Avaliação Empírica de Acessibilidade em Cartilha de Orientações Web

Lucas Camargo Gonçalves Martins[1], **Eliana Zen**[1]

[1]Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
Sao Vicente do Sul – RS – Brasil

martinslucas.cgm@gmail.com, eliana.zen@iffarroupilha.edu.br

Abstract. *Programming education is a challenge in Computing courses, especially for blind students, who do not benefit from visual resources. The lack of accessible materials and pedagogical strategies may compromise the learning process. In this context, a Guidelines Booklet for Teaching Programming to Blind Students was developed to support instructors in inclusive practices. Following automated accessibility validations and an empirical evaluation with users employing the NVDA screen reader, the results revealed barriers related to navigation and interaction with the interface, as well as positive aspects regarding compatibility with assistive technologies.*

Resumo. *A aprendizagem de programação é um desafio nos cursos da área de Computação, especialmente para estudantes cegos, que não se beneficiam de recursos visuais. A ausência de materiais e estratégias pedagógicas acessíveis pode comprometer o processo de aprendizagem. Nesse contexto, foi desenvolvida uma Cartilha de Orientações para o Ensino de Programação para Estudantes Cegos, voltada ao apoio docente em práticas inclusivas. Após validações automatizadas e avaliação empírica com usuários utilizando o leitor de telas NVDA, os resultados evidenciaram barreiras relacionadas à navegação e interação com a interface, além de aspectos positivos quanto à compatibilidade com Tecnologia Assistiva.*

1. Introdução

Promover a acessibilidade digital implica em eliminar barreiras que possam comprometer a interação de diferentes perfis de usuários com sistemas computacionais, garantindo o uso com autonomia e segurança [Brasil 2025]. No contexto de sistemas interativos, a adoção de princípios de usabilidade e acessibilidade é fundamental para garantir experiências inclusivas, especialmente para pessoas com deficiência visual [Melo 2014].

Com o objetivo de orientar o desenvolvimento de ambientes Web acessíveis, documentos normativos como as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG 2.2) [WCAG 2023] e a Norma Brasileira ABNT NBR 17.225:2025 estabelecem diretrizes e requisitos técnicos voltados à eliminação de barreiras de acessibilidade. Essas recomendações fundamentam-se em princípios do Desenho Universal, que propõe a criação de produtos e serviços utilizáveis pelo maior número possível de pessoas, independentemente de suas limitações [Góes and Costa 2022].

No âmbito educacional, essa abordagem se concretiza no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que visa reduzir barreiras e promover a inclusão por meio de

estratégias pedagógicas e recursos tecnológicos adequados às diferentes necessidades dos estudantes [Ribeiro and de la Higuera Amato 2018].

Nesse contexto, foi desenvolvida uma cartilha de orientações para apoiar docentes no ensino de Programação de Computadores para estudantes cegos, fundamentada nas principais dificuldades identificadas e validada por meio de grupo focal com pedagogos e professores de Educação Especial e de Programação [Zen et al. 2024].

Diante desse cenário, este artigo apresenta um Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal Farroupilha - Campus São Vicente do Sul (IFFAR-SVS), e descreve o processo de avaliação empírica de acessibilidade da Cartilha em questão. O estudo apresenta os resultados de avaliações com usuários utilizando o leitor de telas NVDA (*NonVisual Desktop Access*).

2. Embasamento Teórico

Esta seção apresenta os principais conceitos que constituem a base teórica deste trabalho. São discutidos os fundamentos de acessibilidade, destacadas as principais normas e diretrizes relacionadas ao contexto do estudo e descritos os métodos e abordagens de avaliação de acessibilidade.

2.1. Deficiência

Segundo a Lei Nº 13.146, de 2015, [Brasil 2015], uma pessoa com deficiência é aquela que possui impedimentos de longo prazo, seja físico, mental, intelectual ou sensorial, os quais, ao interagirem com uma ou mais barreiras, podem comprometer sua plena e efetiva participação na sociedade, em condições de igualdade com os demais indivíduos.

No ambiente educacional, estudantes com deficiência visual frequentemente enfrentam dificuldades relacionadas ao acesso a materiais didáticos, à utilização de softwares e à execução de atividades, principalmente em disciplinas que dependem fortemente de elementos visuais, como a Programação de Computadores [Zen 2024].

