

PROTÓTIPO DE APLICATIVO EM REALIDADE AUMENTADA PARA A EXPOSIÇÃO DE ARTE ONLINE COM ÊNFASE NO PÚBLICO DALTÔNICO

PROTOTYPE OF AN APP IN AUGMENTED REALITY FOR ONLINE ART EXHIBITION EMPHASING COLORBLIND

Andréa Silva Souza¹

Resumo

O objetivo desta pesquisa é a proposição de um protótipo de aplicativo em realidade aumentada para a exposição de arte online com ênfase no público daltônico. A incorporação dos preceitos de usabilidade, acessibilidade foram considerados. Os sujeitos entrevistados na primeira etapa consistiram em 3 artistas especialistas em realidade aumentada. Com base no feedback, a segunda etapa versou no aprimoramento da interface, posteriormente, 3 amostras de sujeitos com daltonismo incorporam o estudo.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Arte; Usabilidade; Acessibilidade; Daltonismo.

Abstract

The aim of this research was to develop a prototype app in augmented reality for online art exhibition emphasizing colorblind. The theoretical concepts of this research was based on the precepts of usability, accessibility. In the first evaluation step of the interface, the interview was answered by 3 artists specialists in AR. Based on this responses, implementations were conducted in terms of for usability and accessibility. In the second evaluation step, the interview was answered by 3 colorblind people. The feedback contributed to improve online art engagement.

Key-words: Augmented Reality; Art; Usability; Accessibility; Colorblind.

¹ andreassouza@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desta pesquisa é a proposição de um protótipo de aplicativo em realidade aumentada para a exposição de arte *online* com ênfase no público daltônico.

Conforme o exposto, o estudo tem os seguintes objetivos específicos: (1) levantamento das principais dificuldades das pessoas com daltonismo ao interagir com a RA; (2) a incorporação dos preceitos de usabilidade e acessibilidade.

Desta forma, pretende-se refletir sobre principais cuidados e preocupações com relação ao uso de tais interfaces em termos de acessibilidade e usabilidade quando se trata de pessoas com daltonismo.

Para tanto, a autora iniciou uma exploração a respeito do tema avaliando algumas interfaces em RA disponíveis nos museus para identificar o que já existe atualmente e avaliar segundo as diretrizes de usabilidade e padrão de acessibilidade.

Neste panorama, a indagação referiu-se a como desenvolver um protótipo de um aplicativo para releitura de obras de arte, sem impor o que é certo ou errado, mas mostrar que existem diferentes formas de visualizar a arte.

A hipótese da pesquisa esboça que: (1) a RA contribuirá como ferramenta de aplicação de filtros para releitura de obras de artes; (2) o *feedback* dos usuários revelará uma melhora para o engajamento com a arte.

Diante deste cenário, abordamos os seguintes pontos: (1) levantamento e análise de interfaces em RA dos museus; (2) análise de tais interfaces no âmbito da acessibilidade das cores e usabilidade; (3) concepção do protótipo de aplicativo em RA para releitura de obras de arte; (4) avaliação da usabilidade e acessibilidade do protótipo de aplicativo com usuários (artistas e pessoas com daltonismo).

Os pontos não inclusos são: (1) programação e desenvolvimento do aplicativo em RA; (2) funcionamento e avaliação do aplicativo de RA em tempo real.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são incorporadas as definições e teorias que embasam este estudo: RA, usabilidade, acessibilidade e daltonismo.

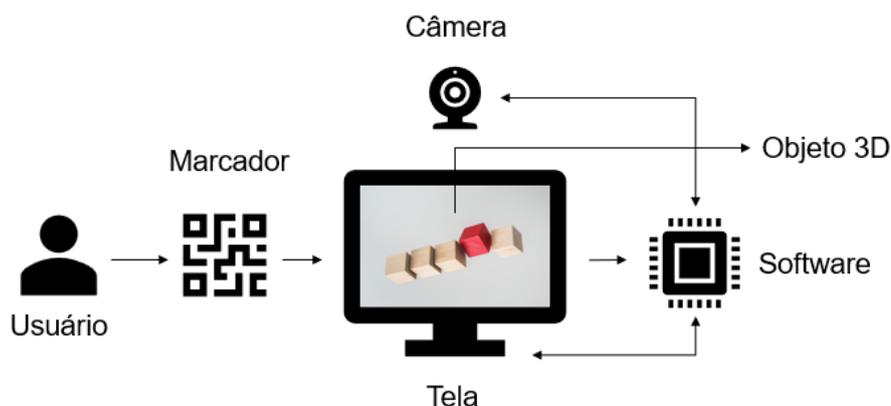
2.1 Realidade aumentada

A RA, segundo Azuma (2001), é a inserção de objetos virtuais no ambiente real. Os objetos podem sobrepor ou compor o ambiente, complementando a realidade sem substituí-la parecendo que o virtual e o real coexistem no mesmo espaço. Funciona com um marcador (*tag*), *webcam* e algum um dispositivo (computador; *tablet*; *smartphone* dentre outros) que exibe a RA.

