

Preservação Cultural no Museu do Cangaço através da Realidade Aumentada

Pedro Araújo¹, Guilherme Melquíades¹, Pedro Neto¹, Sandino Lamarca²,
Igor Vanderlei¹, Rodrigo Rocha¹, Daliton Silva¹, e Jean Araujo¹

¹Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – Garanhuns – PE – Brasil

²Museu do Cangaço – Fundação Cabras de Lampião – Serra Talhada – PE – Brasil

{pedrocaetanoaraujopc, guilhermemelquiades42, v8pedrov8}@gmail.com,
{igor.vanderlei, rodrigo.rocha, daliton.silva, jean.teixeira}@ufape.edu.br¹

Resumo. *As entidades que visam a preservação histórica, material e cultural enfrentam a dificuldade de atrair novos públicos para suas instituições. Para auxiliar na resolução desses desafios, este artigo propõe soluções computacionais baseadas em técnicas de realidade aumentada, buscando tornar as visitas a um Museu mais atraentes também para o público mais jovem. A aplicação desenvolvida permite que os visitantes tirem fotos com modelos históricos dos personagens do cangaço, proporcionando uma experiência lúdica e imersiva. Dessa forma, a solução apresentada ajuda a modernizar e perpetuar a história e os personagens retratados nas exposições, além de atrair visitantes de diversas faixas etárias para a instituição.*

Abstract. *Entities that aim to preserve historical, material, and cultural heritage face the difficulty of attracting young audiences to their institutions. To overcome this obstacle, this article proposes computational solutions based on augmented reality techniques that make visits more appealing to new generations. The developed application allows visitors to take photos with historical models of cangaço characters, providing an immersive and fun experience. Thus, the presented solution helps modernize and perpetuate the history and characters depicted in exhibitions, as well as attract visitors of various age groups to these institutions.*

1. Introdução

Os museus cumprem o importante papel social de estudar, conservar e expor ao público patrimônios materiais e imateriais de um determinado povo, cultura, ou período histórico. Isto permite o contato e a interação com elementos que definiram o contexto cultural e social do período retratado, visando estabelecer uma conexão palpável entre o passado e o presente [Lopes and Norematti 2017]. O Cangaço, tema nacional histórico, foi um marcante movimento de revolta social que ocorreu entre os séculos 19 e 20, no sertão nordestino, sendo um dos fenômenos mais importantes e lembrados pelo povo desta região, possuindo grande relevância histórica e cultural, cujo legado é perceptível até os dias de hoje. Suas ações influenciaram fortemente a cultura e o imaginário popular do povo nordestino [Gurgel and Brito 2006], sendo difícil distinguir os elementos característicos do cangaço, daqueles intrínsecos ao sertanejo, e ao Brasil como um todo.

O papel desempenhado pelos museus em preservar e difundir o patrimônio material e imaterial antigo é imprescindível para a sociedade, pois permite que nos conectemos com o passado, observando a evolução dos aspectos sociais, culturais, e políticos vigentes, bem como acompanhar como esses diferentes fatores e mecanismos influenciaram e influenciam o cotidiano das pessoas, e a vida em sociedade. De acordo com [Wu 2022], sobretudo as relíquias históricas são a cristalização do trabalho e sabedoria dos nossos ancestrais, e requerem cuidados rigorosos em sua preservação, conservação e transporte, para evitar danos ou perdas, cuidados esses que, por vezes, limitam o contato que os visitantes podem ter com tais artefatos.

É fato que, apesar de sua importância cultural, os museus do mundo todo têm passado por momentos de baixo interesse e visitação por parte do grande público, sobretudo durante o período da pandemia de COVID-19, que coagiu estas institui es a se manterem fechadas a visita es [El-Said and Aziz 2021]. Segundo a UNESCO, desde o surgimento do coronavírus, as institui es museológicas, grandes e pequenas, públicas e privadas, precisaram fechar suas portas, a maioria delas por um futuro previsível. Estima-se que 90% de cerca de 60 mil museus do mundo enfrentaram o fechamento total, parcial ou eventual [UNESCO 2020].