Nesse contexto, o uso de recursos de acessibilidade e de Tecnologia Assistiva (TA) torna-se fundamental para promover autonomia, maior acesso à informação e favorecer a participação de estudantes em práticas educacionais inclusivas [CAT 2009].

2.2. Acessibilidade

A Lei Nº 13.146, de 2015, [Brasil 2015], define acessibilidade como sendo a capacidade e condição de uma pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida de utilizar, com segurança e autonomia, espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, sistemas de informação e comunicação, bem como outros serviços e instalações públicos ou privados, de uso individual ou coletivo, tanto em áreas urbanas quanto rurais.

Em se tratando de sistemas interativos, a acessibilidade está associada à facilidade de uso e, por consequência, à qualidade da experiência do usuário [Melo 2007]. De forma geral, refere-se à eliminação de barreiras que possam dificultar ou inviabilizar a interação de diferentes perfis de usuários com a interface de um sistema, independentemente da existência de algum tipo de deficiência [Barbosa and Silva 2010a].

Com o objetivo de orientar a implementação da acessibilidade em ambientes digitais, diferentes documentos normativos e conjuntos de diretrizes vêm sendo publicados nos últimos anos. Neste trabalho, destacam-se as recomendações da WCAG

2.2 [WCAG 2023] e da norma ABNT NBR 17.225 [ABNT 2025], ambas voltadas à padronização do desenvolvimento de páginas e aplicações Web acessíveis, buscando atender a diversos perfis de usuários. Esses documentos são apresentados com maior detalhamento nas Subseções 2.4.1 e 2.4.2.

A acessibilidade permite que diferentes pessoas utilizem o sistema, tornando necessária a compatibilidade com recursos de TA [Camelo et al. 2023]. Além disso, compreender a acessibilidade incentiva a criação de soluções que atendam diferentes perfis de usuários [Melo 2007].

2.3. Tecnologia Assistiva

O conceito de TA surgiu no final da década de 1980, nos Estados Unidos [Braga 2020], e é utilizado para representar uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a autonomia, a independência, a qualidade de vida e a inclusão social de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida [Brasil 2015].

Seu propósito é auxiliar os usuários em diferentes contextos da vida cotidiana, incluindo sistemas computacionais [Bersch 2008]. Em se tratando especificamente de pessoas com deficiência visual, entre os diversos recursos de TA disponíveis, destacam-se os softwares leitores de tela, que constituem o principal recurso utilizado por esse público para a interação com sistemas digitais [Zen et al. 2022].

Entre os principais softwares leitores de tela utilizados por pessoas com deficiência visual, destacam-se:

- O NVDA *(NonVisual Desktop Access)* - Trata-se de um software livre, de código aberto, destinado à plataforma Microsoft Windows [Acess 2026].
- JAWS *(Job Access With Speech)* - Software que fornece saída de fala em diversos idiomas e suporte à saída em Braille, sendo compatível com os aplicativos de computador mais utilizados [JAWS 2026].

A integração entre acessibilidade e TA é fundamental para promover a inclusão e reduzir barreiras enfrentadas por estudantes com deficiência [Vigentim 2014]. Para estudantes com deficiência, a utilização de TA torna-se essencial para poderem superar as limitações a serem enfrentadas e, consequentemente, auxiliar no processo de aprendizagem [Frazão et al. 2020].

2.4. Normas e Diretrizes de Acessibilidade

Esta subseção aborda as principais normas e diretrizes de acessibilidade relacionadas ao desenvolvimento de conteúdos e aplicações Web. São apresentados os documentos WCAG 2.2 e a NBR 17.225, abordando seus princípios e níveis de conformidade.

2.4.1. WCAG 2.2

o *World Wide Web Consortium*[1] (W3C) por meio da *Web Accessibility Initiative* [2] (WAI), disponibiliza normas e materiais de apoio para promover a acessibilidade na Web [WAI 2025].

