

DIFICULDADES DE USUÁRIOS CEGOS NA INTERAÇÃO COM A WEB: UMA ANÁLISE SOBRE AS PESQUISAS

Rafael José Geraldo

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo (ICMC – USP)
São Carlos – SP, Brasil
rafaeljg@icmc.usp.br

Renata Pontin de Mattos Fortes

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo (ICMC – USP)
São Carlos – SP, Brasil
renata@icmc.usp.br

Abstract: Web Accessibility aims to allow anyone to understand and interact with content from a Web page, regardless of disabilities or other factors that may restrict access. Studies show that, despite a large amount of work done in the area, people with complete visual impairment (blind) still have difficulty to interact with the Web. In this context, it is necessary to identify the key aspects that influence the difficulties of the blind users to interact and understand the services and information available on Web. From the identification of the actual difficulties reported by the blind, it is possible that solutions are formulated and defined measures to be taken to minimize these difficulties. This article presents an overview of the work and research in the literature, and identifies the difficulties of the blind in interaction with Web pages. Therefore, a systematic review was performed for this purpose. Additionally, the data gathered from the literature in order to provide a set of classes of the identified problems are analyzed. The results of the review show that many of the problems faced by blind people are not even addressed by the main references to authors and Web developers to make their Web pages accessible.

Keywords: Acessibility; Blind people; Systematic review; Access difficulties.

Resumo: Acessibilidade na Web tem como objetivo possibilitar que qualquer pessoa possa entender e interagir com o conteúdo de uma página Web, independente de deficiências ou outros fatores que possam restringir o acesso. Estudos mostram que, apesar de uma grande quantidade de trabalhos realizados na área, as pessoas com deficiência visual total (cegos) ainda apresentam grande dificuldade para interagir com a Web. Diante desse contexto, torna-se necessário identificar os principais aspectos que influenciam na dificuldade dos usuários cegos durante a sua interação e compreensão dos serviços e informações disponibilizados nos aplicativos Web. A partir da identificação das reais dificuldades reportadas pelos cegos, é possível que sejam formuladas soluções e definidas medidas a serem tomadas para minimizar estas dificuldades. Este artigo apresenta uma visão geral dos trabalhos e pesquisas encontrados na literatura, que mencionam dificuldades dos cegos na interação com aplicativos Web. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática com este objetivo. Além disso, são analisados os

trabalhos obtidos da literatura de maneira a oferecer um conjunto de classes das dificuldades identificadas. Os resultados da revisão mostram que diversos dos problemas enfrentados pelas pessoas cegas sequer são abordados pelas principais referências para que autores e desenvolvedores Web tornem suas aplicações Web acessíveis.

Palavras-chave: Acessibilidade; Pessoas cegas; Revisão sistemática; Dificuldades de acesso.

I. INTRODUÇÃO

Pouco mais do que vinte anos após a sua criação, a Web permite aos seus usuários acessar uma grande variedade de informações e serviços, evidenciando uma evolução incontestável para a era da Sociedade da Informação que vivemos na atualidade. Porém, nem todas as pessoas podem usufruir dessa ampla gama de conteúdos disponibilizados pela rede, devido à existência de um grande número de páginas Web não acessíveis, impossibilitando que pessoas com deficiência, por exemplo, possam efetivamente utilizá-las. Para piorar a situação, estudos mostram que a Web está se tornando menos acessível às pessoas com algum tipo de deficiência ao passar do tempo (Kane et al., 2007).

Acessibilidade incorpora a ideia de que todas as pessoas têm o direito de serem incluídas na sociedade, independente de deficiências, localização geográfica, barreiras de linguagem, ou outros fatores. Com isso, define-se acessibilidade na Web como a possibilidade de qualquer usuário,

1 <http://www.section508.gov/>

2 <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG>

utilizando qualquer agente de software ou hardware que recupera e serializa conteúdo Web, entender e interagir com esse conteúdo. Acessibilidade também é utilizada para definir o acesso de pessoas que, por exemplo, tenham dificuldades em ler ou interpretar textos, ou que possuam conexão lenta com a Internet, ou que possuam um navegador Web que apresente apenas textos, ou não possuam teclado ou mouse, ou ainda, que estejam utilizando a Web de um local com alto nível de ruído sonoro, ou qualquer outro fator que possa limitar o seu acesso à rede (Thatcher and Waddell, 2003).

Assim, na literatura pode-se observar uma grande quantidade de trabalhos realizados na área de Acessibilidade (Freire et al., 2013), que visam auxiliar as pessoas com deficiências, para que tenham autonomia e contribuam com suas experiências no desenvolvimento de uma sociedade mais justa. Pesquisas relativas a inovações em Tecnologias Assistivas (Grillo et al., 2012) e propostas de diretrizes que orientem os desenvolvedores web a construírem os web sites acessíveis (Caldwell et al., 2008) são exemplos de trabalhos que são estudados nessa área. No entanto, não são encontradas reflexões, com rigor científico, sobre quais as dificuldades que pessoas com deficiência visual total (cegos) ainda apresentam para interagir com a Web.

A legislação em muitos países, como o Section 508¹ nos Estados Unidos e o e-MAG² no Brasil, tem reforçado a exigência de cumprimento de diretrizes de acessibilidade no desenvolvimento de páginas Web para todos os usuários com deficiência. Porém, quando desenvolvedores de software utilizam essas diretrizes voltadas para uma enorme diversidade de usuários, observa-se que não são claras as reais dificuldades enfrentadas pelos cegos ao tentar usufruir de seus direitos como cidadãos na sociedade que atualmente conta, frequentemente, com as TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) se disseminando nos diversos setores de serviços.

Comparados aos usuários com visão, o comportamento de navegação dos usuários cegos é completamente diferente. As estratégias para acessar as informações de uma página Web através de um leitor de tela ou de um terminal de braille são muito diferentes das utilizadas na navegação visual e não podem ser comparadas (Savidis and

Stephanidis, 1998). Ainda assim, os conjuntos de diretrizes de acessibilidade na Web tentam ajustar a interface para tornar o conteúdo acessível a todos os tipos de deficiências.

Diante desse contexto, torna-se necessário identificar os principais aspectos que influenciam na dificuldade dos usuários cegos durante a sua interação e compreensão dos serviços e informações disponibilizados nos aplicativos Web. Sobretudo, a navegação nas páginas Web se configura como um dos obstáculos mais específicos na Web, uma vez que é uma nova forma de escolher e avançar na obtenção dos conteúdos nas páginas Web. Além disso, com a identificação das reais dificuldades reportadas pelos cegos propicia que sejam formuladas soluções e possíveis medidas a serem tomadas para minimizar estas dificuldades.

Este artigo apresenta uma visão geral dos trabalhos e pesquisas encontrados na literatura, que mencionam dificuldades dos cegos na interação com aplicativos Web. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática com este objetivo. Além disso, são analisados os trabalhos obtidos da literatura de maneira a oferecer um conjunto de classes das dificuldades identificadas.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção II apresenta conceitos básicos e pesquisas sobre auxílios a usuários cegos na interação com a Web. A Seção III apresenta a maneira como a Revisão Sistemática foi elaborada. As Seções IV e V apresentam os principais resultados da Revisão Sistemática sobre, respectivamente, as dificuldades enfrentadas pelos usuários cegos ao navegar na Web e as diretrizes recomendadas para minimizar esses problemas. Na Seção VI é apresentada uma análise e discussão dos resultados obtidos. Por fim, a Seção VII apresenta as conclusões deste trabalho.

