

## **ESTUDO EXPLORATÓRIO DE FERRAMENTAS GRATUITAS DE AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE NA WEB**

*Raphaelli Gonçalves Bellini<sup>1</sup>*

*Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG*

*Daves Marcio Silva Martins<sup>2</sup>*

*Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG*

*Linha de Pesquisa: Engenharia de software*

### **RESUMO**

Pessoas com deficiência, incluindo problemas de visão, audição, limitações de movimentos, incapacidade de fala, entre outros, encontram diversos problemas para acessar sites na internet. Desta maneira é necessário que sejam feitos esforços a fim de permitir que tais pessoas consigam navegar de maneira adequada na internet. A utilização de ferramentas de avaliação de acessibilidade na web é de grande importância em um primeiro momento das análises de acessibilidade, devido a facilidade e rapidez em sua utilização. Portanto, no presente trabalho foi realizado um estudo exploratório entre três dessas ferramentas, ARC Toolkit, aXe devTools e Siteimprove Accessibility Checker, para entender qual a melhor maneira de realizar uma avaliação de acessibilidade utilizando ferramentas automatizadas. Neste trabalho é apresentada a WCAG 2.1, padrão de acessibilidade na web recomendado pela W3C atualmente, e que serviu como base para as análises realizadas no trabalho. Buscando contextualizar o momento em que vivemos em nosso país em relação a acessibilidade na web, foram apresentadas estatísticas trazendo informações sobre a enorme quantidade de pessoas que precisam de uma internet mais acessível no país e como está o cenário atual sobre a aplicação de padrões de acessibilidade na web no Brasil. A fim de ilustrar o estudo, foram feitas avaliações de acessibilidade de cinco sites de contextos diferentes por cada uma das três ferramentas individualmente e num contexto de "análise conjunta".

**Palavras-chave:** Ferramentas de avaliação de acessibilidade na web. Acessibilidade na web. WCAG 2.1.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a interação das pessoas com computadores se difundiu tanto, a ponto de tornar-se popular. A utilização da internet nos permite encontrar informações de maneira mais fácil, facilita a comunicação entre pessoas em qualquer lugar do mundo, ajuda inclusive a encontrar um emprego ou abrir um negócio, além de tantos outros benefícios. A fim de trazer essas facilidades para todas as pessoas, é importante tornarmos a internet acessível a todos. Para isso é necessário entendermos as necessidades e dores dos usuários, buscando proporcionar uma experiência satisfatória a eles, independentemente de suas restrições.

Segundo o Consórcio World Wide Web (W3C) a acessibilidade na web refere-se a sites, ferramentas e tecnologias que são projetadas e desenvolvidas para que pessoas com deficiência possam: perceber, entender, navegar, interagir e contribuir com a web [1].

A acessibilidade na web abrange as mais diversas deficiências que afetam a navegação na web, incluindo deficiências auditivas, cognitivas, neurológicas, físicas, visuais e de fala. Entretanto, a acessibilidade na web não se limita a pessoas com deficiência, abrangendo também: pessoas idosas com mudança de habilidades devido ao envelhecimento; pessoas com “deficiências temporárias” (braço quebrado, por exemplo); pessoas em situações limitantes (sob luz solar intensa ou em ambiente que não se pode ouvir áudio); pessoas com conexão lenta (pessoas em áreas rurais ou países em desenvolvimento) [1].

Para Yesilada & Harper [2], tornar a internet acessível a todos é importante principalmente pelo fato de que ao entender as necessidades e dores dos usuários com deficiência, irá entender as necessidades de todos os usuários, além do sucesso comercial, por conseguir abranger um espectro maior de pessoas.

Tendo em mente os benefícios de uma internet acessível e a importância da utilização de ferramentas automatizadas em uma primeira etapa de avaliação de acessibilidade, no presente trabalho foi realizado um estudo exploratório de três ferramentas de avaliação de acessibilidade na web, ARC toolkit, aXe DevTools e Siteimprove Accessibility Checker, para entender qual a melhor maneira de realizar uma avaliação de acessibilidade de sites através de ferramentas automatizadas. Sendo os critérios para a escolha destas ferramentas abordados posteriormente. Este estudo é ilustrado com um estudo de caso, no qual é realizada a avaliação de cinco sites de diferentes contextos, baseando-se na WCAG 2.1. As análises foram feitas

utilizando as três ferramentas de maneira individual e num contexto de uma "análise conjunta" das ferramentas em questão.

## **2 WCAG (Web Content Accessibility Guidelines)**

Ao longo dos anos, a Iniciativa de Acessibilidade na Web (WAI) do W3C desenvolveu diretrizes para ajudar a padronizar o que é necessário para tornar o conteúdo da Web mais acessível [3]. A primeira versão das WCAG foi publicada em 1999 [4]. Sua segunda versão (2.0) foi publicada em 2008. Em 2018, as WCAG 2.1 que estendem as WCAG 2.0 foram publicadas e hoje são referência do W3C, motivo pelo qual tais diretrizes foram escolhidas como base para as análises do estudo de caso apresentado a seguir. Vale salientar que um conteúdo em conformidade com as WCAG 2.1 também está em conformidade com as WCAG 2.0 [3, 5].

As WCAG 2.1 se baseiam em quatro princípios: perceptível, operável, compreensível e robusto. Sendo cada um desses princípios compostos de diretrizes e cada diretriz apresenta diferentes critérios de sucesso (CS), sendo atribuído a cada um desses CS um nível de conformidade: A, AA ou AAA. Estar em um nível de conformidade mais alto, também indica estar em conformidade com os níveis mais baixos, ou seja, uma página que está em conformidade com o nível AA, também está em conformidade com o nível A [6]. Juntas, essas camadas de orientação fornecem orientações de como tornar a Web mais acessível [5].