[1]https://www.w3.org/

[2]https://www.w3.org/WAI/

Entre os principais documentos está o WCAG, atualmente na versão 2.2, que apresenta diretrizes organizadas nos princípios Perceptível, Operável, Compreensível e Robusto, visando o desenvolvimento de sistemas acessíveis e compatíveis com TA [WCAG 2023]. O WCAG especifica três níveis de conformidade (A, AA e AAA), permitindo que sites atendam desde requisitos básicos até avançados de acessibilidade, garantindo que o conteúdo seja utilizável pelo maior número possível de usuários.

2.4.2. NBR 17.225

No Brasil, no início de 2025, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a NBR 17.225 (Acessibilidade em conteúdo e aplicações Web - Requisitos), que estabelece critérios para melhorar e facilitar a utilização de ambientes virtuais por usuários com algum tipo de deficiência. Buscando eliminar barreiras de acessibilidade. O documento está organizado em 15 seções, cada uma contendo requisitos e recomendações, seguindo os níveis de conformidade da WCAG 2.2 [ABNT 2025].

De maneira semelhante ao WCAG 2.2, a NBR 17.225 fornece mecanismos para avaliar o cumprimento de suas recomendações. Por meio dos níveis de conformidade, é possível verificar se um site ou aplicação atende a requisitos básicos, intermediários ou avançados de acessibilidade, facilitando a avaliação da eficácia do sistema desenvolvido.

3. A Cartilha de Orientações

A maioria dos desafios e barreiras educacionais enfrentados por estudantes com deficiência visual no processo de aprendizagem de Programação de Computadores está associada à limitada compreensão, por parte dos docentes, sobre as necessidades e preferências desses alunos. Diante disto, com o objetivo de promover a inclusão desses estudantes nos cursos de Computação e contribuir para uma maior compreensão dos desafios enfrentados por discentes cegos nas disciplinas de Programação, foi elaborada uma Cartilha de Orientações para o ensino de Programação de Computadores para estudantes cegos [Zen 2024] .

O material foi elaborado como uma cartilha digital interativa voltada ao apoio docente em práticas inclusivas, reunindo orientações pedagógicas e recursos acessíveis para apoiar o planejamento de aulas, atividades e avaliações. A primeira versão da Cartilha foi disponibilizada em HTML, publicada em repositório GitHub[3], acessível em: *https://shre.ink/PrimeiraVersaoCartilhaHTML.*

3.1. Estrutura e Conteúdo da Cartilha

Buscando oferecer aos docentes um material estruturado para consulta e apoio à tomada de decisão pedagógica, a cartilha está organizada em seções e subseções. Seu conteúdo apresenta:

- Desafios enfrentados por estudantes cegos no aprendizado de Programação de Computadores e na realização de atividades da área;
- Conceitos sobre deficiência visual, suas classificações e recursos de Tecnologia Assistiva, como leitores de tela e displays Braille;

[3]https://github.com

- Estratégias para o ensino de programação, incluindo orientações para organização dos conteúdos e mediação pedagógica;
- Recomendações para adaptação de materiais didáticos, desenvolvimento de atividades e elaboração de avaliações acessíveis.

3.2. Funcionalidades da Nova Versão

Durante o desenvolvimento da cartilha Web, foram incorporados recursos de acessibilidade, como HTML semântico, navegação por teclado, contraste visual, responsividade e compatibilidade com leitores de tela, como o NVDA. Também foram aplicadas recomendações da WCAG 2.2 e da NBR 17.225, sendo os recursos posteriormente verificados por validadores automatizados e avaliações empíricas de acessibilidade.

Além do conteúdo textual, a nova versão da Cartilha incorpora funcionalidades interativas que permitem ao usuário:

- Navegação hierárquica entre seções e subseções;
- Acesso estruturado às recomendações pedagógicas e conteúdos organizados por temas;
- Interação por teclado e navegação compatível com leitores de tela;
- Acesso ao conteúdo em formato Web acessível, favorecendo autonomia na consulta do material; e,
- Enviar sugestões de conteúdo e melhorias.

A Figura 1 apresenta a interface inicial da cartilha digital, estruturada em três partes principais: (1) o menu superior, que reúne funcionalidades relacionadas à navegação e ao envio de sugestões e materiais; (2) o menu lateral esquerdo, no qual são disponibilizados o sumário e os tópicos da cartilha para acesso rápido às seções; e (3) a área de conteúdo, onde o material da cartilha é efetivamente apresentado.

