

Métodos, Técnicas e Ferramentas de Processos de Usabilidade Alinhado com as Diretrizes de Acessibilidade: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Alternative Title: Methods, Techniques and Tools of Usability Processes Aligned with the Accessibility Guidelines: A Systematic Review of Literature

Gabriel José Rodrigues
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Mato
Grosso
gabrieljsr@hotmail.com

Tiago do Carmo
Nogueira
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Mato
Grosso
tiago.nogueira@bag.ifmt.edu.br

Deller James Ferreira
Instituto de Informática –
Universidade Federal de
Goiás
deller@inf.ufg.br

RESUMO

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no interesse científico em processos de usabilidade e acessibilidade na web. Não obstante, ainda há uma parcela significativa de usuários que enfrentam barreiras durante as interações na internet, especificamente, usuários cegos. Dessa forma, processos de requisitos de usabilidade alinhadas às Diretrizes de Acessibilidade do Conteúdo na Web tornam-se primordiais. Assim, esta revisão sistemática da literatura incidiu sobre as publicações dos últimos seis anos, objetivando a identificação dos principais métodos, técnicas e ferramentas aplicadas nos processos de alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade. Por meio das análises, foram identificados 486 artigos científicos, os quais endereçavam processos de usabilidade e acessibilidade. Aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 86 artigos. Os resultados demonstram a escassez de trabalhos que verificam a eficiência das ferramentas e das principais técnicas que são empregadas em processos de acessibilidade e usabilidade.

Palavras-Chave

Acessibilidade na Web, Usabilidade, WCAG.

ABSTRACT

In recent years, there has been a significant increase in the scientific interest in usability and Web accessibility processes. Nonetheless, there is still a significant portion of users who face barriers during Web interactions, specifically blind users. In this way, usability requirements, processes aligned with the Web Content Accessibility Guidelines become paramount. Thus, this systematic review of the literature

has focused on the publications of the last six years, aiming at the identification of the main methods, techniques and tools applied in the processes of alignment of usability and accessibility requirements. Through analyzes, 486 scientific articles were identified, which addressed usability and accessibility processes. Applying the inclusion and exclusion criteria, 86 articles were selected. The results demonstrate the scarcity of works that verify the efficiency of the tools and the main techniques that are used in processes of accessibility and usability.

CCS Concepts

•Human-centered computing → Accessibility design and evaluation methods;

Keywords

Web Accessibility, Usability, WCAG.

1. INTRODUÇÃO

A característica mais marcante na internet é o crescimento exponencial das aplicações em diferentes dispositivos. Com esse crescimento, surge a necessidade de garantir que diferentes tipos de usuários sejam capazes de utilizá-las.

Para [8], as construções de interfaces minimalistas em dispositivos móveis dificultam a acessibilidade e usabilidade por pessoas com idade avançada. Assim, faz-se necessário uma discussão mais profunda a respeito da construção de aplicações para dispositivos móveis, uma vez que estes dispositivos possuem diferentes tipos de usuários, respeitando a sua heterogeneidade ou impossibilidade.

Segundo [4], ao construir interfaces para a web, deve-se levar em conta as necessidades dos usuários, projetando interfaces universais, isto é, para uma variedade de usuários. No entanto, verificar a acessibilidade e usabilidade em websites por meio de ferramentas automáticas pode representar graves problemas, especificamente, nas interações realizadas por pessoas com deficiências.

Na literatura, há vários estudos que endereçam as características de usabilidade com requisitos de acessibilidade [3] [54] [73] [70].

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

SBSI 2017 June 5th – 8th, 2017, Lavras, Minas Gerais, Brazil

Copyright SBC 2017.

Porém, torna-se imperativa a identificação das principais ferramentas, técnicas e métodos utilizados no alinhamento destas duas vertentes, requisitos de usabilidade e as diretrizes de acessibilidade ao conteúdo da web (*Web Content Accessibility Guidelines*¹ - WCAG).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é identificar quais são os métodos, as técnicas e ferramentas utilizadas nos processos de adequação de requisitos de usabilidade, alinhado a WCAG. Para tal, na Seção 2 é realizada a Revisão Sistemática da Literatura; na Seção 3 são apresentados os resultados e discussões; e na Seção 4 as conclusões.

2. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Nesta seção serão apresentadas as fases desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com intuito de identificar as principais ferramentas, técnicas e métodos utilizados em processos de alinhamento de requisitos de usabilidade em conformidade com as diretrizes de acessibilidade. Desse modo, na subseção 2.1 será apresentada a fase de planejamento da pesquisa. Na subseção 2.2 apresenta-se a fase de execução do protocolo de pesquisa e na subseção 2.3 é realizada a extração dos artigos científicos.

2.1 Planejamento da Pesquisa

Nesta subseção, realizou-se o planejamento da RSL. Desse modo, objetivando identificar o maior número de artigos científicos na literatura, limitou-se temporalmente a artigos publicados entre janeiro de 2010 a dezembro de 2016. Elenca-se, para a realização desta RSL, a seguinte indagação:

- (Q01): Quais são os métodos, as técnicas e ferramentas utilizadas nos processos de adequação de requisitos de usabilidade, alinhado às diretrizes de acessibilidade?

Com o propósito de identificar artigos relevantes para a RSL, foram escolhidas as seguintes bases para a pesquisa: ACM Digital Library, IEEE Digital Library, Springer Link, Science Direct e Google Scholar.

