

Análise de acessibilidade no Ambiente Virtual de Aprendizagem SOLAR – Um estudo de caso para usuários com deficiência visual

Maria C. C. Araújo
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
mariaaraujo@great.ufc.br

Agebson Rocha Façanha
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
agebson@ifce.edu.br

Tiago Fontenele
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
lagoa24@gmail.com

Bruno Matos de Araújo
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
araujobrunomatos@yahoo.com.br

Henrique Pequeno
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
henrique@virtual.ufc.br

Windson Viana
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
windson@virtual.ufc.br

Bianca Stephani
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
bianca@virtual.ufc.br

ABSTRACT

This paper presents the results of the initial phase of the accessibility tests made in the SOLAR, a Virtual Learning Environment (VLE). This VLE supports the academic e-learning activities of nine undergraduate courses of the Federal University of Ceará, in Brazil. The evaluation included two phases. The first stage was VLE automatic analysis with the aid of accessibility software validators. We aimed at indicating nonconformities based on the universal design accessibility recommendations (problematized and standardised by W3C and WCAG 2.0). The second phase was a manual accessibility analysis, which included face-to-face tests with users who have visual impairments. With this article, we intend to present the results and the initial discussions about the accessibility assessment we discovered, as well as to report the corrections implemented by the developers team of the UFC Virtual Institute to promote the suggested accessibility adaptations.

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados da fase inicial de testes de acessibilidade feitos no Ambiente Virtual de Aprendizagem SOLAR, o qual apoia as atividades acadêmicas de nove cursos semipresenciais da Universidade Federal do Ceará. A avaliação efetuada contou com uma fase de análise automática feita com o auxílio de softwares direcionados para indicar inconformidades com os princípios de acessibilidade e de desenho universal problematizados e normatizados pelo W3C e WCAG 2.0. E contou também com uma fase de análise manual de acessibilidade, fazendo testes presenciais com usuários que possuem deficiência visual. Com este artigo, pretendemos apresentar os resultados e as discussões iniciais sobre a avaliação de acessibilidade efetuada, bem como relatar as correções implementadas pela equipe de desenvolvedores do Instituto Virtual do UFC para promover as adaptações de acessibilidade sugeridas e assim contribuir para que o ambiente passe a atender às normas legais de inclusão sociodigital.

Termos Gerais

Documentation, Design, Experimentation, Human Factors, Verification.

Keywords

Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Acessibilidade, Avaliação, SOLAR.

1. INTRODUÇÃO

Os mais recentes avanços nas tecnologias da informação e comunicação possibilitaram a construção e o desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem mais diversificados e flexíveis. Ambientes adaptativos, por exemplo, atendem necessidades antes negligenciadas em questões de aprendizado pelos estudantes que encontram barreiras ou limitações de acesso a esses ambientes ou a seus conteúdos [1].

No último censo brasileiro de 2010, 44,07 milhões de pessoas declararam ao IBGE que têm algum tipo de deficiência. A deficiência visual foi a que mais apareceu entre as respostas dos entrevistados e chegou a 35,7 milhões de pessoas. Pelo estudo, 18,8% dos entrevistados afirmaram ter dificuldade para enxergar, mesmo com óculos ou lentes de contato [2]. Detalhando melhor o censo de 2010, dos 44,07 milhões de pessoas que se declararam com deficiência, mais da metade (23,7 milhões) estavam fora do mercado de trabalho. Em relação ao total da população desocupada ou não economicamente ativa (75,6 milhões), a população com deficiência representava 31,3% desse total.

Em situações que apontam a importância do acesso à educação e do alcance de melhores níveis de qualificação profissional da população, a inclusão é evidente e cada vez mais inegável para as empresas. Entretanto, nesse caminho, pessoas com deficiência encontram dificuldades em ter acesso à escolaridade, assim comprometendo o seu ingresso no mercado de trabalho.

As tecnologias virtuais de acesso à conteúdo educacional, em especial os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), podem ser um recurso importante para permitir a inclusão sociodigital de pessoas com deficiência e, assim, viabilizar o acesso desse público aos meios produtivos e de incremento profissional. São ferramentas que possuem o potencial de facilitar o exercício de autonomia dessas pessoas em contextos de aquisição de conhecimento e acesso à informação [3].

Com o aumento dos tipos de recursos digitais disponíveis para o aprendizado em AVAs, tais como fóruns, chats, atividades de colaboração, questionários e materiais complementares em formatos digitais, com extensões em .pdf, .doc e outras, percebe-se uma necessidade crescente de analisar esses recursos à partir de uma abordagem que favoreça a adequação de usabilidade e acessibilidade desses conteúdos educacionais. Para que esses ambientes possam se tornar úteis e efetivos para o aprendizado de pessoas com deficiência, deve-se conceber seu uso sendo

auxiliado por Tecnologias Assistivas (TAs), que são recursos que viabilizam o acesso desses usuários aos ambientes digitais. Temos, por exemplo, os softwares leitores de telas e recursos de ampliação e contraste de telas que auxiliam pessoas com deficiência visual. No caso das pessoas com surdez, as soluções de legendagem e softwares com avatares que traduzem a linguagem de sinais podem também permitir o acesso mais amigável a um AVA.

Porém, para que as tecnologias atualmente disponíveis cumpram seu papel e disponibilizem o acesso satisfatório aos conteúdos virtuais de sites ou sistemas web como os AVAs, os conteúdos devem ser produzidos seguindo padrões de acessibilidade já fortemente adotados e difundidos na comunidade digital. Nesse sentido, deve-se considerar também a necessidade de priorizar a implementação de acessibilidade de um sistema desde sua concepção inicial, a fim de que, em um estágio mais avançado de desenvolvimento, não seja necessário despender grandes gastos e operar grandes retrabalhos visando sua adaptação.