Diante dos desafios acima mencionados, uma alternativa para aumentar o interesse do público   o uso da tecnologia como meio de viabilizar e incentivar o interesse e acesso aos museus, sobretudo por meio de recursos de imersão e intera o, como a realidade estendida. Este trabalho surge com a proposta de aprimorar a experiência dos visitantes e ampliar o número de potenciais visitantes do Museu do Cangaço, através de modernos mecanismos de realidade aumentada, visando incrementar a imersão e intera o do público, permitindo que os visitantes tirem fotos com personagens virtuais do cangaço.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: A se o 2 apresenta a fundamenta o teórica na qual o trabalho se baseou, além de trabalhos relacionados; a se o 3 aborda os materiais e métodos que possibilitaram a cria o da aplica o; a se o 4 descreve a proposta da aplica o resultante, seu processo de desenvolvimento e funcionalidades; e a se o 5 trata da análise de usabilidade da aplica o através de testes conduzidos com um grupo de amostragem. Por sua vez, a se o 6 apresenta as conclusões e considera es finais do trabalho.

2. Realidade Estendida

RE (Realidade Estendida)   uma categoria abrangente que engloba um espectro de novas tecnologias imersivas, incluindo Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA). Dos games   produ o virtual e ao design de produtos, a RE permitiu que as pessoas criassem, colaborassem e explorassem em ambientes gerados por computador como nunca antes [Marr 2022]. A RE consiste, dentre outras coisas, em mesclar elementos da realidade com elementos virtuais, e vice-versa, visando aprimorar e expandir a experiência e intera o com o mundo real.

RA   a designa o dada a um conjunto de tecnologias que utilizam câmeras, sensores de movimento e processamento de imagem para gerar virtualmente uma sobreposi o de elementos simulados digitalmente no ambiente real, assim combinando componentes do mundo real e virtual a partir do uso de dispositivos tecnológicos como smartphones, tablets ou óculos de RA [Tori et al. 2006]. No contexto dos museus, a RA

pode ser utilizada para tornar as visitas mais interativas e imersivas, por meio da criação de experiências virtuais relacionadas às peças expostas. Essa abordagem tende a gerar maior interesse e engajamento dos visitantes, além de facilitar a compreensão e acesso à informação em relação às peças em exibição [Ding et al. 2017].

A RA também pode ser utilizada para a reconstrução digital de patrimônios históricos que não podem ser preservados em sua condição original, ou não foram devidamente conservados, seja por motivos de deterioração, perda ou destruição. A partir da reconstrução digital, é possível trazer de volta a existência virtual objetos históricos e culturais de forma fiel ao original, proporcionando uma experiência imersiva e educativa [Saggio and Borra 2011].

3. Metodologia

O processo de desenvolvimento da aplicação para o Museu do Cangaço consiste em várias etapas, desde a concepção do projeto até a sua implementação e testes. No início, os autores realizaram reuniões com os representantes do Museu para entendimento das necessidades. Em seguida, foram conduzidos estudos aprofundados sobre a aplicabilidade de tecnologias de realidade aumentada no contexto e objetivos do Museu. Em comum acordo, foi decidido que seria desenvolvido um aplicativo móvel que utilizasse a tecnologia RA para criar uma experiência imersiva para os visitantes do museu. A proposta incluiria conteúdo digital interativo, com representações e animações das figuras históricas imortalizadas pelo museu. Buscando uma implementação bem-sucedida, com ferramentas compatíveis e pouco restritivas, atingindo um público mais abrangente, as opções de software foram limitadas apenas às bibliotecas compatíveis com o sistema operacional Android, por ser o mais presente no território brasileiro [Moura and Camargo 2020], o que implica em uma acessibilidade muito maior em comparação às outras opções.