O processo de construção de pesquisa desta RSL deu-se pelas seguintes fases: extração das principais palavras-chave da questão de pesquisa (Q01); construção da *string* de busca (P01), utilizando os conectivos lógicos “AND” e “OR”; teste preliminar da *string* de busca (P01).

Baseando-se na questão de pesquisa (Q01), foram extraídas as principais palavras-chaves. Nessa fase foram identificados sinônimos correspondentes a cada palavra-chave para selecionar o maior número de artigos possíveis. Dessa forma, as palavras-chave extraídas foram: “*accessibility*” e “*usability*”. Percebeu-se que o sinônimo mais próximo da palavra-chave “*acessibilidade*”, neste caso, seria a própria citação da Diretriz de Acessibilidade de Conteúdo na Web (WCAG). Observa-se que a WCAG é aplicada em websites nacionais e internacionais, no entanto, por meio da extração dessas palavras-chave, considerou-se apenas artigos publicados em periódicos e conferências internacionais.

Na fase seguinte, construiu-se por meio das principais palavras-chave, utilizando-se apenas o conector lógico “AND”, a *string* de busca (P01): (“*usability*” AND “*accessibility*” AND “WCAG”).

¹Diretrizes de Acessibilidade ao Conteúdo da Web.

Na terceira fase, foram realizados testes preliminares com intuito de verificar a viabilidade da RSL e a eficácia da *string* de busca (P01). Desse modo, escolheu-se para essa verificação, a base de pesquisa Google Scholar. Assim, no período temporal escolhido por esta RSL, isto é, entre janeiro de 2010 a dezembro de 2016, foram identificados 200 artigos científicos que endereçavam requisitos de usabilidade e acessibilidade, abarcando critérios elencados na WCAG. Portanto, tornando-o viável a esta pesquisa.

Não obstante, foram elaborados critérios de inclusão e exclusão para “mineração” dos artigos, isto é, para classificação dos artigos de acordo com os seus resumos e palavras-chaves.

Dessa forma, elencam-se como critérios de inclusão: a) artigos que correlacionam requisitos de usabilidade com diretrizes de acessibilidade; b) artigos que correlacionam requisitos de usabilidade e WCAG; c) artigos publicados na língua inglesa. Os critérios de exclusão são: a) artigos que não correlacionam ou não abordam diretamente usabilidade e acessibilidade; b) artigos que não possuem palavras-chaves ou resumos.

2.2 Execução da Pesquisa

Nesta subseção, são apresentadas as fases de execução da RSL. Para tal, na subseção 2.2.1, é apresentada a identificação dos artigos, por meio da execução da *string* de busca (P01). Na subseção 2.2.2 é realizado o processo de seleção dos artigos, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Na subseção 2.3 são realizadas a extração dos dados dos artigos.

2.2.1 Identificação dos Artigos

Por meio da execução da *string* de busca (P01), nas fontes de pesquisas definidas nesta RSL, retornaram 486 artigos científicos que endereçavam requisitos de usabilidade e as diretrizes de acessibilidade na web. A Figura 1 apresenta o quantitativo de artigos identificados nesta RSL.

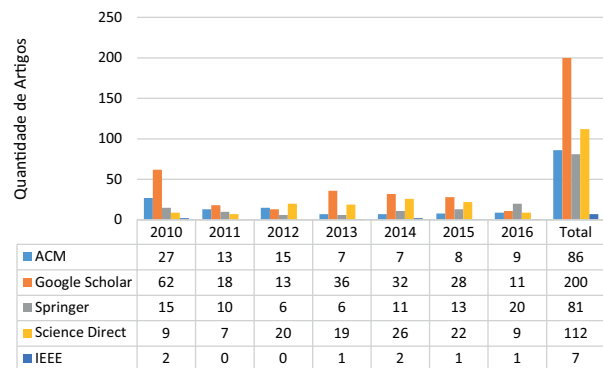


Figura 1: Quantitativo de artigos identificados por meio da execução da *string* (P01).

Observa-se, por meio da Figura 1, que foram identificados 86 artigos na base ACM Digital Library, 200 artigos na base Google Scholar, 81 artigos na base Springer Link, 112 artigos na base Science Direct e 7 artigos na base IEEE Digital Library.

Percebe-se que a maioria dos artigos identificados por meio da *string* de busca (P01) está indexado na base Google Scholar, isto é, cerca de 41% do total de artigos identificados nesta RSL. Esse fato deve-se pela duplicação de artigos ci-

entíficos, isto é, artigos que estão indexados tanto na base Google Scholar quanto em outras bases.

2.2.2 Seleção dos Artigos

Após o processo de identificação dos artigos nesta RSL (subseção 2.2.1), foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, com intuito de minerar a quantidade de artigos, isto é, selecionar apenas artigos que poderiam, de certa forma, responder à questão de pesquisa (Q01).

O processo de seleção dos artigos foi auxiliado por meio da utilização da ferramenta Start Tool. O software Start Tool foi criado pelo o Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) do Departamento de Computação da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar) [57].

A primeira análise da seleção permitiu, de forma automática, por meio da ferramenta Start Tool, identificar a quantidade de artigos que estavam duplicados. Dessa forma, excluindo-os desta RSL.

Por meio da análise automática foram identificados 12 artigos duplicados. Assim, restaram apenas 474 artigos a serem analisados, aplicando os critérios de inclusão e exclusão.