Este artigo descreve um estudo de caso que tem por objetivo fazer a avaliação e adaptação de acessibilidade no AVA SOLAR, que é o ambiente virtual de aprendizagem utilizado nas atividades acadêmicas da UAB (Universidade Aberta do Brasil) na Universidade Federal do Ceará. O objetivo do artigo é expor o processo de avaliação aplicado, ferramentas e métodos utilizados e também delinear as modificações realizadas no SOLAR para prover a acessibilidade. Com os resultados do estudo de caso, espera-se fornecer a outros pesquisadores e instituições que lidam com AVAs, indícios de como proceder nas ações de melhorias de acessibilidade de seus conteúdos de e-learning e em seus ambientes de aprendizagem.

No contexto desta pesquisa, foca-se no uso do SOLAR por estudantes cegos ou com baixa visão. Um processo iterativo foi aplicado e é composto de duas fases, a primeira realizada com ferramentas de checagem automática dos códigos do sistema e a segunda fase composta de avaliações manuais aplicadas com dois usuários com baixa visão.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2, após a introdução, traz definições sobre os padrões de acessibilidade e os tipos de avaliações de acessibilidade mais difundidos. Em seguida, a Seção 3 apresenta considerações a respeito da acessibilidade em AVAs. A Seção 4 apresenta o estudo de caso proposto no AVA SOLAR e as avaliações iniciais efetuadas. As Seções 5 e 6 tratam, respectivamente, da descrição do AVA SOLAR e das discussões relacionadas aos resultados da avaliação de acessibilidade do sistema. E, por fim, a Seção 7 relata as conclusões e trabalhos futuros.

2. AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE NA WEB

2.1 Padrões de Acessibilidade

Existem muitas documentações contendo orientações e diretrizes que auxiliam o desenvolvedor web a criar páginas virtuais com interfaces amigáveis e de boa usabilidade. Porém, observa-se que as interfaces desenvolvidas, em sua maioria, são voltadas para o usuário geral e não leva em conta possíveis limitações, como as dos usuários que possuem algum tipo de deficiência [4].

Considerando essa realidade, muitas comunidades de desenvolvedores e a própria indústria de desenvolvimento de

conteúdo web passou a contribuir com a criação de diretrizes formais que, em seguida, se estabeleceram como padrões de desenvolvimento para conteúdos acessíveis na Internet. Esses padrões foram oficialmente produzidos pela WAI (Web Accessibility Initiative – Iniciativa de Acessibilidade na Web), que é parte do W3C (World Wide Web Consortium). Sendo este último a principal organização de padronização da web.

Para o W3C (trecho adaptado), “A acessibilidade na web significa que pessoas com deficiência podem usar a web. Mais especificamente, a acessibilidade na web significa que pessoas com deficiência podem perceber, entender, navegar, interagir e contribuir para a web. E mais. Ela também beneficia outras pessoas, incluindo pessoas idosas com capacidades em mudança devido ao envelhecimento” [5].

Como resultado dos esforços do grupo para a Iniciativa de Acessibilidade na Web (WAI), em maio de 1999, foi criado um documento internacional contendo orientações para implementação de conteúdo acessível na web, denominado WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*). O WCAG está em sua versão 2.0, lançada em 2008 [6].

O WCAG 2.0 possui diversas diretrizes distribuídas em quatro princípios, a saber: Perceptível, Operável, Compreensível e Robusto. As principais diretrizes tratam de:

- Alternativas em Texto: Fornecer alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual, para que possa ser transformado em outras formas de acordo com as necessidades dos usuários, tais como impressão com tamanho de fontes maiores, Braille, fala, símbolos ou linguagem mais simples;
- Fazer com que toda funcionalidade fique disponível a partir de um teclado;
- Fornecer maneiras de ajudar os usuários a navegar, localizar conteúdos e determinar onde se encontram;
- Tornar o conteúdo de texto legível e compreensível;
- Fazer com que as páginas web apareçam e funcionem de modo previsível.

O Brasil possui regulamentação que exige a adoção de regras de acessibilidade na concepção da informação disponibilizada na internet pela administração pública. Dentre os trabalhos desenvolvidos no Brasil, no sentido de promover um padrão, temos o Modelo Brasileiro de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG), publicado em 2005, encontrando-se atualmente na versão 3.1. O e-MAG apresenta um conjunto de recomendações para padronizar e facilitar o processo de acesso aos sites do Governo Brasileiro, mantendo a conformidade com os padrões internacionais, porém adequando às necessidades brasileiras. Foi criado para guiar profissionais que fazem publicação de informações ou serviços nas páginas de sites ou portais governamentais brasileiros, mas suas diretrizes se aplicam à implementação de acessibilidade em todos os tipos de portais, sendo possível tornar os conteúdos web acessíveis ao maior público possível [7].

É importante destacar, porém, que essas diretrizes e convenções estipuladas sobre a criação e/ou manutenção de código acessível nas páginas e documentos da web não garantem que a produção deles seja padronizada e de fato contemplem os requisitos necessários para garantir um bom nível de acessibilidade. Por conta disso, surge a preocupação com os resultados apresentados através de testes direcionados para esse fim.

Em 2011, o governo brasileiro publicou os resultados de um estudo que levantou um diagnóstico de quais os erros de acessibilidade mais frequentes nas páginas e sítios eletrônicos a partir de uma amostragem de 200 sites mantido pelo governo. A Tabela 1 contém o resumo dos 10 erros mais frequentes em relação à acessibilidade nos portais avaliados pelo governo federal [8].

O problema mais encontrado nas páginas governamentais, encontrado em 95% dos ambientes virtuais analisados, foi a apresentação de links que não continham descrições curtas e objetivas e/ou não identificavam o destino ao qual se remetiam.