II. PESQUISAS SOBRE AUXÍLIOS A USUÁRIOS CEGOS NA INTERAÇÃO COM A WEB

Em geral, para viabilizar a interação com os sistemas computacionais pelos cegos, iniciativas diversas são encontradas na literatura. Mas, a partir de estudos prévios sobre o tema Acessibilidade, destacam-se iniciativas relacionadas com as Tecnologias Assistivas e as diretrizes (guidelines) que regulamentam as boas práticas de desenvolvimento dos componentes de software.

Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas - CAT, do Ministério da Justiça, a Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social

Para pessoas com deficiência visual total (cegos), a utilização de Tecnologia Assistiva na forma do recurso de software “leitor de tela” é essencial. O leitor de tela é um software que realiza a leitura dos componentes apresentados na tela do computador, emitindo-os por voz a indivíduos com deficiência visual. Exemplo: JAWS¹ e NVDA² (*NonVisual Desktop Access*).

Assim, embora o acesso aos conteúdos das páginas web possa ser obtido com essa Tecnologia Assistiva, de leitores de tela, de fato eles proporcionam que os dados textuais existentes nas páginas sejam lidos aos usuários. Observa-se que recursos visuais, como figuras, gráficos e representações diagramáticas diversas, são apresentados nos web sites, sem o devido cuidado, de proporcionar textos que possam ser processados pelos leitores de tela. Em especial, vale notar que não basta somente a adição de textos como alternativas às figuras, mas é fundamental que os textos alternativos sejam compreensíveis, ou seja, possuam semântica que transmita a real mensagem daquele elemento gráfico, quando ouvidos por usuários cegos.

Outra importante linha de ação para auxiliar a interação dos cegos com as páginas Web se concentra numa perspectiva mais prescritiva. Desse modo são propostos princípios e diretrizes sobre como devem ser desenvolvidas as páginas Web acessíveis.

Diretrizes³ (ou *guidelines*) para a criação de interfaces são bastante utilizadas no contexto de

¹ <http://www.freedomscientific.com/>

² <http://www.nvaccess.org/>

³ Apesar da tradução oficial do W3C indicar a tradução de *guidelines* como recomendações, optou-se por utilizar a tradução de “diretrizes”, para não gerar

Interação Humano-Computador (IHC). Elas consistem em um conjunto de orientações para a solução de problemas conhecidos, com reconhecida eficácia. Já os princípios são afirmações, bastante amplas, fundamentadas em pesquisas sobre como as pessoas aprendem e trabalham. Desta forma, entende-se que um princípio é apenas um objetivo geral, sem dizer como alcança-lo. As *guidelines* representam objetivos mais específicos refinados por especialistas em IHC a partir da pesquisa dos princípios para diferentes contextos. Um princípio pode originar muitas *guidelines*, e *guidelines* podem ser diferentes para combinações específicas de usuários, ambientes e tecnologia.

A W3C, através da WAI (*Web Accessibility Initiative*), trabalha em diversos padrões e diretrizes (*guidelines*) que têm por objetivo melhorar a acessibilidade de sites, no entanto, por focar seus esforços em conformidade com suas diretrizes, o W3C promove uma visão mais técnica e mensurável da acessibilidade, porém, nem sempre ao atingir um bom nível de acessibilidade segundo esses padrões, um site ou aplicação possui uma boa usabilidade (Petrie and Kheir, 2007).

Portanto, a WAI definiu um modelo de conformidade com três conjuntos de diretrizes agregadas nos seguintes documentos:

- WCAG 1.0 - *Web Content Accessibility Guidelines*: explicam como tornar o conteúdo web acessível a indivíduos com deficiências e disponível a todos os usuários, qualquer que sejam os agentes de usuário que estejam sendo utilizados (navegadores de desktop, navegadores por voz, celulares entre outros) e restrições de operações (ambientes barulhentos, com pouca iluminação, entre outros) (W3C, 1999).
- ATAG 1.0 - *Authoring Tool Accessibility Guidelines*: auxiliam desenvolvedores na implementação de ferramentas de autoria de conteúdo Web que seja acessível e na criação de ferramentas de autoria acessíveis.
- UAAG 1.0 - *User Agent Accessibility Guidelines*: destinado ao desenvolvimento de agentes de usuário (user agents) que reduzam as barreiras a acessibilidade na Web para

confusão com o termo recomendação (*recommendation*), utilizado para designar a recomendação de tecnologias pelo W3C.

pessoas com deficiências (visual, auditiva, física, cognitiva e neurológica). Como agentes de usuário são incluídos os navegadores HTML e outros tipos de software que renderizam conteúdo Web.

Para cada diretriz descrita, nesses documentos, são descritos checkpoints que definem etapas ou partes de um projeto que podem apresentar barreiras (ou dificuldades) a usuários com algum tipo de limitação (indivíduos cegos, surdos, com problemas cognitivos, entre outros).

O WCAG 1.0 é composto por um conjunto de 14 diretrizes que prometem solucionar problemas de acessibilidade encontrados nos conteúdos Web. Estas diretrizes são divididas basicamente em duas categorias:

- (1.) Garantir a transformação harmoniosa das páginas;
- (2.) Criar conteúdos de fácil navegação e compreensão.

A primeira categoria é composta de 11 diretrizes, e para satisfazê-las deve-se obedecer aos principais conceitos a seguir:

- a) *Separar a estrutura do aplicativo de sua apresentação;*
- b) *Fornecer texto (incluindo texto equivalente). O texto pode ser renderizado nas formas em que está disponível para quase todos os dispositivos e acessível a quase todos os usuários;*
- c) *Criar documentos que sejam interpretados mesmo que o usuário não possa ver e/ou ouvir;*
- d) *Criar documentos que não dependam de um tipo de hardware.*

Já a segunda categoria define que o desenvolvedor deve fazer uso de linguagem simples e clara, além de disponibilizar mecanismos para auxiliar a navegação dentro de um conteúdo ou entre as páginas que compõem o conteúdo.

Em 2008 a WAI lançou uma nova versão do WCAG. Nessa nova versão, o documento WCAG 2.0, tinha como objetivo resolver muitos dos problemas encontrados na primeira versão. Esse novo conjunto de diretrizes (Caldwell et al. 2008) foi organizado de uma maneira hierárquica. A nova versão considera quatro princípios sobre a

acessibilidade na Web, e segundo esses princípios, o conteúdo deve ser:

- Perceptível – os usuários devem ser capazes de perceber a informação sendo apresentada, ou seja, o conteúdo não pode ser invisível a todos os seus sentidos;
- Operacional – a interface não pode exigir interações com as quais um usuário não possa realizar;
- Compreensível – o conteúdo e as operações não podem ir além do conhecimento do usuário;
- Robusto - conteúdo deve ser suficientemente robusto para funcionar com as tecnologias atuais e futuras.

Através da utilização desses princípios, as diretrizes são agrupadas em uma hierarquia mais estruturada em relação à hierarquia presente no WCAG 1.0. Além disso, as diretrizes sob cada um desses princípios têm sido reformuladas com o objetivo de solucionar necessidades específicas dos usuários. Ainda, para cada diretriz existe um Critério de Sucesso (CS). Os CSs do WCAG 2.0 são escritos como declarações testáveis, que não são especificamente tecnológicas. Orientações sobre satisfazer o CS em tecnologias específicas, bem como informações gerais sobre interpretações das regras, são concedidas em documentos separados [Caldwell et al. 2008].