Aplicando-se os critérios de exclusão, foram rejeitados 355 artigos. O processo de rejeição dos artigos se deu por meio de uma leitura criteriosa nos resumos e nas palavras-chave disponibilizadas pelos artigos, aplicando os critérios de exclusão: (a) Artigos que não correlacionam ou não abordam diretamente usabilidade e acessibilidade; e (b) Artigos que não possuíam palavras-chave ou resumos.

Percebeu-se que a maioria dos artigos não correlacionavam requisitos de usabilidade alinhado a diretrizes de acessibilidade (WCAG), cerca de 73%, apesar da execução da *string* de busca (P01) contemplar as palavras-chaves “*accessibility*”, “*usability*” e “*WCAG*”. Dessa forma, restando apenas 119 artigos científicos que poderiam corresponder aos critérios de inclusão.

Aplicando-se os critérios de inclusão, foram aceitos todos os artigos restantes, isto é, 119 artigos. A Tabela 1 apresenta o quantitativo de artigos que foram aceitos nesta RSL.

Tabela 1: Artigos aceitos por ano/período.

Período/Ano							Total
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	119
23	16	21	13	16	15	15	

A Tabela 1 retrata a publicação dos artigos por ano, sendo aceitos 23 no ano de 2010, 16 em 2011, 21 em 2012, 13 em 2013, 16 em 2014, 15 em 2015 e 15 em 2016; totalizando 119 artigos publicados.

2.3 Extração dos Artigos

Esta fase da RSL caracterizou-se pela classificação, entre os artigos aceitos, das principais técnicas, métodos e ferramentas utilizados em cada artigo. Consequentemente, foi realizada uma leitura criteriosa dos artigos aceitos (119 artigos) com intuito de reclassificá-los. Para cada artigo, foram identificadas as ferramentas utilizadas para realizar a verificação de usabilidade e acessibilidade, classificando os principais métodos e técnicas utilizados.

A Tabela 2 apresenta o quantitativo de ferramentas, técnicas e métodos que foram identificados.

Por meio dos dados apresentados na Tabela 2, percebe-se que foram identificados 25 diferentes tipos de ferramentas empregadas para a avaliação de usabilidade e acessibilidade

Tabela 2: Quantitativo dos métodos, técnicas e ferramentas.

Ferramentas, Técnicas e Métodos Identificados		
Ferramentas	Técnicas	Métodos
DECIDE, Da-Silva, Hera, Examinator, DosVox, HEUA, ABD, DFD, Leitor de Tela, HTA, ATM, METS Navigator, MPE, SurveyGizmo3, OER, Arduino, VoiceOver, MoBraille, VERITAS, Gnomon, Social Networking, DAISY, WebAnywhere, Nintendo Wii Remote, Modulo SLI	Análise baseado na WCAG, Análise e-Mag, Aplicação de Heurísticas, Conformidade com W3C, Conformidade com WAI/ARIA, Aplicação de Emotion-LIBRAS, Aplicação de Tactons, Mapeamento de Códigos	Testes Ferramentais, Avaliação de Estudos pré-existentes, Método de Observação, Método de Seleção de Critérios WCAG, Método por meio de revisão de estudos, Questionários Escala de Likert, Estudo de Caso, Método Affect Grid, Método PANAS, Método GOMS, Método Hafestos, Inspeção de Sites
25 ferramentas	8 técnicas	12 métodos

nas aplicações web. Observou-se, também, que foram identificadas 8 diferentes técnicas e 12 diferentes métodos abordados nos artigos.

Outros 3 artigos foram classificados de acordo com a linguagem de programação que eram investigadas ou utilizadas na construção das ferramentas para apoiar os processos de alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade. Estes foram excluídos por estarem fora do escopo desta RSL, restando apenas 116 artigos.

No entanto, dos 116 artigos analisados, 30 artigos foram excluídos por estarem fora do escopo desta pesquisa e/ou não possuírem as indicações dos métodos, técnicas e ferramentas utilizadas para realizar a investigação da usabilidade e acessibilidade. Dessa forma, classificaram-se 86 artigos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A extração dos dados de cada artigo possibilitou a classificação das principais ferramentas utilizadas em processos de alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade.

A Tabela 3 apresenta a classificação de cada artigo por ferramenta identificada na fase de extração desta RSL (subseção 2.3).

Observa-se na Tabela 3 que, dos 86 artigos analisados na fase de extração de dados, 7 autores utilizaram em seus trabalhos leitores de tela [13] [70] [16] [45] [75] [10] [89].

Entre os leitores de tela, apenas um trabalho utilizou o *DosVox* para avaliar as interações dos usuários em aplicações web [65]. O uso dos leitores de telas em teste de acessibilidade justifica-se pela facilidade por parte dos deficientes visuais em utilizá-los. Destacam-se nos trabalhos o uso das ferramentas *JAWS* e *NVDA*, conforme [70] [16] [45].

Destacam-se, também, as ferramentas que avaliam os níveis de conformidade de websites em relação às diretrizes de acessibilidade. Assim, por meio desta pesquisa, identificaram-se 6 ferramentas que possuíam este propósito: *DECIDE*, *HEUA*, *WebAnywhere*, *Da Silva*, *Hera* e *Examinator*.

A extração dos dados possibilitou, também, a classificação das principais técnicas utilizadas em processos de alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade.

A Tabela 4 apresenta a classificação de cada artigo por

Tabela 3: Correlação de artigos com suas respectivas ferramentas identificadas na fase de extração dos dados.