Em 93%, dos ambientes que fizeram parte da pesquisa, as camadas lógicas não estavam organizadas corretamente. Ou seja, para respeitar os padrões de desenvolvimento web, as camadas lógicas deverão ser separadas de acordo com o objetivo para o qual elas foram desenvolvidas. Assim, para a camada de conteúdo devem ser utilizadas as linguagens de marcação, como HTML e XHTML. Para a camada de apresentação visual do conteúdo, utilizam-se as folhas de estilo CSS em qualquer uma de suas versões. E para a camada que modifica o comportamento dos elementos, são utilizadas linguagens javascript e modelos de objeto (dom) [7].

Outros erros relevantes também apontados pela pesquisa foram: falta ou configuração incorreta de alto contraste, encontrado em 89% das páginas; imagens sem a etiqueta (descrição) correta (86%); ausência de links indicadores nas páginas (86%); falta de uniformidade na estrutura das páginas (82%); títulos sem ordem lógica (80%); falta de atalhos para facilitar a navegação (78%); leitura das palavras incompreensível (77%); e tabelas implementadas de forma incorreta (72%) [9].

Todos os erros relatados acima também são objetos de avaliação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, pois estes seguem toda a lógica de implementação de um portal web, diferenciando-se pela característica de serem sistemas web mais complexos.

ORDEM	PRINCIPAIS ERROS	%
1º	Os links não apresentam descrições curtas e objetivas ou não identificam o destino ao qual remetem	95%
2º	As camadas lógicas não estão organizadas corretamente	93%
3º	Não existe a opção de alto contraste ou o mesmo não está funcionando corretamente	89%
4º	As imagens não estão corretamente etiquetadas	86%
5º	Há ausência de links indicadores nas páginas	86%
6º	A estrutura das páginas não está uniforme	82%
7º	Os títulos não apresentam uma ordem lógica	80%
8º	Os formulários não funcionam corretamente	79%
9º	Não existem atalhos para facilitar a navegação, ou os mesmos não estão descritos corretamente	78%
10º	Há tabelas implementadas de forma incorreta	72%

Tabela 1. Os 10 erros mais frequentes em relação à acessibilidade em portais governamentais brasileiros. (Fonte: o autor)

2.2 Avaliando padrões de acessibilidade

Um site acessível é aquele que garante acesso, utilização e compreensão ao maior número possível de usuários, independente de deficiência, limitação ou tecnologia utilizada. Existem diversas formas de se avaliar a acessibilidade de um site. Conforme ilustra a Figura 1, as avaliações de acessibilidade em sites e sistemas web podem tanto envolver validadores automáticos, já

disponíveis para a comunidade de desenvolvedores, como avaliações manuais, efetuadas com o auxílio de checklists de conformidade, construídos a partir do conjunto de documentações de padrões e diretrizes. Pode ser citado como exemplo o Checklist de Acessibilidade Manual para Deficientes Visuais produzido pelo governo brasileiro com base no e-MAG¹.

As avaliações são metodologias compostas por processos que objetivam encontrar barreiras de acessibilidade nas páginas e conteúdos da web e, assim, corrigi-las, tornando o conteúdo e a navegação mais acessível. As avaliações de acessibilidade podem seguir alguns passos, porém não há uma metodologia universal para os testes. À seguir, são descritas as características de validações automáticas e manuais [10].

2.2.1 Avaliações automáticas de acessibilidade

Na etapa de avaliação automática, são realizadas verificações utilizando ferramentas que validam o código HTML e CSS com base nos padrões web do W3C e, também, ferramentas que realizam a avaliação automática específica de acessibilidade.

Um site com código válido, ou seja, que segue os padrões de desenvolvimento web já tem grandes chances de ter um bom nível de acessibilidade. A validação do código de acordo com os padrões web pode ser realizada utilizando o validador automático do W3C².

Podemos citar como exemplos de avaliadores automáticos de acessibilidade: o WebAIM³, AccessMonitor⁴, e o brasileiro ASES⁵ (Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios). Após inserir o link da página a ser avaliada, os validadores de acessibilidade geram um relatório detalhado dos problemas encontrados. Podem ser utilizados também complementos/extensões para os principais navegadores como Mozilla Firefox, Google Chrome e Internet Explorer, que auxiliam na avaliação automática da acessibilidade, como os seguintes:

- Axe Accessibility para Chrome
- Accessibility Evaluation Toolbar para Firefox
- Accessibility Developer Tools para Chrome
- eScanner para Chrome
- Web Accessibility Toolbar para Internet Explorer

2.2.2 Avaliações manuais de acessibilidade

A avaliação manual é uma etapa essencial nas avaliações de acessibilidade. Somente um usuário real poderá dizer se uma página está realmente acessível, compreensível e com boa usabilidade e não, simplesmente, com o código tecnicamente correto.

Uma avaliação efetiva requer que o desenvolvedor tenha conhecimento sobre as diferentes tecnologias, as barreiras de acessibilidade enfrentadas por pessoas com deficiência e as técnicas ou recomendações de acessibilidade. Assim, é necessário que a avaliação seja realizada pelos desenvolvedores Web em conjunto com usuários reais, ou seja, pessoas com diferentes tipos

¹ <https://www.governoeletronico.gov.br/documentos-e-arquivos/eMAG-Checklist-acessibilidade-DV.pdf>

² <https://validator.w3.org/>

³ <https://webaim.org/>

⁴ <http://www.acessibilidade.gov.pt/accessmonitor/>

⁵ <http://asesweb.governoeletronico.gov.br/ases/>

de deficiência e utilizando diferentes tipos de tecnologia. Quanto maior e mais diversificado o número de usuários reais participando da avaliação de acessibilidade, mais eficaz e robusto será o resultado.

