

Testes Automatizados de Acessibilidade para Deficientes Visuais no Openredu

Bruno Leonardo da Silva Ribeiro* Prof. Alex Sandro Gomes†

20 de Novembro de 2020

RESUMO

Com o avanço da tecnologia, tornou-se imprescindível que os sistemas utilizem diversos meios para alcançar um maior número de pessoas, dentre eles a acessibilidade. Seu propósito, quando inserida no contexto de tecnologia é fazer com que todos, apesar de quais sejam suas limitações, possam acessar de qualquer dispositivo qualquer sistema de TI. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o ambiente de aprendizagem Openredu, a partir das diretrizes globais de acessibilidade da W3C. Analisando se o mesmo é acessível para pessoas com deficiência visual, através de testes automatizados executados por ferramentas, junto a observação analítica baseada nas Heurísticas de Nielsen e caso necessário, a partir destas observações, sugerir melhorias a serem aplicadas para proporcionar a utilização da plataforma por meio de tecnologias assistivas.

Palavras-chave: Acessibilidade, Usabilidade, Openredu, Ambientes de Aprendizagem, MAUVE++, Access Monitor Plus, Heurísticas de Nielsen.

ABSTRACT

With technology's improvement, it has become essential that systems use different means to reach a greater number of people, among them the accessibility. Its purpose, when inserted in the context of technology, is to ensure that everyone, regardless of their limitations, can access any IT system from any device. This study aims to

*Graduando do Curso Superior em Bacharelado em Sistema de Informação, pela Universidade Federal de Pernambuco.

†Prof. Alex Sandro Gomes. Graduado em Engenharia Elétrica, pela Universidade Federal de Pernambuco, Doutor em Sciences de L'Éducation, pela Université Paris Descartes. Docente do Curso Superior em Sistemas de Informação.

evaluate the Openredu learning environment, based on the W3C global accessibility guidelines. Analyzing if it is accessible for people with visual impairment, through automated tests performed by tools, along with analytical observation based on Nielsen's Heuristics and, if necessary, from these observations, suggest improvements to be applied to provide the use of the platform through assistive technologies.

Keywords: Accessibility, Usability, Openredu, Virtual Learning Environments, MAUVE++, Access Monitor Plus, Nielsen Heuristics.

1 AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho a todos que me auxiliaram nessa jornada, sem eles nada disso seria possível.

Agradeço a Deus, por me permitir crescer após cada obstáculo. A meu pai, que após uma grande luta teve seu descanso dois anos atrás, por toda motivação e conselhos dados e que levarei pra o resto da vida. A minha mãe por ter me apoiado em todas minhas decisões e ser um exemplo a seguir. A minha namorada, Bárbara, por me acompanhar nesses anos que não foram fáceis, mas juntos conseguimos passar por diversas situações. Aos meus amigos, que de maneira direta ou indireta me apoiaram nessa jornada, principalmente pelas risadas em tempos ruins. Deixo aqui um agradecimento especial a Mateus por estar presente mesmo estando longe e a Gabriel por toda ajuda e preocupação. E por fim, a mim mesmo, como forma de valorizar a minha perseverança.

2 INTRODUÇÃO

Muitas pessoas têm dificuldade de acessar certos lugares, maneiras de se comunicar e até a informação, para isso existe a acessibilidade. GABRILLI (2016) a define como a possibilidade de qualquer pessoa, com ou sem deficiência, acessar um lugar, serviço, produto ou informação de maneira segura e autônoma. Sem barreiras de qualquer natureza. Por meio do uso da acessibilidade as pessoas conseguem ambientes mais iguais, independente das suas diferenças, para benefício de todos os envolvidos.

No que tange ao uso de computadores e da internet, este cenário não é diferente. A tecnologia, ao se comprometer em ser acessível, passa a buscar garantir a todos a possibilidade de usá-la independente das suas especificidades físicas, motoras ou sensoriais. Nesse sentido, a educação a distância, também chamada EAD, pode se apresentar como uma oportunidade para pessoas que antes não as tinham, assim tendo a chance que equalizar as condições de acesso à educação.

A educação a distância atingiu mais de 3,5 milhões de pessoas matriculadas em cursos superiores em 2019, segundo o relatório do Censo Nacional da Educação Superior, publicado em 2020 (MEC, 2019). Esse crescimento possibilita que diversas pessoas que antes não tinham oportunidade de acesso à educação superior possam fazê-lo através de ambientes virtuais de aprendizagem, que minimizam o impacto de limitações como a distância e os altos custos de manutenção de ambientes presenciais de ensino. Com isso, os ambientes de aprendizagem virtual têm se mostrado um importante instrumento na propagação de conhecimento para aqueles que historicamente não teriam acesso a educação seja por questões financeiras, físicas ou de tempo.

Para avaliar a usabilidade de um site, com intuito de evitar erros comuns, foram criadas as heurísticas de usabilidade, por Jakob Nielsen, Ph.D., diretor da Nielsen Norman Group. Elas foram baseadas em 294 tipos de erro de usabilidade que Nielsen, comumente, encontrava em suas análises e que podem prejudicar a experiência do usuário no sistema (CHALEGRE, 2011).

As heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 1994; CHALEGRE, 2011), observam dez circunstâncias que garantem uma boa usabilidade de um sistema, são elas: a visibilidade do status do sistema; Correspondência entre o sistema e o mundo real; Controle do usuário e liberdade; Consistência; Prevenção de erros; Diminuição da sobre carga de memória; Flexibilidade e eficiência de utilização; Estética e design minimalista; Mensagem clara de erro; e Ajuda e documentação. Sendo este, um método de baixo custo por não necessitar de um usuário real e que tem foco em encontrar erros de usabilidade na interface, conforme afirma Arratia (2017).

Neste artigo, serão trazidas informações sobre a validação da acessibilidade em ambientes de aprendizagem, que terão como exemplo os resultados de testes automatizados realizados no Openredu, através do uso das ferramentas MAUVE++ e Access Monitor Plus, unidas a uma análise da plataforma com perspectiva alinhada às Heurísticas de Nielsen.

Este trabalho é composto, além desta seção introdutória, pelas seguintes seções: a Seção 3 expõe trabalhos já publicados relacionados ao tema deste artigo, a Seção 4 apresenta a estrutura do método proposto, bem como os objetivos desse trabalho, a Seção 5 demonstra o desenvolvimento do trabalho, a Seção 6 elucida os resultados obtidos e, por fim, a Seção 7 discorre sobre as conclusões, dificuldades e encontradas e possibilidades observadas trabalhos futuros.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção, será feita uma contextualização do tema abordado neste trabalho, servindo como uma apresentação do estado da arte para uma melhor compreensão do mesmo.

3.1 Acessibilidade

Em seu artigo Passerino e Montardo (2007) afirmam que o surgimento do conceito de acessibilidade, por volta das décadas de 1940 e 1960, esteve ligado à preocupação com o acesso de espaços físicos e então, com o passar do tempo, passou a ser transposto também para a informática, sobretudo ao se pensar o acesso à web. No ano de 1981 aconteceu o Ano Internacional das Pessoas Deficientes, que abriu precedentes para que o tema da acessibilidade tivesse bastante destaque nos países desenvolvidos durante o restante daquela década. Ou seja, a ampliação do debate sobre criar ambientes mais acessíveis partiu de questões ligadas ao mundo físico e conforme o mundo digital foi se introduzindo no nosso cotidiano e relações sociais ela passou também a fazer parte do escopo das temáticas do mundo digital.

Por sua vez, a cartilha de Acessibilidade na Web da W3C define acessibilidade como:

"A possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização, em igualdade de oportunidades, com segurança e autonomia, do meio físico, do transporte,

da informação e da comunicação, inclusive dos sistemas e tecnologias de informação e comunicação, bem como de outros serviços e instalações". (CONSORTIUM et al., 2013)

Sendo assim, é possível perceber a amplitude do termo, que define a busca por promover condições de vida que permitam o pleno exercício da autonomia e dignidade de todos.

Com a ampliação das fronteiras da web, bem como se suas possibilidades, a acessibilidade passa a ser também uma preocupação no mundo virtual. Para Márquez et al. (2012), a acessibilidade na web deve dirimir dificuldades em seu uso, sejam elas causadas por deficiências do usuário ou em sua relação com a tecnologia. Coughlan, Ullmann e Lister (2017) acreditam na EAD como em alguns casos a melhor e em outros até mesmo a única forma de viabilizar que uma pessoa com deficiência consiga ter acesso ao ensino superior, desenvolvendo também no processo suas habilidades de comunicação com outras pessoas e competências no uso de tecnologias.

Apesar desse crescimento, segundo Cooper, Ferguson e Wolff (2016), os alunos com deficiência continuam enfrentando problemas para estudar, sendo necessário que as instituições de ensino se empenhem em realizar ações que melhorem a acessibilidade em seus ambientes virtuais.

Macedo e Ulbricht (2012) pontuam que a acessibilidade deve ser considerada desde o início da criação de um objeto de aprendizagem e Amado-Salvatierra, Hernández e Hilera (2014), argumentam que a implementação da acessibilidade em ambientes virtuais beneficia a todos os integrantes e não apenas aos que possuem alguma deficiência. Coughlan, Ullmann e Lister (2017) sugerem que para garantir essa melhoria, mesmo com esforços nas fases de design, produção e testes, existe uma necessidade contínua de trazer novas soluções para desafios atuais de acordo com o contexto das pessoas e tecnologias envolvidas.

Ferreira, Silveira e Nunes (2008) afirmam que "existem quatro dificuldades com que podem se deparar usuários com necessidades especiais: uso do mouse; utilização do teclado; visualização do monitor e obtenção de sons de dispositivos de áudio." As tecnologias assistivas podem ser utilizadas para sanar grande parte dessas dificuldades, ainda assim, segundo afirma (AMARAL, 2014), se aplicadas isoladamente essas ferramentas não são suficientes para garantir o acesso dos conteúdos pretendidos, sendo necessário se atentar para as configurações específicas na página para seu funcionamento.

Márquez et al. afirma ainda o seguinte:

"A maneira de maior reconhecimento para analisar qual o grau de acessibilidade de um site é apresentada pelo Accessibility Guidelines for Web Content (WCAG 1.0 in 1999 and WCAG 2.0 in 2008), documento que tem o aval e é publicado pela W3C. Essas diretrizes estabelecem em que nível de acessibilidade de um site, a depender de sua conformidade com as normas de controle, no nível A se enquadram aqueles com as condições mais elementares de acessibilidade e, progressivamente, nos níveis AA e AAA aqueles com recursos mais sofisticados." (MÁRQUEZ et al., 2012, p.1, tradução do autor).

