



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

A IMPORTÂNCIA DAS CORES NA SELEÇÃO DE ASSENTOS: UM ESTUDO
COM DALTÔNICOS EM COMPRAS ONLINE

Isa Maria Alves de Paiva

Orientadora
Simone Bacellar Leal Ferreira

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
AGOSTO DE 2022



A IMPORTÂNCIA DAS CORES NA SELEÇÃO DE ASSENTOS: UM ESTUDO COM
DALTÔNICOS EM COMPRAS ONLINE

Isa Maria Alves de Paiva

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE PELO PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO). APROVADA
PELA COMISSÃO EXAMINADORA ABAIXO ASSINADA.

Em conformidade com a Resolução nº 5.257 de 25/03/2020 e a Ordem de Serviço PROPGPI nº
3 de 2/07/2020, esta ata vai somente por mim assinada, atestando que a defesa ocorreu com a
participação dos componentes abaixo listados.

Aprovada por:

Simone Bacellar Leal Ferreira

Simone Bacellar Leal Ferreira, D. Sc (Orientadora) – UNIRIO

Sean Wolfgang Matsui Siqueira, D. Sc – UNIRIO

Carolina Christina do Sacramento Nardi, D. Sc – Fundação Oswaldo Cruz

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AGOSTO DE 2022

Dedico aos meus avós, pais, irmãs, marido, filho e amigos,
por terem me ajudado a ser quem sou.

AGRADECIMENTOS

Esta grande conquista somente foi possível devido à contribuição de diversas pessoas. Desde meus avós, pais e professores, que me transmitiram os primeiros conhecimentos e valores, até meus grandes companheiros deste momento atual.

Sou imensamente grata a meus queridos pais, que me proporcionaram a base sólida que me preparou para toda uma trajetória acadêmica e profissional. Agradeço aos amigos, colegas, professores e líderes que conheci ao longo deste caminho e que me apoiaram, incentivaram, orientaram e reconheceram minhas conquistas.

Agradeço a Deus por tudo, simplesmente tudo. Pelas oportunidades, desafios, derrotas e vitórias. Agradeço por ter me guiado e colocado em meu caminho as pessoas especiais que contribuíram para este trabalho.

Agradeço aos colegas do NAU por todo o apoio e aos professores da UNIRIO por terem compartilhado tanto conhecimento e terem viabilizado, às custas de muita dedicação, a continuidade das aulas durante os tempos inimagináveis de pandemia.

Sou muito grata ao meu marido e filho, por terem me incentivado nesta aventura acadêmica e por todas as suas contribuições.

Agradeço a minha querida orientadora pela amizade, competência e dedicação, que fizeram com que eu me sentisse capaz de cumprir este grande desafio ao seu lado.

PAIVA, Isa Maria Alves de. **A importância das cores na seleção de assentos: um estudo com daltônicos em compras online**. UNIRIO, 2022. 167 páginas. Dissertação de Mestrado. Departamento de Informática Aplicada, UNIRIO.

RESUMO

As cores, amplamente exploradas no desenho das interfaces web, podem transmitir informações, orientar a navegação e inclusive influenciar a experiência dos usuários. Com o crescimento cada vez maior das vendas efetuadas de forma *online*, é importante garantir uma boa experiência para todos os tipos de consumidores. Estima-se que mais de 8% da população mundial seja daltônica, afetada principalmente na percepção das cores vermelho, amarelo e verde. Esta pesquisa coletou percepções de dezoito participantes daltônicos sobre as interfaces de escolha de assentos de passagens das três maiores empresas aéreas brasileiras, observando como as cores interferiram na sua percepção de segurança, mesmo estando as interfaces acessíveis a eles. Os resultados apontaram que o uso de cores agradáveis, e não apenas acessíveis, pode proporcionar maior segurança para utilizar a interface. Esta dissertação contribui com novas recomendações de acessibilidade e abre espaço para outras pesquisas que visem melhorar a experiência dos usuários daltônicos em suas compras *online*.

Palavras-chave: acessibilidade, daltonismo, experiência do usuário, comércio eletrônico, vendas online.

ABSTRACT

Colors, widely used in the design of web interfaces, can transmit information, guide navigation and even influence user's experience. With the increasing growth of online sales, it is important to ensure a good experience for all types of consumers. It is estimated that more than 8% of the world population is colorblind, mainly affected in the perception of red, yellow and green colors. This research gathered perceptions of eighteen colorblind participants about the interfaces for choosing seats for tickets of the three largest Brazilian airlines, observing how colors interfered with their perception of confidence, even though the interfaces were accessible to them. The results showed that the use of pleasant colors, and not just accessible ones, can provide greater confidence to use the interface. This master's dissertation contributes with new accessibility recommendations and opens space for other researches that aim to improve the experience of colorblind users in their online shopping.

Keywords: accessibility, colorblind, color vision deficiency, user experience, e-commerce, online sales.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	Problema de pesquisa.....	17
1.2.	Objetivo principal	17
1.3.	Objetivos específicos	18
1.4.	Motivação pessoal.....	19
1.5.	Relevância da pesquisa	19
1.6.	Delimitação de pesquisa	21
1.7.	Estrutura da dissertação	21
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1.	A visão das cores.....	23
2.1.1.	Formação das cores.....	23
2.1.2.	O papel da retina na percepção das cores	24
2.1.3.	A teoria do processo oponente	26
2.2.	Alterações na sensibilidade cromática	27
2.2.1.	Tipos de daltonismo	28
2.2.2.	Percepção das cores pelos indivíduos daltônicos.....	30
2.2.3.	Dificuldades encontradas por daltônicos em suas atividades	33

2.3. Acessibilidade para daltônicos na web	35
2.3.1. WCAG	36
2.3.2. eMAG.....	38
2.4. Comércio eletrônico.....	39
2.4.1. Histórico de crescimento.....	40
2.4.2. Vantagens e desafios	42
3. TRABALHOS ANTERIORES	44
3.1. Pesquisa bibliográfica sobre dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis	44
3.1.1. Planejamento do Mapeamento Sistemático	44
3.1.2. Condução do Mapeamento Sistemático.....	47
3.1.3. Resultados do Mapeamento Sistemático.....	52
3.1.4. Limitações do Mapeamento Sistemático	52
3.2. Dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis.....	53
3.3. Interfaces de sites e aplicativos móveis que já foram estudadas quanto às dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos.....	56
3.4. Estratégias para tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos.....	58

3.5. Maiores desafios em tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos.....	61
3.6. Tipos de daltonismo já contemplados por soluções acessíveis em interfaces de sites e aplicativos móveis	65
3.7. Considerações sobre o cenário de acessibilidade para daltônicos em interfaces, a partir dos estudos já publicados	69
4. MÉTODO DE PESQUISA.....	73
4.1. Pesquisa bibliográfica sobre dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis	73
4.2. Seleção dos cenários para avaliação dos recursos de acessibilidade	73
4.2.1. Gol.....	74
4.2.2. Azul.....	75
4.2.3. Latam	76
4.3. Simulação dos cenários na visão daltônica.....	78
4.4. Preparação do questionário de pesquisa	82
4.5. Seleção dos participantes	85
4.6. Análise de resultados	87
4.7. Principais limitações	88
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
5.1. Perfil dos participantes.....	89

5.2.	Respostas dos participantes	90
5.3.	Análise dos resultados	91
5.3.1.	Impacto da pesquisa sobre o público convidado.....	91
5.3.2.	Perfil dos respondentes	93
5.3.3.	Avaliação dos participantes sobre os cenários apresentados.....	94
5.4.	Recomendações para o uso de cores em interfaces de seleção de assentos	
	106	
6.	CONCLUSÃO.....	107
6.1.	Trabalhos futuros	110
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
	APÊNDICE I	119
	Questionário aplicado junto aos participantes	119
	APÊNDICE II	144
	Respostas dos participantes quanto ao seu perfil.....	144
	APÊNDICE III.....	148
	Respostas dos participantes sobre o cenário da Gol	148
	APÊNDICE IV	152
	Respostas dos participantes sobre o cenário da Azul.....	152
	APÊNDICE V	157
	Respostas dos participantes sobre o cenário da Latam	157
	APÊNDICE VI	162

Respostas dos participantes sobre suas preferências quanto aos cenários....	162
APÊNDICE VII	163
Critérios para cálculo das métricas apresentadas na análise de resultados...	163
APÊNDICE VIII.....	166
Detalhamento das regras utilizadas na análise dos resultados.....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Faixa de comprimento de ondas da luz visível	23
Figura 2: As três dimensões das cores (matiz, valor e saturação)	24
Figura 3: Sensibilidade dos cones S, M e L	26
Figura 4: Classificação do daltonismo vermelho-verde e sua incidência.....	29
Figura 5: Vendas geradas pelo comércio eletrônico do varejo (em trilhões de dólares) 40	
Figura 6: Representatividade do comércio eletrônico nas vendas totais do varejo	41
Figura 7: Países com maior crescimento no comércio eletrônico do varejo em 2021 ...	41
Figura 8: Países com maior representatividade no comércio eletrônico do varejo	42
Figura 9: Fluxo de seleção de documentos nos sites das bases	48
Figura 10: Fluxo de seleção de documentos no PARSIFAL	49
Figura 11: Interface para escolha de assento em voo da Gol	75
Figura 12: Interface para escolha de assento em voo da Azul.....	76
Figura 13: Interface para escolha de assento em voo da Latam	78
Figura 14: Simulação da interface da Gol na visão daltônica	79
Figura 15: Simulação da interface da Azul na visão daltônica.....	80
Figura 16: Simulação da interface da Latam na visão daltônica	81
Figura 17: Divulgação da pesquisa, publicada no LinkedIn	87

Figura 18: Participantes que não tiveram dificuldades para distinguir os assentos em nenhum dos cenários 95

Figura 19: Como foram percebidas as dificuldades em cada cenário 96

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Percepções cromáticas no daltonismo protan e deutan.....	32
Tabela 2: Percepções cromáticas no daltonismo tritan	33
Tabela 3: Estrutura PIC.....	45
Tabela 4: Questões de pesquisa	45
Tabela 5: <i>String</i> de busca.....	46
Tabela 6: Critérios de seleção	47
Tabela 7: Documentos selecionados para análise integral – publicações em <i>journal</i>	50
Tabela 8: Documentos selecionados para análise integral – publicações em conferências	51
Tabela 9: Dificuldades dos daltônicos no uso das interfaces.....	54
Tabela 10: Finalidades das interfaces já estudadas.....	57
Tabela 11: Estratégias para tornar as interfaces acessíveis.....	59
Tabela 12: Maiores desafios em tornar as interfaces acessíveis	63
Tabela 13: Tipos de daltonismo já contemplados por soluções acessíveis.....	67
Tabela 14: Demografia dos participantes – Total (N=18)	89
Tabela 15: Tipos de daltonismo dos participantes – Total (N=18)	90
Tabela 16: Experiência dos participantes em compras <i>online</i> com escolha de assentos	90

Tabela 17: Dispositivo utilizado para preenchimento do questionário – Total (N=18)..	90
Tabela 18: Perfil dos participantes que apontaram dificuldades não simuladas.....	97
Tabela 19: Avaliações positivas sobre cores e dicas dos cenários da Gol e da Azul, segundo os participantes que indicaram acessibilidade nestes cenários.....	99
Tabela 20: Cenários onde os participantes se sentiram mais seguros para selecionar os assentos.....	100
Tabela 21: Cenários melhor avaliados pelos participantes deutan	101
Tabela 22: Resumo dos cenários melhor avaliados pelos participantes deutan	101
Tabela 23: Cenários melhor avaliados pelos participantes protan.....	102
Tabela 24: Resumo dos cenários melhor avaliados pelos participantes protan.....	102
Tabela 25: Avaliações positivas sobre as cores do cenário da Latam.....	104

1. INTRODUÇÃO

As cores estão presentes em praticamente tudo o que se observa. Reconhecê-las e diferenciá-las é fundamental para que se possa desempenhar diversas atividades do dia-a-dia e usufruir dos benefícios que elas oferecem, inclusive emocionais. Na web, as cores são exploradas com diferentes finalidades no desenho das interfaces, como transmitir informações, orientar a navegação e influenciar o usuário. Com o crescimento cada vez mais significativo do comércio eletrônico, a acessibilidade das interfaces de compra *online* se torna cada vez mais imprescindível tanto para as empresas quanto para os consumidores.

O daltonismo afeta mais de 8% da população mundial, interferindo principalmente na percepção das cores vermelho, amarelo e verde. Esta limitação é característica dos tipos protan e deutan, que representam quase a totalidade dos casos. As dificuldades sentidas por estas pessoas variam bastante conforme a severidade do daltonismo e interferem na percepção de diversas outras cores, já que o processo de percepção cromático é complexo.

Apesar de representarem uma parcela significativa da população e, portanto, de consumidores, poucos estudos exploraram as dificuldades sentidas por estas pessoas no uso da internet. As diretrizes de acessibilidade para conteúdo web orientam que as cores não sejam a única forma de comunicação com o usuário, devendo estar associadas às dicas visuais, o que garante que pessoas com dificuldades na percepção cromática consigam utilizar as interfaces. Contudo, não foram encontradas orientações para o uso de cores acessíveis. Considerando que as cores são utilizadas em uma interface com

diversas intenções, é importante que usuários daltônicos possam contar com elas e não apenas com as dicas visuais.

1.1. Problema de pesquisa

Diversas são as finalidades das interfaces envolvidas nos processos de compra *online*. As cores podem estar mais ou menos presentes e suas funções variam bastante. Uma das situações em que as cores costumam ser importantes é nos mapas de assentos, como de teatros, cinemas, aviões, dentre outros, onde são utilizadas para diferenciar os diferentes tipos de assentos, suas categorias, preços e disponibilidade. O uso de dicas visuais pode garantir que usuários daltônicos utilizem estas interfaces, mas não necessariamente garante que eles ficarão satisfeitos com a experiência. Napoli e Chiasson (NAPOLI; CHIASSON, 2018) chegaram a explorar esta questão em um cenário de jogo *online*, onde as dicas garantiram a performance dos jogadores, mas eles se sentiram inseguros e com a sensação de terem tido pior desempenho quando comparado à experiência utilizando as cores.

1.2. Objetivo principal

A presente pesquisa teve por objetivo analisar como as cores interferem na percepção de segurança dos usuários daltônicos no contexto de seleção de assentos, mesmo estando as interfaces acessíveis a eles. A intenção foi identificar se existem novos elementos que possam ser adicionados às atuais recomendações de acessibilidade na web para este contexto. Explorando especificamente a seleção de assentos de passagens aéreas, a intenção foi compreender a relação entre os fatores analisados (cores e sensação de segurança) e expandir possíveis recomendações para os demais cenários que envolvem mapas de assentos.

1.3. Objetivos específicos

Buscando atender ao objetivo principal desta pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um estudo sobre o mecanismo de visão das cores e os diversos tipos de daltonismo, buscando compreender como indivíduos daltônicos percebem as cores e são impactados em suas atividades.
- Realizar um estudo sobre as orientações de acessibilidade para daltônicos na web.
- Explorar o tema do comércio eletrônico e sua importância tanto para as empresas como para os consumidores.
- Realizar um mapeamento sistemático de literatura sobre as dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis.
- Pesquisar sobre as interfaces de seleção de assentos de passagens aéreas, observando quais recursos foram usados, além de simular a visão daltônica para identificar possíveis dificuldades na distinção dos assentos.
- Preparar questionário *online* com os cenários escolhidos, com a intenção de obter as percepções de participantes daltônicos sobre os elementos utilizados nas interfaces.
- Divulgar a pesquisa nos diversos meios social, profissional e acadêmico.
- Analisar os resultados e identificar as contribuições da pesquisa para as diretrizes de acessibilidade.

1.4. Motivação pessoal

O envolvimento com a linha de pesquisa voltada para a acessibilidade despertou novas percepções sobre a forma como as interfaces são desenvolvidas dentro das companhias. A ausência de debate sobre o tema ganhou nova dimensão e mostrou como os desenvolvedores e gestores desconhecem os diferentes tipos de usuários e suas diferentes necessidades.

O tema específico do daltonismo surgiu devido a minha carreira de muitos anos na área de *Business Intelligence (BI)*, onde são desenvolvidos diversos painéis contendo gráficos com os resultados da companhia. As cores são vastamente exploradas neste contexto e são usadas para transmitir as informações desejadas. A surpresa em perceber que o daltonismo não é debatido dentro das equipes motivou os trabalhos desenvolvidos durante as disciplinas cursadas neste mestrado. Foi a partir de um destes trabalhos que o mapa de assentos se apresentou como um importante cenário a ser explorado. Este trabalho gerou um artigo, que foi apresentado no IHC'21: *20th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021), que evidenciou as dificuldades de participantes daltônicos para interpretar as cores no mapa e a respectiva legenda indicativa do preço. Este artigo, apesar de não ter feito parte desta dissertação, serviu de inspiração para a escolha do contexto desta pesquisa.

1.5. Relevância da pesquisa

A carência de pesquisas sobre as dificuldades sentidas por daltônicos na internet restringe o debate sobre o tema e não estimula a construção de interfaces acessíveis. Esta pesquisa visa contribuir para tornar a experiência destes usuários mais completa e agradável, gerando recomendações de acessibilidade para o contexto de seleção de

assentos e servindo se insumo para outras pesquisas sobre o tema.

Dezoito participantes daltônicos contribuíram nesta pesquisa *online*, disponibilizada via questionário do *Google Forms*, com suas opiniões sobre as interfaces de seleção de assentos das três maiores empresas aéreas brasileiras. Destes participantes, nove eram daltônicos do tipo protan e nove deutan. Em dois destes cenários, os tipos de assentos eram diferenciados por cores ou dicas visuais, enquanto um dos cenários utilizou apenas cores para distingui-los. Todos continham legenda indicando os tipos de assentos. As perguntas coletaram as seguintes percepções: se cada cenário estava acessível ao participante (tipos de assentos bem diferenciados e de fácil seleção), sua avaliação sobre as dicas visuais, cores e legenda utilizadas, além de sua opinião sobre qual dos três cenários proporcionou maior segurança para a escolha de um assento desejado.

Os resultados apontaram que as cores são importantes para este grupo de usuários e que uma interface com cores percebidas como agradáveis pode interferir na sensação de segurança em utilizar esta interface. A relação entre estes dois elementos (cores agradáveis e sensação de segurança) foi percebida especificamente no grupo deutan, o que gera uma importante contribuição para estes usuários, que foram os menos beneficiados pelas soluções de acessibilidade já estudadas, conforme apontado pelo mapeamento sistemático de literatura.

Esta pesquisa sugere diretrizes que orientem o uso de cores acessíveis e que garantam a qualidade da experiência dos daltônicos, apoiadas no uso de ferramentas específicas durante a etapa de desenvolvimento das interfaces (simulação da visão daltônica e apoio para escolha de paleta de cores). Outras recomendações foram geradas por esta pesquisa para este cenário de escolha de assentos e constam na seção 5.4 desta dissertação.

1.6. Delimitação de pesquisa

Esta pesquisa restringiu-se ao estudo de cenários de seleção de assentos de passagens aéreas. Porém, esta interface possui similaridade com as de escolha de assentos em teatros, cinemas e rodoviárias, por exemplo. Desta forma, as contribuições observadas para os cenários estudados podem ser ampliadas para todas as interfaces que possuem, como objetivo, a seleção de assentos.

Não fez parte desta dissertação o estudo de outros cenários envolvidos no processo de compra *online*, onde as cores estejam desempenhando funções diferentes das estudadas nesta dissertação.

1.7. Estrutura da dissertação

Este documento foi organizado em seis seções, sendo a primeira delas esta Introdução.

A seção 2 apresenta o referencial teórico, explorando a visão das cores, as alterações na sensibilidade cromática, as diretrizes de acessibilidade para daltônicos na web e os conceitos e características do comércio eletrônico.

A seção 3 detalha os critérios utilizados para o mapeamento sistemático de literatura sobre as dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis, assim como os resultados obtidos através desta pesquisa bibliográfica.

A seção 4 descreve o método de pesquisa utilizado, incluindo a pesquisa bibliográfica já mencionada e a preparação dos cenários estudados nesta dissertação, abordando também o questionário da pesquisa e a seleção dos participantes. Esta seção também apresenta as principais limitações desta pesquisa.

A seção 5 apresenta os resultados obtidos, a análise destes resultados e as recomendações de acessibilidade que podem ser incorporadas às diretrizes atuais.

Por fim, a seção 6 conclui a dissertação e apresenta as oportunidades de trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A visão das cores

2.1.1. Formação das cores

O olho humano é capaz de reconhecer apenas uma parte do campo eletromagnético, através da reflexão da luz visível na retina. A luz visível, denominada espectro visível, é composta por ondas com comprimento na faixa entre 400 a 700 nanômetros (GRZYBOWSKI; KUPIDURA-MAJEWSKI, 2019). A Figura 1 ilustra o espectro visível da luz. Ondas com comprimentos diferentes são percebidas como cores diferentes e podem ser misturadas, produzindo novas cores. Este processo é chamado de mistura aditiva de cores, já que todos os comprimentos de onda que compõem a nova cor são recebidos na retina (SCHWARTZ; KRANTZ, 2015).

Figura 1: Faixa de comprimento de ondas da luz visível

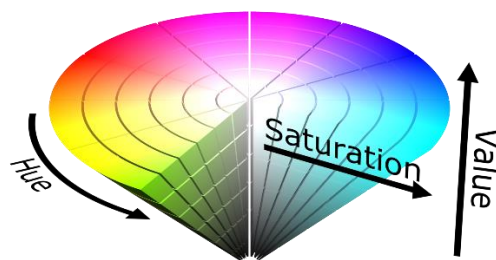


(fonte: criada a partir de (GRZYBOWSKI; KUPIDURA-MAJEWSKI, 2019))

Os nomes utilizados para as cores, como vermelho ou laranja, identificam a cor em relação aos comprimentos de onda que a compõem, mas traduzem apenas um de seus aspectos, que é seu tom ou matiz. A grande diversidade de cores observadas somente pode

ser compreendida quando todas as suas dimensões são consideradas: matiz, valor e saturação. A Figura 2 ilustra estes conceitos. Valor, luminosidade ou brilho é a dimensão que quantifica a matiz, levando em consideração o quanto ela é clara ou escura. Já a saturação ou croma a quantifica em relação a sua pureza, variando desde uma experiência pálida até cores intensas (LABRECQUE, 2020).

Figura 2: As três dimensões das cores (matiz, valor e saturação)



(fonte: <https://favpng.com>)

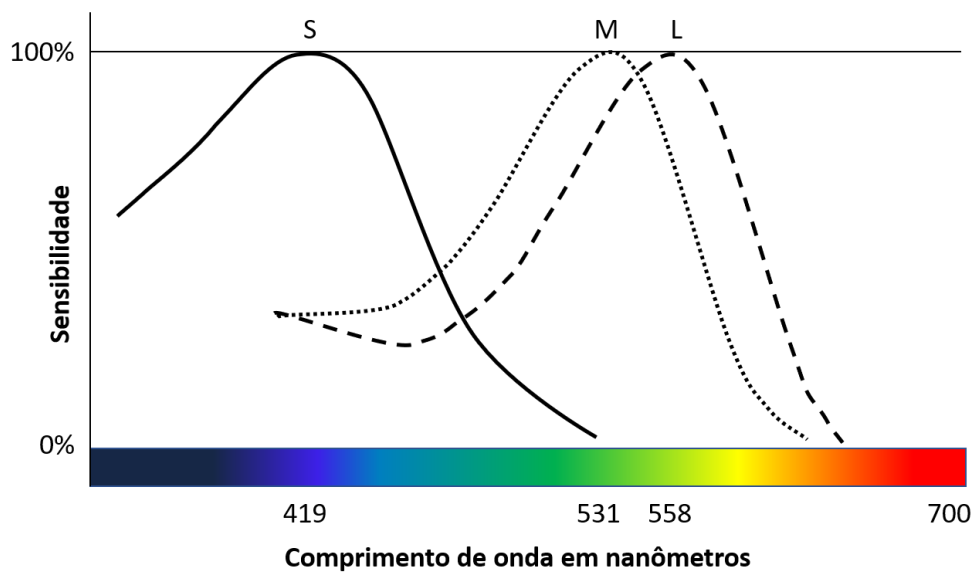
2.1.2. O papel da retina na percepção das cores

As cores são percebidas a partir de um processo sensorial, que envolve desde estruturas presentes nos olhos até o córtex visual cerebral. Este processo se inicia nos receptores de luz localizados na retina, que convertem o estímulo em sinais, que são enviados ao cérebro pelos nervos ópticos, onde as informações são processadas. As células cone são os receptores que permitem a visão colorida, enquanto os bastonetes propiciam a visão apenas em preto, branco e cinza. Em condições de baixa iluminação, não é possível reconhecer as cores, pois os cones tornam-se inoperantes, o que não acontece com os bastonetes (GRZYBOWSKI; KUPIDURA-MAJEWSKI, 2019). Os cones possuem tipos distintos de pigmentos fotossensíveis, que respondem a diferentes comprimentos de onda (BRUNI; CRUZ, 2006; LOTTO et al., 2011; SCHWARTZ; KRANTZ, 2015).

A forma como ocorre a visão das cores ainda não é totalmente conhecida, sendo o entendimento mais difundido que ela seja dimensional: é a quantidade de tipos de pigmentos fotossensíveis ativos nos cones que determina o seu funcionamento. Nesta abordagem dimensional, destaca-se a teoria tricromática da visão humana, que começou a se desenvolver a partir das contribuições de Thomas Young em 1802, que propôs a existência de apenas três tipos de elementos na retina, que seriam capazes de trabalhar de forma conjunta para reagir a todas as ondas visíveis. Esta abordagem foi fortalecida por experimentos práticos que vieram em seguida, conduzidos por Maxwell (1856) e Helmholtz (1924). Foi no século XX que este entendimento se aprofundou e evidenciou a existência de três tipos distintos de cones na retina, cada um contendo um determinado tipo de pigmento fotossensível (JACOBS, 2018). A teoria tricromática é também conhecida como teoria de Young-Helmholtz, em homenagens aos seus dois maiores colaboradores (LOTTO et al., 2011).

A classificação dos cones é feita a partir da sua sensibilidade. Cones que respondem melhor aos comprimentos de onda curtos são chamados de S, do inglês *short*. Já os que respondem melhor aos comprimentos médios e longos são chamados respectivamente de M (*medium*) e L (*long*). Cada cone responde a uma faixa de comprimentos de onda, dentro da qual existe um determinado comprimento que o ativa de forma máxima (SCHWARTZ; KRANTZ, 2015). A Figura 3 apresenta as curvas de sensibilidade dos cones e os pontos onde ocorre sua máxima ativação (picos de sensibilidade): 419 nanômetros nos cones S (que corresponde ao comprimento de onda da cor violeta), 531 nanômetros nos cones M (que corresponde ao verde) e 558 nanômetros nos cones L (que corresponde ao amarelo-verde) (SIMUNOVIC, 2010).

Figura 3: Sensibilidade dos cones S, M e L



(fonte: criada a partir de (SIMUNOVIC, 2010))

É comum nomear os cones S de azul, os M de verde e os L de vermelho. Contudo, esta nomenclatura não é precisa e deve ser utilizada com ressalvas. Inicialmente, é preciso considerar que as cores, portanto seus nomes, são o resultado de um processo perceptivo e que os cones são a entrada deste processo e não a saída. Além disso, não há uma relação precisa entre os picos de sensibilidade dos cones e estas cores (CONWAY et al., 2018). Outra questão é que mais de um tipo de cone pode ser ativado por um mesmo estímulo, em diferentes intensidades, devido à interseção entre as áreas de sensibilidade ilustradas na Figura 3 (SCHWARTZ; KRANTZ, 2015).

2.1.3. A teoria do processo oponente

A teoria do processo oponente foi criada em 1878 por Ewald Hering, buscando fornecer explicações para questões que não se encaixavam na teoria tricromática. Enquanto misturar algumas cores criava tons intermediários entre elas, a mistura de outras gerava novas cores. Apesar de ter sido considerada inicialmente contrária à teoria tricromática, ambas passaram a ser vistas posteriormente como complementares: a teoria

tricromática explicando a atuação dos fotorreceptores e a teoria do processo oponente esclarecendo o funcionamento das estruturas que conectam a retina ao córtex cerebral (GRZYBOWSKI; KUPIDURA-MAJEWSKI, 2019).

O entendimento detalhado do funcionamento do processo oponente não será abordado nesta dissertação. De forma abrangente, existem três canais: azul-amarelo, vermelho-verde e branco-preto, onde o canal branco-preto é de luminância e os outros dois trabalham de forma oponente (BRUNI; CRUZ, 2006). A teoria do processo oponente explica como operam estes três canais e é embasada, entre outros aspectos, no fato de que as cores não-primárias são percebidas como combinações das cores que as compõem, enquanto cores produzidas a partir das combinações azul-amarelo e vermelho-verde não são percebidas desta forma: não é possível imaginar uma cor azul-amarelada ou verde-avermelhada, levando ao entendimento de que estas cores não combinam e que existem mecanismos específicos que tratam esta oponência (SCHWARTZ; KRANTZ, 2015).

2.2. Alterações na sensibilidade cromática

A alteração na sensibilidade cromática é denominada discromatopsia ou *color vision deficiency* (CVD) e pode ter origem hereditária ou adquirida (FERNANDES; URBANO, 2008; FLATLA, 2012). O termo daltonismo (em inglês, *colorblindness* (CONWAY, 2009)) também é utilizado, porém alguns estudos se referem a ele como sinônimo específico para a discromatopsia hereditária e este será o critério considerado nesta dissertação (BRUNI; CRUZ, 2006; SATO et al., 2002).