Classificação dos artigos por ferramentas	
Ferramentas	Autores
DECIDE	[66]
DaSilva	[66]
Hera	[66]
Examinator	[66]
DosVox	[66]
HEUA	[23]
ABD	[11]
DFD	[73]
Leitor de Tela	[13] [70] [16] [45] [75] [10]
	[89]
HTA	[20]
ATM	[59] [31]
METS Navigator	[35]
MPE	[52]
SurveyGizmo3	[85]
OER	[54]
Arduino	[15]
VoiceOver	[47]
MoBraille	[9]
VERITAS	[76]
Gnomon	[1]
Social Networking	[40]
DAISY	[65]
WebAnywhere	[11]
Nintendo Wii Remote	[32]
Modulo SLI	[22]

técnica identificada.

Tabela 4: Correlação de artigos com suas respectivas técnicas identificada na fase de extração dos dados.

Classificação dos artigos por técnicas	
Técnicas	Autores
Análise baseado na WCAG	[63] [5] [29] [17] [67] [79]
	[62] [7] [6] [28] [24] [82]
	[48] [68] [84] [26]
Análise e-Mag	[21] [38]
Aplicação de Heurísticas	[63] [29] [19] [88] [20] [30]
	[17] [86]
Conformidade com W3C	[88] [17] [78] [62] [6] [27]
	[22] [43] [49]
Conformidade com WAI/ARIA	[37] [78] [79] [7] [24]
Aplicação de Emotion-LIBRAS	[63]
Aplicação de Tactons	[25]
Mapeamento de Códigos	[63] [25] [18] [14]

Observa-se na Tabela 4 que, dos 86 artigos analisados na fase de extração de dados, 8 autores utilizaram em seus trabalhos as heurísticas elaboradas por Nielsen [63] [29] [19] [88] [20] [30] [17] [86].

Essas heurísticas caracterizam-se por meio da aplicação de dez medidas para o design de interação: visibilidade do status dos sistemas; correspondência entre o sistema e o mundo real; controle do usuário e liberdade; consistência e padrões; prevenção de erros; flexibilidade e eficiência de utilização; estética e design minimalista; reconhecer, diagnosticar e recuperar erros; ajuda; e documentação [55].

Percebeu-se também que 16 autores realizaram suas análises baseados nas diretrizes de acessibilidade da WCAG [63] [5] [29] [17] [67] [79] [62] [7] [6] [28] [24] [82] [48] [68] [84] [26].

Dois artigos analisavam a acessibilidade de aplicações web em conformidade com as diretrizes *e-Mag* [21] [38].

É importante ressaltar que as diretrizes da WCAG compõem um conjunto de normas e atributos, os quais são aplicados com intuito de tornar websites mais acessíveis.

Observou-se, também, que 9 artigos avaliavam critérios de usabilidade e acessibilidade alinhando com a W3C [88] [17] [78] [62] [6] [27] [22] [43] [49]. Quatro artigos avaliavam o alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade, por meio do mapeamento do código fonte da aplicação [63] [25] [18] [14].

Nota-se que a maioria dos trabalhos identificados na literatura possui o foco na aplicação de usabilidade e acessibilidade para pessoas com algum tipo de impossibilidade visual. No entanto, percebe-se a existência de técnicas aplicadas na avaliação da experiência de usuários surdos [63].

Por último, os principais métodos aplicados em processos de alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade foram classificados. Dessa forma, a Tabela 5 apresenta a classificação de cada artigo, identificada por método.

Tabela 5: Correlação de artigos com suas respectivas técnicas identificadas na fase de extração dos dados.

Classificação dos artigos por métodos	
Métodos	Autores
Testes Ferramentais	[25] [50] [30] [62] [6] [5]
	[29] [66] [21] [27] [77] [71]
	[88] [83] [74] [49] [48] [12]
Avaliação de Estudos pré-existent	[5] [29] [66] [21] [88] [37]
	[85] [63] [69] [47] [9] [76]
	[16] [44] [1] [61] [40] [41]
	[67] [38] [60]
Método de Observação	[13] [20] [52] [59] [15] [70]
	[72] [40] [65] [75] [89] [64]
	[42] [34] [38] [33]
Método de Seleção de Critérios WCAG	[23]
Método por meio de revisão de estudos	[29] [8] [73] [10] [17]
Questionários Escala de Likert	[53] [21] [23] [8] [10] [85]
	[63] [69] [9] [65] [8] [34]
	[33]
Estudo de Caso	[5] [53] [8] [10] [73] [13]
	[88] [20] [59] [35] [52] [54]
	[63] [15] [69] [47] [70] [76]
	[16] [1] [72] [61] [40] [65]
	[75] [11] [89] [63] [64] [41]
	[80] [31] [78] [32] [51] [84]
Método Affect Grid	[57] [56]
Método PANAS	[57]
Método GOMS	[71]
Método Hefestos	[77]
Inspeção de Sites	[43] [58] [87] [46] [27] [81]
	[39] [36] [2]

Observa-se na Tabela 5 que dos 86 artigos analisados na fase de extração de dados, 36 autores realizaram estudos de caso, são eles: [5] [53] [8] [10] [73] [13] [88] [20] [59] [35] [52] [54] [63] [15] [69] [47] [70] [76] [16] [1] [72] [61] [40] [65] [75] [11] [89] [63] [64] [41] [80] [31] [78] [32] [51] [84].