São alguns exemplos de pontos que devem ser verificados na avaliação manual de acessibilidade [10]:

- **Código semântico:** verificar se os elementos são utilizados de acordo com o seu real propósito, como por exemplo, descrições de links, uso de cabeçalhos, emprego de tabelas, formulários, dentre outros;
- **Equivalentes textuais:** verificar se foram fornecidas descrições para todas as informações visuais que transmitem conteúdo e se essas descrições são adequadas, como, por exemplo, alternativas para imagens, descrições detalhadas para imagens complexas, inserção de imagens decorativas através de folhas de estilo, dentre outras;
- **Alternativas para conteúdo multimídia:** verificar se existem alternativas para o acesso da pessoa com deficiência ao conteúdo disponível em áudio e vídeo, como, por exemplo, transcrições textuais, legendas, audiodescrição e alternativa em língua de sinais;
- **Emprego das cores:** verificar o emprego da relação das cores nas páginas, como, por exemplo, se a cor é utilizada como único recurso para transmitir informação, se a relação de contraste é adequada, se existe a opção de alto contraste, dentre outros;
- **Tabelas:** avaliar o emprego das tabelas para disponibilizar conteúdos, como, por exemplo, se há tabelas que foram utilizadas para fins de diagramação, uso semântico dos elementos da tabela (cabeçalhos, linhas, células, etc.), se os cabeçalhos estão associados às células de dados, dentre outros;
- **Documentos para download:** verificar se os arquivos para download disponíveis no site (e.g., PDFs) estão em formatos acessíveis;
- **Formulários:** verificar se os campos estão associados às etiquetas, se existem dicas de preenchimento para os campos (data, telefone, endereço, etc.), se há a identificação correta de campos de preenchimento obrigatório, se a navegação pelo teclado ocorre de maneira lógica, dentre outros.



Figura 1. Instrumentos envolvidos na avaliação de acessibilidade de sítios e sistemas web. (Fonte: o autor)

3. ACESSIBILIDADE EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

Já existem trabalhos e pesquisas com foco na melhoria da acessibilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem [11]. Percebe-se que essas soluções resolvem basicamente problemas parciais, voltando-se para uma deficiência específica ou sem considerar a necessidade de interação do usuário com o sistema, tanto no sentido de acesso do conteúdo como na postagem de conteúdo autoral por parte do aluno. Em ambientes voltados para aprendizagem, isso se torna ainda mais crítico, pois o aprendiz deve participar ativamente construindo seus próprios conhecimentos, ou seja, o aprendiz deve ser incluído intelectualmente e não atuar apenas como receptor de informação [12].

O processo de ensino-aprendizagem realizado por meio de AVAs deve prever, portanto, sua acessibilidade e usabilidade por pessoas com deficiência. É nesse contexto que este trabalho pretende contribuir, com o foco inicial em usuários com deficiência visual, analisando e explorando pontos pertinentes às necessidades de adaptação de acessibilidade para esse público no AVA SOLAR, descrito na Seção 5.

3.1 Uso de AVA's por pessoas cegas ou com baixa visão

Como já mencionado, as TAs viabilizam a interação entre pessoas com deficiência e os ambientes virtuais disponibilizados pela internet, não somente os AVAs, mas também portais de acesso geral e sistemas web. No caso das TAs desenvolvidas para cegos ou pessoas com baixa visão, destacam-se os leitores de telas, que são softwares que sonorizam automaticamente os conteúdos textuais contidos nas telas de computadores, tablets ou smartphones e também as ferramentas de ampliação de telas disponíveis nos sistemas operacionais e navegadores web. Dentre os leitores de telas mais comuns temos o NVDA⁶ e Chromevox⁷ (para o navegador chrome)

No que se refere ao uso de AVAs, foram encontrados estudos relacionados a dois aspectos: 1) a utilização de AVAs regulares, tais como Moodle⁸ e Teleduc⁹, com apoio de tecnologias assistivas, como leitores ou ampliadores de tela [13]; 2) o desenvolvimento de AVAs específicos para pessoas com deficiência, incluídos aí os cegos e pessoas com baixa visão [14].

O principal problema constatado nas observações da relação entre AVAs e TAs refere-se à dificuldade de os estudantes compreenderem o que o leitor de tela descreve. Isso se deve ao fato de os ambientes virtuais de aprendizagem apresentarem um grande número de informações na tela, o que dificulta a navegação com apoio de um leitor de tela. Alguns estudos apontam diversas características necessárias para o desenvolvimento de AVAs para cegos [15]:

1. Elementos não-textuais: todo elemento visual deve ser acompanhado de um comentário textual que o descreva.
2. Links: permitir que sejam suficientemente descritivos, com textos que tenham sentido.

⁶ <http://www.nvda.pt/pt-pt/downloads>

⁷ <https://chrome.google.com/webstore/detail/chromevox>

⁸ https://moodle.org/?lang=pt_br

⁹ <http://www.teleduc.org.br/>

3. Mapas de imagem: incluir uma lista dos textos que correspondem a cada link (geralmente abaixo da imagem) ou agregar uma página separada (somente de texto) que traduza todos os links que compõem a imagem.

4. Tabelas: o ideal é evitá-las ou utilizá-las de modo o mais simples possível com descrição adicional.

5. Frames: é importante que os frames tenham título para que o usuário saiba de que se trata.

6. Formulários: prever uma alternativa de capturá-los e preenchê-los offline, para posterior envio.

7. Cores de fundo: a tela deve ter um alto contraste entre as cores de frente e de fundo.

8. Opções de ampliação: a página deve ter a possibilidade de aumentar o tamanho do que está exposto (fontes e imagens).

9. Formatos não comuns: quando se utilizam arquivos em formatos não convencionais, deve-se incluir textos alternativos ou uma página que contenha a informação original no formato só texto.