O daltonismo afeta 8% dos homens e 0,5% das mulheres, tendo como características a estabilidade e simetria, isto é, se mantém constante desde o nascimento, afeta igualmente os dois olhos e todo o campo visual. Seus tipos serão detalhados na seção

2.2.1 (Tipos de daltonismo). Já os casos adquiridos podem ser causados por uma grande variedade de doenças e, ao contrário do daltonismo, podem variar ao longo do tempo, afetar os dois olhos de formas distintas e apenas parte do campo visual. Não se conhece ao certo a sua incidência, estimando-se entre 5 e 15% da população. Sua classificação é feita de forma distinta do daltonismo, conforme a localização do problema ou de seus sintomas clínicos e não será detalhada nesta dissertação (SIMUNOVIC, 2016).

2.2.1. Tipos de daltonismo

O daltonismo é classificado conforme sua gravidade e o tipo de cone afetado: L, M ou S, detalhados na seção 2.1.2 (O papel da retina na percepção das cores). As formas mais comuns são as que afetam apenas um tipo de cone, principalmente L ou M, já que alterações nos cones S são raras (SIMUNOVIC, 2010). Estas formas são classificadas em protan, deutan ou tritan, dependendo do tipo de cone afetado: L, M ou S respectivamente (BRUNI; CRUZ, 2006). Alterações em mais de um tipo de cone são os cenários mais severos, porém os mais raros, chamados de monocromacia (SIMUNOVIC, 2010).

Daltonismo vermelho-verde

As formas protan e deutan são chamadas de daltonismo vermelho-verde e representam quase a totalidade dos casos de daltonismo, sendo classificadas conforme sua gravidade. A manifestação menos severa é o tricromatismo anômalo, onde a percepção cromática ainda é feita a partir dos três tipos de cones, mas um deles apresenta funcionamento anormal: o tricromatismo anômalo protan (anormalidade dos cones L) é chamado de protanomalia e o deutan (anormalidade dos cones M) de deuteranomalia. Já os casos em que a percepção cromática deixa de contar com um tipo de cone são chamados de dicromatismo: a ausência dos cones L é chamada de protanopia e a ausência dos cones M de deuteranopia. Apesar do dicromatismo ser considerado mais severo do

que o tricromatismo anômalo, este último varia em intensidade (leve, moderado ou grave (BIRCH, 2012)), podendo representar desde pequenas anormalidades até situações similares ao dicromatismo (SIMUNOVIC, 2010). A classificação completa do daltonismo vermelho-verde pode ser observada na Figura 4, juntamente com sua incidência na população (BRUNI; CRUZ, 2006).

Figura 4: Classificação do daltonismo vermelho-verde e sua incidência¹

Protan (cones L)	Tricromatismo anômalo	Protanomalia	1,5% homens 0,03% mulheres	DALTONISMO VERMELHO-VERDE
	Dicromatismo	Protanopia	1% homens 0,02% mulheres	
Deutan (cones M)	Tricromatismo anômalo	Deuteranomalia	5% homens 0,4% mulheres	
	Dicromatismo	Deuteranopia	1% homens 0,01% mulheres	

(fonte: criada a partir de (BIRCH, 2012; BRUNI; CRUZ, 2006))

Daltonismo tritan

No máximo 0,2% da população apresenta daltonismo tritan, também chamado de azul-amarelo, que ocorre devido a alterações nos cones S, que representam apenas 6% dos cones da retina humana (HOFMANN; PALCZEWSKI, 2015). Possui origem distinta das manifestações protan e deutan: enquanto estas últimas estão associadas ao cromossoma X (o que explica sua incidência principalmente em homens), a forma tritan está associada ao cromossoma 7 (CONWAY, 2009), podendo afetar igualmente ambos os sexos (SCHWARTZ; KRANTZ, 2015).

É comum encontrá-lo classificado em tritanomalia e tritanopia, seguindo a distinção entre tricromatismo anômalo e dicromatismo da classificação protan e tritan.

¹ Incidência na população da Inglaterra

Contudo, alguns estudos consideram este critério incorreto, apontando que existe apenas tritanopia e que a chamada tritanomalia é, na verdade, uma manifestação incompleta da tritanopia. Ele pode ser encontrado, portanto, classificado em tritanopia e tritanopia incompleta ou referenciado apenas como tritan (GEGENFURTNER; SHARPE, 2001; WENT; PRONK, 1985).

Monocromacia

A monocromacia é o estado em que a visão cromática é impactada pela ausência de mais de um tipo de cone. Sua manifestação mais severa é chamada de acromatopsia ou monocromacia de bastonete, que ocorre quando apenas os bastonetes são funcionais. Já na acromatopsia incompleta ou monocromacia de cone azul (BCM, do inglês *blue cone monochromacy*), os cones L e M estão ausentes e apenas os cones S apresentam funcionalidade. Este último tipo está relacionado ao cromossomo X, afetando principalmente os homens (BCM FAMILIES FOUNDATION, [s. d.]; HOFMANN; PALCZEWSKI, 2015). Ambos são bastante raros: a acromatopsia afeta 0,003% da população (1 em cada 30.000 nascimentos), enquanto a BCM afeta 0,001% (1 em 100.000) (BCM FAMILIES FOUNDATION, [s. d.]; REMMER *et al.*, 2015).

2.2.2. Percepção das cores pelos indivíduos daltônicos

Os diversos tipos de daltonismo conduzem a diferentes percepções cromáticas. No tipo mais severo de daltonismo (monocromacia), a visão é restrita ao branco, preto e tons de cinza, envolvendo também baixa acuidade visual e extrema sensibilidade à claridade. Em condições bem específicas de iluminação e dependendo do tipo de monocromacia, pode ser possível distinguir excepcionalmente algumas cores (SCHWARTZ; KRANTZ, 2015).

Nos demais tipos, as limitações estão associadas ao tipo de cone afetado e à severidade, representando dificuldades em distinguir determinadas cores. De forma geral, o daltonismo vermelho-verde afeta a percepção das cores vermelho, amarelo e verde, tanto nos casos protan quanto deutan. Já o daltonismo tritan afeta a percepção das cores azul e amarelo (GRZYBOWSKI; KUPIDURA-MAJEWSKI, 2019). Estas limitações variam conforme a severidade e, em um entendimento mais detalhado, envolvem outras cores e combinações, conforme apresentado na Tabela 1 (Percepções cromáticas no daltonismo protan e deutan) e Tabela 2 (Percepções cromáticas no daltonismo tritan).

Tabela 1: Percepções cromáticas no daltonismo protan e deutan

Tipo de daltonismo	Percepção cromática
Protanopia	Percepção cromática basicamente em verde escuro, azul e amarelo. Dificuldade em distinguir entre: ▪ vermelho, amarelo e verde ▪ branco e verde ▪ preto e vermelho ▪ marrom, verde, laranja e vermelho ▪ azul com vermelho, roxo e rosa Diferencia claramente: ▪ amarelo esverdeado e azul avermelhado
Protanomalia	Cores que usam vermelho em sua composição podem ser percebidas com excesso de vermelho. Dificuldade em distinguir entre as cores abaixo, porém de forma muito variável individualmente: ▪ vermelho, amarelo e verde ▪ branco e verde ▪ marrom, verde, laranja e vermelho ▪ azul e roxo
Deuteranopia	Percepção cromática basicamente em verde escuro, azul e amarelo. Dificuldade em distinguir entre: ▪ vermelho, amarelo e verde ▪ branco e verde ▪ marrom, verde, laranja e vermelho ▪ azul e roxo ▪ verde-azulado com cinza e rosa Diferencia claramente: ▪ azul e amarelo
Deuteranomalia	Cores que usam verde em sua composição podem ser percebidas com excesso de verde. Dificuldade em distinguir entre as cores abaixo, porém de forma muito variável individualmente: ▪ vermelho, amarelo e verde ▪ branco e verde ▪ marrom, verde, laranja e vermelho ▪ azul e roxo

(fonte: criada a partir de (COLE, 2007; COLOUR BLIND AWARENESS, [s. d.]; PRIDMORE, 2011, 2014))

Tabela 2: Percepções cromáticas no daltonismo tritan

Tipo de daltonismo	Percepção cromática
Tritanopia	Dificuldade em distinguir entre: ▪ azul e verde médio ▪ azul claro e cinza ▪ azul arroxeado e amarelo esverdeado ▪ roxo escuro e preto ▪ laranja e vermelho ▪ branco e amarelo Diferencia claramente: ▪ verde azulado e vermelho
Tritanomalia ou Tritanopia incompleta	Dificuldade para distinguir entre: ▪ azul e verde ▪ azul e amarelo ▪ violeta e vermelho

(fonte: criada a partir de (COLE, 2007; COLOUR BLIND AWARENESS, [s. d.]; PRIDMORE, 2011)

2.2.3. Dificuldades encontradas por daltônicos em suas atividades

As cores são utilizadas com diversos objetivos e a realização de inúmeras atividades depende de uma correta interpretação cromática. Apesar disso, há pouquíssimos estudos que analisaram o impacto do daltonismo na vida das pessoas. As dificuldades acompanham toda a sua trajetória desde a infância, muitas vezes percorrida sem nem mesmo serem diagnosticadas (BARRY *et al.*, 2017; STOIANOV *et al.*, 2019).

A maior parte dos estudos cita impactos na rotina diária: condução de veículos, práticas esportivas e leitura de textos. Nas atividades profissionais, estudos realizados na área médica apontam prejuízo na interpretação de exames e a consequente exclusão de daltônicos de determinadas profissões, como patologia. A deficiência na percepção cromática também afeta estudos escolares, qualificações profissionais, escolha de produtos, atividades que envolvem saúde e autocuidado, além de impactar o indivíduo emocionalmente (STOIANOV *et al.*, 2019). Como alguns exemplos práticos, pode ser

difícil perceber o ponto correto de um alimento ao cozinhá-lo ou então considerar a comida pouco atraente devido ao seu aspecto (BARRY *et al.*, 2017). A lista de impactos é grande e muitos outros exemplos práticos podem ser encontrados no trabalho de Tanuwidjaja et al. (TANUWIDJAJA *et al.*, 2014), que demonstram como pessoas com daltonismo estão em desvantagem em relação às pessoas com visão cromática normal.

É importante destacar que, nos casos mais graves e raros de acromatopsia, as dificuldades impactam de forma significativa os aspectos emocionais e sociais. Devido à intensa sensibilidade à claridade e baixa acuidade visual, são incompreendidos e confundidos com deficientes visuais. Muitos tentam esconder sua condição e acabam evitando o uso de recursos que possam auxiliá-los. Podem ser vítimas de maus tratos e por vezes se afastam socialmente. Como trata-se de uma situação bastante rara, é pouco provável conhecerem alguém que compartilhe das mesmas condições, o que felizmente está mudando com a criação de grupos na internet que visam sua integração e orientação (THE LOW VISION CENTERS OF INDIANA, [s. d.]).

Em relação à web, as cores são fundamentais no design de sites e, dependendo da situação, o discernimento cromático é essencial para a correta interpretação das informações (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018). Usuários daltônicos podem encontrar barreiras durante a navegação, quando o contraste entre os elementos exibidos na tela não é apropriado ou quando as cores são utilizadas como a única forma para transmitir uma determinada informação. Como exemplos, mapas com marcações coloridas, gráficos coloridos, textos realçados em cor, contraste entre cores que não conseguem ser diferenciadas por daltônicos, formulários com campos importantes ou errados assinalados em cor (WEB PARA TODOS, 2021). Pessoas com daltonismo também são prejudicadas por não usufruírem dos outros benefícios oferecidos pelas cores, que são o prazer estético e o apelo emocional, ambos influenciadores da experiência do

usuário (FLATLA *et al.*, 2013).

Por fim, é importante lembrar os conceitos explicados na seção 2.2 (Alterações na sensibilidade cromática) e considerar que o daltonismo pode se apresentar de diversas formas e em diferentes intensidades, o que interfere na forma como as barreiras descritas acima são vivenciadas individualmente.

2.3. Acessibilidade para daltônicos na web

Conforme o Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), acessibilidade significa “acesso para todos”: garantir que todos os indivíduos possam participar de qualquer atividade, independentemente de suas restrições físicas, motoras, perceptivas, culturais e sociais. Quando esta atividade se refere ao acesso à web, é utilizado o termo e-acessibilidade ou simplesmente acessibilidade na web (NÚCLEO DE ACESSIBILIDADE E USABILIDADE (NAU), [s. d.]).

A seção 2.2.3 (Dificuldades encontradas por daltônicos em suas atividades) apontou obstáculos que usuários daltônicos encontram no uso de sites, gerados pelo uso inadequado das cores e dos contrastes entre elas. Os poucos estudos realizados sobre os impactos do daltonismo na vida das pessoas limitam o desenvolvimento de recursos que possam apoiá-los em suas dificuldades. Apesar disso, diversas iniciativas tecnológicas podem ser encontradas, como ferramentas que simulam o daltonismo e substituem cores, além de óculos com lentes especiais (GÓMEZ-ROBLEDO *et al.*, 2018; STOIANOV *et al.*, 2019). Um exemplo é o filtro de cores do Windows, que substitui as cores exibidas na tela, conforme configuração feita pelo próprio usuário daltônico (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021).

Direcionadas ao desenvolvimento de conteúdos acessíveis na web, as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG, do inglês *Web Content Accessibility Guidelines*) fornecem diversas orientações, inclusive sobre o uso apropriado de cores (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2018), o que será explicado na seção 2.3.1 (WCAG). Diretrizes voltadas especialmente aos sites e portais brasileiros constam no Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG), que será detalhado na seção 2.3.2 (eMAG) (DEPARTAMENTO DE GOVERNO ELETRÔNICO, 2014).

2.3.1. WCAG

W3C, do inglês *World Wide Web Consortium*, é uma comunidade internacional que desenvolve padrões para as tecnologias web. Um destes padrões é o WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*), direcionado a tornar as páginas web acessíveis (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), [s. d.]).

O WCAG é estruturado em quatro camadas: princípios, diretrizes, critérios de sucesso, além de técnicas suficientes e de aconselhamento. Os princípios representam o primeiro nível da estrutura e são definidos como: perceptível, operável, compreensível e robusto. As diretrizes definem os objetivos a serem atingidos para garantir a acessibilidade em cada um dos princípios e auxiliam no entendimento e na aplicação dos dois níveis seguintes. Cada diretriz possui seus critérios de sucesso, organizados em três níveis crescentes de conformidade: A (essencial), AA e AAA (nível mais alto). Por fim, as técnicas, que são informativas e organizadas em suficientes (para atendimento aos critérios de sucesso) ou consultivas (aconselhamentos adicionais) (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2018).

Recomendações para o uso das cores podem ser encontradas na diretriz 1.4

(Distinguível) do princípio 1 (Perceptível). O critério de sucesso 1.4.1 (Uso da Cor) garante o nível mínimo de conformidade (A) em relação ao uso das cores. Ele orienta que as cores não sejam utilizadas como a única forma de comunicação com o usuário, quando o objetivo for transmitir informações, diferenciar algum elemento da tela ou solicitar determinado procedimento ao usuário. A recomendação é criar uma redundância e agregar outro elemento visual. O WCAG sugere algumas técnicas para garantir este critério de sucesso, ressaltando que são apenas informativas, já que o objetivo pode ser alcançado a partir de outras estratégias. A seguir, consta uma relação não exaustiva de orientações e exemplos, sem a intenção de abranger todos os cenários possíveis (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2018):

- Textos podem ser realçados com sublinhado ou exibidos em tamanho diferente. Um exemplo é o caso de palavras ou frases utilizadas como *links*.
- Os *links* também podem ser diferenciados pela cor, com taxa mínima de contraste de 3:1 em relação ao restante do texto, desde que seja garantida a redundância através de dicas visuais, como sublinhado, no momento em que o usuário apontar o *link*. A cor recomendada é o azul, que consegue ser reconhecido pela maioria dos daltônicos.
- Campos obrigatórios em formulários ou preenchidos com erro podem ser destacados com texto informativo.
- Conteúdo não-textual pode ser destacado com diferentes padrões, como no gráfico de linhas, onde cada uma pode ser apresentada de diferente forma (tracejada, contínua, dentre outras).

Outras orientações quanto ao uso das cores podem ser encontradas em critérios de sucesso que visam atingir níveis superiores de conformidade (WORLD WIDE WEB

CONSORTIUM (W3C), 2018), que não serão detalhadas nesta dissertação, por não terem relação com esta pesquisa: 1.4.3 (Contraste Mínimo, nível AA), 1.4.6 (Contraste Melhorado, nível AAA), 1.4.8 (Apresentação Visual, nível AAA) e 1.4.11 (Contraste sem Texto, nível AA).

2.3.2. eMAG

A partir das diretrizes internacionais do WCAG e de outras regras adotadas em diversos países, o Departamento de Governo Eletrônico brasileiro, em parceria com a organização não governamental Acessibilidade Brasil, desenvolveu o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG), que orienta o desenvolvimento acessível de sites e portais brasileiros, em especial os do governo federal (DEPARTAMENTO DE GOVERNO ELETRÔNICO, 2014).

As recomendações de acessibilidade do eMAG estão organizadas em seis áreas e não há níveis como ocorre no WCAG. Portanto, todas as orientações citadas para uma determinada área devem ser seguidas, sendo elas: Marcação, Comportamento, Conteúdo/Informação, Apresentação/Design, Multimídia e Formulários. O uso apropriado das cores é abordado nas recomendações 4.1 e 4.2 da área Apresentação/Design:

- 4.1 (Oferecer contraste mínimo entre plano de fundo e primeiro plano), com referência ao critério de sucesso 1.4.3 do WCAG (Contraste Mínimo).
- 4.2 (Não utilizar apenas cor ou outras características sensoriais para diferenciar elementos), com referência a dois critérios de sucesso do WCAG: 1.3.3 (Características Sensoriais) e 1.4.1 (Uso da Cor).

Destes três critérios de sucesso do WCAG mencionados pelo eMAG, dois deles

foram citados na seção 2.3.1 (WCAG), que são: 1.4.1 e 1.4.3, ambos da diretriz 1.4 (Distinguível). O critério de sucesso 1.3.3 da diretriz 1.3 (Adaptável) orienta que instruções oferecidas nas páginas, sejam para a interpretação de uma informação ou para alguma ação do usuário, não devem depender unicamente das características sensoriais dos elementos associados a elas, orientando que requisitos específicos sobre cores sejam consultados na diretriz 1.4 (Distinguível). Por este motivo, este critério de sucesso não foi abordado na seção 2.3.1 (WCAG), que se restringiu às orientações quanto ao uso das cores.

O eMAG também possui uma seção que orienta a implementação de elementos padronizados, que são: teclas de atalho, primeira folha de contraste, barra de acessibilidade, apresentação do mapa do sítio e página com a descrição dos recursos de acessibilidade. As cores são citadas nas orientações da primeira folha de contraste, onde são especificadas as cores que devem ser aplicadas na opção de alto contraste.

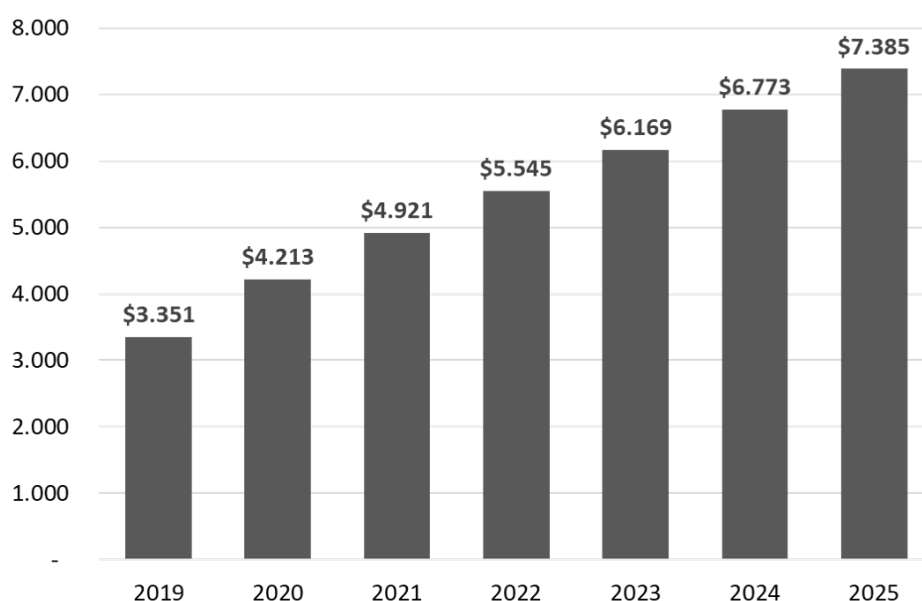
2.4. Comércio eletrônico

Comércio eletrônico é o termo utilizado para as atividades de compra e venda de produtos, serviços ou informações de forma *online* através da internet (CAO; AJJAN; HONG, 2018). As transações podem ser feitas entre diferentes empresas, entre empresas e consumidores finais ou até mesmo entre pessoas físicas, cada um destes tipos representando um diferente modelo de comércio eletrônico (LIN, 2008). As empresas que vendem diretamente ao consumidor final compõem o ramo do varejo, cujo canal *online* vem crescendo de forma consistente, impulsionado pelo maior acesso à internet e pelos aplicativos móveis e sociais (CAMAROTTO, 2009; CAO; AJJAN; HONG, 2018; SEBRAE, 2020).

2.4.1. Histórico de crescimento

Em 2016, o mercado da China já apontava quase 900 bilhões de dólares em compras *online* no varejo (quase metade do volume mundial), seguido da América do Norte com mais de 400 bilhões de dólares, conforme relatório da eMarketer (CAO; AJJAN; HONG, 2018). Em 2020, as vendas em todo o mundo já tinham ultrapassado 4 trilhões de dólares, crescendo mais de 25% em um ano, impulsionadas pelo isolamento social exigido pela pandemia do COVID-19. A Figura 5 apresenta o crescimento real deste segmento e projeções futuras. É possível observar também a representatividade crescente do comércio eletrônico no volume total de vendas no varejo, conforme Figura 6 (ABRAMS, 2021).

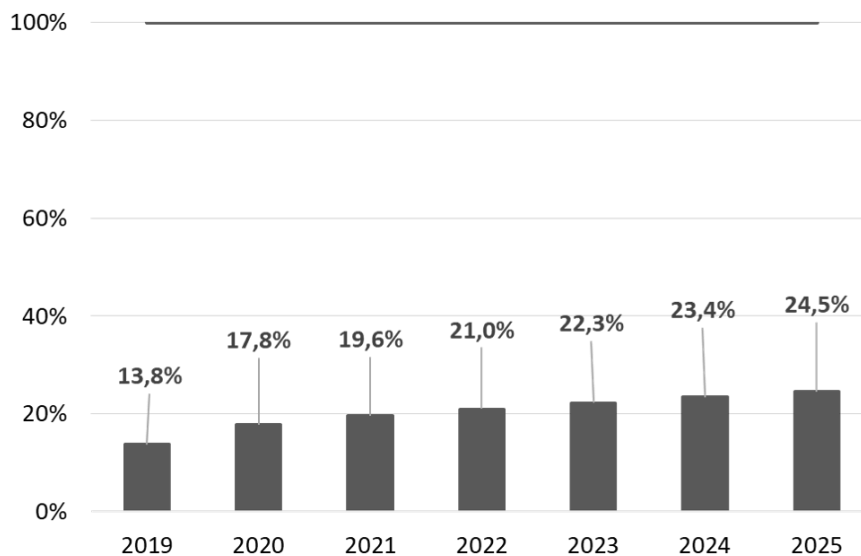
Figura 5: Vendas geradas pelo comércio eletrônico do varejo (em trilhões de dólares)²



(fonte: criada a partir de (ABRAMS, 2021))

² Conforme previsão da eMarketer, em maio de 2021

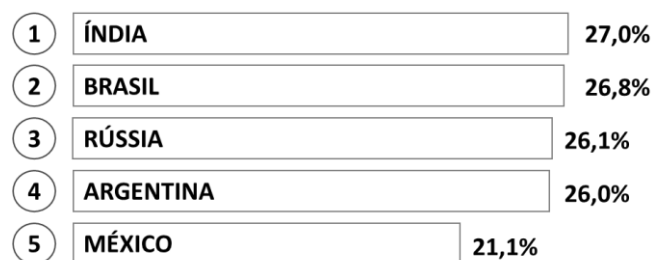
Figura 6: Representatividade do comércio eletrônico nas vendas totais do varejo³



(fonte: criada a partir de (ABRAMS, 2021))

Ainda em relação ao ano de 2020, a região que apresentou o maior crescimento anual foi a América Latina, especialmente a Argentina, que cresceu 79% (CRAMER-FLOOD, 2021). Em 2021, a América Latina continuou se destacando, mas o Brasil superou ligeiramente a Argentina, o que pode ser observado na Figura 7, que apresenta os países com maior crescimento no comércio eletrônico neste ano (CEURVELS, 2021).

Figura 7: Países com maior crescimento no comércio eletrônico do varejo em 2021⁴



(fonte: criada a partir de (CEURVELS, 2021))

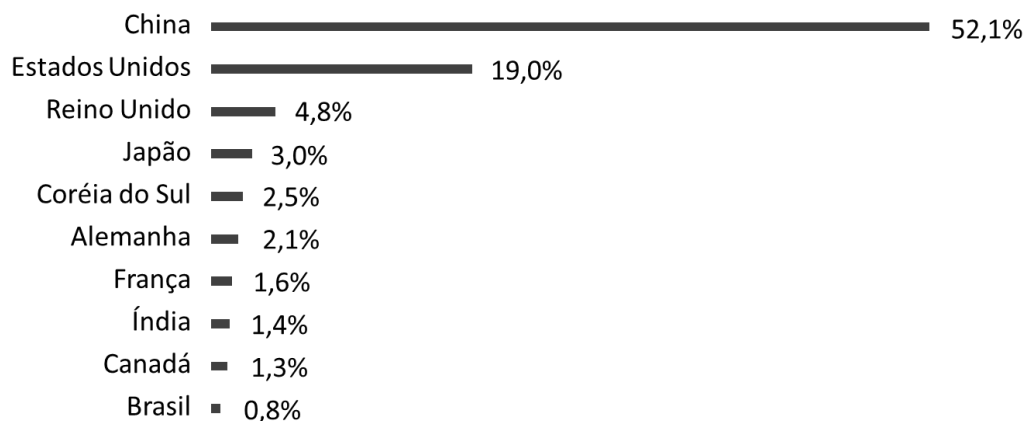
Independentemente do crescimento observado em algumas regiões nos últimos anos, a China ainda lidera o segmento em termos de volume de vendas: além de participar

³ Conforme previsão da eMarketer, em maio de 2021

⁴ Conforme previsão da eMarketer, em maio de 2021

com mais de 50% do volume mundial, a maior parte das vendas realizadas no país são feitas de forma *online* (CRAMER-FLOOD, 2021). Os países com maior representatividade no comércio eletrônico mundial podem ser observados na Figura 8, onde o Brasil ocupa a décima posição (LEBOW, 2021).

Figura 8: Países com maior representatividade no comércio eletrônico do varejo



(fonte: criada a partir de (LEBOW, 2021))

2.4.2. Vantagens e desafios

Conforme observado na seção anterior, os consumidores vêm optando cada vez mais pelos canais de vendas *online*, em detrimento das lojas físicas, o que tem aumentado de forma significativa a representatividade das vendas *online* na receita das companhias. Para os consumidores, este modelo de compra apresenta inúmeras vantagens: existem mais informações disponíveis e mais opções, é mais fácil pesquisar produtos e comparar preços, além de receberem sugestões personalizadas. Somado a tudo isso, o canal *online* trouxe maior praticidade e segurança para as pessoas, durante a pandemia do COVID-19 presente nos últimos anos (DEKIMPE; GEYSKENS; GIELENS, 2020; HASILOGLU; KAYA, 2021).

Sob a ótica das empresas, o comércio eletrônico permite a expansão de suas vendas para mercados mundiais, não apenas viabilizando este processo, mas também

simplificando-o e tornando-o mais barato. Além disso, pequenas e médias empresas conseguem aumentar a sua participação no mercado. Contudo, este canal potencializa a competitividade entre os vendedores, tanto pelas vantagens geradas para o consumidor (muitas opções e facilidade de comparação entre elas) quanto pelo mecanismo de exposição de suas opiniões e experiências, que passam a ser considerados nas pesquisas de outros compradores (HASILOGLU; KAYA, 2021). Novas estratégias estão sempre sendo criadas para atrair novos clientes, mas também para manter a fidelidade dos já existentes. Na busca por melhorar a relação com o consumidor, ter clientes satisfeitos torna-se fundamental, pois eles geram valor em suas compras diretas e também quando recomendam a empresa para seus familiares e conhecidos (OBLANDER et al., 2020).

No sentido de compreender os diversos fatores que interferem no comportamento do consumidor *online*, vários estudos vêm sendo realizados. Questões relacionadas ao item propriamente dito, como preço ou utilidade, influenciam na efetivação da compra, mas existem diversos outros fatores. A relação com a empresa (atendimento ao cliente, confiança, segurança, cumprimento) são fatores que também estão presentes. Além disso, a experiência do usuário, representada pela facilidade de uso e qualidade do serviço eletrônico, também é determinante para a efetivação da compra (CAO; AJJAN; HONG, 2018).

3. TRABALHOS ANTERIORES

Os trabalhos anteriores foram analisados a partir de um mapeamento sistemático de literatura, cujo método detalhado consta na seção 3.1 desta dissertação (Pesquisa bibliográfica sobre dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis). Os resultados obtidos nos estudos já realizados na área foram organizados em cinco seções, conforme descrito na seção 3.1.3.

3.1. Pesquisa bibliográfica sobre dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis

Foi realizado um mapeamento sistemático de literatura, visando identificar os trabalhos que já tenham pesquisado as dificuldades sentidas por indivíduos daltônicos na utilização de sites e aplicativos móveis. Este mapeamento foi realizado em três fases: planejamento, condução e resultados, conforme detalhado a seguir.

