

ACCESS-COLOR-BLIND: DIRETRIZES PARA O DESIGN DE APPS ACESSÍVEIS ÀS PESSOAS COM DALTONISMO

ACCESS-COLOR-BLIND: GUIDELINES TO DESIGN ACCESSIBLE APPS FOR COLOR BLIND USERS

ACCESS-COLOR-BLIND: DIRECTRICES PARA EL DISEÑO DE APPS ACCESIBLES A LAS PERSONAS CON DALTONISMO

Thaíres Alves de Jesus Gonçalves¹
Aline Elias Verhalen²
Luciana Correia Lima de Faria Borges³
Patricia Cristiane de Souza⁴

Resumo: Reconhecendo que pessoas com deficiência visual e limitações (PcDL) necessitam de recursos específicos para acessar a tecnologia, este trabalho propõe um roteiro que aplica as normativas da Web Accessibility Initiative (WAI) relacionadas a problemas de visão, com o apoio de ferramentas de testes para promover o design acessível de Apps móveis, em especial à usuários daltônicos. Em um experimento foi verificado que o esforço necessário a ser aplicado durante o projeto de sistemas para garantir a acessibilidade aos daltônicos é pequeno em comparação a gama de usuários que podem ser atendidos.

Palavras-chave: Acessibilidade. Projeto de sistemas acessíveis. Daltonismo. Diretrizes. Iniciativa Web Acessível.

Abstract: Recognizing that people with visual disabilities (PwDL) need specific resources to have access to technology, this paper proposes guidelines that apply the Web Accessibility Initiative (WAI) regulations related to eyesight problems, with the support of testing tools in the conception of systems to promote an accessible design in mobile applications, especially to color blind users. In one experiment was verified that the necessary effort to be applied during the design of systems to guarantee accessibility to color blind users is too small compared to the range of users that can be attended.

Keywords: Accessibility. Accessible systems design. Color blindness. Guidelines. Web Accessibility Initiative.

Resumen: Reconociendo que las personas con discapacidad visual y limitaciones (PcDL) necesitan recursos específicos para acceder a la tecnología, este trabajo propone un itinerario que aplica las normativas de la Web Accessibility Initiative (WAI) relacionadas con problemas de visión, con el apoyo de herramientas de pruebas para promover el diseño accesible de Apps móviles en especial a los usuarios daltónicos. En un experimento se comprobó que el esfuerzo necesario para ser aplicado durante el proyecto de sistemas para garantizar la accesibilidad a los daltónicos es pequeño en comparación con la gama de usuarios que pueden ser atendidos.

Palabras-clave: Accesibilidad. Diseño de sistemas accesibles. El daltonismo. Directrices. Iniciativa Web Accesible.

Envio 10/03/2019

Revisão 11/03/2019

Aceite 12/08/2019

1 Graduanda em Sistemas de Informação. Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: thaires.agoncalves@gmail.com.

2 Graduanda em Ciência da Computação. Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: alineverhalen@gmail.com.

3 Doutora. Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: lucianafariaborges@gmail.com.

4 Doutora. Universidade Federal de Mato Grosso. E-mail: patriciaacs@ufmt.br.

Introdução

Uma pessoa com deficiência não consegue realizar atividades consideradas “normais” pela sociedade por insuficiência ou ausência de funcionamento de um órgão, de acordo com o Decreto nº 3.298 de 1999 (CARDOSO; DIAS, 1999) que dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.

Além disso, no escopo deste trabalho está sendo associado o termo limitação(ões) a um indivíduo para qualificar uma redução na sua capacidade de realizar as referidas atividades consideradas “normais” pela sociedade, não chegando, porém, a se configurar em uma deficiência, por apresentar-se em uma gradação mais suave.

Nesse contexto, para a pessoa com deficiência ou limitações (PcDL) a acessibilidade é um direito garantido por lei, mas ainda é um desafio a ser alcançado. Em se tratando de acesso a sistemas digitais, o desafio é ainda maior, uma vez que não é difícil encontrar sistemas com barreiras, às vezes intransponíveis, a uma série de grupos de usuários/PcDL, tais como grupos de pessoas idosas, de pessoas com deficiência visual e/ou auditiva, mental, motora, entre outros. Vale ressaltar que essas barreiras ofertadas pelos sistemas digitais ampliam mais ainda o afastamento das PcDL da sociedade, a qual está cada vez mais interligada às mídias digitais.

Identificar as barreiras de acessibilidade digital e propor normativas para solucioná-las está sendo um desafio social, incluindo os especialistas projetistas, desenvolvedores de software, bem como a comunidade de IHC, por meio do relatório ‘Grandes Desafios de Pesquisa em IHC no Brasil - GranDIHC-BR (BARANAUSKAS; PEREIRA, 2012).

Diante dessa problemática, que promove a exclusão de uma série de grupos de PcDL, essa pesquisa foca em auxiliar à inclusão digital de um desses grupos: a dos usuários daltônicos.

No Brasil não há dados estatísticos oficiais sobre o daltonismo, mas segundo (IBGE, 2010), estima-se que o índice de pessoas com deficiência visual esteja por volta de 18,8% da população, o que equivale à 35.774.392 pessoas que alegam ter dificuldade para enxergar mesmo com o uso de óculos ou lentes de contato. Deste total, 6.562.910 pessoas apresentaram deficiência visual severa, as quais 506.337 eram cegas (0,3%) e 6.056.533 tinham grande dificuldade para enxergar (3,2%).

Existem trabalhos científicos que investigam a promoção da acessibilidade à pessoas com deficiência visual em suas diferentes limitações, como por exemplo Santos e Santos

(2018), que apresenta um estudo para analisar a acessibilidade da ferramenta Narrador do Microsoft Windows.

Pessoas daltônicas “enfrentam diversas dificuldades em realizar tarefas simples do dia a dia como ver mapas, gráficos e tabelas onde são utilizadas cores em suas legendas” (TAKATA, 2015, p.1). Ribeiro e Gomes (2012) mencionam que os daltônicos encontram dificuldade para diferenciar, por exemplo, as cores do semáforo e ao navegar por conteúdos coloridos na Web.

Melo, Galon e Fontanella (2014) realizaram uma pesquisa clínico-qualitativa a fim de identificar se as condições dos daltônicos são negligenciadas no Brasil. No total foram entrevistados 13 participantes com idades entre 18 e 32 anos. Segundo os autores, muitos participantes se queixaram das dificuldades que encontraram no período escolar, sendo que alguns encontraram barreiras até mesmo na universidade. Os autores citam que “um dos entrevistados relatou dificuldades para usar o site de matrícula da universidade, no qual são atribuídas cores distintas às disciplinas de acordo com o período da grade curricular.” (MELO; GALON; FONTANELLA, 2014).