3.2 Usabilidade

A usabilidade pode ser definida "[...] como ausência de frustração, sendo atingida quando o usuário pode fazer o que quer, da maneira que espera ser capaz de fazer, sem obstáculos, hesitações ou dúvidas." (GODOY; FERREIRA; CINELLI, 2019), ou ainda, "pela facilidade de um usuário dispor de um serviço oferecido pela aplicação" (AMARAL, 2014).

Trazendo esse conceito para o mundo informatizado, Godoy, Ferreira e Cinelli (2019) evidenciam que, a usabilidade, ainda que não esteja resumida a isto, está indissociavelmente vinculada à Interação Humano-Computador, uma vez que ela é depreendida a partir de quão boa é a responsividade de uma interface às ações do usuário.

Macedo e Ulbricht (2012) enunciam que falhas na acessibilidade, potencialmente impeditivas do acesso, vão surgindo à medida que as tecnologias avançam e passam a integrar os sistemas educacionais. Sobre a relação entre acessibilidade e usabilidade, (GODOY; FERREIRA; CINELLI, 2019), fazem uma importante observação

"Ainda que uma interface seja acessível a pessoas com deficiência, ela pode apresentar problemas de usabilidade, comprometendo o desempenho da tarefa ou a satisfação do usuário. Da mesma forma, projetar uma interface para a usabilidade não garante que essa será acessível a pessoas com deficiência."(p.10)

É necessário que haja o empenho de fazer com que ambas as práticas estejam alinhadas e atuando em conjunto para uma melhor interação dos softwares com os usuários.

CARVALHO e DUDUCHI (2009) destacam a avaliação heurística é uma opção vantajosa para avaliar a usabilidade de interfaces de ambientes EAD, e também de outros sites, e munir-se dessas informações para melhorar a forma como estes se apresentam aos seus usuários. Ainda sobre essa forma de avaliação, Godoy, Ferreira e Cinelli (2019), explanam o seguinte:

O desenvolvimento de heurísticas de usabilidade voltadas à acessibilidade poderia garantir, em conformidade com as diretrizes de acessibilidade existentes, que as interfaces fossem, além de acessíveis a todos os usuários, fáceis de utilizar, oferecendo eficácia, eficiência e satisfação no desempenho das tarefas almejadas. (p.21)

Ainda a respeito das heurísticas de Nielsen é importante ter em mente que elas,

"explicam como melhorar a usabilidade de interfaces de softwares, as quais se destinam a todos os criadores de conteúdo para a Internet, como exemplo, os projetistas e desenvolvedores de sites e ambientes em Educação a Distância. CARVALHO e DUDUCHI (2009) (p.5)

Quando levados em conta os ambientes virtuais de aprendizagem, o grupo de pessoas que encontram a barreira mais difícil de transpor é o dos deficientes visuais, cegos, pessoas com baixa visão e daltônicos, uma vez que a maioria das páginas são compostas majoritariamente por informação visual (AMARAL; QUEVEDO, 2013). Considerando o que foi até aqui colocado fica clara necessidade da criação e aplicação de heurísticas de usabilidade que sejam voltadas para acessibilidade, de acordo com as diretrizes de acessibilidades atuais, tornando as interfaces acessíveis e fáceis de usar.

3.3 Pessoas com Deficiência Visual

Silva (2019) em seu recente trabalho, indica que segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), em dados de 2011, 1 bilhão de pessoas vivem com alguma deficiência. Ou seja, uma em cada sete pessoas convive diariamente com limitações permanentes e em ambientes que quase sempre não estão preparados para tornar suas atividades mais simples. Também segundo Silva (2019), um dado apresentado pela ONU é que 80% das pessoas que vivem com alguma deficiência, residem em países desenvolvidos e que, segundo a UNICEF, 150 milhões de crianças (com menos de 18 anos de idade) tem alguma deficiência.

Na lei em que discorre sobre as pessoas com deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), nº13.146, o Estado brasileiro compreende pessoa com deficiência como:

"aquela que tem algum tipo de impedimento a longo prazo, seja de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas". (BRASIL, 2015)

Por sua vez, o conceito de deficiência visual adotado no Brasil é definido pelo decreto de nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999, como

"cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores". (BRASIL, 1999)

Pereira et al. (2014) argumenta que, dentro de um universo de informações digitais de maioria visual, no qual a participação de pessoas com deficiência visual só é possível por meio de tecnologias assistivas, a não adaptação das interfaces inviabiliza seu uso por essas pessoas. Em suas pesquisas com usuários que possuíam algum grau de deficiência visual, chegou a conclusão de que as tecnologias assistivas atuais permitem um bom uso do acesso à internet, porém ainda esbarram em muitos serviços com baixa acessibilidade. Ele ainda comenta que pouco importa se a interface tem uma aparência agradável, se ela não é acessível o seu uso por pessoas com deficiência visual fica bastante prejudicado.

Três fatores podem contribuir, de forma individual ou combinada, para essa baixa acessibilidade: sites que não estão preparados para serem lidos por leitores de tela; navegadores que não estão preparados para interpretar os sites acessíveis; e leitores de tela que não obedecem aos padrões para interpretar sites acessíveis. (BRAGA et al., 2012)

As pessoas com deficiência visual utilizam o teclado com diversas combinações de teclas que normalmente não são utilizadas por pessoas que têm uma visão funcional, então se existem maneiras diferentes de acessar um mesmo site, é fundamental que na criação do mesmo seja utilizado a acessibilidade em conjunto com a usabilidade, se adaptando a cada perfil com suas dificuldades e habilidades, tornando a navegação equilibrada para ambos os usuários (FERREIRA; SILVEIRA; NUNES, 2008).

Em um estudo feito por Braga et al. (2012), alguns alunos com deficiência relataram que conseguiram aprender bastante com um curso à distância, demonstrando que é possível trazer oportunidades de estudo iguais desde que o sistema utilizado esteja de acordo com as normas de acessibilidade e tenha uma boa usabilidade.

Mari et al. (2011) aponta que a acessibilidade e a usabilidade são essenciais para o fortalecimento da inclusão social. O direito à acessibilidade que a sociedade possui pode minimizar as injustiças a que são submetidas as pessoas com deficiência.

3.4 Ambientes de Aprendizagem

A facilidade que a internet tem de atuar como veículo de entrega de conteúdos multimídia vem provocando mudanças graduais nas práticas de ensino e expansão da aplicação da rede na educação, especialmente na modalidade EAD, que atualmente mal se desvincula do meio virtual. Com isso cresce também a adoção de ferramentas que atendam às necessidades da área, dentre elas as ferramentas de acessibilidade (ULBRICHT et al., 2012), que permitem que ninguém seja deixado para trás no processo de ensino.

Papadopoulos, Pearson e Green (2012) apontam em seu estudo que, com a melhoria na qualidade de vida, a participação de alunos com deficiência em universidades aumentou nos últimos anos, fazendo com que essas instituições de ensino fizessem uso da Educação a Distância como parte de sua estratégia de ensino e aprendizagem, assim adotando um sistema chamado de ambiente virtual de aprendizagem. O AVA, como é conhecido, pode garantir aos estudantes com deficiência novas oportunidades de aprender, mas para que isso aconteça esses sistemas precisam se tornar cada vez mais acessíveis.

Segundo Siqueira et al. (2017), o Ministério de Educação da Secretaria de Educação a Distância, define o AVA como um ambiente computacional, especialmente implementado para atendimento às necessidades do estudante, tendo que dar suporte para quaisquer atividades realizadas no processo de aprendizagem.

Casanova et al. (2020) pontua que

"um dos objetivos dos ambientes virtuais é oferecer um meio adequado à interação humana, que permita a manifestação sentimentos de alta complexidade, como proximidade, afinidade e empatia."(p.507, tradução do autor)

Para que isso se torne realidade, segundo Ulbricht et al. (2012), as plataformas precisam sofrer ajustes de acordo com as demandas pedagógicas, tecnológicas e de características particulares das necessidades especiais dos alunos. Por fim, trazendo a inclusão para a pessoa com deficiência na educação, a partir das condições educacionais satisfeitas.

Papadopoulos, Pearson e Green (2012), em seu trabalho, também argumentam que a criação dos materiais de estudo em ambientes virtuais de aprendizagem são grandemente de responsabilidade do professor. Embora seus estudos tenham mostrado que a maioria deles não possuem conhecimentos técnicos suficientes para que possam garantir conteúdos acessíveis para os estudantes. Ele ainda complementa dizendo que os conteúdos não devem apenas ser transportados para o meio digital, mas sim adaptados de maneira a se tornarem objetos de aprendizagem inclusivos. Há que se fazer com que estas questões sejam assunto das formações continuadas dos professores, a fim de que eles possuam um melhor manejo das ferramentas digitais e condições de acrescentar a inclusão a sua prática pedagógica.

Para esse trabalho, será avaliado o Openredu, um ambiente virtual de aprendizagem que inclui características de redes sociais, que por serem conhecidas entre a maioria dos usuários, proporciona uma maior simplicidade no uso da ferramenta e uma comunicação que engloba diferentes níveis de comunidades de aprendizagem, que vêm a ser um grupo de indivíduos que partilham o processo de aprendizagem e socializam suas impressões, dificuldades etc. (FERREIRA, 2017).

4 MÉTODOS

4.1 Objetivos

Identificar se o Openredu é acessível para pessoas com deficiência visual.

4.2 Objetivos Específicos

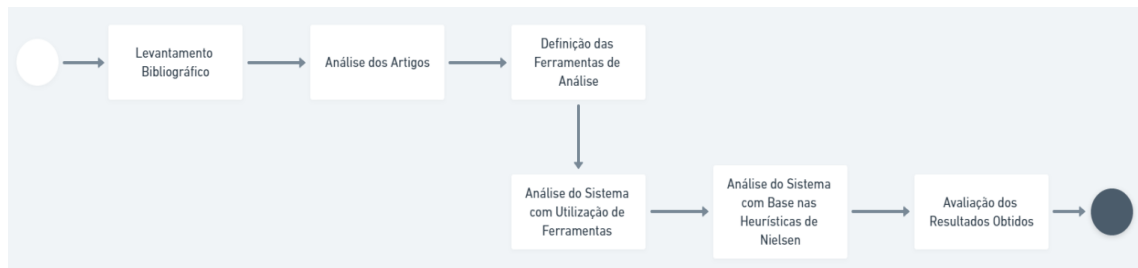
Para atingir o objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar padrões e normas de acessibilidade para pessoas com deficiência visual.