3.1.1. Planejamento do Mapeamento Sistemático

Nesta etapa, foram definidos: propósito do mapeamento, protocolo, questões de pesquisa e critérios de busca e seleção do material (fontes, string de busca, critérios de inclusão e exclusão de documentos).

O mapeamento buscou identificar trabalhos anteriores que tenham pesquisado indivíduos daltônicos como usuários da internet, para compreender suas dificuldades de navegação e alternativas que tornem os sites e aplicativos mais acessíveis a eles. Apesar desta dissertação ter como foco o processo de compra *online*, este mapeamento não se

restringiu a ele. A intenção foi permitir que pesquisas mais genéricas sobre o uso da internet pudessem ser aproveitadas, desde que houvesse correspondência com as situações nas quais as cores são utilizadas no processo de compra *online*. As Tabelas 3 e 4 apresentam a estrutura PIC (População, Intervenção e Comparação) e as questões de pesquisa, elaborados a partir desta estratégia de mapeamento.

Tabela 3: Estrutura PIC

PIC	Valor
População	Indivíduos daltônicos
Intervenção (fenômeno de interesse)	Dificuldades na utilização
Comparação (contexto)	Interfaces de sites e aplicativos móveis

(fonte: do autor)

Tabela 4: Questões de pesquisa

Questão	Pergunta
Q1	Quais são as dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis?
Q2	Quais interfaces de sites e aplicativos móveis foram estudadas quanto às dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos?
Q3	Quais estratégias foram identificadas para tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos?
Q4	Quais são os maiores desafios em tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos?
Q5	Quais tipos de daltonismo já foram contemplados por soluções acessíveis em interfaces de sites e aplicativos móveis?

(fonte: do autor)

A busca foi realizada em três bases: ACM Digital Library, SCOPUS (Elsevier) e Web of Science - Coleção Principal (Clarivate Analytics), aplicando-se a *string* da Tabela 5 nos campos principais (título, resumo e palavras-chave) dos estudos publicados nos últimos cinco anos (de 2017 a 2021). A *string* considerou apenas a população do PIC, nos

vários termos utilizados para daltonismo em inglês. Os demais itens do PIC (fenômeno de interesse e contexto) foram reservados para a análise individual de cada trabalho, desde que o volume de documentos encontrados viabilizasse este método. A intenção foi garantir maior assertividade na seleção. Conforme os resultados obtidos, esta estratégia se mostrou viável, não sendo necessário modificar a *string*.

Tabela 5: *String* de busca

String
“colorblindness” OR “colourblindness” OR “color blind” OR “colour blind” OR “color vision impairment” OR “colour vision impairment” OR “impaired colour vision” OR “impaired color vision” OR “colour vision deficiency” OR “color vision deficiency” OR “color deficiency” OR “colour deficiency”

(fonte: do autor)

Por fim, a Tabela 6 apresenta os critérios de seleção considerados e aplicados após a seleção inicial dos estudos. No caso do critério de exclusão que trata da classificação da fonte de publicação, a intenção foi desconsiderar trabalhos publicados em *journals* que não tenham sido classificados através de nenhum dos critérios escolhidos, que foram: sistema brasileiro Qualis Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e fator de impacto (*Journal Impact Factor* - JIF) publicado no *InCites Journal Citation Reports* (JCR). Para publicações em conferências, foi considerado também o indicador *SCImago Journal Rank* (SJR) disponibilizado pelo portal *SCImago Journal & Country Rank*. Importante ressaltar que a intenção deste critério de exclusão foi desconsiderar apenas as fontes sem classificação em nenhuma destas bases consultadas.

Tabela 6: Critérios de seleção

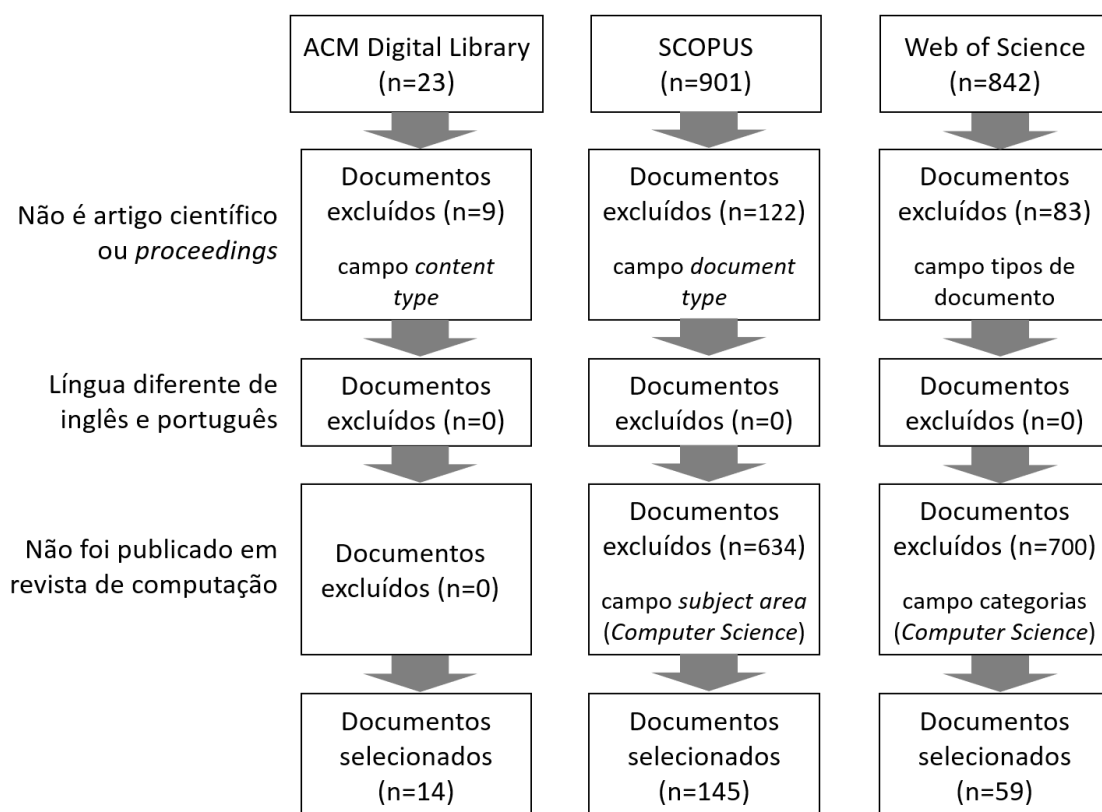
Inclusão	Exclusão
Aborda o daltonismo	– Não é artigo científico ou <i>proceedings</i> – Não possui resumo <i>online</i> – Texto completo indisponível – Escrito em língua diferente de inglês e português – Não foi publicado em revista de computação – Não trata da análise das dificuldades encontradas por daltônicos na utilização de interfaces de sites e aplicativos móveis – Fonte de publicação sem classificação

(fonte: do autor)

3.1.2. Condução do Mapeamento Sistemático

A busca nas bases citadas na seção de planejamento foi realizada nos dias 23 e 24 de novembro de 2021, resultando em 1.796 documentos: 23 na ACM Digital Library, 901 na SCOPUS e 842 na Web of Science. Foram então aplicados três critérios de exclusão, conforme apresentado na Figura 9, utilizando os filtros disponíveis nos próprios sites das bases consultadas, gerando um novo resultado com 218 documentos.

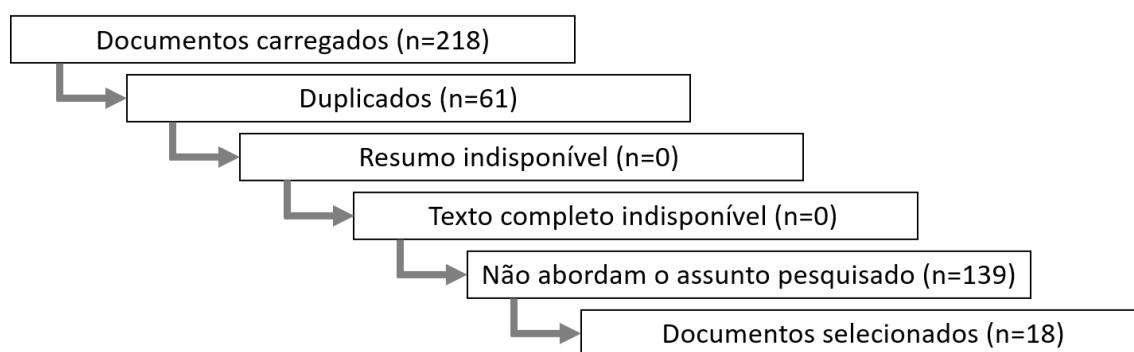
Figura 9: Fluxo de seleção de documentos nos sites das bases



(fonte: do autor)

Os documentos resultantes deste primeiro fluxo de seleção foram importados para a ferramenta PARSIFAL (<https://parsif.al/>) e removidos os duplicados. Os resumos dos documentos restantes foram então analisados, para que pudesse ser avaliado se o estudo abordou a análise das dificuldades encontradas por daltônicos na utilização de interfaces de sites e aplicativos móveis. Em caso de dúvida, o texto completo foi consultado, o que ocorreu em oito casos. O fluxo completo desta seleção consta na Figura 10.

Figura 10: Fluxo de seleção de documentos no PARSIFAL



(fonte: do autor)

As dezoito publicações selecionadas foram então analisadas quanto ao último critério de exclusão, que tratou da classificação do *journal* ou conferência. Duas publicações foram excluídas, gerando um resultado final com dezesseis documentos para análise detalhada, sendo seis publicações em *journal* (Tabela 7) e dez publicações em conferências (Tabela 8).

Tabela 7: Documentos selecionados para análise integral – publicações em *journal*

<i>Journal</i>	ISSN	Título	Referência
ACM Transactions on Accessible Computing	1936-7228	ACE: A Colour Palette Design Tool for Balancing Aesthetics and Accessibility	(TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
International Journal of Advanced Computer Science and Applications	2156-5570, 2158-107X	A New Approach of e-Commerce Web Design for Accessibility based on Game Accessibility in Chinese Market	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
International Journal of Computer Science and Network Security	1738-7906	Usability Aspects of Adaptive Mobile Interfaces for Colour-Blind and Vision Deficient Users	(IQBAL <i>et al.</i> , 2018b)
Universal Access in the Information Society	1615-5289, 1615-5297	An ontology-based framework for improving color vision deficiency accessibility	(BONACIN; REIS; DE ARAÚJO, 2021)
Universal Access in the Information Society	1615-5289, 1615-5297	Methodology for heuristic evaluation of the accessibility of statistical charts for people with low vision and color vision deficiency	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021)
Universal Access in the Information Society	1615-5289, 1615-5297	Understanding interface recoloring aspects by colorblind people: a user study	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018)

(fonte: do autor)

Tabela 8: Documentos selecionados para análise integral – publicações em conferências

Conferência	Título	Referência
Applications of Mathematics in Engineering and Economics (AMEE)	Usability Strategy and Guidelines for Building an Accessible Web Portal	(IVANOVA; MITEV, 2021)
Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC)	Flying Colors: Using Color Blindness Simulations in the Development of Accessible Mobile Games	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC)	The Windows 10's Color Filter Feature as an Aid for Color Blind People in the Use of Websites	(PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
CHI Conference on Human Factors in Computing Systems	Exploring the Impact of Colour-Blindness on Computer Game Performance	(NAPOLI; CHIASSON, 2018)
Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)	TPM: Using Experiential Learning to Support Accessibility in Computing Education	(MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020)
International Conference on Advancements in Computational Sciences (ICACS)	Adaptive Interface for Color-Blind People in Mobile-Phones	(IQBAL <i>et al.</i> , 2018a)
International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS)	Towards Accessible Mobile Pattern Authentication for Persons with Visual Impairments	(BALAJI; KUPPUSAMY, 2017)
International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)	Ensuring the credibility of a colour vision deficient improvement algorithm by use of two statistical analysis techniques	(EGAN; ALSAFYANI, 2018)
International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI)	Colors Similarity Computation for User Interface Adaptation	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017)
International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)	A User-Centered Design for Redesigning E-Government Website in Public Health Sector	(PUSPITASARI ; CAHYANI; TAUFIK, 2018)

(fonte: do autor)

3.1.3. Resultados do Mapeamento Sistemático

As dezesseis publicações selecionadas na etapa anterior foram analisadas a partir das perguntas de pesquisa apresentadas na Tabela 4 da sessão 3.1.1 (Planejamento do Mapeamento Sistemático). Os resultados obtidos para cada pergunta foram registrados da seguinte forma:

- Q1 – resultados documentados na seção 3.2 (Dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis)
- Q2 – resultados documentados na seção 3.3 (Interfaces de sites e aplicativos móveis que já foram estudados quanto às dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos)
- Q3 – resultados documentados na seção 3.4 (Estratégias para tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos)
- Q4 – resultados documentados na seção 3.5 (Maiores desafios em tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos)
- Q5 – resultados documentados na seção 3.6 (Tipos de daltonismo já contemplados por soluções acessíveis em interfaces de sites e aplicativos móveis)

3.1.4. Limitações do Mapeamento Sistemático

O mapeamento sistemático de literatura foi realizado por um único pesquisador, deixando de contar com os benefícios das revisões em pares. Além disso, a busca pelos trabalhos se restringiu às bases ACM Digital Library, SCOPUS (Elsevier) e Web of

Science - Coleção Principal (Clarivate Analytics), contemplando apenas publicações nos idiomas português e inglês.

3.2. Dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis

Respostas a esta primeira questão de pesquisa foram encontradas em dez das dezesseis publicações analisadas. O resultado está apresentado na Tabela 9, organizado conforme a similaridade entre elas. Para cada item, constam as informações sobre os documentos relacionados (quantidade e referências).

Tabela 9: Dificuldades dos daltônicos no uso das interfaces

Dificuldade	Quant.	Documentos
Selecionar elementos da tela pela cor	3	(IQBAL <i>et al.</i> , 2018a; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Interagir em jogo	5	(IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Visualizar imagem com contraste muito baixo ou muito alto entre as cores	2	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Desconforto com cores muito vibrantes	1	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018)
Interpretar legenda colorida	2	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Diferenciar cores em gráficos	4	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; EGAN; ALSAFYANI, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Interpretar elementos coloridos em imagem	2	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Interpretar mapas	1	(PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Distinguir cores na pequena tela do celular	1	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018)
Efetuar uma compra <i>online</i>	2	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Efetuar um pagamento <i>online</i>	1	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
Navegar pelo site até encontrar o item desejado	1	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
Ler especificação de produto	1	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
Leitura de texto com fonte muito fina	1	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Identificar campos obrigatórios em formulário	1	(PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Identificar links	1	(PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Utilizar padrões de bloqueio de tela dos celulares	1	(BALAJI; KUPPUSAMY, 2017)
Menor satisfação na experiência	2	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b)
Utilizar recursos de dicas visuais ao invés das cores	1	(NAPOLI; CHIASSON, 2018)
Prejuízo estético e afetivo	1	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)

(fonte: do autor)

A dificuldade em interagir em jogos foi a questão mais citada nos estudos, observada em metade dos documentos. Pinheiro et al. (PINHEIRO *et al.*, 2021) coletaram

dificuldades sentidas em jogos digitais, a partir de simulação da visão daltônica. Além de dificuldades em cumprir as etapas do jogo, os participantes relataram a percepção dos prejuízos estético e afetivo que as interfaces não acessíveis geram aos indivíduos daltônicos. Jogos digitais também foram estudados por Iqbal et al. (IQBAL *et al.*, 2018b), desta vez diretamente junto a usuários daltônicos, constatando prejuízos na interação (capacidade de completar tarefas e esforços para executá-las), além de menor satisfação na experiência. Já o estudo de Napoli e Chiasson (NAPOLI; CHIASSON, 2018) analisou a eficácia das dicas visuais (recursos de acessibilidade sugeridos pelo WCAG) em um jogo *online*: apesar dos indicadores de performance apurados terem confirmado a eficácia destes recursos, a percepção dos jogadores foi de que cometeram mais erros e tiveram maior dificuldade nos movimentos. Os jogadores também relataram que demoraram para se acostumar com as dicas visuais e a confiar nelas.

A segunda questão mais observada nos trabalhos foi a dificuldade em diferenciar cores em gráficos. Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) estudaram esta questão e diversos outros cenários junto a indivíduos daltônicos e puderam identificar suas dificuldades de interação. Dependendo de como as cores são usadas, elas podem impactar atividades de entretenimento (como jogos ou visualização de notícias), interpretação de informações (gráficos ou mapas com legendas), preenchimento de formulários, identificação de links de navegação e até mesmo compras *online* que dependem da correta identificação de cores.

Araújo et al. (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018) também estudaram cenários junto a indivíduos daltônicos e coletaram várias de suas dificuldades, como reconhecer as cores em legendas, gráficos ou imagens, além do agravante gerado pela pequena tela do celular. Mesmo em interfaces com cores acessíveis, o uso de contraste exagerado e de cores muito vibrantes foi apontado como desconfortável pelos

participantes da pesquisa. Por outro lado, interfaces não acessíveis despertaram irritabilidade.

Abdalla et al. (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021) estudaram as barreiras de acessibilidade em sites de compra *online*. Foi feito um levantamento do tempo utilizado por indivíduos daltônicos em determinadas etapas do processo de compra: visualização da página principal do site, navegação pelas categorias de produtos até a seleção do item desejado, leitura da especificação do produto e efetivação do pagamento. Em todas as etapas, os usuários precisaram de mais tempo do que indivíduos sem dificuldades na percepção cromática, ressaltando que o estudo foi feito através de simulação do daltonismo.

3.3. Interfaces de sites e aplicativos móveis que já foram estudadas quanto às dificuldades encontradas por indivíduos daltônicos

O resultado desta pergunta de pesquisa está apresentado na Tabela 10, organizado alfabeticamente. Para cada item, constam as informações sobre os documentos relacionados (quantidade e referências).

Tabela 10: Finalidades das interfaces já estudadas

Finalidade da interface	Quant.	Documentos
Apresentação de características de um produto	1	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
Configuração e uso do padrão de bloqueio de tela do celular	1	(BALAJI; KUPPUSAMY, 2017)
Consulta de exame de imagem	2	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018)
Formulário web	3	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Gráficos	5	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; EGAN; ALSAFYANI, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Jogos digitais	5	(IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Links de navegação	1	(PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Mapas	4	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Menu de navegação	3	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018)
Portal de serviços	1	(IVANOVA; MITEV, 2021)
Procedimento de pagamento <i>online</i>	1	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
Site de compra <i>online</i>	2	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Site de notícias	1	(PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Tabela web	2	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018)

(fonte: do autor)

As interfaces de jogos digitais foram bastante estudadas e tiveram trabalhos dedicados exclusivamente a este tema. Pinheiro et al. (PINHEIRO *et al.*, 2021) e Iqbal et al. (IQBAL *et al.*, 2018b) estudaram especificamente jogos para dispositivos móveis, enquanto Napoli e Chiasson (NAPOLI; CHIASSON, 2018) analisaram a dinâmica de um

jogo em *desktop*.

Ao lado dos jogos digitais, as interfaces com gráficos foram as mais citadas, seguidas das interfaces com mapas. Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) estudaram diversos cenários, baseados em situações reais observadas na internet: jogos, visualização de notícias, gráficos e mapas, preenchimento de formulários, links de navegação e sites de compra *online*. Outros dois trabalhos (BONACIN; REIS; DE ARAÚJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018) também estudaram situações observadas na internet: mapas, gráficos, imagens, navegação via menu, formulários e tabelas web. Mapas também foram estudados em uma pesquisa anterior destes mesmos autores (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017).

Sites de compra *online* foram citados no trabalho de Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) e de Abdalla et al. (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021), sendo este último dedicado a este tema, onde foram observados: navegação por categorias de produtos, leitura das características dos itens e procedimentos de pagamento.

3.4. Estratégias para tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos

O resultado desta pergunta de pesquisa está apresentado na Tabela 11, organizado conforme a similaridade entre os itens. Para cada estratégia, constam as informações sobre os documentos relacionados (quantidade e referências).

Tabela 11: Estratégias para tornar as interfaces acessíveis

Estratégia	Quant.	Documentos
Simulação da visão daltônica durante o desenvolvimento	2	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Ferramenta de apoio aos desenvolvedores para escolha de paleta de cores	1	(TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Abordar a acessibilidade desde as etapas iniciais do desenvolvimento	2	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Criação de conteúdo educativo que vise maior conscientização sobre o tema	1	(MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020)
Uso das diretrizes do WCAG	7	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; IVANOVA; MITEV, 2021; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Uso de cores adequadas para daltonismo	4	(BALAJI; KUPPUSAMY, 2017; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; PUSPITASARI; CAHYANI; TAUFIK, 2018; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Uso do contraste adequado	2	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Indicadores para inspeção de gráficos	1	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021)
Recoloração	6	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017, 2018; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Alteração de imagem, separando cores limítrofes com borda	1	(EGAN; ALSAFYANI, 2018)
Permitir personalização da apresentação das telas antes de iniciar a navegação	3	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017)
Permitir que os critérios de adaptação sejam definidos ao longo da navegação e variem conforme o contexto	2	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021)

(fonte: do autor)

Tigwell et al. (TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017) implementaram uma

solução de apoio aos desenvolvedores na escolha de cores acessíveis, baseada nas diretrizes do WCAG e recomendada para uso desde as etapas iniciais do desenvolvimento, questão levantada como importante para garantir interfaces de fato acessíveis. A solução desenvolvida também permite a simulação do daltonismo durante a seleção da paleta de cores, outro quesito mapeado como importante pelos autores. Pinheiro et al. (PINHEIRO *et al.*, 2021) também enfatizaram a importância da simulação da visão daltônica durante o desenvolvimento da solução, principalmente desde as etapas iniciais do projeto. E o WCAG também foi a estratégia estudada por Napoli e Chiasson (NAPOLI; CHIASSON, 2018), que escolheram para seu trabalho um jogo *online* desenvolvido com base em suas diretrizes.

Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) avaliaram a eficácia do filtro de cores do Windows, que utiliza o critério de recoloração, substituindo algumas cores na tela, de acordo com a configuração do usuário aplicada diretamente no sistema operacional. Egan e Alsafyani (EGAN; ALSAFYANI, 2018) implementaram um recurso voltado especificamente para gráficos, que inclui uma borda nas regiões limítrofes entre as cores. Apesar deste recurso não estar disponível durante o uso *online* de sites ou aplicativos móveis, ele foi mantido neste estudo, pois representa uma estratégia cujo uso pode vir a ser ampliado futuramente.

Araújo et al. (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018) trouxeram para seu estudo diferentes ferramentas de recoloração e também a estratégia de ajuste do contraste baseado nas diretrizes do WCAG. Os mesmos pesquisadores desenvolveram, posteriormente (BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021), uma solução que determina, de forma dinâmica, a melhor técnica de ajuste das cores, que varia conforme as características individuais, preferências definidas pelos usuários e também de acordo com cada contexto apresentado ao longo da navegação (mapas, gráficos, menu, dentre outros).

Neste sentido, são consideradas inclusive as características do dispositivo do usuário. As decisões são tomadas de forma automática, ao longo da navegação, dispondo de diferentes técnicas de recoloração, além de imagens e páginas definidas previamente pelos designers para cada tipo de daltonismo. A abordagem de flexibilizar a escolha da melhor técnica de recoloração já havia sido estudada por estes autores anos antes (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017), onde eles buscaram identificar as preferências do usuário com base na análise das diferenças entre as cores originais de um cenário apresentado a ele e as cores alternativas escolhidas para substituição. A partir deste entendimento, seria possível escolher o método de recoloração que atenderia melhor ao usuário.

Na pesquisa de Abdalla et al. (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021) sobre sites de compra *online*, as estratégias para tornar as interfaces acessíveis incluíram: utilização do WCAG, calibragem para daltonismo na abertura da página e disponibilização de recursos de ajustes das configuração ao longo da navegação.

Malachowsky and Krutz (MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020) abordaram o tema sob a ótica educacional, criando conteúdos que possam despertar empatia e conscientização sobre os benefícios da acessibilidade em interfaces. A intenção é incorporar estes conteúdos, em um primeiro momento, aos currículos dos cursos introdutórios em computação. O material inclui exemplos reais, estratégias para tratá-los e depoimentos de usuários reais sobre os impactos destes problemas em suas vidas.

3.5. Maiores desafios em tornar as interfaces de sites e aplicativos móveis acessíveis aos indivíduos daltônicos

Respostas a esta questão de pesquisa foram encontradas em nove das dezesseis

publicações analisadas. O resultado está apresentado na Tabela 12, organizado conforme a similaridade entre elas. Para cada item, constam as informações sobre os documentos relacionados (quantidade e referências).

Tabela 12: Maiores desafios em tornar as interfaces acessíveis

Desafio	Quant.	Documentos
Desenvolvimentos rápidos devido à forte concorrência	1	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Alto custo do design participativo	1	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Desafios éticos e de recrutamento de usuários com deficiência	1	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Poucos usuários para teste	2	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Restrições impostas pelas empresas quanto ao uso das cores	1	(TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Conflito entre acessibilidade e propaganda nos sites de compra online	1	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021)
Ferramentas de apoio pouco atrativas, com limitações ou dificuldades na usabilidade	2	(PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Limitações das técnicas de recoloração	2	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017)
Limitações das diretrizes de acessibilidade	1	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017)
Pouca ênfase dos benefícios da acessibilidade durante a formação dos profissionais	2	(MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Pouco engajamento dos desenvolvedores	3	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Pouco uso de ferramentas de apoio	1	(TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Desconhecimento das diretrizes de acessibilidade	1	(TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Dificuldade de compreensão do WCAG	1	(TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Diretrizes de acessibilidade não são observadas desde o início do projeto	2	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Contemplar os diferentes tipos e severidades de daltonismo	2	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021)
Desenhar interfaces que atendam às preferências individuais	3	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017, 2018)
Falta de estratégias para permitir ajustes flexíveis ao longo da navegação	1	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021)
Manter a qualidade da experiência do usuário em interface adaptada	3	(DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; NAPOLI; CHIASSON, 2018; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)

(fonte: do autor)

Tigwell et al. (TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017) mapearam diversos desafios a partir da visão dos desenvolvedores e trouxeram questões como a falta de flexibilidade dos *designers* na escolha das cores, que devem seguir determinados padrões corporativos em grandes empresas. Vários outros obstáculos foram mapeados, como o pouco interesse do desenvolvedor em garantir uma solução acessível, às vezes acompanhado por falta de conhecimento sobre seus benefícios ou sobre as diretrizes de acessibilidade. Questões como pouco uso de ferramentas de apoio ou mesmo limitações das ferramentas disponíveis também foram identificadas.

Araújo et al. (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018) trouxeram a dificuldade em equilibrar as necessidades de acessibilidade com um visual agradável, além de contemplar as preferências individuais. Este último desafio foi novamente citado em um estudo posterior dos mesmos autores (BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021), juntamente com outras questões, como as limitações das técnicas de recoloração e a falta de estratégias que permitam ajustes flexíveis, que variem conforme cada tipo de interação. Os autores entendem (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017) que tanto as técnicas de recoloração, quanto as diretrizes de acessibilidade, não consideram preferências individuais nem o contexto no qual as cores são aplicadas. A recoloração se restringe a garantir distinção entre as cores e as diretrizes não contemplam necessidades que possam surgir ao longo da navegação.

Pinheiro et al. (PINHEIRO *et al.*, 2021) trouxeram questões como carência de usuários para teste, alto custo do design participativo, desenvolvimentos muito rápidos devido à forte concorrência e até mesmo questões éticas para recrutamento de usuários com deficiência. Além disso, apontaram limitações nas ferramentas de simulação de daltonismo disponíveis. A carência de usuários também foi apontada por Abdalla et al. (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021), juntamente com a preocupação em equilibrar as

necessidades de acessibilidade com as propagandas apresentadas em sites de compra *online*.

Malachowsky and Krutz (MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020) trouxeram, em seu trabalho, a dificuldade de conscientização dos estudantes de computação sobre os benefícios da acessibilidade, seja pela carência do tema no currículo educacional ou pelo próprio desinteresse dos estudantes sobre isso. Alinhado a esta questão, o estudo de Bonacin et al. (BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021) expõe que as diretrizes de acessibilidade, apesar de existirem, são frequentemente desrespeitadas pelos desenvolvedores.

Napoli e Chiasson (NAPOLI; CHIASSON, 2018) apontaram a preocupação quanto à insatisfação dos usuários durante o uso de interfaces adaptadas. Apesar dos pesquisadores terem comprovado a eficácia dos recursos de acessibilidade na utilização da interface analisada, a percepção dos usuários foi de prejuízo na experiência.

3.6. Tipos de daltonismo já contemplados por soluções acessíveis em interfaces de sites e aplicativos móveis

As respostas a esta questão foram obtidas de diferentes formas. Alguns trabalhos não especificaram quais os tipos de daltonismo estudados ou trataram o tema de forma ampla, sem focar nenhum tipo específico (EGAN; ALSAFYANI, 2018; IVANOVA; MITEV, 2021; MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020). Outros contemplaram as classificações detalhadas do daltonismo e há ainda os que diferenciaram os tipos, mas não se aprofundaram nas classificações específicas do dicromatismo ou tricromatismo

anômalo⁵. A Tabela 13, que apresenta os resultados, reflete o grau de detalhamento dos estudos, o que pode ser observado pela presença de linhas que citam classificações específicas, como protanopia e protanomalia, juntamente com linhas que citam os tipos de forma menos detalhada, como apenas protan.

⁵ Para um melhor entendimento sobre os tipos de daltonismo, a seção 2.2.1 (Tipos de daltonismo) pode ser consultada.