Mesma questão abordada por Rodriguez (2014) que buscou a opinião de alunos da Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de San Martins de Porres, localizada no Peru, com 203 pesquisados, sendo dois daltônicos. Foi pedido aos alunos que recriassem o que enxergavam em uma folha, que simulava uma tela digital, com botões e caixas de texto coloridas. Os alunos com daltonismo redesenharam a tela conforme enxergavam, demonstrando como a escolha de cores prejudicou seu entendimento. Um desses alunos afirmou que “em páginas da Web, geralmente, apesar de confuso, só fica realmente difícil quando existem muitas cores e contrastes” (tradução livre) (RODRIGUEZ, 2014, p. 75). Já o outro aluno daltônico afirmou que “quando utiliza a Web, há ocasiões em que não diferencia as opções com link, o que o impede de ingressar nas páginas” (tradução livre) (RODRIGUEZ, 2014, p. 75).

Diante dessas questões, verifica-se que esses usuários necessitam de recursos específicos para acessar sistemas digitais, em especial, a acessibilidade que, tanto no meio Web quanto do meio mobile, deve ser melhorada para garantir a inclusão digital dos usuários daltônicos. Neste contexto, este trabalho tem como proposta apresentar *guidelines* para projetar sistemas digitais que promovam o design acessível de aplicativos móveis à usuários daltônicos.

Metodologia

A metodologia dessa pesquisa adotou os seguintes passos:

1. Pesquisa bibliográfica e documental;
2. Estudo e análise de ferramentas automáticas;
3. Elaboração da 1ª versão das Guidelines;
4. Desenvolvimento do Projeto de Interfaces de um App com o uso das Guidelines;
5. Avaliação das Interfaces do App com três usuários daltônicos.

O levantamento bibliográfico e análise de documentos, foram voltados à promoção de conteúdo digital acessível, às questões relacionadas ao daltonismo, aos documentos “Web Content Accessibility Guidelines 2.0” (CALDWELL *et al.*, 2018), “Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile” (PATCH; SPELLMAN; WAHLBIN, 2018) e o “eMAG Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico” (BRASIL, 2018). A partir desse estudo, foi possível propor uma primeira versão de guidelines para promover o design acessível de Apps móveis à usuários daltônicos.

Um experimento com o uso das Guidelines propostas foi realizado no design de um aplicativo móvel, sendo gerados: 1. Protótipos de média fidelidade; 2. Avaliações com o uso das ferramentas Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser (2018), Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018) e PhotoScape (MOOII TECH, 2018), e com o simulador de daltonismo Color Oracle (COLOR ORACLE, 2018); 3. Relatório com o resultado das avaliações; e, 4. Refinamento das *Guidelines*. Além do referido refinamento, a título de validação do design promovido pelas *Guidelines* propostas, foram realizadas avaliações dos protótipos gerados com um usuário daltônico.

Nas próximas seções são apresentadas de forma mais detalhada os trabalhos e documentações mais relevantes para essa pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas para avaliação da acessibilidade do design do aplicativo no que concerne a usuários daltônicos.

Trabalhos Relacionados

Pela revisão da literatura, foram encontrados os trabalhos de Rodrigues (2017); Da Silva, Ferreira e Ramos (2016); Garcia *et al.* (2013); Park, Goh e So (2014); Carvalho e Freire (2017); Jefferson e Harvey (2007); Chicaneli, Souza e Borges (2017) utilizando a análise do WCAG 2.0 para verificar o nível de acessibilidade de aplicativos. Carvalho e Freire (2017)

fizeram uma análise de três protótipos de aplicações móveis utilizando as 61 diretrizes fornecidas pela WCAG 2.0 (2018) e Da Silva, Ferreira e Ramos (2016) realizaram uma pesquisa com pessoas com deficiência visual total a análise do aplicativo WhatsApp, também baseada no WCAG 2.0.

Carvalho e Freire (2017) analisam algumas aplicações híbridas, que são aplicações convertidas diretamente de páginas web disponíveis em desktops, para as telas de smartphones, ou seja, que não têm um design diferencial para sistema Web e sistema Mobile. O trabalho aponta se a falta desse design diferencial e uso de diretrizes voltadas para os mesmos, prejudicou ou não o uso do aplicativo.

Mesmo não sendo aplicada a avaliação pelo Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile (PATCH; SPELLMAN; WAHLBIN, 2018), ainda assim foi detectado um resultado satisfatório para aplicações híbridas. Apesar do resultado satisfatório, é dito que a falta de diretrizes bem definidas para a acessibilidade em aplicações móveis, sejam aquelas que utilizam ou não componentes da Web, ainda impõe barreiras para os desenvolvedores devido à carência de padronização dos componentes de interface que possuem suporte para os leitores de tela.

Também usando o WCAG 2.0, o trabalho de Chicanelli, Souza e Borges (2017) usa o *Mobile PrivAccess*, método que facilita a aplicação do WCAG 2.0, para verificar e avaliar se o usuário com deficiência tem acesso e controle sobre as configurações de privacidade em aplicativos móveis. Após a avaliação do aplicativo Waze, foi constatado que “grande maioria dos critérios de acessibilidade não foram atendidos” (CHICANELLI; SOUZA; BORGES, 2017). Com base nos resultados da avaliação foram desenvolvidos protótipos visando abranger os mais diversos tipos de deficiências.

Tratando-se de questões voltadas especificamente para o daltonismo, até onde pesquisamos não são muitos os trabalhos encontrados. O trabalho de Garcia *et al.* (2013) apresenta uma análise sobre cores que podem ser usadas numa aplicação sem prejudicar os usuários daltônicos e que possibilite que usuários com visão sem alterações possam se sentir confortáveis. Neste trabalho, foi feita uma pesquisa com um grupo de pessoas com e sem daltonismo. Para os daltônicos foi perguntado quais cores geravam mais dificuldades. Depois, foram propostas combinações, podendo ser escolhida mais de uma opção. Em outra etapa, as combinações foram apresentadas somente para os indivíduos com daltonismo, em ambos os

casos houve uma maioria pela combinação de cores, branco, azul e preto. Com isso o autor afirma que, foi possível perceber que independentemente de os indivíduos pesquisados possuírem ou não o daltonismo, pode-se desenvolver uma interface gráfica “amigável” e acessível para ambos.

Ademais, o trabalho de Rodrigues (2017) apresenta um guia de boas práticas⁵ para usuários daltônicos. Desse trabalho vale ressaltar que muitos dos aspectos que tornam os sites acessíveis são facilmente implementados quando projetados, atendendo às normas de acessibilidade desde o início do projeto. A partir do Guia de Boas Práticas (RODRIGUES, 2017) em um estudo de quatro sistemas sob a perspectiva de todos os tipos de daltonismo, são apontados os pontos fortes de cada um dos sistemas, sendo que os mesmos já têm opções incorporadas para daltônicos. O trabalho ressalta o uso do contraste para o desenvolvimento, mas lembra de uma questão muito importante, geralmente esquecida, que seria o uso de texturas. No geral, o guia de boas práticas traz muitas das diretrizes desenvolvidas pela WCAG 2.0 (WCAG 2, 2018) mas, com uma abordagem maior sobre uso de cores, textura e contraste.