Foram identificados 16 artigos científicos que utilizam o método observação [13] [20] [52] [59] [15] [70] [72] [40] [65] [75] [89] [64] [42] [34] [38] [33].

Notou-se que 12 artigos utilizavam como instrumentos metodológicos questionários baseados na escala de Likert [53] [21] [23] [8] [10] [85] [63] [69] [9] [65] [8] [34] [33].

No entanto, uma quantidade significativa, 21 artigos, baseavam-

se em avaliação de estudos preexistentes para realizar o alinhamento de requisitos de usabilidade e as diretrizes de acessibilidade [5] [29] [66] [21] [88] [37] [85] [63] [69] [47] [9] [76] [16] [44] [1] [61] [40] [41] [67] [38] [60].

Portanto, por meio das análises, percebeu-se a escassez de métodos aplicados, puramente, em processos de alinhamento de requisitos de usabilidade e acessibilidade (apenas 12 métodos). Nesse sentido, outro fato importante, percebido por meio desta pesquisa, é a insuficiência de trabalhos que verificam a eficiência das ferramentas mais importantes para avaliação da usabilidade e acessibilidade em aplicações web.

4. CONCLUSÕES

Propôs-se neste artigo uma análise da literatura sobre os principais métodos, técnicas e ferramentas empregados no alinhamento entre usabilidade e acessibilidade na web. Por meio deste estudo concluiu-se que várias medidas estão sendo usadas e desenvolvidas para tornar as aplicações cada vez mais acessíveis a todos, ou seja, pessoas com ou sem deficiência. Dentre estas medidas, estão a aplicabilidade da WCAG e ARIA.

Por meio deste estudo, observou-se que há um consenso entre muitos pesquisadores em relação à utilização de ferramentas automatizadas para análise de acessibilidade, onde fazer uso desses recursos pode trazer mais malefícios do que benefícios. Assim, para que uma análise de uma aplicação em relação aos requisitos de usabilidade e acessibilidade seja considerada boa ou satisfatória, deve ser realizada por um analista humano, especializado.

Possibilitou também classificar os principais métodos, técnicas e ferramentas empregadas na avaliação da acessibilidade e da usabilidade em aplicações web. Nesse paradigma, os leitores de telas destacaram-se como uma das principais ferramentas empregadas em estudos de usabilidade e acessibilidade, entre estes, elencaram-se, o uso do JAWS e NVDA. Observou-se que, por meio das análises, várias técnicas foram empregadas para conciliar usabilidade e acessibilidade; no entanto, a maioria das técnicas tinha como fundamento o desenvolvimento de processos de análise de aplicações, tornando-as mais acessíveis e utilizáveis.

Portanto, elenca-se como uma possível limitação nesta RSL, a escassez de trabalhos que verificam a eficiência das ferramentas e das principais técnicas que são empregadas em processos de acessibilidade e usabilidade. Dessa forma, um caminho para discussões futuras a respeito da aplicabilidade e eficiência das ferramentas, técnicas e métodos para o alinhamento dos requisitos de usabilidade e acessibilidade é apontado, visto que é uma área ainda pouco explorada pelas pesquisas da área da interação humano-computador.

5. REFERÊNCIAS

- [1] S. Aced López, F. Corno, and L. De Russis. Clocks, bars and balls: Design and evaluation of alternative gnomon widgets for children with disabilities. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 1654–1660. ACM, 2016.
- [2] S. Adepoju and I. Shehu. Usability evaluation of academic websites using automated tools. In *User Science and Engineering (i-USER), 2014 3rd International Conference on*, pages 186–191. IEEE, 2014.
- [3] A. Aizpurua, M. Arrue, and M. Vigo. Prejudices, memories, expectations and confidence influence experienced accessibility on the web. *Computers in Human Behavior*, 51:152–160, 2015.
- [4] A. Aizpurua, S. Harper, and M. Vigo. Exploring the relationship between web accessibility and user experience. *International Journal of Human-Computer Studies*, 91:13–23, 2016.
- [5] A. Al-Faries, H. S. Al-Khalifa, M. S. Al-Razgan, and M. Al-Duwais. Evaluating the accessibility and usability of top saudi e-government services. In *Proceedings of the 7th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, pages 60–63. ACM, 2013.
- [6] H. S. Al-Khalifa. The accessibility of saudi arabia government web sites: an exploratory study. *Universal Access in the Information Society*, 11(2):201–210, 2012.
- [7] H. S. Al-Khalifa, I. Baazeem, and R. Alamer. Revisiting the accessibility of saudi arabia government websites. *Universal Access in the Information Society*, pages 1–13.
- [8] F. Alves dos Santos Medina, V. R. da Silva, S. G. M. Pereira, R. F. Gonçalves, and I. Costa. Interfaces affordable for smartphones to elderly: a screen layout proposal for sending messages. In *Proceedings of the 7th International Conference on Management of Computational and Collective Intelligence in Digital EcoSystems*, pages 174–179. ACM, 2015.
- [9] S. Azenkot and E. Fortuna. Improving public transit usability for blind and deaf-blind people by connecting a braille display to a smartphone. In *Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 317–318. ACM, 2010.
- [10] J. P. Bigham, J. T. Brudvik, and B. Zhang. Accessibility by demonstration: enabling end users to guide developers to web accessibility solutions. In *Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 35–42. ACM, 2010.
- [11] J. P. Bigham, W. Chisholm, and R. E. Ladner. Webanywhere: Experiences with a new delivery model for access technology. In *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, page 15. ACM, 2010.
- [12] T. J. Bittar, A. K. Almeida, and R. P. de Mattos Fortes. Panorama of the accessibility add-ons use in firefox. *Procedia Computer Science*, 14:311–318, 2012.
- [13] Y. Borodin, J. P. Bigham, G. Dausch, and I. Ramakrishnan. More than meets the eye: a survey of screen-reader browsing strategies. In *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, page 13. ACM, 2010.
- [14] H. Braga, L. S. Pereira, S. B. L. Ferreira, and D. S. Da Silveira. Applying the barrier walkthrough method: Going beyond the automatic evaluation of accessibility. *Procedia Computer Science*, 27:471–480, 2014.
- [15] M. C. Buzzi, M. Buzzi, F. Donini, B. Leporini, and M. T. Paratore. Haptic reference cues to support the