- Aplicar testes de usabilidade no Openredu.
- Validar se o Openredu está de acordo com os padrões de acessibilidade web e usabilidade.

4.3 Procedimentos

Figura 1 – Etapas metodológicas



Fonte: Elaborada pelo autor

O presente trabalho visa avaliar as características de acessibilidade do Openredu, um ambiente de aprendizagem, com base nas análises de ferramentas baseadas nos padrões da W3C e na correlação com as heurísticas de Nielsen, podendo ser classificado como uma pesquisa exploratória, na qual o pesquisador deve, segundo a definição de Kothari(2004), contar com um conhecimento prévio do problema a ser analisado e aliar a isso um levantamento bibliográfico.

A abordagem de investigação por sua vez será qualitativa, esta pode ser definida como:

"A abordagem qualitativa está relacionada com o entendimento do significado das experiências vivenciadas pela humanidade. Assim, os dados qualitativos auxiliam os pesquisadores a entenderem as informações que emergem dos dados, providencia informações detalhadas sobre o contexto e enfatiza a voz dos participantes por meio da utilização de suas citações"(ROSA; OLIVEIRA; OREY, 2015).

A etapa de Levantamento Bibliográfico tem como objetivo a pesquisa do estado da arte, a partir de uma revisão bibliográfica, utilizando as fontes ACM Science, IEEE, ScienceDirect e Google Scholar com o objetivo de identificar estudos que demonstrem padrões de acessibilidade na web voltados a ambientes de aprendizagem virtual.

Na etapa de Análise dos Artigos, será feita uma equiparação entre os resultados encontrados nas bases e os questionamentos que guiaram esse trabalho.

Para a etapa de Definição de Ferramentas de Análise, o autor usou como referência as ferramentas listadas no livro Acessibilidade na Web (FERRAZ, 2020), selecionando dentre elas as que entregam um maior detalhamento sobre critérios de acessibilidade baseados nos padrões atuais.

Nesta etapa de Análise do Sistema com Utilização de Ferramentas, será feita a validação do ambiente de aprendizagem Openredu, executando a análise a partir das ferramentas definidas na etapa anterior.

Para a etapa de Análise do Sistema com Base nas Heurísticas Nielsen, será analisado a usabilidade do Openredu a partir das dez heurísticas de Nielsen.

Na etapa final, serão apresentados os resultados obtidos a partir das avaliações definidas e executadas.

5 DESENVOLVIMENTO

5.1 Levantamento Bibliográfico

Para a busca realizada no Levantamento Bibliográfico foram pesquisados trabalhos relevantes no campo da acessibilidade na web e ambientes de aprendizagem virtuais. Os motores utilizados para a busca estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Bases utilizadas na pesquisa

Bases	Url's de acesso
ACM Science	https://dl.acm.org
IEEE	https://ieeexplore.ieee.org
ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
Google Scholar	https://scholar.google.com.br

Fonte: Elaborada pelo autor

Dentro da busca realizada foram utilizados como critérios de exclusão, artigos que não estavam em português ou inglês e/ou que possuíam mais de dez anos de publicação. Então considerando o objetivo deste trabalho, a string de busca foi criada com os principais termos relacionados com o tema da pesquisa, sendo testada diversas vezes até chegar no seguinte refinamento: *("visual disability" OR "deficiência visual") OR (blind OR cego) AND ("virtual learning environment" OR "ambientes de aprendizagem") OR ("AVA" OR "VLE") AND (Acessibilidade OR accessibility)*.

Tabela 2 – Quantidade de trabalhos resultantes por base

Bases	Número de trabalhos
ACM Science	31
IEEE	37
ScienceDirect	8
Google Scholar	24
Total	100

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 2 demonstra a quantidade de trabalhos encontrados a partir busca feita, utilizando a string refinada para cada base pesquisada juntamente com o total da soma de todos os artigos descobertos.

5.2 Análise dos Artigos

Inicialmente na Análise dos Artigos haviam 100 artigos, dos quais após avaliação foram considerados 41 artigos. A avaliação foi realizada com a leitura do resumo, introdução e conclusão dos trabalhos, foram removidos ao todo 59 trabalhos que apresentaram temáticas de acessibilidade física, outros abordavam o contexto arquitetural de sistemas,

jogos, realidade virtual e fuga ao objetivo principal do trabalho, que trata de acessibilidade visual.

Na Tabela 3 é apresentada a quantidade de trabalhos que foram considerados e removidos para cada uma das bases utilizadas.

Tabela 3 – Quantidade de trabalhos considerados e removidos, por base

Bases	Quantidade original	Trab. considerados	Trab. removidos
ACM Science	31	8	23
IEEE	37	6	31
ScienceDirect	8	4	4
Google Scholar	24	23	1
Total	100	41	59

Fonte: Elaborada pelo autor

5.3 Definição das Ferramentas de Análise

A escolha para a Definição das Ferramentas de Análise teve como referência o livro Acessibilidade na Web (FERRAZ, 2020), que demonstra o uso de seis ferramentas de validação de acessibilidade baseadas nos padrões da W3C, das quais, foram escolhidas duas para realizar os testes deste trabalho. Na Tabela 4 é possível encontrar o nome e url de acesso desses validadores.

Tabela 4 – Validadores utilizados na pesquisa

Validador	Url's de acesso
MAUVE++	https://mauve.isti.cnr.it/
Access Monitor Plus	https://accessmonitor.acessibilidade.gov.pt/

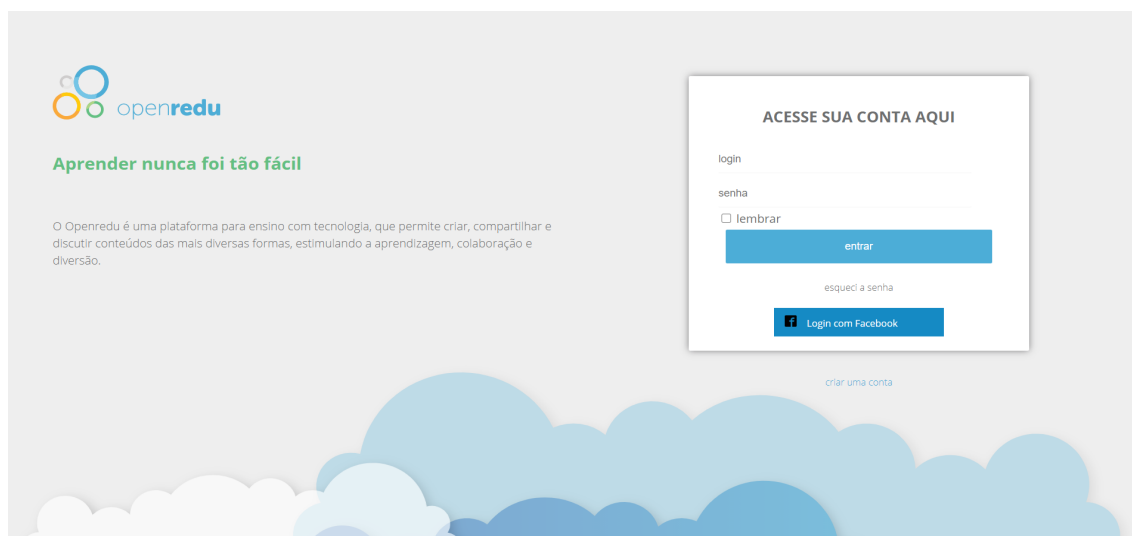
Fonte: Elaborada pelo autor

A escolha para estas ferramentas de validação deram-se pelos seguintes parâmetros: ser possível de enviar o arquivo ou código fonte para a avaliação, ter suporte as diretrizes de acessibilidade WCAG 2.1 e ter uma interface amigável, que detalhe os erros encontrados, bem como as possíveis melhorias a serem aplicadas.

5.4 Análise do Sistema com Utilização de Ferramentas

Primeiramente foi definido um fluxo de execução para contemplar a ação de acesso ao conteúdo de uma disciplina. Este fluxo será detalhado nas imagens a seguir, bem como referenciado com os links utilizados.

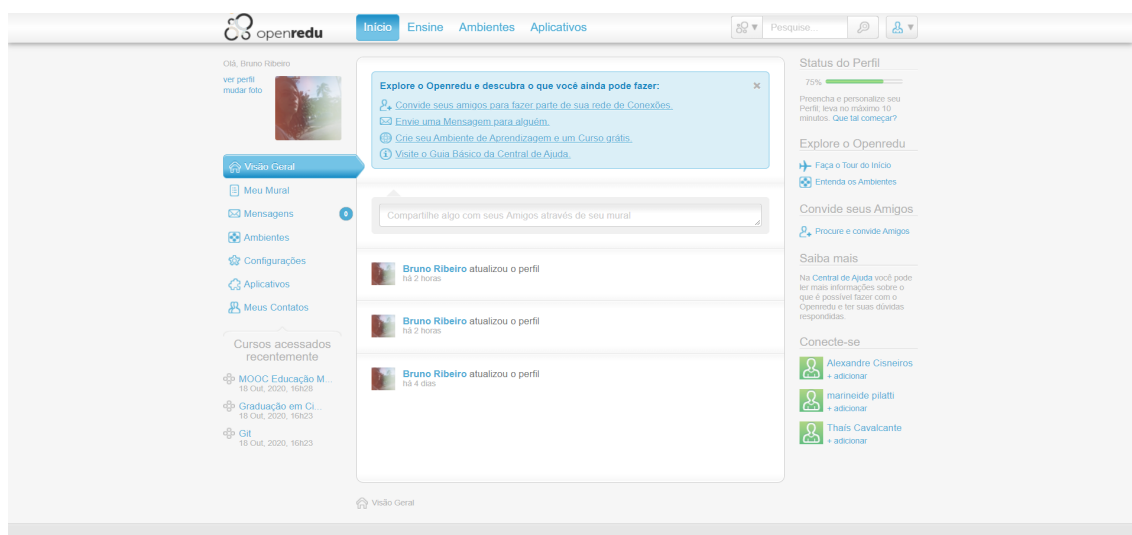
Figura 2 – Página de Login



Fonte: <http://openredu.ufpe.br/>
- (Acessado em 18/10/2020 às 16:09hrs)

A página de login, exibida na figura 2 é o contato inicial do usuário com o Openredu, onde é apresentada uma tela de autenticação com opções de acesso e criação de conta. Para este trabalho, iremos considerar que o usuário já tenha uma conta de acesso ao sistema. Considerando que a autenticação deve ser realizada para uso do fluxo, o login para acesso ao Openredu foi realizado utilizando as credenciais do autor.