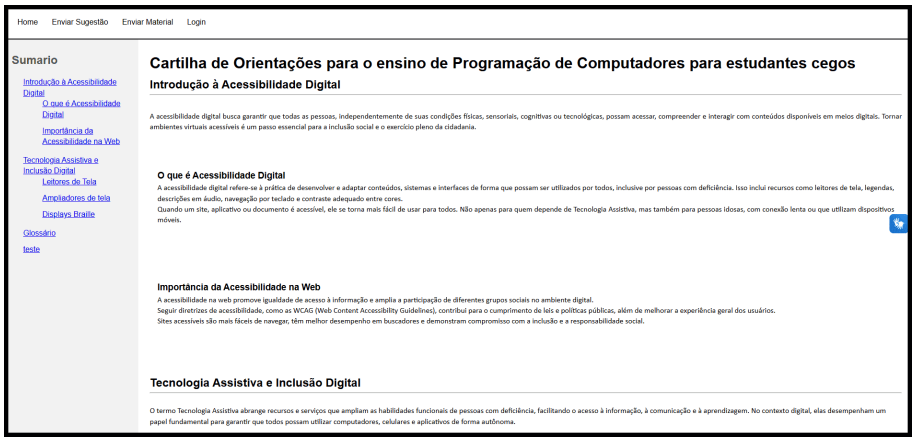

Figura 1. Tela inicial da cartilha digital interativa.

O administrador possui funcionalidades para o gerenciamento da cartilha, incluindo:

- Cadastro, edição, exclusão e ordenação de seções e subseções;
- Gerenciamento de usuários administradores, incluindo adição e remoção.

A Figura 2 ilustra a interface utilizada para o cadastro de subseções na cartilha. Nesta parte, é possível inserir o título e o conteúdo da subseção, utilizar ferramentas básicas de formatação textual, selecionar a seção correspondente e realizar o cadastro do material no sistema.

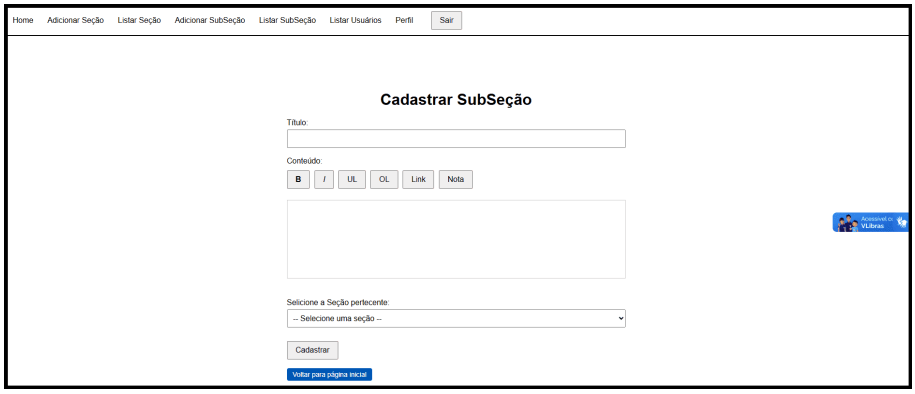

Figura 2. Interface utilizada para o cadastro de subseção.

4. Metodologia

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e exploratória, o foco foi a avaliação da acessibilidade da cartilha de orientações Web voltada ao ensino de Programação de Computadores, considerando aspectos técnicos de acessibilidade e a interação de usuários com o sistema por meio do uso de TA.

A avaliação de acessibilidade tem como objetivo identificar barreiras que comprometem o uso de sistemas interativos e apontar as adequações necessárias para a remoção dessas barreiras [Freire 2008]. Os métodos de avaliação de acessibilidade podem envolver diferentes abordagens, incluindo o uso de ferramentas automatizadas de validação, a análise realizada por especialistas na área e a participação de usuários que representem o público-alvo do sistema [Bach 2009].

Neste trabalho, foi realizada, inicialmente, uma avaliação técnica de acessibilidade por meio do uso de ferramentas de validação automatizada, com o objetivo de identificar barreiras relacionadas à conformidade com diretrizes e normas de acessibilidade para a Web.