10. Compatibilidade com vários navegadores.

11. Opção multilinguística: possibilidade de acesso a um tradutor online.

12. Uso de maiúsculas.

13. Estilo uniforme: atentar para a uniformidade de critério dentro do sítio, permitindo que o usuário saiba como guiar-se.

14. Uso do teclado ao invés do mouse.

15. Provedor inacessível: prever a possibilidade de a página da web estar hospedada em servidores gratuitos, que utilizam banners com anúncios publicitários ou avisos na página.

16. Redação: texto claro garante melhor compreensão.

17. Folhas de estilo em cascata: as folhas de estilo abreviam documentos, já que isolam fragmentos do formato de diversas páginas em um arquivo único que poderá ser aplicado em várias páginas.

4. O ESTUDO DE CASO

O foco desta pesquisa foi a análise inicial de acessibilidade do AVA SOLAR, voltada para usuários com deficiência visual. O SOLAR é o Ambiente Virtual de Aprendizagem que dá suporte às atividades acadêmicas desenvolvidas na Universidade Federal do Ceará, em especial nos cursos semipresenciais da UFC, geridos pelo Instituto UFC Virtual.

Até o início da escrita deste artigo, foram contempladas duas fases de testes. A primeira fase contemplou as avaliações automáticas das 3 seções principais do sistema, a saber: seção de disciplinas (conteúdos), seção de atividades (fórum, portfólio e acompanhamento) e seção de interação (*chat* e fórum).

A segunda fase contemplou a avaliação manual de acessibilidade com dois usuários com deficiência visual (baixa visão). Os produtos dessas duas fases geraram documentações com as especificações dos itens em não conformidade com os padrões de acessibilidade. E, a partir dos testes realizados diretamente com os usuários, foram sugeridas correções e melhorias, conforme ilustra a Figura 2, em um modelo iterativo das atividades. A equipe de desenvolvimento de sistemas responsável pela

manutenção do AVA SOLAR absorveu a documentação e prossegue implementando as adaptações necessárias.

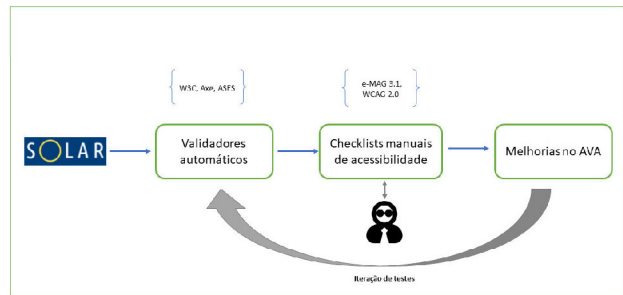


Figura 2. Iteração dos testes e implementação de melhorias no estudo de caso do AVA SOLAR. (Fonte: o autor)

4.1 Avaliação automática de acessibilidade

4.1.1 Usuários

- 5 usuários: 2 analistas e 3 programadores.

4.1.2 Materiais

- Ambiente de testes: <http://solarteste.virtual.ufc.br>
- Navegador Google Chrome v. 61.0.3163.100
- Validador de padrões W3C
- Extensão AXE para Chrome (64bits)
- Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios (ASES)

4.1.3 Procedimentos

Primeiramente, a equipe dividiu a demanda de páginas a testar entre os 5 usuários e aplicou o validador de padrões W3C nas telas referentes à página inicial, à lista das disciplinas e de aulas. Em seguida, foi aplicado à página de atividades (fórum, portfólio e acompanhamento), chat e agenda. Procedimento semelhante foi adotado ao aplicar a extensão AXE no navegador Google Chrome, conforme é mostrado na Figura 3.

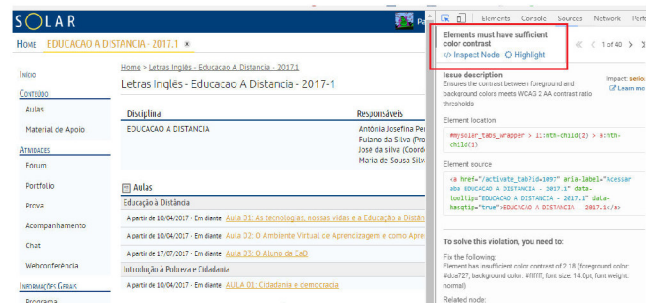


Figura 3. Tela com exemplo de resultado da extensão de validação automática AXE no navegador chrome apontando erros nos elementos de alto contraste. (Fonte: o autor.)

Já para o caso de aplicar a validação através do ASES, os códigos das páginas em separado foram submetidos na página da ferramenta pela opção de “Validação por upload de arquivos”. Todos os dados foram compilados em planilhas, conforme relatado na Subseção 4.1, e os erros em repetição descartados.

4.2 Avaliação manual de acessibilidade

4.2.1 Usuários

- 2 usuários com deficiência visual (Baixa Visão), possuindo experiência de utilização em ambientes virtuais.
- 3 avaliadores (Um analista e dois bolsistas de iniciação científica da área de computação e sistemas e mídias digitais), sendo o analista mais experiente com avaliação de acessibilidade

4.2.2 Materiais

- Ambiente de testes: <http://solarteste.virtual.ufc.br>
- Navegador Google Chrome v. 61.0.3163.100
- Checklist manual de acessibilidade¹⁰
- Questionário guiado por tarefas para avaliação dos conteúdos das aulas¹¹
- Leitor de Telas NVDA v. 2015.3

1.2.3 Procedimentos

As avaliações manuais com os usuários foram feitas em dois momentos distintos com o intervalo de cerca de duas semanas entre as avaliações. No primeiro teste manual, com duração de até 45 minutos para cada usuário, foram avaliadas as mesmas telas submetidas aos validadores automáticos, sendo que, desta vez, buscando avaliar a qualidade da navegação dos usuários. Em seguida, os usuários preencheram o checklist manual de acessibilidade com o auxílio dos aplicadores.