- exploration of touchscreen mobile devices by blind users. In *Proceedings of the Biannual Conference of the Italian Chapter of SIGCHI*, page 28. ACM, 2013.
- [16] M. C. Buzzi, M. Buzzi, and B. Leporini. Web 2.0: Twitter and the blind. In *Proceedings of the 9th ACM SIGCHI Italian Chapter International Conference on Computer-Human Interaction: Facing Complexity*, pages 151–156. ACM, 2011.
- [17] A. R. Casare, C. G. da Silva, P. S. Martins, and R. L. Moraes. Usability heuristics and accessibility guidelines: a comparison of heuristic evaluation and wcag. In *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pages 213–215. ACM, 2016.
- [18] T. Catarci, A. Perini, N. Seyff, S. R. Humayoun, and N. A. Qureshi. First international workshop on usability and accessibility focused requirements engineering (usare 2012): summary report. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 38(1):43–46, 2013.
- [19] A. de Lima Salgado, S. S. Rodrigues, and R. P. M. Fortes. Evolving heuristic evaluation for multiple contexts and audiences: Perspectives from a mapping study. In *Proceedings of the 34th ACM International Conference on the Design of Communication*, page 19. ACM, 2016.
- [20] A. E. de Oliveira Siena, A. de Lima Salgado, and R. P. de Mattos Fortes. Florch: Challenges on developing a new social network accessible for senescent users. In *Proceedings of the Latin American Conference on Human Computer Interaction*, page 7. ACM, 2015.
- [21] I. M. de Souza, C. Maciel, and C. Cappelli. The model of accessibility to electronic government: applicability in dataprev. In *Proceedings of the 17th International Digital Government Research Conference on Digital Government Research*, pages 287–292. ACM, 2016.
- [22] M. Debevc, P. Kosec, and A. Holzinger. Improving multimodal web accessibility for deaf people: sign language interpreter module. *Multimedia Tools and Applications*, 54(1):181–199, 2011.
- [23] A. L. Dias, R. P. de Mattos Fortes, and P. C. Masiero. Heua: A heuristic evaluation with usability and accessibility requirements to assess web systems. In *Proceedings of the 11th Web for All Conference*, page 18. ACM, 2014.
- [24] I. A. Doush, F. Alkhateeb, E. Al Maghayreh, and M. A. Al-Betar. The design of ria accessibility evaluation tool. *Advances in Engineering Software*, 57:1–7, 2013.
- [25] M. Ernst and A. Girouard. Exploring haptics for learning bend gestures for the blind. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 2097–2104. ACM, 2016.
- [26] M. Fakrudeen, S. Yousef, A. H. Hussein, and M. Ali. Presentation design of e-assessments for blind users using touch screen devices. In *Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 2013 International Conference on*, pages 1–6. IEEE, 2013.
- [27] D. Fogli and G. Guida. A practical approach to the assessment of quality in use of corporate web sites. *Journal of Systems and Software*, 99:52–65, 2015.
- [28] D. Fogli, L. P. Provenza, and C. Bernareggi. A universal design resource for rich internet applications based on design patterns. *Universal access in the information society*, 13(2):205–226, 2014.
- [29] R. P. Fortes, H. L. Antonelli, and A. de Lima Salgado. Accessibility and usability evaluation of rich internet applications. In *Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, pages 7–8. ACM, 2016.
- [30] R. A. Galvez and N. E. Youngblood. e-government in rhode island: what effects do templates have on usability, accessibility, and mobile readiness? *Universal Access in the Information Society*, 15(2):281–296, 2016.
- [31] K. Gerling. Human factors in entertainment computing: designing for diversity. In *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*, pages 244–246. ACM, 2011.
- [32] K. M. Gerling, F. P. Schulte, and M. Masuch. Designing and evaluating digital games for frail elderly persons. In *Proceedings of the 8th international conference on advances in computer entertainment technology*, page 62. ACM, 2011.
- [33] M. Guenaga, I. Mechaca, S. Romero, and A. Eguíluz. A tool to evaluate the level of inclusion of digital learning objects. *Procedia Computer Science*, 14:148–154, 2012.
- [34] M. Guentert. Improving public transit accessibility for blind riders: a train station navigation assistant. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 317–318. ACM, 2011.
- [35] J. L. Hardesty. Bells, whistles, and alarms: Hci lessons using ajax for a page-turning web application. In *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 827–840. ACM, 2011.
- [36] A. Ismail and K. Kuppusamy. Accessibility of indian universities' homepages: An exploratory study. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 2016.
- [37] E. Jiménez, S. Márquez, F. Moreno, J. Coret, and F. Alcantud. Analysis of research on web usability for people with cognitive disability from 2002 to 2011. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, page 25. ACM, 2012.
- [38] S. Keates. A pedagogical example of teaching universal access. *Universal Access in the Information Society*, 14(1):97–110, 2015.
- [39] B. A. King and N. E. Youngblood. E-government in alabama: An analysis of county voting and election website content, usability, accessibility, and mobile readiness. *Government Information Quarterly*, 33(4):715–726, 2016.
- [40] L. Kumin, J. Lazar, J. H. Feng, B. Wentz, and N. Ekedebe. A usability evaluation of workplace-related tasks on a multi-touch tablet computer by adults with down syndrome. *Journal of Usability Studies*, 7(4):118–142, 2012.
- [41] J. Lazar. Using community-based service projects to enhance undergraduate hci education: 10 years of experience. In *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 581–588. ACM,