Entretanto, apesar de todas as mudanças, (Power et al., 2012) mostram que muitos problemas em relação à utilização do WCAG 1.0 por desenvolvedores e avaliadores ainda persistem no WCAG 2.0. Uma das grandes preocupações em relação às novas diretrizes é que durante os três anos após a criação do WCAG 2.0, novamente não houve melhora significativa na acessibilidade na Web (Lopes et al. 2010). Além disso, ainda faltam evidências empíricas demonstrando que a conformidade com o WCAG 2.0 resulta em páginas mais acessíveis para usuários com deficiência. Esse fato contrasta com diretrizes de usabilidade na Web (U.S. Department of Health & Human Services 2006) e diretrizes de acessibilidade que foram definidas e validadas para grupos específicos de usuários (Leporini and Paternó 2008; Leuthold et al. 2008). Os usuários com deficiência visual podem ser citados como um desses grupos específicos.

Talvez essas diretrizes sejam suficientes para pessoas com deficiência visual parcial ou outros tipos de deficiência, porém para as pessoas cegas isso não é o bastante. (Petrie et al., 2003) mostram que dentre todos os grupos de usuários com algum tipo de deficiência, os usuários cegos apresentam a maior dificuldade para navegar na Web, visto que apenas 53% deles tiveram sucesso na realização das tarefas propostas. No mesmo estudo, foram encontrados 585 problemas dos quais apenas 55% eram referenciados pelos pontos de verificação do WCAG 1.0.

Em outro trabalho, (Power et al., 2012) demonstram que a atualização do conjunto de diretrizes WCAG 2.0 não apresentou o efeito esperado. Os resultados mostraram que o fato de uma página Web estar em conformidade com o nível A do WCAG 2.0 não significa que os usuários encontrarão menos problemas nela. Dos problemas relatados pelos os usuários cegos, apenas 49,6% eram cobertos pela nova versão do WCAG.

A pesquisa ainda mostra que esses usuários relataram problemas quando eles encontravam um conteúdo que não era esperado ou quando eles não conseguiam encontrar o conteúdo em uma página Web, problemas esses que não são abordados pelo WCAG 2.0.

Com o objetivo de identificar as principais dificuldades enfrentadas pelas pessoas cegas ao interagir com a Web, foi realizada uma revisão sistemática (Biolchini et al., 2005), conforme descrita na seção a seguir. Após a identificação dessas dificuldades, foram coletadas informações sobre as possíveis diretrizes de acessibilidade e usabilidade na Web que visam minimizar os problemas encontrados pelos usuários cegos que navegam na Web utilizando um leitor de tela.

III. DESCRIÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

As etapas de pesquisa realizadas nesta revisão sistemática são apresentadas nas Subseções III.A e III.B .

A. Protocolo da Revisão Sistemática

Com base nos objetivos propostos, foram definidas as questões primária e secundária para guiar a revisão sistemática.

- **Questão Primária:** Quais as principais dificuldades encontradas pelos usuários cegos ao navegar na Web com auxílio de algum tipo de tecnologia assistiva?
- **Questão Secundária:** Quais os princípios de acessibilidade e usabilidade na área Web têm sido utilizados para minimizar os problemas encontrados pelos usuários cegos que usam tecnologia assistiva?

Para obter as respostas para estas questões, foi realizado um levantamento de artigos e outros trabalhos através da busca em três bases de dados eletrônicas: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore* e *ScienceDirect*. A *string* de busca foi definida da seguinte forma:

(Web AND (*Accessibility* OR *Usability*) AND (*Guidelines* OR *Principles*) AND (*Blind* OR *Visually Impaired*)) AND (*Assistive Technology*)

Uma versão em português desta *string* de busca foi utilizada, porém não retornou nenhum resultado.

Para a inclusão de artigos na Revisão Sistemática, apenas um critério foi definido:

1. Trabalho relacionado que aparece com frequência nas referências dos artigos selecionados durante a execução da revisão sistemática.

Para a exclusão de artigos selecionado automaticamente pela *string* de busca, foram definidos os seguintes critérios:

1. O trabalho não apresenta dificuldades enfrentadas pelos cegos ou diretrizes para minimizar estas dificuldades.
2. O conteúdo apresentado não é voltado para usuários cegos.
3. O conteúdo apresentado não é voltado para a área Web.
4. A referência se encontra incompleta ou inconsistente.

Decidiu-se pesquisar apenas pelos trabalhos realizados nos últimos 5 anos, visto que a área Web apresenta uma evolução muito rápida. Porém, alguns trabalhos anteriores a 2008 foram manualmente incluídos, pois são constantemente citados pelos estudos selecionados durante a execução da revisão sistemática.

B. Execução da Revisão Sistemática

Após estabelecer o protocolo descrito na seção III.A, a revisão sistemática foi realizada. A execução da *string* de busca foi efetuada no dia 08 de janeiro de 2013 e retornou 128 resultados: 68 na *ACM Digital Library*, 4 na *IEEE Xplore* e 56 na *ScienceDirect*.

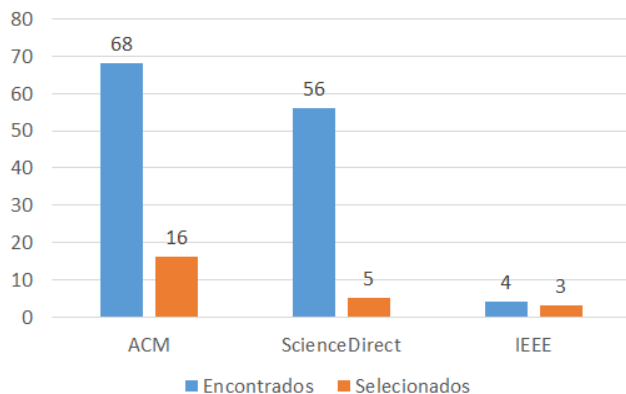


Fig. 1. Quantidade de resultados encontrados e selecionados em cada base.

Dentre os 128 trabalhos encontrados, 24 foram selecionados: 16 trabalhos da ACM, 5 do ScienceDirect e 3 do IEEE, como demonstrado na Fig. 1. A quantidade de artigos encontrados e selecionados agrupados por ano de publicação é apresentada na Fig. 2.

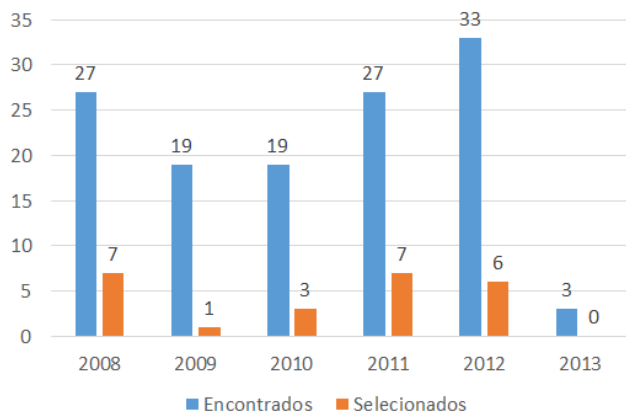


Fig. 2. Quantidade de resultados encontrados e selecionados por ano.

1. <http://www.freedomscientific.com/products/fs/JAWS-product-page.asp>
2. <http://www.nvaccess.org/>

Ainda, dado o critério de inclusão previamente definido, outros 5 artigos foram manualmente inseridos no estudo.

Posteriormente, a etapa de extração de dados foi executada. Nessa fase, todas os dados a respeito das dificuldades encontradas pelos cegos e as diretrizes sugeridas para minimizar estas dificuldades foram coletadas.

Por fim, os dados coletados foram analisados e organizados. As Seções IV e V apresentam, respectivamente, os principais resultados sobre as dificuldades encontradas pelos cegos ao navegar na Web e as diretrizes recomendadas para minimizar estas dificuldades.

