RΣCΣT
e-ISSN: 2763-8855

Revista Eletrônica de Ciências Exatas e Tecnológicas
Vol. 7 (2026)

Periódicos disponíveis no Portal de Periódicos UFRB
https://periodicos.ufrb.edu.br/recet/



Artigo Original
DOI: 10.66983/recet.v7i1.5362

Uma pesquisa-ação para aperfeiçoamento da acessibilidade do sistema NUPI

DOS SANTOS, Jan C. G.*,a,1 e VALLE, Tassio F.†,a,2

[a] *Universidade Federal do Recôncavo da Bahia*

Submitted: 28 abr. 2025 Approved 16 out. 2026 Published 20 out. 2026

Resumo

Este estudo teve como objetivo investigar e aprimorar a acessibilidade digital do sistema Atendimento NUPI (Núcleo de Políticas Inclusivas) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), com foco na criação de um ambiente mais inclusivo para pessoas com deficiência. Utilizando uma abordagem de pesquisa-ação, foram realizadas intervenções baseadas nas diretrizes internacionais de acessibilidade, como o WCAG 2.1, visando corrigir barreiras de acessibilidade no sistema. As melhorias implementadas, como a adição de descrições acessíveis, textos alternativos e a otimização da navegação por teclado, resultaram em uma redução significativa nos problemas, com destaque para as páginas de Modal Editar Usuário e Modal Criar Usuário. A análise quantitativa, utilizando a ferramenta `Axe DevTools`, mostrou uma redução de 55% nos problemas de acessibilidade, beneficiando especialmente usuários com deficiência visual. Embora tenha havido avanços consideráveis, algumas questões, como contraste e visibilidade, ainda necessitam de ajustes futuros. As intervenções não só melhoraram a acessibilidade, mas também fortaleceram a inclusão digital na comunidade acadêmica da UFRB, reforçando o compromisso da universidade com a promoção da diversidade. Ao adotar práticas baseadas em dados concretos e abordagens sistemáticas, o Atendimento NUPI se posiciona como um modelo de boas práticas em acessibilidade digital, servindo de referência para outras instituições educacionais.

Palavras-chave: *Acessibilidade Web. Melhorias de Acessibilidade. `Axe DevTools`. Análise Quantitativa de Acessibilidade. Tecnologias Assistivas.*

Abstract

This study aimed to investigate and improve the digital accessibility of the NUPI (Núcleo de Políticas Inclusivas) Service system at the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), with a focus on creating a more inclusive environment for people with disabilities. Using an action research approach, interventions were carried out based on international accessibility guidelines, such as WCAG 2.1, aiming to correct accessibility barriers in the system. The improvements implemented, such as the addition of accessible descriptions, alternative texts and optimization of key28 board navigation, resulted in a significant reduction in `issues`, with emphasis on the Modal Edit User and Modal Create User pages. Quantitative analysis, using the `Axe DevTools` tool, showed a 55% reduction in accessibility problems, especially benefiting users with visual impairments. Although there have been considerable advances, some `issues`, such as contrast and visibility, still require future adjustments. The interventions not only improved accessibility, but also strengthened digital inclusion in the UFRB academic community, reinforcing the university's commitment to promoting diversity. By adopting practices based on concrete data and systematic approaches, NUPI Services positions itself as a model of good practices in digital accessibility, serving as a reference for other educational institutions.

Keywords: *Web Accessibility. Accessibility Improvements. `Axe DevTools`. Quantitative Accessibility Analysis. Assistive Technologies.*

Sumário

1 INTRODUÇÃO 58
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 58
2.1 Acessibilidade e Tecnologia Assistiva 58
2.2 Acessibilidade na web 58
2.3 Avaliação da acessibilidade de páginas web 59
2.4 `Axe DevTools` 59
3 METODOLOGIA 60
4 RESULTADOS 61
4.1 Diagnóstico 61
4.2 Planejamento 62
4.3 Tomada de Ação 63
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS 64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 65
Referências 66
A IMAGENS DAS TELAS DO SISTEMA NUPI 67

Esta classe de documento foi preparada no Overleaf e compilada com XeLaTeX. Nenhum erro foi encontrado durante o processo de compilação.

B RESULTADOS ANTES E DEPOIS DAS INTERVENÇÕES IDENTIFICADAS PELO Axe DevTools **71**

1. INTRODUÇÃO

A acessibilidade digital é um requisito fundamental para a inclusão de pessoas com deficiência em ambientes informacionais. Segundo o Movimento Web Para Todos (2024), apenas $0,46\%$ dos sites brasileiros foram aprovados em todos os testes de acessibilidade em 2022, evidenciando a dimensão do problema no contexto nacional. Estudos recentes indicam que sistemas de instituições de ensino superior são particularmente afetados: análise comparativa de universidades federais e estaduais identificou não conformidades sistemáticas com o WCAG 2.1 (Batista; Baluz, 2026); levantamento baseado no e-MAG constatou falhas recorrentes nos portais das universidades federais brasileiras (Santos, A. T. C., 2023); e avaliação de portal institucional de periódicos científicos reportou barreiras de acesso para pessoas com deficiências auditiva e visual (Oliveira; Albuquerque, 2022).

O Núcleo de Políticas Inclusivas (NUPI) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) desenvolveu o Sistema Atendimento NUPI, uma aplicação web destinada a gerenciar solicitações de intérpretes de Libras para atividades acadêmicas e administrativas (ver Apêndice A). O sistema atende três perfis de usuários: solicitantes, intérpretes e administradores, e foi implementado com `React JS` e `Redux` no `front-end` e `MySQL`, `Sequelize` e `Express` no `back-end`. Entregue inicialmente como Produto Mínimo Viável (MVP), o sistema apresentou barreiras de acessibilidade, entre as quais a ausência de textos alternativos em elementos visuais, a falta de `labels` em campos de formulário e regiões não navegáveis por teclado. Diante disso, este estudo busca responder: *como aprimorar a acessibilidade digital do sistema NUPI de forma estruturada, mitigando barreiras de uso para pessoas com deficiência*? Com isso, este trabalho visa investigar e aprimorar a acessibilidade digital do Sistema Atendimento NUPI, adotando a metodologia de pesquisa-ação (Susman; Evered, 1978) estruturada em ciclos de diagnóstico, planejamento, intervenção, avaliação e reflexão, fundamentados nas diretrizes WCAG 2.1 e nas recomendações do W3C e ARIA (World Wide Web Consortium, 2024).

Este artigo está estruturado conforme segue: a Seção 2 apresenta o referencial teórico; a Seção 3 descreve a metodologia empregada; a Seção 4 reporta os resultados obtidos; a Seção 5 discute as intervenções realizadas; e a Seção 6 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

Este trabalho contribui ao propor intervenções práticas baseadas em dados reais de avaliação automatizada e manual, documentando um ciclo completo de aperfeiçoamento de acessibilidade em um sistema institucional de ensino superior, com potencial de replicação em iniciativas similares.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os conceitos centrais que embasam a pesquisa, estruturando-se em três eixos: os aspectos legais e sociais da acessibilidade, as diretrizes internacionais de acessibilidade na web e as técnicas de avaliação utilizadas para diagnosticar barreiras em interfaces digitais.

2.1. Acessibilidade e Tecnologia Assistiva

Em 2023, a Organização das Nações Unidas (ONU) destacou que aproximadamente 15% da população mundial vive com algum tipo de deficiência, o que equivale a cerca de $1,2$ bilhão de pessoas (Pessoas 2030, 2023). Esse dado reforça a urgência de implementar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, estabelecida em 2015, que visa promover um desenvolvimento inclusivo e sustentável até 2030. O relatório enfatiza que pessoas com deficiência enfrentam desafios significativos no acesso a transporte, serviços, espaços públicos e atividades de lazer, evidenciando a necessidade de ações concretas para garantir a acessibilidade e a inclusão dessa parcela da população (Pessoas 2030, 2023).

No contexto brasileiro, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2022, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelou que cerca de $18,6$ milhões de pessoas, ou $8,9\%$ da população com 2 anos ou mais, possuem algum tipo de deficiência (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022).

A legislação brasileira tem evoluído de forma significativa para promover a inclusão e garantir os direitos das pessoas com deficiência. A Constituição Federal de 1988 marcou o início dessa trajetória ao reconhecer a necessidade de normas específicas para assegurar acesso seguro e autônomo a espaços públicos, edifícios e transportes (Brasil, 1988). Em 2000, as Leis nº 10.048 e nº 10.098 reforçaram esses direitos, priorizando o atendimento preferencial e estabelecendo normas para eliminar barreiras arquitetônicas e de comunicação, adaptando espaços e transportes para inclusão (Brasil, 2000a,b).

Em 2009, o Decreto nº 6.949 consolidou a acessibilidade ao promulgar a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD) e seu Protocolo Facultativo. Incorporando a convenção da ONU ao ordenamento jurídico brasileiro, o decreto destacou que a deficiência resulta da interação entre limitações individuais e barreiras externas, redefinindo o conceito de participação plena e igualdade social conforme o artigo 1º da CDPD (Brasil, 2009).

Esses marcos legais culminaram na criação da Lei Brasileira de Inclusão (Brasil, 2015), conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência, que consolidou e ampliou os direitos das pessoas com deficiência. Essa lei estabelece diretrizes para eliminar barreiras e promover a participação plena em todas as esferas da sociedade, reforçando que tanto o poder público quanto as entidades privadas devem adotar medidas para garantir a igualdade de oportunidades, incluindo a acessibilidade física e digital.

2.2. Acessibilidade na web

A acessibilidade na web é essencial para assegurar que todas as pessoas, independentemente de suas habilidades, possam interagir com o conteúdo digital de forma igualitária. Nesse sentido, o World Wide Web Consortium (2024), fundado por Tim Berners-Lee, desempenha um papel central ao desenvolver padrões como as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) (W3C Web Accessibility Initiative, 2018), que orientam a criação de conteúdos perceptíveis, operáveis, compreensíveis e robustos, atendendo às necessidades de pessoas com limitações sensoriais, motoras e cognitivas. Apesar de sua importância, a aplicação das WCAG ainda enfrenta desafios, como falta de conhecimento técnico e implementação inadequada, destacando a necessidade de capacitação para profissionais do setor, conforme argumentado por (Ferreira, 2012), para garantir uma web mais inclusiva e acessível.

Complementando as WCAG, o WAI-ARIA (*Accessible Rich Internet Applications*) (W3C Web Accessibility Initiative, 2024) desempenha um papel crucial ao proporcionar propriedades que

tornam conteúdos dinâmicos mais acessíveis. Essa tecnologia é especialmente relevante para componentes da *web* que não possuem suporte nativo de acessibilidade, como menus interativos e *widgets* personalizados.

A prática de usar textos alternativos em imagens é igualmente importante para a construção de uma *web* acessível. Os textos alternativos (atributos `alt`) são descrições curtas que auxiliam tecnologias assistivas, como leitores de tela, a transmitir informações visuais aos usuários com deficiência visual. Esses textos devem ser relevantes e específicos, proporcionando uma compreensão clara do conteúdo visual e do seu contexto na página (World Wide Web Consortium, 2024).

2.3. Avaliação da acessibilidade de páginas web

A avaliação de acessibilidade é uma etapa crucial no desenvolvimento de *websites* e aplicativos, com o objetivo de garantir que plataformas digitais sejam acessíveis a todos os usuários, independentemente de suas capacidades físicas, sensoriais ou cognitivas. Além de verificar a conformidade com diretrizes como as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) (W3C Web Accessibility Initiative, 2018), essas técnicas identificam barreiras que dificultam o uso por pessoas com deficiência, promovendo adaptações em interfaces e funcionalidades para melhorar a experiência do usuário.

