

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE

KALEB LUIZ FERREIRA SILVA FERNANDES

DIRETRIZES APLICADAS A SISTEMAS WEB PARA DALTÔNICOS

NATAL - RN

2022

KALEB LUIZ FERREIRA SILVA FERNANDES

DIRETRIZES APLICADAS A SISTEMAS WEB PARA DALTÔNICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientadora: Prof.^a M.^a Alyana Canindé Macêdo de Barros

NATAL - RN

2022

Fernandes, Kaleb Luiz Ferreira Silva.
F363d Diretrizes aplicadas a sistemas web para daltônicos / Kaleb Luiz
Ferreira Silva Fernandes. – 2022.
53 f.: il. Color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2022.
Orientadora: Profa. Ma. Alyana Canindé Macêdo de Barros.

1. Desenvolvimento de sistemas. 2. Acessibilidade web – Daltonismo.
3. Diretrizes – Desenvolvimento web – Daltônicos. I. Barros, Alyana
Canindé Macêdo de. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU: 004.41

KALEB LUIZ FERREIRA SILVA FERNANDES

DIRETRIZES APLICADAS A SISTEMAS WEB PARA DALTONICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em 16/03/2022 pela seguinte Banca Examinadora:



Prof.^a M.^a Alyana Canindé Macêdo de Barros - Orientadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof.^a M.^a Danielle Gomes de Freitas Medeiros - Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Prof.^a M.^a Silvia Aparecida de Oliveira de Alencar Matos - Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela sua maravilhosa graça, que me sustenta e me encoraja todos os dias. E que pela minha fé nEle, posso dizer que sou salvo.

Agradeço à minha mãe Rosane Christina e ao meu pai Luiz Inácio, por cada conselho dado, e pelo incentivo à sabedoria que recebi durante a minha vida, sei que o amor deles foi necessário para ser quem sou.

Agradeço a minha namorada Nicole, que me ofereceu suporte de toda forma possível, me apresentou um propósito onde deposito meu esforço diário, e me presenteou com um amor pelo qual sempre valerá a pena lutar.

Agradeço ao meu amigo Lenilson, que sempre me ajudou quando precisei, compartilhou comigo boas risadas nos corredores do IFRN, e esteve presente nos momentos mais importantes no curso em que termino.

Agradeço também a professora Alyana, que me orientou com muita dedicação e excelência, sendo ela uma das principais incentivadoras para que este trabalho fosse concluído.

RESUMO

O daltonismo é incapacidade ou diminuição da capacidade de ver cores, ou perceber as diferenças de cor em condições normais de iluminação. Diante disso, foi abordado neste trabalho a compilação de diretrizes voltadas para o desenvolvimento de sistemas web acessíveis para daltônicos, tendo como objetivo auxiliar desenvolvedores de sistemas web a criarem sistemas que sejam pensados para as necessidades de usuários daltônicos. Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em bases acadêmicas, a fim de coletar o máximo de conteúdos relacionados ao tema, e chegou-se a cinco diretrizes. Com base nessas cinco diretrizes, foi aplicada, posteriormente, uma validação com usuários daltônicos.

Palavras-chave: daltonismo; acessibilidade web; diretrizes.

ABSTRACT

Color blindness is the inability or impairment of the ability to see colors, or perceive color differences under normal lighting conditions. Therefore, was approached in this work the compilation of guidelines for the development of accessible web systems for color blindness, with the objective of helping web system developers to create systems that are designed for the needs of color-blind users. For this, a bibliographic research was conducted in academic databases, in order to collect the maximum content related to the topic, and five guidelines were reached. Based on these five guidelines, a validation with color-blind users was subsequently applied.

Keywords: color blindness; web accessibility; guidelines.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem exemplificando os diferentes tipos de daltonismo	16
Tabela 1 - Artigos selecionados na pesquisa	19
Tabela 2 - Grau de recorrência	24
Figura 2 - Exemplo de interface inapropriada para daltônicos	26
Tabela 3 - Relação entre diretrizes e perguntas	29
Figura 3 - Imagem da primeira questão do formulário de validação	30
Figura 4 - Respostas da primeira questão do formulário de validação	31
Figura 5 - Imagem da segunda questão do formulário de validação	32
Figura 6 - Respostas da segunda questão do formulário de validação	33
Figura 7 - Imagem da terceira questão do formulário de validação	34
Figura 8 - Respostas da terceira questão do formulário de validação	34
Figura 9 - Imagem da quarta questão do formulário de validação	35
Figura 10 - Respostas da quarta questão do formulário de validação	36
Figura 11 - Imagem da quinta questão do formulário de validação	37
Figura 12 - Respostas da quinta questão do formulário de validação	37
Figura 13 - Imagem da sexta questão do formulário de validação	39
Figura 14 - Respostas da sexta questão do formulário de validação	39
Figura 15 - Imagem da sétima questão do formulário de validação	40
Figura 16 - Respostas da sétima questão do formulário de validação	41
Figura 17 - Imagem da oitava questão do formulário de validação	42
Figura 18 - Respostas da oitava questão do formulário de validação	43
Figura 19 - Imagem da nona questão do formulário de validação	44
Figura 20 - Respostas da nona questão do formulário de validação	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
IHC	Interface Humano-Computador

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivos Específicos	12
1.3	METODOLOGIA CIENTÍFICA	12
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	ACESSIBILIDADE WEB	14
2.2	DALTONISMO	15
2.3	INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR	16
2.4	AVALIAÇÃO EMPÍRICA	17
3	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	18
3.1	METODOLOGIA	18
3.2	LEVANTAMENTO	18
3.2.1	Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo	20
3.2.2	Access-color-blind: diretrizes para o design de apps acessíveis às pessoas com daltonismo	21
3.2.3	Guia de boas práticas para acessibilidade de interfaces digitais para usuários daltônicos	22
3.3	COMPILADO	24
3.3.1	Contraste de cores	25
3.3.2	Evitar combinações de cores inadequadas à condição do Daltonismo	25
3.3.3	Utilizar outros recursos visuais para transmitir informações	26
3.3.4	Garantir que elementos interativos sejam fáceis de identificar	27
3.3.5	Testar as telas em monocromia	27
4	VALIDAÇÃO E RESULTADOS	28
4.1	VALIDAÇÃO	28
4.2	RESULTADOS	30
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	47

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE VALIDAÇÃO	49
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

Levando em conta a crescente demanda da inclusão digital no dia a dia da sociedade, considerar a acessibilidade virou um fator necessário na hora de se desenvolver um sistema digital. E com o rápido avanço da internet, os sites hoje em dia possuem inúmeras informações para serem exibidas, e das mais diversas formas possíveis. Para se ter um site acessível é necessário se atentar a vários pontos: legenda em vídeos, legendas em formato de áudio para imagens, elementos piscando, assim como a forma de lidar com cores, que é um ponto de extrema relevância para os daltônicos.

O daltonismo é a incapacidade ou diminuição da capacidade de ver a cor ou perceber as diferenças de cor em condições normais de iluminação (MONTEIRO, 2021), o que pode causar transtornos na hora de usar sistemas que foram desenvolvidos sem pensar na usabilidade de usuários daltônicos. Segundo DIAS et al. (2021) um a cada doze homens, e uma a cada duzentas mulheres tem daltonismo no mundo.

Foi feita uma pesquisa, em bases acadêmicas, com o objetivo de encontrar qualquer tipo de guia para desenvolvedores construir interfaces acessíveis para daltônicos. Após a pesquisa ter sido realizada, foi percebida uma ausência de consenso entre as poucas diretrizes encontradas nas bases acadêmicas, ou seja, os trabalhos pesquisados não concordam entre si, pois, apesar de possuírem objetivos semelhantes, não reafirmam o que é visto em outros trabalhos.

1.1 PROBLEMA

Diante do fato de não haver consenso entre as diretrizes encontradas na pesquisa realizada, e de não existir muito conteúdo sobre o assunto de acessibilidade para daltônicos com ênfase em interfaces web nas bases acadêmicas de forma geral, logo, existe um problema que resulta na dificuldade para os desenvolvedores na hora de tomarem decisões, relativas à acessibilidade, aplicadas a interface de um sistema web.

Uma possível solução seria criar um compilado de diretrizes a partir do conteúdo encontrado nas práticas das bases acadêmicas, para que

desenvolvedores de sistemas, tenham uma base de conhecimento concreta para se basear na hora de desenvolver um sistema web, e conseqüentemente, possam projetar um ambiente que prevê condições de acessibilidade para daltônicos, com a intenção de criar uma melhor experiência a este tipo de usuário.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é fazer uma compilação de diretrizes aplicadas ao desenvolvimento de sistemas web para daltônicos.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Realizar fundamentação teórica, e abordar o conceito dos tópicos: acessibilidade web, daltonismo, Interface humano-computador e avaliação empírica.
- Efetuar pesquisa bibliográfica nas bases acadêmicas.
- Compilar diretrizes para a criação de interfaces web para daltônicos.
- Validar as diretrizes compiladas com usuários daltônicos

1.3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Com o objetivo de alcançar os objetivos listados no ponto anterior, será feita uma pesquisa bibliográfica em bases acadêmicas brasileiras, buscando conteúdos dos últimos cinco anos. Essa pesquisa tem como objetivo reunir informações sobre quais situações geram transtorno na experiência de usabilidade em aplicativos com baixa acessibilidade para pessoas daltônicas, a fim de, fazer o levantamento das práticas aplicáveis no desenvolvimento de sistemas.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho se divide em quatro capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, onde tem-se a contextualização geral do trabalho, explicitando o cenário que gerou o tema.