## **3 O CONTEXTO ATUAL DA ACESSIBILIDADE NO BRASIL**

De acordo com o Censo 2010, a deficiência visual, motora, auditiva ou mental/intelectual está presente em 8,2% da população brasileira, o que equivale a mais de 15,6 milhões de brasileiros, número maior que toda a população de Portugal [7, 8]. Já os idosos, pessoas com 60 anos ou mais, correspondem a 15,7%, ou seja, 29,9 milhões de brasileiros [7]. Os números apresentados tornam ainda mais clara a necessidade de uma internet mais acessível.

Atualmente no Brasil não temos um padrão de acessibilidade que sites particulares e públicos sejam obrigados a seguir como acontece em alguns países ao redor do mundo como Reino Unido, Austrália, Coreia do Sul e Estados Unidos [9]. Porém um primeiro passo foi dado no Brasil com a criação do Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG).

O eMAG é um conjunto de recomendações para orientar profissionais no desenvolvimento e adequação de sites, tornando-os mais acessíveis [10].

Em 7 de maio de 2007, a Portaria nº 3, institucionalizou a versão 2.0 do eMAG, tornando seu cumprimento obrigatório em sites e portais governamentais brasileiros [10].

O eMAG é uma versão especializada do WCAG 2.0, padrão de acessibilidade referência no mundo. Atualizações vêm sendo feitas desde a criação do eMAG, estando hoje na versão 3.1, lançada em abril de 2014 [10]. Em sua versão atual, não são englobados todos os critérios do WCAG 2.0, porém não é excluída a aplicação de qualquer prática presente no WCAG 2.0 nos sites governamentais brasileiros [11].

Para se alcançar uma internet mais acessível a todos é necessário que o escopo do eMAG se amplie e se estenda a sites públicos e privados do Brasil.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 FERRAMENTAS**

As ferramentas de avaliação de acessibilidade na web são softwares ou serviços online usados para verificar até que ponto o conteúdo da web atende aos requisitos das diretrizes de acessibilidade [12].

Nem todos os problemas de acessibilidade podem ser detectados automaticamente pelas ferramentas, sendo necessária uma avaliação complementar manual feita por especialistas. Porém, a utilização dos testes automatizados como uma primeira etapa é muito útil, visto que eles se adequam bem a testes em larga escala, além de necessitar de menor tempo e experiência para realização [13, 14].

No presente trabalho, as seguintes ferramentas foram consideradas para um estudo exploratório: ARC Toolkit, axe DevTools e Siteimprove Accessibility Checker. Os critérios utilizados para a seleção das ferramentas foram: ser uma extensão de navegador ou site, ter licença gratuita ou open-source, estar entre as ferramentas recomendadas pela W3C [13] e permitir testes baseados na WCAG 2.1. Para refinar os resultados foram descartadas ferramentas que apresentam os erros de maneira muito particular, dificultando a comparação com outras ferramentas. Por fim, entre as ferramentas que cumpriram os critérios, foram selecionadas as três ferramentas mais utilizadas para testes de acessibilidade na web em 2021, de acordo com uma pesquisa publicada pela WebAIM [15]. Uma última ferramenta que apresenta o mesmo motor em uma versão mais antiga do que outra ferramenta também presente entre as mais

utilizadas foi excluída do estudo. Na tabela 1, pode-se visualizar a lista das ferramentas mais utilizadas de acordo com a pesquisa realizada pela WebAIM e o motivo de exclusão das ferramentas não selecionadas para o estudo.

**TABELA 1** - Motivo de exclusão das ferramentas presentes na pesquisa da WebAIM

| Quais das ferramentas a seguir você costuma usar para testar a acessibilidade na Web? |                    |   |
|---|--------------------|---|
| Ferramenta  | % de entrevistados | Motivo de exclusão do presente estudo   |
| aXe or aXe Plugins  | 64.0%              | -   |
| Browser DevTools/Inspector  | 63.9%              | não é plugin ou site  |
| WAVE Chrome or Firefox extensions   | 53.0%              | exibição dos erros muito diferente (dificuldade de comparação com outras ferramentas) |
| Accessibility bookmarklets or user scripts  | 40.1%              | não é plugin ou site  |
| Google Lighthouse   | 34.6%              | não é indicada pelo W3C   |
| Online contrast checkers  | 27.2%              | avalia apenas contraste   |
| WAVE online evaluation tool   | 21.4%              | exibição dos erros muito diferente (dificuldade de comparação com outras ferramentas) |
| Accessibility Insights  | 21.2%              | utiliza versão desatualizada do motor utilizado pela ferramenta do aXe (selecionada)  |
| Siteimprove   | 15.6%              | -   |
| ANDI  | 12.7%              | exibição dos erros muito diferente (dificuldade de comparação com outras ferramentas) |
| ARC (Accessibility Resource Center)   | 10.7%              | -   |
| AATT (Automated Accessibility Testing Tool)   | 8.7%               | não é plugin ou site  |
| JAWS Inspect  | 7.3%               | não é gratuita  |
| Tenon   | 5.3%               | não mostra a diretriz em que se baseia  |

Fonte: Elaboração própria

Nos parágrafos a seguir, serão feitas breves introduções a cada uma das ferramentas selecionadas. Tais parágrafos contam com a utilização de imagens das interfaces das ferramentas em execução, marcadas com cores para facilitar a compreensão de cada parte das interfaces.

#### 4.1.1 ARC TOOLKIT

O ARC Toolkit é uma extensão gratuita do Chrome que ajuda na identificação de problemas de acessibilidade de acordo com as diretrizes WCAG 1.0, WCAG 2.0, WCAG 2.1, EN 301 549 e Section 508 [16, 17].

Como pode ser visto na figura 1, a ferramenta apresenta uma barra lateral, onde os resultados são agrupados em categorias e subcategorias (vermelho) e divididos em erros e alertas, os quais podem ser visíveis ou ocultos (azul). Na análise

dos testes é mostrado se foi ou não aprovado, o trecho de código a que está se referindo (verde), o critério de sucesso (apresentando um link direto para a documentação dos critérios de sucesso) em que falhou e sua respectiva diretriz (laranja) e também uma recomendação para sanar o problema logo abaixo. Ao passar o mouse sobre o trecho de código que é apresentado como o causador do erro é possível visualizar o erro na tela e ao clicar nele, será aberto o DevTools com o trecho de código destacado.