8

Documentos WCAG

O World Wide Web Consortium (BERNERS-LEE; JAFFE, 2018) é uma comunidade internacional que desenvolve padrões abertos e tem como principal objetivo desenvolver protocolos e diretrizes para garantir o crescimento da Web.

O grupo desenvolveu o WCAG em 1999 publicando o “Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0” (CHISHOLM; VANDERHEIDEN; JACOBS, 2018). Este foi sucedido em 2008 com a 2ª versão, WCAG 2.0, um documento que apresenta diretrizes visando tornar a internet mais acessível. Em 2015 surgiu o Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile (PATCH; SPELLMAN; WAHLBIN, 2018). Este documento, ainda em versão *draft*, pode ser considerado um complemento à recomendação da WCAG 2.0 (WCAG 2, 2018) uma vez que trata de questões específicas da plataforma móvel.

O “Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0” (CHISHOLM; VANDERHEIDEN; JACOBS, 2018) continha a diretriz “Don't rely on color alone”⁶, a primeira

⁵ Disponível em designparadaltonicos.paginas.ufsc.br

⁶ Em tradução livre “Não confie na cor sozinha”.

recomendação que beneficiava os usuários daltônicos. Por meio desta foi definida que toda informação deveria ser compreendida mesmo que o usuário fosse incapaz de perceber uma cor. Como no caso de formulários com campos obrigatórios, por exemplo. O desenvolvedor deveria levar em conta que usar somente uma fonte em outra cor não era o suficiente. Deveria haver maneiras mais claras de identificar a obrigatoriedade, como a adoção de um símbolo, podendo ser um asterisco (*), por exemplo.

O WCAG 2.0 sucedeu a “Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0” (CHISHOLM; VANDERHEIDEN; JACOBS, 2018), sendo hoje recomendada como referência em políticas de acessibilidade na Web. Este documento contém 12 diretrizes que fornecem objetivos de acessibilidade, voltado aos desenvolvedores e autores de conteúdo Web, para que eles desenvolvam conteúdo acessível para diversas incapacidades que o usuário possa ter. As doze diretrizes estão agrupadas em quatro princípios (WCAG 2, 2018):

Princípio 1: Perceptível - a informação e os componentes têm de ser apresentados de forma que o usuário possa perceber.

Princípio 2: Operável - os componentes da interface de utilizador e a navegação têm de ser operáveis.

Princípio 3: Compreensível - a informação e a utilização da interface de utilizador têm de ser compreensíveis.

Princípio 4: Robusto - o conteúdo deve ser suficientemente robusto para ser interpretado de forma fiável por uma ampla variedade de agentes de usuário, incluindo as tecnologias de apoio.

Cada diretriz possui critérios de sucesso, que são classificados em três níveis (A, AA, AAA) de acordo com o nível de atendimento.

Quando se pensa em usuário daltônico, o maior foco deve ser na relação de contraste entre as cores. A WCAG 2.0 trata desta questão na diretriz 1.4 distinguível: facilitar aos utilizadores a audição e a visão dos conteúdos nomeadamente através da separação do primeiro plano do plano de fundo em três critérios de sucesso: 1.4.1 - utilização da cor (nível A) não utilizar somente a cor como meio de transmitir uma informação; 1.4.3 - contraste (mínimo - nível AA) cuja a relação de contraste mínima é definida como 4.5:1; 1.4.6 - contraste (melhorado - nível AAA), que define o alto contraste, cuja relação de contraste deve ser no

mínimo de 7:1. Essas relações de contraste garantem que os usuários serão capazes de ler o texto sobre um plano de fundo.

Apesar das diretrizes propostas pela WCAG 2.0 serem abrangentes, é muito provável que não atendam a todos os tipos e graus de limitações ou incapacidades. Porém, segui-las torna o conteúdo web e mobile mais acessível aos usuários em geral.

Ferramentas

Existem várias ferramentas que permitem analisar a relação de contraste entre as cores escolhidas como *background* (cor de fundo) e *foreground* (cor do primeiro plano, ou no caso, a cor da fonte). Para a realização dos testes de relação de contraste entre as cores adotadas para o aplicativo Carona Prime foram utilizadas duas ferramentas: “Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser” e Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018).

Essas ferramentas foram escolhidas por serem gratuitas, fáceis de usar e compreender. Basta o usuário informar as cores em hexadecimal e é possível visualizar o contraste entre o *background color* e o *foreground color*. Além disso, apresentam o tamanho de fonte adequada e se atendem ou não aos níveis AA ou AAA definidos como critérios de sucesso da WCAG 2.0.

A ferramenta Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser (JUICY STUDIO, 2019), adota o algoritmo de contraste de luminosidade da WCAG 2.0. Já a outra ferramenta nomeada Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018), também utiliza os algoritmos sugeridos pelo W3C (BERNERS-LEE; JAFFE, 2018), mostrando o resultado da visibilidade com base nas diretrizes de acessibilidade ao conteúdo de web recomendado pela W3C. Nesta ferramenta é possível ver os resultados das relações de contraste e checar se atendem aos critérios de sucessos definidos na versão 2.0 da WCAG, mas indica também, caso o usuário deseje saber, se atende as recomendações definidas em “Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0” (CHISHOLM; VANDERHEIDEN; JACOBS, 2018).

Outra ferramenta utilizada foi a Color Oracle (COLOR ORACLE, 2018). Esta ferramenta não retorna o valor da relação de contraste, mas é um simulador de daltonismo gratuito para os sistemas operacionais Windows, Mac e Linux. Seu principal objetivo é demonstrar como ficará o design para quem tem daltonismo por meio da aplicação de filtros,

mostrando em tempo real no monitor como pessoas com deficiências comuns de visão de cores enxergarão. Ele permite visualizar em cinco modos:

1. **Normal Vision** - pessoas sem deficiência de visão enxergarão.
2. **Deuteranopia** - pessoas que não distinguem as cores em verde.
3. **Protanopia** - pessoas que possuem esse tipo não diferenciam as cores em vermelho.
4. **Tritanopia** - pessoas que a possuem não percebem as cores em azul.
5. **Grayscale** – pessoas incapazes de diferenciar as cores de modo geral (monocromia).

Este modo permite observar como ficará o design para pessoas que possuem um tipo muito raro de daltonismo, conhecido como monocromia, que resulta na incapacidade de diferenciar as cores. Sendo assim, pessoas com esse tipo de limitação só são capazes de enxergar em preto, branco e tons de cinza.