No segundo teste, os usuários também dispuseram de até 45 minutos para avaliar a qualidade de navegação das aulas disponibilizadas em formato .pdf. O procedimento compreendeu desde a atividade do download da aula em arquivo até a leitura do documento através do leitor de telas NVDA e, eventualmente, o uso da lupa ou zoom disponíveis no sistema operacional.

5. AMBIENTE VIRTUAL SOLAR

O SOLAR 2.0 é sua versão mais recente deste AVA, operando desde o segundo período de 2014. O sistema foi projetado a partir de pesquisas realizadas na área de *design* de interfaces, usabilidade e acessibilidade. O software ainda tem a possibilidade de personalização e integração com ferramentas da Web 2.0 como, por exemplo: Mensagens Instantâneas e Google *Analytics*. Ferramentas como o Webfórum têm suporte à linguagem simbólica matemática, permitindo uma melhor interação das disciplinas da área de ciências exatas. Além disso, pode ser acessado de diferentes mídias e dispositivos, como é o caso de smartphones e tablets.

O ambiente SOLAR demanda atualmente avaliações contínuas e adaptações para absorver de forma efetiva novas tecnologias, incluindo adaptações para operar como um ambiente acessível e que ofereça condições de inclusão sociodigital. Desta forma, priorizou-se ações que o certifiquem como AVA acessível, ação para a qual este estudo pretende contribuir diretamente

5.1 Características gerais do AVA SOLAR

A arquitetura do AVA SOLAR se baseia no modelo cliente/servidor. Do lado servidor, a solução de compõe de um servidor web CentOS com uso de NGINX e Unicorn para a

aplicação e Banco de Dados PostgreSQL. E, do lado cliente, basicamente as operações de acesso pelos navegadores web. A Figura 4 traz um esboço da arquitetura do AVA SOLAR [16].

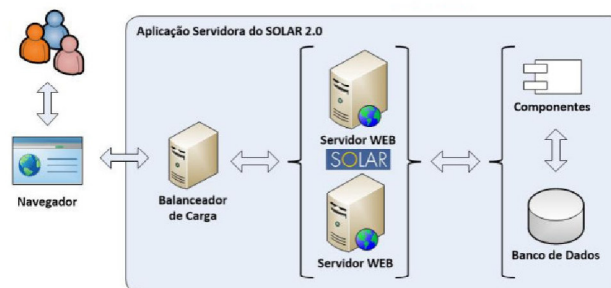


Figura 4. Arquitetura AVA SOLAR [16].

O AVA SOLAR possui os seguintes módulos:

- **Core de Integração de Módulos:** parte fundamental da arquitetura do sistema que será responsável pela comunicação entre os módulos componentes do AVA e o processo de integração destes. A criação de uma plataforma modular permite que novas funcionalidades sejam incorporadas através de novos módulos, ou atualização de existentes;
- **Gerência de Usuários e Controle de Acesso:** módulo responsável pelo cadastro de usuário, controle de senhas, criptografia de informações, controle de acesso do usuário, controle de permissões por perfil, dentre outras funcionalidades;
- **Integrador do AVA com Sistema Acadêmico:** módulo responsável pela integração entre o sistema de controle acadêmico utilizado pela Universidade Federal do Ceará e o AVA Solar 2.0;
- **Espaço Pessoal do Interagente:** módulo de controle do espaço individual de cada usuário, que deverá conter suas atividades, agenda, comunicação com amigos e acesso a disciplinas/cursos que está realizando;
- **Avaliação e Acompanhamento:** módulo responsável pelo acompanhamento das atividades e interações dos participantes de uma disciplina ou curso, bem como do processo de Avaliação dos cursistas;
- **Ferramentas de Comunicação:** criação das ferramentas de Webfórum, Chat, Mensagens Instantâneas, Avisos, E-mail, Webconferência;
- **Ferramentas de Conteúdo:** ferramentas que possibilitem Publicação de Aulas (desenvolvidas externamente ao ambiente), Cadastro de Materiais Didáticos e Importação de Aulas;
- **Ferramentas Administrativas:** módulo responsável pela geração de Relatórios do Sistema e dos interagentes, Criação de Perfis etc.;

¹⁰ <https://tinyurl.com/y9cwltx8>

¹¹ <https://tinyurl.com/ycnhmy8s>

- **Ferramentas de Curso:** módulo responsável pela Criação e Estruturação de Cursos; Alocação de Alunos, Criação de Turmas, etc.;

Mais informações referentes ao AVA SOLAR podem ser encontradas em http://www.solar.virtual.ufc.br/tutorials_login.

6. DISCUSSÕES E RESULTADOS

6.1 Avaliações automáticas

Os resultados das avaliações automáticas a partir do validador do W3C, da extensão AXE para Chrome e do avaliador ASES, trouxeram, como resultados, uma maioria considerável de erros críticos e sérios considerando os padrões web e as diretrizes do e-Mag 3.1. Foram feitas amostragens dos testes executados por telas, contendo a identificação da tela, os elementos de código envolvidos, as regras afetadas, o impacto, a referência da norma no WCAG 2.0 e as descrições e sugestões gerais.

O seguinte link (<https://tinyurl.com/y8yntsb>) contém um extrato de testes para uma disciplina, com a validação automática da tela inicial, aulas, material de apoio, fórum, portfólio, acompanhamento e chat. Segundo essa amostra, cerca de 90,7% dos erros eram classificados como críticos e 9,3% dos erros como sérios.

6.2 Avaliações manuais

6.2.1 Resultados da navegação geral nas telas analisadas

Os dois usuários com baixa visão utilizaram o leitor de telas NVDA para fazer as avaliações manuais. Quando a utilização da navegação com o leitor de telas era tornada inviável pelos conflitos de informações presentes, os usuários se valiam do recurso de aumentar a fonte no navegador em até 500%.