O segundo capítulo é a fundamentação teórica, onde tem-se a explicação dos tópicos mais relevantes deste trabalho, como: acessibilidade web, daltonismo, interação humano-computador e avaliação empírica.

No terceiro capítulo, tem-se o desenvolvimento, exibindo a evolução da pesquisa, passando pela compilação das diretrizes e até a validação das diretrizes com daltônicos.

No quarto e último capítulo, é apresentada a conclusão do presente trabalho, com as considerações finais do projeto, e a exposição dos trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados conceitos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, e para o melhor entendimento do mesmo. Os tópicos abordados são: acessibilidade web, daltonismo, interface humano-computador e avaliação empírica.

2.1 ACESSIBILIDADE WEB

A acessibilidade é um dos principais pilares para o desenvolvimento de um mundo mais acessível para todos, e a acessibilidade web é a representação digital disso. Os conceitos que são abordados pela acessibilidade devem estar em mente quando se desenvolve um sistema web, para que assim todos tenham acesso às informações ali dispostas.

De acordo com o Art. 8º do Decreto nº 5296 de 2 de dezembro de 2004, a acessibilidade, de forma geral, é:

[..] condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2004).

E no mundo digital não deve ser diferente, a oportunidade de todos os cidadãos navegarem na web é um direito mantido por lei. De acordo com o Art. 63º da lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015:

É obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no País ou por órgãos de governo, para uso da pessoa com deficiência, garantindo-lhe acesso às informações disponíveis, conforme as melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas internacionalmente. (BRASIL, 2015).

A acessibilidade web deve possibilitar que qualquer usuário, assistido por agentes de software ou hardware compatíveis com suas necessidades, possa entender e interagir com determinado conteúdo, tendo garantido seu direito de

inclusão na sociedade, não obstante suas limitações e particularidades. (ROCHA, 2013).

2.2 DALTONISMO

De acordo com Monteiro (2021), a pessoa que possui daltonismo, tem a capacidade de enxergar diferença entre cores limitada parcialmente, ou completamente. Cerca de 10% da população mundial é afetada pelo daltonismo, sendo que destes 10%, 98% dos casos ocorrem em pessoas do gênero masculino (NEIVA *apud* MAIA & SPINILLO, 2013).

O daltonismo é denominado em termos científicos por discromatopsia ou discromopsia, podendo ocorrer de diferentes formas de acordo com as células afetadas da retina. No entanto, o termo daltonismo é mais comumente conhecido e utilizado, do que o termo discromatopsia (MONTEIRO, 2021).

De acordo com o site ColBlindor¹, os tipos de daltonismo mais frequentes são: Protanomalia (perda parcial da cor vermelha), Protanopia (perda completa da cor vermelha, Deuteranomalia (perda parcial da cor verde), Deuteranopia (perda completa da cor verde). Há também outros dois tipos de daltonismo menos comum, são eles: Tritanomalia (perda parcial da cor azul) e Tritanopia (perda completa da cor azul).

De todas as informações recebidas por um humano diariamente, a visão é responsável por captar 80%. De acordo com Koppers (1996) (*apud* MAIA & SPINILLO, 2013), 40% das informações absorvidas pelo olho humano são responsáveis pela cor. O que deixa claro a importância de se pensar com cuidado na forma de usar as cores para passar algum tipo de mensagem.

A imagem abaixo, gerada a partir do simulador disponível no site <<https://pilestone.com/pages/color-blindness-simulator-1>>¹, a figura contém quatro demonstrações, a primeira é como uma pessoa que não tem daltonismo enxerga, a segunda é como uma pessoa com Protanopia enxerga, a terceira é como uma pessoa com Deuteranopia e a quarta e última é como uma pessoa com Tritanopia enxerga.

¹ Site Col Blindor. Disponível em: <<http://www.color-blindness.com/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

Figura 1 - Imagem exemplificando os diferentes tipos de daltonismo

Visão	Primeiro nome	Segundo nome	E-mail	Senha
Comum	José (verde)	Carlos (verde)	josé@carlos (vermelho)	Insira a senha (cinza)
Protanopia	José (amarelo)	Carlos (amarelo)	josé@carlos (vermelho)	Insira a senha (cinza)
Deuteranopia	José (laranja)	Carlos (laranja)	josé@carlos (vermelho)	Insira a senha (cinza)
Tritanopia	José (azul claro)	Carlos (azul claro)	josé@carlos (vermelho)	Insira a senha (cinza)

Fonte: Autoria própria

Na imagem acima, mostra um exemplo de um formulário de cadastro de um site genérico, onde apresenta um cenário comum em que o desenvolvedor do formulário tenta se comunicar com o usuário pintando a borda do campo de vermelho quando ele preenche o campo de forma errada, e pintando de verde quando o usuário preenche da maneira correta.

É possível perceber que extrair informação do formulário quando nada além das cores das bordas é usado para passar a mensagem, pode acabar sendo um problema para os daltônicos.

2.3 INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR

Interface Humano-Computador (IHC) de acordo com Rocha (2003), é a área ou disciplina preocupada com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles.

Para se ter uma caracterização da Interação Humano-Computador como um campo, deve-se pensar que a área se interessa pelo desempenho conjunto das tarefas executadas pelos seres humanos e pelas máquinas (CARVALHO, 2003).

Uma das metas que o profissional de IHC tem, é proporcionar aos potenciais usuários, interfaces de computadores que tornem o acesso a eles tão simples, que qualquer pessoa, sem o mínimo de conhecimento prévio, habilidade ou nível de instrução, possa acessá-los (CARVALHO, 2003). Em outras palavras, essa meta é derrubar quaisquer barreiras que fiquem entre o usuário e o computador para que a troca de informações seja a mais fluida possível.

Essa disciplina, entre outras que trabalham com interfaces gráficas, é por definição, uma das que mais ensina os desenvolvedores a trabalharem na melhor interface para todo tipo de usuário. É com ela que os desenvolvedores devem aprender conceitos importantes na hora de se desenvolver interfaces acessíveis para todos os tipos de pessoas.

2.4 AVALIAÇÃO EMPÍRICA

Um dos objetivos deste trabalho é fazer a avaliação das diretrizes compiladas, essa avaliação será inspirada no conceito de avaliação empírica, ou como também pode ser chamada, pesquisa empírica.

A avaliação empírica pode ser entendida como aquela em que é necessária comprovação prática de algo, especialmente por meio de experimentos ou observação de determinado contexto para coleta de dados em campo (TUMELERO, 2019). Em outras palavras, a pesquisa empírica tem como objetivo comprovar experimentalmente aquilo que foi apresentado conceitualmente.

O modelo de avaliação empírica proposto por Judy Jeng (2005), segue a definição da ISO 9241-11, onde busca avaliar a eficácia e satisfação de um produto ou sistema, por meio da aferição de usabilidade, aplicando técnicas que envolvem os usuários. (*apud* PEREIRA, 2011)

Segundo TUMELERO (2019), a pesquisa empírica é fundamental para a comprovação da teoria e à sua validação. Na avaliação deste trabalho acontecer, as diretrizes compiladas serão aplicadas em exemplos de cenários comuns de se ver ao navegar na internet.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo é apresentado as etapas de como o projeto se desenvolverá, além da forma que essas etapas foram aplicadas.

3.1 METODOLOGIA

Na pesquisa bibliográfica, que tem como objetivo coletar diretrizes ou qualquer tipo de direcionamento para o desenvolvimento de sites acessíveis para daltônicos, que estejam presentes em bases acadêmicas.

Primeiramente foi feita uma busca automática no *Google Acadêmico* passando determinadas palavras-chaves. Com os resultados obtidos da busca automática, foi feita uma filtragem manual e, a partir da leitura do título e do resumo dos trabalhos, foram eliminados aqueles que não se encaixam no escopo principal da pesquisa. Após a filtragem manual, foram selecionados por ordem de relevância os cinco primeiros trabalhos, que irão compor uma tabela para expor as informações sobre os trabalhos. Esta pesquisa será mais detalhada na seção 3.2 Levantamento.

3.2 LEVANTAMENTO

A pesquisa bibliográfica em bases acadêmicas foi realizada no *Google Acadêmico*. A primeira etapa da pesquisa foi realizar uma busca automática simples, utilizando a string de busca: "diretrizes acessibilidade daltonismo interface". Há outros critérios aplicados na busca, um deles é de que só é aceito pesquisas em português e que estejam datados entre 2017 e 2021. A escolha somente dos últimos cinco anos se dá ao fato do assunto ser aplicado na área da tecnologia, que está em constante mudança, por isso é importante absorver o que há de atual sobre o tema. Foram encontrados 131 resultados desta busca automática simples.

Em seguida foi realizada uma busca manual com o objetivo de filtrar ainda mais os trabalhos, utilizando os critérios de seleção, foram aceitos trabalhos: somente de acesso público e online; considerando artigos, livros, jornais, revistas, trabalhos de conclusão de curso; com título e resumo relacionados ao objetivo do trabalho em questão.

A própria plataforma do *Google Acadêmico* oferece uma funcionalidade de ordenação dos trabalhos por relevância, que será utilizada para ordenar a prioridade das leituras dos trabalhos. A princípio, o plano era selecionar os 5 trabalhos mais relevantes de acordo com a ferramenta *Google Acadêmico*, porém, após ser feita uma leitura dos resumos dos trabalhos encontrados na busca automática simples, 3 trabalhos se adequaram aos critérios da busca manual. Na Tabela 1 contém uma relação final da busca.