Neste sentido, o entendimento de uma boa opção foi o SDK (Kit de Desenvolvimento de Software, em inglês) ARCore, tecnologia proposta pelo Google para o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para aparelhos Android. As aplicações de realidade aumentada são geralmente divididas em dois tipos, de acordo com o rastreamento empregado: realidade aumentada com marcadores e realidade aumentada sem marcadores. A primeira abordagem se vale de elementos inseridos artificialmente na cena, que possuem uma característica visual que o distingue do restante do ambiente, para realizar o rastreamento e posicionar os objetos virtuais. Já a segunda, utilizada pelo ARCore, realiza o rastreamento através de características inerentes ao próprio ambiente, fazendo o reconhecimento de pontos de interesse e observando como estes se movem em relação ao aparelho com o passar do tempo.

O ARCore utiliza um tipo de SLAM (*simultaneous localization and mapping*) [Klein and Murray 2007] chamado *Visual Inertial Odometry* (VIO) [Scaramuzza and Zhang 2020], que emprega a câmera do dispositivo em conjunto com outros sensores, como acelerômetro, giroscópio e bússola, para realizar um processo de localização e mapeamento simultâneos, permitindo que o dispositivo compreenda sua posição em relação ao ambiente ao redor enquanto cria um ambiente virtual 3D em tempo real a partir dos recursos visuais detectados [Eklind and Stark 2018]. Isso permite que a ferramenta reconheça regiões, como planos geométricos, superfícies horizontais, verticais, e inclinadas, e seja capaz de posicionar de forma realista objetos

virtuais sobre o ambiente real, mantendo uma perspectiva e posição condizentes com a movimentação do aparelho e com o cenário. No entanto, é importante ressaltar que, embora o ARCore realize o trabalho de rastreamento e posicionamento, parte essencial da realidade aumentada, para a renderização de objetos é necessária outra ferramenta. Para isso, foi utilizado o Sceneform¹, um SDK que implementa o ARCore em alto nível e utiliza o Filament², engine desenvolvida pelo Google, para a renderização em tempo real.

Para garantir uma detecção precisa de pontos visuais, é recomendável utilizar uma superfície plana com detalhes visuais distintos e texturas características. Isso ocorre porque o ARCore usa pontos de referência visuais para rastrear objetos no espaço físico e determinar sua posição relativa ao dispositivo. Superfícies lisas não têm muitos pontos de referência visuais para o ARCore trabalhar, o que pode dificultar o rastreamento preciso e levar a problemas de estabilidade ou precisão na experiência de realidade aumentada [Google 2023]. Após identificar um toque na tela do dispositivo, o sistema posiciona o modelo 3D, que se mantém fixo no ambiente, impedindo que ele se comporte de forma não condizente aos movimentos do dispositivo.

Com as ferramentas selecionadas, foram utilizadas as linguagens de programação Java e Kotlin para desenvolver um aplicativo através do Ambiente de Desenvolvimento Integrado Android Studio, que é voltado à criação de aplicações Android nativas. Essa escolha de tecnologias permitiu a criação de uma aplicação robusta e escalável, além de possibilitar o desenvolvimento de uma interface gráfica amigável e intuitiva para o usuário.

4. Aplicação Proposta

A aplicação desenvolvida para este projeto consiste em um sistema que utiliza RA para posicionar modelos 3D de forma integrada ao mundo real. No contexto específico deste trabalho, foram criados modelos dos principais personagens do cangaço, Lampião e Maria Bonita, que podem ser visualizados em ambientes reais através do aplicativo. Além disso, os usuários têm a possibilidade de interagir com os modelos e tirar fotos com eles, proporcionando uma experiência imersiva e didática³.

4.1. Processo de Modelagem 3D

Para a criação dos modelos 3D, utilizamos o software de código aberto Blender⁴, especializado na modelagem, texturização, e animação de personagens. O principal desafio foi encontrar o equilíbrio entre uma baixa quantidade de polígonos e uma boa aparência visual focada em realismo, tendo em vista que, para não haver uma quebra de imersão, a aplicação deve rodar em tempo real (mínimo de 30 quadros por segundo) num aparelho móvel, o que torna a utilização de um modelo com alta densidade de polígonos inviável. As etapas seguidas para a construção do modelo foram: desenvolvimento de modelo *Highpoly*, texturização, desenvolvimento de modelo *Lowpoly* e *bake* de texturas. Além disso, nos personagens também houve a etapa de *rigging*.