Segundo Ferreira (2012), interfaces desenvolvidas com foco em acessibilidade e usabilidade garantem uma interação mais eficiente e autônoma, beneficiando inclusive usuários que não possuem deficiência. Elementos como organização de conteúdo, navegabilidade, interação com leitores de tela e adaptabilidade de elementos visuais são avaliados para assegurar uma experiência digital inclusiva desde as fases iniciais do projeto. Ao integrar práticas acessíveis ao design, desenvolvedores e designers não apenas cumprem exigências legais, mas também promovem uma web mais equitativa e acessível para todos (Ferreira, 2012).

As métricas de usabilidade propostas por Fukuda (2005), como "navegabilidade" e "escutabilidade", representam contribuições significativas para a construção do conhecimento sobre acessibilidade digital, especialmente no contexto da experiência de usuários cegos. A "navegabilidade" explora a facilidade com que esses usuários podem se orientar em uma página web, destacando a importância de uma estrutura bem definida com cabeçalhos claros e links internos organizados. Já a "escutabilidade" aborda a qualidade dos textos alternativos, essenciais para a interpretação de elementos visuais por leitores de tela. Esses conceitos ampliaram o entendimento das necessidades específicas dos usuários e estabeleceram bases para o desenvolvimento de interfaces mais inclusivas (Fukuda, 2005).

Além dessas métricas, a literatura oferece outros métodos que complementam a análise de acessibilidade. Por exemplo, Ferreira (2012) propõe protocolos baseados em observação e verbalização durante a interação de usuários com deficiência visual total, permitindo identificar problemas que técnicas automatizadas não captam. Métodos como a verbalização simultânea ajudam a compreender as dificuldades enfrentadas durante a navegação e contribuem para o aprimoramento de interfaces (Ferreira, 2012).

Pesquisas como a de Capra (2012) estendem essas abordagens ao considerar usuários funcionalmente analfabetos, propondo práticas que simplificam o conteúdo textual e priorizam interfaces intuitivas. Tais estudos destacam a importância de adaptar as avaliações às características de diferentes públicos, ampliando o alcance das metodologias de acessibilidade.

A combinação de avaliações em ambientes controlados e no contexto real de uso, conforme apontado por Ferreira (2012), enriquece ainda mais o processo, permitindo uma compreensão mais abrangente das interações e desafios enfrentados pelos usuários (Capra, 2012; Ferreira, 2012).

Apesar ser de grande importância, avaliar manualmente a acessibilidade de um site pode ser um processo demorado e sujeito a erros, especialmente em plataformas complexas. Nesse contexto, ferramentas automatizadas têm se mostrado uma alternativa eficiente para identificar barreiras de acessibilidade de forma ágil e prática. Essas ferramentas utilizam algoritmos que verificam a conformidade com diretrizes, como as WCAG, destacando problemas comuns de usabilidade e acessibilidade.

A literatura recente sobre acessibilidade em sistemas de ensino superior brasileiros revela um quadro persistente de não conformidade com as diretrizes internacionais. A. T. C. Santos (2023), ao avaliar os portais das 68 universidades federais do Brasil com base no e-MAG, constatou que todos os sites apresentavam erros de acessibilidade, com falhas recorrentes nas categorias de Marcação e Conteúdo/Informação, incluindo ausência de textos alternativos em imagens, links sem descrição adequada e estrutura incorreta de cabeçalhos. Em análise complementar, Batista and Baluz (2026) avaliaram portais de universidades federais e estaduais por meio das diretrizes WCAG 2.1, identificando taxas médias de falha superiores a 27%, com destaque para problemas de contraste inadequado e ausência de alternativas textuais, barreiras que comprometem diretamente a navegação de usuários com deficiência visual. De modo convergente, Oliveira and Albuquerque (2022) documentaram barreiras análogas no Portal de Periódicos da Capes, como imagens sem texto alternativo e ausência de estrutura hierárquica de títulos, evidenciando que mesmo portais institucionais voltados à produção científica reproduzem as mesmas lacunas. Esse cenário crítico não se restringe ao Brasil, refletindo um desafio estrutural em escala global.

Investigações empíricas recentes conduzidas em instituições de ensino superior na Arábia Saudita (Alhadreti, 2024), Turquia (Akgül, 2021; Kurt, 2011) e Equador (Molina; Luján-Mora; Valverde, 2020), somadas a avaliações estatísticas abrangentes (Ismail; Kuppusamy, 2022), corroboram que a violação das diretrizes da WCAG é sistêmica em plataformas acadêmicas internacionais. A convergência desses achados demonstra que a avaliação manual isolada é insuficiente para detectar sistematicamente tais barreiras, reforçando a necessidade de ferramentas automatizadas, como o `Axe DevTools`, que permitem diagnósticos contínuos e priorizados por nível de impacto.

2.4. `Axe DevTools`

Entre as ferramentas utilizadas para avaliação de acessibilidade, destaca-se o `Axe DevTools`, uma solução robusta desenvolvida pela *Deque Systems* que se integra diretamente às ferramentas de desenvolvedor em navegadores como `Chrome` e `Firefox`. A ferramenta oferece funcionalidades centrais como o `Checkpoint`, que se baseia nos Critérios de Sucesso da WCAG para testar requisitos de acessibilidade, proporcionando categorização explícita e separando falhas por tipo de conteúdo. O `Axe DevTools` suporta `custom rulesets`, que permitem personalizar regras de teste, ajustando severidade, impacto ou excluindo regras conforme necessário.

Uma característica distintiva do `Axe DevTools` é a utilização dos *Impact Levels* como mecanismo de priorização na remediação de violações de acessibilidade. As falhas identificadas são

classificadas em quatro níveis de severidade: *Critical*, *Serious*, *Moderate* e *Minor*, cada qual representando diferentes graus de barreiras enfrentadas por usuários com deficiência, bem como suas implicações legais.

Apesar de algumas limitações, como o acesso reduzido para usuários não técnicos, a restrição de funcionalidades à versão paga e a incapacidade de detectar determinados problemas subjetivos, como a adequação do texto alternativo ao contexto e objetivo de um componente, a ferramenta é amplamente reconhecida como uma solução robusta e eficaz para diagnósticos iniciais de acessibilidade.

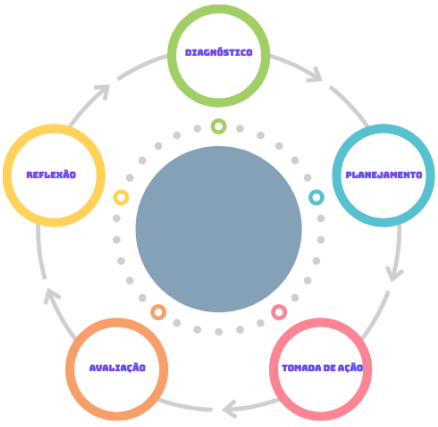
Os resultados das análises realizadas podem ser exportados em formato JSON, convertidos em relatórios ou integrados a ferramentas de monitoramento, permitindo o acompanhamento contínuo da acessibilidade de sites e aplicações (Deque Systems, 2024).

Em síntese, a literatura evidencia que a garantia da acessibilidade transcende o cumprimento legal, exigindo a aplicação de diretrizes técnicas e a validação contínua por meio de ferramentas automatizadas e testes práticos. É sob essa fundamentação teórica que as intervenções no sistema abordado neste estudo foram projetadas.

3. METODOLOGIA

A pesquisa-ação é uma metodologia amplamente utilizada nas ciências sociais que permite a condução simultânea de pesquisa e intervenções organizacionais. Essa abordagem é especialmente relevante em Engenharia de Software, pois possibilita a realização de estudos em ambientes reais, permitindo que a pesquisa e a prática sejam integradas de forma contínua e sistemática. A pesquisa-ação busca não apenas resultados relevantes, mas também confiáveis, considerando aspectos éticos, oportunidades de pesquisa, processo de condução da pesquisa, papel do pesquisador, construção de teorias e um modelo para relato de estudos (Santos, P. S. M. d., 2009).

Figura 1. Ilustração do ciclo pesquisa-ação.



Fonte: Autores (2026).

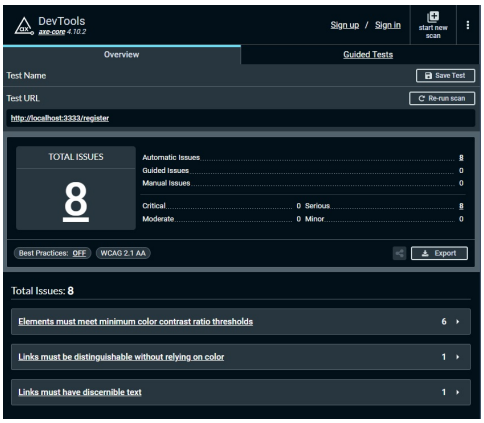
A metodologia utilizada neste trabalho seguiu a estrutura em cinco etapas principais descritas por Susman and Evered (1978): diagnóstico, planejamento, tomada de ação, avaliação e reflexão. Este modelo é amplamente reconhecido por sua aplicabilidade em projetos que demandam intervenções práticas e análise contínua, características presentes no contexto deste estudo. A escolha dessa abordagem possibilitou um planejamento estruturado e dinâmico, garantindo que as ações fossem realizadas de maneira sistemática e coerente com os objetivos propostos (Susman; Evered, 1978).

Para adaptar essa estrutura ao projeto, foi necessário considerar desafios específicos relacionados à análise de acessibilidade do sistema, incluindo a diversidade dos usuários e as limitações técnicas existentes. Nesse sentido, foram aplicados princípios de usabilidade e inclusão digital para tornar o processo mais abrangente e eficaz, assegurando que os resultados refletissem tanto a eficiência quanto a inclusão do sistema analisado. A etapa de diagnóstico teve como foco a identificação de problemas e barreiras de acessibilidade no sistema NUPI, estabelecendo a base para as intervenções subsequentes.

Durante o planejamento, foram definidas as estratégias e prioridades para implementar as melhorias com base nos erros retornados pelas ferramentas de avaliação. A execução das intervenções ocorreu na etapa de tomada de ação, seguindo os padrões WCAG e ARIA, e foi seguida por uma avaliação dos resultados obtidos. Por fim, a reflexão consolidou os aprendizados e os impactos das ações realizadas. A seguir, cada uma dessas etapas da pesquisa-ação será apresentada em detalhes.

Ferramentas como o `Axe DevTools` (Figura 2) foram empregadas para identificar barreiras de acessibilidade nas jornadas dos usuários do sistema, complementadas por análises manuais utilizando o leitor de telas NVDA.

Figura 2. Exemplo de diagnóstico feito pelo `Axe DevTools` na página de *login*.



Fonte: Autores (2026).

Durante esse processo, foram detectados problemas de acessibilidade, como a ausência de texto alternativo em botões, a falta de `labels` em campos de formulários e regiões não navegáveis por teclado, dificultando a interação de pessoas com deficiência.

No planejamento, foi considerada a complexidade das soluções propostas pelo `Axe DevTools` vistos na Figura 2 e as observações obtidas por meio do diagnóstico com leitores de tela. As melhorias foram categorizadas de acordo com o tipo de intervenção necessária, diferenciando entre ajustes no `React HTML` e alterações em `JavaScript`. As implementações foram priorizadas seguindo uma abordagem incremental, iniciando pelas soluções mais simples e avançando gradualmente para as mais complexas, garantindo um processo eficiente e organizado.

Com base no planejamento, foram implementadas as correções para eliminar as barreiras de acessibilidade identificadas. Adotou-se uma abordagem iterativa, onde cada intervenção era

testada e validada em tempo real com ferramentas como `Axe DevTools` e leitores de tela como NVDA. Essa dinâmica permitiu não apenas corrigir problemas, mas também ajustar as soluções conforme o *feedback* obtido, promovendo uma evolução contínua no sistema.