O marcador pode ser uma figura ou objeto, que esteja registrada no banco de dados do *software* em RA, de forma que, quando a *webcam* capta a imagem, da figura ou do objeto, automaticamente ativa na tela a simulação da RA correspondente (AZUMA, 2001).

A figura 1 ilustra um exemplo de funcionamento da RA:

Figura 1: Funcionamento da RA

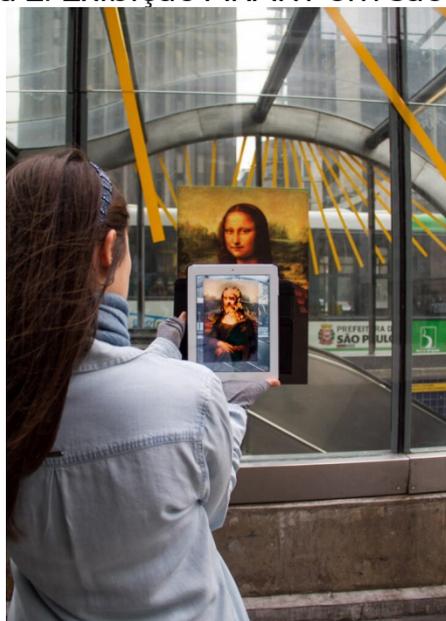


Fonte: elaborado pela autora, 2023

Quanto aos artistas que produzem arte utilizando a realidade aumentada temos como exemplos o *ARART Exhibition* por Takeshi Mukai, Kei Shiratori e Younghyo Bak (OLIVEIRA; CORRADI; AZEVEDO, 2019).

A figura 2 exhibe um dos trabalhos da exibição ARART:

Figura 2: Exibição ARART em são paulo

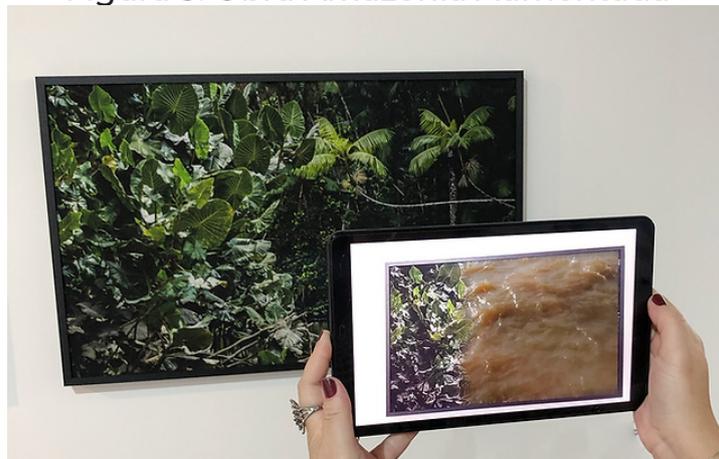


Fonte: site dos artistas, 2023

Outro projeto interessante a ser mencionado é o da Amazônia aumentada pela artista visual Roberta Carvalho em que a mesma produziu um aplicativo chamado Amazônia Aumentada que dá acesso as obras e possibilita a experiência em RA (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2019).

A seguir, na figura 3, uma das obras da artista Roberta Carvalho:

Figura 3: Obra Amazônia Aumentada



Fonte: site da artista, 2023

2.2 Usabilidade

Segundo a International Organization for Standardization (ISO), ISO 9241-11 (2018), usabilidade é definida como:

A medida em que um sistema, produto ou serviço pode ser utilizado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.

Eficácia é a precisão e integridade com que os usuários atingem os objetivos especificados.

Eficiência é o recurso utilizado em relação aos resultados alcançados.

Satisfação é a medida das respostas físicas, cognitivas e emocionais do usuário que resultam do uso do sistema, produto ou serviço atendem às necessidades e expectativas do mesmo (ISO 9241-11, 2018).

Para esta pesquisa, o conceito e padrões da ISO 9241-11 (2018), bem como, as recomendações para usabilidade do Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) (2014) (contexto e navegação; carga de informação; autonomia; erros; redação; consistência e familiaridade e desenho) foram considerados para concepção do protótipo (item 3.2.3) (QUISPE, 2018).

2.3 Acessibilidade

O W3C foi pioneiro em criar padrões de acessibilidade. Tais padrões, se comprometem a nortear o desenvolvimento e a adaptação do conteúdo digital e garantir acesso a todos, incluindo, aqueles com limitações cognitivas, motoras e auditivas (W3C, 2023).

Para esta pesquisa, o foco recaiu nos padrões da *Web Accessibility Initiative Guidelines (WAI)*, com a respectiva diretriz WCAG 2.2 atualizada em maio de 2023. As WCAG possuem um alto grau de aceitação no nível internacional, são usadas em vários países, como norma para regulamentar leis de acessibilidade.

As diretrizes do WCAG não se separam especificamente entre contexto móvel e não móvel. Entretanto, independentemente do nível de compatibilidade das WCAG, no momento do seu desenvolvimento a taxa de utilização da *web* móvel não estava totalmente prevista. Assim, é necessária uma análise mais completa da cobertura real do contexto móvel (ZAHRA; BREWER; HENRY, 2013)

Todos os requisitos da WCAG são relevantes tanto para *desktop* como dispositivos móveis. O termo “websites” é um guarda-chuva que inclui aplicações *web*, ou seja, possibilita alternativas a todos os elementos estruturais (imagens, vídeos, listas, textos, dentre outros), assegurando luminosidade e contraste suficientes independentemente do contexto (ZAHRA; BREWER; HENRY, 2013).