**FIGURA 1** - Interface da ferramenta ARC Toolkit em execução

Fonte: Elaboração própria

A ferramenta também apresenta alguns recursos adicionais como a possibilidade de ver e acompanhar o foco na página, ver como será a o fluxo de navegação de um usuário que navega no site utilizando um teclado, além de permitir enviar o DOM ou URL para o W3C Markup Validation Service [16, 18].

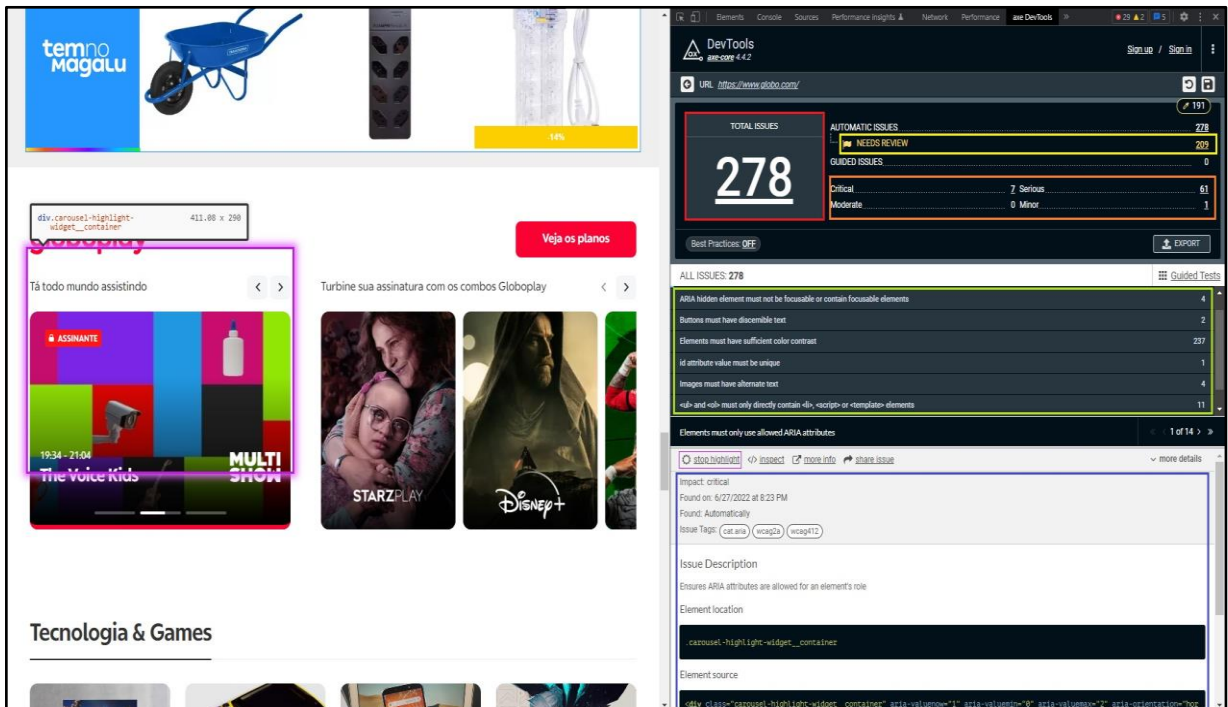
#### 4.1.2 AXE DEVTOOLS

O axe DevTools é uma extensão gratuita para navegadores (Chrome, Firefox e Edge/Explorer). A ferramenta realiza os testes de acordo com as diretrizes WCAG 2.0, WCAG 2.1, EN 301 549, Section 508, German Government Standard (BITV) e Japanese Industry Standard (JIS) [17].

Na figura 2, a ferramenta mostra a quantidade de erros encontrados (vermelho), sinalizando os que precisam de revisão manual (amarelo). Os erros que não precisam de revisão manual também são exibidos em categorias de acordo com seu grau de criticidade (laranja).

No detalhamento dos resultados são exibidas as violações e a quantidade de ocorrências de cada uma (verde claro). Em cada ocorrência é apresentado o grau de criticidade, descrição, parte do código a que se refere e como corrigir o erro (azul). Além dessas informações, o usuário pode destacar o erro na página (lilás), abrir o DevTools com o trecho de código relativo ao erro destacado e visitar uma página da Deque University com informações mais aprofundadas, tudo isso com apenas um clique. Entre as informações detalhadas presentes na página da Deque University temos: o nível de impacto causado no usuário, o critério de sucesso violado e sua respectiva diretriz, como corrigir o erro e as deficiências impactadas.

**FIGURA 2** - Interface da ferramenta aXe DevTools em execução



Fonte: Elaboração própria

A axe DevTools também possui duas versões pagas, que oferecem alguns recursos adicionais como: testes em nível de componentes, testes guiados inteligentes, integração CI/CD [19].

