critical Values of the Mann-Whitney U
(Two-Tailed Testing)

n ₂	α	n ₁																		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3	.05	--	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	
	.01	--	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	
4	.05	--	0	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	
	.01	--	--	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8	
5	.05	0	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20	
	.01	--	--	0	1	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	
6	.05	1	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27	
	.01	--	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	
7	.05	1	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	
	.01	--	0	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	21	22	24	
8	.05	2	4	6	8	10	13	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41	
	.01	--	1	2	4	6	7	9	11	13	15	17	18	20	22	24	26	28	30	
9	.05	2	4	7	10	12	15	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48	
	.01	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	20	22	24	27	29	31	33	36	
10	.05	3	5	8	11	14	17	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55	
	.01	0	2	4	6	9	11	13	16	18	21	24	26	29	31	34	37	39	42	
11	.05	3	6	9	13	16	19	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62	
	.01	0	2	5	7	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	
12	.05	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	
	.01	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	31	34	37	41	44	47	51	54	
13	.05	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76	
	.01	1	3	7	10	13	17	20	24	27	31	34	38	42	45	49	53	56	60	
14	.05	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83	
	.01	1	4	7	11	15	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	63	67	
15	.05	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90	
	.01	2	5	8	12	16	20	24	29	33	37	42	46	51	55	60	64	69	73	
16	.05	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	92	98	
	.01	2	5	9	13	18	22	27	31	36	41	45	50	55	60	65	70	74	79	
17	.05	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105	
	.01	2	6	10	15	19	24	29	34	39	44	49	54	60	65	70	75	81	86	
18	.05	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112	
	.01	2	6	11	16	21	26	31	37	42	47	53	58	64	70	75	81	87	92	
19	.05	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119	
	.01	3	7	12	17	22	28	33	39	45	51	56	63	69	74	81	87	93	99	
20	.05	8	14	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127	
	.01	3	8	13	18	24	30	36	42	48	54	60	67	73	79	86	92	99	105	

Critical Values of the Mann-Whitney U
(One-Tailed Testing)

n ₂	α	n ₁																		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3	.05	0	0	1	2	2	3	4	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	
	.01	--	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	
4	.05	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	
	.01	--	--	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	
5	.05	1	2	4	5	6	8	9	11	12	13	15	16	18	19	20	22	23	25	
	.01	--	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
6	.05	2	3	5	7	8	10	12	14	16	17	19	21	23	25	26	28	30	32	
	.01	--	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	15	16	18	19	20	22	
7	.05	2	4	6	8	11	13	15	17	19	21	24	26	28	30	33	35	37	39	
	.01	0	1	3	4	6	7	9	11	12	14	16	17	19	21	23	24	26	28	
8	.05	3	5	8	10	13	15	18	20	23	26	28	31	33	36	39	41	44	47	
	.01	0	2	4	6	7	9	11	13	15	17	20	22	24	26	28	30	32	34	
9	.05	4	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	
	.01	1	3	5	7	9	11	14	16	18	21	23	26	28	31	33	36	38	40	
10	.05	4	7	11	14	17	20	24	27	31	34	37	41	44	48	51	55	58	62	
	.01	1	3	6	8	11	13	16	19	22	24	27	30	33	36	38	41	44	47	
11	.05	5	8	12	16	19	23	27	31	34	38	42	46	50	54	57	61	65	69	
	.01	1	4	7	9	12	15	18	22	25	28	31	34	37	41	44	47	50	53	
12	.05	5	9	13	17	21	26	30	34	38	42	47	51	55	60	64	68	72	77	
	.01	2	5	8	11	14	17	21	24	28	31	35	38	42	46	49	53	56	60	
13	.05	6	10	15	19	24	28	33	37	42	47	51	56	61	65	70	75	80	84	
	.01	2	5	9	12	16	20	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67	
14	.05	7	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	77	82	87	92	
	.01	2	6	10	13	17	22	26	30	34	38	43	47	51	56	60	65	69	73	
15	.05	7	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61	66	72	77	83	88	94	100	
	.01	3	7	11	15	19	24	28	33	37	42	47	51	56	61	66	70	75	80	
16	.05	8	14	19	25	30	36	42	48	54	60	65	71	77	83	89	95	101	107	
	.01	3	7	12	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	82	87	
17	.05	9	15	20	26	33	39	45	51	57	64	70	77	83	89	96	102	109	115	
	.01	4	8	13	18	23	28	33	38	44	49	55	60	66	71	77	82	88	93	
18	.05	9	16	22	28	35	41	48	55	61	68	75	82	88	95	102	109	116	123	
	.01	4	9	14	19	24	30	36	41	47	53	59	65	70	76	82	88	94	100	
19	.05	10	17	23	30	37	44	51	58	65	72	80	87	94	101	109	116	123	130	
	.01	4	9	15	20	26	32	38	44	50	56	63	69	75	82	88	94	101	107	
20	.05	11	18	25	32	39	47	54	62	69	77	84	92	100	107	115	123	130	138	
	.01	5	10	16	22	28	34	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	107	114	