- 2011.
- [42] J. Lazar, S. Chakraborty, D. Carroll, R. Weir, B. Sizemore, and H. Henderson. Development and evaluation of two prototypes for providing weather map data to blind users through sonification. *Journal of Usability Studies*, 8(4):93–110, 2013.
- [43] J. Lazar, P. T. Jaeger, A. Adams, A. Angelozzi, J. Manohar, J. Marciniak, J. Murphy, P. Norasteh, C. Olsen, E. Ponerer, et al. Up in the air: Are airlines following the new dot rules on equal pricing for people with disabilities when websites are inaccessible? *Government Information Quarterly*, 27(4):329–336, 2010.
- [44] J. Lazar, P. T. Jaeger, A. Olalere, M. Algarne, Z. Augustine, C. Brown, F. D’Erasmus, B. Dotson, G. Endiape, L. Govender, et al. Still up in the air: government regulation of airline websites and continuing price inequality for persons with disabilities online. In *Proceedings of the 13th Annual International Conference on Digital Government Research*, pages 240–245. ACM, 2012.
- [45] J. Lazar, A. Olalere, and B. Wentz. Investigating the accessibility and usability of job application web sites for blind users. *Journal of Usability Studies*, 7(2):68–87, 2012.
- [46] J. Lazar, B. Wentz, A. Almalhem, A. Catinella, C. Antonescu, Y. Aynbinder, M. Bands, E. Bastress, B. Chan, B. Chelden, et al. A longitudinal study of state government homepage accessibility in maryland and the role of web page templates for improving accessibility. *Government Information Quarterly*, 30(3):289–299, 2013.
- [47] B. Leporini, M. C. Buzzi, and M. Buzzi. Interacting with mobile devices via voiceover: usability and accessibility issues. In *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, pages 339–348. ACM, 2012.
- [48] S.-H. Li, D. C. Yen, W.-H. Lu, and T.-L. Lin. Migrating from wcag 1.0 to wcag 2.0—a comparative study based on web content accessibility guidelines in taiwan. *Computers in Human Behavior*, 28(1):87–96, 2012.
- [49] E. T. Loiacono, S. Djamasbi, and T. Kiryazov. Factors that affect visually impaired users’ acceptance of audio and music websites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 71(3):321–334, 2013.
- [50] H. Meutzner, S. Gupta, and D. Kolossa. Constructing secure audio captchas by exploiting differences between humans and machines. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 2335–2338. ACM, 2015.
- [51] R. Miñón, F. Paternò, M. Arrue, and J. Abascal. Integrating adaptation rules for people with special needs in model-based ui development process. *Universal Access in the Information Society*, 15(1):153–168, 2016.
- [52] F. Moreno, J. Coret, E. Jiménez, S. Márquez, and F. Alcantud. Evaluation of web browsing experience by people with cognitive disability. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, page 38. ACM, 2012.
- [53] G. Moreno, V. Castillo, K. Williams, and N. Menéndez. Characterization of software development companies in panama from usability and accessibility approach. In *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction*, page 53. ACM, 2015.
- [54] R. Navarrete and S. Luján-Mora. Improving oer websites for learners with disabilities. In *Proceedings of the 13th Web for All Conference*, page 16. ACM, 2016.
- [55] J. Nielsen. 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*, 1(1), 1995.
- [56] T. Nogueira, D. Ferreira, S. Carvalho, and L. Berreta. Evaluating the impact of responsive and non-responsive web design on the experience of blind users. *IEEE multimedia*, 91:13–23, 2017.
- [57] T. d. C. Nogueira et al. Estudo comparativo da experiência de usuários cegos e videntes no design web responsivo e não responsivo. 2015.
- [58] T. Obi, D. Ishmatova, and N. Iwasaki. Promoting ict innovations for the ageing population in japan. *International journal of medical informatics*, 82(4):e47–e62, 2013.
- [59] S. K. Oswal. How accessible are the voice-guided automatic teller machines for the visually impaired? In *Proceedings of the 30th ACM international conference on Design of communication*, pages 65–70. ACM, 2012.
- [60] H. Persson, H. Åhman, A. A. Yngling, and J. Gulliksen. Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? on the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. *Universal Access in the Information Society*, 14(4):505–526, 2015.
- [61] M. Pozhidaev. The framework for accessible applications: text-based case for blind people. In *Proceedings of the 10th Central and Eastern European Software Engineering Conference in Russia*, page 22. ACM, 2014.
- [62] C. Pribeanu, P. Fogarassy-Neszly, and A. Pătru. Municipal web sites accessibility and usability for blind users: preliminary results from a pilot study. *Universal access in the information society*, 13(3):339–349, 2014.
- [63] S. S. Prietch and L. V. L. Filgueiras. Double testing: potential website resources for deaf people and the evaluation instrument emotion-libras. In *Proceedings of the 2013 Chilean Conference on Human-Computer Interaction*, pages 10–13. ACM, 2013.
- [64] S. Prior. Hci methods for including adults with disabilities in the design of champion. In *CHI’10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 2891–2894. ACM, 2010.
- [65] L. Rello, G. Kanvinde, and R. Baeza-Yates. Layout guidelines for web text and a web service to improve accessibility for dyslexics. In *Proceedings of the international cross-disciplinary conference on web accessibility*, page 36. ACM, 2012.
- [66] J. A. P. Rocha and T. F. M. de Lima. Análise da relação entre acessibilidade web e usabilidade para pessoas com deficiência visual. In *Proceedings of the IX Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 257–258. Brazilian Computer Society, 2010.