Foram encontradas diversas inconsistências nos elementos de navegabilidade, principalmente nas descrições de elementos como links, campos de texto, imagens e botões. Os dois usuários classificaram as dificuldades de navegabilidade como sendo relacionadas principalmente aos seguintes problemas:

A sequência de navegação do formulário de login tornou a ambientação com a tela principal do sistema confusa, principalmente porque a descrição de algumas figuras se confundiu com a descrição dos campos do formulário. Foi sugerida a mudança na descrição do formulário e mudanças no atributo “ALT” de descrição das imagens que se referiam ao “Acesso à Informação” e ao logotipo do governo “Brasil”. Foi sugerido “tornar mais clara” a descrição das caixas de entrada de login e senha quando o foco do cursor apontá-las, facilitando o retorno sonoro do leitor de telas.

A barra de acessibilidade no topo do sistema não estava corretamente configurada. Possuía somente os itens de atalhos (1 para Conteúdo, 2 para Menu e 3 para Busca) e Alto contraste. Faltavam os atalhos Aumentar fonte; Diminuir fonte; Fonte normal; Deveria possuir um link de "Acessibilidade" ou similar contendo todos os recursos de acessibilidade presentes do sistema.

Os menus deveriam estar em forma de lista ou itens. Nesse caso, o menu relacionado ao “Conteúdo” apresentava subitens ocultos não descritos corretamente. Deveria ser dado ao usuário a orientação correta acerca dos mesmos, e com atalhos para mostrar ou ocultar subitens.

Em relação à tela principal com as informações das disciplinas, o elemento relacionado à agenda não está acessível, pois foi criado em formato de tabela e os campos não são descritos corretamente fazendo com que o usuário se perca ao navegar na mesma.

Não foi fornecido um mapa do site para a indicação de páginas internas que não estão presentes no menu. O mapa do site deve ser disponibilizado em forma de lista de links, podendo conter quantos níveis forem necessários. Através do mapa do site, o usuário pode compreender melhor como o site é estruturado, além de poder ter acesso rápido a uma determinada página dentro do site. O link para o mapa do site deve ser disponibilizado próximo ao topo ou no menu principal, de maneira que o acesso a este link ocorra de forma rápida e facilitada.

6.2.2 Resultados da navegação nos conteúdos das aulas

Em relação aos problemas diretamente relacionados à navegação nas aulas, os usuários relataram que um dos pontos mais urgentes seria o acesso por atalhos no teclado à matriz de disciplinas disponibilizadas. E, também, na apresentação da aula, remeter o foco diretamente para a navegação via teclado quando é aberta a janela modal que dá acesso ao conteúdo. Ainda quanto à experiência de uso dessa janela modal, seria mais confortável para eles que fosse permitido o redimensionamento da janela sem perda de funcionalidade, o que pode ser descrito como um *design* responsivo desse elemento.

Alguns conteúdos em áudio e vídeo, rolagens e animações na aula de ambientação com o sistema não estavam corretamente descritos. Foi relatado que alguns desses elementos eram executados automaticamente sem o retorno adequado para o usuário. Nesses casos, ao usuário deve ser repassado o controle sobre esses elementos. Além disso, o usuário deve ser capaz de fechar, pausar, parar e reiniciar esses conteúdos. Alguns vídeos executados também não forneciam audiodescrição ou transcrição textual que pudesse ser ampliada.

As grades de apresentação das aulas não estavam organizadas de forma simples. Alguns links de acesso às aulas não estavam descritos ou estavam com informações repetidas.

O campo "Buscar" nas "Disciplinas ativas" não estava programado corretamente, os resultados não eram indicados corretamente. Quando o usuário insere um termo, o foco deve ser remetido para o início do resultado da pesquisa. No início do resultado, primeiramente, deve ser informado o resultado da busca como, por exemplo, "Foram encontrados 5 resultados para sua pesquisa" ou "O item pesquisado não foi encontrado".

Ainda sobre os testes de acessibilidade com o conteúdo das aulas foram aplicados testes manuais com os usuários para que estes pudessem ler os conteúdos dos arquivos das aulas em extensão .pdf. Os dois usuários tiveram dificuldades de navegar até o botão de impressão somente com o leitor de telas. Mesmo assim, utilizando o recurso de ampliação da tela conseguiram fazer o download dos arquivos.

A leitura dos arquivos com o leitor de telas ficou comprometida, pois os mesmos não foram construídos com a disposição da formatação dos parágrafos e das seções em formato acessível. As marcações que auxiliam o usuário na navegação desse tipo de documento não estavam disponíveis.

6.3 Melhorias realizadas no sistema

Uma das melhorias importantes já realizadas no sistema foi a implementação da barra de acessibilidade, que traz agora os atalhos devidamente identificados e lidos corretamente pelo leitor de telas, conforme a Figura 5.

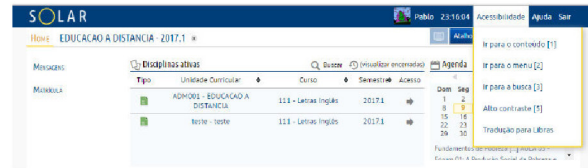


Figura 5. Barra de acessibilidade acessível

Outro resultado prévio já importante é que as porcentagens das principais páginas como a Home, a de acesso às aulas e material de apoio tiveram um aumento na porcentagem de acessibilidade pelo validador ASES, subindo de cerca de 77,6% de acessibilidade para 94,3% de conteúdos e elementos de navegação acessíveis. Houve ainda um feedback informal remetido por alguns professores, que utilizam o AVA, à equipe de desenvolvimento sobre as melhorias realizadas. São pontos que serão melhor explorados na continuação desse estudo de caso.