APÊNDICE H - Tabela de distribuição normal padrão

STANDARD NORMAL DISTRIBUTION: Table Values Represent AREA to the LEFT of the Z score.

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
-3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
-3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
-3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
-3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
-3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
-3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
-3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
-3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
-3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
-2.9	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
-2.8	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
-2.7	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00264
-2.6	.00466	.00453	.00440	.00427	.00415	.00402	.00391	.00379	.00368	.00357
-2.5	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00508	.00494	.00480
-2.4	.00820	.00798	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
-2.3	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
-2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
-2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
-2.0	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
-1.9	.02872	.02807	.02743	.02680	.02619	.02559	.02500	.02442	.02385	.02330
-1.8	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
-1.7	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673
-1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
-1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
-1.4	.08076	.07927	.07780	.07636	.07493	.07353	.07215	.07078	.06944	.06811
-1.3	.09680	.09510	.09342	.09176	.09012	.08851	.08691	.08534	.08379	.08226
-1.2	.11507	.11314	.11123	.10935	.10749	.10565	.10383	.10204	.10027	.09853
-1.1	.13567	.13350	.13136	.12924	.12714	.12507	.12302	.12100	.11900	.11702
-1.0	.15866	.15625	.15386	.15151	.14917	.14686	.14457	.14231	.14007	.13786
-0.9	.18406	.18141	.17879	.17619	.17361	.17106	.16853	.16602	.16354	.16109
-0.8	.21186	.20897	.20611	.20327	.20045	.19766	.19489	.19215	.18943	.18673
-0.7	.24196	.23885	.23576	.23270	.22965	.22663	.22363	.22065	.21770	.21476
-0.6	.27425	.27093	.26763	.26435	.26109	.25785	.25463	.25143	.24825	.24510
-0.5	.30854	.30503	.30153	.29806	.29460	.29116	.28774	.28434	.28096	.27760
-0.4	.34458	.34090	.33724	.33360	.32997	.32636	.32276	.31918	.31561	.31207
-0.3	.38209	.37828	.37448	.37070	.36693	.36317	.35942	.35569	.35197	.34827
-0.2	.42074	.41683	.41294	.40905	.40517	.40129	.39743	.39358	.38974	.38591
-0.1	.46017	.45620	.45224	.44828	.44433	.44038	.43644	.43251	.42858	.42465
-0.0	.50000	.49601	.49202	.48803	.48405	.48006	.47608	.47210	.46812	.46414

STANDARD NORMAL DISTRIBUTION: Table Values Represent AREA to the LEFT of the Z score.

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55962	.56356	.56749	.57142	.57535
0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
0.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
0.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
0.6	.72575	.72907	.73237	.73565	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
0.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
0.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
0.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
1.0	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
2.0	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
3.0	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99889	.99893	.99896	.99900
3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950
3.3	.99952	.99953	.99955	.99957	.99958	.99960	.99961	.99962	.99964	.99965
3.4	.99966	.99968	.99969	.99970	.99971	.99972	.99973	.99974	.99975	.99976
3.5	.99977	.99978	.99978	.99979	.99980	.99981	.99981	.99982	.99983	.99983
3.6	.99984	.99985	.99985	.99986	.99986	.99987	.99987	.99988	.99988	.99989
3.7	.99989	.99990	.99990	.99990	.99991	.99991	.99992	.99992	.99992	.99992
3.8	.99993	.99993	.99993	.99994	.99994	.99994	.99994	.99995	.99995	.99995
3.9	.99995	.99995	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99997	.99997