Tabela 1: Classificação WCAG

Padrões	Regras
Princípios	Constituem a base da acessibilidade: perceptível, operável, compreensível e robusto;
Diretrizes	São 12 diretrizes que fornecem os objetivos básicos para tornar o conteúdo mais acessível aos usuários com diferentes deficiências;
Critérios de sucesso	Os requisitos referem-se à especificação do projeto, as compras, a regulamentação e os acordos contratuais;
Técnicas de tipo necessária e tipo sugerida	Tipo necessária: são técnicas obrigatórias no processo de verificação de acessibilidade; As técnicas de tipo sugerida: são técnicas opcionais para acessibilidade e agregam ao processo.

Fonte: W3C, 2023

A categoria denominada critério de sucesso é indicada por um nível de conformidade, que pode ser A, AA ou AAA:

a) Nível A: barreiras mais significativas de acessibilidade. Estar em conformidade apenas com os critérios de nível A não garante um site altamente acessível (W3C, 2023);

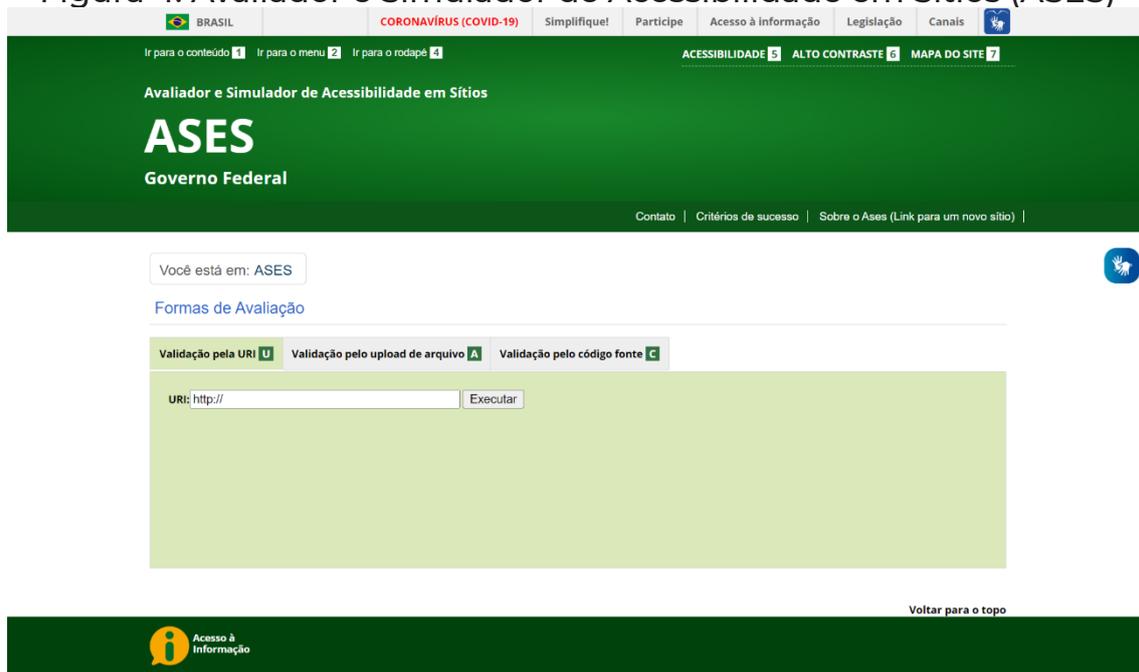
b) Nível AA: estar em conformidade com todos os critérios de sucesso de nível AA garante um site bastante acessível, ou seja, o site será acessível para a maioria dos usuários, sob a maior parte das circunstâncias e utilizando-se a maioria das tecnologias (W3C, 2023);

c) Nível AAA: o nível de conformidade triplo A é bastante meticuloso, ou seja, visa garantir um nível otimizado de acessibilidade. A maioria dos critérios de sucesso de nível AAA refere-se a situações bastante específicas, normalmente objetivando refinar os critérios de sucesso de nível AA. Manter uma conformidade com certos critérios de sucesso de nível AAA pode ser um processo custoso e, às vezes, de difícil implementação. No entanto, muitos sites não possuem conteúdo que se aplica aos critérios de sucesso de nível AAA (W3C, 2023).

O W3C (2023) desenvolveu avaliadores de acessibilidade (*AChecker*, *Markup Validation* e o Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios - ASES) gratuitos para ajudar os desenvolvedores a avaliar a capacidade de acesso do conteúdo *web*. O sistema computacional de tais avaliadores extrai o código HTML (por endereço URL, *upload* de arquivo ou código fonte) e faz a análise do seu conteúdo fundamentado em um conjunto de diretrizes de acessibilidade. O propósito é auxiliar a construção de *websites* para que sejam acessíveis a qualquer pessoa, independente do seu tipo de deficiência e dispositivo de navegação.