¹Disponível em: <https://developers.google.com/sceneform/develop>

²Disponível em: <https://developers.google.com/sceneform/reference/com/google/ar/sceneform/rendering/FilamentEngineWrapper>

³A aplicação atualmente está disponível para a equipe do museu utilizar com os visitantes, mas será disponibilizada para download em breve.

⁴Disponível em: <https://www.blender.org/>

A partir da observação das imagens de referência, os modelos foram desenvolvidos com o auxílio de modificadores para agilizar e facilitar a construção do modelo *Highpoly*. Dois dos principais modificadores usados foram o *Bevel* e *Subdivision*, que facilitam a criação de quinas e curvas ao adicionar, de forma procedural, polígonos ao objeto, como pode ser visto na Figura 1. A texturização dos modelos foi feita utilizando texturas do AmbientCG⁵ (site gratuito que fornece pacotes de texturas com camadas de *diffuse*, *roughness*, *metallic*, *occlusion* e *normal*) e texturas procedurais elaboradas no próprio Blender através do sistema de *shader nodes*.

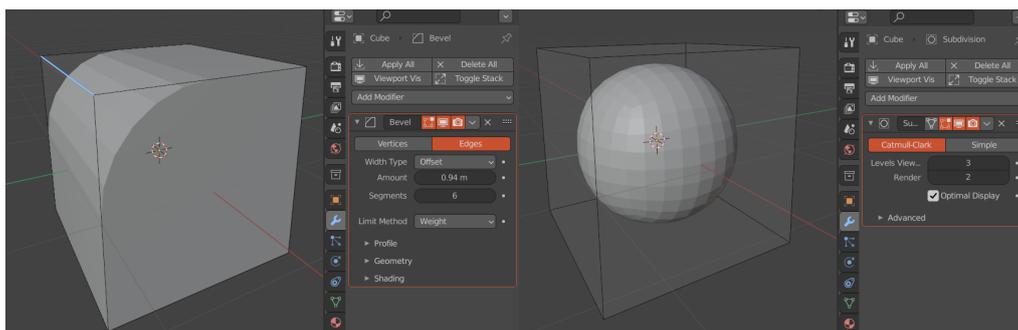


Figura 1. Efeito dos modificadores *Bevel* e *Subdivision* em um cubo.

No desenvolvimento de um modelo 3D é importante a otimização de sua geometria e topologia para garantir que o modelo possa ser animado e renderizado com eficiência e sem comprometer a qualidade visual. A otimização também pode incluir a criação de uma malha limpa e organizada, a simplificação de polígonos desnecessários e a redução do número total de vértices. Os modelos *Lowpoly* (poucos polígonos) foram desenvolvidos sobre os modelos *Highpoly* (muitos polígonos) usando o modificador *Shrinkwrap*. Este modificador trava os vértices na distância desejada ao redor do modelo selecionado, dessa forma é possível construir uma “embalagem” no modelo *Highpoly*. A Figura 2 mostra a diferença entre a mão dos modelos *Lowpoly* e *Highpoly* de Lampião, respectivamente.

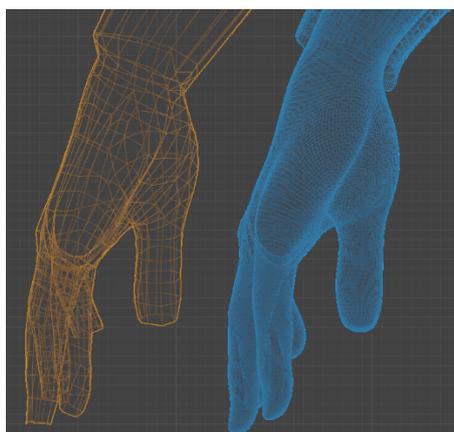


Figura 2. Mão do modelo *Lowpoly* e *Highpoly* do personagem Lampião.