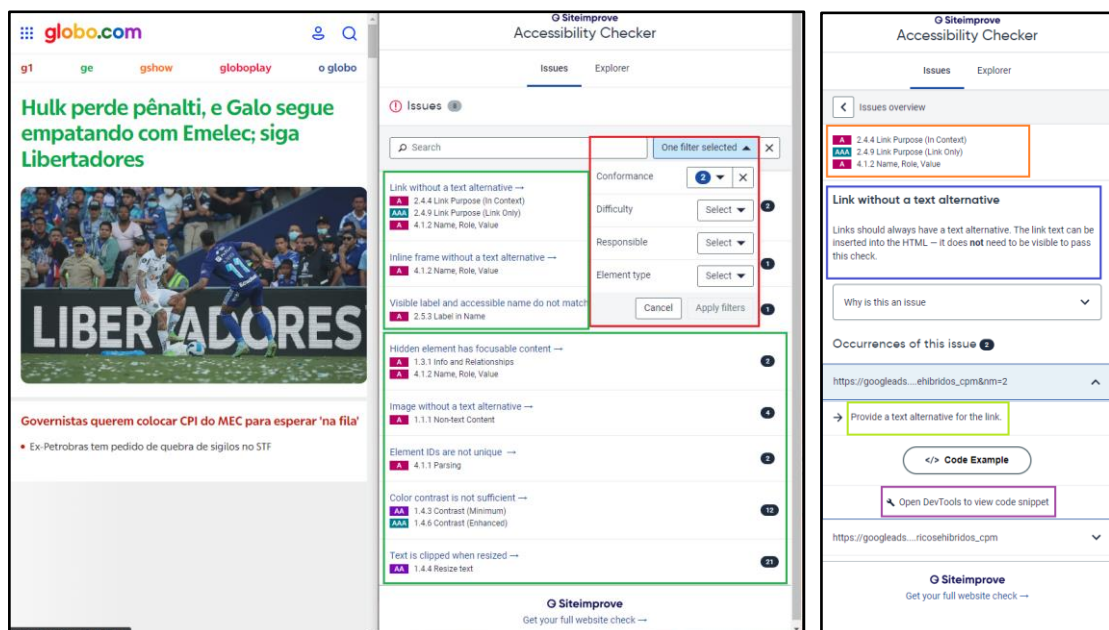
### 4.1.3 SITEIMPROVE ACCESSIBILITY CHECKER

O Siteimprove Accessibility Checker é uma extensão gratuita para navegadores (Chrome, Firefox, Edge/Explorer e Opera) que tem seus testes baseados nas diretrizes WCAG 2.0, WCAG 2.1, EN 301 549, Section 508, German Government Standard (BITV), Japanese Industry Standard (JIS), Irish National IT Accessibility Guidelines, French Government Standard (RGAA), Israeli Web Accessibility Guidelines (SI 5568) e Stanca Act, Italian Accessibility Legislation [17].

Como pode-se observar na figura 3, esta ferramenta permite a utilização de filtros de nível de conformidade, grau de dificuldade para resolução do erro, função do profissional responsável (desenvolvedor, redator de conteúdo, UX Design, Visual Design) e tipo de elemento (vermelho).

As violações são exibidas apresentando a descrição, o critério de sucesso violado e seu respectivo nível de conformidade e o número de ocorrências (verde). Ao clicar em uma violação é possível ter uma visão detalhada do porquê ela ocorre (azul), os critérios de sucesso violados (laranja), as deficiências impactadas, como corrigir o erro (verde claro), além da possibilidade de abrir o DevTools com o trecho de código em destaque (roxo).

**FIGURA 3** - Interface da ferramenta Siteimprove Accessibility Checker em execução



Fonte: Elaboração própria

A Siteimprove também possibilita ver como pessoas com acromatopsia (incapacidade de perceber quaisquer cores, enxergam em preto e branco),



deuteranopia (forma de daltonismo que dificulta a distinção entre vermelho e verde, roxo e azul, e alguns tons de cinza) e tritanopia (forma de daltonismo que dificulta a distinção entre azul e verde, e amarelo e violeta) enxergam determinado site [20].

## 4.2 WEB SITES

Com o objetivo de analisar de maneira mais detalhada as diferenças entre as ferramentas de validação de acessibilidade na web selecionadas, foi feita a verificação por cada uma das ferramentas de cinco web sites: “facebook.com”, “globo.com”, “google.com”, “mercadolivre.com.br” e “quartierlatin.com.br”.

A fim de verificar a cobertura das ferramentas, foram selecionados websites de diferentes categorias, tendo como base uma pesquisa realizada pela Semrush apontando os sites mais visitados em 2022. Na categoria de rede social, “facebook.com”, na de portal de notícias, “globo.com”, na de buscador, “google.com” e na de e-commerce “mercadolivre.com.br”. No total, esses sites receberam 2,09 bilhões de visitas por mês, um número bastante representativo de usuários [21]. Também foi selecionado para análise o site “quartierlatin.com.br”, com a finalidade de ver como as ferramentas se comportam analisando um site com muitas animações. Assim foi possível ver como as ferramentas se comportam em diferentes tipos de sites.

Foram analisadas apenas as homepages dos sites, pois através da organização e do conteúdo da homepage, tem-se indicadores de como as outras páginas do site podem vir a ser. Além do fato de serem o ponto inicial de contato dos visitantes [22, 23].

## 4.3 PROCESSO

Tendo em vista que alguns dos sites analisados são dinâmicos, a análise foi iniciada para cada uma das ferramentas em intervalos de segundos, com posterior verificação de que as páginas carregadas eram iguais entre si. A primeira página foi carregada em vários navegadores Chrome, cada um utilizando uma ferramenta diferente. Após as análises de cada uma das ferramentas os resultados foram coletados e o mesmo procedimento repetido para os demais sites.

As análises se basearam na WCAG 2.1, as quais foram publicadas como recomendação do W3C em dezembro de 2008 [5].

Em relação a quantificação dos erros, quando um erro se relacionava a mais de um CS, a quantidade de erros foi considerada igual ao número de CS violados,

partindo do pressuposto que tratando um dos CS violados, permaneceriam os erros relacionados aos outros CS.

No presente trabalho foi utilizado o termo "análise conjunta", que é a representação da análise de um determinado site das três ferramentas em conjunto. Para determinar os erros encontrados neste tipo de análise foram agrupados os erros encontrados por cada uma das ferramentas na análise de um site e então os erros encontrados em mais de uma ferramenta foram descartados.

Para definir quais erros seriam descartados da "análise conjunta", foi feita uma análise manual, observando as análises individuais das ferramentas. Caso o mesmo CS violado se repetisse em uma mesma parte do código em outra ferramenta, esse erro era então descartado da "análise conjunta".

Os problemas classificados com nível de conformidade AAA não foram levados em consideração, pois segundo a W3C não é possível satisfazer todos os critérios de sucesso de nível AAA para alguns conteúdos, sendo assim não é recomendado que a conformidade Nível AAA seja requerida como política geral para sites inteiros [6]. Os problemas que precisam de revisão manual também foram descartados da análise.