IV. DIFICULDADES ENCONTRADAS PELOS CEGOS AO NAVEGAR NA WEB

Esta seção apresenta um levantamento dos principais resultados encontrados sobre os problemas enfrentados pelos usuários cegos que navegam na Web com auxílio de um leitor de tela. Os problemas foram divididos em três categorias: problemas técnicos, problemas semânticos e cognitivos e problemas na navegação.

A. Problemas técnicos

São considerados problemas técnicos os problemas decorrentes do mal uso dos recursos disponíveis para a criação da página Web e o seu conteúdo. A seguir estão listados os principais problemas técnicos encontrados:

1) *Atualização automática da página*: A página Web é automaticamente atualizada após um certo tempo decorrido (Brajnik, 2009). Como isso não é informado ao usuário cego, ele perde totalmente o controle e foco da interação atual. Além disso, como os usuários do leitor de tela levam mais tempo para percorrer uma página, a atualização automática pode forçar esses usuários a reiniciar a operação de busca do conteúdo desejado.

2) *Formulários sem rótulos adequados*: A página apresenta um formulário em que seus campos apresentam *labels* ausentes ou irrelevantes (Brajnik, 2009). Isso impossibilita que o usuário cego possa interagir com o formulário. Além disso, o uso de símbolos, como o asterisco, para representar obrigatoriedade do preenchimento de um campo do formulário apresenta uma dificuldade para os

usuários cegos, visto que geralmente os leitores de tela ignoram esse tipo de símbolo durante a leitura do conteúdo (Ferreira et al., 2012).

3) *Novas janelas*: A página contém código que abre novas janelas do navegador quando o usuário utiliza links ou botões ou após a página ter carregado. Isso afeta o foco do usuário cego, dificultado a sua navegação (Brajnik, 2009).

4) *Formulários com redirecionamento*: A página contém um formulário que seu botão de submissão leva a uma nova atualização de página. Isso faz com que o navegador exiba uma nova página e posicione o foco do usuário no início desta página (Brajnik, 2009).

5) *Componentes inacessíveis*: A página apresenta componentes inacessíveis pelo leitor de tela, por exemplo, um objeto *Flash* ou um menu que não pode ser utilizado pelo teclado (Brajnik, 2009).

6) *Eventos disparados apenas com uso do mouse*: A página possui funções *Javascript* que são invocadas apenas com a utilização de mouse, como por exemplo, *on mouse over* e *on mouse out* (Brajnik, 2009).

7) *Imagens sem descrição equivalente*: A página apresenta imagens como fonte de informação, porém não existe uma descrição textual equivalente para descrever essas imagens (Brajnik, 2009).

8) *Imagens funcionais sem texto alternativo*: A página contém imagens utilizadas como botões ou links clicáveis, porém falta um texto equivalente para descrever essas funções (Brajnik, 2009).

9) *Imagens funcionais incorporadas no plano de fundo*: A página contém imagens funcionais incorporadas ao plano de fundo do site, impossibilitando que sejam associadas descrições textuais equivalentes a essas imagens (Brajnik, 2009).

10) *Uso de frames*: O projeto da página é baseado em frames. Isso faz com que ação tomada pelo usuário na página possa afetar outro frame que está fora do foco atual do usuário do leitor de tela (Brajnik, 2009).

11) *Vídeos sem descrição*: A página contém um elemento multimídia com um vídeo ou uma

animação sem uma descrição textual equivalente para os diálogos e cenas (Encelle et al., 2011).

12) *Páginas sem títulos*: A página não possui a tag *TITLE*, ou o conteúdo dessa tag não provê informação útil (Brajnik, 2009). Isso faz com que o usuário cego não possa induzir corretamente o que será encontrado nessa página.

13) *Tag de idioma não definido*: A página não define o atributo *LANG* corretamente na tag *HTML*. Os leitores de tela podem utilizar essa informação para saber em qual idioma o conteúdo deverá ser lido (Ferreira et al., 2012).

14) *Página sem uso de headings*: A página não utiliza as tags *h1*, *h2*, ..., *h6* para organizar o seu conteúdo (Brajnik, 2009). O uso dessas tags facilita a compreensão da página pelo usuário cego.

15) *Janela sem controles do navegador*: A página foi iniciada em uma nova janela do navegador, porém os controles usuais do navegador, como a barra de endereço e os botões voltar, avançar e atualizar não estão aparecendo (Brajnik, 2009).

16) *Captcha*: A página utiliza um serviço de Captcha que faz o usuário ler um conjunto distorcido de caracteres de uma imagem e digitar estes caracteres em um formulário (Fuglerud et al., 2012). Alguns serviços de Captcha também fornecem áudio, mas problemas graves de usabilidade e acessibilidade também foram encontrados nesses serviços (Bigham and Cavender, 2009).

B. Problemas semânticos ou cognitivos

São considerados problemas semânticos ou cognitivos os problemas que dificultam a compreensão do conteúdo de uma página Web, e os problemas que sobrecarregam fatores cognitivos como a memória, percepção, raciocínio, etc., que dificultam na aquisição do conhecimento. Os principais problemas semânticos ou cognitivos encontrados durante a Revisão Sistemática estão listados a seguir:

1) *Conteúdo alterado dinamicamente*: A página apresenta um mecanismo que atualiza a página com nova informação ou realoca a informação existente

sem o reconhecimento dos usuários (Bavani et al., 2010). Essa adaptação dinâmica do conteúdo pode causar desorientação nos usuários cegos (Candan et al., 2009). Esse problema ocorre devido à falta de feedback para informar sobre as ações que modificaram a página (Power et al., 2012).

2) *Conteúdo irrelevante*: A página apresenta um conteúdo irrelevante que não pode ser evitado e está posicionado antes do conteúdo desejado, como por exemplo, um menu superior de navegação (Power et al., 2012). Isso frustra os usuários, que são forçados a percorrer esse conteúdo irrelevante a cada atualização de página (Bavani et al., 2010). As pessoas cegas muitas vezes só aprendem por acaso que esse conteúdo, como as opções de navegação, são recorrentes em todas as páginas (Leuthold et al., 2008). Além disso, como os leitores de tela utilizam uma estratégia linear para processar cada página (de cima para baixo e da esquerda para direita), é muito difícil, tedioso e frustrante ser obrigado a sempre evitar as informações necessárias até encontrar o conteúdo ou link desejado.

3) *Layout da página muito complexo*: A página apresenta um layout complexo, dificultando que a pessoa cega tenha uma visão geral da página Web (Bavani et al., 2010).

4) *Layout baseado em tabelas*: O layout da página é baseado em tabelas, misturando conteúdo e estrutura. Como as tabelas não podem ser linearizadas, o leitor de tela (que lê essas tabelas linha a linha) anuncia o conteúdo da página fora de ordem, conseqüentemente, a informação se torna confusa ou enganosa para o usuário cego (Buzzi et al., 2010). As tabelas também não devem ser utilizadas para organizar componentes da página, como formulários por exemplo (Buzzi et al., 2010).

5) *Dados em tabelas*: A página apresenta uma tabela e o seu conteúdo está organizado em colunas. Uma vez que os leitores de tela interpretam o conteúdo da tabela por linhas, ele irá anunciar fora de ordem o conteúdo desta tabela (Buzzi et al., 2010). Além disso, a necessidade de memorização dos dados da tabela também gera uma barreira aos usuários cegos (Ferreira et al., 2012).

6) *Conteúdo inconsistente*: A página apresenta conteúdo inconsistente, como por exemplo: links quebrados, conteúdo encontrado não era o esperado pelo usuário, o conteúdo não é encontrado onde era esperado, a funcionalidade não funciona como o

esperado, funcionalidade esperada não está presente e a organização do conteúdo se encontra inconsistente com as convenções da Web ou o senso comum (Power et al., 2012).