A figura 4 mostra o *software* ASES:

Figura 4: Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios (ASES)



Fonte: site do governo eletrônico gov.br, 2023

2.4 Daltonismo

O daltonismo é a dificuldade de diferenciar algumas cores básicas restringindo distinguir combinações de cores específicas (IQBAL et al., 2018). Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), o total da população com daltonismo no Brasil é de oito milhões, sendo 95% dos casos em homens.

Os defeitos de sensibilidade cromática podem ser classificados em: defeitos congênitos que são: deficiência na percepção da cor vermelha (protanomia); deficiência na percepção da cor verde (deuteranomia) ou deficiência na percepção da cor azul (tritanomia) e o mais raro: enxergar somente em preto e branco ou somente em tons de cinza (acromatismo (sem cores)). (FARINA, Modesto; PEREZ; Clotilde; BASTOS Dorinhos, 2011; DIAS Cláudia, 2007 p. 55, 56). Segundo o *Color Universal Design Organization* (CUDO) a maior parte dos daltônicos confundem vermelho ou verde (protanopia e deuteranopia) e somente 0,001% de ocorrências confundem azul.

O daltonismo pode ter vários graus, mas para este estudo, focamos em dois principais tipos: deuteranopia (confunde verde) e protanopia (confunde o vermelho) (MENEGOL, 2022).

De acordo com o hospital dos olhos o diagnóstico é realizado por oftalmologistas que fazem uso de diferentes tipos de testes. O teste mais conhecido é o teste de Ishihara, que recebeu este nome devido ao Doutor Shinobu Ishihara professor da universidade de Tóquio. Tal teste, consiste na exibição de uma série de 38 cartões coloridos com tonalidades diferentes. A figura (número) é desenhada no cartão juntamente com uma série de pontos que variam de tonalidades (MENEGOL, 2022).

As principais dificuldades de navegação e interação levantadas são: quanto ao uso das cores como única fonte para entender a informação; gráficos sem legenda; mapas; tom sobre tom; *links* que não mudam de estado para o usuário se localizar no site; contraste (plano de fundo, texto e imagem); imagens sem descrição; não recorrer ao suporte de ícones para diferenciar as cores utilizadas.

3 METÓDO

Este capítulo foi dividido em seções referentes a avaliação das interfaces dos museus em RA e a concepção de uma interface de aplicativo em RA para exibição de arte *online* com ênfase no público daltônico.

3.1 Avaliação das interfaces dos museus em RA

A seleção de museus visou conhecer o que está atualmente disponível *online* e como ocorre a interação. Para a análise foi utilizado o *software online* ASES (avaliador e simulador de acessibilidade em sítios, que integra os níveis: A, AA e AAA da W3C), bem como, um *plugin* simulador de daltonismo (*colorblinding*).

Em sequência, a análise da acessibilidade das cores, foi pautada segundo a pesquisa da literatura sobre os problemas mais comuns que pessoas com daltonismo tem ao interagir com interfaces (item 2.4) (cor como única fonte para entender uma informação; falta de legenda em gráficos, mapas e/ou imagens; tom sobre tom; aparência dos *links*; falta de contraste entre plano de fundo e texto; falta de contraste entre plano de fundo e imagens; falta de suporte de descrição para elementos gráficos; ocultação de informações).

Critérios de inclusão: foi considerado a disponibilidade dos museus de oferecer exposição *online* em RA gratuitamente; a compatibilidade e aceitabilidade dos mesmos para serem avaliados pelo *software* ASES e o tipo de exposição de obra (fotografia e/ou pintura).

Critérios de exclusão: foi considerado a falta de disponibilidade dos museus de oferecer exposição *online* em RA gratuitamente; a falta de compatibilidade e aceitabilidade dos mesmos para serem avaliados pelo *software* ASES; o tipo de exposição de obra (que não seja fotografia e/ou pintura).

Esta avaliação não incluiu sujeitos, somente a análise das interfaces.

A tabela 2 é referente a avaliação geral dos museus realizada pelo *software* ASES:

Tabela 2: Avaliação Geral dos Museus: Ases

Museus	Itens de avaliação – ases					
	Marcação	Comportamento	Conteúdo Informação	Apresentação Design	Multimídia	Formulário
<i>Thyssen bornemisza</i>	4	0	2	1	0	0
<i>La boverie</i>	16	2	1	1	0	0
<i>State hermitage</i>	30	0	2	1	0	0
Vaticano	51	4	9	0	0	13
Louvre	25	0	1	1	0	0
<i>Dali theatre</i>	5	1	1	0	0	0
<i>Google arts and culture</i>	75	1	1	0	0	0
<i>Gallery of London</i>	38	1	7	0	0	1
Zonas de compensação	26	2	0	1	0	0
Pinacoteca	189	1	28	0	0	2
Total	459	11	52	5	0	16

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Na sequência, a tabela 3 apresenta a avaliação geral das cores da interface dos museus:

Tabela 3: Avaliação Geral dos Museus: cor

Itens – cor (eMAG)	Museus									
	<i>Thyssen bornemisza</i>	<i>La boverie</i>	<i>State hermitage</i>	Vaticano	Louvre	<i>Dali theatre</i>	<i>Google arts and culture</i>	<i>Gallery of london</i>	Zonas compensação	Pinacoteca
Cor como única fonte para entender a informação	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Legenda de gráfico e/ou imagem	X	X	X		X		X		X	X
Mapas					X				X	X
Tom sobre tom	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Links</i>	X	X	X		X	X		X	Youtube	X
Falta de contraste (plano de fundo e imagem)			X		X		X	X	X	
Falta de contraste (plano de fundo e texto)							X	X		
Ocultação de informação	X	X	X	X			X			X

Fonte: elaborado pela autora, 2022

3.2 Concepção do protótipo de aplicativo em RA

A avaliação, entrevista e teste do protótipo de aplicativo (itens 3.2.1- 3.2.3) seguiu a técnica do percurso cognitivo (SALAZAR, 2022) e o teste *system usability scale* (SUS) (BROOKE; 2013).

Abaixo (tabelas 4-8) englobam os requisitos, funcionamento e operação do protótipo do aplicativo:

Tabela 4: Dados de entrada

Etapas	Dados de entrada	Funcionalidades
Animação;	Logo aparece;	
<i>Login</i> ;	Fazer <i>login</i> ;	Digitar nome e e-mail;
Menu;	Conter abas (início; teste; informação);	Exibir texto;
Menu início;	Mostrar texto;	Explicar o que é e os tipos de daltonismo;
Menu teste;	Configurar; Recolorir; Salvar imagem no banco de dados; Zoom;	Selecionar permissões (acesso a câmera e salvar imagem no banco de dados); Ajustar contraste; saturação e brilho; Ativar filtro; Selecionar cor e modificar;
Menu informação;	Mostrar texto;	Exibir descrição da equipe técnica e linha de pesquisa;
Botão desfazer;	Desfazer ação;	Voltar à etapa anterior sem refazer tudo do zero;
Botão voltar;	Voltar às telas anteriores;	
Salvar.	Salvar imagens.	Armazenar no banco de dados.

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Tabela 5: Processamento da interface

Etapas	Processamento da interface	Funcionalidades
Filtro;	Recolorir imagem;	Mudar a imagem;
Câmera;	Permitir o acesso a câmera e galeria;	Aparecer a imagem na tela;
Ajuste de imagem;	Processar: contraste; saturação; brilho;	Aparecer em tempo real o resultado do ajuste;
Ajuste resolução;	Processar uma boa resolução da imagem;	Aparecer em tempo real o resultado do ajuste;
Imagem alterada;	Gerar as modificações de cor da imagem em tempo real;	Aparecer em tempo real o resultado da marcação;
Plataformas.	Funcionar em <i>android</i> .	Funcionar na versão móvel.

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Tabela 6: Dados de saída

Etapas de avaliação	Dados de saída	Funcionalidades
Usabilidade;	Facilidade de uso;	O quanto atende as diretrizes eMAG (2014);
Acessibilidade;	Capacidade de acesso;	O quanto atende os padrões da w3c brasil (2008);
Ux;	Experiência;	O quanto agrada;
Cores.	Estatística.	Qual(is) cor(es) foram mais selecionadas.

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Tabela 7: Requisitos referentes a estrutura da interação

Passo	Informação	Função	Interação	Passo seguinte
1	Permitir o acesso a câmera e galeria;	Botão (sim/não);	Ler/clicar;	
	Avançar;	Botão;	Clicar;	Passo 2;
2	Perguntar se deseja compartilhar a imagem para a pesquisa;	Botão (sim/não);	Clicar;	
	Avançar.	Botão.	Clicar.	Passo 3.

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Tabela 8: Requisitos referentes a escolha das cores na interação

Pas-so	Informação	Função	Interação	Passo seguinte
3	Modificar a imagem;	Aparecer as opções de cores;	Clicar.	Passo 4;
4	Aparecer a imagem modificada em tempo real;	Visualizar;		Passo 5;
5	Informar que a imagem foi salva na galeria;	Visualizar;		Passo 6;
6	Informar que a imagem foi salva no banco de dados.			

Fonte: elaborado pela autora, 2022

3.2.1 Etapa 1

Os sujeitos analisados na etapa 1 foram 3 artistas especialistas em RA. Para tal, um instrumento de roteiro de entrevista foi elaborado (tabela 9). O recrutamento dos participantes foi feito mediante os seguintes passos:

- a) Primeiramente, foi enviado um convite geral para os artistas via grupo do *whatsapp*, para marcar a entrevista;
- b) No dia e horário marcados para a entrevista, o participante recebia tanto o *link* do *google meet* para entrar na reunião, como também, o *link* para abrir o protótipo do aplicativo no programa *figma*;
- c) Na sequência, o projeto e seus objetivos eram apresentados para o participante;
- d) Finalmente, o funcionamento do teste era esclarecido e, antes de iniciar o mesmo, era pedido a permissão para gravar a entrevista.