A realização de testes automáticos com o uso de ferramentas como estas tem como objetivo principal analisar se as relações de contraste são boas o suficiente e se atendem a todos critérios de sucessos estabelecidos pela WCAG 2.0 (2018) relacionados a usuários daltônicos. Poder fazer esse tipo de avaliação na fase de prototipação possibilita realizar os ajustes necessários antes da geração de código, o que pode representar uma economia de tempo e esforço na implementação do aplicativo.

Além disso, a avaliação com usuário PcDL pode ser realizada após os testes automáticos, provavelmente com o sistema mais próximo de suas necessidades, com o intuito de validar os testes já realizados e fazer ajustes necessários nos problemas ainda detectados, evitando-se expor o usuário PcDL a participar de avaliações de sistemas que lhe tragam constrangimento por não terem sido projetados respeitando suas limitações.

Resultados e Discussões

A partir do levantamento bibliográfico pesquisado, concebeu-se uma primeira versão das *Guidelines Access-Color-Blind*. Essas *Guidelines* visam orientar projetistas de sistemas digitais a realizar o design de aplicações móveis provido de acessibilidade a usuários daltônicos no projeto. Essas *Guidelines* são apresentadas a seguir:

Produza protótipos de média fidelidade: Há muitas ferramentas disponíveis para a criação de protótipos, inclusive gratuitas. Protótipos permitem ser testados e corrigidos mais facilmente.

Escolha a paleta de cores inicial: Se o desejo é ter um design acessível, o ideal é planejar, desde o princípio, a escolha das cores que irá compor a paleta. Há grandes chances que as cores escolhidas para o *background* e *foreground* tenham que ser ajustadas após os testes de relação de contraste.

Analise a relação de contraste: Use ferramentas específicas para testar todos os planos de fundo com a respectiva cor de fonte e verifique se atende aos critérios de sucesso. Caso a ferramenta aponte que a relação de contraste não seja suficiente, corrija a luminosidade das cores e teste novamente o novo valor hexadecimal até obter resultados positivos para toda a paleta de cores.

Use texto legível: O uso de texto colorido é adequado somente em trechos pequenos, com tamanho de fonte adequada. Mas a cor não deve ser usada sozinha como forma de destacar informação, neste caso, utilize junto com outro elemento. Evite usar textos longos e planos de fundos, ambos coloridos. Priorize a relação de contraste melhorada para textos longos e informações importantes, ou seja, a relação de contraste mínima de 7:1. Evite fontes muito decoradas ou com serifa.

Mantenha a interface limpa: Evite poluir a tela com vários elementos ou muitas cores. Tenha um padrão em sua interface e garanta que há espaço suficiente entre um elemento e outro. Logotipos não precisam obedecer a relação de contraste, mas os ícones ligados a funções do app devem ser perceptíveis.

Forneça as opções de alterar o tamanho de fonte e alto contraste: Lembre-se, o tamanho da fonte e a relação de contraste estão interligadas. Mesmo que a relação de contraste mínimo 4.5:1 para o tamanho da fonte utilizada esteja sendo obedecida, alguns usuários ainda podem necessitar de um tamanho de fonte maior ou usar o alto contraste.

Use textura, formas geométricas, símbolos, textos de ajuda: Se o aplicativo utilizar mapas, gráficos ou tabelas diferencie as áreas não só com a cor. Utilize outros elementos que possam facilitar a percepção e a compreensão por pessoas com visão de cores comprometidas. Use setas para apontar o sentido correto de uma via.

Use um simulador de daltonismo: Usar um simulador de daltonismo permitirá visualizar como o design será visto por pessoas daltônicas. Isso pode ser útil para perceber onde há necessidade de correção.

Não ignore os testes para a monocromia: Se o simulador de daltonismo utilizado não apresenta o filtro monocromático, procure por outra ferramenta que permita a utilização do filtro, como editores de imagem, por exemplo.

Use feedbacks e texto de ajuda com a opacidade adequada: Adote o uso de pelo menos 60% de opacidade no caso de *background* claro (#FFFFFF) e textos escuros (#000000).

Em comparação ao guia de boas práticas (RODRIGUES, 2017), que propõe uma lista como guia, focando em contraste, cor e textura, sem especificar uma ordem a ser seguida, as *Guidelines* aqui propostas, além de apresentarem uma orientação com foco maior em sistemas *mobile*, também contém questões sobre recursos de acessibilidade adicionais como o uso do texto na interface (por exemplo, o tamanho e cor da letra, usada especificamente nele); limpeza da interface para manter a clareza das ações e, ainda, orientação sobre opacidade.

A aplicação destas diretrizes deve começar desde a primeira etapa da criação de um aplicativo a fim de garantir uma interface agradável a muitos usuários, pois a mesma beneficia os usuários com visão comprometida das cores, mas pode beneficiar também pessoas com baixa visão, idosos e os usuários comuns.

Essas diretrizes também podem ser aplicadas como um *checklist* após a codificação, com o objetivo de garantir que o design desenvolvido é acessível.

O design do App Carona Prime a partir das *Guidelines Access-Color-Blind*

O aplicativo Carona Prime permite criar grupos privados de carona com base na lista de contatos do usuário. Cada grupo terá um trajeto pré-definido por um administrador. O status (fornecer ou aceitar carona) do usuário será dinâmico.

O App foi projetado para respeitar quatro aspectos: privacidade, segurança, usabilidade e acessibilidade. Para a criação dos designs de interfaces e protótipos de média fidelidade foi utilizada a ferramenta Adobe XD (ADOBE, 2018). A ferramenta permite testar o fluxo de navegação através do clique pelo browser ou utilizando o aplicativo Adobe XD instalado em um smartphone com o sistema operacional Android ou IOS.

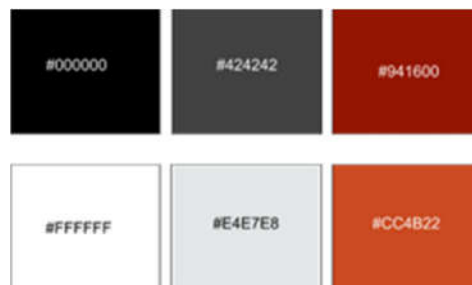
O aplicativo Carona Prime encontra-se na fase de desenvolvimento para funcionar nos sistemas operacionais Android e IOS.

Os resultados obtidos durante a construção do design do App Carona Prime adotando-se as *Guidelines Access-Color-Blind* constatam que realmente não é difícil proporcionar um aplicativo acessível para pessoas daltônicas, conforme aponta a literatura. O aplicativo possui elementos que podem ser incompreensíveis para pessoas daltônicas, como, a utilização de um mapa, quando não são adotadas as técnicas de acessibilidade, por isso, pensar neste grupo em especial ao projetar o aplicativo, é tão importante.

O primeiro passo para a construção dos protótipos de média fidelidade foi a escolha das cores e o padrão da interface. Após estabelecidas as cores a serem utilizadas, foram iniciados os testes de relação de contraste através das ferramentas. A partir dos resultados, as luminosidades das cores foram corrigidas até que os critérios de sucessos para o contraste definidos na WCAG 2.0 fossem atendidos. O resultado pode ser visto na Figura 1.