Tabela 1 - Artigos selecionados na pesquisa

ID	Título do artigo	Autor(es)	Ano	Base
1	Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo.	HRUBA, F. F.	2018	Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT)
2	Access-color-blind: diretrizes para o design de apps acessíveis às pessoas com daltonismo	GONÇALVES T. A. J; Verhalen A. E. C, Borges L. C. L. F, Souza P C	2020	Revista Brasileira de Iniciação Científica
3	Guia de boas práticas para acessibilidade de interfaces digitais para usuários daltônicos.	RODRIGUES, B. E. S.	2017	Universidade Federal de Santa Catarina

Fonte: A autoria própria

Os trabalhos encontrados possuem objetivos e metodologias distintas, porém, o que eles têm em comum é o fato de obterem algum tipo de direcionamentos para desenvolvedores criarem sistemas acessíveis, porém nenhum dos trabalhos compilados executaram algum tipo de validação das diretrizes por meio de pessoas daltônicas. As próximas seções são destinadas a apresentar alguns pontos relevantes que cada um dos trabalhos traz.

3.2.1 Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo

De acordo com o artigo de Hrubá (2018), há cinco diretrizes a serem seguidas na hora de desenvolver uma interface acessível para daltônicos. São eles:

- **Uso consistente de cores.**

Como daltônicos enxergam uma gama limitada de cores, o uso de cores bem distintas torna-se mais amigável ao usuário. Hrubá (2018).

- **Evitar combinações de cores inadequadas à condição do daltonismo.**

Algumas combinações de cores são já conhecidas por causarem confusão entre daltônicos, como por exemplo, verde e vermelho. Mas, como existem diferentes intensidades e gêneros de daltonismo, diversas cores possuem tonalidades que são facilmente confundidas (HRUBA *apud* BRUNI; CRUZ, 2006).

- **Garantir que elementos interativos sejam fáceis de se identificar.**

Determinar diferenças apenas com o uso de cor introduz um esforço mental a mais em usuários daltônicos, pois mesmo que consigam distinguir entre duas cores muito similares, pode ser cansativo para o usuário (HRUBA *apud* W3C, 2008).

- **Providenciar feedback fácil de ser identificado.**

É de extrema importância que a interface ajude o usuário a diagnosticar, reconhecer e se recuperar dos seus erros. (HRUBA *apud* Nielsen e Loranger 2007),

- **Utilizar outras dicas visuais para transmitir informações.**

Como costuma-se empregar o uso de cores para representar alguns estados, como mensagens ou alertas, conseqüentemente, portadores da condição de daltonismo podem ter dificuldade na distinção de cores ou interpretações errôneas da mensagem. Hrubá (2018).

Para fazer o levantamento das diretrizes, o trabalho de Hrubá traz informações de livros e trabalhos já conceituados quando o assunto é Interface Humano-Computador e/ou usabilidade, como é o caso de quando Jakob Nielsen² é citado no trabalho.

² Jakob Nielsen é um cientista da computação com PhD em interação humano-computador.

Apesar das diretrizes levantadas não passarem por alguma validação com pessoas que possuem daltonismo, elas possuem fundamentação teórica, e exemplificações visuais dos problemas que daltônicos podem enfrentar caso um sistema seja desenvolvido sem os cuidados para com eles.

3.2.2 Access-color-blind: diretrizes para o design de apps acessíveis às pessoas com daltonismo

Segundo Gonçalves et al. (2020), “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.”. Essa é a premissa passada no resumo deste trabalho, que de fato mostra que vale a pena investir no desenvolvimento de sistemas acessíveis para daltônicos. Este trabalho apresenta dez diretrizes, são estas:

- **Produza protótipos de média fidelidade.**

Há muitas ferramentas disponíveis para a criação de protótipos, inclusive gratuitas. Protótipos permitem ser testados e corrigidos mais facilmente. Gonçalves et al. (2020).

- **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 irão compor a paleta. Gonçalves et al. (2020).

- **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. Gonçalves et al. (2020).

- **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. Gonçalves et al. (2020).

- **Mantenha a interface limpa.**

Evite poluir a tela com vários elementos ou muitas cores. Gonçalves et al. (2020).

- **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.

Gonçalves et al. (2020).

- **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. Gonçalves et al. (2020).

- **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. Gonçalves et al. (2020).

- **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. Gonçalves et al. (2020).

- **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). Gonçalves et al. (2020).

3.2.3 Guia de boas práticas para acessibilidade de interfaces digitais para usuários daltônicos

O trabalho de Rodrigues (2017) conta com 8 diretrizes e 1 informação útil para o tema, porém, por não se tratar de uma diretriz, a informação não será levada em conta no momento do compilado. As diretrizes apresentadas neste trabalho não são validadas, pois, segundo a própria autora, elas são desenvolvidas apenas para os desenvolvedores de sistemas terem um norte. As diretrizes são as seguintes:

- **A cor não deve ser o único meio de comunicação**

Expressões como "aperte no botão verde para continuar ou vermelho para cancelar" não tem a mesma eficácia que "aperte em continuar para seguir para a próxima tela". Já que há de levar-se em consideração que usuários daltônicos ou

outros tipos de deficiência visual, encontram dificuldade na identificação de cores. Rodrigues (2017).

- **Contraste de cores**

Deve-se possibilitar através das cores um contraste suficiente para garantir uma boa legibilidade e para que consiga-se visualizar os elementos de importância na interface. Rodrigues (2017).

- **Mito: verde x vermelho**

Naturalmente, assumimos certos sentimentos com a cor, como vermelho com perigo ou verde com segurança. [...] Usuários daltônicos ou com deficiência visual podem não fazer essa associação instantânea, sugerindo que precisa ser integrado algum método adicional para reforçar a informação transmitida. Rodrigues (2017).

- **Azul, a cor universal da acessibilidade**

Porém, a principal vantagem de utilizar a cor azul na concepção de 60 projetos digitais é porque os tipos mais comuns de daltonismo (Protanopia e Deuteranopia) podem ver a cor azul e seus diferentes tons. O mesmo não pode ser dito para cores como verde ou vermelho. Rodrigues (2017).

- **Links devem parecer links**

Todavia, no meio do conteúdo propriamente dito, ainda é necessário que o link tenha uma cor contrastante com o restante do texto e de preferência seja sublinhado. Tendo ainda, uma cor para links lidos e não lidos. Rodrigues (2017).

- **Texturas combinadas com identificação por cores**

Ser daltônico não significa que o usuário não pode enxergar nada no lugar da cor nos objetos, mas sim que ele não consegue distinguir cores em relação às outras. Uma das coisas que não pode ser feito no campo de design, é limitar a identificação de elementos de interação apenas com diferenciação de tonalidades de cores. Rodrigues (2017).

- **Ícones combinados com identificação por cores**

A partir do princípio de que todos os elementos de interação devem ter mais de um meio de diferenciação entre si, que não seja apenas por cores. Pode-se abordar a diferenciação de elementos que têm a cor como base também com ícones. Associando um ícone ou símbolo a uma cor, para que o elemento de interação transmita sua informação de uma forma mais eficiente. Rodrigues (2017).

- **Testar as telas em monocromia.**

Alcançar o contraste é simples ao usar um esquema de cores monocromático. Uma vez que aqueles com cegueira de cor ainda podem reconhecer diferentes tons de cor, a introdução de contraste não é problema, uma vez que é reconhecido da mesma maneira. Rodrigues (2017).

3.3 COMPILADO

Pela forma que os trabalhos encontrados na pesquisa bibliográfica foram feitos, não é possível realizar um compilado de diretrizes que indique um grau de relevância, porém, é possível pontuar a quantidade de vezes que a mesma diretriz ou uma similar, é encontrada nos trabalhos. Esse será o critério utilizado para montar o compilado.

Na coluna “Diretrizes”, da Tabela 2, encontram-se os nomes das diretrizes, e nas colunas à direita, são marcados com um “X”, em quais trabalhos essa diretriz se encontra, ou onde é encontrada uma diretriz similar a ela, ou seja, que contém a mesma mensagem.

Tabela 2 - Grau de recorrência

ID	Diretrizes	Trabalho 1	Trabalho 2	Trabalho 3
1	Contraste de cores	X	X	X
2	Evitar combinações de cores inadequadas à condição do daltonismo.	X	X	
3	Utilizar outras dicas visuais para transmitir informações.	X	X	X
4	Garantir que elementos interativos sejam fáceis de se identificar.	X		X
5	Testar as telas em monocromia.		X	X

Fonte: Autoria própria

A seguir as diretrizes são exibidas com uma definição estendida.

3.3.1 Contraste de cores

Como daltônicos enxergam uma gama limitada de cores, o uso de cores bem distintas torna-se mais amigável ao usuário. Caso seja necessário diversificar ou sinalizar interação (ex.: a cor de um botão se alterar ao ter o cursor posicionado sobre ele), basta utilizar tons mais claros ou escuros da mesma cor. (HRUBA, 2018).

Deve-se possibilitar através das cores um contraste suficiente para garantir uma boa legibilidade e para que consiga-se visualizar os elementos de importância na interface. (RODRIGUES, 2017). Desse modo, quanto mais alto for o contraste, maior será a diferença entre as cores utilizadas. Facilitando a distinção dos elementos. (RODRIGUES, 2017).

Conforme exposto pelos autores Hrubá e Rodrigues, entende-se que o contraste pode ser gerado tanto pela variação do tom, ou seja, variação da própria cor matiz, tanto quanto pela variação da sua iluminação, ou seja, do valor da escala de cinza (do branco ao preto), como por exemplo, azul claro e azul escuro, ambos são azuis de mesmo tom, porém com uma variação de iluminação que cria um contraste entre as cores.