Tabela 13: Tipos de daltonismo já contemplados por soluções acessíveis

Tipo de daltonismo	Quant.	Documentos
Protan	4	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Deutan	4	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Tritan	2	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017)
Protanopia	7	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; BALAJI; KUPPUSAMY, 2017; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Deuteranopia	8	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; BALAJI; KUPPUSAMY, 2017; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Tritanopia	6	(ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; BALAJI; KUPPUSAMY, 2017; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a; PINHEIRO <i>et al.</i> , 2021)
Protanomalia	3	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a)
Deuteranomalia	3	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a)
Tritanomalia	3	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; IQBAL <i>et al.</i> , 2018b, 2018a)
Acromatopsia	4	(ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; BALAJI; KUPPUSAMY, 2017; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021)
Monocromacia de cone azul	1	(BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021)

(fonte: do autor)

No estudo de 2018 de Araújo et al. (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018),

os participantes possuíam deuteranopia ou deuteranomalia, protanopia ou protanomalia. Neste caso, como não foi possível identificar os tipos contemplados, considerou-se a classificação mais abrangente (deutan e protan). Abdalla et al. (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021) contemplaram os tipos de daltonismo vermelho-verde e azul-verde, além do que foi tratado como daltonismo total. Para efeito desta dissertação, considerou-se que este estudo contemplou os tipos protan, deutan, tritan e acromatopsia, apesar da seção 2.2.1 (Tipos de daltonismo) mencionar que o daltonismo tritan é também denominado azul-amarelo e não azul-verde.

Puspitasari et al. (PUSPITASARI; CAHYANI; TAUFIK, 2018) citaram a intenção de contemplar indivíduos com dificuldade em reconhecer as cores verde e vermelho. Considerando que o daltonismo vermelho-verde afeta a percepção das cores vermelho, amarelo e verde, tanto nos casos protan quanto deutan (conforme seção 2.2.1 - Tipos de daltonismo), não foi possível considerar que este trabalho atendesse integralmente a estes tipos. Desta forma, este estudo não foi incluído na tabela de resultados.

Outro ponto observado nas respostas a esta questão de pesquisa foi o resultado, isto é, se os tipos de daltonismo contemplados no estudo foram de fato atendidos pela solução apresentada. Neste sentido, alguns trabalhos mencionam resultados que demonstram pouca efetividade para daltonismo deutan. Na pesquisa de Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021), este tipo apresentou resultados bem inferiores ao protan, quando analisado o benefício de imagens recoloridas. A maior parte dos participantes deste grupo não percebeu efeito da alteração das cores para a interpretação da imagem. Houve, inclusive, situações em que esta alteração prejudicou a interpretação. Em outras pesquisas (IQBAL *et al.*, 2018b, 2018a), o pior benefício para este grupo foi apresentado de forma ainda mais específica, mencionando o tipo deutan em sua manifestação menos severa (tricromatismo anômalo), que é a deuteranomalia. Apesar de

maior satisfação na experiência, este tipo de usuário não foi beneficiado em sua capacidade de completar tarefas e muito pouco influenciado nos esforços para executá-las, mostrando que não houve influência significativa da solução adaptada.

3.7. Considerações sobre o cenário de acessibilidade para daltônicos em interfaces, a partir dos estudos já publicados

O primeiro ponto que foi surpresa no mapeamento realizado para a coleta dos trabalhos anteriores foi a pequena quantidade de estudos que exploraram o tema, sugerindo pouco progresso na área, mas também muito espaço para pesquisas.

A construção de interfaces acessíveis, o que inclui sites de compra *online*, está intrinsicamente relacionada à intenção de fazê-la. E os desafios expostos no mapeamento apontaram que ainda há muito a ser feito neste sentido, desde a formação dos profissionais até o desempenho de suas atividades, muitas vezes dentro de um ambiente corporativo. Há desafios para todos os personagens envolvidos: educadores, profissionais e empresas (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; MALACHOWSKY; KRUTZ, 2020; PINHEIRO *et al.*, 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017).

Mesmo quando há a intenção de contemplar os usuários daltônicos, os profissionais se deparam com limitações nos recursos disponíveis: o próprio WCAG é por vezes considerado de difícil compreensão (TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017). É compreensível que as ferramentas de apoio ainda não atendam de forma plena (PINHEIRO *et al.*, 2021; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017), já que o tema parece ter sido pouco explorado, sendo natural esperar que elas se aprimorem com a maturidade. Porém, mesmo com limitações, o mapeamento trouxe diversos recursos que

podem ser usados pelos profissionais para tornar as interfaces acessíveis (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; ALCARAZ MARTÍNEZ; TURRÓ; GRANOLLERS SALTIVERI, 2021; BALAJI; KUPPUSAMY, 2017; BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; IVANOVA; MITEV, 2021; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PINHEIRO *et al.*, 2021; PUSPITASARI; CAHYANI; TAUFIK, 2018; TIGWELL; FLATLA; ARCHIBALD, 2017).

Os jogos digitais, que foram os mais presentes no mapeamento, foram citados no estudo de Abdalla et al. (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021) como bons direcionadores para um desenho acessível. Apesar de usuários daltônicos ainda sentirem dificuldades no uso desta interface (IQBAL *et al.*, 2018b, 2018a; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021; PINHEIRO *et al.*, 2021), este estudo apontou que recursos utilizados em jogos digitais podem ser aplicados no desenho de interfaces acessíveis para comércio eletrônico.

Os dois trabalhos que exploraram cenários de compra *online* apontaram dificuldades para os usuários (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021). Um exemplo claro de dificuldade na interação foi simulado por Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021), onde o usuário precisava interpretar corretamente as cores dos assentos de um teatro e a respectiva legenda indicativa do preço, para conseguir selecionar seu ingresso para compra. Mesmo os estudos que não citaram especificamente este contexto trouxeram contribuições que podem ser aplicadas à compra *online* (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; IQBAL *et al.*, 2018b, 2018a; NAPOLI; CHIASSON, 2018; PINHEIRO *et al.*, 2021).

Uma surpresa trazida pelo mapeamento foram as críticas às interfaces consideradas acessíveis, o que se traduziu em mais um desafio para os desenvolvedores.

Recomendações como garantir um bom contraste podem gerar desconforto, quando não aplicadas de forma harmoniosa (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018). Já as dicas visuais, enfatizadas pelo WCAG, também não foram bem avaliadas quando usadas como único recurso ao usuário (NAPOLI; CHIASSON, 2018), o que sugere que elas, sozinhas, não garantem uma boa experiência, reforçando a necessidade de aplicá-las em conjunto com cores acessíveis.

Observando os recursos que o usuário dispõe para contornar problemas de acessibilidade, o trabalho de Paiva et al. (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) trouxe uma importante contribuição. Avaliando a influência do filtro de cores do Windows, participantes com daltonismo deutan apresentaram resultados inferiores aos demais. Considerando todos os desafios expostos anteriormente para a construção de interfaces acessíveis, é importante que os usuários possam dispor de recursos que melhorem sua experiência. E o fato do daltonismo deutan não ter apresentado bons resultados neste estudo é um ponto de atenção. Principalmente, porque este mesmo grupo foi citado em outros estudos (IQBAL *et al.*, 2018b, 2018a), como também pouco beneficiado pela solução estudada. Neste caso, foi trazida uma importante informação, que foi a especificidade do tipo de daltonismo afetado, que foi a sua manifestação menos severa (tricromatismo anômalo), que é a deuteranomia. Considerando que o tricromatismo anômalo pode variar de leves alterações até situações similares ao dicromatismo, é de se esperar uma complexidade maior em tratar este tipo de daltonismo. Porém, os baixos resultados do deutan não foram observados no protan, o que aponta para uma necessidade de entendimento melhor das características perceptivas visuais dos indivíduos com deuteranomia.

A importância de observar as particularidades do contexto para definir quais recursos aplicar foi apontada por Bonacin et al. (BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021)

e também considerada nesta dissertação, que isolou um cenário para estudo, que foi a seleção de assento de passagem aérea, para compra *online*. O motivo de ter escolhido o contexto de reserva de assento, além do resultado da pesquisa de Paiva et. al (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) sobre compra de ingresso de teatro, foi que ele envolve diversas dificuldades apontadas no mapeamento, como seleção de elementos pela cor, interpretação de legenda colorida, dentre outros. Apesar de existirem diversos cenários que envolvem escolha de assento, esta dissertação teve como foco as passagens aéreas, o que será melhor explicado na seção 4 (Método de Pesquisa). Importante registrar que as diretrizes de acessibilidade não consideram o contexto (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2017). Até mesmo o rascunho da próxima versão 2.2 do WCAG não cita esta questão⁶ (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2021b). Já o rascunho da versão 3 do WCAG (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C), 2021a), que ainda levará alguns anos para ser finalizado, menciona o objetivo de garantir flexibilidade quanto aos diferentes tipos de conteúdo web e aplicativos móveis, o que poderá ser melhor compreendido na medida em que este rascunho se desenvolver, talvez gerando uma oportunidade para que esta dissertação contribua no desenho desta nova versão.

⁶ Consulta efetuada em fevereiro de 2022

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para atingir os objetivos desta dissertação, esta pesquisa, de natureza prática e objetivo exploratório, utilizou raciocínio indutivo. O método foi dividido em seis etapas, sendo a primeira delas uma pesquisa bibliográfica sobre o tema estudado, conforme explicado na seção 4.1. As demais etapas utilizaram procedimento *survey*, sendo elas: seleção dos cenários para avaliação dos recursos de acessibilidade (seção 4.2), simulação dos cenários na visão daltônica (seção 4.3), preparação do questionário de pesquisa (seção 4.4), seleção dos participantes (seção 4.5) e análise dos resultados (seção 4.6).

4.1. Pesquisa bibliográfica sobre dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis

Foi realizado um mapeamento sistemático de literatura, visando identificar os trabalhos que já tenham pesquisado as dificuldades sentidas por indivíduos daltônicos na utilização de sites e aplicativos móveis. Este mapeamento foi realizado em três fases: planejamento, condução e resultados, conforme detalhado na seção 3.1 (Pesquisa bibliográfica sobre dificuldades dos daltônicos no uso de interfaces de sites e aplicativos móveis).

4.2. Seleção dos cenários para avaliação dos recursos de acessibilidade

Nesta etapa, foram definidos os cenários avaliados junto aos usuários daltônicos e que permitiram alcançar os objetivos desta dissertação. Considerando o contexto desta pesquisa (seleção de assento para compra *online*), a primeira decisão que precisou ser

tomada foi definir qual tipo de assento seria explorado, optando-se por passagens aéreas. Assentos de ingressos foram descartados pois estão relacionados a eventos, que são um tema amplo, que engloba diversos tipos (cinema, teatro, dança, shows, festas, concertos, parques, dentre outros), uma variedade grande de sites de compra e nem todos os tipos envolvem reserva de assento. Já dentre as passagens, as rodoviárias foram descartadas devido às interfaces muito simples (poucos tipos de assentos).

Uma vez definida esta questão inicial, os cenários foram selecionados a partir dos sites de venda das três maiores empresas aéreas brasileiras⁷: Gol, Azul e Latam (AVIAÇÃO COMERCIAL.NET, [s. d.], [s. d.]; MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2021), acessados pelo celular em fevereiro de 2022. A escolha pela versão *mobile* das interfaces se baseou no entendimento de que a maioria dos brasileiros usa apenas o celular para realizar compras *online* (DIAS, 2022). Além disso, esta escolha traz para esta pesquisa a exploração de mais uma dificuldade apontada pelos trabalhos anteriores, que foi o reconhecimento das cores na pequena tela dos celulares (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018).

4.2.1. Gol

A pesquisa foi feita pelo link <https://www.voegol.com.br/>. Como o usuário precisa rolar a tela para verificar todos os assentos do avião, foi capturada apenas uma imagem que contivesse todas as cores apresentadas na legenda, conforme Figura 11.

⁷ Conforme tamanho da frota e volume de passageiros transportados

Figura 11: Interface para escolha de assento em voo da Gol⁸

Marque os assentos do seu voo

Detalhes do voo

ORIGEM	A	B	C	DESTINO	D	E	F
SDU	07/04 - 21:20			FLN	07/04 - 22:55		

4

5

6

7

Legendas dos assentos

Ocultar

Livre

GOL+ Conforto

Ocupado

Bloqueado

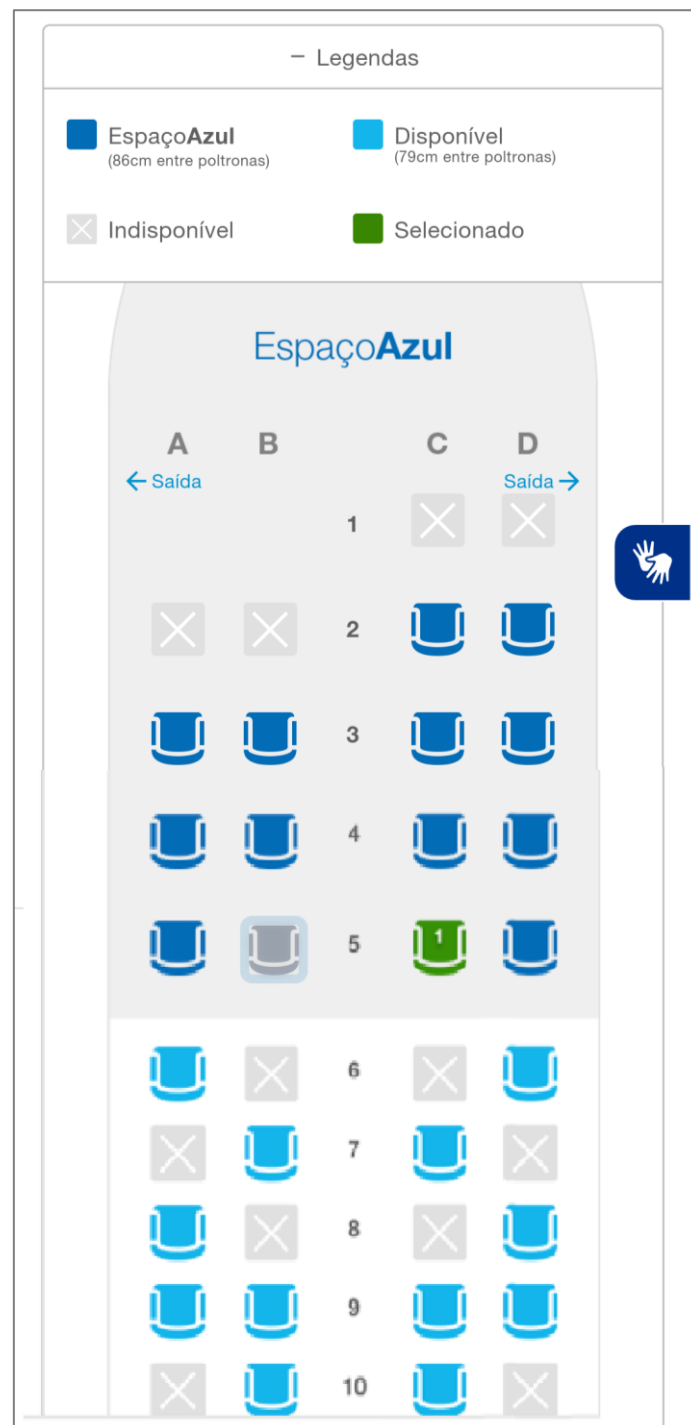
(fonte: <https://www.voegol.com.br/>)

4.2.2. Azul

A pesquisa foi feita pelo link <https://www.voeazul.com.br/>. Da mesma forma que a Gol, o usuário precisa rolar a tela para verificar todos os assentos do avião. Além disso, a interface responde às ações do usuário, mudando a cor do assento escolhido para cinza e, após confirmação, mudando-a para verde. Por isso, foi preciso editar as imagens capturadas, para criar uma única figura que contemplasse estas situações, além de todas as cores da legenda (Figura 12).

⁸ A imagem foi recortada, mantendo apenas a parte que interessa à pesquisa

Figura 12: Interface para escolha de assento em voo da Azul⁹



(fonte: criada a partir de <https://www.voeazul.com.br/>)

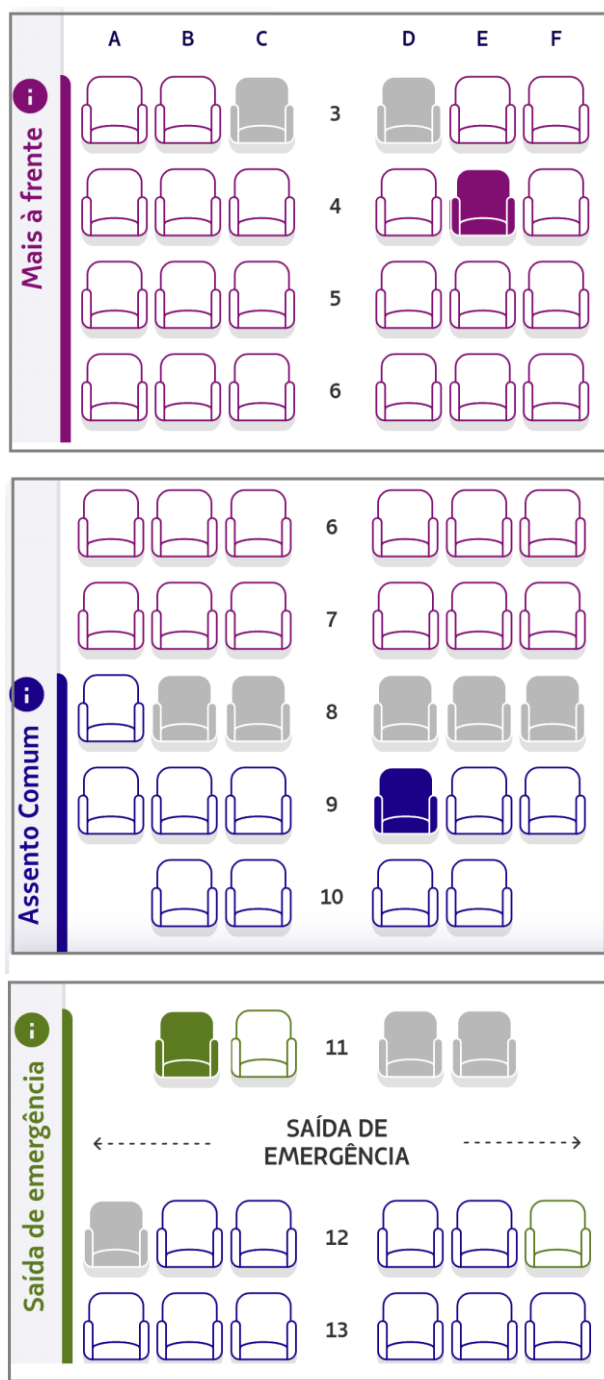
4.2.3. Latam

A pesquisa foi feita pelo link <https://www.latamairlines.com/br/pt>. Esta foi a

⁹ A imagem foi recortada, mantendo apenas a parte que interessa à pesquisa

interface mais difícil para capturar as imagens, pois não há uma legenda única e sim dinâmica, posicionada ao lado esquerdo, mostrando apenas uma descrição de cada vez: mesmo que a tela exiba assentos de várias cores, a legenda mostra a descrição de apenas uma delas. Da mesma forma que as demais companhias, o usuário precisa rolar a tela para verificar todos os assentos do avião e a legenda vai mudando conforme os assentos são exibidos. A interface também responde às ações do usuário, mudando a cor do assento escolhido para roxo, azul ou verde, dependendo de sua classificação indicada na legenda. Por isso, foi preciso editar as imagens capturadas, para criar uma única figura composta por três imagens, cada uma representando um momento da navegação e que juntas conseguissem representar todas as opções disponíveis (Figura 13).

Figura 13: Interface para escolha de assento em voo da Latam¹⁰



(fonte: criada a partir de <https://www.latamairlines.com/br/pt>)

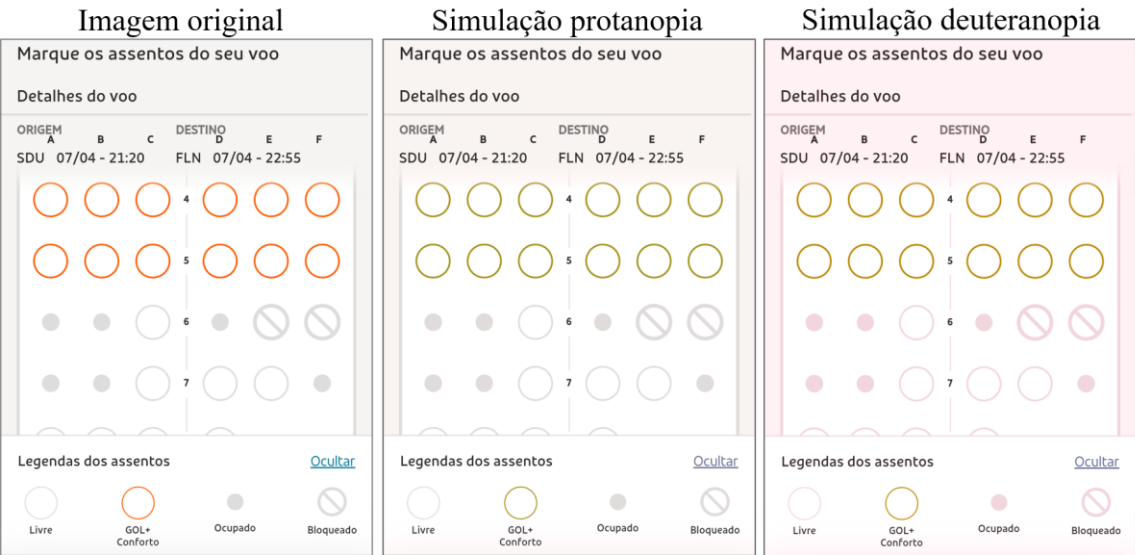
4.3. Simulação dos cenários na visão daltônica

As três imagens preparadas na etapa anterior foram simuladas nas visões

¹⁰ As imagens foram recortadas, mantendo apenas a parte que interessa à pesquisa

daltônicas protan e deutan, através da ferramenta Color Blindness Simulator (FLÜCK, [s. d.]), já utilizada em outras pesquisas científicas (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021). Os tipos de manifestação simulados foram protanopia e deuteranopia, já que protanomalia e deuteranomalia se apresentam em diferentes intensidades, inclusive de forma similar aos tipos já contemplados (protanopia e deuteranopia), não sendo possível simulá-los em uma única imagem. O resultado consta nas Figuras 14, 15 e 16, que mostram as imagens originais e as simuladas.

Figura 14: Simulação da interface da Gol na visão daltônica



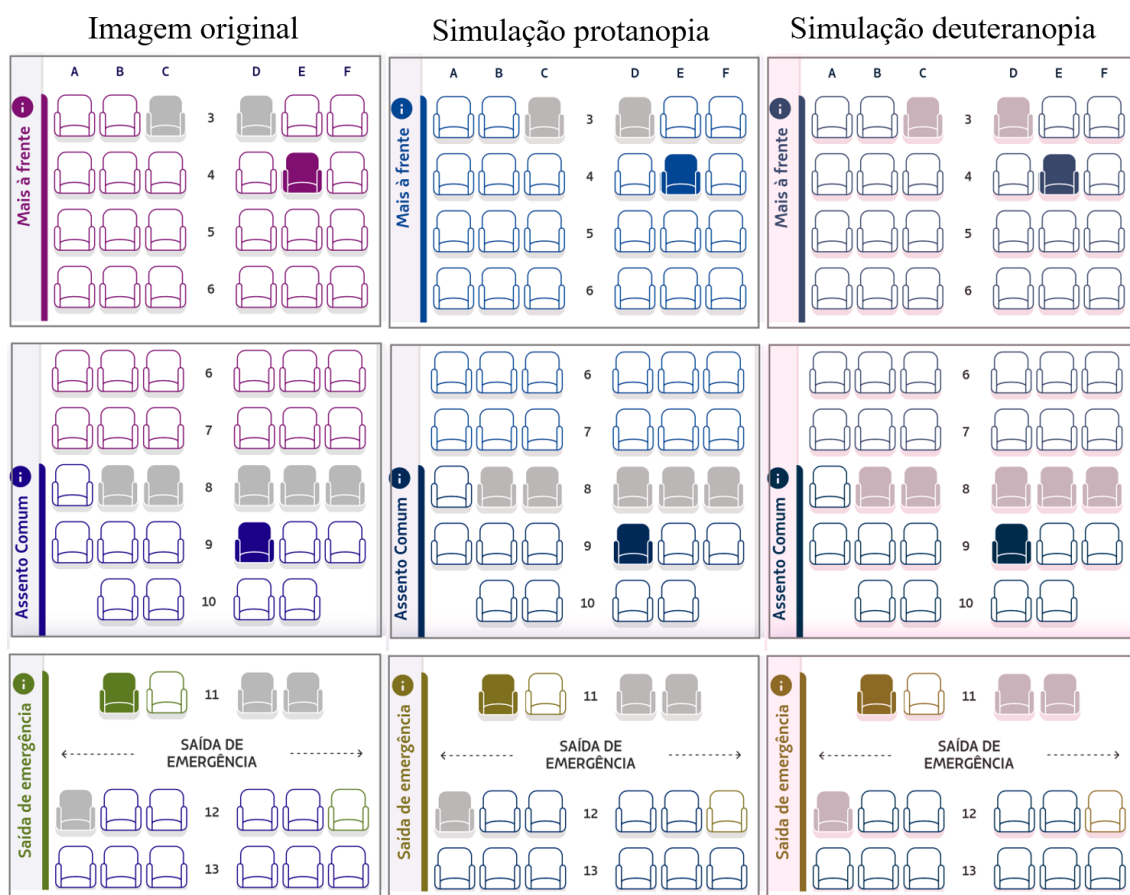
(fonte: do autor)

Figura 15: Simulação da interface da Azul na visão daltônica



(fonte: do autor)

Figura 16: Simulação da interface da Latam na visão daltônica



(fonte: do autor)

Conforme a simulação, foi possível observar que, no caso da Gol, apesar do baixo contraste entre alguns elementos e o fundo de tela, foi possível distinguir todos os elementos da legenda, devido ao uso das dicas visuais (círculos com tamanhos diferentes, preenchidos ou não, riscados ou não) e de contraste entre os círculos de mesmo tamanho. No caso da Azul, apesar de também existir baixo contraste entre alguns elementos e o fundo, foi possível distinguir os elementos da legenda, desta vez devido ao uso das cores escolhidas no desenho da interface, porém com perda do contraste entre os tons de azul. Por fim, no caso da Latam, não foi possível reconhecer todos os elementos, pois as cores não estavam acessíveis e não existiam dicas visuais. É possível que o posicionamento da barra da legenda tenha sido criado com a intenção de fornecer uma dica visual, mas este

ponto não ficou claro durante a navegação e não atende às situações em que existem assentos com cores diferentes misturados.

O resultado da simulação apresentou diversas situações para serem avaliadas junto aos usuários, se mostrando suficiente e não necessitando que cenários fictícios fossem criados para esta pesquisa. Observando as imagens, foi possível identificar diversos recursos que podem ser explorados: dicas visuais, cores acessíveis, legenda completa ou não, além do contraste em relação ao fundo da tela. Todas estas questões foram consideradas no questionário de pesquisa preparado na próxima etapa.

4.4. Preparação do questionário de pesquisa

Inicialmente, foi escolhida uma forma de identificar o tipo de daltonismo dos participantes que não o soubessem. Optou-se por um teste *online*, cujo *link* poderia ser colocado no próprio questionário. O teste de cores escolhido foi de *Ishihara*, que já foi utilizado em várias pesquisas sobre daltonismo (BRUNI; CRUZ, 2006; DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018; MACHADO; OLIVEIRA; FERNANDES, 2009; SHEN *et al.*, 2016; TANUWIDJAJA *et al.*, 2014; WONG, 2011) e foi muito bem avaliado para este tipo de diagnóstico (BRUNI; CRUZ, 2006). Uma vez definido o teste, foi preciso descobrir como disponibilizá-lo de maneira simples e gratuita, o que foi feito a partir de uma pesquisa no Google. Foram descartados sites que forneciam apenas o diagnóstico de daltonismo sem detalhar seu tipo, assim como os que esclareciam que não foram testados cientificamente. O site escolhido foi da *EnChroma* (ENCHROMA, [s. d.]), por atender a todos os critérios expostos e já ter sido citado em pesquisas científicas (NGUYEN; GEDDES, 2019; TANUWIDJAJA *et al.*, 2014). Apesar deste teste diagnosticar apenas as manifestações de daltonismo deutan e protan, esta característica foi desconsiderada devido à rara incidência dos demais tipos.

O questionário foi elaborado no *Google Forms* e dividido em sete seções, cada uma apresentada em uma tela diferente:

- Seção 1 - Texto introdutório, abordando: contexto no qual se insere a pesquisa, termo de consentimento, contatos para dúvidas e recomendação para utilizar, preferencialmente, o celular. Nesta seção também foi inserido um campo para o participante informar seu e-mail.
- Seção 2 - Coleta do tipo de daltonismo do participante, contendo o *link* para o teste *online* e os seis tipos diagnosticados pelo teste (MILD PROTAN, MODERATE PROTAN, STRONG PROTAN, MILD DEUTAN, MODERATE DEUTAN e STRONG DEUTAN), além de uma opção para visão normal e outra para texto livre, no caso de algum resultado inesperado. Também foram colocadas, no início da seção, orientações quanto ao aumento do brilho da tela, evitar reflexo, desativar filtros de cor e retirar óculos com lentes coloridas.
- Seção 3 - Perguntas sobre idade, gênero, nível de escolaridade, dispositivo utilizado (computador, tablet ou celular) e experiência em compras pela internet com escolha de assento.
- Seções 4, 5 e 6 – Preparadas de forma similar, iniciando com a tela de uma das três companhias aéreas selecionadas e apresentadas na seção 4.2 desta dissertação (Seleção dos cenários para avaliação dos recursos de acessibilidade). Após cada imagem, foram inseridas diversas perguntas sobre ela, envolvendo: facilidade em distinguir os diversos tipos de assentos, opinião sobre as cores utilizadas e sobre os recursos de dicas visuais. No caso da Latam, também foi perguntado se a legenda dinâmica atrapalhou a experiência.

- Seção 7 - A última seção do questionário buscou compreender as preferências: qual cenário proporcionou maior ou menor segurança na seleção de um assento do tipo desejado.