7) *Páginas com carregamento lento* (Power et al., 2012): O problema ocorre pois o leitor de tela pode não fornecer o *feedback* informando que todo o conteúdo da página não terminou de ser carregado, causando desorientação ao usuário cego.

8) *Falta de contexto*: O conteúdo da página Web apresenta falta de semântica (Ruth-Janneck, 2011) e as pessoas cegas não são capazes de dar sentido ao conteúdo (Power et al., 2012) (Leporini and Paterno, 2008). Os usuários do leitor de tela precisam construir uma representação mental da página Web e das estruturas de navegação para que eles possam buscar o conteúdo de forma eficiente. Sem um monitor persistente, as pessoas cegas ficam facilmente desorientadas (Zhao et al., 2008).

9) *Dados que necessitam de auxílio visual*: A página contém dados que dependem de ajuda visual para o seu entendimento, como por exemplo, dados georreferenciados (Zhao et al., 2008).

10) *Alterações no layout da página*: O layout de uma página Web existente é alterado, obrigando os usuários cegos a novamente aprender o nome de posição de todos os elementos importantes da página (Ferreira et al., 2012). Além disso, a falta de feedback na alteração do layout pode causar desorientação no usuário cego, que estava esperando por outro conteúdo ao voltar a página já previamente conhecida.

11) *Links sem separação*: A página apresenta uma sequência de links que não são separados por nenhum caractere ou símbolo. Assim, o usuário cego pode enfrentar dificuldade para entender onde termina um link e começa outro (Brajnik, 2009).

12) *Página com muitos links*: A página Web apresenta muitos links, causando desorientação na pessoa cega que é obrigada a memorizá-los para eventualmente decidir qual dos links deve ser utilizado. O problema piora consideravelmente caso os links não estejam organizados em categorias significativas (Brajnik, 2009). Além disso, O uso do leitor de tela e do teclado para buscar por um link pode ser ineficiente em grandes documentos com muitos links ou hierarquias profundas (Candan et al., 2009).

13) *Texto Espaçado*: A página Web apresenta palavras ou termos que contêm espaços extras, como por exemplo o texto “S E J A - B E M - V I N D O”, com o objetivo de conseguir um determinado efeito visual (Brajnik, 2009).

14) *Links indevidamente rotulados*: A página apresenta links inadequadamente rotulados, como por exemplo, “clique aqui”, “acesse aqui” ou “link” (Bavani et al., 2010). Como o usuário cego navega pelo site através dos links, ele não é capaz de compreender o significado destes links mal rotulados sem acessar toda a informação contextual em torno dos mesmos.

15) *Arte ASCII*: A página Web contém texto que representa decorações em vez de palavras, como por exemplo, *smileys* (Brajnik, 2009).

16) *Dependência de cor*: A conteúdo da página Web contém material (texto, imagem, fundo, vídeos) em que a cor é usada como o único meio de transporte de informação, como por exemplo, o uso de diferentes cores para links previamente acessados (Brajnik, 2009).

17) *Sobrecarga de informação*: A página apresenta uma sobrecarga de informação, que prejudica a experiência de navegação dos usuários cegos (Puzis et al., 2011) (por exemplo, muitos passos para encontrar o conteúdo (Power et al., 2012). Durante a exploração de uma página, até mesmo um espaço em branco é lido, forçando os usuários cegos a utilizar recursos cognitivos para processar informação inútil (Giraud et al., 2011). Além disso, o usuário pode ficar confuso com grandes trechos de texto (Lunn et al., 2011) e partes importantes do conteúdo na página se torna difícil ou até mesmo impossível de se descobrir e acessar (Islam et al., 2010).

C. Problemas na navegação

São considerados problemas na navegação todos os fatores que dificultam a interação do usuário com o conteúdo da página Web. Os principais problemas de navegação encontrados durante esse levantamento estão listados a seguir:

1) *Menus muito complexos*: A página apresenta menus muito complexos, com muitos links, o que dificulta a navegação através do uso de um leitor de

tela. Isso ocorre pois o usuário cego apresenta dificuldade em encontrar links relevantes em meio a grandes quantidades de links oralizados, resultado em desorientação (Buzzi et al., 2009). Além disso, em geral não há nada explicitamente afirmando que um elemento da página é um menu. O conhecimento sobre qual elemento é um menu está implícita na sua representação visual (Lunn et al., 2011). Usuários cegos não são capazes de adivinhar as relações entre os itens primários e secundários de navegação se elas forem expressas apenas visualmente (Leuthold et al., 2008).

2) *Aplicações de Internet Rica*: A página apresenta um componente RIA (Rich Internet Application) que foi implementado sem seguir as diretrizes de acessibilidade. RIAs estão repletas de elementos dinâmicos e interativos, tornando-se assim, difíceis de serem utilizadas com um leitor de tela (Giraud et al., 2011).

3) *Retorno ao conteúdo previamente acessado*: A página não apresenta uma maneira de auxiliar os usuários de leitor de tela a retomar o conteúdo previamente acessado. Esse problema ocorre quando estes usuários necessitam voltar para buscar por alguma informação específica ou retomar orientação. Como eles necessitam ouvir novamente e reconhecer pelo menos uma parte de cada página intermediária antes de atingir o conteúdo desejado, o retorno ao conteúdo previamente acessado com o uso de leitores de tela é um processo longo e ineficiente (Rohani Ghahari et al., 2012).

4) *Conteúdo inacessível pelo teclado*: A página requer o uso de mouse para a sua navegação. Pessoas cegas não são capazes de utilizar uma página Web que apresenta a navegação pelo mouse como única alternativa, dado que eles não conseguem ver onde clicar (Fuglerud et al., 2012).

5) *Falta de feedback e ajuda* (Ferreira et al., 2012): A página apresenta elementos interativos que não fornecem feedback adequado durante o seu uso. Além disso, a página não apresenta nenhum auxílio ao usuário em caso de questionamento sobre o sistema (manual de uso, mapa do site, estado atual da interação, etc).

6) *Falta de recuperação de erro*: A página apresenta elementos não válidos do atual contexto e não auxilia o usuário a se recuperar de um possível erro durante a interação (Ferreira et al., 2012).

7) *Armadilhas para o teclado*: A página contém elementos que travam o foco do usuário assim que ele os atinge com o teclado. Isso força o usuário a recarregar a página para retomar o controle do foco.

V. DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE E USABILIDADE

Esta seção apresenta um levantamento das principais diretrizes de acessibilidade e usabilidade que visam minimizar alguns dos problemas apresentados na Seção IV. Assim, elas foram também agrupadas nas três categorias: diretrizes para redução de problemas técnicos, diretrizes para reduzir problemas semânticos e cognitivos e, diretrizes para reduzir problemas na navegação.

A. Diretrizes técnicas

1) Deve-se fornecer ajuda para cada entrada de formulário (Foley, 2012).

2) Declarar a tag language para especificar o idioma a ser utilizado pelo leitor de tela (Ferreira et al., 2012).

3) Sempre utilizar o atributo alt para descrever ícones e imagens (Ferreira et al., 2012).

4) Deve-se evitar que o conteúdo de um link seja aberto em uma nova janela ou em um pop-up (Ferreira et al., 2012).

5) Nos formulários, os botões de ação devem aparecer após os campos (Leuthold et al., 2008).

6) Nenhuma informação deve ser apresentada apenas visualmente (Leuthold et al., 2008).

7) Notificações de áudio devem ser utilizadas com moderação para evitar aborrecimentos aos usuários (Encelle et al., 2011).