Ao utilizar ferramentas automatizadas, realiza-se uma análise do código e do conteúdo do sistema, permitindo a identificação de barreiras, a verificação da conformidade com diretrizes estabelecidas e a geração de relatórios que apoiam a correção de problemas [Gonçalves 2021]. Apesar de não substituírem integralmente os testes conduzidos com usuários, os validadores automatizados de acessibilidade contribuem de forma significativa para o processo de desenvolvimento [Ribeiro and Silva 2019].

A partir dos testes com validadores automatizados, foram identificadas barreiras de acessibilidade relacionadas à estrutura semântica do código HTML5, como a presença de listas com elementos filhos diretos, o que pode afetar a interpretação semântica do conteúdo por leitores de tela, dificultando a compreensão da organização da hierarquia das informações. Também foi identificada a necessidade de revisão do uso do elemento

aria-label, a ferramenta recomendou a utilização de rótulos visíveis em links. O uso inadequado desse recurso pode fazer com que o texto exibido seja diferente do nome acessível, dificultando a navegação de usuários que utilizam leitores de tela.

Os resultados obtidos possibilitaram o aprimoramento da Cartilha, assegurando sua conformidade com as recomendações de acessibilidade. Em seguida, foi realizada uma avaliação empírica de acessibilidade com usuários, com o objetivo de compreender aspectos da experiência de uso, das estratégias de interação adotadas e das dificuldades enfrentadas durante a execução de tarefas em ambientes digitais acessíveis.

A avaliação conduzida com usuários que apresentam diferentes habilidades e/ou deficiências permite observar as estratégias de interação adotadas durante a realização de tarefas típicas em variados contextos de uso. Esse tipo de avaliação possibilita a análise do desempenho dos usuários no uso de TA, além de contribuir para a identificação das dificuldades enfrentadas ao longo da interação com o sistema [Melo et al. 2004].

Participaram desta etapa estudantes do quarto semestre do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFFAR-SVS, matriculados na disciplina de Interação Humano-Computador.A coleta de dados ocorreu por meio da observação direta da interação dos participantes com o sistema e do registro de percepções qualitativas obtidas após a realização das atividades propostas. A análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa, buscando identificar padrões de uso, problemas recorrentes e oportunidades de melhoria relacionadas à acessibilidade e à usabilidade do sistema avaliado.

Por fim, foi realizado um grupo focal com os participantes, técnica qualitativa de pesquisa que reúne um pequeno grupo de pessoas para discutir um tema específico. A sessão é conduzida por um moderador experiente, responsável por orientar a discussão a partir de um roteiro previamente definido e por assegurar que todos os participantes tenham a oportunidade de expressar suas opiniões. Essa abordagem é utilizada para coletar percepções, gerar ideias e identificar expectativas, permitindo a obtenção de diferentes perspectivas em um curto período de tempo [Barbosa and Silva 2010b].

Os procedimentos específicos da avaliação empírica, bem como o perfil dos participantes e o contexto de aplicação dos testes, são descritos de forma detalhada na Seção 5.

5. Avaliação empírica de Acessibilidade no sistema

Com o objetivo de compreender os desafios de interação e o uso de TA, foi realizada uma avaliação empírica de acessibilidade no sistema. A avaliação de acessibilidade com usuários foi organizada em três fases:

1. *Workshop* introdutório sobre o uso do leitor de tela NVDA, com o objetivo de familiarizar os participantes sobre o funcionamento e os principais comandos de uso da TA;
2. Realização de teste de usuário, em que os participantes foram convidados a realizar tarefas pré-estabelecidas para verificar a acessibilidade e usabilidade do sistema proposto;
3. Realização de um grupo focal, após o termino do teste de usuário, com objetivo de coletar sugestões e percepções dos participantes sobre o uso do sistema e da TA. O áudio da discussão realizada no grupo focal foi registrada para análise posterior.

Antes de iniciar as atividades, todos os participantes foram informados sobre os objetivos do teste e concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após o *Workshop* sobre o NVDA e seus principais comandos, para a realização das tarefas, os participantes foram divididos em 5 duplas: um dos participantes executava o papel de ”usuário do sistema”, executando as tarefas do teste; o outro estudante executava o papel de ”analista”, observando e anotando se haviam sido finalizadas com êxito ou não, bem como as dificuldades de interação encontradas.