Para a avaliação, foram empregadas duas métricas para medir a evolução do sistema NUPI em termos de acessibilidade. A primeira, de natureza quantitativa, baseou-se na contagem de problemas (`issues`) identificados pela ferramenta `Axe DevTools` ao longo do processo. A segunda, de caráter qualitativa, utilizou o conceito de "escutabilidade", conforme definido por (Fukuda, 2005), para avaliar a experiência de interação do usuário, especialmente no uso de tecnologias assistivas. Essa estrutura permitiu analisar os dados de forma coesa, combinando diagnósticos objetivos e percepções de usabilidade.

A etapa de reflexão buscou consolidar os aprendizados obtidos ao longo do processo, avaliando tanto os resultados alcançados quanto os desafios enfrentados durante o diagnóstico, planejamento, ação e avaliação. Foi analisado o impacto das intervenções na acessibilidade do sistema, considerando as métricas quantitativas e qualitativas utilizadas. Além disso, discutiu-se a eficácia das estratégias adotadas, como a priorização incremental das soluções e o uso de ferramentas como o `Axe DevTools` e o NVDA.

4. RESULTADOS

Esta seção detalha os achados obtidos ao longo das fases práticas da pesquisa-ação. Apresenta-se o diagnóstico inicial das barreiras, o planejamento das soluções e a tomada de ação executada no código-fonte.

4.1. Diagnóstico

Os dados obtidos a partir das análises foram organizados nas Tabelas 1 a 8, que sintetizam os resultados diagnósticos, destacando os principais problemas identificados e suas respectivas implicações. Essas tabelas foram estruturadas com base no tipo de usuário e em sua jornada, de modo a facilitar a visualização e compreensão das informações. Nelas, são detalhados os elementos avaliados, as barreiras detectadas e as recomendações para correção. Contudo, a categorização por `Impact Levels` fornecida pelo `Axe DevTools` não foi considerada nesta organização. A seguir, essas tabelas são apresentadas e discutidas.

Jornada Comum a Todos:

Tabela 1: Detecção de problemas e sugestões identificadas pelo `Axe DevTools`

Página	Problema detectado
login	Falta de texto alternativo em botões
login	Falta de label em um campo do formulário
Cadastro	Seis campos do formulário sem `labels`
Cadastro	Elemento `select` sem texto alternativo
Cadastro	O campo `select` deve ter um `label`

Fonte: Dados obtidos por meio de relatório gerado pelo `Axe DevTools` (2024).

A Tabela 1 sintetiza os problemas detectados nas páginas de "*login*" e "Cadastro" durante a análise com o `Axe DevTools`. As questões mais recorrentes incluem a ausência de texto alternativo em botões e `labels` em campos de formulário, particularmente críticos na página de "Cadastro", que apresenta seis campos sem identificação e um campo `select` desprovido de texto alternativo. Esses problemas afetam diretamente a usabilidade, dificultando o acesso de usuários com deficiência visual.

Já o diagnóstico com o leitor de tela NVDA (Tabela 2) indicou que a navegação básica, como o uso da tecla "`Tab`", está implementada. Entretanto, a leitura inadequada de nomes de campos compromete a interação eficiente, sobretudo na página de "Cadastro". No "Menu", as opções do menu lateral são navegáveis, mas apresentam as mesmas limitações de leitura. Esses resultados evidenciam que, embora exista suporte básico para navegação, são necessários ajustes para assegurar uma experiência plenamente acessível.

Tabela 2: Diagnóstico usando leitor de tela NVDA

Página	Diagnóstico usando leitor de tela NVDA
login	Campos e botões navegáveis via tecla `Tab`
login	Leitura de nomes dos campos parcialmente entendíveis
Cadastro	Campos e botões navegáveis via tecla `Tab`
Cadastro	Leitura de nomes dos campos parcialmente entendíveis
Menu	O menu lateral comum a todas as páginas tem suas opções acessíveis pela tecla `Tab`

Fonte: Autores.

Jornada do Solicitante:

Tabela 3: Detecção de problemas e sugestões identificadas pelo `Axe DevTools` na Jornada do Usuário Solicitante

Página	Problema detectado
Minhas Solicitações	Falta de texto alternativo em botões
Nova solicitação	Falta de texto alternativo em botões
Nova solicitação	Falta de label em um campo do formulário
Ver Solicitação	Falta de texto alternativo em botões
Ver Solicitação	Regiões não navegáveis pelo teclado

Fonte: Dados obtidos por meio de relatório gerado pelo `Axe DevTools` (2024).

Tabela 4: Diagnóstico usando leitor de tela NVDA na Jornada do Usuário Solicitante

Página	Diagnóstico usando leitor de tela NVDA
Minhas Solicitações	Botões navegáveis via tecla `Tab`
Minhas Solicitações	Leitura de nomes dos botões não funciona, pois não informa a qual solicitação a ação será aplicada
Nova solicitação	Campos e botões navegáveis via tecla `Tab`
Nova solicitação	Leitura de nomes dos campos entendíveis
Ver Solicitação	O leitor não consegue ler o conteúdo da página, possivelmente porque os inputs reaproveitados não possuem estrutura adequada para acessibilidade

Fonte: Autores.

A análise com o `Axe DevTools` (Tabela 3) revelou problemas nas páginas "Minhas Solicitações", "Nova Solicitação" e "Ver Solicitação". A ausência de texto alternativo em botões é uma questão recorrente e compromete a acessibilidade para leitores de tela. Na página "Nova Solicitação", a ausência de label em um campo de formulário também foi registrada. Já em "Ver Solicitação", a impossibilidade de navegar em certas regiões por teclado representa um obstáculo significativo para usuários com mobilidade reduzida.

O diagnóstico com NVDA (Tabela 4) apontou que a navegação com a tecla "`Tab`" funciona adequadamente em "Minhas

Solicitações" e "Nova Solicitação", mas a leitura dos botões não informa corretamente a solicitação associada, o que pode gerar confusão. Na página "Ver Solicitação", os problemas são mais severos: a leitura do conteúdo é comprometida devido à estrutura inadequada dos elementos, inviabilizando a interação para usuários de leitores de tela. Essas falhas exigem melhorias na estruturação dos componentes e no uso de texto alternativo.

Tabela 5: Detecção de problemas e sugestões identificadas pelo `Axe DevTools` na Jornada do Usuário Intérprete

Página	Problema detectado
Agenda	Falta de texto alternativo em botões
Agenda	Regiões não navegáveis pelo teclado

Fonte: Dados obtidos por meio de relatório gerado pelo `Axe DevTools` (2024).

Na página "Agenda", analisada com o `Axe DevTools` (Tabela 5), os problemas de acessibilidade incluem botões sem texto alternativo e regiões não navegáveis por teclado. Esses pontos dificultam tanto a interação de usuários com deficiência visual quanto daqueles que dependem exclusivamente de navegação por teclado, evidenciando a necessidade de ajustes para uma experiência mais inclusiva.

Tabela 6: Diagnóstico usando leitor de tela NVDA na Jornada do Usuário Intérprete

Página	Diagnóstico usando leitor de tela NVDA
Agenda	Botões e itens do calendário navegáveis via tecla `Tab`.
Agenda	Itens de evento no calendário não possuem texto alternativo adequado; não é possível identificar qual evento e quando ocorre antes de abrir o modal com detalhes.

Fonte: Autores

O diagnóstico com NVDA (Tabela 6) mostrou que, embora itens como botões e elementos do calendário sejam acessíveis via tecla "`Tab`", os eventos no calendário não possuem texto alternativo apropriado. Isso impede que os usuários compreendam informações básicas dos eventos, como data e horário, sem abrir modais adicionais. Essa limitação impacta negativamente a usabilidade e deve ser priorizada em melhorias futuras.

Jornada do Administrador:

Tabela 7: Detecção de problemas e sugestões identificadas pelo `Axe DevTools` na Jornada do Usuário Administrador.

Página	Problema detectado
Dashboard	Falta de texto alternativo em botões
Usuários	Falta de texto alternativo em botões
Criar Usuário	Campos e botões navegáveis via tecla `Tab`
Editar Usuário	Falta de label em um campo do formulário
Editar Usuário	Falta de texto alternativo em botões
Analisar Solicitação	Falta de label em um campo do formulário
Analisar Solicitação	Falta de texto alternativo em botões

Fonte: Dados obtidos por meio de relatório gerado pelo `Axe DevTools` (2024).

A avaliação das páginas da Jornada do Administrador (Tabela 7) revelou falhas frequentes relacionadas à ausência de texto alternativo em botões, encontradas nas páginas "Dashboard", "Usuários", "Editar Usuário" e "Analisar Solicitação". Problemas adicionais incluem campos de formulários sem `labels` em páginas como "Editar Usuário" e "Criar Usuário". Esses aspectos comprometem a acessibilidade, principalmente para usuários que dependem de leitores de tela.

O diagnóstico com NVDA (Tabela 8) apontou que, apesar da navegação básica funcionar adequadamente com a tecla "`Tab`", elementos como o gráfico na página "Dashboard" não são lidos corretamente, dificultando o acesso às informações visuais. A falta de texto alternativo em botões e `labels` em campos continua sendo uma questão recorrente em várias páginas, afetando negativamente a experiência de usuários com deficiência visual. Tais problemas demandam intervenções para garantir uma navegação mais intuitiva e inclusiva.

Tabela 8: Diagnóstico usando leitor de tela NVDA na Jornada do Usuário Administrador

Página	Diagnóstico usando leitor de tela NVDA
Dashboard	Apesar de os botões estarem acessíveis, o gráfico presente na página não é lido corretamente pelo leitor de tela
Usuários	Campo de busca e botões acessíveis para navegação via tecla `Tab`
Usuários	Botões de ação não possuem texto alternativo informando qual usuário será afetado pela ação
Criar Usuário	Falta de label em um campo do formulário
Criar Usuário	Falta de texto alternativo em botões
Editar Usuário	Falta de label em um campo do formulário
Editar Usuário	Falta de texto alternativo em botões
Analisar Solicitação	Falta de label em um campo do formulário
Analisar Solicitação	Falta de texto alternativo em botões

Fonte: Dados obtidos por meio de diagnóstico realizado com NVDA (2024).

4.2. Planejamento

O planejamento para resolver os problemas de acessibilidade diagnosticados nas jornadas analisadas envolve ações específicas relacionadas à programação em `React`, utilizando boas práticas para melhorar a interação do sistema com tecnologias assistivas.

A primeira etapa consiste na inclusão de texto alternativo em todos os botões e elementos visuais relevantes identificados nas tabelas. No `React`, isso será feito através da adição de atributos como `aria-label` e `alt` diretamente nos componentes de botão e imagem. Por exemplo, os botões nas páginas de `login`, `Cadastro`, e `Ver Solicitação` serão atualizados para fornecer descrições claras de suas funções, permitindo que leitores de tela interpretem corretamente sua finalidade. Em `React`, a atribuição de aria-label pode ser feita diretamente nos componentes, como `<button aria-label="Descrição clara do botão" ou em <img alt="Descrição clara da imagem"/>`.

Adiciona-se a isso campos de formulário que não possuem label associados serão corrigidos para garantir a identificação adequada por tecnologias assistivas. Para isso, será utilizado o atributo `htmlFor` nas `tags label`, associando-o ao `id` correspondente no campo de entrada (`input` ou `select`). A implementação será feita dentro dos componentes de formulário, por exemplo: `<label htmlFor="campo»Campo</label><input id="campo"/>`.

A navegação por teclado também será ajustada nas regiões que atualmente não são acessíveis, como as páginas Agenda e Ver Solicitação. Para isso, será feito o uso de `tabIndex` nos componentes interativos, garantindo que esses elementos estejam incluídos na ordem de tabulação. Em `React`, isso pode ser feito

facilmente nos elementos com a propriedade `tabIndex` = {0}, garantindo que a navegação pelo teclado seja intuitiva e acessível. Além disso, será feito um monitoramento de possíveis bloqueios de foco nos componentes dinâmicos para garantir que todos os elementos importantes sejam acessíveis via teclado.