O questionário foi testado junto a quatro voluntários com visão cromática normal, para apurar facilidade de entendimento, tempo de preenchimento e opiniões. Optou-se por não envolver daltônicos nesta etapa, pois eles precisariam ser desconsiderados na próxima etapa da pesquisa, o que poderia prejudicar este estudo, já que a carência de usuários é um desafio para as iniciativas de acessibilidade (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; PINHEIRO *et al.*, 2021). Apesar da experiência de um daltônico ser única, tentou-se aproximar dela a experiência dos voluntários. Para isso, foram utilizadas imagens simuladas na visão daltônica. O retorno foi positivo, com sugestões que foram aplicadas na versão final do questionário. Uma das sugestões foi melhorar o entendimento da dinâmica da legenda da Latam, inserindo um GIF (*Graphics Interchange Format*), recurso que mostra a imagem em movimento. O tempo de preenchimento ficou entre oito de dez minutos.

A versão final foi replicada, gerando três versões, variando a ordem dos cenários. A intenção foi evitar que a ordem de um cenário interferisse em sua avaliação:

- Versão 1 – ordem: Gol, Azul e Latam, constante no Apêndice I desta dissertação
- Versão 2 – ordem: Azul, Latam e Gol
- Versão 3 – ordem: Latam, Gol e Azul

Todos os campos do questionário foram definidos como obrigatórios. O Google assinala, automaticamente, todas as perguntas obrigatórias com um asterisco vermelho. Além disso, ele insere uma legenda, na primeira seção do questionário, com o seguinte

texto em vermelho: *Obrigatório. Apesar da cor vermelha poder representar um problema aos participantes daltônicos, este símbolo não foi considerado impeditivo para o entendimento de seu significado, pois a legenda esclarece o que ele significa, independentemente da cor em que esteja apresentado.

Conforme estabelecido pela Resolução 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, não foi necessário submeter esta pesquisa para avaliação pelo Comitê de Ética, já que se trata de pesquisa de opinião com participantes não identificados (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

4.5. Seleção dos participantes

O *link* da pesquisa foi enviado por diferentes meios: WhatsApp, e-mail, postagens em redes sociais e formulários de contato em sites. Os *links* dos três questionários distintos foram divulgados de forma alternada, buscando equilibrar, da melhor forma possível, a quantidade de respostas para cada um deles.

Daltônicos

Foram enviados convites para participantes de pesquisas anteriores que não se opuseram a participar de novos estudos, além de novos contatos dos meios social, profissional e acadêmico do pesquisador. Também foram enviados convites para daltônicos localizados na internet, com sites e postagens dedicados ao daltonismo. No total, foram enviados trinta convites individuais para pessoas daltônicas. Além disso, a pesquisa foi divulgada em grupo de daltônicos do Facebook.

Público geral

A pesquisa foi divulgada nos grupos de WhatsApp, Facebook e LinkedIn do

pesquisador, para contatos de seus meios social, profissional e acadêmico. Também foi feita divulgação para designers localizados na internet e LinkedIn com trabalhos relacionados com cores ou acessibilidade, além de autores de pesquisas científicas relacionadas ao tema desta dissertação.

O conteúdo das mensagens de divulgação variou conforme o público. A Figura 17 apresenta um exemplo, correspondente à divulgação publicada no LinkedIn e direcionada à rede profissional do pesquisador. Em mensagens para públicos diversificados, foi citado que os respondentes deveriam ter mais de dezoito anos, já que o termo de compromisso da pesquisa não foi preparado para menores de idade.

Figura 17: Divulgação da pesquisa, publicada no LinkedIn

Como um daltônico interpreta interfaces coloridas? O que pode melhorar? Contribua com esta pesquisa (<https://lnkd.in/d28b4UJj> ✓). Compartilhe! Se você é daltônico, responda ao questionário. Se não é, divulgue em seus grupos.

Você sabia que 8% das pessoas são daltônicas? E que apenas 0,004% da população possui o tipo mais raro, com visão apenas em preto e branco? Quase todos os daltônicos enxergam cores, mas com algum grau de dificuldade. Ao desenvolver soluções de TI, é importante observarmos as diretrizes de acessibilidade. Usabilidade e acessibilidade são temas que estão, cada vez mais, despertando a atenção de governos e organizações públicas e privadas. Faço parte de um núcleo de pesquisa que desenvolve trabalhos voltados exclusivamente para estes temas. O link acima é de uma pesquisa que estou fazendo sobre compras online de passagens aéreas. É um questionário que leva no máximo 15 minutos para ser respondido e ajudará a compreendermos melhor os recursos de acessibilidade que podem ser usados neste tipo de interface.

#accessibility #colorblind #colorvisiondeficiency #userexperiences
#daltonismo #acessibilidade

Você conhece? Você contempla em suas interfaces?



(fonte: do autor)

4.6. Análise de resultados

Esta etapa será detalhada na seção 5.3.

4.7. Principais limitações

O teste de daltonismo, disponibilizado no questionário para os participantes que não soubessem seu tipo, não substitui o diagnóstico feito por um profissional e, portanto, está sujeito a falhas. Além disso, as condições de iluminação e configuração do dispositivo do participante podem ter influenciado tanto no resultado do teste quanto na interpretação dos cenários, apesar do questionário ter fornecido diversas orientações quanto a isso.

A aplicação de questionário *online*, sem a presença do pesquisador, não permitiu que possíveis problemas ou impedimentos pudessem ser solucionados. Questões de iluminação e configuração já foram citadas, mas dúvidas podem ter surgido durante a interpretação das perguntas. A página do teste de daltonismo, que estava em inglês, também pode ter inibido a participação de alguns interessados, o que teria sido facilmente contornado na presença do pesquisador.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Perfil dos participantes

A divulgação descrita na seção 4.5 (Seleção dos participantes) foi realizada entre os dias 19 de abril e 6 de maio de 2022, coletando dezoito respostas aos questionários. A demografia dos participantes está detalhada na Tabela 14 e os demais aspectos nas Tabelas 15 (Tipos de daltonismo dos participantes), 16 (Experiência dos participantes em compras *online* com escolha de assentos) e 17 (Dispositivo utilizado para preenchimento do questionário). Os resultados detalhados constam no Apêndice II desta dissertação.

Tabela 14: Demografia dos participantes – Total (N=18)

Aspecto	Valor	N	%
Gênero	Feminino	2	11%
Gênero	Masculino	16	89%
Idade	20-30	8	44%
Idade	31-40	2	11%
Idade	41-50	1	6%
Idade	51-60	6	33%
Idade	acima de 60	1	6%
Nível de escolaridade	Ensino Médio (antigo segundo grau)	2	11%
Nível de escolaridade	Ensino Superior	6	33%
Nível de escolaridade	Pós-Graduação / Mestrado	10	56%

(fonte: coleta de dados)

Tabela 15: Tipos de daltonismo dos participantes – Total (N=18)

Tipo de daltonismo	Severidade	N	%
PROTAN	Suave (<i>Mild</i>)	3	17%
PROTAN	Forte (<i>Strong</i>)	6	33%
DEUTAN	Suave (<i>Mild</i>)	2	11%
DEUTAN	Moderado (<i>Moderate</i>)	2	11%
DEUTAN	Forte (<i>Strong</i>)	5	28%

(fonte: coleta de dados)

Tabela 16: Experiência dos participantes em compras *online* com escolha de assentos

Experiência	N	%
Nenhuma	3	17%
Compra de ingresso de evento (cinema, teatro ou afins)	12	67%
Compra de passagem (avião, ônibus ou afins)	15	83%
Outras situações	4	22%

(fonte: coleta de dados)

Tabela 17: Dispositivo utilizado para preenchimento do questionário – Total (N=18)

Dispositivo	N	%
Celular	14	78%
Computador	3	16,5%
Tablet	1	5,5%

(fonte: coleta de dados)

5.2. Respostas dos participantes

As respostas detalhadas estão organizadas da seguinte forma nesta dissertação:

- Respostas sobre o cenário da Gol – Apêndice III

- Respostas sobre o cenário da Azul – Apêndice IV
- Respostas sobre o cenário da Latam – Apêndice V
- Respostas sobre as preferências – Apêndice VI

5.3. Análise dos resultados

O resultado da pesquisa foi analisado sob os seguintes aspectos:

- Impacto da pesquisa sobre o público convidado, detalhado na seção 5.3.1
- Perfil dos respondentes, detalhado na seção 5.3.2
- Avaliação dos participantes sobre os cenários apresentados, detalhada na seção 5.3.3

5.3.1. Impacto da pesquisa sobre o público convidado

Dentre os trinta convites enviados individualmente para pessoas daltônicas, apenas onze responderam (37%), ressaltando que, além dos convites iniciais, foi enviado lembrete após uma semana sem resposta. Uma suposição para o baixo retorno foi que a forma de envio dos convites poderia interferir na adesão. Contudo, dentre os não respondentes, metade foi convidada pelo WhatsApp e outra metade por e-mail, não confirmando esta suposição.

Quanto à divulgação para público diversificado, esta foi feita para quase 500 pessoas, envolvendo principalmente membros de grupos de WhatsApp, Facebook e LinkedIn. Pelo menos quatro pessoas informaram que propagaram a pesquisa em seus grupos. O resultado foi de apenas sete respostas ao questionário. Considerando que a literatura indica 8,5% de pessoas daltônicas (SIMUNOVIC, 2016), a resposta foi bastante baixa.

Um ponto observado foi o excesso de convites para pesquisas, em um dos grupos onde foi feita a divulgação, que foi um grupo de daltônicos do Facebook. Das últimas quatorze postagens, mais da metade eram convites para preenchimento de questionários para pesquisas sobre daltonismo, podendo indicar um esgotamento deste público quanto a este tipo de participação.

Como respostas positivas, três participantes reportaram satisfação quanto à participação na pesquisa. Um deles apontou interesse em melhorar sua situação e entender melhor sobre o assunto, sobre o qual, segundo ele, os oftalmologistas não costumam se interessar muito. Outro foi bastante enfático, considerando o trabalho dos pesquisadores muito relevante, sendo a primeira vez que viu um trabalho acadêmico abordar suas necessidades de forma “científica e relevante”, agradecendo nosso olhar “gentil e empático” sobre os daltônicos. Por fim, um dos participantes foi inserido na pesquisa por ter descoberto que era daltônico durante o teste.

Este último participante trouxe uma questão importante que se mostrou relevante: o *link* para o teste de daltonismo conduzia a uma página que estava em inglês e ele não se sentia apto a fazer o teste. Foi então explicado que não era preciso saber inglês para fazer o teste, mas era preciso clicar no botão correto (*Start the Test*) e observar o resultado do diagnóstico na última tela do teste. O fato destes pontos estarem em inglês já era de conhecimento do pesquisador, mas acreditou-se que isso não seria um problema devido à simplicidade do teste e dos termos em inglês utilizados para acessá-lo. Contudo, este último *feedback* levantou uma suposição sobre um dos possíveis motivos para a baixa adesão à pesquisa. Cabe ressaltar que este teste foi escolhido a partir de diversos critérios expostos na seção 4.4 (Preparação do questionário de pesquisa).

Como resultado, a análise do impacto da pesquisa sobre o público convidado

concluiu baixa adesão, cujos motivos podem ser explorados em trabalhos futuros. Suposições como barreira do inglês e excesso de pesquisas sobre o tema já foram citadas, mas outros motivos podem existir que justifiquem o pouco engajamento deste público nestas iniciativas de acessibilidade. Este é um aspecto importante, que merece ser explorado, já que a carência de usuários foi identificada durante a revisão de literatura como um desafio em tornar as interfaces acessíveis aos indivíduos daltônicos (ABDALLA; ZHEN; YUANTU, 2021; PINHEIRO *et al.*, 2021).

5.3.2. Perfil dos respondentes

Como já esperado, os resultados confirmaram que os homens são os principais afetados pelo daltonismo, representando quase 90% dos respondentes (SIMUNOVIC, 2016). Contudo, a proporção entre os tipos protan e deutan não foi a mesma observada na literatura: a quantidade foi equilibrada entre os dois tipos (50% deutan e 50% protan), enquanto a literatura aponta maior presença do tipo deutan (72% deutan e 28% protan). É importante ressaltar que a literatura se baseia em estudos feitos na população da Inglaterra (BRUNI; CRUZ, 2006). Outro ponto é que esta mesma distribuição (50% deutan e 50% protan) foi observada em trabalho anterior do mesmo pesquisador (PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021). Quanto à intensidade do daltonismo, a maior parte dos participantes indicou forte manifestação (61% dos respondentes), bem equilibrada entre os dois tipos (33% protan e 28% deutan), o que foi positivo para a pesquisa, já que permitiu explorar melhor as dificuldades geradas pelo daltonismo.

Aproximadamente 90% dos participantes indicaram possuir ensino superior, pós-graduação ou mestrado, sugerindo que o engajamento para a participação da pesquisa talvez esteja relacionado ao nível de escolaridade, o que poderá ser melhor avaliado em trabalhos futuros.

Quanto à experiência em compras *online* com reservas de assentos, a maioria dos respondentes indicou possuí-la, seja para passagens aéreas (83% dos participantes), ingressos de eventos (67%) ou outras situações (22%). Somente três participantes indicaram não possuir nenhuma experiência neste sentido, o que foi explorado na análise detalhada das respostas, com o foco de compreender a relação entre a experiência prévia e a facilidade em diferenciar os assentos dos cenários.

A maioria seguiu a orientação de utilizar o celular para responder ao questionário (78% dos respondentes). Este é outro ponto que foi explorado na análise detalhada das respostas, para compreender a relação entre o tamanho da tela e a facilidade em diferenciar os assentos dos cenários, lembrando que a revisão de literatura apontou a dificuldade dos daltônicos em distinguir cores na pequena tela do celular (DE ARAÚJO; DOS REIS; BONACIN, 2018).

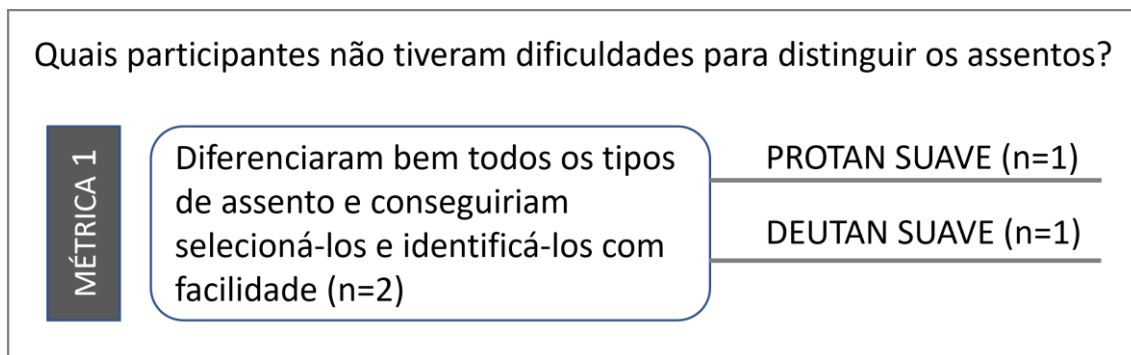
Por fim, o levantamento demográfico confirmou a ausência de menores de idade, que precisariam ser descartados, já que o termo de consentimento da pesquisa não seria suficiente para garantir a sua participação.

5.3.3. Avaliação dos participantes sobre os cenários apresentados

O primeiro ponto observado foi como os participantes perceberam os cenários quanto à diferenciação entre os tipos de assentos. As perguntas sobre este ponto buscaram compreender se eles percebiam bem as diferenças e se escolheriam os assentos desejados com facilidade. Para esta análise, foram definidas quatro métricas, que constam em maiores detalhes no Apêndice VII. A métrica 1, cujo resultado consta na Figura 18, observou as respostas quanto à diferenciação entre os assentos dos três cenários. Apenas dois participantes responderam de forma positiva em todos os cenários, ambos com forma suave de daltonismo e utilizando computador ou tablet, o que pode indicar uma facilidade

maior para percepção das cores em telas maiores do que as dos celulares.

Figura 18: Participantes que não tiveram dificuldades para distinguir os assentos em nenhum dos cenários¹¹

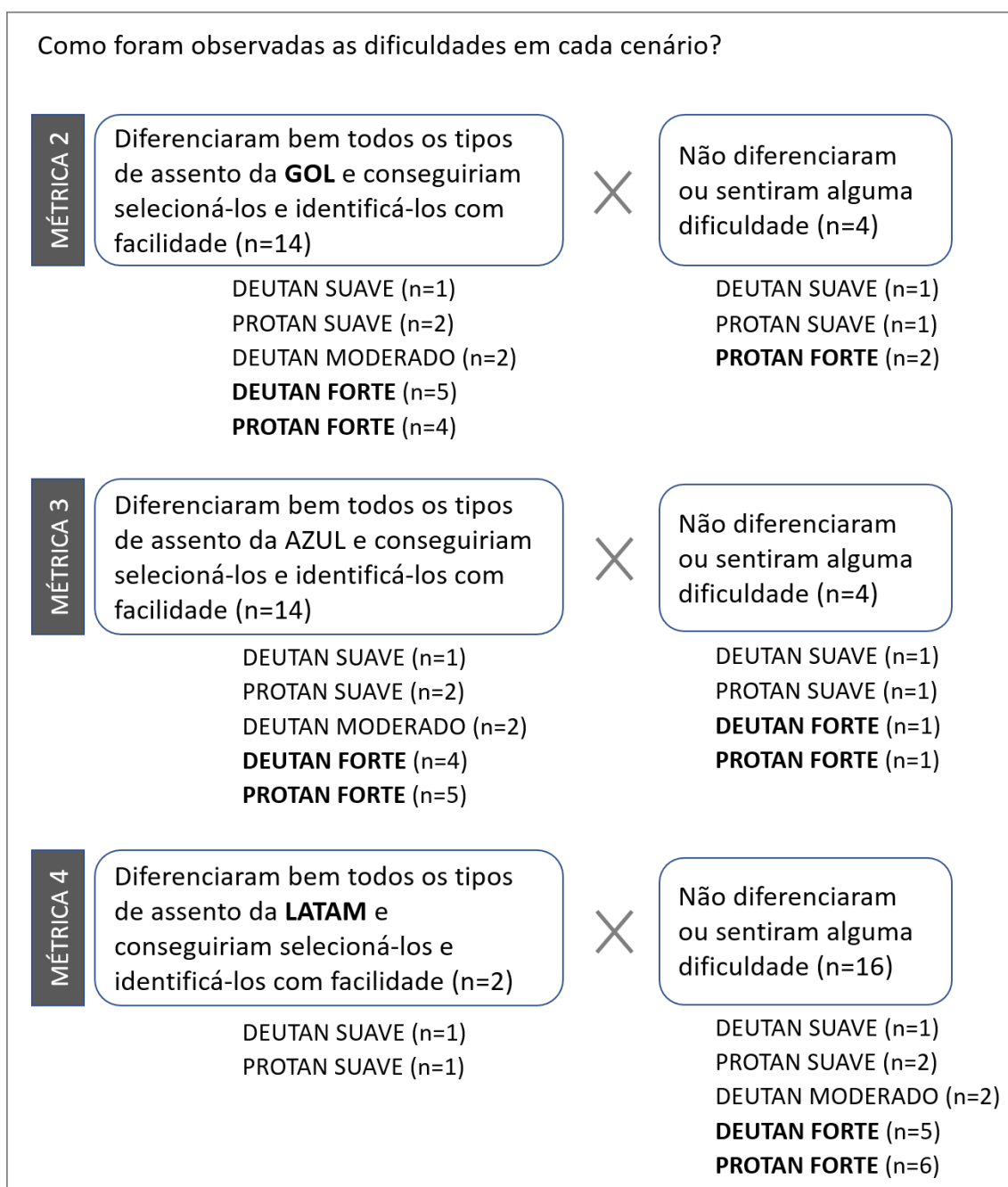


(fonte: coleta de dados)

Para a análise por cenário, foram definidas as métricas 2, 3 e 4, cada uma observando as respostas quanto à diferenciação entre os assentos de um cenário específico: métrica 2 para o cenário da Gol, métrica 3 para o cenário da Azul e métrica 4 para o cenário da Latam. A Figura 19 mostra os resultados obtidos, comprovando o que a simulação constatou, que o cenário da Latam seria o que geraria maiores dificuldades neste sentido. Contudo, foi surpresa que tenham sido observadas dificuldades nos cenários das companhias Gol e Azul, já que a simulação não as apontou. Este resultado inesperado induz à percepção de que as simulações são úteis como referência, mas não substituem a experiência real do público pesquisado.

¹¹ Os critérios utilizados para cálculo das métricas constam no Apêndice VII desta dissertação

Figura 19: Como foram percebidas as dificuldades em cada cenário¹²



(fonte: coleta de dados)

No sentido de compreender o motivo pelo qual alguns participantes sentiram dificuldades nos cenários das companhias Gol e Azul, foi observado seu perfil: gênero, idade, dispositivo utilizado e experiência anterior na escolha *online* de assentos. A Tabela 18 apresenta os resultados. Interessante observar se as únicas duas mulheres participantes

¹² Os critérios utilizados para cálculo das métricas constam no Apêndice VII desta dissertação

da pesquisa apresentaram este tipo de dificuldade. Quanto aos outros aspectos, todos utilizaram celular, apenas um não possuía experiência prévia na escolha *online* de assentos e todos são jovens, não indicando, em uma análise superficial, que as dificuldades estivessem relacionadas à idade. Além da coincidência quanto à presença das mulheres neste grupo, o uso do celular pode ter contribuído nestas dificuldades, porém, como 78% dos participantes utilizaram o celular, não foi possível estabelecer uma relação clara quanto a isso.

Tabela 18: Perfil dos participantes que apontaram dificuldades não simuladas

Participante	Cenários com dificuldades não simuladas	Tipo de daltonismo	Perfil do participante
2	Gol e Azul	DEUTAN SUAVE	feminino, celular, com experiência, 27 anos
5	Gol	PROTAN FORTE	masculino, celular, com experiência, 28 anos
15	Azul	DEUTAN FORTE	masculino, celular, com experiência, 33 anos
16	Gol e Azul	PROTAN SUAVE	masculino, celular, sem experiência, 23 anos
18	Gol e Azul	PROTAN FORTE	feminino, celular, com experiência, 38 anos

(fonte: coleta de dados)

Os cenários da Gol e da Azul se mostraram similares na capacidade dos participantes em diferenciar bem todos os tipos de assentos e eles se considerarem aptos a selecioná-los e identificá-los com facilidade. Como este é o objetivo primordial destas interfaces, este foi o aspecto considerado para o entendimento se elas estavam ou não acessíveis aos participantes. Conforme a Figura 19, pode-se concluir que os cenários da Gol e da Azul se apresentaram acessíveis a quatorze dos dezoito participantes (78%), sendo que treze conseguiram perceber bem ambos os cenários e dois perceberam bem apenas um deles. O cenário da Latam apresentou resultado bastante diferente, se

mostrando acessível a apenas dois participantes (11%).

Os cenários da Gol e da Azul utilizaram cores e dicas para distinguir os assentos, sendo que as cores estavam mais presentes no cenário da Azul. Ambos recursos se mostraram eficazes para a maioria dos participantes, já que eles conseguiram distinguir e identificar todos os tipos de assentos. Apesar de eficazes, eles não necessariamente foram bem avaliados, conforme exposto a seguir.

A Tabela 19 demonstra as avaliações positivas dos treze participantes (seis protan e sete deutan) que reportaram que ambos os cenários da Gol e da Azul estavam acessíveis a eles, o que permitiu que suas percepções sobre cada cenário pudessem ser comparadas sem a interferência do quesito acessibilidade. Esta análise foi feita a partir de diferentes perguntas do questionário e organizadas em métricas, cujos critérios detalhados constam no Apêndice VII. Alguns participantes avaliaram positivamente ambos os cenários. Observando os números absolutos da tabela, as opiniões foram bem equilibradas entre os tipos protan e deutan, porém o grupo analisado possuía mais participantes deutan, o que destaca ligeiramente o grupo protan como o mais satisfeito. Os percentuais de aprovação das dicas foram idênticos nos dois cenários, o que não ocorreu com as cores. Interessante observar que o cenário da Gol foi melhor avaliado em relação à eficácia das cores para distinguir os assentos, porém suas cores agradaram menos do que as utilizadas no cenário da Azul. Enquanto o cenário da Azul mostrou certa proporção entre os aspectos avaliados sobre as cores, o cenário das Gol apresentou forte discrepância entre eles.

Tabela 19: Avaliações positivas sobre cores e dicas dos cenários da Gol e da Azul, segundo os participantes que indicaram acessibilidade nestes cenários¹³

Aspectos destacados	Participantes que manifestaram esta opinião quanto ao cenário da Gol (n=13)	Participantes que manifestaram esta opinião quanto ao cenário da Azul (n=13)
A cor clara de alguns assentos não atrapalhou e conseguiu identifica-los (métrica 5)	54% (4 protan e 3 deutan)	46% (3 protan e 3 deutan)
Os tipos de assentos disponíveis para seleção e selecionados foram representados com cores suficientemente distintas (métrica 6)	62% (4 protan e 4 deutan)	38% (3 protan e 2 deutan)
As cores utilizadas agradaram e conseguiriam utilizar bem o site (métrica 7)	15% (1 protan e 1 deutan)	31% (2 protan e 2 deutan)
As dicas visuais agradaram e foram consideradas úteis (métrica 8)	92% (6 protan e 6 deutan)	92% (6 protan e 6 deutan)

(fonte: coleta de dados)

Quanto ao cenário indicado por estes treze participantes como o que proporcionou maior segurança para selecionar um assento, a maioria escolheu o da Azul (Tabela 20). Enquanto o grupo protan se dividiu principalmente entre Gol e Azul, praticamente todo o grupo deutan optou pelo cenário da Azul. Um dos participantes preferiu o da Latam, que inclusive não estava totalmente acessível a ele, conforme critérios considerados na Figura 19. Percebe-se similaridade entre estes resultados e um dos aspectos analisados na Tabela 19 (cores que agradaram mais), ambos indicando o dobro de preferência pela Azul em relação à Gol. Esta relação foi melhor explorada na análise seguinte, que observou as avaliações individuais destes participantes.

¹³ Os critérios utilizados para cálculo das métricas constam no Apêndice VII desta dissertação

Tabela 20: Cenários onde os participantes se sentiram mais seguros para selecionar os assentos¹⁴

Cenário escolhido (métrica 9)	Participantes
Gol	31% (3 protan e 1 deutan)
Azul	62% (2 protan e 6 deutan)
Latam	8% (1 protan)

(fonte: coleta de dados)

Para pesquisar possíveis correlações entre a influência das cores e a percepção de segurança no uso das interfaces, foi feita uma análise nas avaliações individuais dos treze participantes selecionados anteriormente. Enquanto a Tabela 19 apontou quem aprovou a forma como os recursos foram utilizados, a análise detalhada individual observou toda a avaliação dos participantes, tenha sido ela totalmente positiva ou não. Para cada quesito analisado, foi verificado qual cenário recebeu a melhor avaliação. Dois atributos das cores analisados separadamente na Tabela 19 (cor clara, métrica 5 e cores distintas, métrica 6) foram reunidos em um único quesito nesta etapa da análise, pois ambos interferem na distinção entre os assentos¹⁵. A Tabela 21 apresenta o resultado desta análise para os sete participantes deutan. Em relação às cores, observa-se a presença mais significativa da Gol no aspecto da distinção dos assentos, enquanto a Azul se mostrou mais presente na avaliação de agradabilidade. Quanto à percepção de segurança no uso das interfaces (Tabela 20), a Azul praticamente dominou as avaliações destes participantes deutan. A Tabela 22 apresenta o resumo destas observações, excluindo a Latam devido a sua pouca influência nos resultados.

¹⁴ Os critérios utilizados para cálculo das métricas constam no Apêndice VII desta dissertação

¹⁵ O detalhamento das regras consta no Apêndice VIII desta dissertação

Tabela 21: Cenários melhor avaliados pelos participantes deutan¹⁶

Participante	Em qual cenário as cores distinguiram melhor os assentos? (regra 1)	Qual cenário agradou mais quanto às cores? (regra 2)	Qual cenário forneceu maior segurança para selecionar um assento? (regra 3)
3	AZUL	AZUL	AZUL
4	GOL	GOL + AZUL	AZUL
6	GOL + AZUL	GOL + AZUL	AZUL
7	GOL	AZUL	AZUL
10	GOL	GOL	GOL
11	AZUL + LATAM	IGUAIS	AZUL
17	GOL	AZUL	AZUL

(fonte: do autor)

Tabela 22: Resumo dos cenários melhor avaliados pelos participantes deutan

Aspecto analisado	Participantes que indicaram o cenário da Gol entre os preferidos	Participantes que indicaram o cenário da Azul entre os preferidos
Cores distinguiram melhor os assentos	5	3
Cores mais agradáveis	3	5
Maior segurança para usar a interface	1	6

(fonte: do autor)

A análise das avaliações dos seis participantes protan gerou resultados diferentes dos observados para os participantes deutan. A Tabela 23 mostra os resultados individuais e a Tabela 24 apresenta o resumo. Os atributos das cores foram avaliados de forma similar ao grupo deutan, enquanto o aspecto da segurança (Tabela 20) favoreceu ligeiramente à Gol, com pequena diferença entre os números.