Os testes de usuário foram divididos em duas etapas:

1. etapa: executar as tarefas representativas descritas na Tabela 1, sem o uso de monitor e com o auxílio do leitor de tela, para avaliar a acessibilidade do sistema; e,
2. etapa: executar as mesmas tarefas, mas com o uso do monitor, visando testar a usabilidade do sistema.

Tabela 1. Categorias de tarefas executadas na avaliação empírica

Tarefas	Objetivo
T1-T2	Exploração da cartilha e consulta a conteúdos (navegação e localização de informação)
T3	Envio de sugestões por formulário (interação com formulários)
T4-T9	Gerenciamento de conteúdo envolvendo autenticação, cadastro, edição, listagem e exclusão
T10	Reorganização da estrutura do conteúdo (ordenação e consistência)

Considerando que atualmente não há estudantes cegos matriculados nos cursos da área de Computação no Campus, para a realização da avaliação foram convidados os estudantes do quarto semestre do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFFAR-SVS matriculados na disciplina de Interação Humano-Computador. Mesmo não sendo usuários cegos, esses estudantes possuíam certo nível de conhecimento sobre usabilidade e acessibilidade e poderiam identificar potenciais barreiras e problemas de uso que possam afetar pessoas com deficiência visual. Embora voltada principalmente a docentes, a avaliação concentrou-se na acessibilidade da interface para usuários com deficiência visual, em consonância com princípios do Desenho Universal.

6. Resultados e Discussão

Os testes com usuários foram realizados no mês de novembro de 2025, no Laboratório de Informática 05, localizado no prédio do Centro de Informática e Tecnologia (CIET) do IFFar-SVS. Participaram 10 estudantes, divididos em cinco grupos, com dois participantes em cada grupo. O trabalho foi conduzido pelos pesquisadores responsáveis pelo estudo.

Na primeira etapa do teste, os estudantes deveriam realizar as tarefas sem auxílio do monitor. Enquanto o Grupo 1 conseguiu realizar todas as tarefas, ainda que cometendo alguns erros, o Grupo 5 apresentou dificuldades em praticamente todas as etapas. De maneira geral, observou-se que alguns grupos executaram as tarefas com maior facilidade, enquanto outros enfrentaram obstáculos significativos. Os resultados revelaram a existência de três barreiras de acessibilidade no sistema:

- Problemas relacionados à navegabilidade entre os elementos da interface. Alguns participantes tiveram dificuldade para localizar determinados elementos necessários para concluir as tarefas, enquanto outros não compreenderam claramente a diferença entre as nomenclaturas “Seção” e “Subseção”.
- Falhas na leitura realizada pelo leitor de telas. Os participantes relataram que, em alguns momentos, o leitor não lia certos elementos ou deixava de informar quando um item estava selecionado.
- Dificuldades para interagir com *links* e outros elementos dos formulários.

Os testes realizados com o uso do monitor apresentaram resultados superiores, com nove das dez tarefas concluídas por todos os grupos. Embora a execução das atividades tenha ocorrido sem grandes dificuldades, ainda foram identificados alguns pontos que precisariam de melhoria no sistema:

- Falta de *feedback* do sistema, como a ausência de confirmação após o envio de alguns formulários;
- Questões de usabilidade relacionadas a uma caixa de texto que não quebrava linha automaticamente, este erro ocorreu no formulário de adição de nova seção. O participante relatou que a caixa de texto não realizava a quebra de linha automática, exigindo que o usuário pressionasse a tecla ”Enter” manualmente para organizar o texto.

Os problemas encontrados foram relacionados a pequenos ajustes que não impediram a conclusão das tarefas, mas que quando corrigidos, podem melhorar a experiência do usuário.

Após a realização das tarefas práticas, deu-se início ao grupo focal, no qual os usuários puderam compartilhar suas sugestões e percepções sobre o sistema. A atividade foi conduzida pelo estudante responsável por este trabalho e acompanhada por sua orientadora, que realizou os questionamentos norteadores da discussão. Entre os tópicos abordados, destacaram-se: se todas as tarefas foram concluídas com êxito (com e sem o uso do monitor); quais barreiras de acessibilidade foram encontradas durante o uso do sistema; quais dificuldades ocorreram especificamente no uso do leitor de telas; quais aspectos do sistema foram considerados mais acessíveis ou bem projetados; e, quais sugestões de melhoria ou adaptação poderiam tornar o sistema mais acessível.