APÊNDICE I – Entrevista semi-estruturada do estudo de triangulação

I.1 Questão 1: Fórmulas matemáticas

- Você entendeu a fórmula matemática que acabou de ler?
- Você teve alguma dúvida?
- Você saberia descrever a fórmula que acabou de ler?
 - A falta de algo como “início de fração” afetou negativamente?
 - A falta de algo como “fim de potência” deixou você confuso?
 - Você conseguiu entender a estruturação dos parênteses?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **utilidade** do texto alternativo da fórmula matemática presente no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-la ainda mais útil?
 - Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ela ou algum ponto que tornou a informação útil para você?
 - Gostaria de destacar algum ponto negativo ou algo que não tenha ficado claro sobre ela?

I.2 Questão 2: Imagem histórica

- Você entendeu a imagem histórica que acabou de ler?
- Poderia me explicar o que se passa na imagem?
 - Ocorreu algum problema para acessá-la via teclado?

- Você sentiu a falta de adjetivos para qualificar melhor o cenário e objetos da imagem?
 - A descrição da situação histórica e cultural ficou clara?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **utilidade** do texto alternativo da imagem presente no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-la ainda mais útil?
 - Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ela ou algum ponto que tornou a informação útil para você?
 - Gostaria de destacar algum ponto negativo ou algo que não tenha ficado claro sobre ela?

I.3 Questão 3: Gráfico de linha

- Você entendeu o gráfico que acabou de ler?
- Você teve alguma dúvida?
- Você saberia descrever os eixos e os dados que acabou de ler?
 - Ocorreu algum problema para acessá-lo via teclado?
 - Ficou clara a descrição dos eixos do gráfico?
 - Ficou clara as unidades de medida dos eixos?
 - Ficou clara a descrição do gráfico possuir uma reta linear crescente?
 - Ficou clara a descrição de cada ponto do gráfico?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **utilidade** do texto alternativo da imagem presente no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-la ainda mais útil?
 - Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ela ou algum ponto que tornou a informação útil para você?
 - Gostaria de destacar algum ponto negativo ou algo que não tenha ficado claro sobre ela?

I.4 Questão 4: Mapa

- Você entendeu o mapa que acabou de ler?
- Você teve alguma dúvida?
- Você saberia descrever os dados que acabou de ler?
 - Ocorreu algum problema para acessá-lo via teclado?
 - A separação dos dados das regiões ficou clara para você conseguir mentalizar as temperaturas?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **utilidade** do texto alternativo da imagem presente no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-la ainda mais útil?
 - Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ela ou algum ponto que tornou a informação útil para você?
 - Gostaria de destacar algum ponto negativo ou algo que não tenha ficado claro sobre ela?

I.5 Questão 4: Tabela de dados

- Você entendeu a tabela que acabou de ler?
- Você teve alguma dúvida?
- Você saberia descrever os dados que acabou de ler?
 - Ocorreu algum problema para acessar os dados via teclado?
 - A legenda da tabela está clara?
 - O cabeçalho da tabela está claro?
 - O resumo foi lido pelo leitor de tela e ficou claro?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **utilidade** da legenda da tabela presente no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-la ainda mais útil?

- Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ela ou algum ponto que tornou a informação útil para você?
- Gostaria de destacar algum ponto negativo ou algo que não tenha ficado claro sobre ela?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **acessibilidade** do cabeçalho da tabela presente no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-lo ainda mais acessível?
 - Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ele?
 - Gostaria de destacar algum ponto negativo ou problema sobre ele?
- Na sua opinião, de 1 a 10, qual nota daria para a **utilidade** do resumo da tabela no documento que acabou de interagir?
 - Na sua opinião, o que poderia ser feito para torná-lo ainda mais útil?
 - Gostaria de destacar algum ponto positivo interessante sobre ele ou algum ponto que tornou a informação útil para você?
 - Gostaria de destacar algum ponto negativo ou algo que não tenha ficado claro sobre ele?

APÊNDICE J - Estudo de triangulação: TCLE

14/08/2018

Termo de consentimento livre e esclarecido

Termo de consentimento livre e esclarecido

Prezado(a), você está sendo convidado(a) a participar de um estudo para avaliar a utilidade de informações acessíveis em questões educacionais.

Sou aluno do Programa de Mestrado em Computação, do Instituto de Computação da UFF. A equipe envolvida no estudo é composta por um estudante de mestrado (Guilherme Alves) e a professora responsável (Dra. Daniela Trevisan). Queremos avaliar a qualidade dos conteúdos acessíveis para exames educacionais.