14

Figura 1 - Paleta de cores utilizadas nos protótipos do aplicativo a ser desenvolvido.



Fonte - autoria própria

Os testes demonstram que a paleta apresenta um alto valor de relação de contraste, conforme demonstram as Tabelas 1 e 2. Isto indica que foram atendidos os critérios de sucessos estabelecidos pela WCAG 2.0, no que se diz respeito ao contraste e tamanho de fonte.

Tabela 1 - Análise do atendimento aos critérios de sucessos da WCAG 2.0 utilizando a ferramenta *Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser*

<i>Background Color</i>	<i>Foreground Color</i>	<i>Relação de Contraste</i>	<i>Nível</i>
#CC4B22	#FFFFFF	4.57:1	AAA (fontes >=18pt ou 14pt em negrito) AA (fontes < 14pt)
#424242	#FFFFFF	10.05:1	AAA *
#000000	#FFFFFF	21.00:1	AAA *
#961600	#FFFFFF	8.85:1	AAA *
#FFFFFF	#000000	21.00:1	AAA *
#E4E7E8	#000000	16.89:1	AAA *
#E4E7E8	#961600	7.01:1	AAA *

Fonte – autoria própria

As ferramentas disponíveis em *Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser* (2018) e *Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018)* foram aplicadas simultaneamente ao desenvolvimento dos protótipos de média fidelidade, o que permitiu ajustes no design até se obter o melhor resultado. Os testes foram realizados nas duas ferramentas para efeito de comparação entre os resultados de verificação da existência de possíveis discrepâncias.

Tabela 2 - Análise do atendimento aos critérios de sucessos da WCAG 2.0 utilizando a ferramenta Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018).

<i>Background Color</i>	<i>Foreground Color</i>	<i>Relação de Contraste</i>	<i>Nível</i>
#CC4B22	#FFFFFF	4.56:1	AA (fontes >= 18pt ou 14pt em negrito) Reprovado para fontes < 14pt.
#424242	#FFFFFF	10.04:1	AAA ^{7□}
#000000	#FFFFFF	21:1	AAA *
#961600	#FFFFFF	8.84:1	AAA *
#FFFFFF	#000000	21:1	AAA *
#E4E7E8	#000000	16.89:1	AAA *
#E4E7E8	#961600	7.01:1	AAA *

Fonte – autoria própria

Comparando os resultados apontados pelas ferramentas, ocorreu uma divergência quanto a relação de contraste entre as cores #CC4B22 e #FFFFFF. Ao comparar os resultados apresentados com os critérios de sucesso da WCAG 2.0 percebe-se que o resultado apontado em *Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser* é a correta, pois a relação de contraste mínimo deve ser 4.5:1 para fontes pequenas e 3:1 para textos em larga escala, ou seja, a relação é AA. (2018). Se as fontes estiverem em larga escala a relação de contraste igual a 4.5:1 são

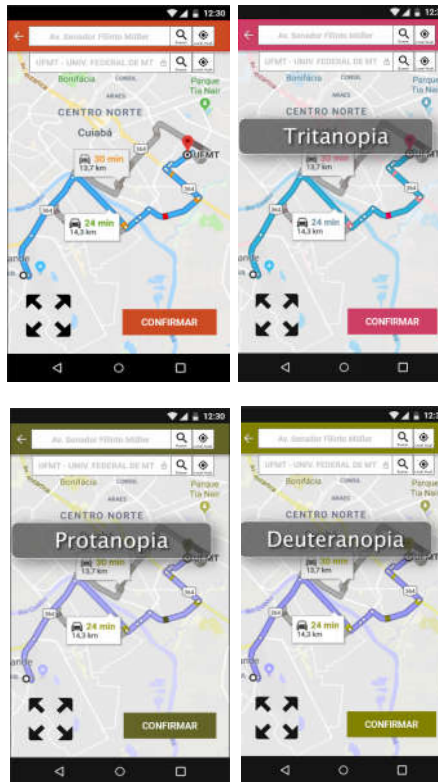
^{7 □} Para fonte em qualquer tamanho

consideradas AAA. Deste modo, o resultado apresentado por Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018) é falho.

Outra falha observada na ferramenta Color Contrast Analyzer (COLORS ON THE WEB, 2018), é a existência de um *bug*. Quando o resultado da relação de contraste é igual a 7.1 (alto contraste), como no caso das cores #E4E7E8 e #961900, a ferramenta indica que a relação de contraste é insuficiente. Mas pelo critério de sucesso da WCAG 2.0 essa relação é AAA, ou seja, a partir desse valor, apresenta o contraste melhorado. Sendo assim, adotou-se o resultado apresentado pela ferramenta *Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser* que está em maior conformidade aos critérios de sucessos da WCAG 2.0.

Ao aplicar os filtros do simulador de daltonismo Color Oracle (COLOR ORACLE, 2018) em alguns dos protótipos existentes podemos ver como o design ficará para as pessoas que possuem algum tipo de daltonismo, conforme ilustrado na Figura 2. Os resultados apresentados demonstram que as cores escolhidas permitem a utilização do aplicativo a ser desenvolvido por um usuário que tenha algum dos três tipos de comprometimento da visão de cores, pois a relação de contraste torna o conteúdo legível.

Figura 2 - Resultados obtidos através da ferramenta Color Oracle (COLOR ORACLE, 2018)



Fonte – autoria própria

A Figura 3 mostra os resultados obtidos através do filtro escala de cinza na ferramenta PhotoScape (MOOII TECH, 2018). A versão do Color Oracle (COLOR ORACLE, 2018) disponível na época da realização dos testes não apresentava o modo Grayscale, por isso o uso de outra ferramenta.

Figura 3 - Ilustra a visão de quem tem monocromia, enxerga somente preto, branco e tons de cinza



Fonte – autoria própria

É possível observar que as cores escolhidas não atrapalham a utilização do aplicativo a ser desenvolvido mesmo que o usuário tenha monocromia. Ainda assim, é importante o aplicativo disponibilizar a opção de alto contraste, pois pessoas com deficiência visuais podem sentir necessidade de mudar como o conteúdo será apresentado, optando por uma tela com o melhor nível de contraste possível.

O App Carona Prime fornece a opção de alto contraste. Para esta opção é necessário que a relação de contraste mínima seja de 7:1. Ter a opção de alto contraste no próprio aplicativo permite que o usuário utilize sem necessitar mudar toda a aparência do sistema operacional, isso torna o aplicativo mais flexível para atender à necessidade dos possíveis usuários.