Dentre os apontamentos, os participantes reforçaram que a falta de *feedback* do sistema após operações pode causar confusão, deixando o usuário sem saber se uma ação foi concluída com sucesso. Outro ponto mencionado foi a inconsistência na nomenclatura dos elementos da página: o botão “Sair”, responsável por realizar o *logout*, foi interpretado por um dos usuários como um comando para retornar à página anterior, o que acabou resultando no encerramento involuntário da sessão. Além disso, um participante sugeriu

a implementação de múltiplos caminhos para acessar uma mesma funcionalidade, permitindo maior flexibilidade na navegação.

Os participantes também relataram dificuldades relacionadas ao uso do leitor de telas, observando que, em alguns momentos, o software deixava de anunciar determinados elementos. Outra barreira mencionada foi a confusão entre elementos do site e elementos do próprio navegador, o que levou alguns usuários a acessar, erroneamente, a barra de favoritos ou a barra de endereço, causando desorientação durante a navegação. Por fim, os participantes destacaram que a identificação de elementos interativos ainda representa um obstáculo, sendo os links mais fáceis de localizar do que os botões.

Os resultados obtidos ressaltam a importância de realizar testes com usuários para identificar barreiras de acessibilidade. Problemas relacionados à navegação, falhas na leitura realizada pelo leitor de telas e dificuldades de interação não são identificados por validadores automatizados. Entretanto, esses obstáculos podem impactar negativamente a experiência de usuários com deficiência ou até mesmo impedir que determinadas funcionalidades sejam utilizadas por eles.

Esses fatores demonstram que, além de seguir regras técnicas, é essencial considerar as diferentes necessidades, experiências e estratégias de interação dos usuários. Isso reforça a importância de desenvolver sistemas que se adaptem às pessoas, em vez de esperar que as pessoas se adaptem aos sistemas.

7. Considerações Finais

Este trabalho apresentou uma avaliação empírica de acessibilidade aplicada a uma cartilha de orientações Web voltada ao ensino de Programação de Computadores para estudantes com deficiência visual. A partir da realização de testes com usuários e da aplicação da técnica de grupo focal, foi possível identificar barreiras de acessibilidade e questões de usabilidade que impactam a interação com o sistema, no uso de TA, como leitores de tela.

Os resultados obtidos evidenciaram que, embora o sistema atenda a requisitos básicos de acessibilidade e cumpra seu propósito de disponibilizar conteúdo de forma inclusiva, ainda existem aspectos que demandam melhorias. Problemas relacionados à navegabilidade, à ausência de feedback do sistema e à identificação de elementos interativos demonstram que ajustes pontuais podem contribuir significativamente para aprimorar a experiência de uso, sobretudo para usuários que dependem exclusivamente de recursos de TA.

Como limitação do estudo, destaca-se o perfil dos participantes envolvidos na avaliação, que não incluía pessoas com deficiência visual nem usuários experientes no uso de TA. Embora os estudantes participantes possuíssem conhecimento prévio sobre acessibilidade e usabilidade, essa característica restringe a generalização dos resultados para o público-alvo final do sistema. Ainda assim, a avaliação realizada contribuiu para a identificação de problemas relevantes e forneceu subsídios importantes para a evolução do sistema.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar a avaliação com a participação de usuários com deficiência visual e experiência no uso de diferentes recursos de Tecnologia Assistiva, de modo a obter uma compreensão mais aprofundada das barreiras enfrentadas. Além disso, destaca-se a necessidade de concluir a padronização visual do sistema, im-

plementar um mecanismo de geração automática de arquivos PDF acessíveis a partir do conteúdo Web e desenvolver novos recursos interativos que ampliem a acessibilidade e a usabilidade da cartilha.

Referências

ABNT, A. B. d. N. T. (2025). Acessibilidade em conteúdo e aplicações web - requisitos, abnt nbr 17225:2025.