¹⁶ O detalhamento das regras consta no Apêndice VIII desta dissertação

Tabela 23: Cenários melhor avaliados pelos participantes protan¹⁷

Participante	Em qual cenário as cores distinguiram melhor os assentos? (regra 1)	Qual cenário agradou mais quanto às cores? (regra 2)	Qual cenário forneceu maior segurança para selecionar um assento? (regra 3)
1	AZUL	AZUL	LATAM
8	GOL	GOL + AZUL	GOL
9	GOL + AZUL	AZUL	AZUL
12	GOL	GOL	AZUL
13	AZUL	IGUAIS	GOL
14	GOL	AZUL	GOL

(fonte: do autor)

Tabela 24: Resumo dos cenários melhor avaliados pelos participantes protan

Aspecto analisado	Participantes que indicaram o cenário da Gol entre os preferidos	Participantes que indicaram o cenário da Azul entre os preferidos
Cores distinguiram melhor os assentos	4	3
Cores mais agradáveis	2	4
Maior segurança para usar a interface	3	2

(fonte: do autor)

A análise individual das avaliações destes treze participantes confirmou as observações feitas na análise global, de que o cenário da Gol usou cores mais distintas, porém menos agradáveis. No cenário da Azul, cujas cores agradaram mais, elas estavam mais presentes, principalmente o azul, que consta nas recomendações do WCAG (seção 2.3.1). Devido a quase unanimidade dos participantes deutan na escolha do cenário da Azul como o mais seguro para escolherem seus assentos, é possível que tenham sido as cores percebidas como mais agradáveis deste cenário que influenciaram nesta percepção

¹⁷ O detalhamento das regras consta no Apêndice VIII desta dissertação

e não as cores mais distintas do cenário da Gol. É possível que as dicas visuais não tenham influenciado neste quesito, já que receberam avaliações igualmente positivas em ambos os cenários. Já a análise das respostas dos participantes protan não gerou uma relação conclusiva sobre estes aspectos. Há um pequeno indício de que as cores mais distintas do cenário da Gol tenham influenciado na segurança, mas não de forma generalizada neste grupo, o que seria uma percepção inversa à observada nos participantes deutan.

A próxima etapa da análise observou como os participantes avaliaram especificamente o cenário da Latam, que não se apresentou acessível a maioria deles. Neste momento, foram excluídos os únicos dois participantes que indicaram acessibilidade neste cenário (métrica 4 da Figura 19), pois o objetivo foi compreender as percepções em uma interface não acessível. Na simulação do daltonismo, descrita na seção 4.3 (Simulação dos cenários na visão daltônica), foi percebido que as cores não se mostraram distintas neste cenário. A expectativa, portanto, foi de encontrar avaliações negativas sobre esta questão, o que não necessariamente ocorreu. Dentre os dezesseis participantes analisados, cinco se destacaram por terem considerado que as cores estavam suficientemente distintas ou que este atributo poderia melhorar, mas não atrapalhou, conforme apresentado na Tabela 25. Na maioria das respostas, outros fatores dificultaram a identificação dos assentos, o que pode ter justificado estas avaliações positivas, mesmo estando em desacordo com o observado na simulação. Somente um destes participantes (deutan forte) considerou que nem as cores nem a legenda dinâmica atrapalharam na identificação dos assentos (maiores detalhes sobre as características da legenda podem ser obtidos na seção 4.2.3). Pelo contrário, ele registrou que “a categoria na lateral ajudou”, provavelmente se referindo à legenda. É curioso que o cenário não estivesse totalmente acessível a ele e as dificuldades não tenham sido relacionadas a nenhum destes fatores.

Tabela 25: Avaliações positivas sobre as cores do cenário da Latam

Participante	Tipo de daltonismo	Avaliação
1 e 13	PROTAN	Considerou que as cores poderiam ser mais distintas, mas não atrapalharam. A cor clara e a legenda dinâmica atrapalharam na identificação dos assentos (nota 3) ¹⁸ .
4	DEUTAN	Apesar de não ter gostado das cores, não sentiu falta de maior distinção entre elas. A cor clara atrapalhou pouco e a legenda dinâmica prejudicou a identificação dos assentos (notas 2 e 4, respectivamente) ¹⁹ .
6	DEUTAN	Considerou que as cores poderiam ser mais distintas, mas não atrapalharam. Nem a cor clara de alguns assentos nem a legenda dinâmica atrapalharam na identificação dos assentos (nota 1) ²⁰ .
10	DEUTAN	Considerou que as cores poderiam ser mais distintas, mas não atrapalharam. A cor clara e a legenda dinâmica atrapalharam na identificação dos assentos (notas 4 e 5, respectivamente) ²¹ .

(fonte: coleta de dados)

Outra surpresa foi o fato de um destes participantes (participante 1 da Tabela 25) ter sentido maior segurança em selecionar os assentos no cenário da Latam. Apesar dos outros cenários terem se apresentado acessíveis a ele, a escolha pela Latam indica que, para ele, a acessibilidade não foi o fator mais importante neste quesito.

Ainda sobre este cenário, mas observando as avaliações de todos os dezoito participantes da pesquisa, somente 17% dos respondentes considerou que a legenda dinâmica não atrapalhou, enquanto 50% apontou forte impacto (notas 4 e 5). Além da legenda ser dinâmica, ela também não contemplou todos os tipos de assentos. Uma das perguntas explorou este ponto, questionando se o participante percebia que alguns

¹⁸ Escala Likert variando de 1 (nenhum impacto) até 5 (impacto máximo)

¹⁹ Escala Likert variando de 1 (nenhum impacto) até 5 (impacto máximo)

²⁰ Escala Likert variando de 1 (nenhum impacto) até 5 (impacto máximo)

²¹ Escala Likert variando de 1 (nenhum impacto) até 5 (impacto máximo)

assentos estavam preenchidos com uma cor que não constava na legenda: 50% deles percebeu e o restante não soube afirmar (33%) ou não percebeu (17%).

Por fim, a análise dos resultados observou em maiores detalhes as dicas visuais, que já foram mencionadas anteriormente como muito bem avaliadas, com 92% de aprovação dentre os treze participantes que indicaram acessibilidade nos cenários da Gol e da Azul (Tabela 19). Observando agora todos os participantes da pesquisa, 72% gostaram das dicas do cenário da Gol e 78% da Azul. Os demais, com exceção de um único participante, não apontaram explicitamente que gostaram das dicas, mas sugeriram que elas fossem mais exploradas e aplicadas também aos outros tipos de assentos. Desta forma, conclui-se que 94% dos participantes sentiram que as dicas trazem benefícios para estes dois cenários. No caso da Latam, que não usou dicas visuais, 89% dos participantes sentiram falta delas, pois consideram que facilitam o uso.

Alguns participantes marcaram preferências aparentemente opostas, mas que puderam gerar deduções interessantes. Dois deles não gostam quando as telas usam dicas visuais, mas sentiram falta delas no cenário da Latam e gostariam que os demais cenários as tivessem explorado melhor. Outro participante, apesar de não considerar relevante os recursos aplicados (cores ou dicas), gostou das dicas e recomendou que fossem mais exploradas. O entendimento foi de que as dicas surpreenderam positivamente estes participantes.

Uma surpresa na pesquisa foi que um único participante indicou preferir as cores ao invés das dicas, mas considerou que o mais importante é conseguir utilizar o site, não importando o recurso utilizado. O fato de apenas um participante ter preferência pelas cores e, ainda assim, de forma sutil, pode indicar a falta de expectativa deste público em ter suas restrições cromáticas contempladas no desenho das interfaces.

5.4. Recomendações para o uso de cores em interfaces de seleção de assentos

O fato dos daltônicos deutan terem sugerido a importância de cores agradáveis nos cenários estudados inspira que outras recomendações sejam adicionadas às diretrizes atuais de acessibilidade relacionadas ao uso das cores. As dicas visuais mantêm sua extrema importância, já que 94% dos participantes sentiram que elas trazem benefícios. Além disso, elas atendem a outros tipos de usuários com restrições na percepção cromática, inclusive aos tipos raros de daltonismo tritan e monocromacia. Considerando o contexto da seleção de assentos, esta dissertação sugere recomendações adicionais. Algumas foram identificadas durante o mapeamento sistemático de literatura, realizado no início desta pesquisa e complementadas com as observações geradas nesta dissertação. Elas visam apoiar os desenvolvedores na garantia de que o impacto desejado com as cores escolhidas alcance também os usuários daltônicos. São elas:

- Utilizar ferramentas para simulação da visão daltônica e escolha de paleta de cores, visando garantir não apenas a distinção das cores, mas também a qualidade da experiência.
- Validar as soluções junto a usuários reais, pois sua percepção é insubstituível, conforme apontado na análise de resultados.
- Disponibilizar legenda apropriada, já que se trata de recurso vital no contexto de seleção de assentos, conforme identificado durante esta pesquisa. É importante que a legenda seja exibida de forma completa, contendo todos os tipos de assentos.
- Tratar o daltonismo separadamente conforme seus tipos e severidades, já que as percepções não são iguais. Este cuidado deve ser tomado durante o desenvolvimento das soluções, tanto no uso das ferramentas de apoio quanto nos testes junto aos usuários.

6. CONCLUSÃO

Estima-se que mais de 8% da população mundial seja daltônica, afetada principalmente pelas formas protan e deutan, que foram estudadas nesta dissertação. Este tipo de daltonismo, também chamado de vermelho-verde, interfere na capacidade de perceber principalmente as cores vermelho, amarelo e verde, mas afeta também a distinção de outras cores, já que o processo de percepção cromático é complexo. As dificuldades não são sentidas da mesma forma por todos, pois variam conforme a severidade do daltonismo.

Este estudo explorou um dos contextos do comércio eletrônico, que é a venda atrelada à escolha de assentos. Apesar desta pesquisa ter sido direcionada aos assentos de passagens aéreas, suas contribuições podem se estender aos outros tipos, como assentos de teatros e afins, devido à similaridade entre as interfaces. O comércio eletrônico vem apresentando grande crescimento ao longo dos anos, ocupando o espaço das vendas presenciais e se tornando cada vez mais relevante na receita das companhias. Ele oferece diversas vantagens tanto para os consumidores quanto para as empresas. Apesar disso, poucos estudos analisaram as dificuldades sentidas por pessoas daltônicas no uso da internet. Esta carência de pesquisas restringe a discussão do tema entre os diversos atores envolvidos no desenvolvimento de soluções web e dificulta a criação de recursos que apoiem o projeto acessível dos sites e aplicativos.

As cores são largamente utilizadas na web com diversas finalidades, inclusive para influenciar a experiência do usuário. Em muitas situações, a capacidade do usuário de navegar em um site ou aplicativo, interpretar suas informações e utilizá-lo corretamente

depende da interpretação das cores exibidas. As diretrizes de acessibilidade oferecidas pelo WCAG e eMAG são de extrema importância, recomendando que as cores não sejam a única forma de comunicação com o usuário. A orientação é utilizar dicas visuais, que são elementos introduzidos para gerar uma redundância e permitir que pessoas com restrições na percepção cromática possam compreender o que está sendo apresentado. Contudo, não existem orientações quando à escolha correta de cores e a garantia de que pessoas daltônicas usufruam de todos os benefícios que elas oferecem, inclusive estéticos e emocionais. Neste sentido, o estudo de Napoli e Chiasson (NAPOLI; CHIASSON, 2018) trouxe uma importante contribuição, ao analisar as dicas visuais em um jogo *online*. Apesar das dicas terem sido eficazes para a performance dos jogadores, eles se sentiram inseguros e com a sensação de terem tido pior desempenho quando comparado à experiência utilizando as cores. Alinhada com esta linha de pesquisa, esta dissertação buscou compreender como as cores interferem na percepção de segurança dos usuários daltônicos no contexto de seleção de assentos, mesmo estando as interfaces acessíveis a eles. A intenção foi compreender se existem novos elementos que possam ser adicionados às atuais recomendações de acessibilidade na web. A importância de considerar o contexto nas recomendações foi inclusive observada em trabalhos anteriores (BONACIN; REIS; DE ARAUJO, 2021).

Foram coletadas percepções de dezoito participantes sobre três cenários criados a partir das interfaces de escolha de assentos das três maiores empresas aéreas brasileiras. As perguntas sobre cada cenário buscaram compreender se ele estava acessível ao participante (tipos de assentos bem diferenciados e de fácil seleção) e sua avaliação sobre as dicas visuais, cores e legenda utilizadas. Diversas perguntas foram feitas sobre cada um destes aspectos. Também foi obtida sua opinião sobre qual dos três cenários proporcionou maior segurança para a escolha de um assento desejado. Os participantes

eram todos daltônicos, igualmente distribuídos entre os tipos protan e deutan.

Os resultados gerados pela participação dos daltônicos deutan foram mais significativos do que os observados para os protan. Esta foi uma boa surpresa, já que estudos anteriores (IQBAL *et al.*, 2018b, 2018a; PAIVA; SIQUEIRA; FERREIRA, 2021) concluíram que os participantes deutan foram os menos beneficiados pelas soluções de acessibilidade estudadas. Contribuir com a melhoria da experiência destes usuários foi um importante resultado desta dissertação. Suas respostas apontaram relação entre maior segurança no uso das interfaces e o fato delas apresentarem cores mais agradáveis. As dicas e cores acessíveis garantiram que todos os tipos de assentos estivessem bem distintos e pudessem ser facilmente selecionados, mas não parecem ter sido determinantes para garantir uma experiência agradável para estes participantes. Reforçando o que já foi mencionado anteriormente, as cores são utilizadas no desenho das interfaces com diversas finalidades, inclusive para influenciar a experiência dos usuários. Pessoas com boa percepção cromática usufruem de todos os benefícios intencionados pelos desenvolvedores, enquanto a experiência de usuários daltônicos parece estar limitada à capacidade de utilizar a interface.

O fato dos daltônicos deutan terem sugerido a importância de cores agradáveis nos cenários estudados inspirou recomendações adicionais às diretrizes atuais de acessibilidade relacionadas ao uso das cores. Estas recomendações contemplam o uso de ferramentas de apoio aos desenvolvedores, orientações quanto ao formato da legenda e validação das soluções junto a usuários reais, sempre contemplando o daltonismo conforme seus diferentes tipos e severidades. A intenção é garantir a qualidade da experiência deste grupo de usuários no uso das interfaces de seleção de assentos.

O desenvolvimento de soluções acessíveis depende de muitas questões. Esta

dissertação contribui com recomendações, porém diversos desafios foram identificados durante o mapeamento sistemático de literatura. Espera-se, portanto, que esta dissertação também contribua para discussão do tema e que sirva de insumo para muitas outras pesquisas que estimulem experiências mais completas e agradáveis para usuários daltônicos na web.

6.1. Trabalhos futuros

A baixa adesão obtida com a divulgação desta pesquisa levantou um ponto de atenção que pode ser explorado em trabalhos futuros. O pouco engajamento observado pode estar atrelado à forma como o convite foi feito ou pode estar relacionado a outros fatores. A revisão de literatura também apontou a carência de usuários como um desafio em tornar as interfaces acessíveis aos daltônicos. É importante compreender o motivo pelo qual este público não se sente motivado a participar destas iniciativas, já que sua participação é fundamental para que o tema do daltonismo na web seja melhor explorado.

Considerando o assunto do comércio eletrônico abordado nesta dissertação e o entendimento de que a maioria dos brasileiros usa apenas o celular para realizar compras *online*, o pequeno tamanho da tela gera uma dificuldade adicional para os daltônicos. Foi recomendado que o questionário desta pesquisa fosse respondido pelo celular, justamente para que a experiência do participante se aproximasse da situação real de compra *online*. O impacto do tamanho da tela na experiência dos daltônicos pode ser melhor compreendido em trabalhos futuros.

Novas pesquisas também podem complementar alguns achados curiosos desta dissertação, através de entrevistas com alguns participantes. Seria interessante compreender o motivo pelo qual o cenário da Latam chegou a ser considerado o mais

seguro para um participante escolher um assento, mesmo sendo o único cenário que não estava acessível a ele. Outro participante não relacionou a falta de acessibilidade do cenário da Latam nem às cores nem à legenda. E alguns sentiram dificuldades nos cenários da Gol e da Azul, que não foram observadas na simulação e podem revelar novos aspectos que precisem ser considerados no desenho de soluções acessíveis.

Por fim, seria interessante explorar em maiores detalhes as conclusões desta dissertação junto a um grupo maior de participantes deutan. A relação entre a sensação de segurança no uso das interfaces e a presença de cores mais agradáveis pode ser investigada junto a outra questão que surgiu na análise dos resultados, que foi o fato de um único participante ter indicado preferência pelas cores ao invés das dicas. Estes achados parecem conflitantes, já que um enfatiza a importância das cores e outro não.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, Hemn Barzan; ZHEN, Lu; YUANTU, Zhang. A New Approach of e-Commerce Web Design for Accessibility based on Game Accessibility in Chinese Market. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, [s. l.], v. 12, n. 8, 2021. Disponível em: <http://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=12&Issue=8&Code=IJACSA&SerialNo=1>. Acesso em: 6 dez. 2021.

ABRAMS, Karin von. **Global Ecommerce Forecast 2021**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-forecast-2021>. Acesso em: 17 nov. 2021.

ALCARAZ MARTÍNEZ, Rubén; TURRÓ, Mireia Ribera; GRANOLLERS SALTIVERI, Toni. Methodology for heuristic evaluation of the accessibility of statistical charts for people with low vision and color vision deficiency. **Universal Access in the Information Society**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10209-021-00816-0>. Acesso em: 6 dez. 2021.

AVIAÇÃO COMERCIAL.NET. **Participação no Mercado - Nacional**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.aviacao comercial.net/pnacional.htm>. Acesso em: 10 mar. 2022 a.

AVIAÇÃO COMERCIAL.NET. **Rankings e Estatísticas - Frota Comercial Brasileira**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.aviacao comercial.net/rankingfrota br.htm>. Acesso em: 10 mar. 2022 b.

BALAJI, V.; KUPPUSAMY, K. S. Towards accessible mobile pattern authentication for persons with visual impairments. *Em: , 2017, Chennai. 2017 International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS)*. Chennai: IEEE, 2017. p. 1–5. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8272662/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

BARRY, John A. *et al.* Development and validation of a questionnaire assessing the quality of life impact of Colour Blindness (CBQoL). **BMC Ophthalmology**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 179, 2017.

BCM FAMILIES FOUNDATION. **Blue Cone Monochromacy**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.blueconemonochromacy.org/>. Acesso em: 16 out. 2021.

BIRCH, Jennifer. Worldwide prevalence of red-green color deficiency. **Journal of the Optical Society of America A**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 313, 2012.

BONACIN, Rodrigo; REIS, Julio Cesar dos; DE ARAUJO, Ricardo José. An ontology-based framework for improving color vision deficiency accessibility. **Universal Access in the Information Society**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s10209-021-00791-6>. Acesso em: 6 dez. 2021.

BRUNI, Lúcia Fernanda; CRUZ, Antonio Augusto Velasco e. Sentido cromático: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, [s. l.], v. 69, n. 5, p. 766–775, 2006.

CAMAROTTO, Márcio Roberto. **Gestão de Atacado e Varejo**. [S. l.]: IESDE Brasil S.A, 2009. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=rnTbQzQOXj4C&lpg=PA13&ots=NFgl9PWV3&dq=o%20que%20%C3%A9%20varejo&lr&hl=pt-BR&pg=PA2#v=onepage&q&f=false>.

CAO, Yingxia; AJJAN, Haya; HONG, Paul. Post-purchase shipping and customer service experiences in online shopping and their impact on customer satisfaction: An empirical study with comparison. **Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 400–416, 2018.

CEURVELS, Matteo. **Top 5 countries for retail ecommerce sales growth in 2021**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.emarketer.com/content/top-5-countries-retail-ecommerce-sales-growth-2021>. Acesso em: 17 nov. 2021.

COLE, Barry L. Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice. **Clinical and Experimental Optometry**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 157–175, 2007.

COLOUR BLIND AWARENESS. **Types of Colour Blindness**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.colourblindawareness.org/colour-blindness/types-of-colour-blindness/>. Acesso em: 27 out. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **RESOLUÇÃO Nº 510, DE 07 DE ABRIL DE 2016**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2022.

CONWAY, Bevil R. *et al.* A tour of contemporary color vision research. **Vision Research**, [s. l.], v. 151, p. 2–6, 2018.

CONWAY, Bevil R. Color Vision, Cones, and Color-Coding in the Cortex. **The Neuroscientist**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 274–290, 2009.

CRAMER-FLOOD, Ethan. **Global Ecommerce Update 2021**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-update-2021>. Acesso em: 17 nov. 2021.

DE ARAÚJO, Ricardo José; DOS REIS, Julio Cesar; BONACIN, Rodrigo. Colors Similarity Computation for User Interface Adaptation. *Em:* , 2017, Vancouver, CANADA. (Margherita Antona & Constantine Stephanidis, Org.) **11th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI)**. Vancouver, CANADA: Springer International Publishing, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-3-319-58706-6_27. Acesso em: 6 dez. 2021.

DE ARAÚJO, Ricardo José; DOS REIS, Julio Cesar; BONACIN, Rodrigo. Understanding interface recoloring aspects by colorblind people: a user study. **Universal Access in the Information Society**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 81–98, 2018.

DEKIMPE, Marnik G.; GEYSKENS, Inge; GIELENS, Katrijn. Using technology to

bring online convenience to offline shopping. **Marketing Letters**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 25–29, 2020.

DEPARTAMENTO DE GOVERNO ELETRÔNICO. **EMAG - Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico**. [S. l.], 2014. Disponível em: <http://emag.governoeletronico.gov.br/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

DIAS, Paulo Henrique. Diferenças entre e-commerce, m-commerce, c-commerce e t-commerce. *Em*: E-COMMERCE BRASIL. 2022. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/diferencas-entre-e-commerce-m-commerce-c-commerce-e-t-commerce/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

EGAN, Colin; ALSAFYANI, Majed. Ensuring the Credibility of a Colour Vision Deficient Improvement Algorithm by Use of Two Statistical Analysis Techniques. *Em*: , 2018, Las Vegas, NV, USA. **2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)**. Las Vegas, NV, USA: IEEE, 2018. p. 474–477. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8947653/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

ENCHROMA. **EnChroma Color Blind Test**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://enchroma.com/pages/test>. Acesso em: 3 maio 2022.

FERNANDES, Luciene Chaves; URBANO, Lúcia Carvalho de Ventura. Eficiência dos testes cromáticos de comparação na discromatopsia hereditária: relato de casos. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, [s. l.], v. 71, n. 4, p. 585–588, 2008.

FLATLA, David R. Accessibility for individuals with color vision deficiency. *Em*: , 2012, New York, NY, USA. **ACM SIGACCESS Accessibility and Computing**. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2012. p. 8–12. Disponível em: <https://doi-org.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.1145/2140446.2140448>.

FLATLA, David R *et al.* SPRWeb: preserving subjective responses to website colour schemes through automatic recolouring. *Em*: , 2013, Paris, France. **CHI '13: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. Paris, France: Association for Computing Machinery, 2013. p. 2069–2078. Disponível em: <https://doi-org.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.1145/2470654.2481283>.

FLÜCK, Daniel. Coblis — Color Blindness Simulator. *Em*: [s. d.]. Disponível em: <https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

GEGENFURTNER, Karl R.; SHARPE, Lindsay T. **Color Vision: From Genes to Perception**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2001.

GÓMEZ-ROBLEDO, L. *et al.* Do EnChroma glasses improve color vision for colorblind subjects?. **Optics Express**, [s. l.], v. 26, n. 22, p. 28693, 2018.

GRZYBOWSKI, Andrzej; KUPIDURA-MAJEWSKI, Konrad. What is color and how it is perceived?. **Clinics in Dermatology**, [s. l.], v. 37, n. 5, p. 392–401, 2019.

HASILOGLU, Melda; KAYA, Onur. An analysis of price, service and commission rate decisions in online sales made through E-commerce platforms. **Computers & Industrial**

Engineering, [s. l.], v. 162, p. 107688, 2021.

HOFMANN, Lukas; PALCZEWSKI, Krzysztof. Advances in understanding the molecular basis of the first steps in color vision. **Progress in Retinal and Eye Research**, [s. l.], v. 49, p. 46–66, 2015.

IQBAL, Muhammad Waseem *et al.* Adaptive interface for color-blind people in mobile-phones. *Em:* , 2018a, Lahore, Pakistan. **2018 International Conference on Advancements in Computational Sciences (ICACS)**. Lahore, Pakistan: IEEE, 2018. p. 1–8. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8333488/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

IQBAL, Muhammad Waseem *et al.* Usability Aspects of Adaptive Mobile Interfaces for Colour-Blind and Vision Deficient Users. **IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security**, [s. l.], v. 18, p. 12, 2018b.

IVANOVA, Desislava; MITEV, Daniel. Usability strategy and guidelines for building an accessible web portal. *Em:* , 2021, Tomsk, Russia. **Applications of Mathematics in Engineering and Economics (AMEE'20)**. Tomsk, Russia: AIP Publishing, 2021. p. 140003. Disponível em: <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0042257>. Acesso em: 6 dez. 2021.

JACOBS, Gerald H. Photopigments and the dimensionality of animal color vision. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, [s. l.], p. 23, 2018.

LABRECQUE, Lauren I. Color research in marketing: Theoretical and technical considerations for conducting rigorous and impactful color research. **Psychology & Marketing**, [s. l.], v. 37, n. 7, p. 855–863, 2020.

LEBOW, Sara. **Worldwide ecommerce continues double-digit growth following pandemic push to online**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.emarketer.com/content/worldwide-ecommerce-continues-double-digit-growth-following-pandemic-push-online>. Acesso em: 17 nov. 2021.

LIN, Kwei-Jay. E-Commerce Technology Back to a Prominent Future. **IEEE Computer Society**, [s. l.], v. 12, p. 60–65, 2008.

LOTTO, R. Beau *et al.* Seeing in colour. **Optics & Laser Technology**, [s. l.], v. 43, n. 2, p. 261–269, 2011.

MACHADO, G.M.; OLIVEIRA, M.M.; FERNANDES, L. A Physiologically-based Model for Simulation of Color Vision Deficiency. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, [s. l.], v. 15, n. 6, p. 1291–1298, 2009.

MALACHOWSKY, Samuel; KRUTZ, Daniel E. TPM: Using Experiential Learning to Support Accessibility in Computing Education. *Em:* TPM, 2020, Munich, Germany. **32nd Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. Munich, Germany: IEEE, 2020. p. 1–2. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9206228/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Empresas aéreas brasileiras apresentam lucro no segundo trimestre**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt->

br/noticias/2021/empresas-aereas-brasileiras-apresentam-lucro-no-segundo-trimestre. Acesso em: 10 mar. 2022.

NAPOLI, Daniela; CHIASSON, Sonia. Exploring the Impact of Colour-Blindness on Computer Game Performance. *Em:* , 2018, Montreal QC Canada. **Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. Montreal QC Canada: ACM, 2018. p. 1–6. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3170427.3188555>. Acesso em: 6 dez. 2021.

NGUYEN, Richard; GEDDES, Connor. Exploring Haptic Colour Identification Aids. *Em:* , 2019, Pittsburgh PA USA. **The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. Pittsburgh PA USA: ACM, 2019. p. 709–711. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3308561.3356111>. Acesso em: 9 abr. 2021.

NÚCLEO DE ACESSIBILIDADE E USABILIDADE (NAU). **Acessibilidade e Usabilidade**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://nau.uniriotec.br/index.php/sobre/acesibilidade-e-usabilidade>. Acesso em: 9 nov. 2021.

OBLANDER, Elliot Shin *et al.* The past, present, and future of customer management. **Marketing Letters**, [s. l.], v. 31, n. 2–3, p. 125–136, 2020.

PAIVA, Isa Maria; SIQUEIRA, Sean; FERREIRA, Simone Bacellar Leal. The Windows 10's Color Filter Feature as an Aid for Color Blind People in the Use of Websites. *Em:* , 2021, Virtual Event Brazil. **Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. Virtual Event Brazil: ACM, 2021. p. 1–11. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3472301.3484341>. Acesso em: 9 nov. 2021.

PINHEIRO, Mateus *et al.* Flying colors: Using color blindness simulations in the development of accessible mobile games. *Em:* FLYING COLORS, 2021, Virtual Event Brazil. **Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. Virtual Event Brazil: ACM, 2021. p. 1–11. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3472301.3484353>. Acesso em: 6 dez. 2021.

PRIDMORE, Ralph W. Complementary colors theory of color vision: Physiology, color mixture, color constancy and color perception. **Color Research & Application**, [s. l.], v. 36, n. 6, p. 394–412, 2011.

PRIDMORE, Ralph W. Orthogonal Relations and Color Constancy in Dichromatic Colorblindness. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. e107035, 2014.

PUSPITASARI, Ira; CAHYANI, Dwi Indah; TAUFIK. A User-Centered Design for Redesigning E-Government Website in Public Health Sector. *Em:* , 2018, Semarang. **2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication**. Semarang: IEEE, 2018. p. 219–224. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8549726/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

REMMER, Meredith H. *et al.* Achromatopsia: a review. **Current Opinion in Ophthalmology**, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 333–340, 2015.

SATO, Mário Teruo *et al.* Discromatopsias congênitas e condução de veículos. **Arquivos**

Brasileiros de Oftalmologia, [s. l.], v. 65, n. 1, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492002000100010&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 8 out. 2021.

SCHWARTZ, B.L.; KRANTZ, J.H. **Sensation and Perception**. [S. l.]: SAGE Publications, 2015. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=fXe4oQEACAAJ>.

SEBRAE. **Comércio varejista: O que é e como me destacar no mercado?**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.sebraeatende.com.br/artigo/comercio-varejista-o-que-e-e-como-me-destacar-no-mercado>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SHEN, Wuyao *et al.* Seamless visual sharing with color vision deficiencies. **ACM Transactions on Graphics**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 70:1-12, 2016.

SIMUNOVIC, Matthew P. Acquired color vision deficiency. **Survey of Ophthalmology**, [s. l.], v. 61, n. 2, p. 132–155, 2016.

SIMUNOVIC, M P. Colour vision deficiency. **Eye**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 747–755, 2010.

STOIANOV, Maristela *et al.* The impacts of abnormal color vision on people's life: an integrative review. **Quality of Life Research**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 855–862, 2019.