Outros Requisitos para o Atendimento da Acessibilidade

O documento Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and Other W3C/WAI Guidelines Apply to Mobile (PATCH; SPELLMAN; WAHLBIN, 2018) ainda fornece outras recomendações importantes para o atendimento da acessibilidade que beneficia um amplo grupo de usuários, inclusive usuários daltônicos, entre elas: (1) utilizar ícones e botões gráficos junto ao texto; (2) agrupar conteúdo, reduzindo a desordem e facilitando a navegação e o entendimento, e (3) fornecer *feedback* com linguagem clara e cores adequadas alertando ao usuário quando algo der errado, notificações e mensagens de sucessos.

Para o atendimento destas diretrizes, foi adotado a paleta de alto contraste em todo o Menu Hambúrguer e utilizados ícones junto às funções a fim de facilitar as identificações das opções, fornecendo distâncias suficientes entre uma opção e outra (Figura 4).

Figura 4 - Interface do Menu Hambúrguer com ícones para facilitar a identificação das opções fornecidas



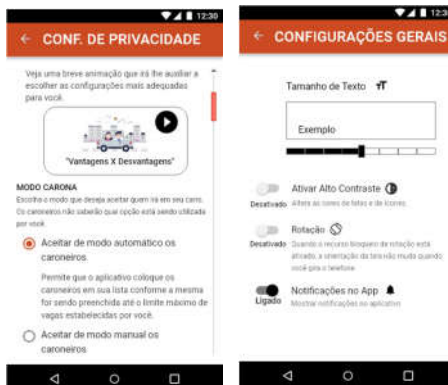
Fonte – autoria própria

Outro destaque é o modo como foi organizado os conteúdos no aplicativo. Em opções que fornecem mais de um tipo de conteúdo, como exemplo, as configurações, onde há as configurações gerais que dizem respeito às opções de alterar a aparência do aplicativo e as configurações de privacidade que dizem respeito a como o usuário deseja compartilhar suas informações, tais conteúdos foram separados a fim de facilitar o entendimento, agrupando o conteúdo que se refere a cada opção, reduzindo a desordem e facilitando a navegação.

As configurações do aplicativo fornecem mais acessibilidade aos usuários. Por exemplo, na interface de configurações gerais, são fornecidas ao usuário as opções de alterar o tamanho do texto, permitindo que o mesmo visualize enquanto escolhe o tamanho apropriado, o alto contraste e bloqueio de rotação.

Nas interfaces de configuração de privacidade é disponibilizada uma breve animação que auxilia o usuário a compreender as vantagens e desvantagens em optar por alguma configuração. Além disso, toda a parte textual foi mantida em nível de alto contraste por estar em um plano de fundo branco e fontes escuras, diminuindo as dificuldades na leitura por pessoas com baixa visão (Figura 5).

Figura 5 - Interfaces de Configurações gerais e de privacidade do aplicativo

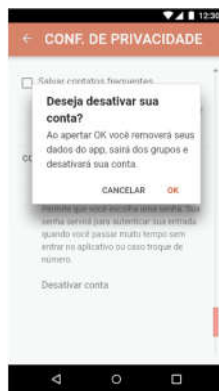


Fonte – autoria própria

Os *feedbacks* para o usuário apresentam textos de ajudas utilizando a opacidade adequada a fim de minimizar possíveis erros de interação por parte do usuário ao realizar uma tarefa, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Interface com *feedback* do aplicativo com texto de ajuda utilizando a opacidade adequada

21



Fonte – autoria própria

Avaliações com Usuários Daltônicos

Três avaliações com os protótipos de média fidelidade foram realizadas, contando com o envolvimento de três usuários daltônicos (de tipo indeterminado) para verificar quais pontos poderiam ser refinados, caso necessário. As avaliações foram individuais, sendo todas realizadas em quatro etapas.

Na primeira etapa foi explicado ao usuário o funcionamento da sessão, assim como a entrega do termo de consentimento, onde o usuário ficou ciente sobre o objetivo da pesquisa e que sua participação era voluntária, sem nenhuma compensação financeira.

Após concordar em participar do estudo, passou-se à segunda etapa, com a aplicação do Teste de Ishihara por meio de um questionário *online* disponibilizado pelo *Google Forms*⁸. Este é um dos testes mais utilizados para o diagnóstico de daltonismo. Ele possui diferentes imagens classificadas em cinco tipos. Cada imagem aponta se há ou não indício de daltonismo, de acordo com o que é visto pela pessoa (TAKATA, 2015). O intuito de aplicar esse teste é identificar o nível de dificuldade enfrentada pelo usuário ao ver imagens com diferentes relações de contrastes.

Embora um participante já tinha sido diagnosticado com daltonismo por um médico especialista, o voluntário não se recordou qual o tipo do seu daltonismo. Os outros dois participantes não sabiam informar o seu tipo de daltonismo, pois não consultaram um médico para obter o diagnóstico, mas já sabiam que eram daltônicos através de Teste de Ishihara realizados por outras pessoas.

22

O Teste de Ishihara realizado com os participantes apresenta 20 questões. Pessoas com visão normal conseguem acertar todas elas. Os três voluntários, porém, erraram grande parte das respostas. Para apresentar os resultados dos testes feitos pelos usuários, os nomearemos como Participante A, Participante B e Participante C.

O resultado do Teste de Ishihara feito com os participantes indica que todos realmente possuem daltonismo, pois o Participante A acertou 6/20 questões, o Participante B acertou somente 4/20 questões e o Participante C acertou somente 7/20 questões. Mas vale ressaltar que somente um oftalmologista pode indicar o diagnóstico do tipo de daltonismo corretamente.

A terceira etapa teve como objetivo validar a relação de contraste apresentada nos protótipos. Embora todas as relações de contrastes das cores tenham sido testadas anteriormente através de ferramentas, o objetivo era obter uma validação humana feita por usuários daltônicos. Para isso, o usuário foi incentivado a avaliar os protótipos de média fidelidade do aplicativo

⁸ Teste de Ishihara - Disponível em <https://goo.gl/forms/pyVaY6s2JoVoA8zY2>

Carona Prime, realizando algumas tarefas dentro dos protótipos apresentados, conforme disponibilizado a seguir:

1. Acesso pela primeira vez no App para conhecer as telas que realizam o cadastro do usuário e as que apresentam os Termos de Uso e Políticas de Privacidade;
2. Criação de um grupo de carona interagindo com as telas do App dessa funcionalidade;
3. Análise dos Termos de Uso e Políticas de Privacidade e configurações gerais do App.

Por meio do aplicativo Adobe XD (ADOBE, 2018) instalado em um Smartphone Modelo Xiaomi Redmi Note 6 Pro com o sistema operacional Android 8.1, o Participante A realizou as tarefas e relatou como pontos positivos:

- Se sentiu confortável ao usar os protótipos, pois as cores utilizadas apresentavam uma boa relação de contraste;
- Conseguiu entender e ler com clareza boa parte do conteúdo.