- [67] D. Rømen and D. Svanæs. Validating wcag versions 1.0 and 2.0 through usability testing with disabled users. *Universal Access in the Information Society*, 11(4):375–385, 2012.
- [68] F. E. Sandnes and A. Zhao. An interactive color picker that ensures wcag2.0 compliant color contrast levels. *Procedia Computer Science*, 67:87–94, 2015.
- [69] J. G. Schoeberlein and Y. Wang. Accessible collaborative writing for persons who are blind: a usability study. In *Proceedings of the 14th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 267–268. ACM, 2012.
- [70] J. G. Schoeberlein and Y. Wang. Usability evaluation of an accessible collaborative writing prototype for blind users. *Journal of Usability Studies*, 10(1):26–45, 2014.
- [71] M. Schrepp. Goms analysis as a tool to investigate the usability of web units for disabled users. *Universal Access in the Information Society*, 9(1):77–86, 2010.
- [72] A. Seffah and D. Engelberg. Mobile services for everyone, anywhere, at anytime: defying universality as a quality attribute. In *Proceedings of the Second ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*, pages 138–139. IEEE Press, 2015.
- [73] C. A. Siebra, T. B. Gouveia, W. Correia, M. Penha, M. Anjos, F. Florentin, F. Q. Silva, A. L. Santos, et al. Usability for accessibility: A consolidation of requirements for mobile applications. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, pages 321–322. ACM, 2015.
- [74] I. Smeureanu and N. Isăilă. Disabled users' perception on the automated systems of training in mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46:1101–1105, 2012.
- [75] T. L. Smith, C. Lewis, and E. B. Moore. Demonstration: Screen reader support for a complex interactive science simulation. In *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pages 319–320. ACM, 2016.
- [76] F. Spyridonis, P. Moschonas, K. Touliou, A. Tsakiris, and G. Ghinea. Designing accessible ict products and services: the veritas accessibility testing platform. In *Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, pages 113–116. ACM, 2014.
- [77] J. Tavares, J. Barbosa, I. Cardoso, C. Costa, A. Yamin, and R. Real. Hefestos: an intelligent system applied to ubiquitous accessibility. *Universal Access in the Information Society*, 15(4):589–607, 2016.
- [78] P. Thiessen. Wai-aria live regions and html5. In *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, page 27. ACM, 2011.
- [79] P. Thiessen and S. Hockema. Wai-aria live regions: ebuddy im as a case example. In *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, page 33. ACM, 2010.
- [80] P. Thiessen and S. Hockema. Wai-aria live regions: ebuddy im as a case example. In *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, page 33. ACM, 2010.
- [81] T. van der Geest and E. Velleman. Easy-to-read meets accessible web in the e-government context. *Procedia computer science*, 27:327–333, 2014.
- [82] M. Vigo and G. Brajnik. Automatic web accessibility metrics: Where we are and where we can go. *Interacting with Computers*, 23(2):137–155, 2011.
- [83] B. Wentz, J. Lazar, M. Stein, O. Gbenro, E. Holandez, and A. Ramsey. Danger, danger! evaluating the accessibility of web-based emergency alert sign-ups in the northeastern united states. *Government Information Quarterly*, 31(3):488–497, 2014.
- [84] E. G. y Restrepo, C. Benavidez, and H. Gutiérrez. The challenge of teaching to create accessible learning objects to higher education lecturers. *Procedia Computer Science*, 14:371–381, 2012.
- [85] Y. Yesilada, G. Brajnik, M. Vigo, and S. Harper. Understanding web accessibility and its drivers. In *Proceedings of the international cross-disciplinary conference on web accessibility*, page 19. ACM, 2012.
- [86] K. Yoon, T. Newberry, L. Hulscher, and R. Dols. Call for library websites with a separate information architecture for visually impaired users. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 50(1):1–3, 2013.
- [87] N. E. Youngblood and J. Mackiewicz. A usability analysis of municipal government website home pages in alabama. *Government Information Quarterly*, 29(4):582–588, 2012.
- [88] N. E. Youngblood and S. A. Youngblood. User experience and accessibility: An analysis of county web portals. *Journal of Usability Studies*, 9(1):25–41, 2013.
- [89] H. Zou and J. Treviranus. Chartmaster: a tool for interacting with stock market charts using a screen reader. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, pages 107–116. ACM, 2015.