TANUWIDJAJA, Enrico *et al.* Chroma: a wearable augmented-reality solution for color blindness. *Em*: CHROMA, 2014, Seattle, WA, USA. **Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing**. Seattle, WA, USA: Association for Computing Machinery, 2014. p. 799–810. Disponível em: <http://doi.org/10.1145/2632048.2632091>. Acesso em: 9 abr. 2021.

THE LOW VISION CENTERS OF INDIANA. **Achromatopsia.info - Emotional Impact**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.achromatopsia.info/emotional-impact/>. Acesso em: 5 nov. 2021.

TIGWELL, Garreth W.; FLATLA, David R.; ARCHIBALD, Neil D. ACE: A Colour Palette Design Tool for Balancing Aesthetics and Accessibility. **ACM Transactions on Accessible Computing**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 1–32, 2017.

WEB PARA TODOS. Conheça as barreiras de acessibilidade que pessoas daltônicas enfrentam na web e saiba como evitá-las. *Em*: WPT. 2021. Disponível em: <https://mwpt.com.br/barreiras-de-navegacao-enfrentadas-por-pessoas-daltonicas/>. Acesso em: 8 nov. 2021.

WENT, L. N.; PRONK, N. The genetics of tritan disturbances. **Human Genetics**, [s. l.], v. 69, n. 3, p. 255–262, 1985.

WONG, Bang. Points of view: Color blindness. **Nature Methods**, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 441–441, 2011.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **W3C**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.w3.org/>. Acesso em: 9 nov. 2021.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **W3C Accessibility Guidelines**

(WCAG) 3.0. [S. l.], 2021a. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/wcag-3.0/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.** [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 6 maio 2021.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.** [S. l.], 2021b. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

APÊNDICE I

Questionário aplicado junto aos participantes

Seleção de Assento de Bilhete Aéreo

Prezados senhores,

Esse questionário faz parte de um estudo sobre acessibilidade de sites, desenvolvido por um núcleo de pesquisa da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), coordenado pela Professora Simone Bacellar Leal Ferreira (professora do curso de Sistemas de Informação do Departamento de Informática Aplicada da UNIRIO).

A usabilidade e acessibilidade são temas que estão, cada vez mais, despertando a atenção de governos e organizações públicas e privadas, o que motivou o presente estudo. Solicitamos sua colaboração, respondendo a algumas questões. Isto não tomará mais que 15 minutos e será uma contribuição importante para a pesquisa sobre esse tema no Brasil. Não há respostas certas ou erradas em relação a qualquer dos itens.

Ao responder a este questionário, você concorda que os resultados sejam utilizados em pesquisas. Os dados de identificação não serão mencionados em nenhum momento, o que preservará o anonimato e sigilo dos respondentes. A sua participação é totalmente livre e você pode interromper o preenchimento a qualquer momento.

De preferência, responda às perguntas usando o celular.

Se houver necessidade de maiores esclarecimentos, por favor envie um e-mail para os responsáveis pela pesquisa:

Isa Maria Alves de Paiva: isa.paiva@edu.unirio.br
CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5490661921751750>

Simone Bacellar Leal Ferreira: simone@uniriotec.br
CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0926018459123736>

Núcleo de Acessibilidade e usabilidade da UNIRIO
<http://nau.uniriotec.br/index.php/sobre/quem-somos>

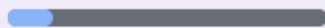
Faça login no Google para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

***Obrigatório**

E-mail *

Seu e-mail

Próxima



Página 1 de 7

[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este formulário foi criado em UNIRIO. [Denunciar abuso](#)

Google Formulários

Tipo de daltonismo

Esta pesquisa tem como objetivo compreender melhor os recursos que podem auxiliar pessoas daltônicas nas compras online de bilhetes aéreos, especificamente na escolha de assentos.

Antes de prosseguir:

- aumente o brilho da tela
- garanta que a tela não esteja com reflexo ou claridade incidindo nela
- se você usa óculos com lentes coloridas, por favor retire
- desative os filtros de cor, caso esteja usando

Qual é seu tipo de daltonismo? Se você não sabe, clique no link <https://enchroma.com/pages/color-blind-test> e faça um teste que leva apenas 2 minutos: *

- ☐ MILD PROTAN
- ☐ MODERATE PROTAN
- ☐ STRONG PROTAN
- ☐ MILD DEUTAN
- ☐ MODERATE DEUTAN
- ☐ STRONG DEUTAN
- ☐ NORMAL COLOR VISION
- ☐ Outro: _____

[Voltar](#)

[Próxima](#)



Página 2 de 7 [Limpar formulário](#)

Qual é a sua idade? *

Sua resposta

Qual é o seu gênero? *

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino
- ☐ Outro
- ☐ Prefiro não dizer

Qual seu nível de escolaridade? *

- ☐ Ensino Fundamental
- ☐ Ensino Médio (antigo segundo grau)
- ☐ Ensino Superior
- ☐ Pós-Graduação
- ☐ Outro: _____

Qual dispositivo você está usando? *

- ☐ Computador
- ☐ Tablet
- ☐ Celular

Você já fez compras pela internet onde precisou escolher um assento? Marque *
todas as opções que refletem a sua experiência.

- ☐ Nunca
- ☐ Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins)
- ☐ Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
- ☐ Sim, em outras situações

Em seguida, você encontrará 3 grupos de perguntas. Em cada um deles, existirá uma imagem, seguida de algumas perguntas sobre ela. Cada imagem mostrará o site de uma companhia aérea diferente, onde é feita a escolha do assento de uma passagem aérea.

[Voltar](#)

[Próxima](#)



Página 3 de 7 [Limpar formulário](#)

A imagem abaixo representa a tela do site de uma companhia aérea para escolha de assento em voo. Existem 4 tipos de assentos, conforme indicado na legenda. Serão feitas 7 perguntas sobre esta tela.

Marque os assentos do seu voo

Detalhes do voo

ORIGEM			DESTINO			
A	B	C	D	E	F	
SDU	07/04 - 21:20		FLN	07/04 - 22:55		
			4			
			5			
			6			
			7			
						

Legendas dos assentos

Ocultar

Livre



GOL+
Conforto

Ocupado

Bloqueado

Você consegue diferenciar os 4 tipos de assentos mostrados na legenda? *

- ☐ Não diferencio todos
- ☐ Diferencio com dificuldade
- ☐ Percebo bem as diferenças

Se você tivesse que escolher um assento Gol+Conforto, você teria facilidade para fazê-lo? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Se você tivesse que escolher um assento Livre que não seja Gol+Conforto, você teria facilidade para fazê-lo? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência? *

- | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Não atrapalha e consigo identificá-los | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | É bem difícil identificá-los |

Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Livre e Gol+Conforto? *

- ☐ Sim
- ☐ Sim, mas não atrapalhou
- ☐ Não

Você gostou dos símbolos diferentes (círculo riscado, círculo pequeno preenchido, círculo grande vazado)? Marque todas as opções que fazem sentido para você. *

- ☐ Gostei, tornam o uso mais fácil
- ☐ Não gosto quando as telas mostram esses recursos
- ☐ Prefiro poder diferenciar os assentos pelas cores
- ☐ Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site
- ☐ Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos
- ☐ Outro: _____

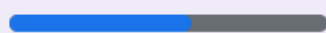
Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site? *

1 2 3 4 5

Não senti falta e conseguiria usar bem este site ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ As cores me desagradaram bastante

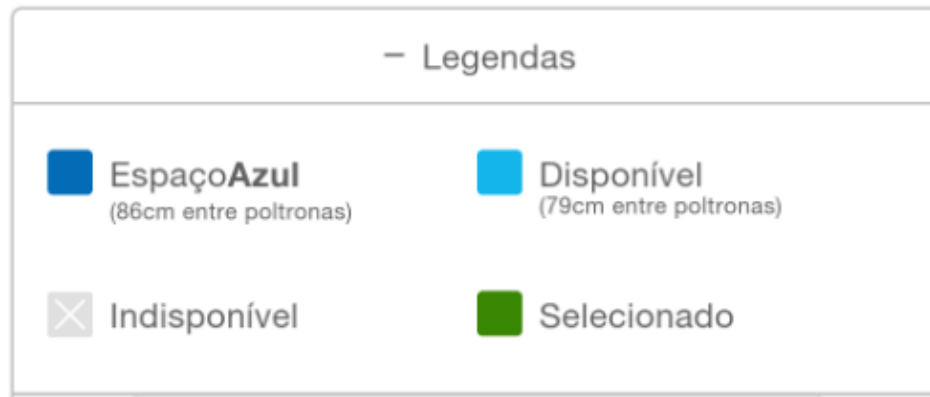
[Voltar](#)

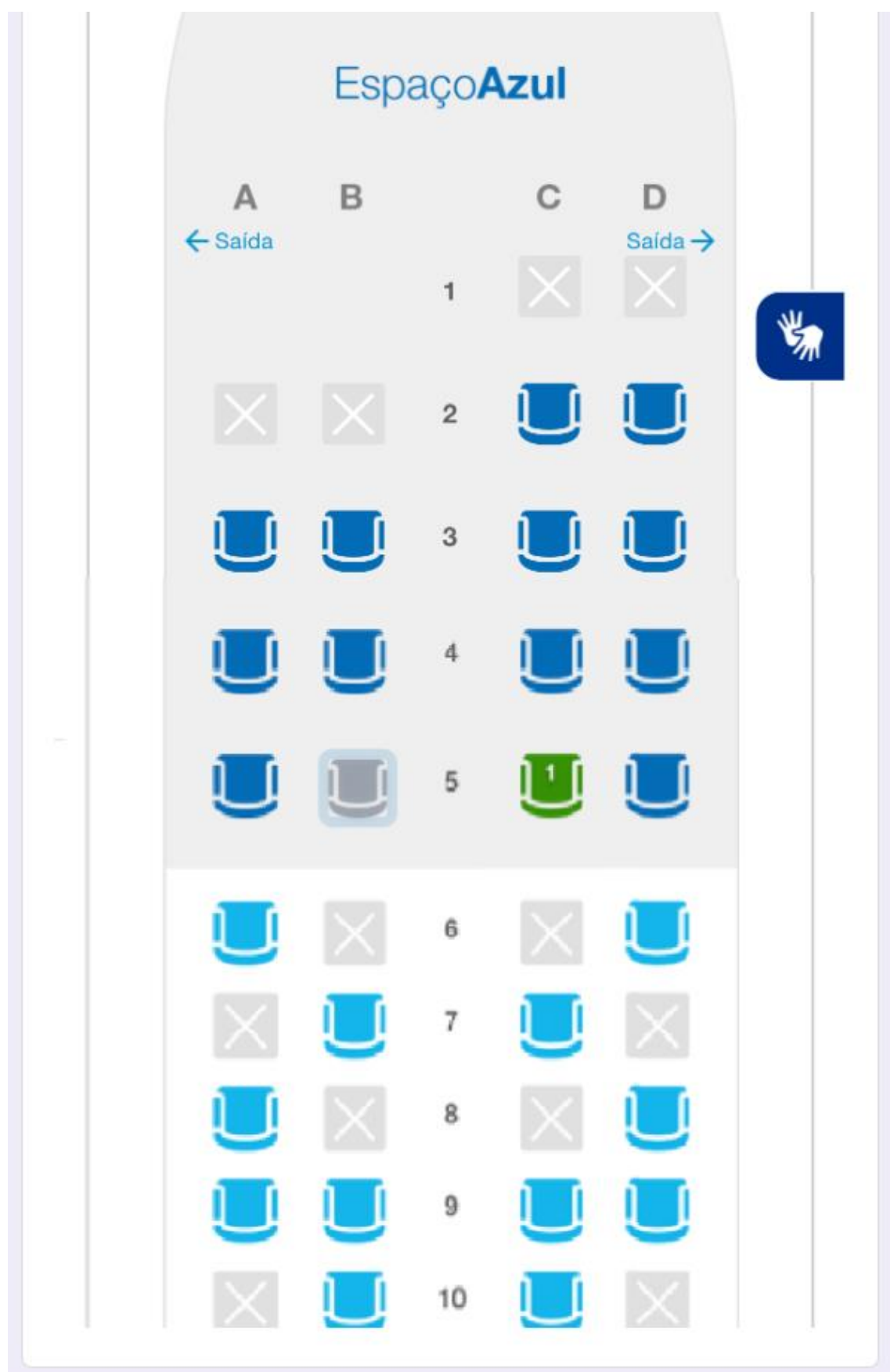
[Próxima](#)



Página 4 de 7 [Limpar formulário](#)

A imagem abaixo representa a tela do site de uma companhia aérea para escolha de assento em voo. Existem 4 tipos de assentos, conforme indicado na legenda. Serão feitas 8 perguntas sobre esta tela.





Você consegue diferenciar os 4 tipos de assentos mostrados na legenda? *

- ☐ Não diferencio todos
- ☐ Diferencio com dificuldade
- ☐ Percebo bem as diferenças

Se você tivesse que escolher um assento EspaçoAzul, você teria facilidade para fazê-lo? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Se você tivesse que escolher um assento Disponível que não seja EspaçoAzul, você teria facilidade para fazê-lo? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Já existe um assento Selecionado. Você consegue localizá-lo no mapa de assentos? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência? *

1 2 3 4 5

Não atrapalha e consigo
identificá-los

☐☐☐☐☐

É bem difícil identificá-los

Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos
Disponível, EspaçoAzul e Selecionado? *

☐ Sim

☐ Sim, mas não atrapalhou

☐ Não

Você gostou do símbolo diferente dos assentos indisponíveis (quadrado riscado) e da marcação numérica do assento selecionado? Marque todas as opções que fazem sentido para você. *

- ☐ Gostei, tornam o uso mais fácil
- ☐ Não gosto quando as telas mostram esses recursos
- ☐ Prefiro poder diferenciar os assentos pelas cores
- ☐ Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site
- ☐ Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos
- ☐ Outro: _____

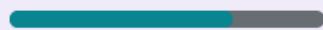
Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site? *

1 2 3 4 5

Não senti falta e conseguiria usar bem este site ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ As cores me desagradaram bastante

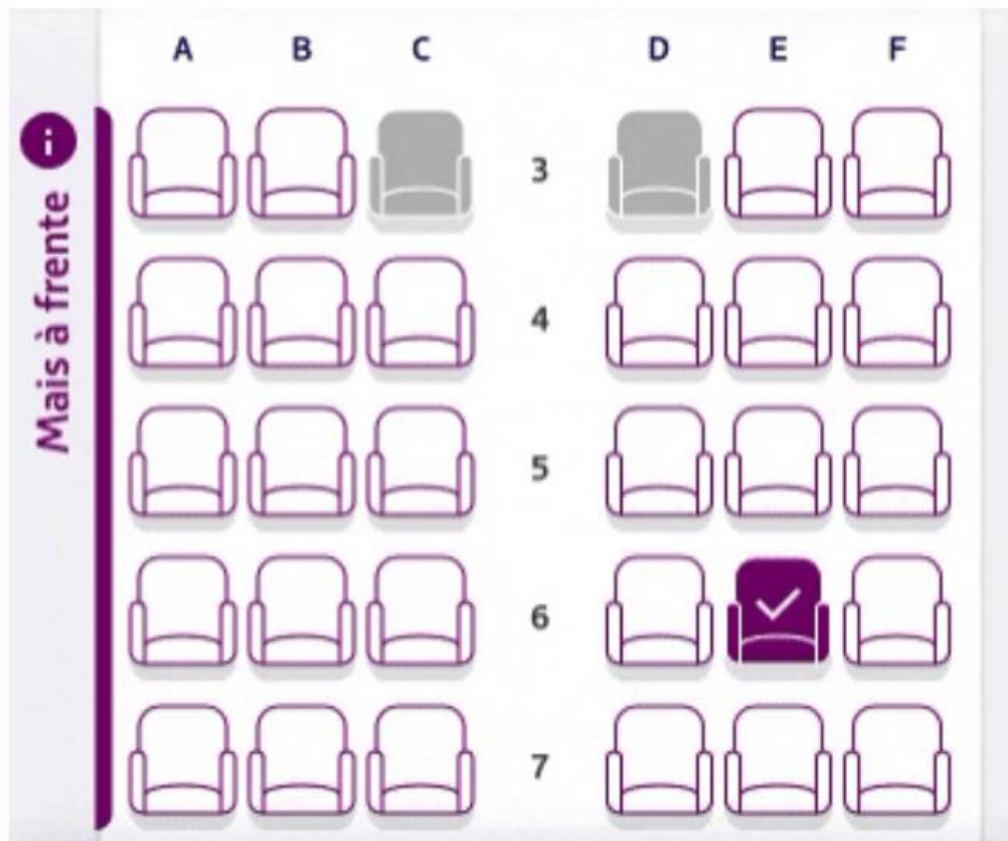
[Voltar](#)

[Próxima](#)

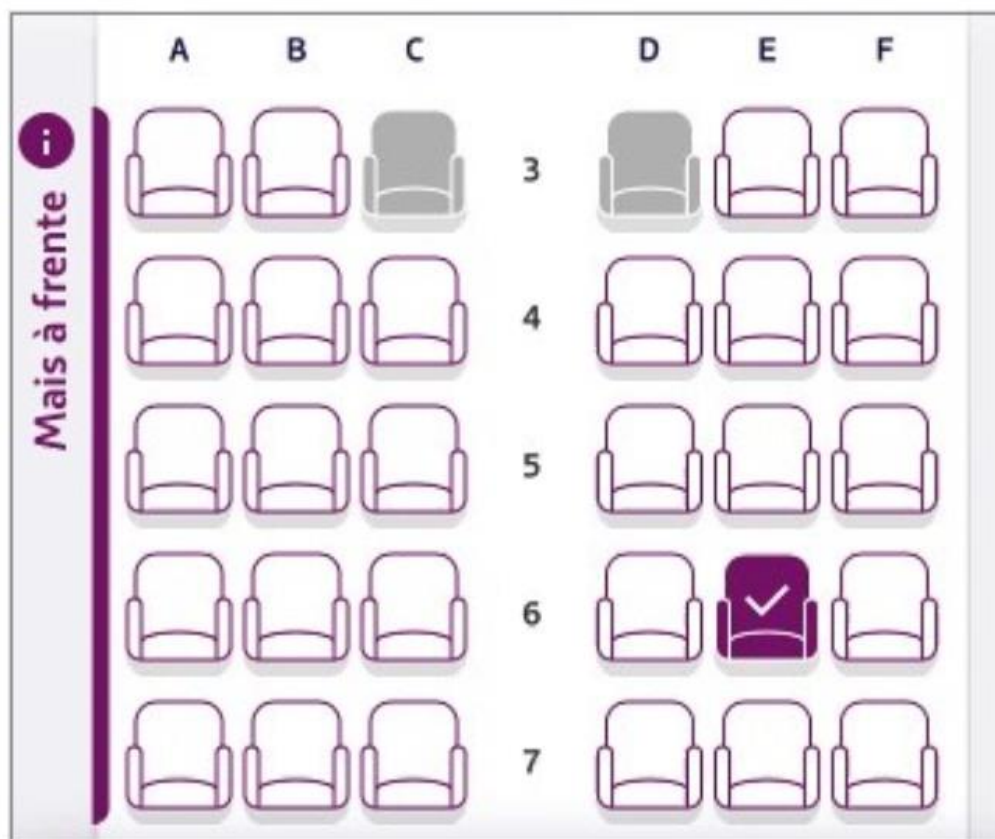


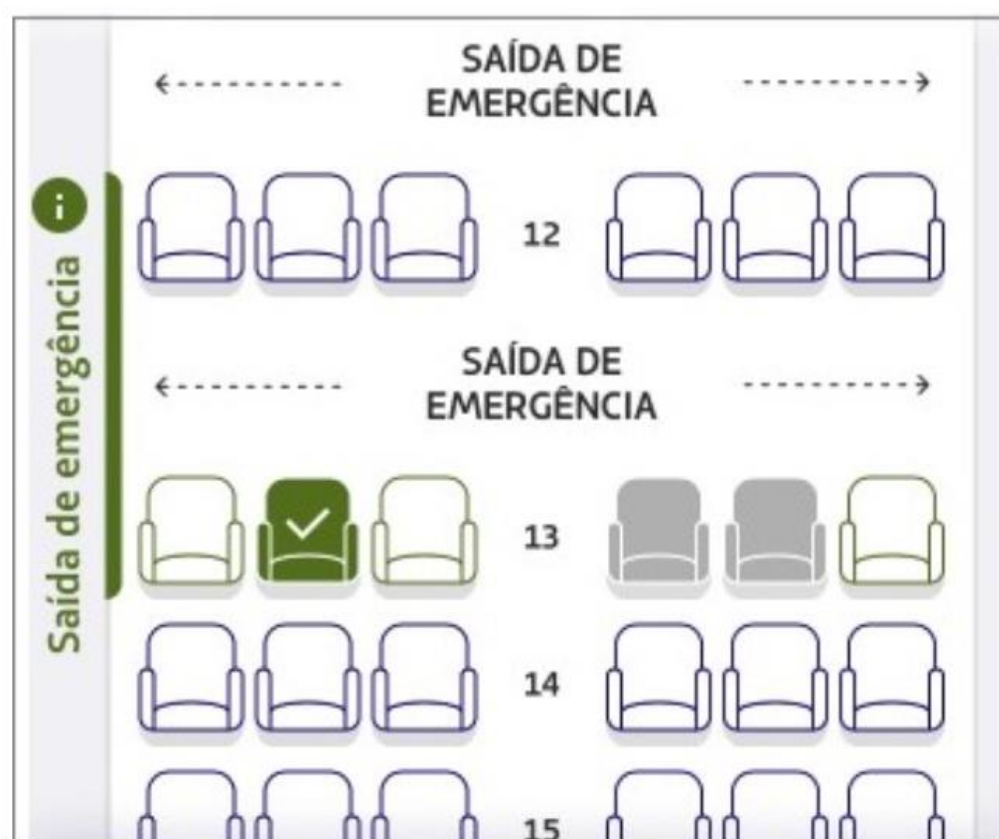
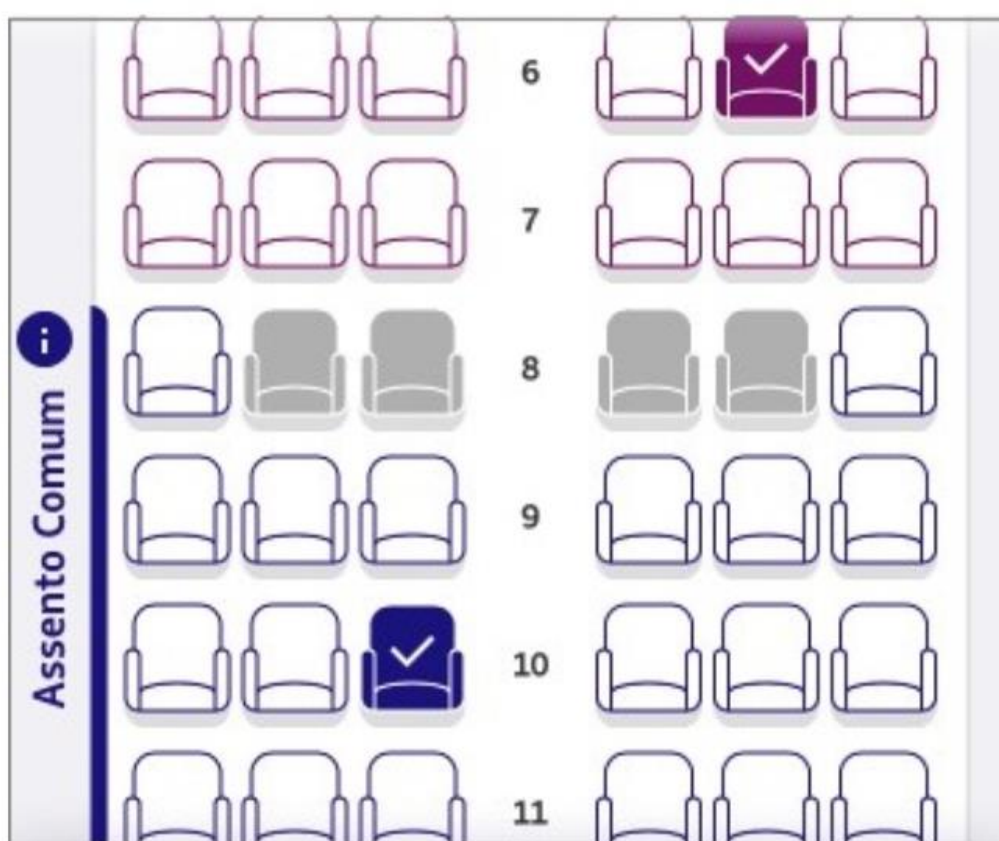
Página 5 de 7 [Limpar formulário](#)

A imagem abaixo representa a tela do site de uma companhia aérea para escolha de assento em voo. Existem 3 tipos de assentos para seleção, indicados na legenda à esquerda. Observe que a legenda muda conforme o usuário rola a tela e diferentes assentos são exibidos. Ela mostra 1 descrição por vez. Além destes 3 tipos, existem assentos indisponíveis, preenchidos com uma cor diferente das mostradas na legenda.



A imagem abaixo mostra 3 momentos do vídeo mostrado acima, Serão feitas 10 perguntas sobre ela.

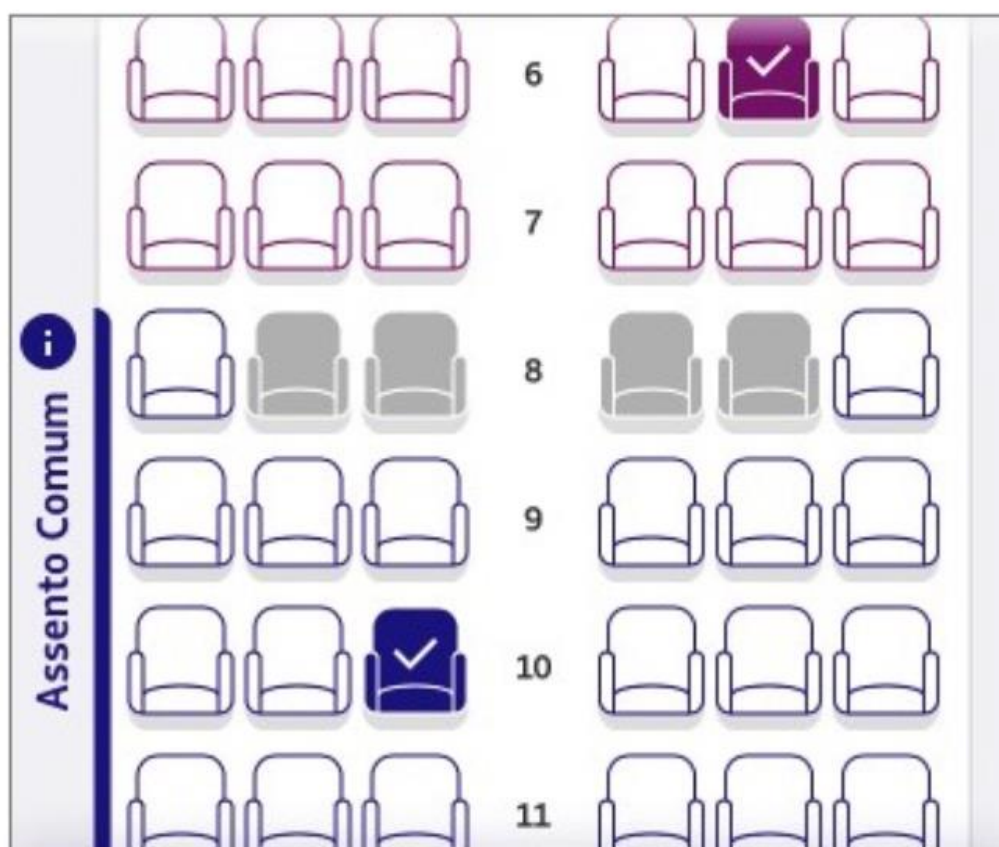




Observando apenas os assentos sem preenchimento (só com o contorno),
você consegue diferenciar as cores dos 3 tipos: Mais à frente, Assento Comum
e Saída de Emergência ? *

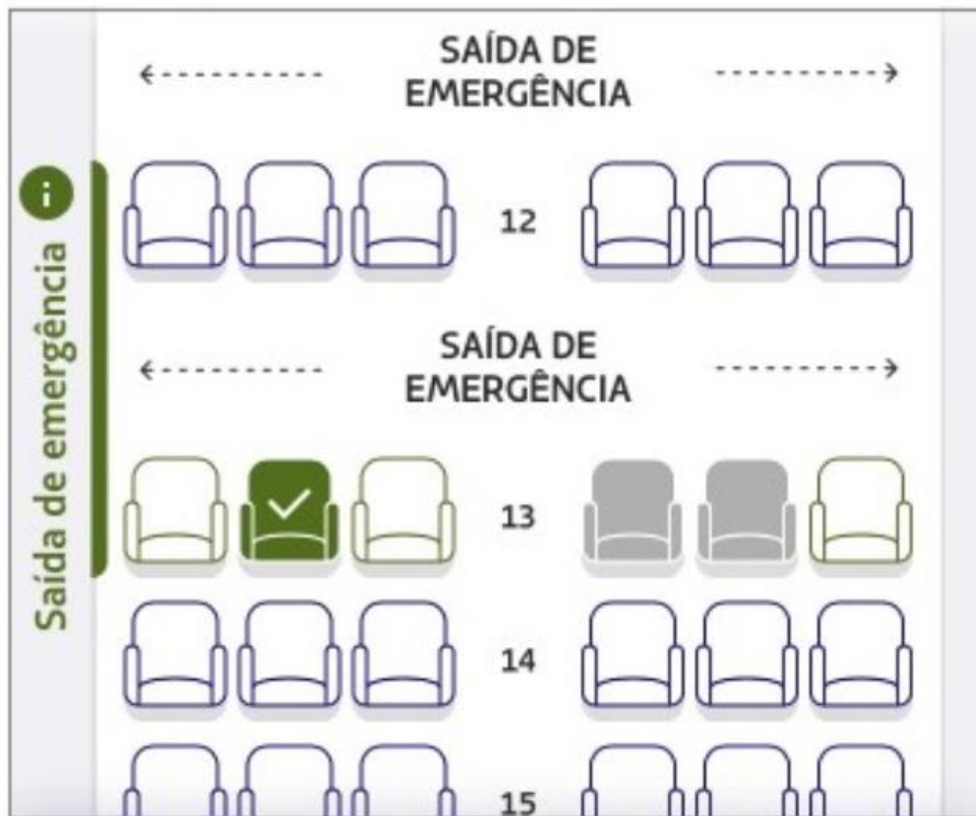
- ☐ Não diferencio todos
- ☐ Diferencio com dificuldade
- ☐ Percebo bem as diferenças

Na segunda imagem (reproduzida abaixo), se você tivesse que escolher 2
assentos sem preenchimento, sendo 1 Comum e outro do tipo Mais à frente,
você teria facilidade para fazê-lo? *



- ☐ Sim
- ☐ Não

Na terceira imagem (reproduzida abaixo), se você tivesse que escolher 2 assentos sem preenchimento, sendo 1 Comum e outro Saída de emergência, você teria facilidade para fazê-lo? *



☐ Sim

☐ Não

Você consegue perceber que há assentos preenchidos com uma cor que não existe nas legendas? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não tenho certeza

Dentre os assentos preenchidos, você consegue identificar os 3 selecionados (Mais à frente, Assento Comum e Saída de emergência) e saber o tipo de cada um deles? *

- ☐ Nem todos
- ☐ Percebo com dificuldade
- ☐ Diferencio bem os tipos dos 3

A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência? *

- | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Não atrapalha e consigo identificá-los | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | É bem difícil identificá-los |

Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos? *

- ☐ Sim
- ☐ Sim, mas não atrapalhou
- ☐ Não

Você sentiu falta de outras formas para diferenciar os assentos além das cores, *
como símbolos diferentes? Marque todas as opções que fazem sentido para
você.