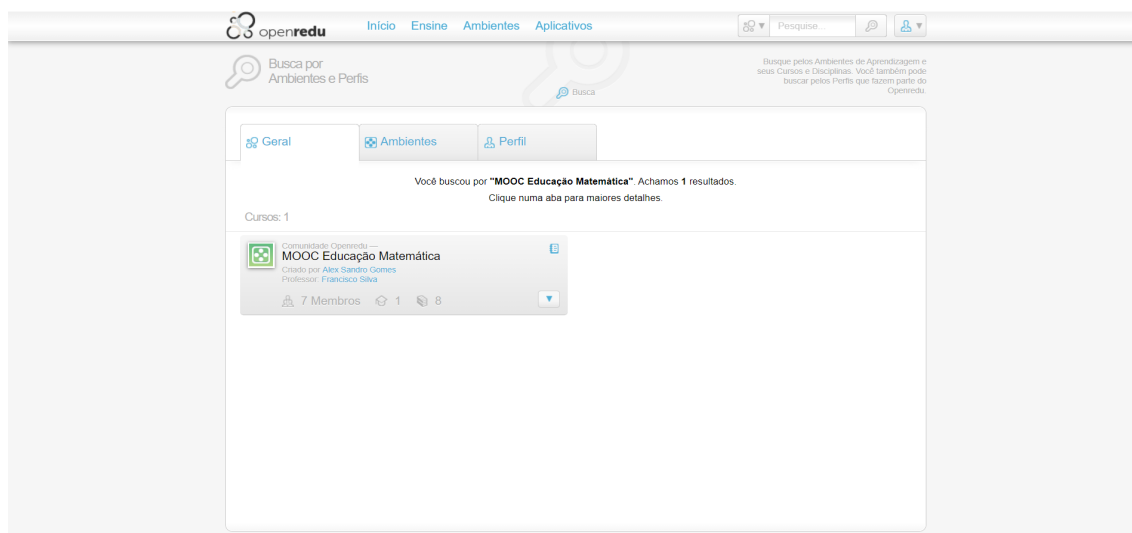
Figura 3 – Página Inicial



Fonte: <http://openredu.ufpe.br/pessoas/bldsr/home>
- (Acessado em 18/10/2020 às 16:09hrs)

Na segunda etapa é mostrada a Página Inicial, exibida na Figura 3. Nesse página existem diversas funcionalidades da aplicação, como visão geral, perfil, mensagens, ambientes, configurações, aplicativos conectados, contatos do usuário, etc. A ação executada nessa tela foi a pesquisa do curso MOOC Educação Matemática, que será utilizado como parte do fluxo de execução.

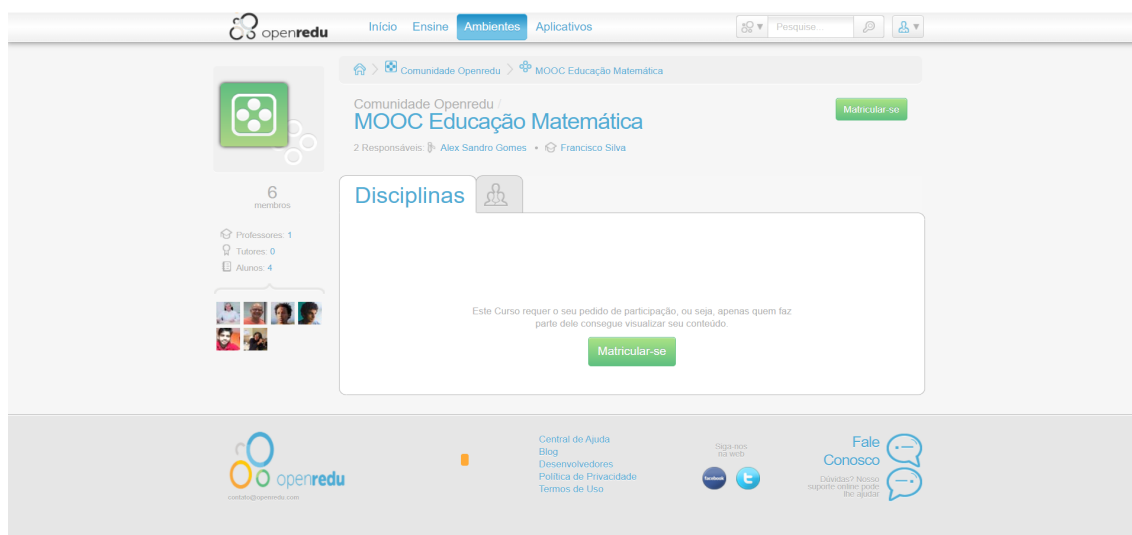
Figura 4 – Página de Resultados de Pesquisa



Fonte: <http://openredu.ufpe.br/busca?utf8=%E2%9C%93radio=geralq=MOOC+Educa%C3%A7%C3%A3o+Matem%C3%A1tica>
- (Acessado em 18/10/2020 às 16:09hrs)

Para a terceira etapa, exibida na Figura 4, é apresentado o resultado da pesquisa. A ação realizada nessa etapa foi o acesso ao curso MOOC Educação Matemática.

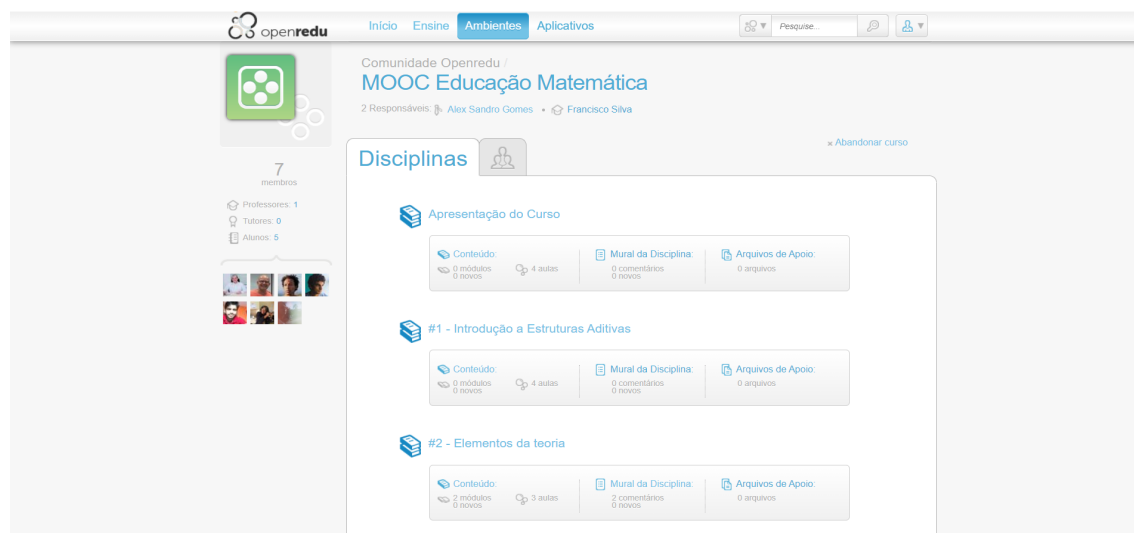
Figura 5 – Página do Curso



Fonte: <http://openredu.ufpe.br/comunidade-openredu/cursos/mooc-educacao-matematica/preview>
- (Acessado em 18/10/2020 às 16:09hrs)

Na quarta etapa, exibida na Figura 5, é apresentada a Página do Curso no primeiro contato tido pelo usuário, onde é necessário se matricular para ter acesso a disciplina do curso. A ação feita nessa etapa, foi a matrícula na disciplina MOOC Educação Matemática.

Figura 6 – Página do Curso Matriculado



Fonte:

<http://openredu.ufpe.br/comunidade-openredu/cursos/mooc-educacao-matematica/>
- (Acessado em 18/10/2020 às 16:09hrs)

Para quinta etapa, exibida na Figura 6, é apresentada a Página do Curso Matriculado com as disciplinas relacionadas e detalhes do seu conteúdo. A ação desta etapa foi o acesso à disciplina 2 - Elementos da teoria.

Figura 7 – Página da Disciplina



Fonte: <http://openredu.ufpe.br/espacos/754>
- (Acessado em 18/10/2020 às 16:09hrs)

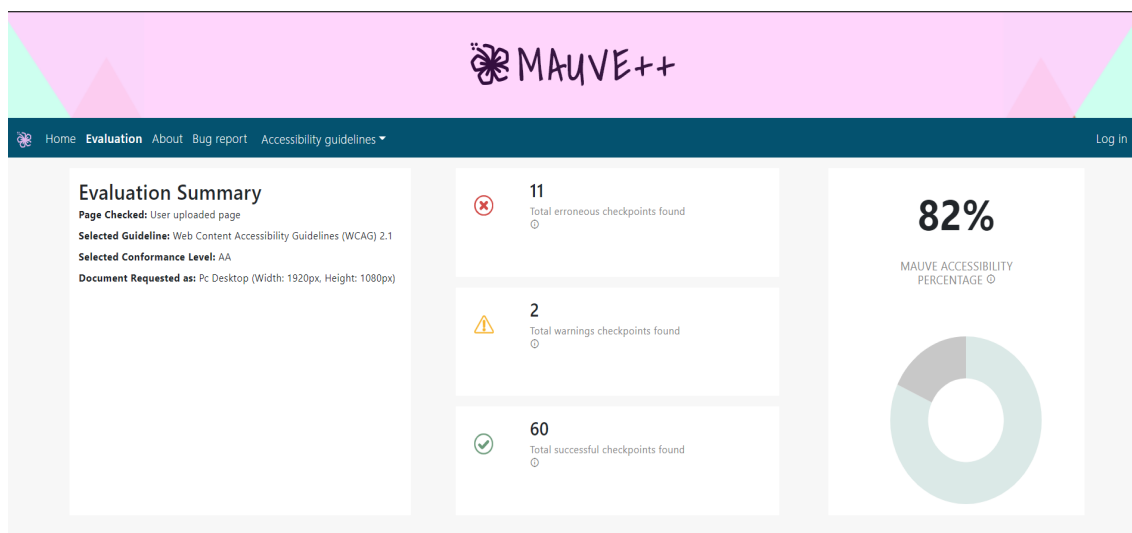
Para a última etapa, exibida na Figura 7, é apresentada a Página da Disciplina com os seus respectivos módulos, onde é possível acessar as aulas relacionadas. A ação nessa página foi acessar o módulo Conceito de estruturas aditivas.