## **5 RESULTADOS**

A seguir serão apresentados em tabelas os resultados encontrados nas análises de cada um dos sites selecionados, utilizando cada uma das ferramentas e no contexto de uma "análise conjunta" das três ferramentas. Os erros foram agrupados de acordo com seu nível de conformidade (A e AA) e princípio. Além disso, foram elencados os CS que mais falharam e quantos CS diferentes falharam.

### **5.1 FACEBOOK**

Segundo a análise representada na tabela 2, a ARC foi a ferramenta que encontrou o maior número de erros, porém a Siteimprove foi a que detectou um maior número de diferentes CS violados, cinco. Vale ressaltar que apesar das duas ferramentas terem uma quantidade diferente de CS violados muito próxima, apenas dois dos CS violados eram iguais nas duas ferramentas. Sendo assim, somando as duas ferramentas foi possível detectar sete CS diferentes violados.

Somando as três ferramentas foram encontrados 16 erros diferentes do nível de conformidade A e 20 do AA. A ARC, que foi a ferramenta que mais identificou erros, encontrou 7 dos 16 erros de nível A e 14 dos 20 erros de nível AA.

O CS que foi violado em maior quantidade foi o 1.4.3, com 15 ocorrências. O CS 1.4.3 está relacionado ao contraste mínimo (4,5:1 ou 3:1 em algumas exceções) de textos e imagens. Este CS está relacionado ao princípio perceptível e se enquadra no nível de conformidade AA [5].

Os CS 1.1.1 (A) e 1.4.4 (AA) tiveram cinco ocorrências cada, sendo os CS com mais ocorrências depois do de contraste mínimo (1.4.3). Esses CS se referem respectivamente: falta de alternativa textual para os conteúdos não textuais; problema nos textos ao serem redimensionados em até 200% sem tecnologia assistiva, havendo perda de conteúdo ou função [5]. Não foi detectada nenhuma ocorrência do CS 1.1.1 pela Siteimprove. Já o 1.4.4 foi detectado apenas por ela.

**TABELA 2** - Avaliação de acessibilidade do site Facebook

| Ferramentas        | Conformidade |    | Princípio   |          |               |         | CS mais encontrado | CS Total |
|--------------------|--------------|----|-------------|----------|---------------|---------|--------------------|----------|
|                    | A            | AA | Perceptível | Operável | Compreensível | Robusto |                    |          |
| Siteimprove        | 7            | 5  | 7           | 3        | 0             | 2       | 1.4.4              | 5        |
| aXe                | 4            | 1  | 3           | 0        | 0             | 2       | 1.1.1 e 4.1.2      | 3        |
| ARC                | 7            | 14 | 17          | 3        | 0             | 1       | 1.4.3              | 4        |
| "Análise conjunta" | 16*          | 20 | 27          | 6        | 0             | 3*      | 1.4.3              | 7        |

\* 2 erros A (4.1.2) se repetiram em duas ferramentas (Siteimprove e aXe), sendo então descartados da "análise conjunta".

Fonte: Elaboração própria

## 5.2 GLOBO

De acordo com os resultados apresentados na tabela 3, podemos observar que a ARC foi a ferramenta que encontrou o maior número de erros nesta análise, 108, sendo grande parte deles referente ao CS de contraste mínimo (1.4.3). Entretanto vale ressaltar que do total de erros encontrados pela ferramenta ARC, apenas cinco não eram referentes ao CS de contraste mínimo, enquanto as ferramentas Siteimprove e aXe encontraram 34 e 18 erros não relacionados a ele, respectivamente. Sendo assim, desconsiderando o CS 1.4.3 o total de erros do Siteimprove, aXe e ARC passariam de 46, 70 e 108 para 34, 18 e 5, ou seja, a ARC passaria da ferramenta que encontrou o maior número de erros para a que encontrou o menor número de erros e a Siteimprove assumiria seu papel de destaque.

O Siteimprove é a ferramenta que encontrou a maior quantidade de diferentes CS violados, seis.

O CS mais violado em cada uma das ferramentas e na "análise conjunta" foi o 1.4.3 relacionado ao contraste mínimo, com uma quantidade impressionante de 167 ocorrências diferentes.

**TABELA 3** - Avaliação de acessibilidade do site Globo

| Ferramentas        | Conformidade |      | Princípio   |          |               |         | CS mais encontrado | CS Total |
|--------------------|--------------|------|-------------|----------|---------------|---------|--------------------|----------|
|                    | A            | AA   | Perceptível | Operável | Compreensível | Robusto |                    |          |
| Siteimprove        | 12           | 34   | 38          | 1        | 0             | 7       | 1.4.4              | 6        |
| aXe                | 18           | 52   | 63          | 0        | 0             | 7       | 1.4.3              | 4        |
| ARC                | 5            | 103  | 105         | 1        | 1             | 1       | 1.4.3              | 5        |
| "Análise conjunta" | 30*          | 130* | 147*        | 2        | 1             | 10*     | 1.4.3              | 10       |

\* 5 erros A (1 ocorrência do 4.1.1 e 4 do 4.1.2) e 59 AA (1.4.3) se repetiram em diferentes ferramentas, sendo desconsiderados na "análise conjunta".

Fonte: Elaboração própria

### 5.3 GOOGLE

Pode-se observar na tabela 4, que a ferramenta que encontrou o maior número de erros no site do "Google.com" foi a ARC, a qual encontrou três erros. Considerando os erros encontrados por todas as ferramentas selecionadas, a ARC não encontrou apenas um deles. Os erros encontrados pela ARC violaram três critérios de sucesso diferentes.

O Siteimprove e o aXe encontraram um único erro, sendo este o mesmo para as duas ferramentas.

O CS 4.1.2 foi encontrado por todas as ferramentas e foi o mais encontrado levando em consideração todas as ferramentas. Ele se deve à ausência de atributos ARIA (atributos especiais para a acessibilidade, que podem ser adicionados a qualquer linguagem de marcação) obrigatórios e está relacionado ao nível de conformidade A e ao princípio robusto [5, 24].