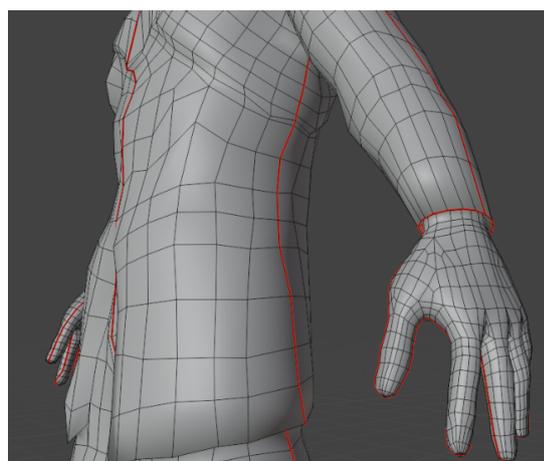
Após o desenvolvimento dos modelos *Lowpoly*, foi necessário abrir a malha dos

⁵<https://ambientcg.com/>

modelos (*UV Map*) para que as imagens da textura fossem geradas (Figura 3(a)). Com a especificação de alguns *edges* para *Seams* (Figura 3(b)), foi possível abrir a malha dos modelos através da ferramenta de *Unwrap*. Foram realizados alguns ajustes de posicionamento e tamanho para que os modelos ocupassem o máximo de espaço possível do plano 2D. No processo de *bake* de texturas, os modelos *Lowpoly* exportam a textura do modelo *Highpoly* selecionado para uma imagem utilizando sua distribuição no plano 2D. É necessário realizar um *bake* para cada imagem da textura, e, em alguns casos, foi necessário mesclar múltiplos *bakes* de uma mesma imagem com configurações diferentes em um editor de fotos para corrigir falhas e bugs.



(a) Malha aberta do modelo Lowpoly de Lampião



(b) Edges definidos como Seams em vermelho

Figura 3. Processo de criação dos modelos

Na etapa de *rigging* do personagem de Lampião, foi adicionada uma estrutura esquelética ao modelo para permitir que ele se mova e se comporte de maneira natural. Isso envolveu a criação de articulações e controles personalizados para manipular o personagem, bem como a atribuição de pesos aos vértices do modelo para que eles sigam os movimentos dos ossos. O personagem de Maria Bonita utilizou uma cópia do mesmo esqueleto. O esqueleto utilizado pode ser visto na Figura 4.

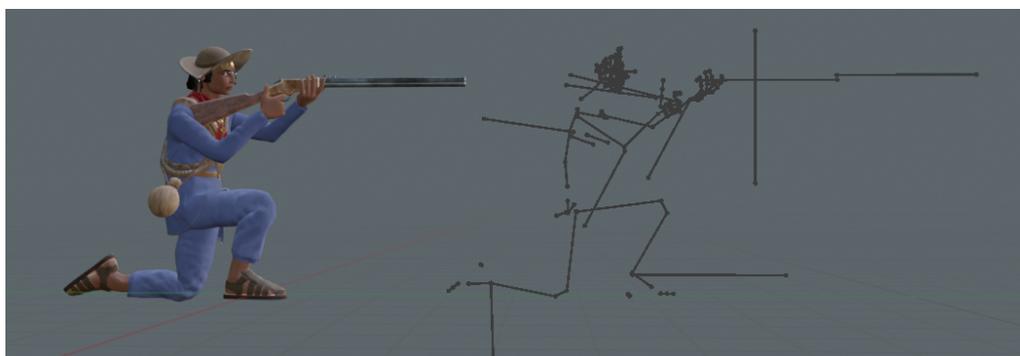


Figura 4. Personagem de Lampião e os *bones* posicionados.