Acess, N. (2026). Nv access. [Online; accessed 2026-01-28].

Bach, C. F. (2009). Avaliação de acessibilidade na web: estudo comparativo entre métodos de avaliação com a participação de deficientes visuais. Master's thesis.

Barbosa, S. and Silva, B. (2010a). *Interação humano-computador*. Elsevier Brasil.

Barbosa, S. D. J. and Silva, B. S. d. (2010b). *Interação Humano-Computador*. Elsevier, Rio de Janeiro. Recurso eletrônico.

Bersch, R. (2008). Introdução à tecnologia assistiva. *Porto Alegre: CEDI*, 21.

Braga, C. R. M. (2020). Tecnologias assistivas: inclusão e acessibilidade através da computação.

Brasil (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. `https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm`. [Accessed 31-03-2025].

Brasil (2025). Acessibilidade digital — governo digital. `https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-e-usuario/acessibilidade-digital`. [Online; accessed 2025-09-03].

Camelo, L. S. S., da Silva, I. M., de Lima, J. P., de Sousa, B. S., dos Santos, S. S., and Mota, M. P. (2023). Investigando a acessibilidade nos currículos de cursos de ensino superior em computação no brasil. In *Workshop em Culturas, Alteridades e Participações em IHC (CAPAihc)*, pages 44–49. SBC.

CAT, C. d. A. T. (2009). Tecnologia assistiva.

Frazão, A. A. N., Zaqueu, L. d. C. C., Mendonça, Í. d. P. S., Silva, T. N. F., and da Silveira, F. M. (2020). Tecnologia assistiva: Aplicativos inovadores para estudantes com deficiência visual. *Brazilian Journal of Development*, 6(11):85076–85089.

Freire, A. P. (2008). *Acessibilidade no desenvolvimento de sistemas web: um estudo sobre o cenário brasileiro*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.

Góes, A. R. T. and Costa, P. d. (2022). Do desenho universal ao desenho universal para aprendizagem. *Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva*, 1:1.

Gonçalves, V. d. S. (2021). Avaliação automática de acessibilidade em interfaces de usuário de aplicações móveis.

JAWS (2026). Jaws - freedom scientific — software leitor de telas — tecassistiva. [Online; accessed 2026-01-28].

Melo, A. M. (2007). Design inclusivo de sistemas de informação na web.

Melo, A. M. (2014). Acessibilidade e inclusão digital. *Livro dos Tutoriais do XIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 29–54.

Melo, A. M., Baranauskas, M. C. C., and Bonilha, F. F. G. (2004). Avaliação de acessibilidade na web com a participação do usuário: um estudo de caso. *Simpósio Sobre Fatores Humanos Em Sistemas Computacionais*, 6:181–184.

Ribeiro, G. R. d. P. S. and de la Higuera Amato, C. A. (2018). Análise da utilização do desenho universal para aprendizagem. *Cadernos de Pós-graduação em Distúrbios do Desenvolvimento*, 18(2).

Ribeiro, J. F. and Silva, B. S. d. (2019). Estudo comparativo de avaliadores automáticos de acessibilidade web na avaliação formativa.

Vigentim, U. D. (2014). Tecnologia assistiva: analisando espaços de acessibilidade às pessoas com deficiência visual em universidades públicas.

WAI, W. W. A. I. (2025). Lista de ferramentas de avaliação de acessibilidade da web — iniciativa de acessibilidade da web (wai) — w3c. [Online; accessed 2025-06-04].

WCAG (2023). Diretrizes de Acessibilidade para Conte&xFA;do Web (WCAG) 2.2 — w3c.br. `https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag22-pt-BR/`. [Accessed 07-04-2025].

Zen, E. (2024). Diretrizes de acessibilidade em ambientes de desenvolvimento integrado para estudantes cegos.

Zen, E., Siedler, M. d. S., da Costa, V. K., and Tavares, T. A. (2022). Assistive technology to assist the visually impaired in the use of icts: A systematic literature review. In *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Information Systems*, pages 1–8.

Zen, E., Tavares, T. A., da Costa, V. K., Rissetti, G., and Martins, L. C. G. (2024). Recomendaçoes para o ensino de programaçao de computadores para estudantes cegos. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 2013–2024. SBC.