3.3.2 Evitar combinações de cores inadequadas à condição do Daltonismo

Apesar de na listagem a seguir haver cores que são contrastantes para pessoas que não são daltônicas, elas podem não ser diferenciáveis para pessoas com daltonismos.

Segundo Gonçalves et al. (2020), planejamento é uma das ferramentas a se utilizar para evitar fazer o uso de cores inadequadamente no desenvolvimento de interfaces. Isto é importante pois de acordo com Rodrigues (2017), há combinações de cores a serem evitadas, são elas:

- Verde e Vermelho;
- Verde e Marrom;
- Azul e Roxo;
- Verde e Azul;
- Verde Claro e Amarelo;
- Azul e Cinza;

- Verde e Cinza;
- Verde e Preto.

3.3.3 Utilizar outros recursos visuais para transmitir informações

É comum sites representarem status ou transmitirem informações através de cores, porém, quando uma informação é transmitida apenas fazendo uso de cores pode deixar o usuário daltônico confuso. Conforme a ilustração a seguir.

Figura 2 - Exemplo de interface inapropriada para daltônicos



Fonte: Autoria própria

Expressões como "aperte no botão verde para continuar ou vermelho para cancelar" não tem a mesma eficácia que "aperte em continuar para seguir para a próxima tela". Já que há de levar-se em consideração que usuários daltônicos ou outros tipos de deficiência visual, encontram dificuldade na identificação de cores. Gonçalves et al. (2020).

Uma simples alternativa para vencer essa barreira é fazer uso de outras ferramentas visuais, como; textos, ícones, texturas e imagens. Dessa forma a

informação é passada sem estar atrelada somente às cores.

3.3.4 Garantir que elementos interativos sejam fáceis de identificar

Elementos interativos às vezes precisam de uma mudança de estilo além das cores para serem identificados. Por exemplo, os links devem manter a aparência de links. Com a onda de design minimalista e paletas de cores de pouco contraste, os links acabaram perdendo sua característica de link (azul e sublinhado) ao serem aplicados com cores semelhantes a cor do conteúdo não clicável. (RODRIGUES, 2017).

Outro exemplo de elemento interativo são botões, que podem ser mais facilmente identificados se a aparência alterar quando o cursor do mouse passar por cima.

3.3.5 Testar as telas em monocromia

Uma das formas de garantir que as cores expostas em uma interface possuem suficiente contraste, é testando a interface com ausência de cores, ou seja, de forma monocromática. Se o esquema de contrastes funciona sem cores, a interface tem grandes chances de ser acessível para o público daltônico.

4 VALIDAÇÃO E RESULTADOS

Com o intuito de validar a importância das diretrizes compiladas na seção anterior, foi realizado um teste de validação com pessoas daltônicas por meio de um formulário. O formulário ficou disponível entre as datas 10 de fevereiro de 2022 e 15 de fevereiro de 2022, e foi acessado através de um link compartilhado entre grupos de conhecidos, pelas redes sociais.

4.1 VALIDAÇÃO

O formulário contém 9 questões objetivas direcionadas às diretrizes, fora as perguntas para análise do perfil do respondente e um espaço para deixarem comentários e sugestões. Cada questão objetiva foi pensada para avaliar uma ou mais diretrizes, segundo a perspectiva de usuários daltônicos. Para tal, foram construídas imagens ilustrativas de cenários vivenciados pelos daltônicos, tomando cuidado para representar apenas elementos de design relevantes a avaliação das diretrizes, para que não houvesse interferência de outros julgamentos, pelos respondentes. O formulário de validação é encontrado de forma completa no Apêndice A.

Das cinco diretrizes selecionadas na seção anterior, apenas quatro foram escolhidas para fazer parte da validação de forma direta, pois a diretriz “3.3.5 *Testar as telas em monocromia*” não é relacionada diretamente à forma em que usuários enxergam elementos em uma interface, esta diretriz é uma recomendação direta para o desenvolvedor, para que consiga mais êxito em criar uma interface acessível para daltônicos. Porém, ela foi utilizada no momento da criação das imagens passadas nas questões, com o intuito de saber se as imagens criadas possuíam ou não possuíam um nível de contraste adequado.

Para que fosse possível realizar um levantamento quantitativo do(s) requisito(s) avaliado(s) em cada questão, algumas questões apresentaram, como opção de resposta, uma escala com cinco valores, baseada na Escala Likert³, enquanto que outras apresentaram somente duas opções de resposta. Para que

³ A Escala Likert, criada por Rensis Likert, é utilizada para para identificar opiniões de pessoas em relação a objetos de estímulos fornecidos, perguntando-lhes até que ponto eles concordam ou discordam deles.

fosse possível realizar a análise das diretrizes posteriormente, de modo quali-quantitativo, foi adotado um cálculo baseado na quantidade de incidências, em cada valor marcado. Com este cálculo é possível chegar a um valor percentual exato da taxa de aprovação ou rejeição, dos exemplos mostrados nas imagens, pelos respondentes.

Abaixo, na Tabela 3, segue a relação das diretrizes (linhas) com as questões do formulário (colunas), onde são marcados com um “X” quando uma questão valida uma diretriz. A ordem das questões é a mesma em que aparecem no formulário, que vão de 1 a 9.

Tabela 3 - Relação entre diretrizes e perguntas

ID	Diretrizes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Contraste de cores	X	X					X		
2	Evitar combinações de cores inadequadas à condição do daltonismo.	X	X						X	
3	Utilizar outras dicas visuais para transmitir informações			X	X		X		X	X
4	Garantir que elementos interativos sejam fáceis de se identificar.					X	X			
5	Testar as telas em monocromia	X	X					X	X	X

Fonte: Autoria própria

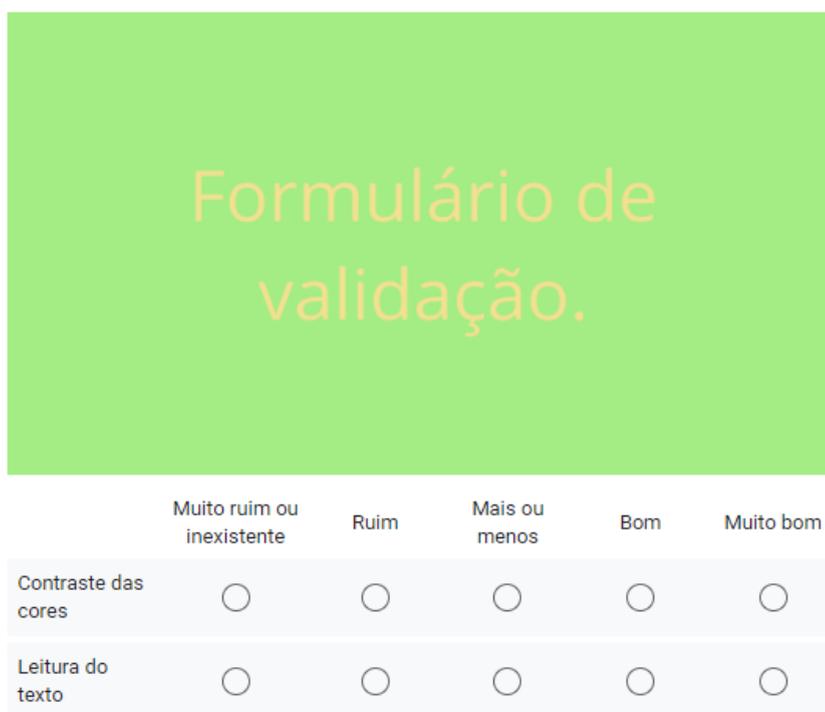
A amostra utilizada para fazer a validação contou com a participação somente de pessoas daltônicas. Segundo a análise do perfil, 50% dos participantes apresentaram a faixa etária entre 21 e 30 anos, 10% abaixo de 20 anos, 10% entre 31 e 40, 10% entre 41 e 50, 10% entre 51 e 50 e 10% acima de 60 anos. A análise da faixa etária é meramente informativa, porém tem certa relevância quando considera-se o contexto como um todo, como por exemplo, ao considerar que pessoas com maior idade podem apresentar um agravamento da deficiência visual, devido ao daltonismo ou outro fator.

4.2 RESULTADOS

Analisando a avaliação das diretrizes, a primeira questão do formulário apresentou uma imagem com um texto, e pediu para que o respondente avaliasse entre dois critérios: contraste das cores e leitura do texto. Como representado na imagem seguinte.

Figura 3 - Imagem da primeira questão do formulário de validação

1 - A imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios: *



	Muito ruim ou inexistente	Ruim	Mais ou menos	Bom	Muito bom
Contraste das cores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leitura do texto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria própria.

Mostrar um exemplo negativo e que vá de encontro com as diretrizes compiladas na seção **3.3 Compilado** fazia parte dos objetivos pensados na hora de criar essa questão, pois o que se esperava dos respondentes era uma baixa taxa de aceitação.