Em cada etapa foi feito o download de cada página, em formato HTML, para que seja feita a análise utilizando as ferramentas definidas neste trabalho.

Serão apresentados agora os resultados da análise para a ferramenta Mauve++

seguido para cada uma das etapas do fluxo definidas anteriormente. A análise foi executada com as configurações default da ferramenta, com nível de conformidade AA e dispositivo PC Desktop.

Figura 8 – Validação da Página de Login

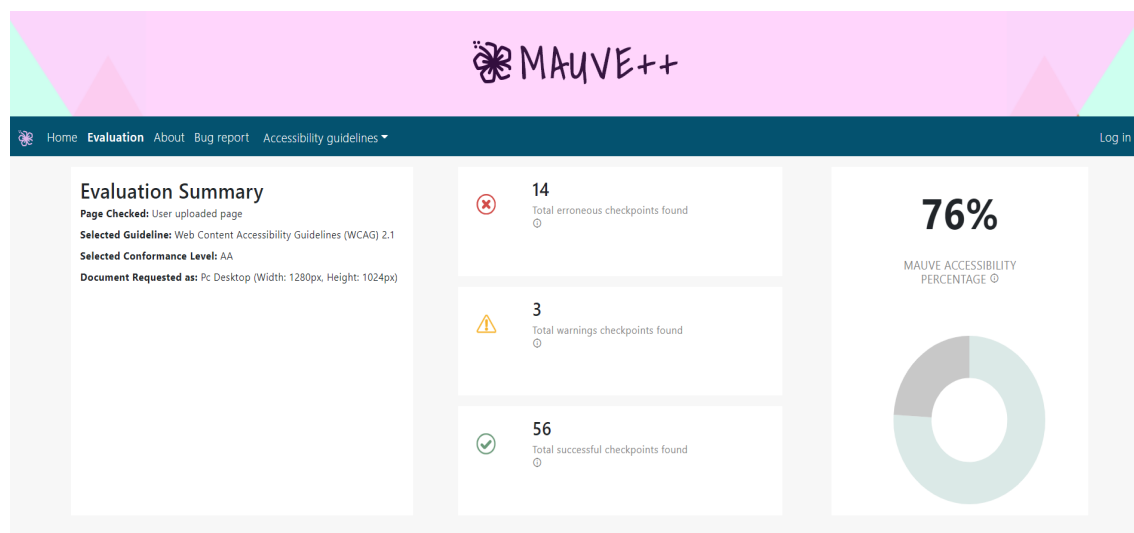


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 8 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Erros de ARIA, relatando a falta de uso do padrão em links e roles para melhor localização do usuário;
- Erros de Formulário, informando a falta de labels que associem o formulário ao seu uso;
- Erros de HTML, relatando o mal uso de cabeçalhos e falta atributos de linguagem;
- Erros de Responsividade, relatando melhorias utilizando Flexbox ou CSS Grid;
- Outros erros, informando seções sem maneiras de sair usando apenas o teclado.

Figura 9 – Validação da Página Inicial

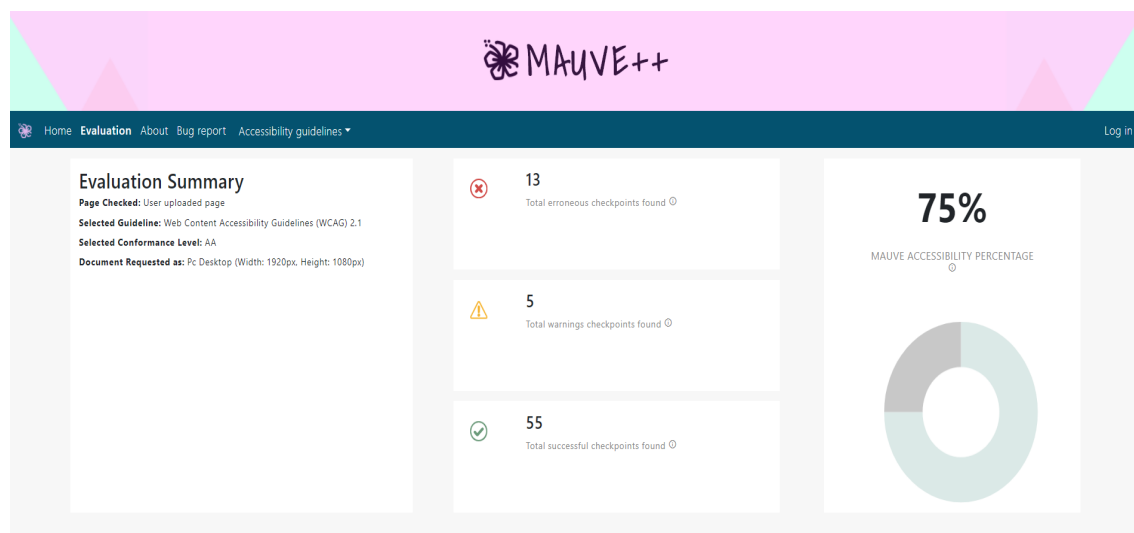


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 9 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Erros de ARIA, relatando a falta de uso do padrão em links e roles para melhor localização do usuário;
- Erros de Conteúdo, relatando a falta de uso de padrões de medida como em, porcentagem e também nome de fontes;
- Erros de Formulário, informando a falta de labels e tittles que associem o formulário ao seu uso;
- Erros de HTML, relatando o mal uso de cabeçalhos, falta atributos de linguagem e a separação de informações com suas estruturas;
- Erros de Responsividade, relatando melhorias utilizando Flexbox ou CSS Grid e ajustar posição do texto conforme for redimensionado;
- Outros erros, informando seções sem maneiras de sair usando apenas o teclado.

Figura 10 – Validação da Página de Resultados de Pesquisa

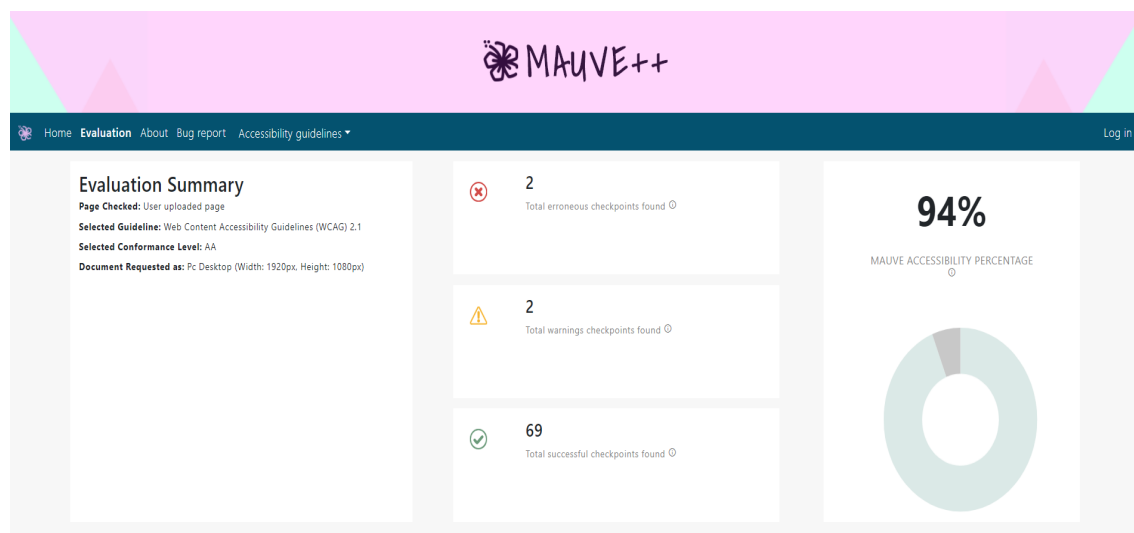


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 10 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Erros de ARIA, relatando a falta de uso do padrão em links e roles para melhor localização do usuário;
- Erros de Conteúdo, relatando a falta de uso de espaçamento de linhas no CSS, padrões de medida como em, porcentagem e nome de fontes;
- Erros de Formulário, informando a falta de labels e tittles que associem o formulário ao seu uso;
- Erros de HTML, relatando o mal uso de cabeçalhos e falta atributos de linguagem;
- Erros de Responsividade, relatando melhorias utilizando Flexbox ou CSS Grid e ajustes posição do texto conforme for redimensionado;
- Outros erros, informando seções sem maneiras de sair usando apenas o teclado.

Figura 11 – Validação da Página do Curso

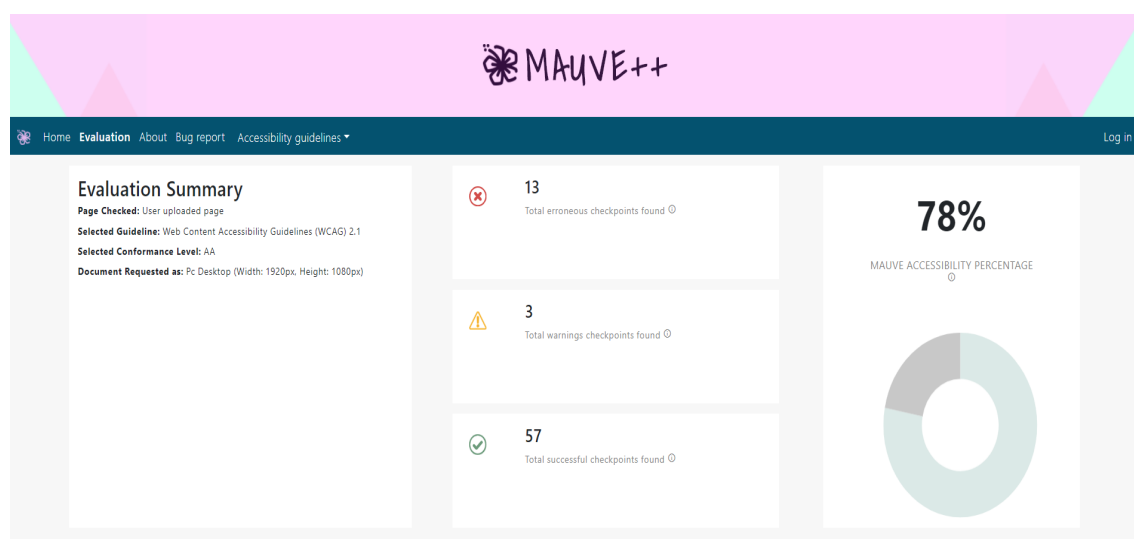


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 11 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Erros de Conteúdo, relatando a falta de uso de espaçamento de linhas no CSS;
- Erros de HTML, falta atributos de linguagem;
- Erros de Responsividade, relatando melhorias utilizando Flexbox ou CSS Grid e ajustes de orientação da tela;