8) Anotação (áudio) em vídeo deve: ser breve e não dizer muito, para preservar o trabalho original; não sobrepor partes importantes da trilha sonora; ser o mais neutra possível (Encelle et al., 2011).

9) Prover alternativas acessíveis para apresentar diferentes tipos de documentos (PDF, PPT, DOC) (Candan et al., 2009)

10) Múltiplos sons não devem se sobrepor (Zhao et al., 2008).

11) Função de edição de texto deve ser simples e seguir as seguintes diretrizes: (a) utilizar uma página separada para edição; (b) adicionar somente os campos utilizados pela edição nessa página; (c) prover formas alternativas rápidas para utilizar os comandos de formatação; (d) prover uma entrada textual alternativa; (e) prover uma forma mais simples para inserção de símbolos especiais; (f) controlar o foco da edição (Buzzi and Leporini, 2008).

B. Diretrizes para minimizar problemas semânticos ou cognitivos

1) A interface deve ser tão simples quanto possível (Ferreira et al., 2012).

2) Um número máximo de links deve ser considerado em cada página (Buzzi and Leporini, 2008) (Leporini and Paterno, 2008).

3) Deve-se agrupar links semelhantes em listas (Buzzi and Leporini, 2008).

4) Evitar o uso de banners de anúncios (Ferreira et al., 2012).

5) Itens que não são válidos no contexto atual devem ser escondidos ou desabilitados (Ferreira et al., 2012).

6) Seria preferível que o leitor de tela fizesse a releitura de cada título da coluna antes do valor real da célula, para minimizar a necessidade de memorização (Ferreira et al., 2012).

7) Quando o usuário segue um link, sua nova localização deve ser informada de alguma forma (Ferreira et al., 2012). Isso pode ser feito utilizando o mesmo nome para o rótulo do link e para a página de seu destino (Ferreira and Leite, 2003).

8) É essencial que o texto que descreve um link seja apresentado de um modo útil e informativo (Leporini and Paterno, 2008). Os links devem ser auto-explicativos e não depender do contexto (Buzzi and Leporini, 2008) (Ferreira et al., 2012).

9) O nome da seção deve ser colocado no atributo título para indicar ao usuário cego qual seção ele está acessando no presente momento (Ferreira et al., 2012).

10) Evitar o uso de asterisco para indicar obrigatoriedade em formulários, visto que os leitores de tela geralmente desabilitam a leitura de pontuação (Ferreira et al., 2012).

11) A tag “language” deve ser definida

12) Notificar o usuário sempre que uma nova versão da página entrar em vigor (Ferreira et al., 2012).

13) Implementar mecanismos, como skip links, que auxiliem o usuário a evitar conteúdos não desejados (Ferreira et al., 2012).

14) Utilizar links internos para facilitar o acesso a seções importantes do conteúdo, como por exemplo, “ir ao conteúdo principal” ou “ir ao menu de navegação” (Ferreira et al., 2012) (Giraud et al., 2011) (Giraud et al., 2011).

15) Todas as alterações dinâmicas ocorridas nas páginas devem ser automaticamente notificadas (Brown et al., 2012). O usuário deve perceber, pelo leitor de tela, quando uma parte da interface é recarregada e entender o contexto sobre o evento relacionado a essa mudança (Buzzi et al., 2010).

16) Enriquecer vídeos com descrições auditivas dos elementos visuais mais importantes (Encelle et al., 2011).

17) Utilizar equivalentes textuais de dados gráficos para fornecer saída útil ao usuário de leitores de tela (Zhao et al., 2008).

18) Agrupar e customizar regiões (por exemplo, navegação, conteúdo principal, busca, entre outras) para facilitar uma visão global do usuário (Buzzi et al., 2010).

19) Definir as tags de cabeçalho (heading) auxilia na divisão lógica da página Web e facilita que o usuário analise e encontre o conteúdo de interesse de forma mais rápida (Brudvik et al., 2008)

20) Fornecer um resumo do conteúdo encontrado na página (Lunn et al., 2011)

21) As principais funcionalidades ou informações da página devem ser apresentadas primeiro (Giraud et al., 2011).

C. Diretrizes para minimizar problemas de navegação

1) Os menus devem possuir entre 5 e 9 itens (Miller, 1956).

2) Todos os itens presentes em um menu e em seu sub-menu devem ser acessíveis pelo teclado (Ferreira et al., 2012).

3) Comunicar a estrutura de menus através de numeração (Leuthold et al., 2008).

4) Não utilizar menus de navegação no topo da página (Leuthold et al., 2008).

5) Campos de busca devem ser posicionados no início da página (Leuthold et al., 2008).

6) O usuário deve ter a possibilidade de a qualquer momento requisitar informações sobre onde ele está na interface, o seu estado, e o que ele pode fazer a partir desse ponto (Buzzi et al., 2010) (Zhao et al., 2008).

7) No caso de menus com muitos itens, um índice sonoro (por exemplo, earcons ou spearcons) melhora a performance da navegação e a sua aceitação (Jeon and Walker, 2011).

8) Facilitar o retrocesso às páginas visitadas anteriormente. Estratégias de navegação para facilitar a volta ao conteúdo de interesse mostraram-se eficientes e efetivas: Retrocesso na navegação baseada em tópicos; Retrocesso na navegação baseada em listas (Rohani Ghahari et al., 2012).

VI. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após organizar os resultados encontrados sobre as principais dificuldades dos usuários cegos ao interagir e navegar na Web e também de algumas diretrizes sugeridas para minimizar esses problemas, foi realizada uma análise sobre os dados obtidos com o objetivo de identificar tendências de pesquisa nessa área.

Inicialmente foi realizada uma classificação, seguida de uma distribuição de frequência para identificar a quantidade de artigos que aborda cada uma das três categorias de dificuldade apresentadas na Seção III. Levando em consideração que os artigos podem abordar mais de uma categoria de dificuldade, a quantidade de artigos que discutem sobre cada categoria de dificuldade é apresentada na Fig. 3. O mesmo processo não foi repetido para as diretrizes de acessibilidade ou usabilidade apresentadas nos artigos, visto que os resultados seriam muito semelhantes, uma vez que cada artigo só apresenta diretrizes sobre problemas previamente discutidos no determinado artigo.

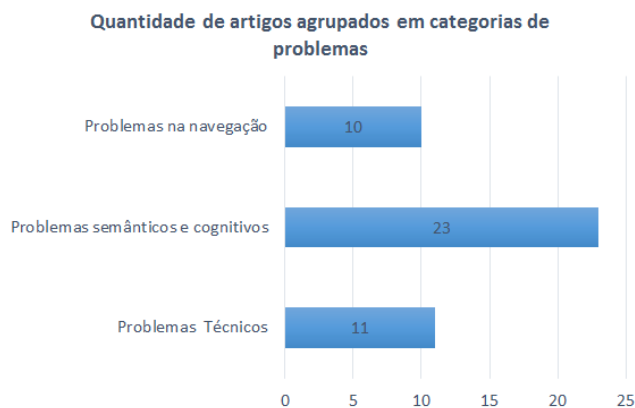


Fig. 3. Quantidade de artigos agrupados em categorias de problema

Os problemas semânticos e cognitivos são mais abordados pelos artigos (23 artigos), enquanto que os problemas na navegação (10 artigos) e os problemas técnicos (11 artigos) não são tão recorrentes. Apesar disso, a razão por trás desse menor número de trabalhos abordados pode ser diferente para os dois casos.

Os artigos que discutem sobre os problemas técnicos, fazem isso de uma forma introdutória e sem entrar em maiores detalhes. Além disso, as discussões técnicas costumam aparecer seguidas de referências aos conjuntos de diretrizes WCAG 2.0 (Caldwell et al., 2008) e ARIA (Craig et al., 2009), que são bem abrangentes neste aspecto técnico.