Pelas definições passadas neste trabalho, a questão mostra uma imagem com um mau exemplo de contraste, pois além de fazer uso de cores que são análogas, ou seja, que são próximas no círculo cromático. As cores também não

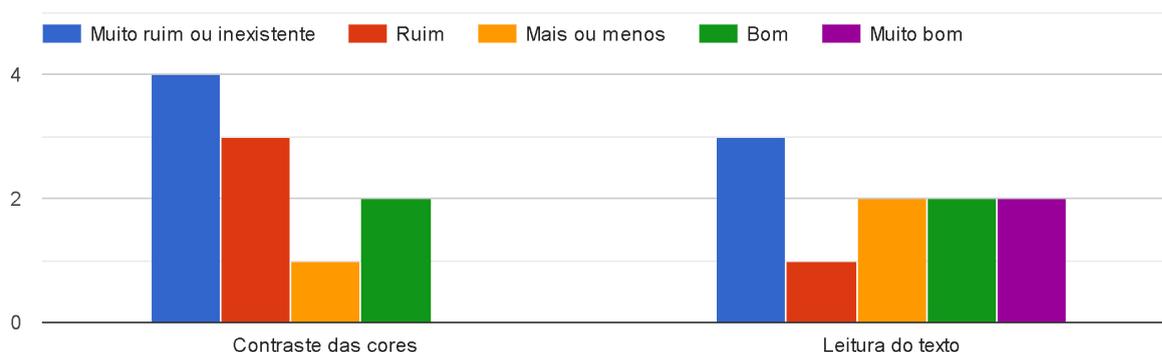
possuem variação no nível de iluminação, ambas são claras, o que piora mais ainda em termos de contraste.

Além de ir contra a diretriz referente a contraste, a imagem também contém um mau exemplo de combinação de cores para daltônicos, pois utiliza duas cores que são listadas na seção **3.3.2 Evitar Combinações de Cores Inadequadas à Condição do Daltonismo**.

O respondente tinha 5 opções para avaliar os critérios passados, eram elas: ‘Muito ruim ou inexistente’, ‘Ruim’, ‘Mais ou menos’, ‘Bom’ e ‘Muito bom’. A imagem a seguir mostra um gráfico com as respostas da pergunta 1.

Figura 4 - Respostas da primeira questão do formulário de validação

1 - A imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios:



Fonte: Autoria própria

A taxa de aceitação em relação ao critério “Contraste das cores” foi de 42%, já do critério “Leitura do texto” foi de 58%, sendo “Muito ruim ou inexistente” a opção mais votada em ambos os critérios. O que demonstra uma dificuldade para boa parte dos respondentes ao absorver o conteúdo da imagem onde as diretrizes não foram aplicadas.

A questão 2, é muito semelhante à questão 1. Tem-se uma uma imagem que, seguindo o que foi apresentado anteriormente no trabalho, continua demonstrando mau exemplo de contraste (pois possui cores análogas), porém nesse caso ambas as cores são escuras. E novamente a imagem conta com um mau exemplo de escolha de cores pois conta com cores descritas na diretriz “Evitar Combinações de

Cores Inadequadas à Condição do Daltonismo”. A imagem abaixo contém a questão 2.

Figura 5 - Imagem da segunda questão do formulário de validação

2 - Igualmente a anterior, a imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios: *

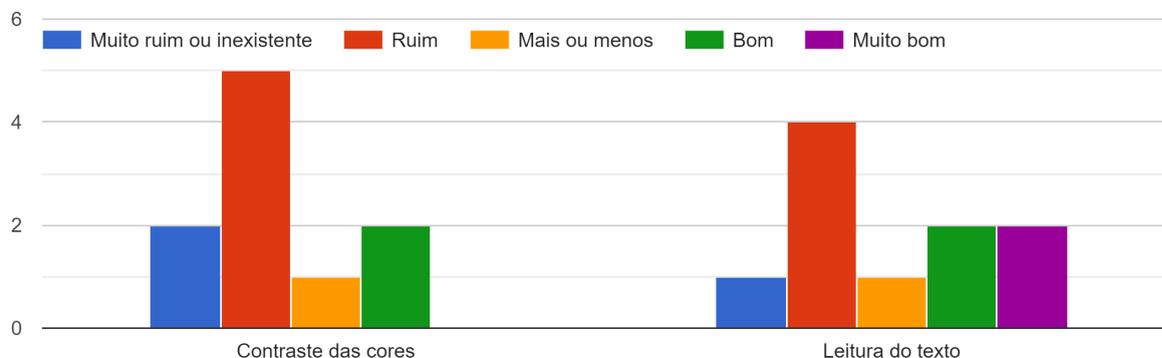
	Muito ruim ou inexistente	Ruim	Mais ou menos	Bom	Muito bom
Contraste das cores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leitura do texto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria própria

Os critérios e as opções de resposta são as mesmas da questão anterior. Também de forma semelhante à questão anterior, as respostas se concentram nas opções negativas.

Figura 6 - Respostas da segunda questão do formulário de validação

2 - Iguamente a anterior, a imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios:



Fonte: Autoria própria

O critério “Contraste das cores” obteve uma taxa de 46% de aprovação, já o critério “Leitura do texto” obteve 60% de aprovação. Nessa questão, a maioria dos votos foram concentrados nas opções de respostas negativas. Isso demonstra mais uma vez uma dificuldade por parte significativa dos respondentes em absorver o conteúdo de um exemplo onde as diretrizes não são aplicadas.

A terceira pergunta é relacionada com a diretriz “3 - Utilizar outras dicas visuais para transmitir informações”. A imagem usada nessa questão exemplifica um formulário fictício, onde nele tem-se 4 campos. Desses 4 campos, 2 indicam que estão preenchidos de maneira incorreta e 1 indica que está preenchido de maneira correta, porém, todas essas indicações são feitas utilizando apenas cores, ou seja, vai de encontro com a diretriz.

Foi pedido para que o respondente avaliasse numa escala de 1 a 5 a qualidade da identificação dos campos preenchidos como correto(s) ou errado(s). Abaixo é apresentada uma imagem com a questão.

Figura 7 - Imagem da terceira questão do formulário de validação

3 - Quando preenchemos um formulário, é possível que os campos apresentem elementos visuais que nos ajudem a identificar quando foi preenchido corretamente ou não. Numa escala de 1 a 5, sendo 1 muito ruim e 5 muito boa, como você classifica a qualidade na identificação dos campos preenchidos como correto(s) e errado(s)? *

Exemplo A

Primeiro Nome

Segundo Nome

Email

Senha

1 2 3 4 5

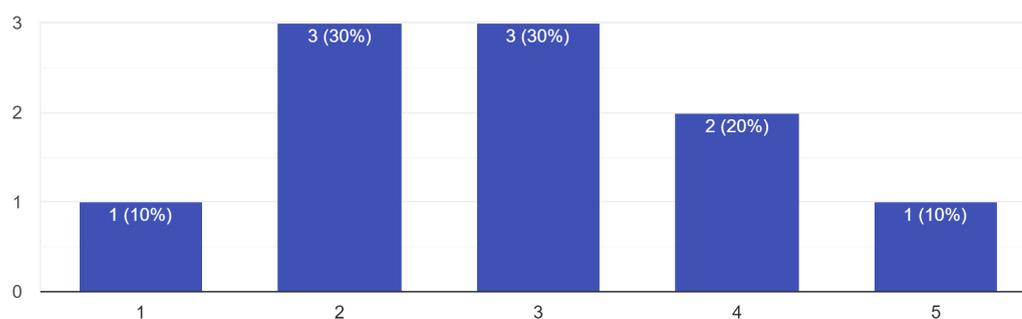
Qualidade muito ruim Qualidade muito boa

Fonte: Autoria própria

As respostas desta pergunta foram mais distribuídas que as anteriores, como mostra o gráfico a seguir.

Figura 8 - Respostas da terceira questão do formulário de validação

3 - Quando preenchemos um formulário, é possível que os campos apresentem elementos visuais que nos ajudem a identificar quando foi preenchi... campos preenchidos como correto(s) e errado(s)?
 10 respostas



Fonte: Autoria própria

Apesar das respostas estarem mais equilibradas, o exemplo mostrado na questão 3, onde utiliza apenas cores para passar informações, obteve uma taxa de aceitação de 58%.

Porém na questão 4, foi utilizado de exemplo a mesma imagem de formulário, só que neste caso foram adicionados ícones nos campos do antigo formulário, para testar se esses elementos adicionados auxiliam na compreensão das informações passadas pelo formulário. A seguir segue uma imagem com a quarta questão do formulário.

Figura 9 - Imagem da quarta questão do formulário de validação

4 - Seguindo a questão anterior, perceba que agora foram adicionados ícones as caixas de texto. Considerando os ícones adicionados, numa escala de 1 a 5, sendo 1 não auxilia no entendimento e 5 auxilia muito no entendimento, como você classifica o entendimento dos campos preenchidos como correto(s) e errado(s)? *

Exemplo B

Primeiro Nome
 

Segundo Nome
 

Email
 

Senha

1 2 3 4 5

Não auxilia no entendimento

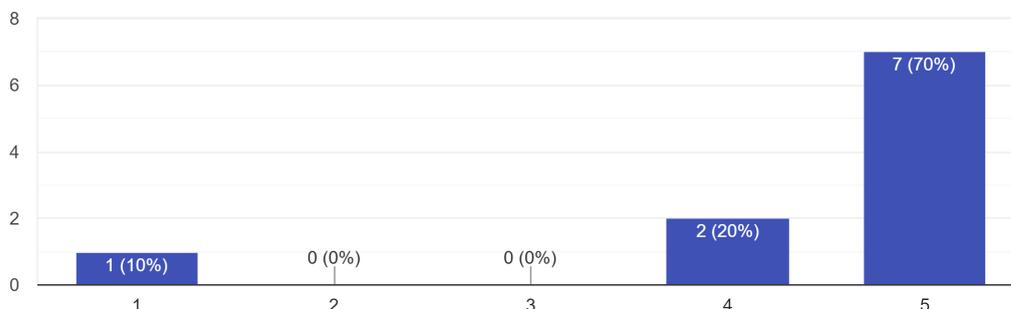
 Auxilia muito no entendimento

Fonte: Autoria própria

As opções de resposta são dadas numa escala de 1 a 5, sendo 1 “Não auxilia no entendimento” e 5 “Auxilia muito no entendimento”. Abaixo segue uma imagem com o gráfico das respostas da questão 4.