- ☐ Senti falta, pois símbolos facilitam o uso
- ☐ Não gosto quando as telas mostram esses recursos
- ☐ Prefiro poder diferenciar os assentos pelas cores
- ☐ Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site
- ☐ Outro: _____

Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site? *

1 2 3 4 5

Não senti falta e conseguiria usar bem este site ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ As cores me desagradaram bastante

A legenda dinâmica atrapalha a seleção dos assentos? *

1 2 3 4 5

Não atrapalha ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Atrapalha bastante

[Voltar](#)

[Próxima](#)



Página 6 de 7 [Limpar formulário](#)

Preferências

Você analisou a tela de 3 diferentes companhias aéreas. Na pergunta seguinte, será solicitado que você indique em qual delas se sentiu mais seguro para selecionar um assento do tipo desejado. Para que você possa relembrar das imagens, elas serão exibidas novamente abaixo.

Marque os assentos do seu voo

Detalhes do voo

ORIGEM			DESTINO		
A	B	C	D	E	F
SDU	07/04 - 21:20		FLN	07/04 - 22:55	
			4		
			5		
			6		
			7		

Legendas dos assentos

[Ocultar](#)

Livre

GOL+
Conforto

Ocupado



Bloqueado

— Legendas



EspaçoAzul
(86cm entre poltronas)



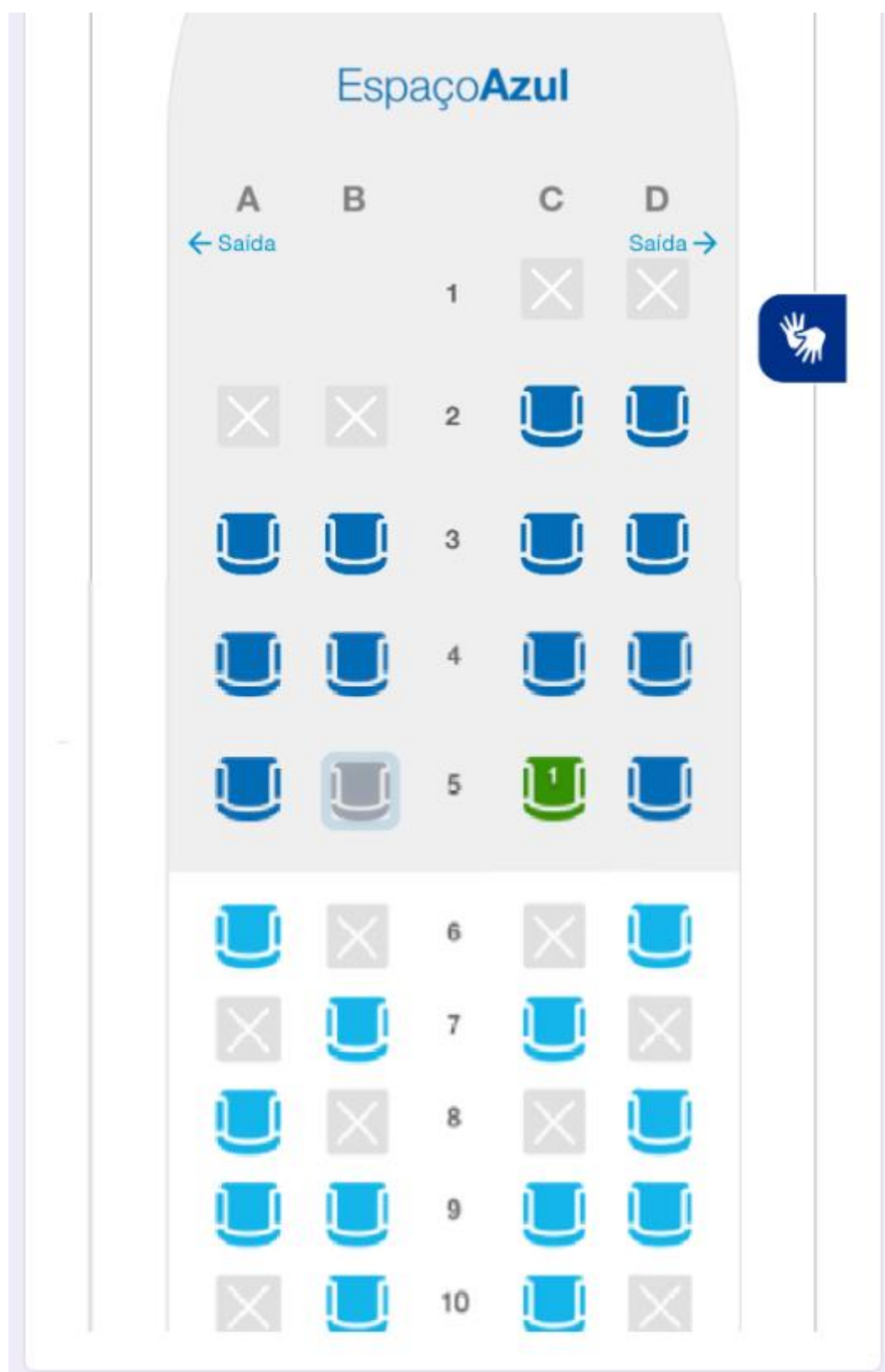
Disponível
(79cm entre poltronas)

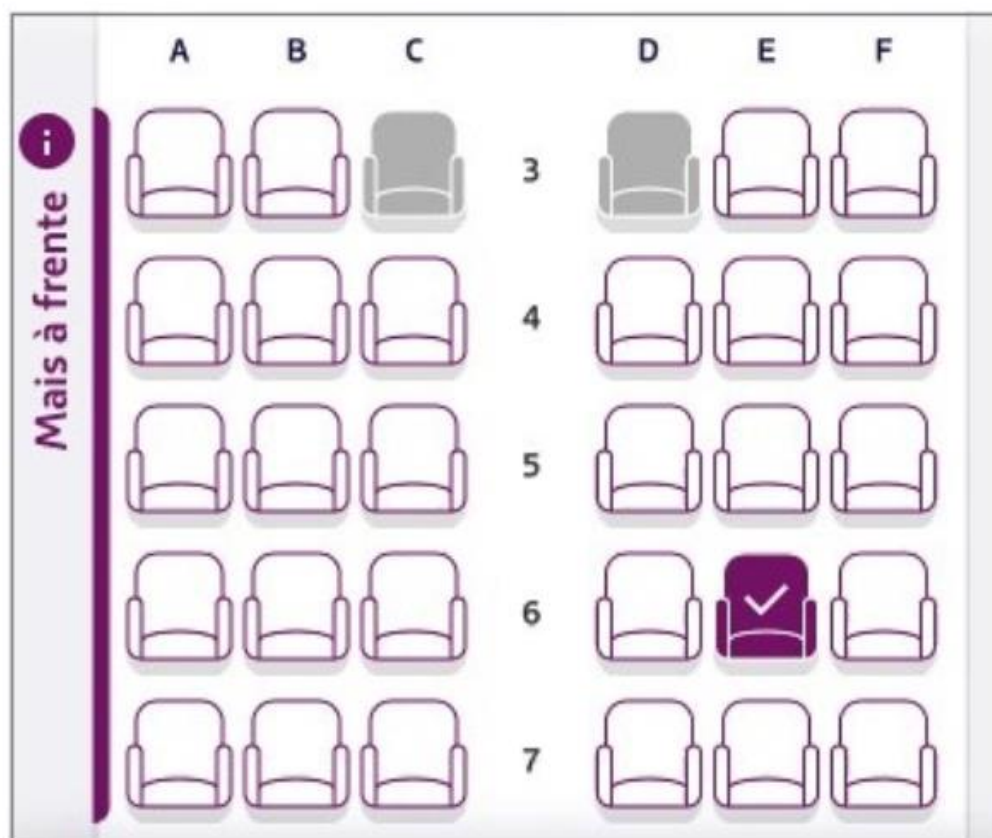


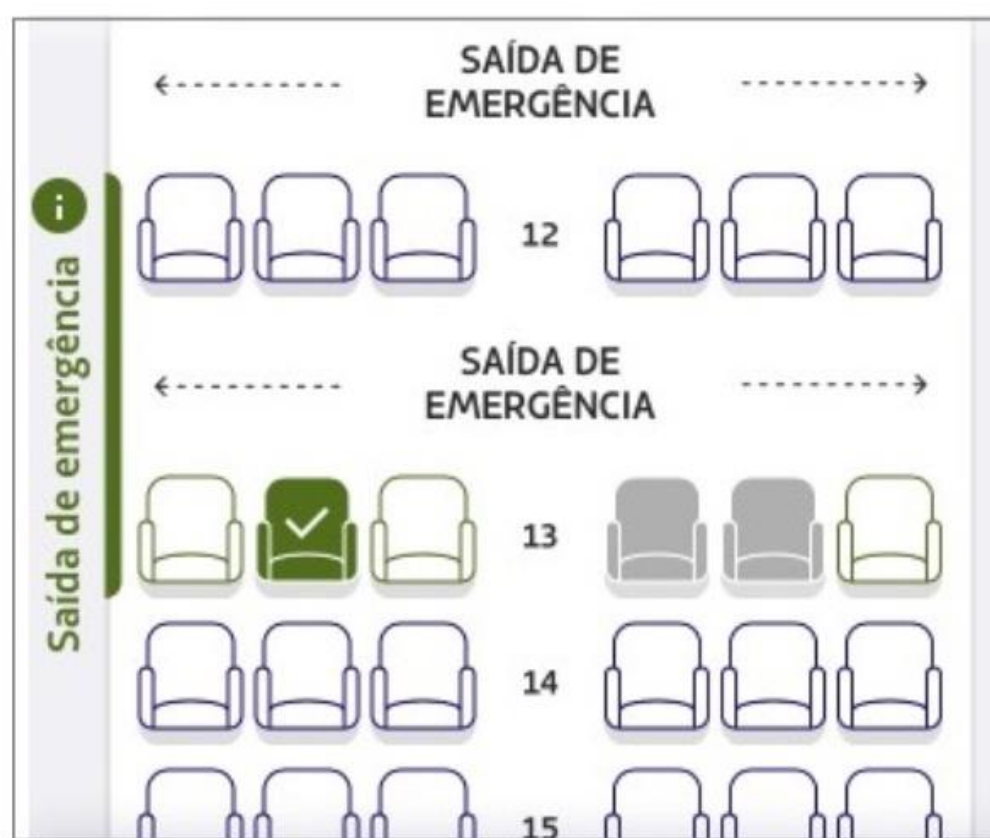
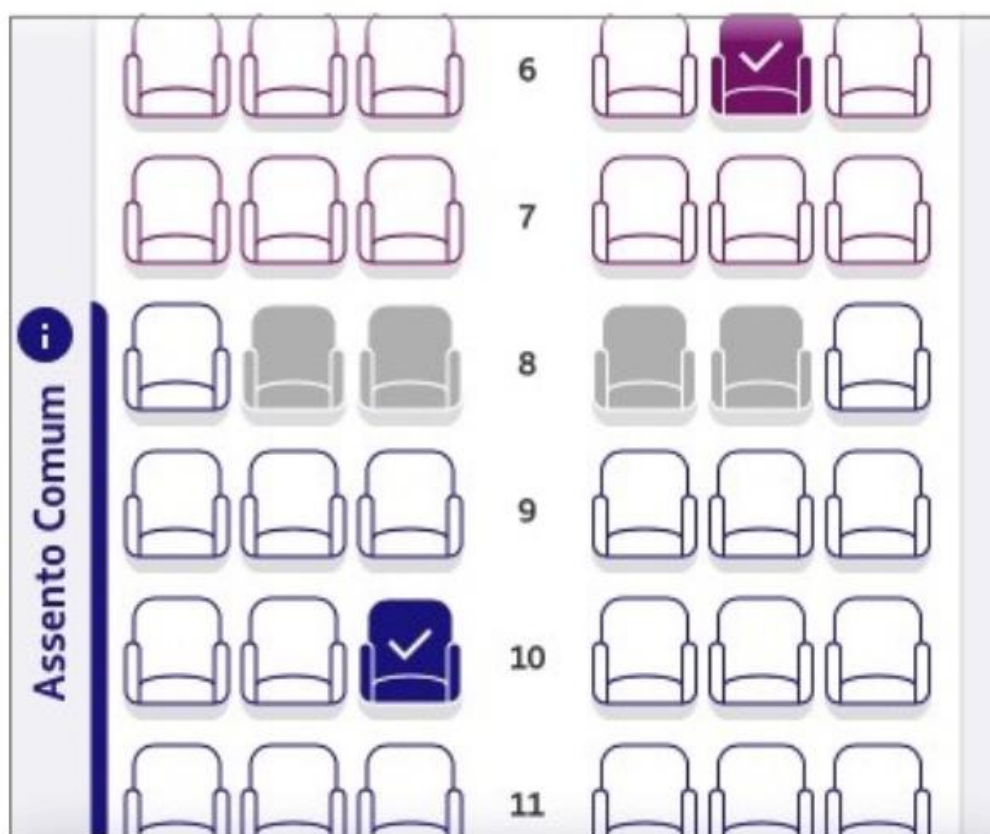
Indisponível



Selecionado







Defina a sua ordem de preferência: *

	Gostei mais	Média	Gostei menos
Tela 1	☐	☐	☐
Tela 2	☐	☐	☐
Tela 3	☐	☐	☐

☐ Enviar uma cópia das respostas para o meu e-mail.

[Voltar](#) [Enviar](#)[Página 7 de 7](#) [Limpar formulário](#)

APÊNDICE II

Respostas dos participantes quanto ao seu perfil

ID participante	Qual é seu tipo de daltonismo?	Qual é a sua idade?	Qual é o seu gênero?	Qual seu nível de escolaridade?	Qual dispositivo você está usando?	Você já fez compras pela internet onde precisou escolher um assento? Marque todas as opções que refletem a sua experiência.
1	MILD PROTAN	27	Masculino	Ensino Superior	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
2	MILD DEUTAN	27	Feminino	Ensino Superior	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
3	STRONG DEUTAN	56	Masculino	Ensino Superior	Celular	Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
4	MODERATE DEUTAN	25	Masculino	Pós-Graduação	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
5	STRONG PROTAN	28	Masculino	Pós-Graduação	Celular	Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
6	STRONG DEUTAN	48	Masculino	Pós-Graduação	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
7	MODERATE DEUTAN	65	Masculino	Pós-Graduação	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)

8	STRONG PROTAN	27	Masculino	Ensino Superior	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
9	STRONG PROTAN	56	Masculino	Pós- Graduação	Computador	Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
10	STRONG DEUTAN	57	Masculino	Mestrado	Computador	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
11	MILD DEUTAN	60	Masculino	Ensino Médio (antigo segundo grau)	Tablet	Nunca
12	MILD PROTAN	58	Masculino	Pós- Graduação	Computador	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins), Sim, em outras situações
13	STRONG PROTAN	57	Masculino	Pós- Graduação	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins), Sim, em outras situações
14	STRONG PROTAN	23	Masculino	Pós- Graduação	Celular	Nunca

15	STRONG DEUTAN	33	Masculino	Pós- Graduação	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins), Sim, em outras situações
16	MILD PROTAN	23	Masculino	Ensino Médio (antigo segundo grau)	Celular	Nunca
17	STRONG DEUTAN	23	Masculino	Ensino Superior	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins)
18	STRONG PROTAN	38	Feminino	Ensino Superior	Celular	Sim, para comprar ingresso de evento (cinema, teatro ou afins), Sim, para comprar passagem (avião, ônibus ou afins), Sim, em outras situações

APÊNDICE III

Respostas dos participantes sobre o cenário da Gol

ID participante	GOL Você consegue diferenciar os 4 tipos de assentos mostrados na legenda?	GOL Se você tivesse que escolher um assento Gol+Conforto, você teria facilidade para fazê-lo?	GOL Se você tivesse que escolher um assento Livre que não seja Gol+Conforto, você teria facilidade para fazê-lo?	GOL A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência?	GOL Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Livre e Gol+Conforto?	GOL Você gostou dos símbolos diferentes (círculo riscado, círculo pequeno preenchido, círculo grande vazado)? Marque todas as opções que fazem sentido para você.	GOL Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site?
1	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	4	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	4
2	Percebo bem as diferenças	Não	Não	2	Sim, mas não atrapalhou	Não gosto quando as telas mostram esses recursos, Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	4
3	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil, Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	2
4	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	3

5	Percebo bem as diferenças	Não	Não	3	Sim, mas não atrapalhou	Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	4
6	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	1
7	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	3	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	4
8	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	1
9	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	2
10	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	2	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	2
11	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	2	Sim, mas não atrapalhou	Prefiro poder diferenciar os assentos pelas cores, Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site	2
12	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	2
13	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	3	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	3

14	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil, Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	3
15	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	1
16	Diferencio com dificuldade	Não	Sim	5	Sim, mas não atrapalhou	Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	5
17	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	4	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil, Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	5
18	Não diferencio todos	Não	Sim	3	Sim	Gostaria que os tipos Livre e GOL+Conforto também fossem diferenciados por símbolos	3

APÊNDICE IV

Respostas dos participantes sobre o cenário da Azul

ID participante	AZUL Você consegue diferenciar os 4 tipos de assentos mostrados na legenda?	AZUL Se você tivesse que escolher um assento EspaçoAzul, você teria facilidade para fazê-lo?	AZUL Se você tivesse que escolher um assento Disponível que não seja EspaçoAzul, você teria facilidade para fazê-lo?	AZUL Já existe um assento Selecionado. Você consegue localizá-lo no mapa de assentos?	AZUL A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência?	AZUL Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Disponível, EspaçoAzul e Selecionado?	AZUL Você gostou do símbolo diferente dos assentos indisponíveis (quadrado riscado) e da marcação numérica do assento selecionado? Marque todas as opções que fazem sentido para você.	AZUL Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site?
1	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	3	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	2
2	Percebo bem as diferenças	Não	Sim	Sim	4	Sim, mas não atrapalhou	Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos	3
3	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil, Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site, Gostaria que os tipos Disponível e	1

							EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos	
4	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	3	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil, Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos	3
5	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	3	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	4
6	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	1
7	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	2	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	2
8	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	1	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	1

9	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	1	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	1
10	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	4	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	4
11	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	1	Sim, mas não atrapalhou	Prefiro poder diferenciar os assentos pelas cores, Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site	2
12	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	1	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	4
13	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	2	Sim, mas não atrapalhou	Gostei, tornam o uso mais fácil	3
14	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	2	Não	Gostei, tornam o uso mais fácil	2
15	Diferencio com dificuldade	Sim	Não	Sim	4	Sim, mas não atrapalhou	Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também	4

							fossem diferenciados por símbolos	
16	Diferencio com dificuldade	Não	Sim	Sim	5	Sim	Gostei, tornam o uso mais fácil, Não gosto quando as telas mostram esses recursos, Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos	5
17	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim	3	Sim	Gostei, tornam o uso mais fácil, Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos	4
18	Não diferencio todos	Não	Não	Não	1	Sim	Gostaria que os tipos Disponível e EspaçoAzul também fossem diferenciados por símbolos	3

APÊNDICE V

Respostas dos participantes sobre o cenário da Latam

ID participante	LATAM Observando apenas os assentos sem preenchimento (só com o contorno), você consegue diferenciar as cores dos 3 tipos: Mais à frente, Assento Comum e Saída de Emergência?	LATAM Na segunda imagem (reproduzida abaixo), se você tivesse que escolher 2 assentos sem preenchimento, sendo 1 Comum e outro do tipo Mais à frente, você teria facilidade para fazê-lo?	LATAM Na terceira imagem (reproduzida abaixo), se você tivesse que escolher 2 assentos sem preenchimento, sendo 1 Comum e outro Saída de emergência, você teria facilidade para fazê-lo?	LATAM Você consegue perceber que há assentos preenchidos com uma cor que não existe nas legendas?
1	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Não tenho certeza
2	Não diferencio todos	Não	Não	Sim
3	Não diferencio todos	Não	Não	Não tenho certeza
4	Percebo bem as diferenças	Não	Sim	Não tenho certeza
5	Não diferencio todos	Não	Sim	Não tenho certeza
6	Diferencio com dificuldade	Sim	Sim	Sim
7	Diferencio com dificuldade	Não	Sim	Não
8	Não diferencio todos	Não	Sim	Não
9	Não diferencio todos	Não	Sim	Sim
10	Não diferencio todos	Não	Sim	Sim
11	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Não tenho certeza
12	Percebo bem as diferenças	Sim	Sim	Sim

13	Diferencio com dificuldade	Não	Sim	Não tenho certeza
14	Não diferencio todos	Sim	Sim	Sim
15	Diferencio com dificuldade	Sim	Não	Sim
16	Percebo bem as diferenças	Não	Sim	Sim
17	Diferencio com dificuldade	Sim	Não	Sim
18	Não diferencio todos	Não	Não	Não

ID participante	LATAM Dentre os assentos preenchidos, você consegue identificar os 3 selecionados (Mais à frente, Assento Comum e Saída de emergência) e saber o tipo de cada um deles?	LATAM A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência?	LATAM Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos?	LATAM Você sentiu falta de outras formas para diferenciar os assentos além das cores, como símbolos diferentes? Marque todas as opções que fazem sentido para você.	LATAM Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site?	LATAM A legenda dinâmica atrapalha a seleção dos assentos?
1	Nem todos	3	Sim, mas não atrapalhou	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	3	3
2	Percebo com dificuldade	4	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso, Não gosto quando as telas mostram esses recursos	5	2

3	Nem todos	3	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	4	5
4	Diferencio bem os tipos dos 3	2	Não	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	4	4
5	Nem todos	4	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	4	3
6	Percebo com dificuldade	1	Sim, mas não atrapalhou	A categoria na lateral ajuda	3	1
7	Percebo com dificuldade	5	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	4	5
8	Nem todos	5	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	4	3
9	Diferencio bem os tipos dos 3	3	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	5	1
10	Diferencio bem os tipos dos 3	4	Sim, mas não atrapalhou	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	4	5
11	Diferencio bem os tipos dos 3	1	Sim, mas não atrapalhou	Prefiro poder diferenciar os assentos pelas cores, Para mim é indiferente, o que importa é conseguir usar o site	2	2

12	Diferencio bem os tipos dos 3	3	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	5	5
13	Percebo com dificuldade	3	Sim, mas não atrapalhou	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	3	3
14	Nem todos	2	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	5	4
15	Percebo com dificuldade	1	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	5	1
16	Diferencio bem os tipos dos 3	3	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	3	5
17	Percebo com dificuldade	4	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	5	4
18	Nem todos	3	Sim	Senti falta, pois símbolos facilitam o uso	3	4

APÊNDICE VI

Respostas dos participantes sobre suas preferências quanto aos cenários

ID participante	Defina a sua ordem de preferência: [GOL]	Defina a sua ordem de preferência: [AZUL]	Defina a sua ordem de preferência: [LATAM]
1	Gostei menos	Média	Gostei mais
2	Gostei mais	Média	Gostei menos
3	Média	Gostei mais	Gostei menos
4	Média	Gostei mais	Gostei menos
5	Gostei mais	Média	Gostei menos
6	Média	Gostei mais	Gostei menos
7	Média	Gostei mais	Gostei menos
8	Gostei mais	Média	Gostei menos
9	Média	Gostei mais	Gostei menos
10	Gostei mais	Média	Gostei menos
11	Gostei menos	Gostei mais	Média
12	Média	Gostei mais	Gostei menos
13	Gostei mais	Média	Gostei menos
14	Gostei mais	Média	Gostei menos
15	Gostei mais	Média	Gostei menos
16	Média	Gostei menos	Gostei mais
17	Média	Gostei mais	Gostei menos
18	Média	Gostei menos	Gostei mais

APÊNDICE VII

Critérios para cálculo das métricas apresentadas na análise de resultados

Campo	Valor para métrica 1	Valor para métrica 2	Valor para métrica 3	Valor para métrica 4
GOL Você consegue diferenciar os 4 tipos de assentos mostrados na legenda?	Percebo bem as diferenças	Percebo bem as diferenças		
GOL Se você tivesse que escolher um assento Gol+Conforto, você teria facilidade para fazê-lo?	Sim	Sim		
GOL Se você tivesse que escolher um assento Livre que não seja Gol+Conforto, você teria facilidade para fazê-lo?	Sim	Sim		
AZUL Você consegue diferenciar os 4 tipos de assentos mostrados na legenda?	Percebo bem as diferenças		Percebo bem as diferenças	
AZUL Se você tivesse que escolher um assento EspaçoAzul, você teria facilidade para fazê-lo?	Sim		Sim	
AZUL Se você tivesse que escolher um assento Disponível que não seja EspaçoAzul, você teria facilidade para fazê-lo?	Sim		Sim	
AZUL Já existe um assento Selecionado. Você consegue localizá-lo no mapa de assentos?	Sim		Sim	
LATAM Observando apenas os assentos sem preenchimento (só com o contorno),	Percebo bem as diferenças			Percebo bem as diferenças

você consegue diferenciar as cores dos 3 tipos: Mais à frente, Assento Comum e Saída de Emergência?				
LATAM Na segunda imagem (reproduzida abaixo), se você tivesse que escolher 2 assentos sem preenchimento, sendo 1 Comum e outro do tipo Mais à frente, você teria facilidade para fazê-lo?	Sim			Sim
LATAM Na terceira imagem (reproduzida abaixo), se você tivesse que escolher 2 assentos sem preenchimento, sendo 1 Comum e outro Saída de emergência, você teria facilidade para fazê-lo?	Sim			Sim
LATAM Dentre os assentos preenchidos, você consegue identificar os 3 selecionados (Mais à frente, Assento Comum e Saída de emergência) e saber o tipo de cada um deles?	Diferencio bem os tipos dos 3			Diferencio bem os tipos dos 3

Métrica	Campo	Valor
5	A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência?	1
6	Para cálculo sobre o cenário da Gol: Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Livre e Gol+Conforto? Para cálculo sobre o cenário da Azul: Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Disponível, EspaçoAzul e Selecionado?	Não
7	Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site?	1
8	Para cálculo sobre o cenário da Gol: Você gostou dos símbolos diferentes	Gostei, tornam o uso mais fácil

	(círculo riscado, círculo pequeno preenchido, círculo grande vazado)? Para cálculo sobre o cenário da Azul: Você gostou do símbolo diferente dos assentos indisponíveis (quadrado riscado) e da marcação numérica do assento selecionado?	(mesmo que marcada junto a outras opções)
9	Você analisou a tela de 3 diferentes companhias aéreas. Na pergunta seguinte, será solicitado que você indique em qual delas se sentiu mais seguro para selecionar um assento do tipo desejado.	Cenário marcado como Gostei mais.

APÊNDICE VIII

Detalhamento das regras utilizadas na análise dos resultados

Regra	Campo	Resultado
1	Dois campos foram considerados: 1) A cor clara de alguns assentos atrapalha a sua experiência? 2) Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos? No caso deste último campo, o texto da pergunta varia conforme o cenário: Gol: Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Livre e Gol+Conforto? Azul: Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos Disponível, EspaçoAzul e Selecionado? Latam: Você sentiu falta de uma diferença maior entre as cores dos assentos?	Cenário que aparece com melhor avaliação em ambos os campos. Pode ser mais de um, caso tenham sido avaliados da mesma forma. No caso de conflito entre os campos, prevaleceu a avaliação do campo 2. Ordem considerada para definir a melhor avaliação do campo 1: • 1 (melhor avaliação) • 2 • 3 • 4 • 5 Ordem considerada para definir a melhor avaliação do campo 2: • Não (melhor avaliação) • Sim, mas não atrapalhou • Sim
2	Você sentiu falta de melhores cores para utilizar este site?	Cenário que apresentou melhor resposta neste campo, considerando a seguinte ordem: • 1 (melhor avaliação) • 2 • 3 • 4 • 5 Pode ser mais de um, caso tenham sido avaliados da mesma forma.
3	Você analisou a tela de 3 diferentes companhias aéreas. Na pergunta seguinte, será solicitado que você indique em qual	Cenário marcado como Gostei mais.

	delas se sentiu mais seguro para selecionar um assento do tipo desejado.	
--	--	--