**TABELA 4** - Avaliação de acessibilidade do site Google

| Ferramentas        | Conformidade |    | Princípio   |          |               |         | CS mais encontrado  | CS Total |
|--------------------|--------------|----|-------------|----------|---------------|---------|---------------------|----------|
|                    | A            | AA | Perceptível | Operável | Compreensível | Robusto |                     |          |
| Siteimprove        | 1            | 0  | 0           | 0        | 0             | 1       | 4.1.2               | 1        |
| aXe                | 1            | 0  | 0           | 0        | 0             | 1       | 4.1.2               | 1        |
| ARC                | 2            | 1  | 1           | 1        | 0             | 1       | 1.1.1; 2.4.1; 4.1.2 | 3        |
| "Análise conjunta" | 3*           | 1  | 1           | 1        | 0             | 2*      | 4.1.2               | 3        |

\* 1 erro A (4.1.2) se repetiu em duas ferramentas (Siteimprove e aXe), sendo então descartado da "análise conjunta".

Fonte: Elaboração própria

## 5.4 MERCADO LIVRE

Como pode ser visto na tabela 5, a ferramenta que encontrou o maior número de erros nesta análise foi a Siteimprove, com 141 violações encontradas. Entretanto um fato chama atenção, entre os 141 erros encontrados pela Siteimprove, 116 são referentes ao CS 1.4.4, CS este que não foi detectado por nenhuma das outras ferramentas, levantando a hipótese de ser este um CS detectado apenas pela Siteimprove entre as três ferramentas selecionadas. Desconsiderando esse possível CS exclusivo da Siteimprove, ela é ultrapassada pela ARC que encontrou 136 ocorrências.

Nesta análise, a ARC encontrou violações em seis CS diferentes, sendo a ferramenta que encontrou a maior variedade de CS violados, não encontrou apenas as violações relacionadas ao CS 1.4.4.

Dos 18 erros encontrados pela aXe, apenas cinco deles não foram detectados por uma das outras duas ferramentas.

O CS com mais ocorrência foi o 1.4.3 com 124 ocorrências, seguido pelo 1.4.4 com 116.

**TABELA 5** - Avaliação de acessibilidade do site Mercado Livre

| Ferramentas        | Conformidade |      | Princípio   |          |               |         | CS mais encontrado | CS Total |
|--------------------|--------------|------|-------------|----------|---------------|---------|--------------------|----------|
|                    | A            | AA   | Perceptível | Operável | Compreensível | Robusto |                    |          |
| Siteimprove        | 1            | 140  | 141         | 0        | 0             | 0       | 1.4.4              | 3        |
| aXe                | 3            | 15   | 16          | 1        | 0             | 1       | 1.4.3              | 4        |
| ARC                | 17           | 119  | 126         | 7        | 0             | 3       | 1.4.3              | 6        |
| "Análise conjunta" | 18*          | 240* | 247*        | 7*       | 0             | 4       | 1.4.3              | 7        |

\* 3 erros A (2 ocorrências do 1.1.1 e 1 do 2.4.4) e 34 AA (1.4.3) se repetiram em diferentes ferramentas, sendo desconsiderados na "análise conjunta".

Fonte: Elaboração própria

## 5.5 QUARTIER LATIN

Os resultados mostrados na tabela 6, apontam que o maior número de violações de CS foram encontrados pela Siteimprove, que também foi a ferramenta que encontrou violações em um maior número de CS, juntamente com a ARC (três do total de quatro encontrados pela soma das ferramentas).

O ponto importante para ressaltar é que todos os erros identificados pela aXe DevTools foram também identificados por uma das outras duas ferramentas, sendo assim, em uma "análise conjunta", a utilização dela se tornaria dispensável.

O CS mais encontrado foi o 1.4.3 (contraste mínimo), o qual teve suas ocorrências concentradas na ferramenta Siteimprove, 17, as outras duas ferramentas encontraram apenas uma ocorrência dele no total. Em sequência, os CS que foram mais violados em número de ocorrências diferentes foram o 2.4.4 e o 4.1.2 ambos com três ocorrências diferentes.

O CS 2.4.4 foi o único encontrado pelas três ferramentas e se refere a necessidade do objetivo do link estar presente no próprio texto do link ou no contexto em que ele está inserido [5].

**TABELA 6** - Avaliação de acessibilidade do site Quartier Latin

| Ferramentas        | Conformidade |    | Princípio   |          |               |         | CS mais encontrado | CS Total |
|--------------------|--------------|----|-------------|----------|---------------|---------|--------------------|----------|
|                    | A            | AA | Perceptível | Operável | Compreensível | Robusto |                    |          |
| Siteimprove        | 2            | 17 | 17          | 1        | 0             | 1       | 1.4.3              | 3        |
| aXe                | 6            | 0  | 0           | 3        | 0             | 3       | 2.4.4 e 4.1.2      | 2        |
| ARC                | 4            | 1  | 1           | 4        | 0             | 0       | 2.4.4              | 3        |
| "Análise conjunta" | 7*           | 18 | 18          | 4*       | 0             | 3*      | 1.4.3              | 4        |

\* 5 erros A (4 ocorrências do 2.4.4 e 1 do 4.1.2) se repetiram em ferramentas diferentes. Logo, foram desconsiderados na "análise conjunta".

Fonte: Elaboração própria

## 6 DISCUSSÃO

Analisando as ferramentas em um contexto geral podemos observar na tabela 7, que a ARC detectou um número maior em relação às outras duas ferramentas (273, 57% do total de erros detectados na "análise conjunta"). A Siteimprove encontrou 219 (45% do total de erros detectados na "análise conjunta") e a aXe detectou apenas 100 (21% do total de erros detectados na "análise conjunta").

Em todas as ferramentas e no geral, o princípio mais violado foi o perceptível (440, 91% do total de violações encontradas na "análise conjunta"). O princípio compreensível teve um destaque positivo, apresentando uma única ocorrência [5].