Figura 12 – Validação da Página do Curso Matriculado

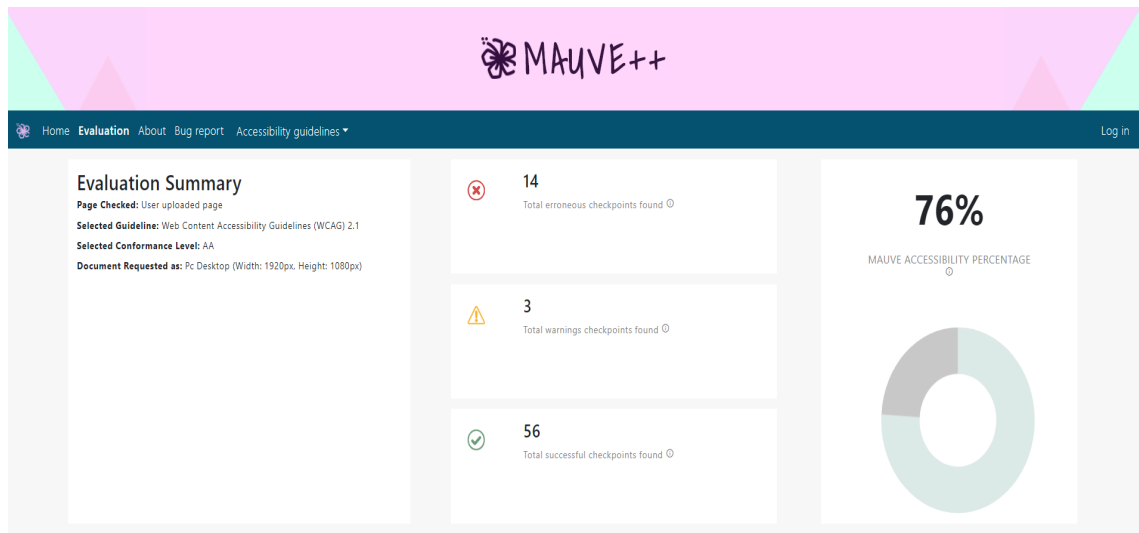


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 12 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Erros de ARIA, relatando a falta de uso do padrão em links e roles para melhor localização do usuário;
- Erros de Conteúdo, relatando a falta de uso de padrões de medida como em, porcentagem e nome de fontes;
- Erros de Formulário, informando a falta de labels e tittles que associem o formulário ao seu uso;
- Erros de HTML, relatando o mal uso de cabeçalhos e falta atributos de linguagem;
- Erros de Responsividade, relatando melhorias utilizando Flexbox ou CSS Grid, ajuste de posição do texto conforme for redimensionado e ajuste da orientação da tela;
- Outros erros, informando seções sem maneiras de sair usando apenas o teclado.

Figura 13 – Validação da Página da Disciplina



Fonte: Elaborado pelo autor

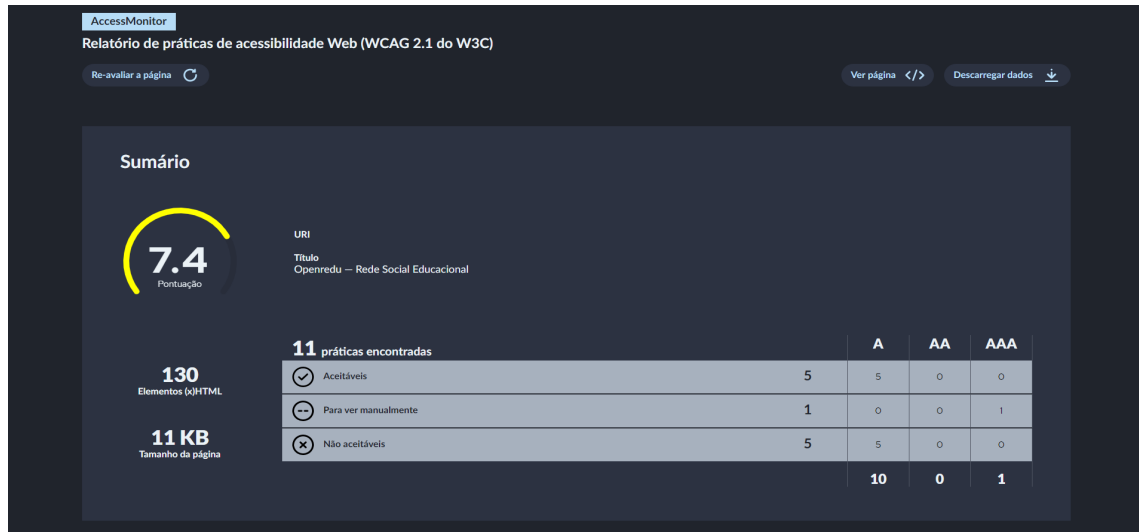
Na figura 13 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, destes os mais graves foram:

- Erros de ARIA, relatando a falta de uso do padrão em links e roles para melhor localização do usuário;
- Erros de Conteúdo, relatando a falta de uso de padrões de medida como em, porcentagem e nome de fontes;
- Erros de Formulário, informando a falta de labels e tittles que associem o formulário ao seu uso;
- Erros de HTML, relatando o mal uso de cabeçalhos, falta atributos de linguagem e ids duplicados na página;
- Erros de Responsividade, relatando melhorias utilizando Flexbox ou CSS Grid, ajuste de posição do texto conforme for redimensionado e ajuste da orientação da tela;

- Outros erros, informando seções sem maneiras de sair usando apenas o teclado.

Agora serão demonstrado os resultados obtidos pela ferramenta Access Monitor Plus, avaliando o mesmo fluxo de execução.

Figura 14 – Validação da Página de Login

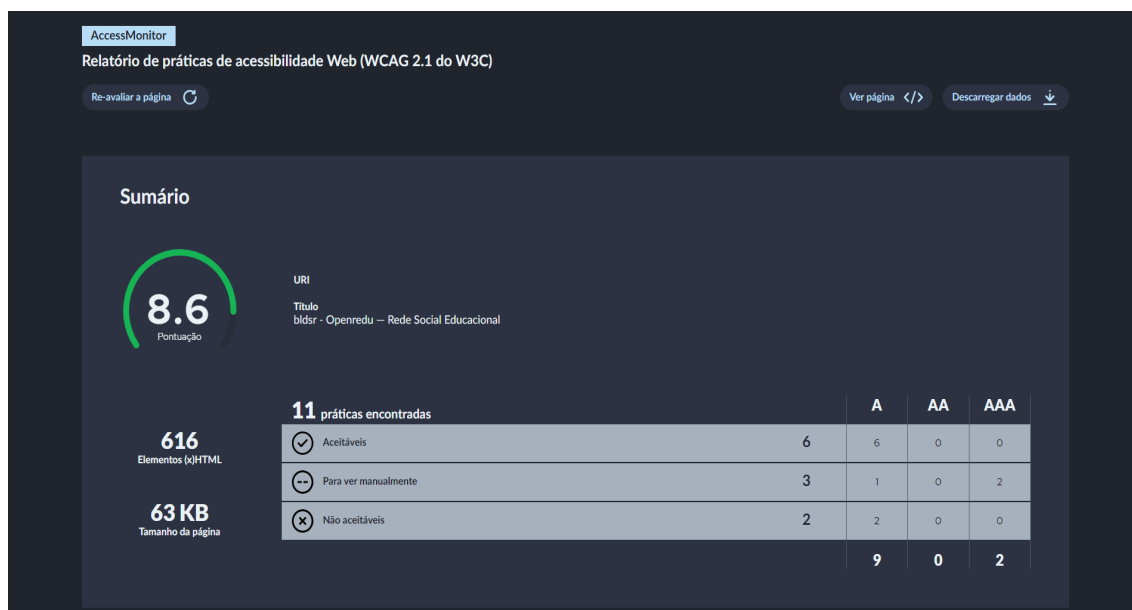


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 14 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Falta de atributo lang no HTML;
- Formulários sem o uso de button;
- Links sem texto, compostos apenas de imagens com o texto alternativo vazio;
- Falta de cabeçalho que faça a navegação da página.

Figura 15 – Validação da Página Inicial

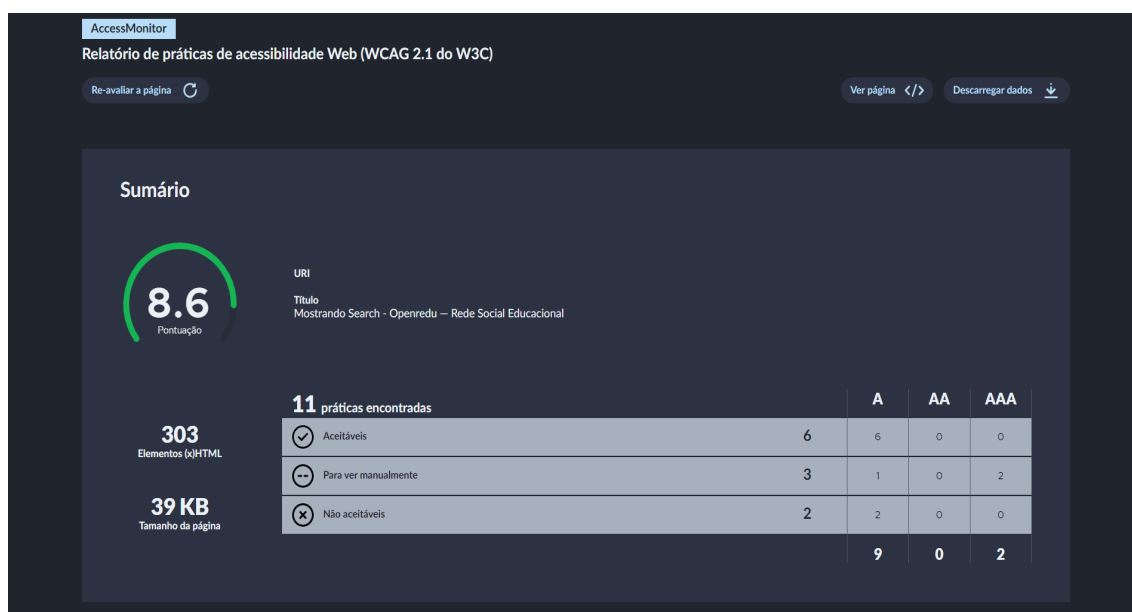


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 15 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Não há nenhum link que permita a navegação direto para o conteúdo principal da página;
- Título da página não especifica onde você está.