7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Com esse estudo de caso, foi possível constatar que boa parte dos problemas relacionados à implementação de acessibilidade em portais web e sistemas nasce da falta de iniciativa das instituições de fazer da acessibilidade um projeto permanente e, em alguns casos, do desconhecimento ou resistência inicial por parte dos desenvolvedores ao imaginar que as diretrizes que tornam o conteúdo acessível possam impactar no desempenho ou dificultar a produtividade na programação do portal ou sistema web. Porém, não é isso que ocorre na prática. A adoção da acessibilidade na confecção das páginas e aplicações para Internet não se caracteriza como limitação, ao contrário, as regras de acessibilidade tornam os documentos mais flexíveis, abrangentes, rápidos e fáceis de utilizar.

No entanto, o que é realmente necessário é que as instituições se comprometam a enfrentar os desafios da mudança, buscando novas práticas que exigem competências e habilidades que não eram exigidas até pouco tempo atrás. Nesse sentido, como proposta para trabalhos futuros, é deixado à universidade o legado de como seus sistemas podem ser adequados aos padrões de acessibilidade. Isso possibilita que, não só a aplicação SOLAR, como as demais aplicações utilizadas, possam, através de reuso dos componentes desenvolvidos no projeto e novas implementações baseadas neste estudo, adequar-se às legislações vigentes e promover um bom nível de acessibilidade em seus sistemas.

Além de promover capacitações e formação continuada, seria de enorme importância que as instituições investissem na criação de documentação própria para a promoção de acessibilidade virtual, como manuais que norteiem a criação de documentos digitais acessíveis, disponibilização de conteúdo acessível na EAD e práticas acessíveis, enfatizando desde a acessibilidade atitudinal até a garantia da acessibilidade em todas as etapas do processo, desde a divulgação de cursos até as avaliações pedagógicas. Pode auxiliar, nesse sentido, a criação de núcleos de pesquisa em acessibilidade, com equipe multidisciplinar, incluindo profissionais com deficiência que possam testar e dar credibilidade ao trabalho desenvolvido.

8. REFERÊNCIAS

- [1] Moreira de Oliveira, José Palazzo, Oliveira Camargo Brunetto, Maria Angélica de, Proença Júnior. **Adaptweb: um ambiente para ensino-aprendizagem adaptativo na Web.** Educar em Revista 2003. Disponível em en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155019882009>> ISSN 0104-4060
- [2] CENSO, I.B.G.E. **peças com deficiência. Amostra. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=794>>. Acesso em: 15 set. 2017.
- [3] PEREIRA, A., C., C. **Inclusão de pessoas com deficiência no trabalho e o movimento da cultura organizacional: análise multifacetada de uma organização.** 2011. 160f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação - Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- [4] Do Nascimento, C. V., de Menezes, C. S., & de Lira Tavares, O. 2012. **Uma arquitetura de acessibilidade para ambientes virtuais.** Em Memórias do XVII Congresso Internacional de Informática na Educação, TISE 2012, 5-7 Dezembro, Santiago, Chile pp. 352-358.
- [5] **W3C. Acessibilidade para o WAI.** Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>>. Acesso em: 28 set. 2017.
- [6] **W3C. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0)** Disponível em: <<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-PT/>>. Acesso em: 28 set. 2017.
- [7] **eMAG. Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico** Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: 28 set. 2017.
- [8] **BRASIL.** Ministério do Planejamento, orçamento e gestão. Secretaria de logística e tecnologia da informação. **Avaliação de 200 sites e e-serviços do governo eletrônico brasileiro;** ministério da educação, Secretaria da educação Profissional e tecnológica - Brasília: MP, SLTI, 2011.
- [9] **BRASIL.** Ministério do Planejamento, orçamento e gestão. **Estudo revela erros de acessibilidade em sites do governo.**

- Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/assuntos/logistica-e-tecnologia-da-informacao/noticias/estudo-revela-erros-de-acessibilidade-em-sites-do>> . Acesso em: 8 out. 2017.
- [10] CTA. IFRS. **Avaliação de Acessibilidade em Sites.** Disponível em: <http://cta.ifrs.edu.br/noticias/visualizar/95>. Acesso em: 29 set. 2017.
- [11] LEITHARDT, V. R. Q. et al. **Uma Solução para Acessibilidade E Interatividade Utilizando Navegadores Web E Ambientes Virtuais de Aprendizagem.** In: Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, 2011. 2010.
- [12] [11] BRAGA, Marta CG; ULBRICHT, Vania R. **Acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Abordagem Teórica.** InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação, v. 4, n. 2, 2007.
- [13] MADEIRA COELHO, Cristina et al. **Acessibilidade para pessoas com deficiência visual no Moodle.** Linhas Críticas, v. 17, n. 33, 2011.
- [14] SANTAROSA, Lucila Maria Costi et al. **Ambiente Virtual de Aprendizagem por Projetos - Eduquito: Espaço Para Inclusão Digital e Social de PNEE.** In: VII Congresso Iberoamericano de Informática en la Educación Especial-CIEE. 2007.
- [15] DA SILVA, Romario Antunes; LÜCKMAN, Ana Paula; WILBERT, Julieta Watanabe. **Acessibilidade de AVAs para o usuário PNEE: uma visão introdutória.** Accessibility of AVAs for handicapped users of PNEE: an introductory view. Revista ACB, v. 16, n. 1, p. 217-233, 2010.
- [16] Coutinho, Emanuel & Junior, Antônio & Ferreira Sarmiento, Wellington Wagner. (CBSOFT 2013). **Desenvolvimento de Aplicações para Educação à Distância: O Ambiente Virtual de Aprendizagem SOLAR.** Disponível em: <<http://cbsoft2013.unb.br/cbsoft/trilha-da-industria>>. Acesso em: 8 out. 2017.