O mesmo não ocorre com os artigos que abordam problemas de navegação. Grande parte desses artigos discute o problema como algo recente e que deve ser trabalhado para melhorar a

acessibilidade e usabilidade dos usuários cegos enquanto navegam na Web, como por exemplo os trabalhos que sugerem melhorias na criação de menus (Jeon and Walker, 2011), (Yalla and Walker, 2008), (Hochheiser and Lazar, 2010) ou o trabalho que propõe métodos para facilitar o retrocesso ao conteúdo das páginas Web previamente acessadas (Rohani Ghahari et al., 2012).

É importante nesse ponto retomar algo discutido durante a especificação desta Revisão Sistemática. Foram selecionados apenas os trabalhos realizados a partir de 2008. A segunda versão do WCAG foi lançada no ano de 2008, apresentando de forma abrangente os requisitos técnicos de acessibilidade com o objetivo de minimizar os problemas encontrados por todos os tipos de usuários. Como pesquisas começaram a indicar que os níveis de acessibilidade na Web não estavam melhorando, e mesmo as páginas em conformidade com o WCAG apresentavam problemas (Power et al., 2012), outros aspectos começaram a ser investigados a partir desse ponto. Assim, percebe-se uma tendência em pesquisas envolvendo a semântica do conteúdo e o processo cognitivo para melhor entender como os usuários interagem com esse conteúdo. Com a análise desses aspectos, novas possibilidades de pesquisa surgiram, como é o caso da melhoria da navegação na Web para os usuários cegos que utilizam leitores de tela.

Outro tendência que é possível notar, é a emergente preocupação com a usabilidade das páginas Web para os usuários cegos. O WCAG, por exemplo, apresenta diretrizes de acessibilidade, buscando garantir o acesso ao conteúdo. Porém, no caso dos usuários cegos, isso não é suficiente para garantir a acessibilidade. Estudos mostram que a navegação para cegos é cerca de 10 vezes mais lenta do que para usuários com visão (Borodin et al., 2010). Isso faz com que as pessoas cegas fiquem frustradas e desistam de buscar pelo conteúdo desejado. Assim, pode-se dizer que no caso dos usuários cegos, a acessibilidade está fortemente relacionada às questões de usabilidade.

Por fim, existem indícios mostrando que adaptar a página Web para que fique compatível com todos os tipos de usuários pode não ser a melhor solução para as pessoas cegas.

Como pode ser visto na descrição das principais dificuldades encontradas pelos usuários cegos, as estratégias para navegar na Web são completamente diferentes das utilizadas pelas pessoas com visão. Assim, existe uma nova tendência que sugere o desenvolvimento de modelos específicos de interface e navegação voltados para esses usuários.

VII. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma visão geral dos trabalhos e pesquisas encontrados na literatura, que fazem referência a dificuldades dos cegos na interação com aplicativos Web.

Conceitos básicos e pesquisas sobre auxílios a usuários cegos na interação com a Web foram descritos para contextualizar as iniciativas que mais se destacam no cenário das pesquisas dos últimos anos, sobre a questão de Acessibilidade.

Com o objetivo de identificar as principais dificuldades enfrentadas pelas pessoas cegas ao interagir com a Web, foi realizada uma revisão sistemática, conforme descrita na Seção III. Após a identificação dessas dificuldades, foram coletadas informações sobre as possíveis diretrizes de acessibilidade e usabilidade na Web que visam minimizar os problemas encontrados pelos usuários cegos que interagem e navegam na Web utilizando um leitor de tela. Assim, as Seções IV e V apresentaram os principais resultados da Revisão Sistemática sobre, respectivamente, as dificuldades enfrentadas pelos usuários cegos ao navegar na Web e as diretrizes recomendadas para minimizar esses problemas.

Uma análise minuciosa foi realizada sobre os resultados encontrados, que foram agrupados em 3 categorias: técnicos, semânticos e cognitivos, e na navegação das páginas Web. Em resumo, foram identificadas 40 dificuldades, das quais 16 se enquadram em problemas técnicos, 17 como problemas semânticos e cognitivos e, 7 como problemas na navegação.

Quanto às principais diretrizes de acessibilidade e usabilidade encontradas, que visam minimizar alguns dos problemas enfrentados por usuários cegos, conforme elencados na Seção IV, elas totalizaram 40 diretrizes, sendo que 11 delas se enquadram nas que prescrevem orientação para redução de problemas técnicos, 21 das diretrizes são

para reduzir problemas semânticos e cognitivos e, 8 diretrizes são para reduzir problemas na navegação.

Finalmente, o artigo apresenta uma discussão analisando os resultados obtidos e destaca as tendências sobre os trabalhos na área. Os problemas semânticos e cognitivos são os mais abordados pelos artigos, o que aparentemente demonstra uma carência maior de soluções para suas questões.

Os artigos que discutem sobre os problemas técnicos, fazem isso de uma forma introdutória e sem entrar em maiores detalhes. Além disso, as discussões técnicas costumam aparecer seguidas de referências aos conjuntos de diretrizes WCAG 2.0 (Caldwell et al., 2008) e ARIA (Craig et al., 2009), que são bem abrangentes neste aspecto técnico.

Grande parte dos artigos que discutem problemas de navegação enfrentados pelos cegos parecem tratar de algo mais recente. Dessa maneira, suas questões ainda requerem mais aprofundamento de pesquisas, e propostas sistematizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao ICMC-USP e à CAPES pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- (Bavani et al., 2010) Bavani, R., Jaafar, A., and Yatim, N. (2010). A study on web experience among visually impaired users in malaysia. In *User Science and Engineering (i-USEr), 2010 International Conference on*, pages 11–15.
- (Bigham and Cavender, 2009) Bigham, J. P. and Cavender, A. C. (2009). Evaluating existing audio captchas and an interface optimized for non-visual use. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1829–1838. ACM.
- (Biolchini et al., 2005) Biolchini, J., Mian, P., Natali, A., and Travassos, G. (2005). Systematic review in software engineering. *System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES, 679(05)*.
- (Borodin et al., 2010) Borodin, Y., Bigham, J. P., Dausch, G., and Ramakrishnan, I. (2010). 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.
- (Brajnik, 2009) Brajnik, G. (2009). *Barrier Walkthrough: Heuristic Evaluation Guided by Accessibility Barriers*. <http://www.dimi.uniud.it/giorgio/projects/bw/bw.html>
- (Buzzi et al., 2009) Buzzi, M. C., Buzzi, M., Leporini, B., and Akhter, F. (2009). Usability and accessibility