Por fim, os modelos 3D foram testados e refinados. Isso envolveu a colaboração com os membros da equipe de desenvolvimento, para garantir que os modelos 3D se in-

tegrassem perfeitamente ao projeto. Também foram realizados testes e prototipação para garantir a usabilidade e eficácia do aplicativo. Após o sistema estar concluído, realizamos testes e refinamentos, para garantir que o mesmo atendesse aos objetivos estipulados pelo projeto de forma eficiente. Como foi dito anteriormente, uma aplicação RA deve passar a sensação de fluidez para o usuário, rodando a uma taxa alta de quadros para evitar quebra de imersão. Para tal, é fundamental que, além de bem otimizado, o aplicativo deva estar livre de *bugs*, mal-funcionamentos e *crashes*.

4.2. Aplicativo de realidade aumentada

Através das metodologias estabelecidas, foi possível o desenvolvimento do sistema proposto, em sua totalidade. Ao pressionar o botão “iniciar” no centro da tela, abre-se a tela de RA, onde o ícone de uma mão segurando um aparelho celular se movendo indica que o usuário deve mover o aparelho pelo ambiente, a fim de que o sistema possa fazer o reconhecimento do cenário e detectar potenciais superfícies onde os modelos podem ser dispostos. Quando uma superfície é identificada, pequenos pontos brancos são dispostos sobre ela, indicando que o usuário pode tocar nesta região, e o personagem cujo nome estiver selecionado (que por padrão é Lampião) será posicionado naquela superfície. Ao tocar no nome, é possível alterar entre Lampião e Maria Bonita.

Uma vez que o personagem está em cena, é possível arrastá-lo pelo ambiente, pressionando e deslizando o dedo pela tela, onde houver uma superfície detectada. É possível ainda ajustar a escala e rotação do modelo, fazendo com que ele se adeque precisamente ao ambiente em questão. Após posicionar os modelos, é possível pressionar o botão mais à direita, e o personagem cujo nome estiver selecionado iniciará uma animação que consiste em movimentos suaves do corpo, rosto, e arma. O botão à esquerda deste, quando pressionado, exclui todos os modelos da cena, e o botão mais à esquerda captura uma foto da cena, que é salva e pode ser compartilhada diretamente dentro do aplicativo, através de redes sociais, e-mail, bluetooth, dentre outros. O *slider* à esquerda deste botão permite controlar manualmente a iluminação da cena, uma vez que a detecção automática que define a luminosidade que incide sobre os modelos não seja satisfatória. As Figuras 5, 6 e 7 demonstram as telas e funcionalidades da aplicação:

Para garantir a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos, foram realizados testes em diferentes locais e condições de iluminação, com a finalidade de avaliar a capacidade do sistema em detectar e posicionar corretamente os modelos 3D no ambiente real. Os resultados foram analisados e discutidos com profissionais da área de história cultural e regional da Fundação Cabras de Lampião, a fim de verificar se as metas e objetivos estabelecidos foram alcançados, avaliar a precisão histórica dos modelos dos personagens, e analisar se o sistema desenvolvido atendeu às expectativas. As opiniões e sugestões foram consideradas na melhoria dos modelos e do sistema em sua totalidade.

Os resultados das análises e testes de inserção dos modelos 3D dos personagens do cangaço em ambientes reais foram positivos, com alta precisão no posicionamento dos modelos no ambiente e interação com os usuários. Notou-se que o sistema é capaz de identificar com precisão as superfícies do ambiente, de modo que os modelos aparentem estar de fato posicionados no chão, e não flutuando pelo cenário, mesmo ao movimentar o dispositivo. A precisão histórica dos modelos também foi considerada satisfatória, o que reforça a contribuição da tecnologia de Realidade Aumentada para a preservação e



Figura 5. Tela inicial da aplicação, e tela RA.