Figura 10 - Respostas da quarta questão do formulário de validação

4 - Seguindo a questão anterior, perceba que agora foram adicionados ícones as caixas de texto. Considerando os ícones adicionados, numa escala...amos preenchidos como correto(s) e errado(s)?
10 respostas



Fonte: Autoria própria

Após os ícones serem adicionados ao formulário, houve um aumento de 30% da aceitação em relação à questão anterior, totalizando uma aceitação de 88% para o exemplo da questão 4. Esse aumento significativo na taxa de aprovação credibiliza a diretriz “3 - Utilizar outras dicas visuais para transmitir informações”.

Na quinta pergunta, somente uma diretriz do compilado foi colocada à prova, a diretriz foi a “5 - Garantir que elementos interativos sejam fáceis de se identificar”.

Foram colocadas duas imagens, cada uma delas contém uma janela com dois botões, um de cancelar, e um de confirmar um procedimento fictício. Das duas imagens expostas, a imagem do exemplo A é a que mais segue os direcionamentos passados na diretriz, pois ambos os botões possuem um formato retangular por volta do título do botão, causando mais destaque e o caracterizando como elemento interativo. Já os botões do exemplo B possuem apenas um texto, sem nenhum outro elemento.

Novamente foi pedido aos respondentes para que eles escolhessem dentro destas duas opções, a que apresenta uma melhor leitura/identificação dos botões. A quinta pergunta do formulário está contida na ilustração abaixo.

Figura 11 - Imagem da quinta questão do formulário de validação

5 - Observe as duas opções a seguir e marque a opção que apresenta a melhor leitura/identificação dos botões "Cancelar" e "Confirmar"? *

Opção A

Opção B

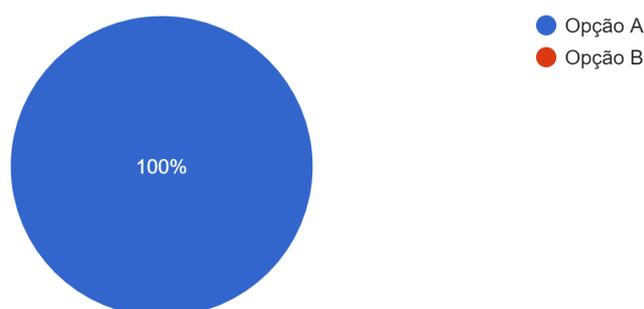
Fonte: Autoria própria

Abaixo é possível ver uma imagem com a quinta questão do formulário.

Figura 12 - Respostas da quinta questão do formulário de validação

5 - Observe as duas opções a seguir e marque a opção que apresenta a melhor leitura/identificação do botão "Confirmar"?

10 respostas



Fonte: Autoria própria

As respostas desta questão foram unânimes, 100% dos respondentes preferiram a opção que foi feita de acordo com a diretriz posta a prova nesta questão, ou seja, a opção A. A unanimidade vista nessa questão evidencia a importância da diretriz “5 - Garantir que elementos interativos sejam fáceis de se identificar”.

A sexta pergunta do formulário foi pensada para testar a mesma diretriz da questão anterior, porém com uma abordagem diferente.

De acordo com Rodrigues (2017) há uma crescente onda minimalista nos designs de interfaces, que vem descaracterizando certos elementos visuais da web, e um desses elementos que passa por essa descaracterização são os links em formato de texto, essa questão foi criada em cima desse cenário.

Na questão tem uma imagem com dois exemplos, em cada uma deles tem um breve texto que fala sobre a empresa Google, no final do texto contém um link textual. A diferença entres os dois exemplos é a forma em que esse link é apresentado ao leitor, sendo o exemplo B de acordo com a diretriz “5 - Garantir que elementos interativos sejam fáceis de se identificar”. Em outras palavras, o exemplo B apresenta o link de uma forma mais tradicional, com o texto azul e com sublinhado, enquanto o exemplo A apresenta de uma forma mais discreta, sem os elementos que o caracteriza como link

Foi pedido para que o respondente apontasse o grau de preferência entre as duas opções, considerando a leitura/identificação do link. As respostas foram coletadas num grau de escala de 1 a 5, onde 1 é a preferência no exemplo A, e 5 a preferência para o exemplo 5. A imagem abaixo contém a sexta pergunta do formulário.

Figura 13 - Imagem da sexta questão do formulário de validação

6 - Comparando dois exemplos de texto com link, numa escala de 1 a 5, sendo 1 exemplo A e 5 exemplo B, qual seu grau de preferência entre os dois exemplos? Considere a leitura/identificação do link. *

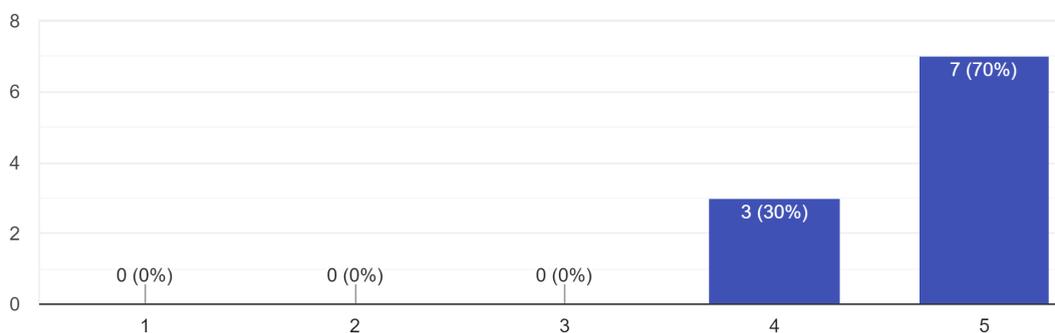
	Exemplo A			Exemplo B		
	O Google é uma ferramenta de busca mundialmente conhecida. Nela é possível procurar por imagens, vídeos, produtos de todos os tipos e etc. Para utilizar essa ferramenta, clique aqui.			O Google é uma ferramenta de busca mundialmente conhecida. Nela é possível procurar por imagens, vídeos, produtos de todos os tipos e etc. Para utilizar essa ferramenta, clique aqui .		
	1	2	3	4	5	
Exemplo A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Exemplo B

Fonte: Autoria própria

A imagem abaixo mostra um gráfico com as respostas da sexta questão do formulário.

Figura 14 - Respostas da sexta questão do formulário de validação

6 - Comparando dois exemplos de texto com link, numa escala de 1 a 5, sendo 1 exemplo A e 5 exemplo B, qual seu grau de preferência entre os d...emplos? Considere a leitura/identificação do link.
10 respostas



Fonte: Autoria própria

Os resultados dessa questão foram apontam uma preferência absoluta de 70% pelo exemplo B e uma preferência parcial de 30% também pelo exemplo B,

onde a diretriz foi aplicada. As respostas obtidas nessa questão destacam a necessidade dos desenvolvedores manterem um padrão em relação aos links dispostos em formato de texto.

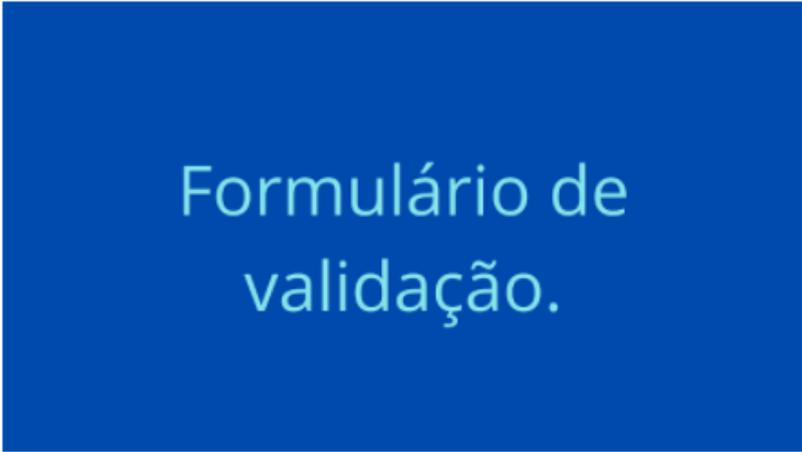
A sétima é muito semelhante às questões 1 e 2 do formulário, faz uso do mesmo padrão de imagem dessas questões: um breve texto com um fundo colorido. Contudo, o exemplo demonstrado na imagem segue os direcionamentos dados nas diretriz “1 - Contraste de cores” e “2 - Evitar combinações de cores inadequadas à condição do daltonismo”.

Apesar da imagem usada como exemplo na questão apresentar a mesma cor (azul) para o texto e para o fundo da imagem, foram colocados níveis de iluminação diferentes com intensidades diferentes, o que faz com que um azul fique mais claro, e outro mais escuro, e assim, gerando contraste entre os tons de azul.

O objetivo desta questão é fazer o contraponto das questões 1 e 2, em outras palavras, saber se a taxa de aprovação subiria, caso fossem adicionados os direcionamentos passados nas diretrizes. A imagem a seguir contém a sétima questão do formulário.