Roteiro de entrevista:

Objetivo: proposição de um protótipo de aplicativo em realidade aumentada para a exposição de arte *online* com ênfase no público daltônico.

Começando: nós estamos realizando uma pesquisa sobre o uso de aplicativos para visualização de obras de arte. Sua opinião vai nos ajudar a entender melhor estas questões. Nossa entrevista será uma conversa em que iremos fazer algumas perguntas a você, e não há resposta certa ou errada.

A pesquisa está prevista para levar aproximadamente 40 minutos, e você pode fazer uma pausa a qualquer momento.

Consentimento: com a sua permissão, nós gostaríamos de gravar/fotografar a entrevista somente para uso em nossa pesquisa, tudo bem para você? Esse registro não será compartilhado com outras pessoas além da nossa equipe, e nenhum dado pessoal será publicado para garantir o seu anonimato. Você tem alguma dúvida antes de começarmos?

A tabela 9 mostra o roteiro de entrevista completo:

Tabela 9: Roteiro de Entrevista para o Aplicativo Dalviso

Etapas	Descrição	Objetivo
Boas-vindas	<p>Se apresentar e explicar como o teste irá ser conduzido;</p> <p>Explicar novamente sobre o projeto. Deixar claro que a pessoa é livre para dizer o que pensa durante o teste, bem como, informar que é o aplicativo que é avaliado e não o participante;</p> <p>Caso o participante não conseguir cumprir alguma tarefa, isso não será um impeditivo para passar para próxima;</p> <p>Qualquer dúvida é só sinalizar.</p>	Manter a conversa.
Perguntas pessoais	<p>Qual a sua profissão?</p> <p>Tem algum aplicativo favorito? Quantas horas passa utilizando?</p> <p>Para os daltônicos:</p> <p>Existe diferença entre como você enxerga as cores de um objeto dependendo da distância?</p> <p>Qual(is) cores tem mais dificuldade?</p>	Entender o participante, sua história e as suas atividades cotidianas.
Apresentação do aplicativo	<p>O que mais chama atenção nesta tela?</p> <p>Qual(is) áreas te parecem clicáveis?</p> <p>Para que acha que serve?</p> <p>Entende os ícones?</p>	Descobrir primeiras impressões.
Tarefas	<p>Login;</p> <p>Ler texto sobre daltonismo;</p> <p>Tela de teste;</p> <p>Modificar filtros.</p>	Avaliar a interação e compreender sentimentos.
Sondagem	<p>O que achou do aplicativo?</p> <p>O que achou do conteúdo?</p> <p>O que achou do design?</p> <p>Qual nota você dá para o aplicativo?</p>	Conseguir mais informações relevantes.
Finalização	<p>Tem alguma sugestão de melhoria?</p>	Conclusão do teste.

Fonte: elaborado pela autora, 2022

3.2.2 Etapa 2

Para etapa 2, foram 3 amostras de sujeitos com daltonismo com foco na protanopia; deuteranopia e tritanopia. O mesmo roteiro de entrevista descrito na tabela 9 foi aplicado, com a diferença que as seguintes perguntas foram adicionadas:

Para os daltônicos:

a) Existe diferença entre como você enxerga as cores de um objeto dependendo da distância?

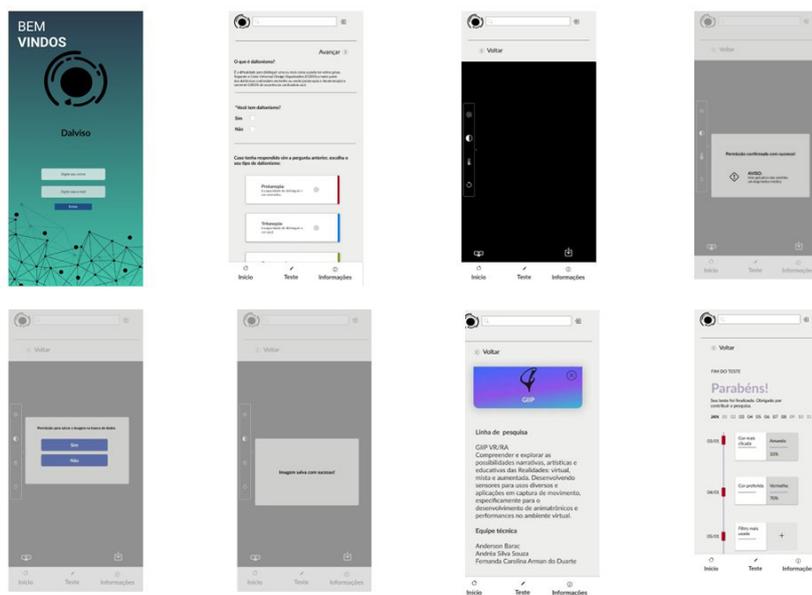
b) Qual(is) cores você tem mais dificuldade?

O recrutamento dos participantes foi feito mediante os mesmos passos descrito no item 3.2.1.