23

Já os Participantes B e C interagiram com os protótipos pelo Adobe XD (ADOBE, 2018) instalados em um Smartphone Modelo Zenfone 4 Selfie com o sistema operacional Android 7.0. Os Participantes B e C realizaram as tarefas e relataram os seguintes pontos positivos:

- Ambos acharam que a leitura a todo momento foi fácil, pois o texto estava em primeiro plano;
- Para ambos, os botões nos diálogos e *feedbacks* eram fáceis de distinguir pois não aparentavam o mesmo tom de cor;
- O Participante B relatou que gostou do menu hambúrguer do App pois a cor tornou fácil visualizar as opções e os ícones permitiam uma rápida identificação.

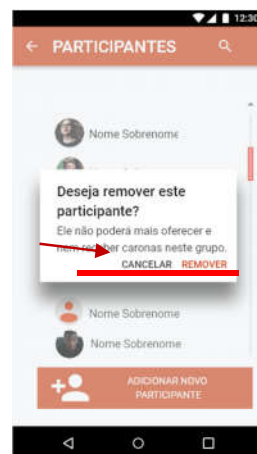
Em síntese, todos os participantes (A, B e C) conseguiriam usar o aplicativo normalmente, sem precisar recorrer a opção de alto contraste.

A quarta e última etapa foi a aplicação de um questionário com o propósito de avaliar os recursos que possibilitam a acessibilidade do usuário daltônico, além de perguntas sobre o aplicativo como um todo.

Ao responder os questionários, dois dos participantes (A e B) relataram algumas das dificuldades que encontraram e sugeriram algumas pequenas mudanças:

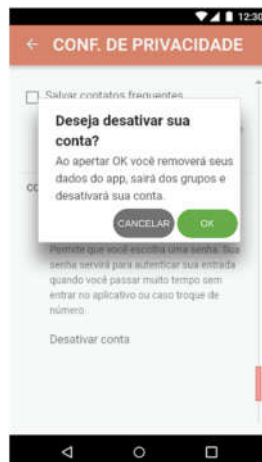
- A padronização dos botões na tela de Configurações Gerais e de Privacidade (Figura 5);
- Apontar de forma mais clara a direção/sentido pelo mapa. Uma solução seria substituir as linhas tracejadas por setas que apontem o sentido correto da via;
- Aumentar o tamanho da letra nos Termos de Uso e Políticas de Privacidade;
- Um dos participantes relatou dificuldade em diferenciar os botões de cancelar ou enviar em diálogos de confirmações nativo do Android, como o apresentado na Figura 07. O participante sugere que todos os botões apresentados estejam conforme apresentando na Figura 08.

Figura 7 - Interface com *feedback* do aplicativo utilizando o diálogo de confirmação nativo do Android



Fonte – autoria própria

Figura 8 - Interface com os botões considerados apropriados por um dos Participantes



Fonte – autoria própria

A partir das avaliações realizadas é possível concluir que os protótipos apresentam em sua maior parte um conteúdo legível e claro, que não impede os usuários de utilizá-lo apesar das suas dificuldades em diferenciar cores, conforme o esperado, após todos os testes feitos pelas ferramentas digitais. Porém, ainda é possível perceber que alguns aspectos devem ser melhorados, tais como os diálogos de confirmação e a percepção do sentido da via, que foram apontados pelos participantes como dificuldades.

Sendo assim, ressaltamos que alguns detalhes podem passar despercebidos com o uso de testes automáticos. Por exemplo, no caso destas avaliações, embora tenham sido testadas as interfaces em um simulador de daltonismo, tais problemas mencionados pelos participantes não foram observadas pelo designer. Apesar de terem sido questões simples de serem resolvidas, são problemas que existiriam nas funcionalidades principais do aplicativo. Por outro lado, isso não invalida os resultados obtidos pelo uso de ferramentas que possibilitam visualizar os designs sob a óptica de quem tem daltonismo e consequentemente das *guidelines* propostas.

Conclusões e Trabalhos Futuros

Levando em conta que a gama de usuários que é beneficiada pela diminuição de sistemas com barreiras de acessibilidade é muito grande, essa pesquisa verificou a viabilidade de seguir Guidelines como a Access-Color-Blind, com vistas a promover um design acessível de Apps

móveis à usuários daltônicos. Tais *Guidelines* foram usadas, revisada e validadas com êxito em um experimento de design com o aplicativo móvel App Carona Prime.

As avaliações com usuários daltônicos demonstraram que seguir as orientações das *Guidelines Access-Color-Blind* proporcionou a produção de protótipos que não apresentam barreiras intransponíveis a esse tipo de usuário, sendo necessários poucos e simples ajustes.

Diante dessas investigações, e por meio das *Guidelines* geradas, constata-se que para desenvolver aplicativos acessíveis é preciso estudar as diretrizes e estabelecer uma rotina de teste. Nesse contexto ressaltamos algumas questões:

Quando técnicas de acessibilidade são adotadas desde o princípio de um projeto torna-se muito mais fácil aplicar as diretrizes e corrigir até atingir os critérios de sucessos estabelecidos pela WCAG 2.0.

Os testes podem começar desde a primeira etapa do desenvolvimento, através dos protótipos de média fidelidade, permitindo que correções sejam feitas e garantindo resultados melhores, quando alcançada a etapa de desenvolvimento de código.

As ferramentas disponíveis para a análise de relação de contraste e simuladores de daltonismo permitem que o desenvolvedor facilmente ajuste a aparência de seu aplicativo. Embora alguns detalhes possam passar despercebidos, de um modo geral, elas garantem que o aplicativo seja mais acessível a esse grupo de pessoas. Mas, se possível, uma sessão de Design Participativo com Pessoas com Deficiência ou Limitações (PcDL), auxiliaria na identificação do que ainda deve ser corrigido.

As técnicas de acessibilidades não devem ser aplicadas somente na aparência dos aplicativos. Há diretrizes específicas que devem ser aplicadas durante a codificação para garantir a acessibilidade.

Durante o desenvolvimento de um aplicativo, em especial os aplicativos de desenvolvimento híbridos, é possível realizar a validação de códigos através de validadores automáticos de acessibilidade.

Para a realização de validação manual, assim como ocorre com o desenvolvimento Web, é necessário adaptar os checklists de validação humana disponíveis para a Web, pois há diferenças entre o que pode ser feito em sistemas web e aplicativos mobiles.

Diante dessa pesquisa, uma proposta para trabalhos futuros seria analisar os *checklists* de validação humana para o desenvolvimento Web disponíveis no documento "Anexo D –

Pontos de Checagem verificáveis por Avaliação Humana – Versão 1.0" (FREITAS, 2018), o documento “Test Your App’s Accessibility” (DEVELOPERS, 2018) disponibilizado pelo Android para os desenvolvedores e o documento “How to Meet WCGA 2” (W3C, 2018) e adaptá-los como checklist de validação humana para o desenvolvimento mobile.