Figura 16 – Validação da Página de Resultados de Pesquisa

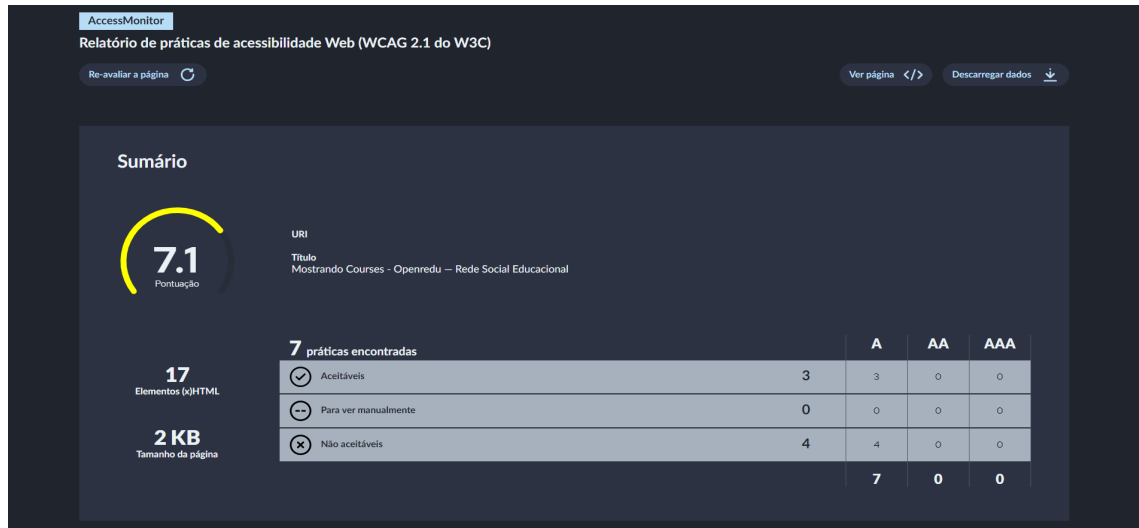


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 16 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Não há nenhum link que permita a navegação direto para o conteúdo principal da página;
- Título da página não especifica onde você está.

Figura 17 – Validação da Página do Curso

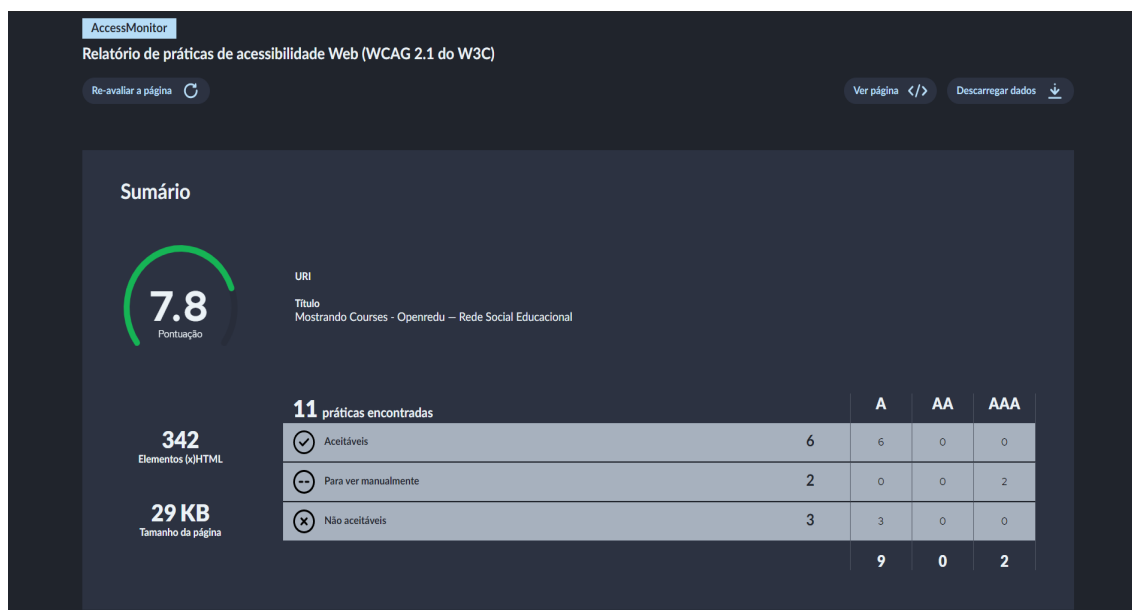


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 17 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Não há nenhum link que permita a navegação direto para o conteúdo principal da página;
- Página sem cabeçalhos para navegação;
- Não existe o atributo lang no HTML da página;
- Título da página não especifica onde você está.

Figura 18 – Validação da Página do Curso Matriculado

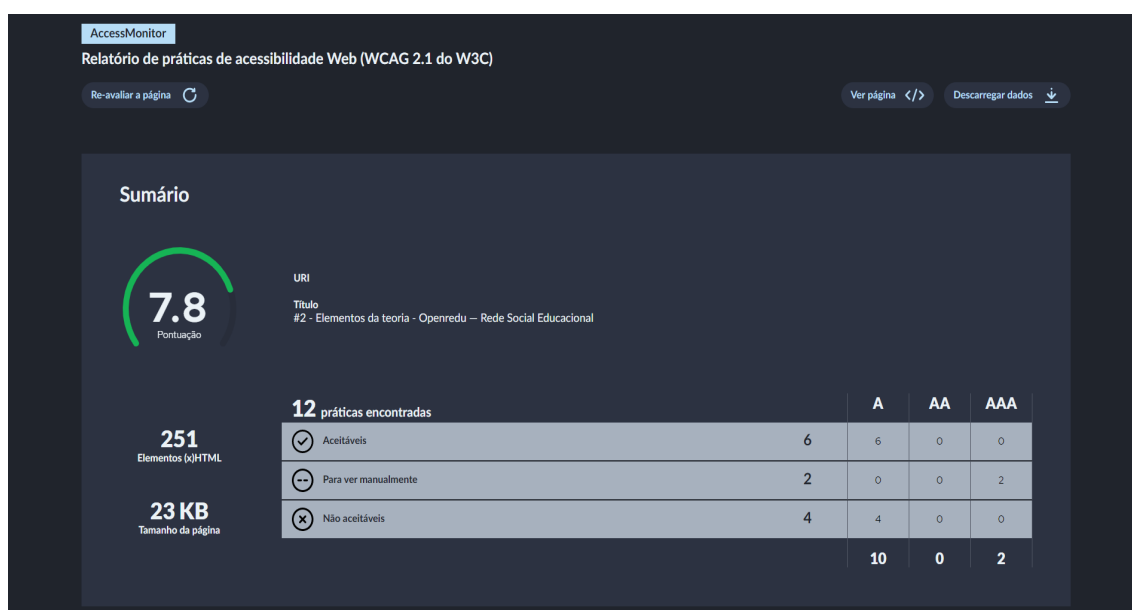


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 18 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Não há nenhum link que permita a navegação direto para o conteúdo principal da página;
- Não existe o atributo lang no HTML da página;
- Título da página não especifica onde você está.

Figura 19 – Validação da Página da Disciplina



Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 19 são exibidos todos os resultados encontrados pela ferramenta, deste os mais graves foram:

- Existem cinco links que estão duplicados na página;
- Não há nenhum link que permita a navegação direto para o conteúdo principal da página;
- Não existe o atributo lang no HTML da página;
- Título da página não especifica onde você está.

5.5 Análise do Sistema com Base nas Heurísticas de Nielsen

As considerações sobre a contemplação ou não das heurísticas de Nielsen foram dadas pela impressão do autor para com o sistema OpenRedu, de forma geral, e serão descritas nesta seção.

Na heurística de Visibilidade do Estado do Sistema o OpenRedu demonstrou atendê-la, visto que há destaque para a aba onde o usuário está, além de marcações em elementos selecionados, deixando apenas a desejar quando faz o uso de ícones na breadcrumb, onde faz o redimensionamento retirando o texto e usando ícones, o que dificulta a leitura por interpretadores de tela.

Quanto a heurística de Equivalência entre o Sistema e o Mundo Real o OpenRedu apresenta ícones que não refletem a realidade, como os de ambiente, curso e pesquisa geral, atrapalhando o entendimento do usuário sobre a relação do conteúdo com o ícone.

Não existem indicadores visuais bem definidos para navegação do sistema no OpenRedu, porém ainda assim é possível navegar sem problemas entre as páginas, conforme a heurística de Liberdade e Controle do Usuário.

A heurística de Consistência de Padrões é atendida pelo OpenRedu, incluindo ícones já conhecidos para funcionalidades como fechar e pesquisar.

Para abandonar um curso é necessário realizar uma confirmação em forma de alert, atendendo assim a heurística de Prevenção de Erros.

Já relacionado a heurística de Visibilidade do Estado de Sistema a heurística de Reconhecimento x Memorização é atendida, dado que existem ícones bem conhecidos no uso geral e textos que indicam com facilidade as suas funções.

O OpenRedu não atende a heurística de Flexibilidade, pois, não permite a mudança na interface do usuário. Um ponto gritante é, por exemplo, não existir uma opção de alto contraste, o que permitiria uma melhor navegação para usuários com baixa visão.

Para heurística de Estética e Minimalismo, o fluxo executado no OpenRedu atende as expectativas, permitindo, por exemplo, que o usuário maximize ou minimize os conteúdos das aulas.

Na heurística de Reconhecimento de erros, foram identificados erros que não retornavam nenhuma mensagem do que estava acontecendo, fazendo com que OpenRedu não atenda a heurística em questão.

As informações que atendem a heurística de Ajuda só são exibidas na página inicial, nos fluxos seguintes do sistema não existem funções para tal.