Nota: o conteúdo de interesse para a avaliação são descrições de imagens, fórmulas e tabelas de dados.

Se você concordar em participar, iremos solicitar o preenchimento de alguns questionários.

A sessão será gravada por meio de um software de gravação de tela e áudio para documentar a sua interação com os conteúdos, buscando observar possíveis pontos positivos e negativos. Seu rosto e o ambiente ao seu redor não serão gravados, apenas a tela do seu computador. Além disso, o observador poderá, se necessário, realizar anotações em uma planilha para coletar dados.

Você pode realizar perguntas, mas não garanto que poderei responder todas. Tente fazer o que você faria normalmente se estivesse sozinho, fique à vontade. Precisamos saber exatamente o que você pensa. Toda a sessão do experimento terá a duração de aproximadamente 90 minutos.

Todas as perguntas direcionadas servirão apenas para que possamos compreender a sua opinião durante o experimento. Você poderá, a qualquer momento, desistir do teste, se assim desejar. A sua identidade será mantida em sigilo. Seu nome não será associado com os dados que forem coletados de sua sessão. A sua privacidade será protegida.

Você pode optar por não participar de tudo, pode recusar-se a participar em determinados procedimentos ou a responder a certas perguntas, ou pode interromper a sua participação a qualquer momento, sem penalidade.

Solicitamos sua autorização para o uso dos dados obtidos durante o experimento, pela transcrição do áudio e imagem do vídeo e pelas respostas nos formulários, com o objetivo de produzir artigos técnicos e científicos sempre garantindo seu anonimato.

Agradecemos sua atenção, participação e colaboração.

Contato: galves@id.uff.br (Guilherme Alves)

***Obrigatório**

1. Endereço de e-mail *

2. Identificador da sessão *

3. Nome completo *

4. Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. *

Marcar apenas uma oval.

☐

Eu concordo.

☐

Eu não concordo.

☐ Envie para mim uma cópia das minhas respostas.

APÊNDICE K – Estudo de triangulação: QMPP

14/08/2018

Questionário de mapeamento de perfil de participante

Questionário de mapeamento de perfil de participante

Este questionário tem por objetivo obter informações sobre o perfil do participante para o estudo de validação e triangulação de conteúdos acessíveis produzidos por usuários leigos em acessibilidade. Não é necessário identificar-se, usaremos um identificador para a sua sessão.

*Obrigatório

1. Identificador da sessão *

Dados pessoais

Precisamos conhecer um pouquinho sobre você, por favor informe os dados abaixo.

2. Qual é a sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 18 a 25 anos
- ☐ 26 a 30 anos
- ☐ 31 a 35 anos
- ☐ 36 a 40 anos
- ☐ 41 a 45 anos
- ☐ 46 a 50 anos
- ☐ mais de 50 anos

3. Qual o seu gênero? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino
- ☐ Prefiro não dizer

Dados técnicos

Precisamos saber um pouquinho sobre as suas experiências, por favor informe os dados abaixo.

4. Com que frequência você utiliza o computador para as suas atividades? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Nenhuma
- ☐ Até duas vezes por semana
- ☐ Entre três e quatro vezes por semana
- ☐ Entre cinco e seis vezes por semana
- ☐ Sete vezes por semana

5. Qual ou quais tecnologias assistivas você utiliza? **Marque todas que se aplicam.*

- ☐ Ampliadores de tela
- ☐ ChromeVox
- ☐ DOSVOX
- ☐ Gnome Orca
- ☐ JAWS
- ☐ NVDA
- ☐ Talkback
- ☐ VoiceOver
- ☐ Windows Eyes
- ☐ Outro: _____

6. Você alguma vez já realizou algum exame digital acessível com imagens, fórmulas e tabelas de dados? **Marcar apenas uma oval.*

- ☐ Sim
- ☐ Não

7. Descreva brevemente sobre pontos positivos e/ou negativos sobre a sua experiência em exames digitais acessíveis, caso você já tenha realizado algum.