Nos casos de leitura parcial ou incompleta por leitores de tela, como em botões e eventos no Agenda, as descrições serão refinadas para serem mais descritivas e específicas. A abordagem será o uso de atributos `aria-labelledby` e `aria-describedby`, fornecendo informações detalhadas sobre a função dos elementos. No `React`, esses atributos podem ser facilmente implementados diretamente nos componentes, como em `<button aria-labelledby="descricao">Botão</button>`, para fornecer uma descrição detalhada ao leitor de tela.

Uma parte das `issues` geradas pelo `Axe DevTools` também sugeriu alterações relacionadas à acessibilidade de cores e contrastes de elementos visuais. No entanto, essas questões não foram priorizadas neste ciclo de planejamento, pois o foco está voltado para questões estruturais que afetam diretamente a interação com tecnologias assistivas, como leitores de tela e navegação por teclado.

Por fim, as páginas administrativas, como `Editar Usuário` e `Analisar Solicitação`, receberão uma atenção especial devido à complexidade de suas interações. Além das melhorias já mencionadas, será necessário verificar se os estados dinâmicos dos componentes, como botões de ação vinculados a usuários específicos, estão claramente identificados. A implementação dessas melhorias será realizada utilizando a abordagem de estados controlados no `React`, garantindo que as alterações de estado sejam refletidas adequadamente nos atributos acessíveis, como ao adicionar ou remover classes ou atualizar propriedades de componentes baseados em interações do usuário.

4.3. Tomada de Ação

A primeira intervenção foi a integração do `VLibras` ao sistema, com o objetivo de atender usuários surdos que utilizam a Língua Brasileira de Sinais (Libras). A ferramenta de tecnologia assistiva permite a tradução dinâmica dos elementos da interface, promovendo a inclusão e atendendo a requisitos legais de acessibilidade. A implementação foi realizada no componente global da aplicação em `React`, envolvendo a importação da biblioteca e sua inclusão na estrutura de rotas, garantindo disponibilidade em todas as páginas do sistema:

```
import VLibras from '@djpfs/react-vlibras';
return(
 <React.Fragment>
  <ToastContainer />
   <Router>
    <VLibras />
    <Switch>
     // resto do código
    </Switch>
   </Router>
  </React.Fragment>
);
```

Algoritmo 1: Trecho de código para integração do VLibras.

Na página de *login*, foram realizadas adequações semânticas em diferentes elementos. O atributo `aria-label`foi adicionado ao botão de acesso para fornecer descrições dinâmicas ao leitor de tela, dependendo do estado de carregamento:

```
<button
 className ='btn btn - primary btn - block '
 type ='submit '
 disabled ={ this . props . loading }
 aria - label ={ this . props . loading ? 'Aguarde ...
    ↪ ' : 'Acessar conta '}
>
```

Algoritmo 2: Trecho de código para descrição do botão na página de *login*.

O atributo `alt` foi incluído na logo exibida na página, fornecendo uma descrição textual clara da imagem para leitores de tela:

```
<img
 src ={ lightlogo }
 alt ='Logo Sistema Nupi '
 className ='rounded - circle '
 height ='34 '
/>
```

Algoritmo 3: Adição do atributo `alt` na imagem da página de *login*.

Os elementos de label foram vinculados aos seus respectivos campos de entrada por meio do atributo `htmlFor`, permitindo melhor navegação por teclado e interpretação por leitores de tela:

```
<label
 className ='form -check - label '
 htmlFor =' customControlInline '
>
 Permanecer conectado
</label >
```

Algoritmo 4: Correção de `labels` com `htmlFor` na página de *login*.

Um identificador único foi incluído em botões interativos, como o botão de exibição de senha, para melhorar a referência semântica e facilitar o uso de `aria-label`:

```
<button
 className ='btn btn - light '
 type ='button '
 id='password - addon '
 onClick ={ this .eye}
 aria - label ='Mostrar senha '
>
```

Algoritmo 5: Adição de identificadores únicos para botões na página de *login*.

Na página de visualização de solicitações, o atributo `tabIndex` foi adicionado a elementos de exibição de informações, tornando-os acessíveis na ordem de navegação por teclado:

```
<div tabIndex ={0} >
 <Label for =" sector ">Setor </ Label >
 <div style ={ confirmationStyle }>
  { this . state . sectorName }
 </ div >
</ div >
```

Algoritmo 6: Exemplo de navegação por teclado com `tabIndex`.

Complementarmente, o atributo `aria-labelledby` foi utilizado para associar elementos de exibição com descrições detalhadas, melhorando a interação de leitores de tela com os campos exibidos:

```
<div tabIndex ={0} >
 <Label id="event - name " htmlFor ="event -name -
    ↪ input ">
  Nome ( evento ou componente curricular )
 </ Label >
 <div style ={ confirmationStyle } aria - labelledby ="
    ↪ event - name ">
  { this . state . eventName }
 </ div >
</ div >
```

Algoritmo 7: Exemplo de uso de `aria-labelledby` para fornecer contexto adicional.

O componente de Calendário passou por aprimoramentos significativos na função `renderEventContent`. Antes das modificações, a página exibia apenas título e horário dos eventos, sem foco em acessibilidade e sem aria-label adequado, dificultando a compreensão especialmente para usuários com deficiências. Após as alterações, o `aria-label` passou a incluir nome do evento, dia da semana, data e horário, além de uma bolinha colorida ao lado do título que representa visualmente o tipo de evento, tornando o calendário mais inclusivo e eficiente para todos os usuários:

```
const renderEventContent = ( eventInfo ) => {
 const event = eventInfo . event ;
 const startDate = new Date ( event . startStr );
 const dayOfWeek = new Intl . DateTimeFormat ("pt -BR",
    ↪  { weekday : " long " }). format ( startDate );
 const formattedTime = startDate . toLocaleTimeString (
    ↪ "pt -BR", { hour : "2- digit ", minute : " 2-
    ↪ digit " });
 const eventColor = this . getColorForEvent ( event );

 // Melhorar a legibilidade do aria - label
 const ariaLabel = `Evento em ${ dayOfWeek }, ${
    ↪ startDate . getDate ()} de ${ startDate .
    ↪ toLocaleDateString ("pt -BR", { month : " long "
    ↪  })} às ${ formattedTime }: ${ event . title }`;

 return (
  <div
   aria - label ={ ariaLabel }
   role =" event " // Especificando que o elemento é um
    ↪  evento
   tabIndex ={0}
   style ={{ display : " flex ", alignItems : " center
    ↪ " }}
  >
   <div
    style ={{
    width : "8px",
    height : "8px",
    borderRadius : "50% ",
    backgroundColor : eventColor ,
    marginRight : "8px"
   }}
  ></div >
  { formattedTime } & nbsp ; <b >{ event . title }</b>
 </div >
 );
};
```

Algoritmo 8: Função para renderizar o conteúdo dos eventos.

Na página de gerenciamento de usuários, os botões de ação foram aprimorados para torná-los mais acessíveis e intuitivos. Atributos `aria-label` com descrições detalhadas das ações, vinculadas ao nome do usuário, foram adicionados, melhorando a diferenciação das ações e a consistência dos estilos. Na versão atualizada, os botões descrevem detalhadamente a ação e o contexto, tornando as interações mais claras para tecnologias assistivas:

```
<div className ='d- flex gap -3' >
 <Link className ='text - success ' to='#' id ={'
    ↪ messageEdit ' + user .id}>
  <i
   className ='mdi mdi - pencil font -size -18 '
   id=' edittooltip '
   aria - label ={' Editar usuário ' + user . name }
   onClick ={() => this . handleEditUser ( user )}
  ></i>
  < UncontrolledTooltip placement ='top ' target ={'
    ↪ messageEdit ' + user .id}>
   Editar usuário
  </ UncontrolledTooltip >
 </ Link >
 <! -- Outros botões omitidos para brevidade -->
</ div >
```

Algoritmo 9: Botões na versão atual com `aria-label`.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta a análise quantitativa e qualitativa das intervenções realizadas, comparando os dados de acessibilidade antes e depois das melhorias implementadas.

Para avaliar o impacto das melhorias de acessibilidade implementadas no sistema, foi realizada uma análise quantitativa das `issues` identificadas antes e depois das intervenções, utilizando a ferramenta `Axe DevTools`. A tabela a seguir apresenta os resultados dessa análise, mostrando a quantidade de problemas de acessibilidade em diferentes páginas do sistema antes e após as melhorias realizadas. Esses dados fornecem uma visão geral das áreas mais impactadas pelas mudanças e ajudam a compreender o progresso obtido no processo de melhoria da acessibilidade.

Tabela 9: Comparativo da Quantidade de `issues` de Acessibilidade Antes e Depois das Correções

Página	# issues Antes	# issues Depois
login	9	7
Cadastro	15	8
Minhas Solicitações	7	4
Nova Solicitação	13	9
Ver Solicitação	11	8
Analisar Solicitação	10	7
Agenda	9	6
Dashboard	11	8
Usuários	16	4
Modal Editar Usuário	19	1
Modal Criar Usuário	20	1
Total	**140**	**63**

Fonte: Dados obtidos por meio de relatório gerado pelo `Axe DevTools` (2024).

A Tabela 9 mostra o impacto das melhorias de acessibilidade implementadas no sistema, conforme mensurado pelo `Axe DevTools`. A comparação entre o número de `issues` antes e depois das melhorias revela uma redução significativa no total de problemas de acessibilidade identificados. No Apêndice B, apresentamos, mais detalhadamente, o antes e depois de cada página. No total, as `issues` passaram de 140 para 63, representando uma redução de aproximadamente 55.

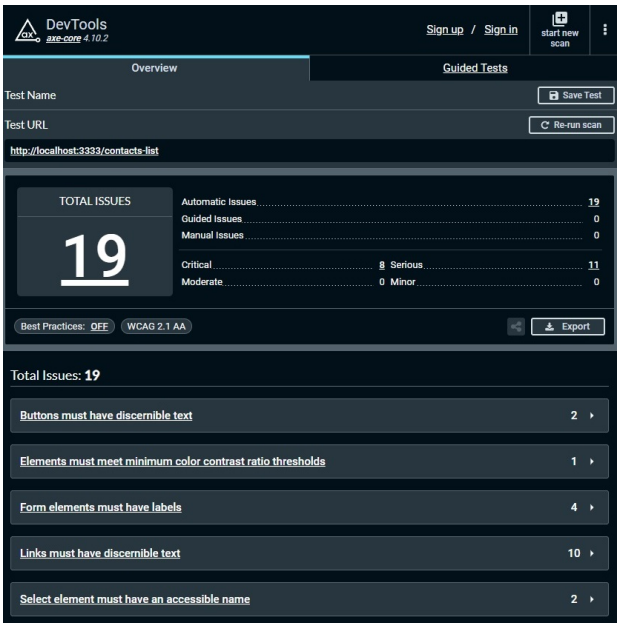
As páginas mais impactadas pelas melhorias foram as de `Modal Editar Usuário` e `Modal Criar Usuário`, onde as `issues` caíram de 19 e 20 para apenas 1 em cada caso. Esse resultado reflete a eficácia das intervenções, especialmente em componentes críticos para a navegação e interação do usuário.

As figuras a seguir apresentam os resultados do diagnóstico do `Axe DevTools` para o Modal Editar Usuário, comparando o estado antes e depois das melhorias de acessibilidade.

Na Figura 3, antes das intervenções, foram detectadas 19 `issues`, na parte inferior tem uma lista com o tipo de problema e a quantidade correspondente mais a direita, indicando problemas com a identificação de botões e links, além de questões relacionadas ao contraste de cor e a falta de nomes acessíveis para alguns elementos.