Uma segunda proposta seria fazer novas avaliações com outras PcDL com o App Carona Prime disponibilizado para uso. Além disso, a consolidação de tais *Guidelines* pode acontecer por meio de pesquisas que avaliam sua aplicação no design ou desenvolvimento de outros aplicativos acessíveis para daltônicos.

Agradecimentos

Fontes financiadoras de bolsa de iniciação científica: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Referências

ADOBE. ADOBE XD. Disponível em: <<https://www.adobe.com/br/products/xd.html>>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

FREITAS, JESSICA (GOVERNO FEDERAL). **ANEXO D – Pontos de Checagem verificáveis por Avaliação Humana – Versão 1.0**. Disponível em: <<https://www.governodigital.gov.br/Plone/documentos-e-arquivos/Anexo%20D%20-%20Pontos%20de%20Checagem%20verificaveis%20por%20avaliacao%20Humana.ods.>>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

BARANAUSKAS, M. C. C.; DE SOUZA, C. S.; PEREIRA, R. I. **GrandIHC-BR—Grandes Desafios de Pesquisa em IHC no Brasil**. In: Relatório Técnico da Comissão Especial de Interação Humano-Computador (CEIHC) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), p. 27-30, 2012.

CARVALHO, L. P.; FREIRE, A. P. **Native or Web-Hybrid Apps? An Analysis of the Adequacy for Accessibility of Android Interface Components Used with Screen Readers**. In: Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. ACM, p. 38, 2017.

CHICANELLI, R. T.; SOUZA, P. C.; BORGES, L. C. L. F. **Mobile-PrivAccess: Method for analyzing accessibility in mobile applications from the privacy viewpoint abiding by W3C.** International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction. Springer, Cham, p. 18-37, 2018.

COLOR ORACLE. **Design for the Color Impaired.** Disponível em: <<http://colororacle.org/index.html>>. Acesso 22 abr. 2018.

COLORS ON THE WEB. **Color Contrast Analyzer.** Disponível em: <<http://www.colorsontheweb.com/Color-Tools/Color-Contrast-Analyzer>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

DA SILVA, C. F.; FERREIRA, S. B. L.; RAMOS, J. F. M. **Acessibilidade do WhatsApp sob a perspectiva de pessoas com deficiência visual.** In: Proceedings of the XV Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2016. DA SI **Acessibilidade do WhatsApp sob a perspectiva de pessoas com deficiência visual.** XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2016.

CARDOSO, F. H.; DIAS, J. C. **Decreto N° 3.298**, de 20 de dezembro de 1999. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3298.htm>. Acesso em: 01 mai. 2019

GARCIA, F. E. A. de S.; LUQUE, L.; CUNHA, G. J.; PAVARINI, L. **Aplicação da Interação Humano-Computador no Desenvolvimento de Interfaces Gráficas Destinadas a Daltônicos.** Revista Eletrônica eF@tec, v. 3, n. 2, 2013.

W3C (MIT, ERCIM, KEIO, BEIHANG). **How to Meet WCAG 2.** Disponível em: <<https://www.w3.org/WAI/WCAG20/quickref/>>. Acesso em: 28 de mai. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: Resultados gerais da amostra.** Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/99/cd_2010_resultados_gerais_amostra.pdf> Acesso em: 01 de jun. 2018.

JEFFERSON, L.; HARVEY, R. **An Interface to Support Color Blind Computer Users.** In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.* ACM, p. 1535-1538, 2007.

JUICY STUDIO. **Luminosity Colour Contrast Ratio Analyser.** Disponível em: <<http://juicystudio.com/services/luminositycontrastratio.php>> Acesso em: 01 de jul de 2019.

MELO, D. G.; GALON, J. E. V.; FONTANELLA, B. J. B. **Os "Daltônicos" e suas Dificuldades: condição negligenciada no Brasil?** *Physis - Revista de Saúde Coletiva* [online], Rio de Janeiro, vol. 24, n.4, out./dez. 2014.

PATCH, KIM; SPELLMAN, JEANNE; WAHLBIN, KATHY. **Mobile Accessibility: How WCAG 2.0 and other W3C/WAI Guidelines apply to mobile.** *Disponível em:* <<https://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>>. Acesso em: 29 abr 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. SECRETARIA DE LOGÍSTICA E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. **eMAG Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico.** Brasília : MP, SLTI, 2014. 92 p. Disponível em: <<https://www.governodigital.gov.br/documentos-e-arquivos/eMAGv31.pdf>>. Acesso em: 01 de jul. 2019.

PARK, K.; GOH, T.; SO, H. **Toward Accessible Mobile Application Design: developing mobile application accessibility guidelines for people with visual impairment.** In: Proceedings of HCI Korea (HCIK'15). Seoul, Republic of Korea, p. 31-38, 2014.

MOOII TECH, **Photoscape.** Disponível em: <<http://www.photoscape.org/ps/main/index.php>> Acesso em: 29 de abr. 2018.

RIBEIRO, M. M. G.; GOMES, A. **Recoloração de Web Conteúdos para Daltônicos: recoloração de imagens.** In: 2ª Conferência Internacional em Design e Artes Gráficas. ISEC, p. 470-473, 2012.

RODRIGUES, B. E. S. **Guia de Boas Práticas para Acessibilidade de Interfaces Digitais para Usuários Daltônicos.** Projeto de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

RODRIGUEZ, A. M. J. Q. **Usabilidad Web para Usuarios Daltónicos.** *Puente Revista Científica*, Medelim, Colombia, v. 8, n. 1, p. 71-78, 2014.

SANTOS, F. A. dos; SANTOS, C. H. da S. **Narrador do Microsoft Windows: análise da acessibilidade.** *Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)*, Itapetininga, SP, Brasil, v. 5, n.1, p. 154-170. Disponível em: <<https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/1061/851>> (2018). Acesso em: 01 jul. 2019.

*

TAKATA, A. **Ferramenta de Acessibilidade adaptável aos Daltônicos e às Redes Móveis.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo. São Paulo.

CHISHOLM, WENDY; VANDERHEIDEN, GREGG; JACOBS, IAN. **W3C Techniques For Web Content Accessibility Guidelines 1.0**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT-TECHS/#tech-color-contrast>> Acesso em: 22 abr. 2018.

DEVELOPERS. **Test Your App's Accessibility**. Disponível em: <<https://developer.android.com/training/accessibility/testing>>. Acesso em: 28 mai.2018.

BERNERS-LEE, TIM; JAFFE, JEFFREY. **The World Wide Web Consortium (W3C)**. Disponível em: <<https://www.w3.org/>> Acesso em: 05 mai. 2018.

CALDWELL, BEN; COOPER, MICHAEL; REID, LORETTA, GUARINO; VANDERHEIDEN, GREGG. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. Disponível em: <<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-PT/WCAG20-pt-PT-20141024/>> Acesso em: 05 mai. 2018.