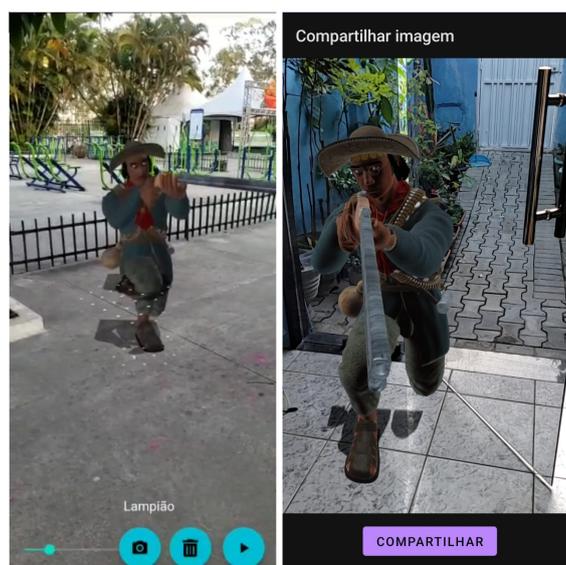


Figura 6. Processo de posicionamento de ajuste do modelo ao cenário, e tela de compartilhamento da foto tirada.

disseminação da cultura local. Observa-se o potencial desta tecnologia, que pode ser utilizada em diversos contextos, como museus, parques, eventos culturais e turísticos, oferecendo uma forma inovadora e interativa de explorar o patrimônio histórico e cultural da região, além de proporcionar experiências que não seriam possíveis na realidade, neste caso, ver de perto as figuras de cangaceiros.

5. Avaliação de Usabilidade

Visando avaliar a facilidade de uso e a experiência dos usuários com o aplicativo, foi conduzido um teste de usabilidade com usuários e representantes do Museu do Cangaço. A amostra foi composta por um grupo de 33 pessoas, variando entre estudantes dos cursos



Figura 7. Foto capturada pelo aplicativo, mostrando os modelos dos cangaceiros em pontos turísticos da cidade de Garanhuns, e em uma sala de aula da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco.

de Ciência da Computação, Letras e Medicina Veterinária, e servidores do setor administrativo da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), além de guias do museu. Neste contexto, a metodologia empregada individualmente para cada participante foi a seguinte:

- No primeiro momento, uma breve explicação do funcionamento básico do sistema de RA, instruindo a mover o aparelho pelo ambiente, e tocar nas superfícies detectadas para posicionar os personagens na cena;
- Em seguida, a realização de uma lista de tarefas dentro do app, que consiste em: I - Posicionar Lampião na cena; II - Posicionar Maria Bonita na cena; III - Capturar uma foto da cena; IV- Compartilhar a foto capturada;
- Após terminar as tarefas, o participante respondia um questionário, no qual haviam algumas perguntas a respeito de sua experiência com o aplicativo.

No formulário, os participantes avaliaram a facilidade de uso do sistema, a clareza e identificação das funcionalidades, a capacidade de utilização sem ajuda externa, a relevância das funcionalidades dentro do sistema, e também puderam fornecer uma análise da sua impressão sobre a aplicação. Através desse método, buscou-se obter informações detalhadas sobre a usabilidade do aplicativo, permitindo uma análise criteriosa, com embasamento para conclusões acerca do seu desempenho e a avaliação de quão intuitiva é a interface do sistema. Ao realizar este teste de usabilidade, é possível identificar os pontos fortes e fracos do projeto, bem como as áreas que precisam ser melhoradas para que o usuário tenha uma experiência mais agradável e eficiente. Os testes foram realizados em dois smartphones Android, sendo o primeiro um Motorola Moto G8 Power, com Android 11, 4 gigabytes de RAM, e processador octa-core de 1.9 GHz, e o segundo, um Samsung Galaxy S20, com Android 13, 8 gigabytes de RAM, e processador octa-core de 2.3 GHz. Abaixo, a Tabela 1 apresenta as questões utilizadas no formulário de avaliação de usabilidade.

Tabela 1. Questões do formulário

1. Em uma escala de 0 a 10, qual nota você daria para a facilidade de uso do sistema?
2. Os botões e recursos estavam claramente identificados e fáceis de usar?
3. Você precisou de ajuda adicional para usar o sistema?
4. Quais as funcionalidades mais importantes para você?
5. Tem alguma funcionalidade que deveria ganhar destaque na tela?
6. O que você mais gostou e menos gostou no aplicativo?
7. Qual foi a sua impressão geral sobre o sistema, e como você acha que ele poderia melhorar?