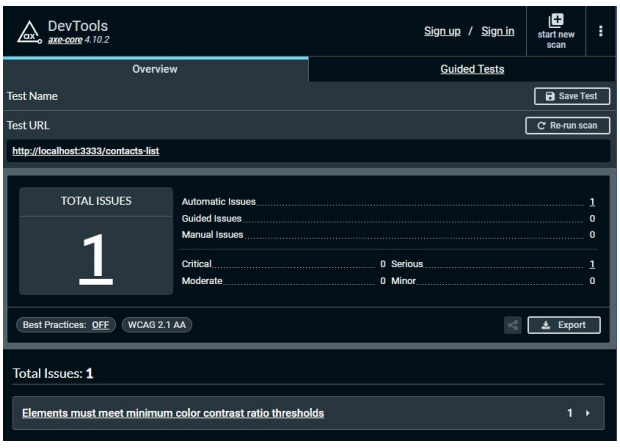
Na Figura 4, após as melhorias, as `issues` foram reduzidas para apenas uma, relacionada ao contraste de cor. Esse resultado evidencia a eficácia das mudanças implementadas, que focaram em melhorar a usabilidade e a acessibilidade, especialmente para navegação e interação do usuário. Outras páginas, como `Usuários` e `Cadastro`, também apresentaram uma queda significativa nas `issues`, demonstrando um avanço consistente na acessibilidade geral do sistema.

Figura 3. Diagnóstico antes da intervenção com o `Axe DevTools` para o modal Editar Usuário.



Fonte: Autores (2026).

Figura 4. Diagnóstico antes da intervenção com o `Axe DevTools` para o modal Editar Usuário.



Fonte: Autores (2026).

Essas melhorias podem ser diretamente relacionadas à aplicação da métrica de "escutabilidade", conforme definido por (Fukuda, 2005), que avalia a clareza e relevância das informações transmitidas por tecnologias assistivas.

No caso dos botões de `Editar Usuário` e `Criar Usuário`, na página de `Usuários`, textos alternativos foram adicionados com descrições detalhadas, incluindo o nome do usuário relacionado à ação. Esse ajuste garante que leitores de tela possam transmitir informações essenciais de maneira clara, proporcionando uma experiência mais intuitiva.

No componente de evento renderizado nas páginas com calendário, descrições acessíveis foram adicionadas utilizando o atributo `aria-label`. As descrições detalham o nome do evento, a data, e o horário, promovendo uma experiência de navegação mais fluida e alinhada às necessidades de usuários com deficiência visual. Esses exemplos destacam como a métrica de "escutabilidade" foi empregada para orientar as intervenções e garantir uma experiência mais inclusiva para os usuários.

Observa-se que $92,06\%$ das `issues` que sobraram estão relacionadas a cores e contraste nas páginas, um aspecto que não foi o foco deste ciclo de desenvolvimento, dentre as demais cinco desses problemas estavam relacionados a questões específicas que ocorreram apenas em uma única página, como a falta de acessibilidade ao teclado para o *scroll* ou a ausência de rótulos alternativos em um formulário. Esse detalhe evidencia que, apesar do progresso considerável em outras áreas, questões de contraste e visibilidade ainda podem ser trabalhadas em ciclos futuros para continuar a aprimorar a acessibilidade visual do sistema.

Esses números reforçam a importância das mudanças realizadas para garantir que o sistema seja mais acessível, proporcionando uma melhor experiência para os usuários, especialmente aqueles que dependem de tecnologias assistivas. O progresso mostrado é um reflexo direto do compromisso com a inclusão digital e da melhoria contínua no desenvolvimento de interfaces mais acessíveis.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar e aprimorar a acessibilidade digital do sistema Atendimento NUPI da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), com foco na promoção de um ambiente mais inclusivo para pessoas com deficiência. A pesquisa-ação, que se baseou em metodologias de avaliação e intervenção contínua, permitiu identificar e corrigir várias barreiras de acessibilidade no sistema, alinhando-o às diretrizes internacionais, como as WCAG 2.1. As intervenções implementadas, incluindo a adição de descrições acessíveis, textos alternativos, e melhorias na navegação por teclado, resultaram em uma redução significativa no número de problemas de acessibilidade. As páginas de Modal Editar Usuário e Modal Criar Usuário, por exemplo, apresentaram uma diminuição drástica nas `issues`, refletindo um avanço substancial na usabilidade e na acessibilidade para todos os usuários.

A análise quantitativa das melhorias, realizada com o auxílio da ferramenta `Axe DevTools`, revelou uma redução de 55% no número de `issues` nas páginas analisadas, o que evidencia claramente o impacto positivo das intervenções. Essas mudanças beneficiaram especialmente usuários com deficiência visual, pois garantiram que informações essenciais fossem transmitidas de forma clara e intuitiva por meio de tecnologias assistivas, como leitores de tela. Embora tenha ocorrido um avanço considerável, algumas questões relacionadas ao contraste de cores

e à visibilidade ainda persistem, apontando para a necessidade de ajustes adicionais e de um processo de aprimoramento contínuo da acessibilidade. Mais do que otimizar o sistema tecnicamente, essas melhorias promovem, na prática, a inclusão digital na comunidade acadêmica da UFRB. Os resultados alinham-se diretamente ao compromisso institucional da universidade com a diversidade.

Contudo, reconhece-se que esta pesquisa apresenta limitações metodológicas que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O diagnóstico apoiou-se predominantemente em métricas de ferramentas automatizadas (`Axe DevTools`) e em testes operacionais com o leitor de tela NVDA, sem contemplar uma etapa extensiva de testes de usabilidade com uma amostragem ampla de usuários reais com deficiência interagindo de forma autônoma com o sistema. Para trabalhos futuros, recomenda-se a condução de testes de usabilidade participativos com membros da comunidade acadêmica, bem como a reformulação da paleta de cores da interface, de modo a mitigar os 92% dos problemas remanescentes relacionados a contraste e visibilidade.

Os resultados obtidos no Atendimento NUPI comprovam que a união entre métricas automatizadas e intervenções estruturadas no código-fonte é viável e eficaz. Mais do que um ganho técnico local, o projeto consolida um fluxo de desenvolvimento inclusivo que pode ser reaproveitado como base para outras plataformas acadêmicas de ensino superior.

REFERÊNCIAS

AKGÜL, Y. **Accessibility, usability, quality performance, and readability evaluation of university websites of turkey: a comparative study of state and private universities**. Universal Access in the Information Society, v. 20, p. 157–170, 2021. Cit. on p. 59.

ALHADRETI, O. **Accessibility, performance and engagement evaluation of saudi higher education websites: a comparative study of state and private institutions**. Universal Access in the Information Society, v. 23, p. 1671–1688, 2024. Cit. on p. 59.

BATISTA, H. E. N.; BALUZ, R. A. R. S. **Avaliação de sites das instituições de ensino superior de acordo com as diretrizes de acessibilidade para conteúdo web (wcag 2.1): Uma análise comparativa das principais universidades federais e estaduais do brasil**. iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação, 2026. Cit. on pp. 58, 59.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Available from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

BRASIL. **Lei nº 10.048, de 8 de novembro de 2000**. 2000. Available from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10048.htm. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

BRASIL. **Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. 2000. Available from: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

BRASIL. **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. 2009. Available from: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência)**. 2015. Available from: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

CAPRA, M. G. et al. **Evaluation of web accessibility: An approach related to functional illiteracy**. Procedia Computer Science, v. 14, p. 36–46, 2012. Cit. on p. 59.

DEQUE SYSTEMS. **Glossary - axe DevTools for Web**. 2024. Available from: https://docs.deque.com/devtools-for-web/4/en/glossary. Visited on: 3 Jan. 2025. Cit. on p. 60.

FERREIRA, A. et al. **Evaluation of web accessibility and usability**. Procedia Computer Science, v. 14, p. 36–46, 2012. Cit. on pp. 58, 59.

FUKUDA, K. et al. **Proposing new metrics to evaluate web usability for the blind**. *In:* CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Portland, Oregon, USA: ACM, 2005. p. 1387–1390. Cit. on pp. 59, 61, 65.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Características dos Moradores e Domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Cit. on p. 58.

ISMAIL, A.; KUPPUSAMY, K. S. **Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites**. Journal of King Saud University- Computer and Information Sciences, v. 34, n. 3, p. 901–911, 2022. Cit. on p. 59.

KURT, S. **The accessibility of university web sites: the case of turkish universities**. Universal Access in the Information Society, v. 10, p. 101–110, 2011. Cit. on p. 59.

MOLINA, M. A. C.; LUJÁN-MORA, S.; VALVERDE, L. **Evaluation of the accessibility of the homepages of the web portals of ecuadorian higher education institutions ranked in webometrics**. *In:* 2021 IEEE Fifth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM). [*S. l.: s. n.*], 2020. [S.l.: s.n.] Cit. on p. 59.

MOVIMENTO WEB PARA TODOS, (MWPT). **Número de sites brasileiros aprovados em todos os testes de acessibilidade tem queda em relação ao ano passado e é ainda menor que** 1%. 2024. Available from: https://mwpt.com.br/numero-de-sites-brasileiros-aprovados-em-todos-os-testes-de-acessibilidade-tem-queda-em-relacao-ao-ano-passado-e-e-ainda-menor-que-1/. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

OLIVEIRA, L. S.; ALBUQUERQUE, M. A. **Acessibilidade web no portal de periódicos da capes: caminhos para inclusão das pessoas com deficiências auditiva e visual**. *In:* 1. ANAIS do 29ž Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e

Documentação (CBBD). São Paulo, SP: FEBAB, 2022. v. 1. Cit. on pp. 58, 59.

PESSOAS 2030. **Dia Internacional das Pessoas com Deficiência 2023: Unidos na Ação**. 2023. Available from: https://pessoas2030.gov.pt/2023/12/03/dia-internacional-das-pessoas-com-deficiencia-2023-unidos-na-acao/. Visited on: 3 Nov. 2024. Cit. on p. 58.

SANTOS, A. T. C. **Uma análise da acessibilidade web dos sites das universidades federais do Brasil com base no e-MAG**. [*S. l.: s. n.*], 2023. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), João Monlevade, MG. Cit. on pp. 58, 59.

SANTOS, P. S. M. d. **Uma Análise da Utilização da Metodologia da Pesquisa-Ação em Engenharia de Software**. [*S. l.: s. n.*], 2009. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação). Cit. on p. 60.

SUSMAN, G. I.; EVERED, R. D. **An assessment of the scientific merits of action research**. Administrative Science Quarterly, v. 23, n. 4, p. 582–603, 1978. Cit. on pp. 58, 60.

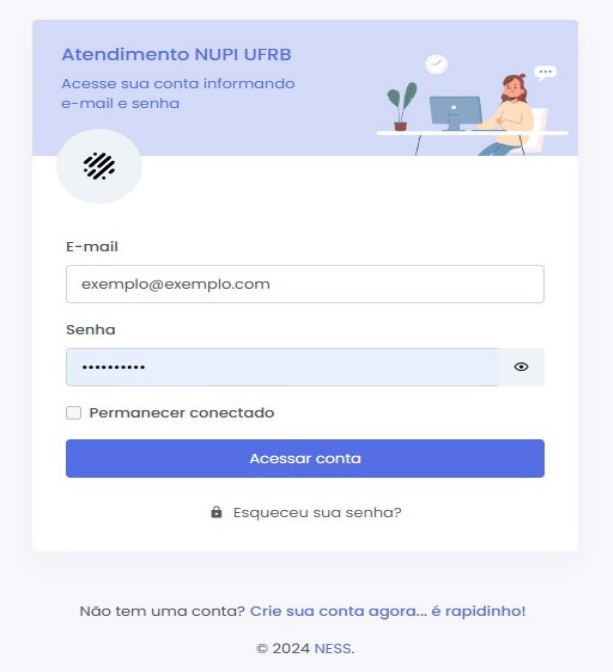
W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE, (WAI). **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1**. 2018. Available from: https://www.w3.org/TR/WCAG21/. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on pp. 58, 59.