APÊNDICE L - Estudo de triangulação: Questão 1

Questão 1

Enunciado

Para realizar a viagem dos sonhos, uma pessoa precisava fazer um empréstimo no valor de R\$ 5000,00. Para pagar as prestações, dispõe de, no máximo, R\$ 400,00 mensais. Para esse valor de empréstimo, o valor da prestação (P) é calculado em função do número de prestações (n) segundo a fórmula

$$P = \frac{5000 \times 1,013^n \times 0,013}{(1,013^n - 1)}$$

Se necessário, utilize 0,005 como aproximação para $\log 1,013$; 2,602 como aproximação para $\log 400$; 2,525 como aproximação para $\log 335$.

De acordo com a fórmula dada, o menor número de parcelas cujos valores não comprometem o limite definido pela pessoa é

Lista de Alternativas

A 12

B 14

C 15

D 16

E 17

APÊNDICE M - Estudo de triangulação: Questão 2

Questão 2

Enunciado

O regime do Apartheid adotado de 1948 a 1994 na África do Sul fundamentava-se em ações estatais de segregacionismo racial. Na imagem, fuzileiros navais fazem valer a "lei do passe" que regulamentava o(a)



Lista de Alternativas

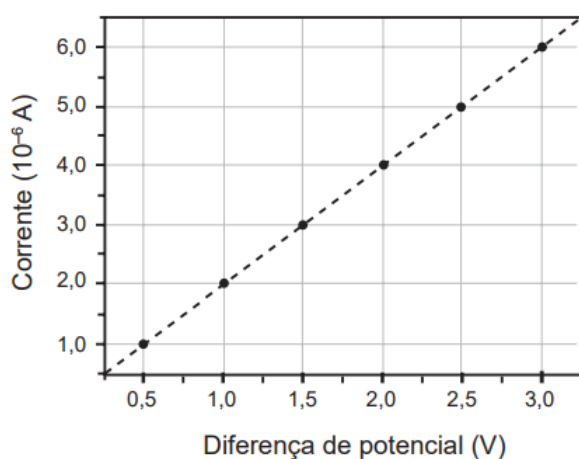
- | | |
|---|--|
| A | concentração fundiária, impedindo os negros de tomar posse legítima do uso da terra. |
| B | boicote econômico, proibindo os negros de consumir produtos ingleses sem resistência armada. |
| C | sincretismo religioso, vetando os ritos sagrados dos negros nas cerimônias oficiais do Estado. |
| D | controle sobre a movimentação, desautorizando os negros a transitar em determinadas áreas das cidades. |
| E | exclusão do mercado de trabalho, negando à população negra o acesso aos bens de consumo. |

APÊNDICE N - Estudo de triangulação: Questão 3

Questão 3

Enunciado

Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

Lista de Alternativas

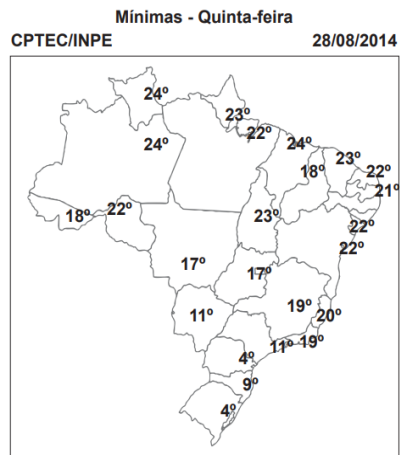
- A 0,5 vezes 10 elevado a 0.
- B 2,0 vezes 10 elevado a 0.
- C 2,5 vezes 10 elevado a 5.
- D 5,0 vezes 10 elevado a 5.
- E 2,0 vezes 10 elevado a 6.

APÊNDICE O - Estudo de triangulação: Questão 4

Questão 4

Enunciado

No dia em que foram colhidos os dados meteorológicos apresentados, qual fator climático foi determinante para explicar os índices de umidade relativa do ar nas regiões Nordeste e Sul?



Umidade relativa do ar, por região do país, para o dia 28/08/2014

Regiões	Umidade Relativa (Intervalo Médio)
Norte	60 - 70%
Nordeste	90 - 100%
Centro-Oeste	55 - 65%
Sudeste	65 - 75%
Sul	90 - 100%

Lista de Alternativas

- A Altitude, que forma barreiras naturais.
- B Vegetação, que afeta a incidência solar.
- C Massas de ar, que provocam precipitações.
- D Correntes marítimas, que atuam na troca de calor.
- E Continentalidade, que influencia na amplitude da temperatura.