- of ebay by screen reader. In *HCI and Usability for e-Inclusion*, pages 500–510. Springer.
- (Buzzi et al., 2010) Buzzi, M. C., Buzzi, M., Leporini, B., Mori, G., and Penichet, V.M. R. (2010). Accessing google docs via screen reader. In *Proceedings of the 12th international conference on Computers helping people with special needs: Part I, ICCHP'10*, page 920. C, o'99, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, Springer-Verlag.
- (Caldwell et al., 2008) Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L., and Vanderheiden, G. (2008). Web content accessibility guidelines 2.0. W3C Recommendation, 11. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- (Candan et al., 2009) Candan, K. S., D+A^ nderler, M. E., Hedgpeth, T., Kim, J. W., Li, Q., and Sapino, M. L. (2009). Sea: Segment-enrich-annotate paradigm for adapting dialog-based content for improved accessibility. *ACM Trans. Inf. Syst.*, 27(3):15:10^ C, o^15:45.
- (Craig et al., 2009) Craig, J., Cooper, M., Pappas, L., Schwerdtfeger, R., and Seeman, L. (2009). Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.0. <http://www.w3.org/TR/wai-aria/>
- (Encelle et al., 2011) Encelle, B.-t., Ollagnier-Beldame, M., Pouchot, S., and Pri+R ,Y. (2011). Annotation-based video enrichment for blind people: a pilot study on the use of earcons and speech synthesis. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, ASSETS '11*, page 1230^ C, o^130, New York, NY, USA. ACM, ACM.
- (Ferreira and Leite, 2003) Ferreira, S. B. L. and Leite, J. C. S. d. P. (2003). Avaliac, ~ao da usabilidade em sistemas de informac, ~ao: o caso do sistema submarino. *Revista de Administrac, ~ao Contemporanea*, 7(2):115–136.
- (Ferreira et al., 2012) Ferreira, S. B. L., Nunes, R. R., and da Silveira, D. S. (2012). Aligning usability requirements with the accessibility guidelines focusing on the visually-impaired. *Procedia Computer Science*, 14:263 – 273. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091200273>; Proceedings of the 4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2012).
- (Foley, 2012) Foley, J. D. (2012). *Computer graphics: Principles and practice*, in C, volume 12110. Addison-Wesley Professional.
- (Fuglerud et al., 2012) Fuglerud, K. S., Tj+c stheim, I., Gunnarsson, B. R., and Tollefsen, M. (2012). Use of social media by people with visual impairments: usage levels, attitudes and barriers. In *Proceedings of the 13th international conference on Computers Helping People with Special Needs - Volume Part I, ICCHP'12*, page 5650^ C, o^572, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag, Springer-Verlag.
- (Freire et al., 2013) Freire, A. P. ; Lara, Silvana Maria Affonso de ; Fortes, Renata Pontin De Mattos . Avaliac~ao da Acessibilidade de Websites por Usu~arios com Defici~encia.. In: Jos~e Maria N. David; Luciana C. de Castro Salgado. (Org.). *Tutoriais do X S~imp~osio Brasileiro de Sistemas Colaborativos e XII S~imp~osio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais.. 1.ed.*Porto Alegre RS: SBC, 2013, v. 1, p. 31-64.
- (Giraud et al., 2011) Giraud, S., Colombi, T., Russo, A., and Th+R rouanne, P. (2011). Accessibility of rich internet applications for blind people: a study to identify the main problems and solutions. In *Proceedings of the 9th ACM SIGCHI Italian Chapter International Conference on Computer-Human Interaction: Facing Complexity*, CHItaly, page 1630^ C, o^166, New York, NY, USA. ACM, ACM.
- (Grillo et al., 2012) Grillo, F. Del Nero ; Fortes, Renata P.M. ; LUCREDIO, Daniel . Towards collaboration between sighted and visually impaired developers in the context of Model-Driven Engineering. In: 1. Workshop GMLD (on Graphical Modeling Language Development), 2012, Lyngby, Dinamarca. Joint Proceedings of co-located Events at the 8th European Conference on Modelling Foundations and Applications (ECMFA 2012), Copenhagen, Denmark: Technical University of Denmark - DTU Informatics, 2012. v. 1. p. 241-251.
- (Hochheiser and Lazar, 2010) Hochheiser, H. and Lazar, J. 2010. Revisiting Breadth vs. Depth in Menu Structures for Blind Users of Screen Readers. *Interacting with Computers*, 22,5. 389-398
- (Islam et al., 2010) Islam, M. A., Ahmed, F., Borodin, Y., Mahmud, J., and Ramakrishnan, I. (2010). Improving accessibility of transaction-centric web objects. In *SDM*, pages 37–48.
- (Jeon and Walker, 2011) Jeon, M. and Walker, B. N. (2011). Spindex (speech index) improves auditory menu acceptance and navigation performance. *ACM Trans. Access. Comput.*, 3(3):10:10^ C, o^10:26.
- (Kane et al., 2007) Kane, S., Shulman, J., Shockley, T., and Ladner, R. (2007). A web accessibility report card for top international university web sites. In *Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A)*, pages 148{156. ACM.
- (Leporini and Paterno, 2008) Leporini, B. and Paterno, F. (2008). Applying web usability criteria for vision-impaired users: Does it really improve task performance? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(1):17–47.
- (Leuthold et al., 2008) Leuthold, S., Bargas-Avila, J. A., and Opwis, K. (2008). Beyond web content accessibility guidelines: Design of enhanced text user interfaces for blind internet users. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(4):257 – 270.
- (Lopes et al., 2010) Lopes, R., Gomes, D., and Carri~co, L. (2010). Web not for all: A large scale study of web accessibility. In *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, artigo 10. ACM Press.
- (Lunn et al., 2011) Lunn, D., Harper, S., and Bechhofer, S. (2011). Identifying behavioral strategies of visually impaired users to improve access to web content. *ACM Trans. Access. Comput.*, 3(4):13:10^ C, o^13:35.
- (Miller, 1956) Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2):81.
- (Petrie et al., 2003) Petrie, H.; Hamilton, F.; King, N. Tension? what tension?: website accessibility and visual design. *SIGCAPH Comput. Phys. Handicap.*, v. 1, n. 76, p. 6-7, 2003.
- (Power et al., 2012) Power, C., Freire, A., Petrie, H., and Swallow, D. (2012). Guidelines are only half of the story: accessibility problems encountered by blind users on the web. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12*, page 4330^ C, o^442, New York, NY, USA. ACM, ACM.

- (Puzis et al., 2011) Puzis, Y., Borodin, E., Ahmed, F., Melnyk, V., and Ramakrishnan, I. V. (2011). Guidelines for an accessible web automation interface. In The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, ASSETS '11, page 2490^ C, o^250, New York, NY, USA. ACM, ACM.
- (Rohani Ghahari et al., 2012) Rohani Ghahari, R., Ferati, M., Yang, T., and Bolchini, D. (2012). Back navigation shortcuts for screen reader users. In Proceedings of the 14th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, ASSETS '12, page 10^ C, o^8, New York, NY, USA. ACM, ACM.
- (Ruth-Janneck, 2011) Ruth-Janneck, D. (2011). An integrative accessibility engineering approach using multidimensional classifications of barriers in the web. In Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, W4A '11, page 10:10^ C, o^10:7, New York, NY, USA. ACM, ACM.
- (Savidis and Stephanidis, 1998) Savidis, A. and Stephanidis, C. (1998). The homer uims for dual user interface development: Fusing visual and non-visual interactions. *Interacting with Computers*, 11(2):173{209.
- (Thatcher and Waddell, 2003) Thatcher, J. and Waddell, C. (2003). *Constructing accessible websites*. APress LP.
- U.S. Department of Health & Human Services (2006) "The Research-Based Web Design & Usability Guideline". Disponível online em: <http://www.usability.gov/guidelines/>, acesso em julho de 2013.
- W3C. WAI-ARIA 1.0 authoring practices - an author's guide to understanding and implementing accessible rich internet applications. W3C Working Draft, March 2013. Available online at: <http://www.w3.org/TR/wai-aria-practices/>.
- (Yalla and Walker, 2008) Yalla, P. and Walker, B. N. (2008). Advanced auditory menus: design and evaluation of auditory scroll bars. In Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, Assets '08, page 1050^ C, o^112, New York, NY, USA. ACM, ACM.
- (Zhao et al., 2008) Zhao, H., Plaisant, C., Shneiderman, B., and Lazar, J. (2008). Data sonification for users with visual impairment: A case study with georeferenced data. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 15(1):4:10^ C, o^4:28.