W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE, (WAI). **ARIA (Accessible Rich Internet Applications)**. 2024. Available from: https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/aria/. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on p. 58.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, (W3C). **About W3C**. 2024. Available from: https://www.w3.org/about/. Visited on: 9 Dec. 2024. Cit. on pp. 58, 59.

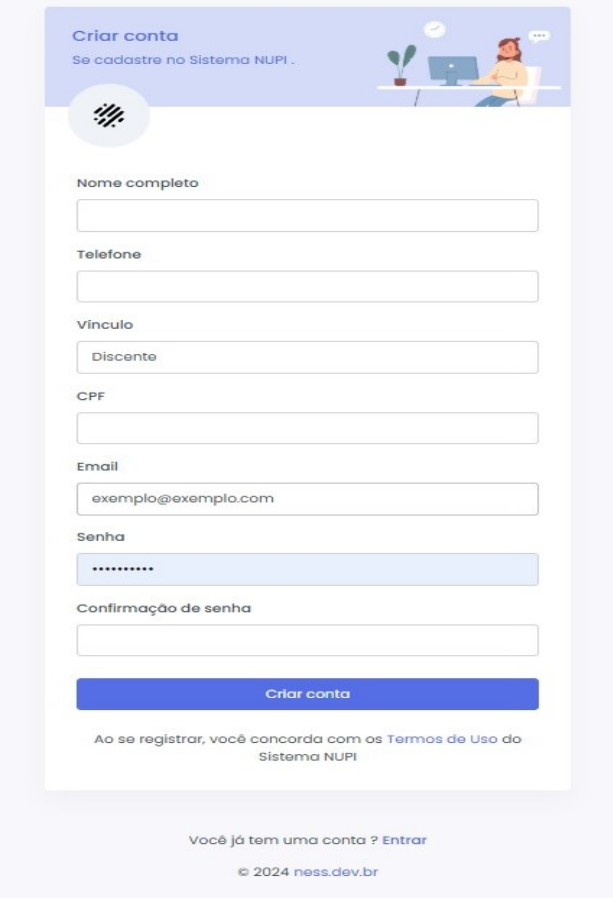
A. IMAGENS DAS TELAS DO SISTEMA NUPI

Figura 5. Página de Login.



Fonte: Autores (2026).

Figura 6. Página de Cadastro.

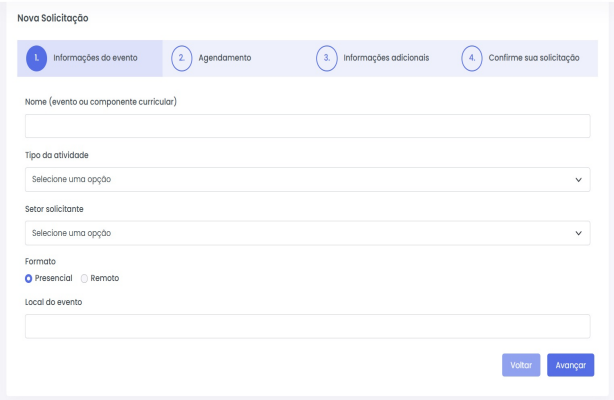


Fonte: Autores (2026).

©2026 by RECET/e-ISSN: 2763-8855. Este é um artigo de acesso livre, distribuído sob os termos e condições da licença Creative Commons.

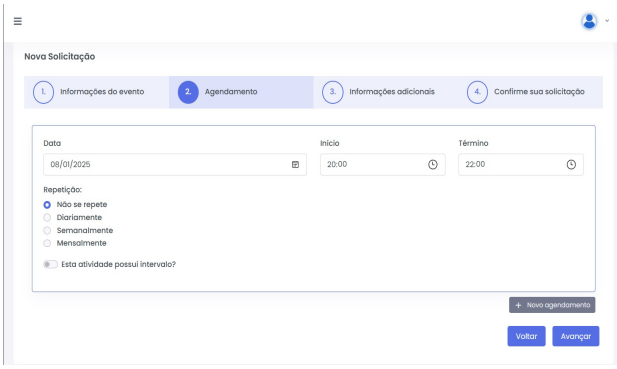
This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International" license.

Figura 7. Página de Solicitações.



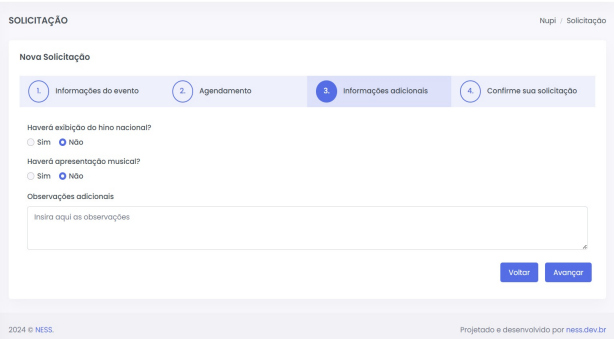
Fonte: Autores (2026).

Figura 8. Página de Nova Solicitação 1.



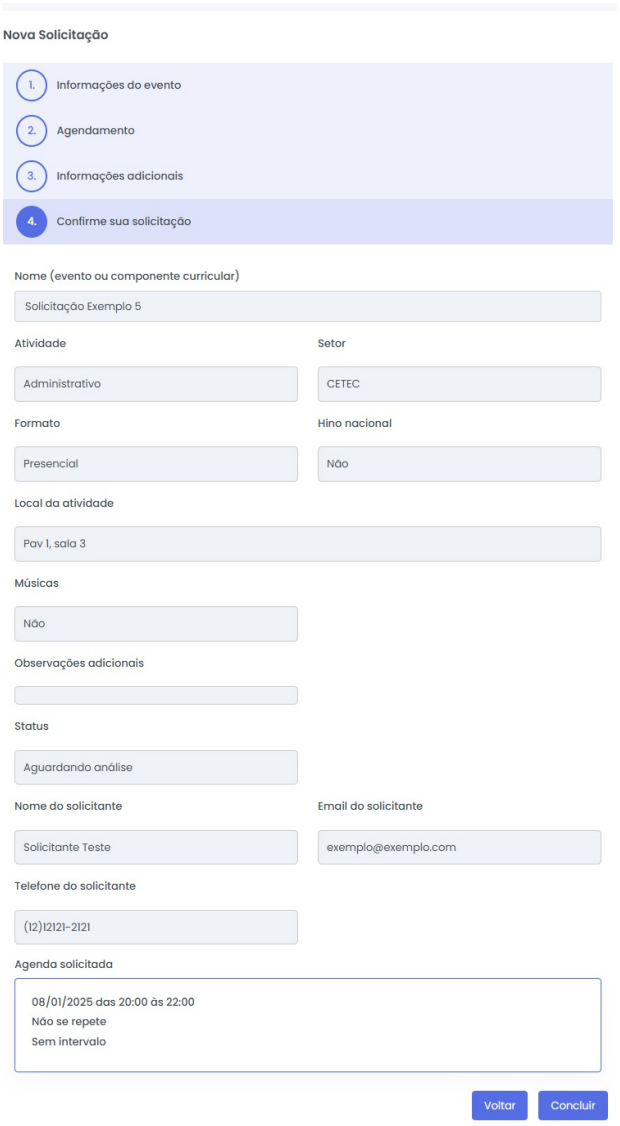
Fonte: Autores (2026).

Figura 9. Página de Nova Solicitação 2.



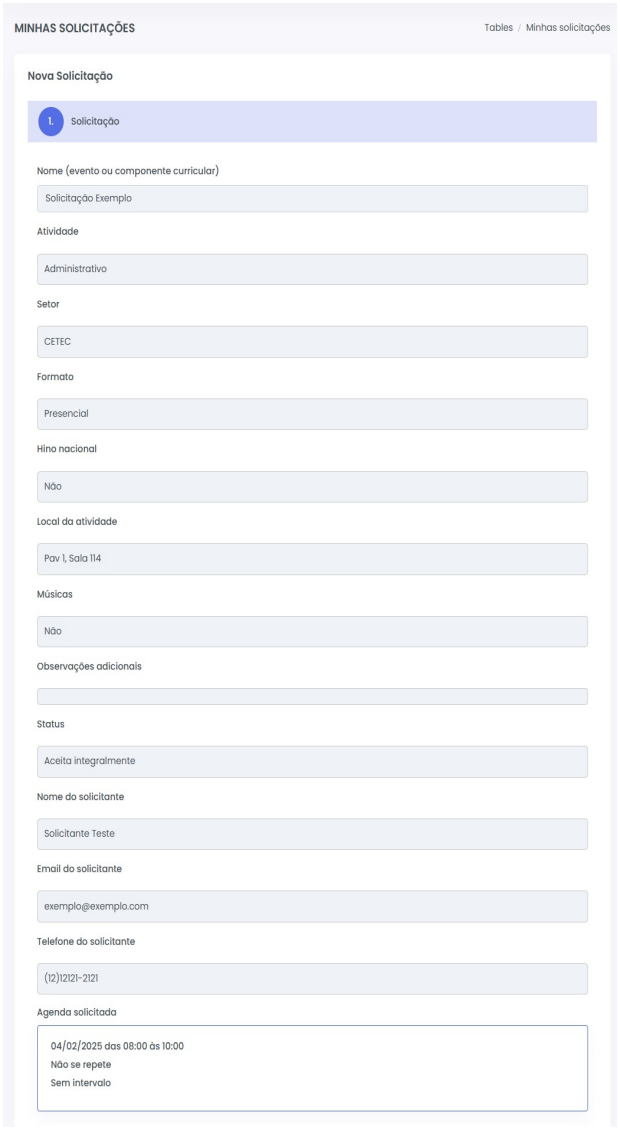
Fonte: Autores (2026).

Figura 10. Página de Nova Solicitação 3.



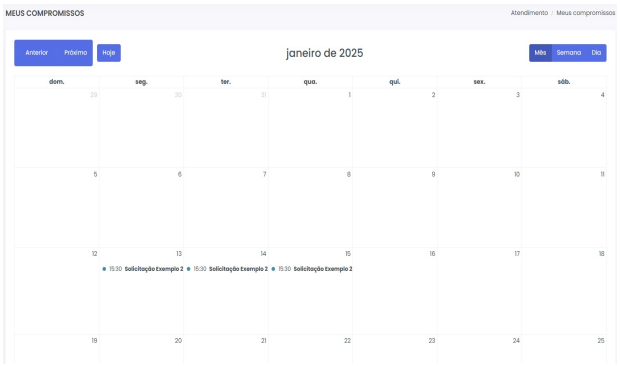
Fonte: Autores (2026).

Figura 11. Página de Visualizar Solicitação



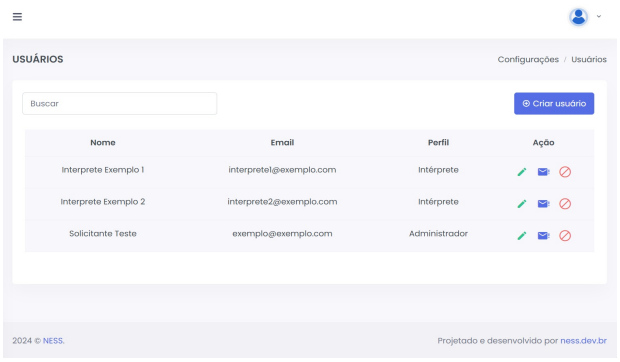
Fonte: Autores (2026).