**TABELA 7** - Avaliação de acessibilidade em um contexto geral dos cinco sites analisados

| Ferramentas        | Conformidade |      | Princípio   |          |               |         | Total |
|--------------------|--------------|------|-------------|----------|---------------|---------|-------|
|                    | A            | AA   | Perceptível | Operável | Compreensível | Robusto |       |
| Siteimprove        | 23           | 196  | 203         | 5        | 0             | 11      | 219   |
| aXe                | 32           | 68   | 82          | 4        | 0             | 14      | 100   |
| ARC                | 35           | 238  | 250         | 16       | 1             | 6       | 273   |
| "Análise conjunta" | 75*          | 408* | 440         | 20       | 1             | 22      | 483   |

\* 15 erros A e 94 AA se repetiram em diferentes ferramentas, sendo desconsiderados na "análise conjunta".

Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 8 - Critérios de sucesso violados, podemos observar um fato interessante, apenas dois CS de nível AA foram detectados e ao analisarmos a tabela 7 podemos ver que todas as ferramentas detectaram um maior número de violações de nível AA, ou seja, apesar de termos mais ocorrências de violações de nível AA, essas violações são focadas em apenas dois CS (1.4.3, contraste mínimo e 1.4.4, redimensionamento de texto), enquanto as de nível A se distribuem entre dez diferentes CS. Tal constatação indica que esforços ainda precisam ser feitos para que os sites atendam ao nível de conformidade A (mais baixo).

Entre os CS de nível A mais violados estão: 4.1.2, que visa garantir que as tecnologias assistivas possam acessar as informações de nome, função e valor de elementos padronizados do HTML ou de componentes customizados; 1.1.1, que defende a necessidade de uma alternativa textual para conteúdos não textuais; 1.3.1, que diz que a organização estrutural de uma tela deve ser construída de forma que sua arquitetura de informação faça sentido para quem acessa o conteúdo [5].

Em um contexto geral, podemos observar na tabela 8, que a Siteimprove conseguiu detectar nove diferentes critérios violados, a ARC oito e a aXe apenas seis.

Na tabela 8, a marcação em verde simboliza que apenas determinada ferramenta detectou aquela violação e a em vermelho indica que somente determinada ferramenta não detectou tal violação. Sendo assim, podemos observar que apenas ARC conseguiu detectar erros correspondentes aos CS 2.4.1 (o usuário deve ter controle para ignorar determinados conteúdos repetitivos), 2.4.3 (ordem do foco deve ser sequencial e lógica) e 3.3.2 (os rótulos devem descrever de maneira clara o objetivo dos campos de um formulário) e foi a única ferramenta que não detectou erros relacionados ao CS 1.3.1 (a organização estrutural de uma tela deve ser construída de forma que sua arquitetura de informação faça sentido) [5].

A Siteimprove foi a única que conseguiu detectar violações dos CS: 1.3.3 (nenhuma instrução ou direcionamento deve depender de um formato específico, localização espacial, som ou qualquer outra característica sensorial.), 1.4.4 (o redimensionamento do texto em até 200% sem tecnologia assistiva não pode comprometer a função e conteúdo do mesmo) e 2.5.3 (qualquer componente interativo, devem ter um rótulo com descrição significativa) [5].

Pode-se observar de acordo com a tabela 8, que as ferramentas ARC e Siteimprove se complementam pois todos os CS que a ARC não detectou a Siteimprove detectou e vice-versa.

Outro ponto importante de se destacar nas análises, observando a tabela 8, é o enorme destaque da ferramenta ARC perante a detecção de erros de contraste, tendo encontrado 237 ocorrências (89% do total das ocorrências do CS 1.4.3), enquanto aXe encontrou 68 e Siteimprove 53, apenas.

**TABELA 8** - Critérios de sucesso (CS) violados

| CS    | Nível de conformidade | ARC         | aXe         | Siteimprove | "Análise conjunta" |
|-------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|
|       |                       | ocorrências | ocorrências | ocorrências |                    |
| 1.1.1 | A                     | 13          | 3           | 1           | 15                 |
| 1.3.1 | A                     | 0           | 11          | 2           | 13                 |
| 1.3.3 | A                     | 0           | 0           | 4           | 4                  |
| 1.4.3 | AA                    | 237         | 68          | 53          | 265                |
| 1.4.4 | AA                    | 0           | 0           | 143         | 143                |
| 2.4.1 | A                     | 3           | 0           | 0           | 3                  |
| 2.4.3 | A                     | 6           | 0           | 0           | 6                  |
| 2.4.4 | A                     | 7           | 4           | 3           | 9                  |
| 2.5.3 | A                     | 0           | 0           | 2           | 2                  |
| 3.3.2 | A                     | 1           | 0           | 0           | 1                  |
| 4.1.1 | A                     | 1           | 1           | 2           | 3                  |
| 4.1.2 | A                     | 5           | 13          | 9           | 19                 |

Fonte: Elaboração própria

Podemos observar no presente estudo, um ganho de 77% em relação a detecção de diferentes erros quando se utiliza as três ferramentas em uma análise, ao invés de utilizar apenas uma (considerando a ARC que foi a que mais encontrou erros neste estudo). Tal resultado encontrado no presente trabalho corrobora com resultados encontrados em estudos anteriores que sugerem a utilização de um conjunto de ferramentas em testes automáticos, a fim de aumentar a cobertura da análise, já que elas detectam diferentes erros [18, 25-28].

É importante salientar também que as ferramentas não são capazes de detectar todas as violações, sendo necessário uma posterior avaliação manual por especialistas [18, 28]. O W3C afirma que ferramentas de avaliação de acessibilidade na web não podem determinar a acessibilidade de um site, mas sim ajudar a determiná-la [14].

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas seções 5 e 6, foram apresentados e discutidos os dados coletados para o estudo exploratório, que teve como objetivo explorar as três ferramentas selecionadas, apontando assim, qual a melhor opção para a realização de testes



automatizados de acessibilidade. Para isso foram analisados cinco sites de contextos diferentes por cada uma das ferramentas e em uma "análise conjunta", com a finalidade de observar o comportamento em diferentes contextos.