3.2.3 Proposta final da interface

Abaixo o resultado do protótipo (figura 5):

Figura 5: Telas do Aplicativo Dalviso



Fonte: elaborado pela autora, 2022

4 RESULTADO DA AVALIAÇÃO DAS INTERFACES EM RA

Em termos de avaliação das interfaces dos museus em RA os aspectos necessitam de aprimoramento (tabela 3) como: a utilização da cor como única fonte de informação; implementar mais mapas interativos para guiar os usuários durante a navegação; atenção a utilização da paleta de cores principalmente referente a tom sobre tom e falta de contraste entre plano de fundo e imagem; fornecer mais suporte aos ícones para o usuário entender o que o mesmo significa; cuidado para a distorção de imagens

durante a interação.

Quanto aos problemas mais recorrentes que o ASES se destacou: marcação, conteúdo e informação, formulário (tabela 2). A primeira se refere a aplicação de âncoras para ir direito ao bloco de conteúdo; separar links adjacentes durante a organização das sessões; dividir as áreas de informação e não abrir novas instâncias sem a permissão do usuário. O segundo é quanto oferecer um título informativo e descritivo a página; informar ao usuário sobre a sua localização; descrever links de forma clara e sucintamente; alternativa para imagens; utilizar mapas de imagens acessíveis; disponibilizar documentos em formatos acessíveis em tabelas; utilizar títulos e resumos de forma apropriada; associar células de dados às células de cabeçalho; garantir a leitura e compreensão das informações. Terceiro o formulário: não provocar automaticamente alteração no contexto; instruções para entrada de dados; identificar e descrever erros de entrada de dados e confirmar o envio das informações; agrupar campos de formulário; possibilitar estratégias de segurança específica.

Os principais obstáculos encontrados durante a análise das interfaces RA dos museus foram:

a) Buscar disponibilidade de baixar gratuitamente aplicativos em RA para testar o funcionamento;

b) Encontrar interfaces de museus que permitissem a avaliação pelo software ASES;

c) Interpretar os resultados do ASES que envolviam a linguagem HTML5 e CSS;

Em suma, a influência de tais obstáculos na presente pesquisa foi primeiramente, utilizar como referência apenas as funções gratuitas das interfaces; segundo utilizar como referência somente as interfaces compatíveis com o ASES; finalmente estudar mais sobre HTML5 e CSS ajudou na interpretação dos resultados.

5 RESULTADO DA CONCEPÇÃO DO PROTÓTIPO DE APLICATIVO EM RA

Os resultados da etapa 1 gerou os seguintes insumos (tabela 10):

A tabela 10, é referente aos testes com os artistas e, conforme os estudos obtidos pela observação da gravação da entrevista, os resultados tabulados foram classificados na escala: “Muito Difícil”; “Difícil”; “Nem fácil nem difícil”; “fácil”; “Muito fácil” como mostrados a seguir:

Tabela 10: Resultado do roteiro de entrevista com os artistas

Participantes	Perfil	Navegação	Entendimento dos ícones	Conteúdo e informações	Design	Nota
Participante 1	Artista visual	Nem fácil nem difícil	Difícil	Difícil	Fácil	8
Participante 2	Artista visual (docente)	Fácil	Muito fácil	Fácil	Fácil	8,5
Participante 3	Artista visual (pós-graduação)	Fácil	Fácil	Nem fácil nem difícil	Fácil	7

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Como sugestões e apontamentos gerais destacamos:

- a) Os participantes inicialmente não entenderam a proposta e a conexão educativa com o daltonismo;
- b) O *design* foi considerado bom e *clean*;
- c) O ícone da “saturação” e “desfazer” foram confundidos;
- d) Foi indicado acrescentar mais utilidades a interface para não ficar igual a outros aplicativos já existentes;
- e) As telas: ler sobre daltonismo e escolher o tipo de daltonismo, ficaram confusas;
- f) Houve situações em que os participantes não identificavam as áreas clicáveis. Os botões “avançar” e “seguir” passaram despercebidos;
- g) Os participantes relataram que não teriam interesse em ler os créditos (informações sobre de quem desenvolveu o aplicativo).

Com base em tais resultados, algumas modificações e ajustes nas telas foram implementadas antes de seguir para a etapa 2:

A tabela 11, é referente aos testes com as pessoas com daltonismo e, conforme os estudos obtidos pela observação da gravação da entrevista, os resultados tabulados foram classificados na escala: “Muito Difícil”; “Difícil”; “Nem fácil nem difícil”; “fácil”; “Muito fácil” como mostrados a seguir:

Tabela 11: Resultado do roteiro de entrevista com as pessoas com daltonismo

Participantes	Perfil	Navegação	Entendimento dos ícones	Conteúdo e informações	Design	Nota
Participante 1	Sistema de informação (graduação)	Muito fácil	Muito fácil	Muito fácil	Muito fácil	10
Participante 2	Médico	Muito fácil	Muito fácil	Muito fácil	Fácil	9
Participante 3	Contabilidade (graduação)	Muito fácil	Muito fácil	Muito fácil	Muito fácil	10

Fonte: elaborado pela autora, 2022

Como sugestões e apontamentos gerais destacamos:

- a) Os usuários aprovaram o *design* e foi considerado *clean* e intuitivo;
- b) A ideia de criar um diário de cores e registrar o uso em um período foi considerada educativa e interessante;
- c) Implementar o teste de Ishihara (ou qualquer outro tipo de teste) para os usuários com daltonismo saberem qual seu tipo de daltonismo e ter uma noção aproximada das suas principais dificuldades.