Figura 12. Agenda - Intérprete



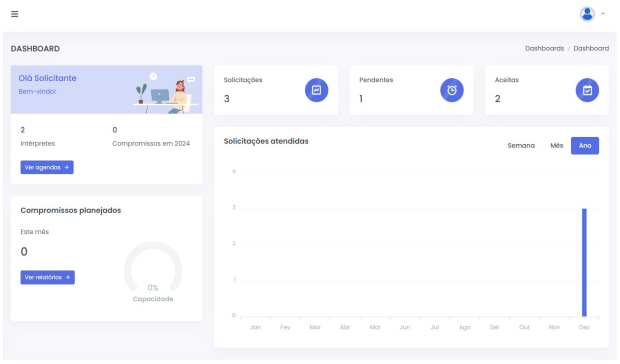
Fonte: Autores (2026).

Figura 13. Usuários - Admin



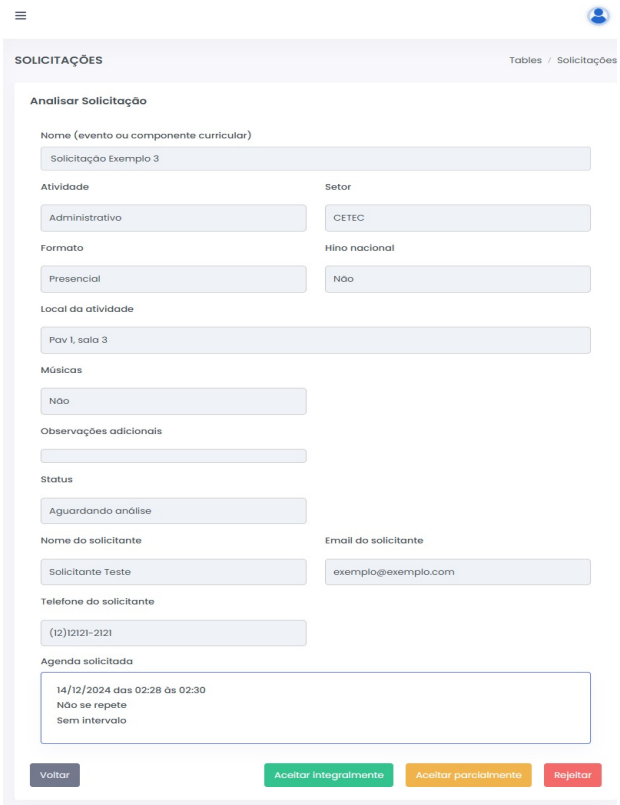
Fonte: Autores (2026).

Figura 14. Dashboard - Admin



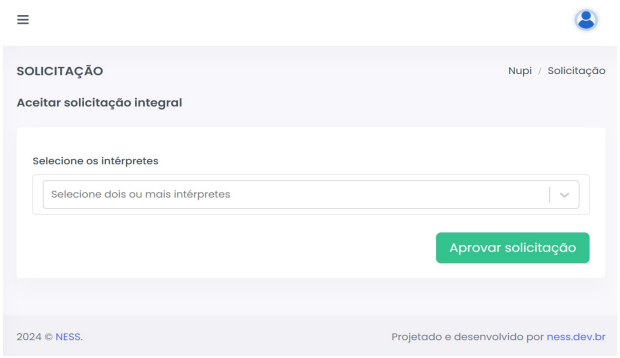
Fonte: Autores (2026).

Figura 15. Analisar Solicitação - Admin



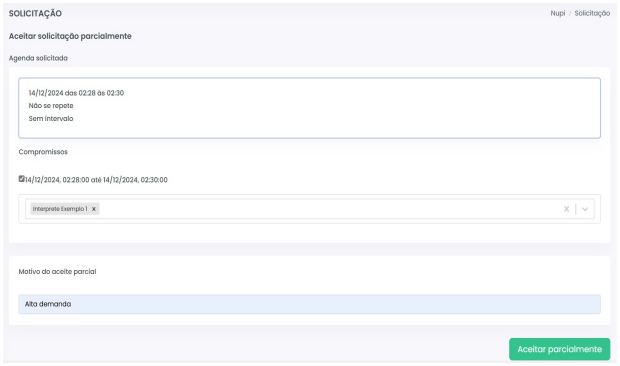
Fonte: Autores (2026).

Figura 16. Aceitar Solicitação Integralmente - Admin



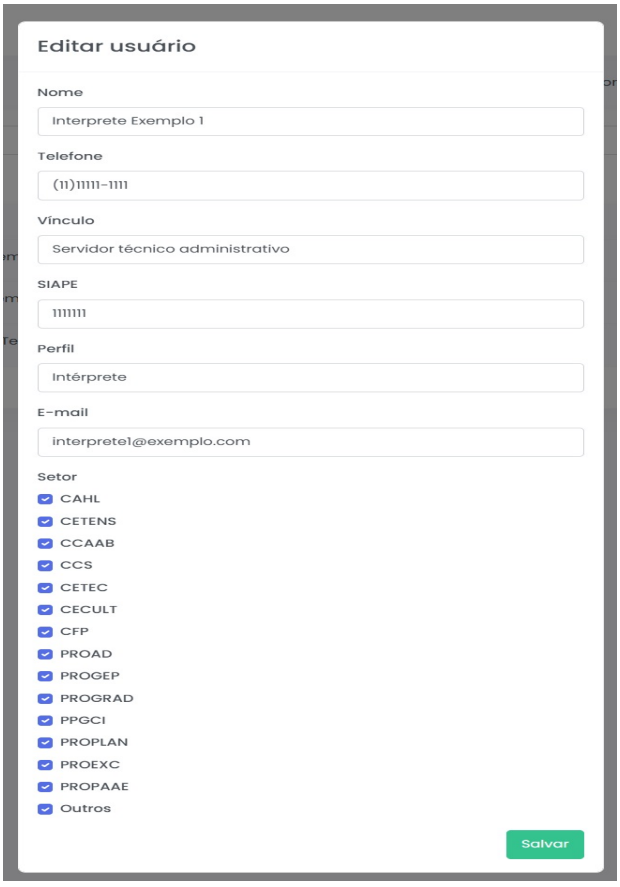
Fonte: Autores (2026).

Figura 17. Aceitar Solicitação Parcialmente - Admin



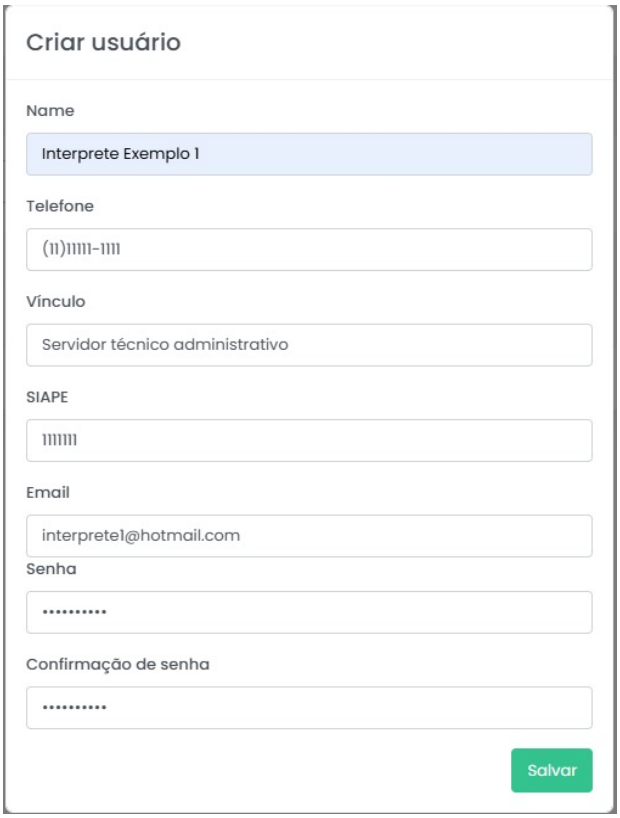
Fonte: Autores (2026).

Figura 18. Modal Editar Usuário - Admin



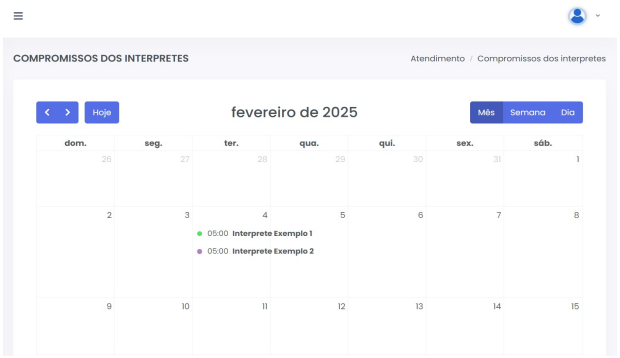
Fonte: Autores (2026).

Figura 19. Modal Criar Usuário - Admin



Fonte: Autores (2026).

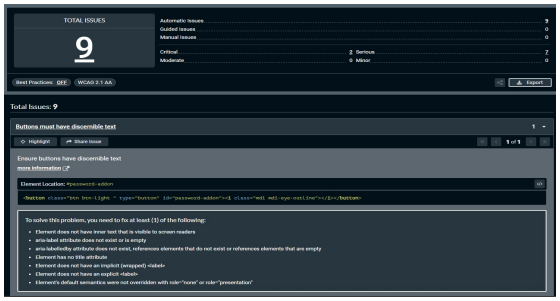
Figura 20. Compromisso dos Intérpretes - Admin



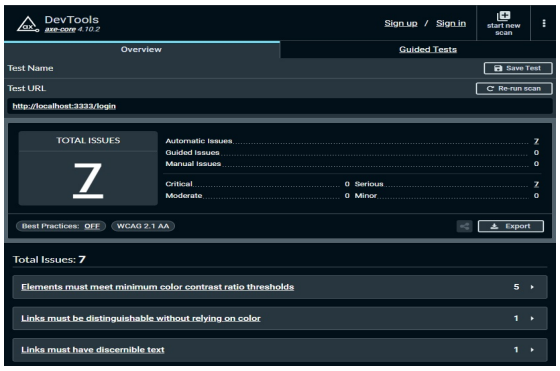
Fonte: Autores (2026).

B. RESULTADOS ANTES E DEPOIS DAS INTERVENÇÕES IDENTIFICADAS PELO AXE DEVTOOLS

Figura 21. Axe DevTools - Página de Login:



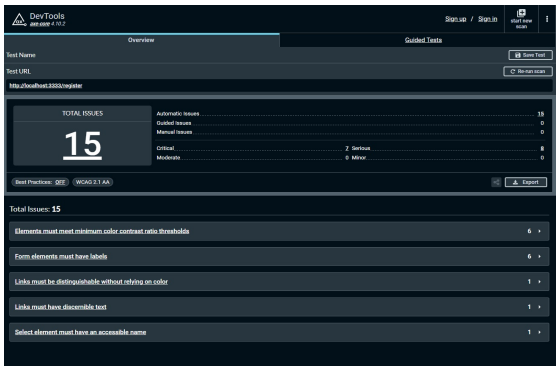
(a) Pré intervenções



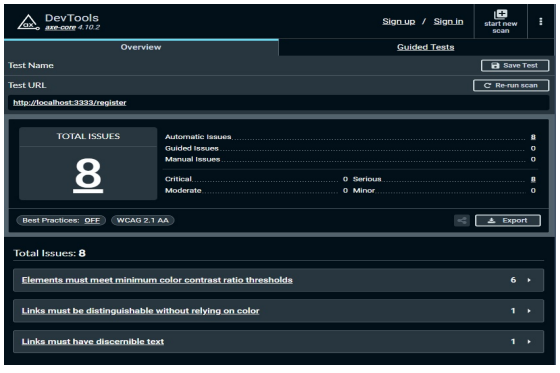
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 22. Axe DevTools - Página de Cadastro:



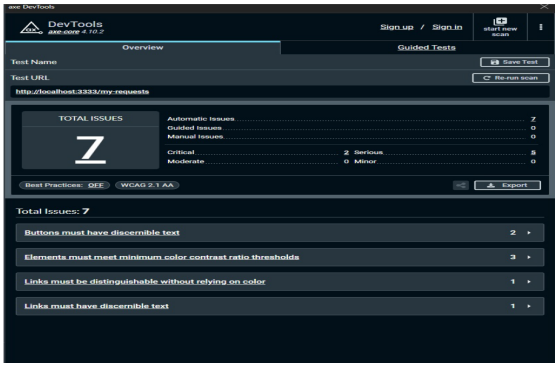
(a) Pré intervenções



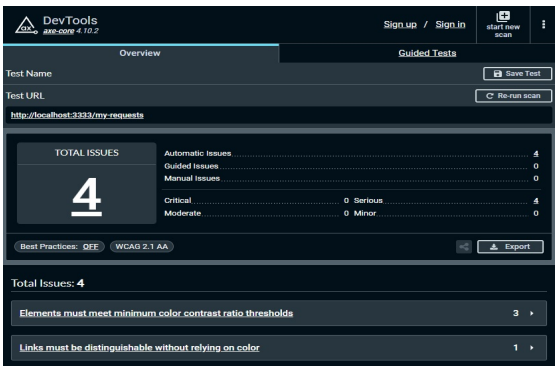
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 23. Axe DevTools - Página de Solicitações para o Solicitante:



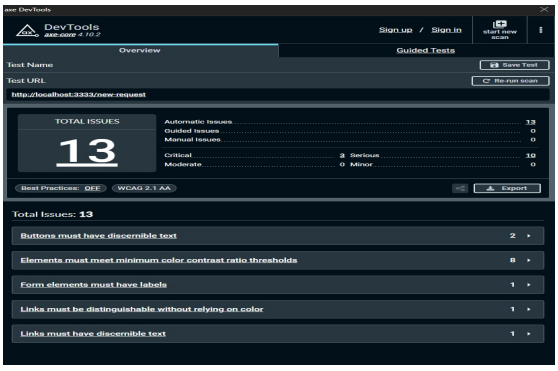
(a) Pré intervenções



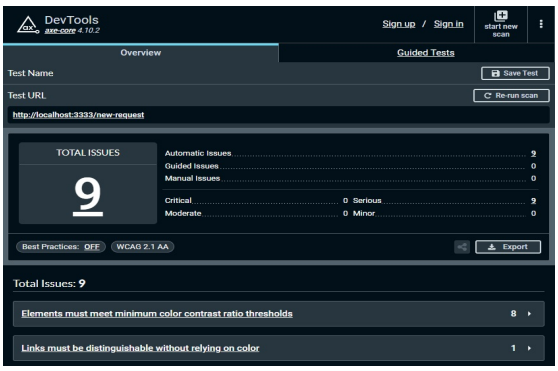
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 24. Axe DevTools - Página de Nova Solicitação para o Solicitante:



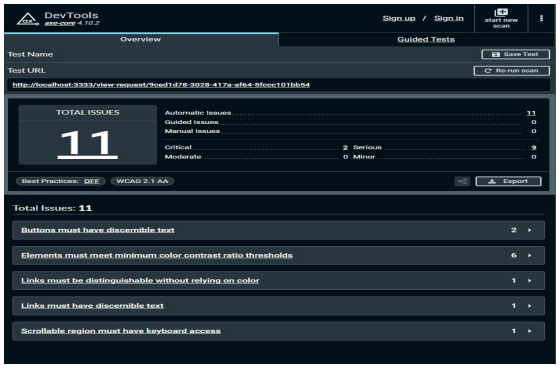
(a) Pré intervenções



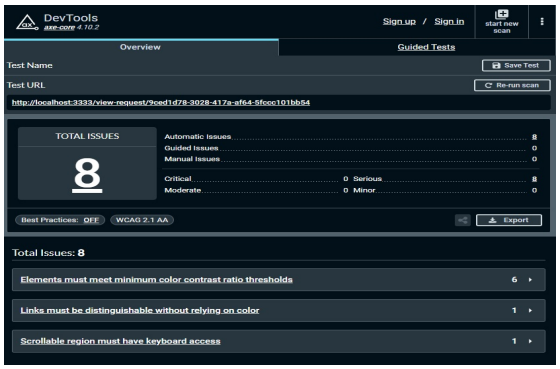
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 25. Axe DevTools - Página de Ver Solicitação para o Solicitante:



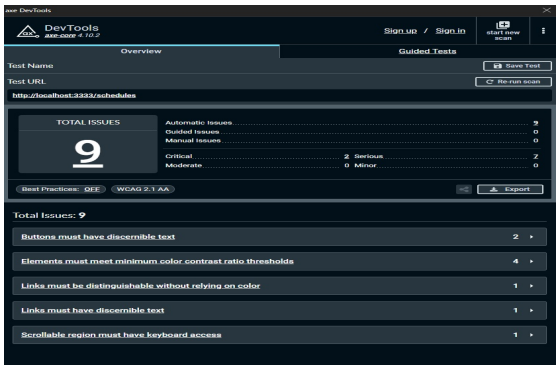
(a) Pré intervenções



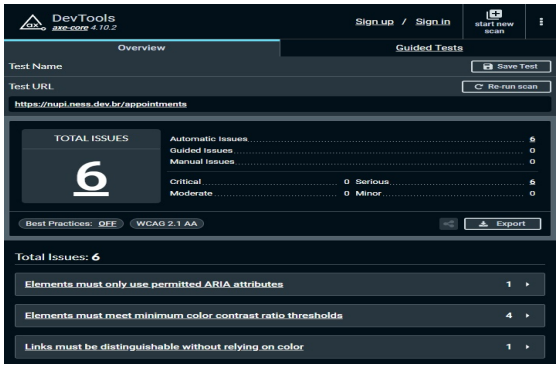
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 26. Axe DevTools - Página da Agenda para o Intérprete:



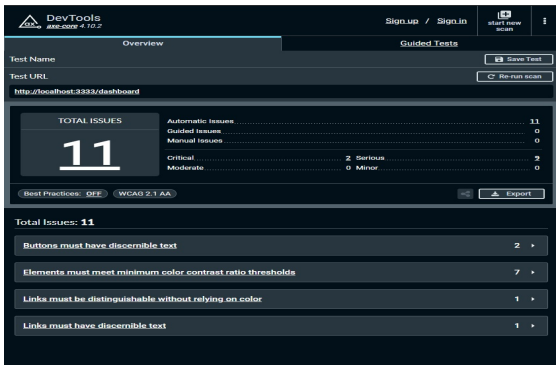
(a) Pré intervenções



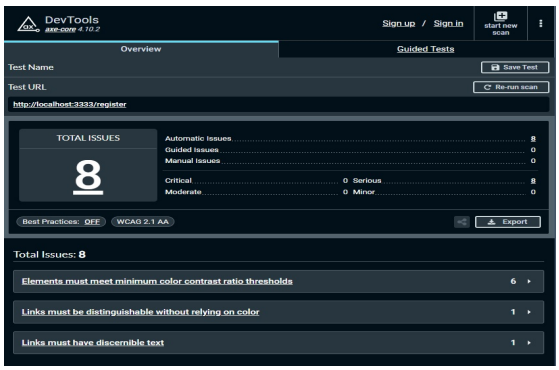
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 27. Axe DevTools - Página de Usuários para o Administrador:



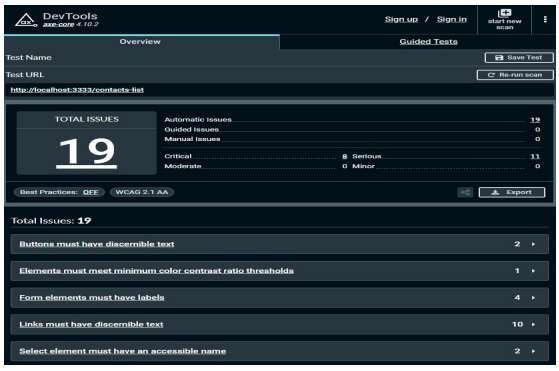
(a) Pré intervenções



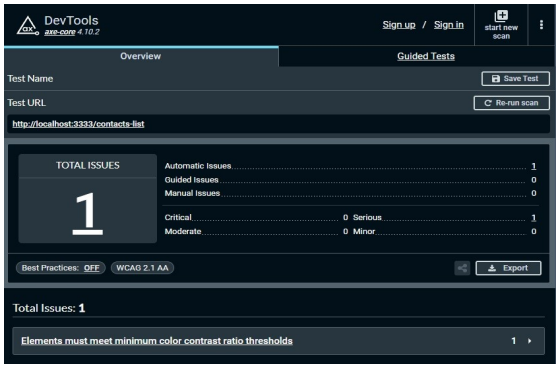
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 28. Axe DevTools - Modal de Editar Usuários para o Administrador:



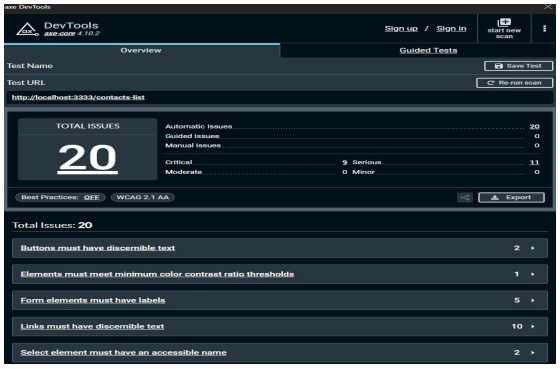
(a) Pré intervenções



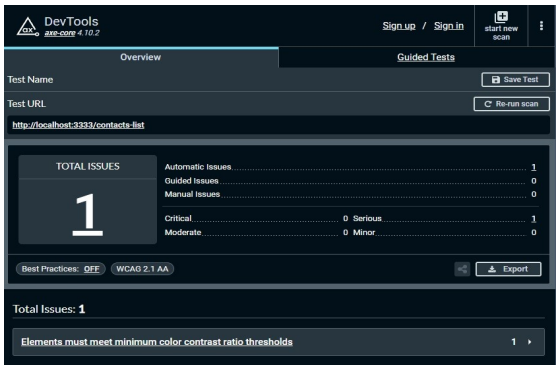
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 29. Axe DevTools - Modal de Criar Usuários para o Administrador:



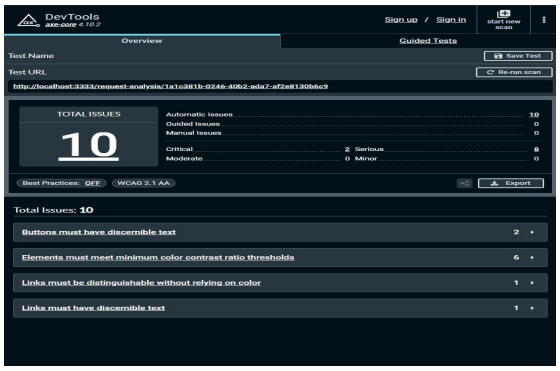
(a) Pré intervenções



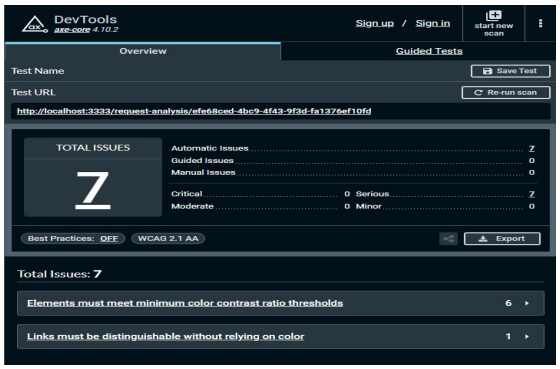
(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).

Figura 30. Axe DevTools - Página de Analisar Solicitação para o Administrador:



(a) Pré intervenções



(b) Pós intervenções

Fonte: Autores (2026).