Figura 15 - Imagem da sétima questão do formulário de validação

7 - Igualmente as questões do começo, a imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios:



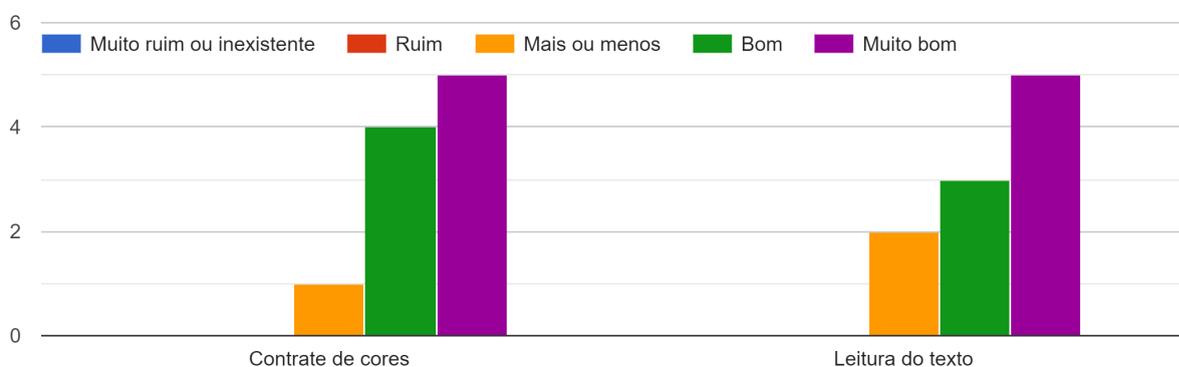
	Muito ruim ou inexistente	Ruim	Mais ou menos	Bom	Muito bom
Contraste de cores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leitura do texto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria própria

Os critérios passados para que os respondentes avaliassem foram os mesmos das questões 1 e 2, assim como também as opções de respostas. Na imagem a seguir é possível ver uma imagem que contém um gráfico com as respostas da questão 7.

Figura 16 - Respostas da sétima questão do formulário de validação

7 - Igualmente as questões do começo, a imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios:



Fonte: Autoria própria

Ao aplicar a diretriz relacionada a contraste no exemplo das questões 1 e 2, a taxa de aceitação do critério “Contraste cores” foi de 88%, e a taxa de aceitação do critério “Leitura do texto” foi de 86%.

Em relação ao critério de “Contraste de cores”, houve um aumento de 44% de aceitação em comparação com a média de aceitação das questões 1 e 2. Já se tratando do critério “Leitura do texto”, houve um aumento de 27% de aceitação em comparação com a média das questões 1 e 2.

A oitava questão do formulário exibe uma imagem que simula uma tabela de acertos e erros onde as informações são passadas apenas pelas cores verde e vermelho.

Essa questão possui mais de um objetivo: testar se as cores combinadas na seção “3.3.2 Evitar combinações de cores inadequadas à condição do Daltonismo” geram problemas para os respondentes daltônicos, mesmo que exibidas em um

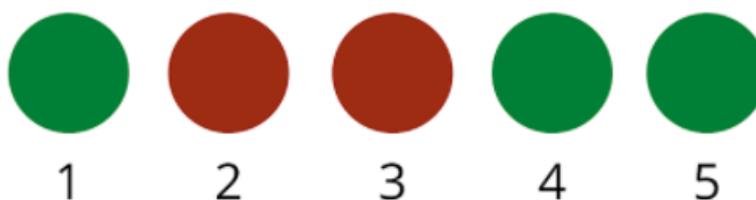
bom tamanho. E testar também se somado às cores inadequadas, a ausência de outros recursos visuais atrapalham no entendimento do respondente.

Vale ressaltar que a diretriz “Testar as telas em monocromia” foi usada com o intuito de encontrar tons de verde e vermelho onde não há variação no nível de iluminação, para que assim, as cores não venham a gerar contraste quando colocadas lado a lado. A questão 8 do formulário é exibida na imagem a seguir.

Figura 17 - Imagem da oitava questão do formulário de validação

8 - É comum uma tabela de acertos e erros ter os resultados representados apenas pelas cores. Em transmissões de futebol, por exemplo, cobranças de pênalti às vezes são representadas por bolas coloridas com as cores vermelhas e verdes. Você possui ALGUMA dificuldade para identificar, na ilustração a seguir, quais bolas são de acerto e de erros? *

Acertos & Erros



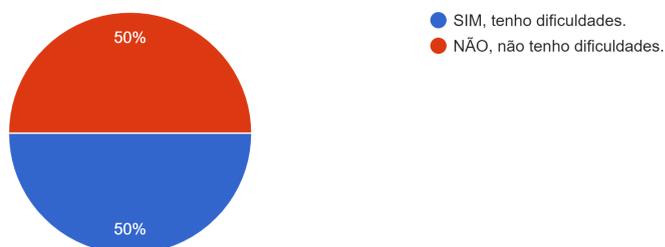
- SIM, tenho dificuldades.
- NÃO, não tenho dificuldades.

Fonte: Autoria própria

O respondente tinha duas opções de resposta nessa questão, isso se dá ao fato de que a questão pode levar o formulário para dois caminhos. Caso o respondente marcasse dizendo que possuía problemas para identificar o que a imagem exibia, o formulário era levado para uma nova pergunta, a questão 9. Porém, caso o respondente marcasse dizendo que não tinha dificuldades em compreender a imagem, o formulário se encaminhava para um campo onde o respondente podia deixar sugestões e comentários. A imagem a seguir exibe as respostas da questão em forma de gráfico.

Figura 18 - Respostas da oitava questão do formulário de validação

8 - É comum uma tabela de acertos e erros ter os resultados representados apenas pelas cores. Em transmissões de futebol, por exemplo, cobrança...o a seguir, quais bolas são de acerto e de erros?
10 respostas



Fonte: Autoria própria

As opiniões dos respondentes se dividiram em exatos 50% para cada uma das opções de resposta da questão 8. O que demonstra que apesar das cores exibidas estarem em um tamanho relativamente grande, metade dos respondentes possuem problemas ao identificar informações que são passadas apenas através de cores, ainda mais cores que não são recomendadas a ser usadas juntas.

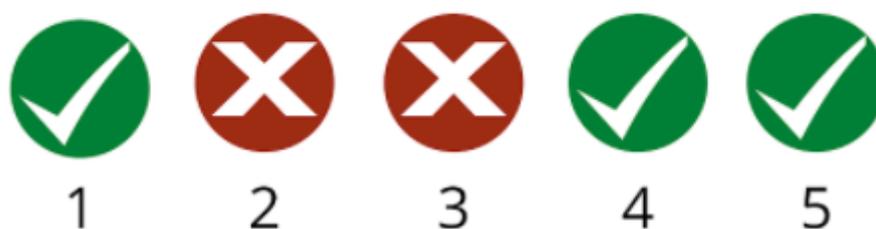
A nona e última questão do formulário faz uso da mesma imagem da oitava questão, porém, possui o objetivo de testar se adicionar elementos visuais auxilia no entendimento de informações que para pessoas não daltônicas podem parecer óbvias, mas que para pessoas com daltonismo podem parecer confusas.

Os elementos visuais adicionados foram um sinal de “V” para as bolas verdes, colocadas com o intuito de ajudar a identificar os círculos com significado positivo, e um sinal de “X” para ajudar a identificar os círculos com significado negativo. Como é possível ver na imagem seguinte.

Figura 19 - Imagem da nona questão do formulário de validação

9 - Caso a sua resposta na pergunta anterior tenha sido SIM, responda se adicionar ícones nas bolas facilita a compreensão das informações de acertos e erros. *

Acertos & Erros



- SIM, facilita a compreensão.
- NÃO, não facilita a compreensão.

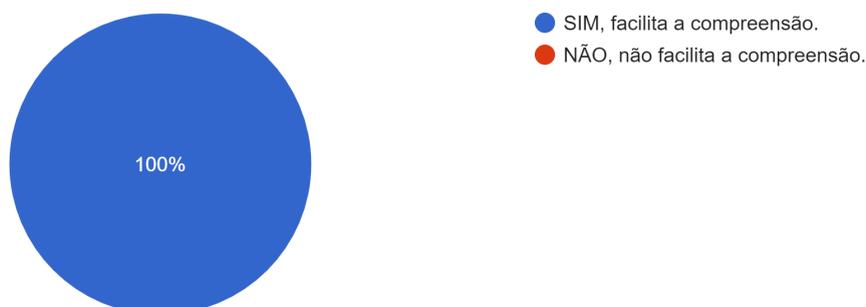
Fonte: Autoria própria

As respostas para essa questão foram unânimes, com 100% dos respondentes avaliando positivamente os elementos adicionados na imagem. Como é possível ver na imagem seguinte.

Figura 20 - Respostas da nona questão do formulário de validação

9 - Caso a sua resposta na pergunta anterior tenha sido SIM, responda se adicionar ícones nas bolas facilita a compreensão das informações de acertos e erros.

5 respostas



Fonte: Autoria própria

Em outras palavras, 100% dos 50% dos respondentes que encontraram problemas ao tentar entender a tabela da imagem da questão 8, sinalizaram que compreender esse formato de demonstração dados fica mais fácil ao adicionar outras formas elementos visuais, além das cores.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi visto a importância de manter a acessibilidade nos planos ao se criar uma interface. A inclusão é necessária para que todos possam ter acesso à informação. Foi visto também as dificuldades que um daltônico pode vir a enfrentar caso acesse um site onde a interface não tenha sido criada de forma inclusiva.

Os assuntos abordados anteriormente são de grande importância para os profissionais da área de desenvolvimento de sistemas, pois demonstra que eles possuem em mãos a responsabilidade de tentar criar um mundo virtual em que não haja barreiras para nenhum tipo de pessoa, mais especificamente, para os daltônicos.

E com a validação realizada, as diretrizes compiladas demonstraram que, quando seguidas, causam diferença positiva na forma em que os daltônicos enxergam e interpretam informações digitais, e dessa forma, facilitando a vida deles. O que faz com que os objetivos pensados para este trabalho, tenham sido alcançados.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Art. 8º do Decreto nº 5296 de 2 de dezembro de 2004**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 29 dez. 2021.