A condução dos resultados da presente pesquisa revelou que os conceitos relativos à usabilidade e acessibilidade, na etapa 1, precisaram ser aprimorados, como também, faltou deixar mais claro a conexão entre a proposta do aplicativo e o daltonismo. Já na segunda etapa, percebeu-se que os usuários entenderam tal conexão. Ainda, na etapa 2, a usabilidade e acessibilidade melhoraram em relação a etapa 1 principalmente quanto ao reconhecimento dos ícones e entendimento do conteúdo e informações.

A hipótese de que a RA contribuirá como ferramenta de aplicação de filtros para melhorar a experiência da visualização de obras de artes não foi confirmada no sentido de trazer mais acessibilidade para as cores, mas sim como algo para trazer entretenimento. Quanto a hipótese do feedback dos usuários para melhora do engajamento, foi

confirmado, pois os mesmos tiveram uma aceitação positiva.

Acrescentamos, que as variáveis dos resultados também estão diretamente relacionadas: ao quanto as pessoas gostam de aplicativos e de arte; o interesse pelo assunto de cores e daltonismo.

Os principais obstáculos encontrados durante o desenvolvimento do protótipo foram:

a) Encontrar estudantes da universidade voluntários que se interessassem pelo tema para auxiliar no desenvolvimento do aplicativo;

b) Pesquisar filtros disponíveis online que representassem como uma pessoa com daltonismo enxerga;

c) Determinar como simular a aplicação dos filtros e RA durante os testes com os usuários.

Em suma, a influência de tais obstáculos na presente pesquisa foi primeiramente, a escolha por realizar e testar um protótipo de aplicativo; segundo algumas ideias de funções como o controle de filtro e ação de digitação não foram testadas pela limitação do programa figma.

Como trabalho futuro sugerimos acoplar o teste de daltonismo no aplicativo dalviso e a RA funcionando em tempo real para mapear a quantidade de cliques dos usuários em cada filtro e/ou cor para obter um banco de dados das seguintes interações: cor(es) que mais e/ou menos gosta; combinações de cores e/ou filtros preferidos; cor(es) mais usadas em um determinado período; cor(es) que geralmente ficam melhores de visualizar quando misturadas com outros tons; cores mais e menos clicadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; OLIVEIRA, E. Vídeo mapping na amazônia: um estudo de caso sobre a arte e (res)significação do espaço público em belém do pará. *In: Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação*, 2019. Anais do Congresso, Belém, p.1-14.

AZUMA, R., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., MACINTYRE, B. Recent Advances in Augmented Reality. **Computers & Graphics**, v.21, n.6, p. 34-47, 2001.

BROOKE, J. SUS: a retrospective. **Journal Usability Studies**, v.8, p.29-40, 2013.

DIAS, Cláudia. **Usabilidade na Web Criando portais mais acessíveis**. Rio de janeiro: Altabooks, 2007.

FARINA, M.; PEREZ; C.; BASTOS D. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo: Blucher, 2011.

International Organization for Standardization (ISO). ISO 9241-11: 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:vl:en>. Acesso em: jun., 2023.

IQBAL, M.; NADEEM, A.; KHURAM, S.; NAQVI, M.; FERROZ, I. Usability aspects of adaptive mobile interfaces for colour-blind and vision deficient users. **International Journal of Computer Science and Network Security**, Paquistão, v.18, n.10, p 179-189, outubro 2018.

MENEGOL, J. et al. Daltonismo e as placas de ishihara. *In: Anais da Feira de Ciência, Tecnologia, Arte e Cultura do Instituto Federal Catarinense*, 2022. Anais do Congresso, Santa Catarina, p.1-1.

Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG). Disponível em: Acesso em jun., 2023.

Organização Mundial da Saúde. Disponível em: < <https://www.who.int/pt> >. Acesso em nov., 2022.

OLIVEIRA, D.; CORRADI, A.; AZEVEDO, L. A arte em conexão com o real: aplicação da realidade aumentada na contemporaneidade. *In*: ARAUJO, Denise; CARREGA, Jorge; FECHINE, Ingrid (org.) **Perspectivas Luso-Brasileiras em Artes e Comunicação**. Belém: Universidade da Amazônia, 2019, p.342 – 357.

QUISPE, Fiamma Eva. Uma contribuição aos padrões de acessibilidade do governo eletrônico brasileiro: priorização de recomendações para aplicações móveis. São Paulo, 2018. Dissertação (Mestrado) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.

SALAZAR, K. Evaluate interface learnability with cognitive walkthroughs. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/cognitive-walkthroughs/>. Acesso em jun., 2023.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCA-G22/#later-versions-of-accessibility-guidelines>. Acesso em jun., 2023.

ZAHRA, A; BREWE, S.; LAWTON, H. Essential components of mobile web accessibility. *In*: W4A '13: Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, 2013. Anais do X Congresso de Acessibilidade Web, p.1-4.