Podemos afirmar com este trabalho que as ferramentas ARC e Siteimprove se complementam muito bem, sendo uma capaz de detectar os CS que a outra não detecta. Já a aXe não trouxe um ganho significativo na "análise conjunta", visto que não detectou nenhum CS diferente das demais e detectou apenas 29 ocorrências que as outras não conseguiram detectar (apenas 6% do total).

Apesar destes resultados não expressivos da aXe DevTools, o fato dela ser a ferramenta para avaliação de acessibilidade mais utilizada (como foi apresentado neste trabalho), é importante a realização de estudos futuros sobre suas versões comerciais, para analisar se estas obtêm melhores resultados e também a comparação dos resultados da ferramenta com avaliações manuais para avaliar a precisão da ferramenta.

A realização de um estudo posterior com outras ferramentas é de grande importância. Pois podem ser descobertas outras ferramentas que detectam uma quantidade significativa de ocorrências que a ARC e a Siteimprove não detectam ou que detectam outros CS, isso aumentaria ainda mais o espectro das "análises conjuntas". Ressaltando a importância de utilizarmos um conjunto de ferramentas nas análises automatizadas.

Apesar dos benefícios das análises através das ferramentas automatizadas, um teste posterior manual por especialistas se vê necessário, visto que as ferramentas automatizadas não conseguem detectar todos os erros.

A partir dessas análises é possível descobrir como construir e melhorar os sites, objetivando ter uma internet mais acessível a todos.

## REFERÊNCIAS

1. W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE (WAI). *Introduction to Web Accessibility*. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>>. Acesso em: 27 mai. 2022.
2. YESILADA, Yeliz; HARPER, Simon. **Web Accessibility: A Foundation for Research**. [S.l.]: Springer, 2019. 807 p.
3. W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE (WAI). *WCAG 2 Overview*. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>>. Acesso em: 22 abr. 2022.
4. *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/WCAG10/>>. Acesso em: 22 abr. 2022.
5. *Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.1*. Disponível em: <<https://www.w3c.br/traducoes/wcag/wcag21-pt-BR/>>. Acesso em: 22 abr. 2022.
6. *Understanding Conformance*. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/conformance#levels>>. Acesso em: 22 abr. 2022.
7. *IBGE - Educa*. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 mai. 2022.
8. *Statistics Portugal - Web Portal*. Disponível em: <[https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&contecto=pi&indOcorrCod=0011166&selTab=tab0](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&contecto=pi&indOcorrCod=0011166&selTab=tab0)>. Acesso em: 30 mai. 2022.
9. W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE (WAI). *Web Accessibility Laws & Policies*. **Web Accessibility Initiative (WAI)**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/policies/>>. Acesso em: 30 mai. 2022. , 9 jun. 2022.
10. *Modelo de Acessibilidade*. Disponível em: <<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-digital/modelo-de-acessibilidade>>. Acesso em: 30 mai. 2022.
11. *eMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico*. Disponível em: <<https://emag.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

12. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/WCAG20/>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

13. CLARKSON, Paul *et al.* Integrating a Web-Based Self-Management Tool (Managing Joint Pain on the Web and Through Resources) for People With Osteoarthritis-Related Joint Pain With a Web-Based Social Network Support Tool (Generating Engagement in Network Involvement): Design, Development, and Early Evaluation. **JMIR formative research** v. 4, n. 11, p. e18565 , 26 nov. 2020.

14. W3C WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE (WAI). *Selecting Web Accessibility Evaluation Tools*. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/test-evaluate/tools/selecting/>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

15. *Survey of Web Accessibility Practitioners #3 Results*. Disponível em: <<https://webaim.org/projects/practitionersurvey3/>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

16. *ARC Toolkit*. Disponível em: <<https://chrome.google.com/webstore/detail/arc-toolkit/chdkkkccnfnlncngelccgbgmjebmkmce>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

17. *Web Accessibility Evaluation Tools List*. Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

18. DE LISBOA LISBOA PORTUGAL, Tânia Frazão Universidade; DE LISBOA LISBOA PORTUGAL, Carlos Duarte Universidade. *Comparing accessibility evaluation plug-ins*. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3371300.3383346>>. Acesso em: 13 mai. 2022.

19. *Website aXe DevTools*. Disponível em: <<https://www.deque.com/axe/devtools/>>. Acesso em: 14 mai. 2022.

20. TAKATA, Alex. Ferramenta de acessibilidade adaptável aos daltônicos e às redes móveis. 2015. Disponível em: <<https://bcc.ime.usp.br/tccs/2014/atakata/monografia/index.html>> Acesso: 19 maio 2022.

21. CASAGRANDE, Erich. *Top 100 sites mais acessados no Brasil [Edição 2022]*. Disponível em: <<https://pt.semrush.com/blog/top-100-sites-mais-visitados>>. Acesso em: 20 mai. 2022.

22. ALSAEEDI, Abdullah. *Comparing Web Accessibility Evaluation Tools and Evaluating the Accessibility of Webpages: Proposed Frameworks*. **Information**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/info11010040>>. , 2020.
23. ALSHAMARI, Majed. *Accessibility Evaluation of Arabic E-Commerce Web Sites Using Automated Tools*. **Journal of Software Engineering and Applications**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2016.99029>>. , 2016.
24. *ARIA*. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/Accessibility/ARIA>>. Acesso em: 03 mai. 2022.
25. VIGO, Markel; BRAJNIK, Giorgio. *Automatic web accessibility metrics: Where we are and where we can go*. **Interacting with Computers**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.intcom.2011.01.001>>. , 2011.
26. KARAIM, Nuha Awlad; INAL, Yavuz. *Usability and accessibility evaluation of Libyan government websites*. **Universal Access in the Information Society**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10209-017-0575-3>>. , 2019.
27. PĂDURE, Marian; PRIBEANU, Costin. Exploring the differences between five accessibility evaluation tools. **Proc. RoCHI 2019-International Conference on Human-Computer interaction**. 2019. p. 87-90.
28. VIGO, Markel; BROWN, Justin; CONWAY, Vivienne. *Benchmarking web accessibility evaluation tools*. **Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility - W4A '13**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/2461121.2461124>>. , 2013.