6 RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

Com o uso de ferramentas que se apoiam no padrão WCAG 2.1 de acessibilidade em conjunto com as heurísticas de Nielsen, este trabalho analisou no Openredu um fluxo de ações definidas.

Foi notado que, em diversas páginas desse fluxo, ocorreram desacordos com o WCAG 2.1, que visa uma maior facilidade para pessoas com deficiência. Embora esses erros sejam em sua maioria os mesmos em todas as páginas avaliadas, eles influenciam diretamente na navegação com o uso leitores de tela, impossibilitando um bom uso por pessoas com deficiência visual. No que diz respeito a usabilidade própria do sistema, existem inconsistências, já que especificidades de usabilidade não foram encontradas, por exemplo, o uso correto de navegação estrutural ou breadcrumb e uma opção de ajuda que esteja presente em todas as páginas para oferecer informações caso o usuário tenha alguma dúvida sobre como prosseguir no uso do sistema.

Como ponto positivo, foi observado que o Openredu atende vários quesitos dos padrões de acessibilidade na web, apresentando, dentro do fluxo analisado, problemáticas estruturais repetidas, podendo ser feito uma única alteração e replicado para as demais páginas. O mesmo vale para a usabilidade, onde elementos existentes precisam apenas ser adaptados para que atendam as heurísticas de Nielsen.

Sendo assim, o Openredu é parcialmente acessível para deficientes visuais, necessitando de ajustes gerais em sua estrutura de código, fazendo uso de tags adequadas, com atributos apropriados e, para complementar, pequenas mudanças na interface do usuário para que haja propriamente uma boa experiência de usuário, apropriada para pessoas com deficiência visual.

Como recomendação, para solucionar os problemas aqui observados no Openredu deve ser feita a padronização das páginas de acordo com WCAG 2.1 para resolução de problemas como: O uso atributo de linguagem no HTML, nesse caso, pt-BR; A inclusão de textos alternativos, o uso de roles e titles que indiquem qual a função do elemento que o usuário está acessando; o uso de um menu que possa direcionar o usuário diretamente para o conteúdo principal, menu e pesquisa; e opções de alto contraste com regulação do tamanho da fonte padrão. Ainda podem ser melhorados algumas funcionalidades existentes como o uso de breadcrumb, de uma maneira onde seja sempre fácil perceber em que parte do site você está e um menu de ajuda que esteja disponível em todas as páginas. As recomendações apresentadas foram inteiramente baseadas na avaliação feita sob as heurísticas de Nielsen, apresentadas na seção 5.5 deste trabalho.

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este estudo apresentou uma visão sobre acessibilidade para pessoas com deficiência visual em ambientes virtuais de aprendizado, unindo recursos de acessibilidade com usabilidade por meio das diretrizes do W3C e as heurísticas de Nielsen. A partir dos resultados da pesquisa foram percebidos diversos estudos relacionados a acessibilidade voltados para ambientes virtuais de aprendizado, como a criação de plugins, uso de design universal, checklists e testes com pessoas com deficiência visual, onde a maioria usava o Moodle como referência para esses trabalhos.

Os questionamentos aqui levantados e respondidos serviram para demonstrar que

existem falhas que impactam na vida de diversas pessoas e que podem ser resolvidos com a utilização correta dos recursos existentes na internet, tornando assim possível, em alguns aspectos, a aplicação do direito descrito na Lei Brasileira de Inclusão - Art. 27 (BRASIL, 2015).

A importância em garantir a acessibilidade em ambientes de aprendizagem é proporcionar um mínimo de igualdade nas oportunidades de aprendizado. Investir em tais ações não deve ser tomado como um diferencial de uma plataforma, mas sim, como um requisito obrigatório e necessário para a operação destes ambientes por todo e qualquer indivíduo.

As principais dificuldades foram relacionadas à plataforma OpenRedu, visto que não havia conteúdos recentes para que pudessem ser gerados mais testes. Algumas funcionalidades críticas, como o acesso ao conteúdo da aula, apresentaram erros, redirecionando para páginas que não eram o próprio conteúdo, sendo possível acessá-los apenas se fosse o autor do mesmo, por isso os testes para essa funcionalidade não foram realizados. Nota-se também da inconsistência visual na interface da plataforma, utilizando diferentes estruturas de tela para cada tela do sistema. Por fim, o motor de busca não conseguia encontrar alguns ambientes específicos, mesmo sendo possível encontrá-los a partir dos perfis dos participantes dos ambientes em questão.

Em de trabalhos futuros pode-se fazer uso de outras ferramentas de testes presentes no mercado voltadas à acessibilidade e usabilidade, avaliar a possibilidade de construção de um modelo para acrescentar ao OpenRedu as melhorias sugeridas neste trabalho. Ademais, será muito importante realizar testes de campo e coleta de feedbacks da própria plataforma, usando como base a experiência de pessoas com deficiência para analisar a ferramenta na prática, dando assim espaço e oportunidade para que eles sejam os porta-vozes das próprias demandas.

REFERÊNCIAS

AMADO-SALVATIERRA, H. R.; HERNÁNDEZ, R.; HILERA, J. R. Teaching and promoting web accessibility in virtual learning environments: A staff training experience in latin-america. In: IEEE. **2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings**. [S.l.], 2014. p. 1–4. Citado na página 4.

AMARAL, L. A. d. **Um ambiente para análise de resultados de avaliações de acessibilidade e usabilidade na Web**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2014. Citado na página 4.

AMARAL, M. A.; QUEVEDO, S. R. P. Modelagem em um ambiente virtual de aprendizagem inclusivo: uso de mapas conceituais. **InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 10, n. 2, p. 137–156, 2013. Citado na página 5.

ARRATIA, L. E. D. Desafios da educação a distância para inclusão de usuarios deficientes visuais: Analise heuristica do ambiente virtual de aprendizagem moodle. **São Paulo: Blucher**, 2017. Citado na página 3.

BRAGA, J. C. et al. Estudo e relato sobre a utilização da tecnologia pelos deficientes visuais. In: **Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 37–46. Citado na página 6.

BRASIL, C. d. D. Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. regulamenta a lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a política nacional para a integração da pessoa portadora de deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências). **Diário Oficial da União**, 1999. Citado na página 6.

BRASIL, C. d. D. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). **Diário Oficial da União**, p. 43, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 25.

CARVALHO, V.; DUDUCHI, M. A importância da usabilidade em ambientes de educação a distância. In: **IV Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza**. [S.l.: s.n.], 2009. Citado na página 5.

CASANOVA, N. et al. Touch & live. an immersive experience for acting in others' bodies. In: **IEEE. 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)**. [S.l.], 2020. p. 507–508. Citado na página 7.

CHALEGRE, V. C. **Uma metodologia de teste de acessibilidade para usuários cegos em ambientes Web**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2011. Citado na página 3.

CONSORTIUM, W. W. W. et al. Cartilha de acessibilidade na web-w3c brasil. **Retrieved April**, v. 5, p. 2017, 2013. Citado na página 4.

COOPER, M.; FERGUSON, R.; WOLFF, A. What can analytics contribute to accessibility in e-learning systems and to disabled students' learning? In: **Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 99–103. Citado na página 4.

COUGHLAN, T.; ULLMANN, T. D.; LISTER, K. Understanding accessibility as a process through the analysis of feedback from disabled students. In: **Proceedings of the 14th Web for All Conference on The Future of Accessible Work**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–10. Citado na página 4.

FERRAZ, R. Acessibilidade na web – boas práticas para desenvolver sites e aplicações acessíveis. **Casa do Código**, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 10.

FERREIRA, J. F. **Análise da efetividade de comunicação da rede social educativa Openredu em comunidades de prática**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2017. Citado na página 7.

FERREIRA, S. B. L.; SILVEIRA, D.; NUNES, R. R. Alinhando os requisitos de usabilidade com as diretrizes de acessibilidade. **EnANPAD-2008, XXXII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro**, v. 6, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 6.

GABRILLI, M. Lbi-lei brasileira de inclusão. **Guia digital sobre a LBI**, 2016. Citado na página 2.

- GODOY, L. de; FERREIRA, M. G. G.; CINELLI, M. J. Usabilidade e acessibilidade: heurísticas de usabilidade em projetos destinados a pessoas com deficiência. **Projetica**, v. 10, n. 1, p. 9–24, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- MACEDO, C. M. S. de; ULBRICHT, V. R. Accessibility guidelines for the development of learning objects. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 14, p. 155–162, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.
- MARI, C. M. M. et al. Avaliação da acessibilidade e da usabilidade de um modelo de ambiente virtual de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais. Universidade Federal de São Carlos, 2011. Citado na página 6.
- MÁRQUEZ, S. et al. Web accessibility for visual disabled: an expert evaluation of the inclusite® solution. In: IEEE. **2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)**. [S.l.], 2012. p. 1–5. Citado na página 4.
- MEC, I. Censo da educação superior 2019. **Notas Estatísticas**, 2019. Citado na página 2.
- NIELSEN, J. Heuristic evaluation. In: JOHN WILEY & SONS, INC. **Usability inspection methods**. [S.l.], 1994. p. 25–62. Citado na página 3.
- PAPADOPOULOS, G.; PEARSON, E.; GREEN, S. A provisional framework for supporting academics in accessible and inclusive e-materials development. In: **Proceedings of the 24th Australian computer-human interaction conference**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 459–468. Citado na página 7.
- PASSERINO, L. M.; MONTARDO, S. P. Inclusão social via acessibilidade digital: proposta de inclusão digital para pessoas com necessidades especiais. In: **E-Compós**. [S.l.: s.n.], 2007. v. 8. Citado na página 3.
- PEREIRA, L. S. et al. Using cultural viewpoint metaphors to provide web accessibility for the visually impaired users. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 27, p. 186–196, 2014. Citado na página 6.
- ROSA, M.; OLIVEIRA, D. P. A.; OREY, D. C. Delineando e conduzindo o método misto de pesquisa em investigações em educação matemática. 2015. Citado na página 8.
- SILVA, A. M. **Engenharia de Software e Métodos Ágeis como forma de Inclusão**. Dissertação (B.S. thesis) — Brasil, 2019. Citado na página 5.
- SIQUEIRA, A. L. F. C. d. et al. Acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem: possibilidades para estudantes com deficiência visual. Universidade do Oeste Paulista, 2017. Citado na página 7.
- ULBRICHT, V. R. et al. A tool to facilitate including accessible content in moodle to the person with visual impairment. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 14, p. 138–147, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 7.