BRASIL. **Art. 63º da lei nº13.146, de 6 de julho de 2015**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 27 dez. 2021.

CARVALHO, J. O. F. **O papel da interação humano-computador na inclusão digital. Color Blindness – learn all about it**. 2003. Colblindor. Disponível em <<http://www.color-blindness.com/>>. Acesso em: 02 jan. 2022.

DIAS, H; AMARANTE, J; SANTOS, A; CUNHA, M; & Barbosa, L. (2021). **Avaliação das Representações Gráficas das Cartas Topográficas Brasileiras para Pessoas com Deficiência na Percepção de Cores**. Revista Brasileira De Cartografia, 73(4), 967-983. Citado na página 1.

GONÇALVES T. A. J.; Verhalen A. E. C., Borges L. C. L. F., Souza P. C. (2020). **Access-color-blind: diretrizes para o design de apps acessíveis às pessoas com daltonismo**.

HRUBA, F. F. (2018). **Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo**.

KÜPPERS, B.O.. **The context-dependence of biological information**. In: Kornwachs, K.; Jacoby, K. (Ed.). Information. New questions to a multidisciplinary concept. P. 137-145. Berlin: Akademie, 1996.

MAIA, Amanda F. D.; SPINILLO, Carla G.. **Como os Daltônicos percebem as Representações Gráficas de Mapas: Um Estudo de Caso dos códigos de cores utilizados nos Diagramas e Estação-Tubo do Transporte Público de Curitiba**. Universidade Federal do Paraná, Brasil 2013.

MONTEIRO, M.. **Daltonismo, discromatopsia**. Disponível em: <<https://www.saudebemestar.pt/pt/clinica/ofthalmologia/daltonismo/>>. Acesso em: 31. dez. 2021.

NEIVA, M.. **Sistema de Identificação de Cor para Daltônicos: Código Monocromático. Dissertação de Mestrado**. Universidade do Minho, Portugal, 2008. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9191>>. Acesso em: 10. Mar. 2022.

PEREIRA, F.; **Avaliação de usabilidade em bibliotecas digitais: Um estudo de caso**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

ROCHA, H. V.; BARANAUSKAS M. C.. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2003.

ROCHA, J. A. P.; DUARTE, A. B. S.. **Diretrizes de acessibilidade web: um estudo comparativo entre as WCAG 2.0 e o e-MAG 3.0**. Inclusão Social, [S. l.], v. 5, n. 2,

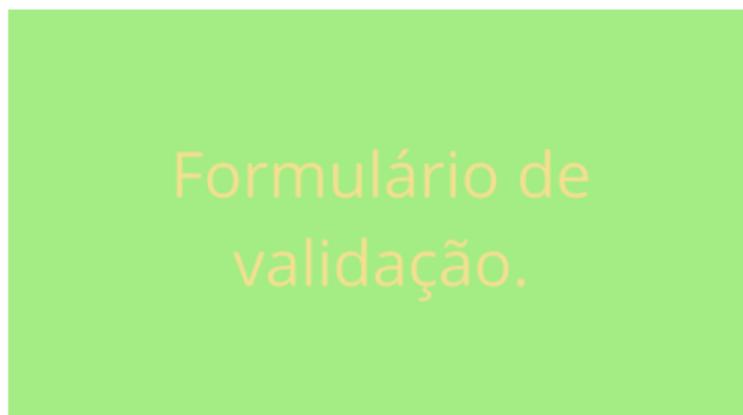
2013. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1678>>. Acesso em: 26 dez. 2021.

RODRIGUES, B. E. S.. **Guia de boas práticas para acessibilidade de interfaces digitais para usuários daltônicos. 2017.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/181985>>. Acesso em: 10. mar. 2022.

TUMELERO, N.. **Pesquisa empírica: conceito, formas de conhecimento e como fazer.** Mettzer, 2019. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/pesquisa-empirica/#:~:text=Conceito%20de%20pesquisa%20emp%C3%ADrica,coleta%20de%20dados%20em%20campo>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

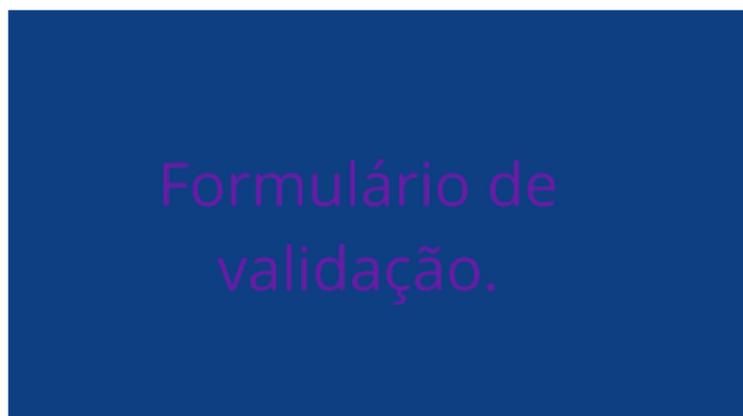
APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE VALIDAÇÃO

1 - A imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios: *



	Muito ruim ou inexistente	Ruim	Mais ou menos	Bom	Muito bom
Contraste das cores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leitura do texto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 - Igualmente a anterior, a imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios: *



	Muito ruim ou inexistente	Ruim	Mais ou menos	Bom	Muito bom
Contraste das cores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leitura do texto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3 - Quando preenchemos um formulário, é possível que os campos apresentem elementos visuais que nos ajudem a identificar quando foi preenchido corretamente ou não. Numa escala de 1 a 5, sendo 1 muito ruim e 5 muito boa, como você classifica a qualidade na identificação dos campos preenchidos como correto(s) e errado(s)? *

Exemplo A

Primeiro Nome

João

Segundo Nome

Carlos

Email

joãoCarlos@.com

Senha

Insira a senha

1 2 3 4 5

Qualidade muito ruim

Qualidade muito boa

4 - Seguindo a questão anterior, perceba que agora foram adicionados ícones as caixas de texto. Considerando os ícones adicionados, numa escala de 1 a 5, sendo 1 não auxilia no entendimento e 5 auxilia muito no entendimento, como você classifica o entendimento dos campos preenchidos como correto(s) e errado(s)? *

Exemplo B

Primeiro Nome

João



Segundo Nome

Carlos



Email

joãoCarlos@.com



Senha

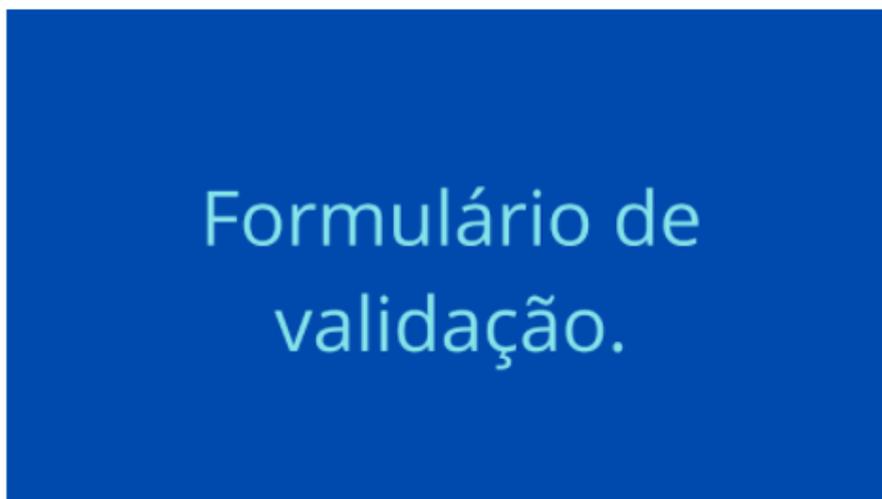
Insira a senha

1 2 3 4 5

Não auxilia no entendimento

Auxilia muito no entendimento

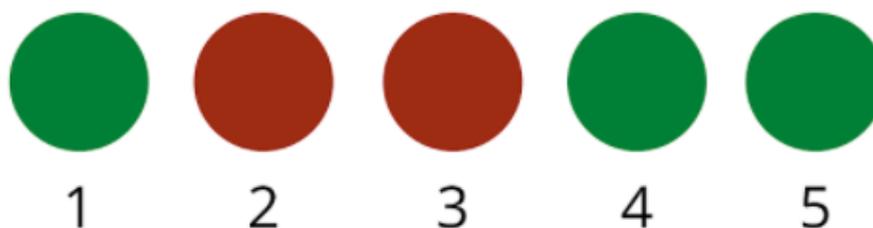
7 - Igualmente as questões do começo, a imagem a seguir contém uma pequena frase. Observe-a e em seguida avalie-a quanto aos critérios:



	Muito ruim ou inexistente	Ruim	Mais ou menos	Bom	Muito bom
Contrate de cores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Leitura do texto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8 - É comum uma tabela de acertos e erros ter os resultados representados apenas pelas cores. Em transmissões de futebol, por exemplo, cobranças de pênalti às vezes são representadas por bolas coloridas com as cores vermelhas e verdes. Você possui ALGUMA dificuldade para identificar, na ilustração a seguir, quais bolas são de acerto e de erros? *

Acertos & Erros



- SIM, tenho dificuldades.
- NÃO, não tenho dificuldades.

9 - Caso a sua resposta na pergunta anterior tenha sido SIM, responda se adicionar ícones nas bolas facilita a compreensão das informações de acertos e erros. *

Acertos & Erros



1



2



3



4



5

- SIM, facilita a compreensão.
- NÃO, não facilita a compreensão.