Com relação a facilidade do uso do sistema, referente a Questão 1, a nota média obtida foi de 8.3, um resultado que indica um nível de satisfação geral positivo, onde a maioria das notas dadas foram 10, e a menor foi 5. A Figura 8 mostra a distribuição das notas.

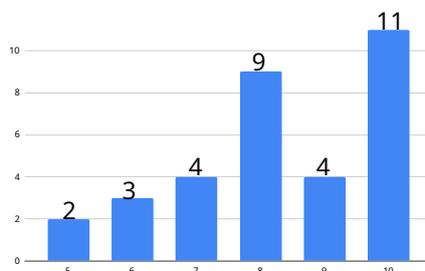


Figura 8. Distribuição das notas dadas à facilidade de uso do sistema.

No caso da Questão 2, quanto a explicitude dos botões e recursos gerais, mais de 75% dos participantes (25) alegaram que os itens da interface de usuário eram intuitivos e fáceis de usar, como mostra a Figura 9. Já a questão 3 abordava a necessidade de ajuda adicional no uso do sistema e como resultado, a Figura 9 apresenta que mais de 57% dos participantes (19) conseguiram realizar todas as tarefas da lista sem o auxílio dos aplicadores do teste, sendo capazes de descobrir sozinhos como utilizar as funcionalidades do sistema.

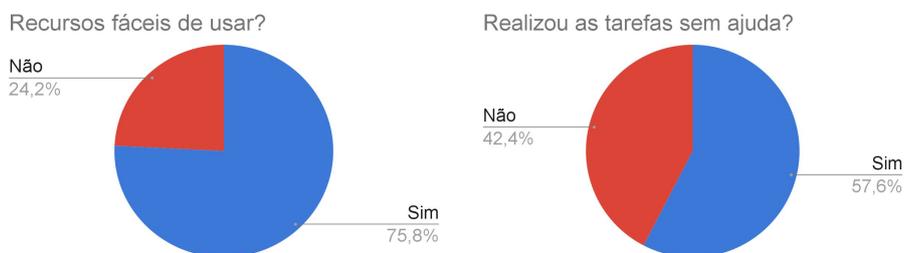


Figura 9. Da esquerda para direita: respostas quanto a intuitividade da interface da aplicação, e quanto à necessidade de ajuda externa para realizar as tarefas.

Na Questão 4, sobre as funcionalidades mais importantes, era possível selecionar mais de uma funcionalidade. As mais selecionadas foram: Registrar os personagens em

fotos (escolhida por 66.7% dos participantes); Gerar diferentes personagens (escolhida por 63.6% dos participantes); e compartilhar as fotos registradas (escolhida por 54.5% dos participantes). A questão 5, por sua vez, perguntava por uma funcionalidade que poderia ganhar destaque, sendo possível selecionar mais de uma funcionalidade. A mais escolhida foi Gerar diferentes personagens, escolhida por 63.6% dos participantes.

Na Questão 6, sobre o que mais ou menos os usuários gostavam, os principais pontos positivos apontados foram a qualidade dos modelos 3D e da experiência de RA, apontada como estável e divertida, além da possibilidade de capturar fotos e compartilhá-las. Já o principal ponto negativo observado foi a funcionalidade de seleção dos modelos, que foi apontada como não sendo clara, confundindo os participantes e fazendo com que alguns precisassem de ajuda para trocar o personagem selecionado.

Sobre a questão final, referente a impressão final do usuário e o que poderia melhorar, pode-se afirmar que a avaliação do aplicativo e suas funcionalidades foram fortemente positivas, todos os participantes aprovaram a aplicação, e a consideraram divertida e interessante. As ressalvas feitas giraram em torno da clareza e intuitividade da interface, sugerindo botões mais explicativos, especialmente o da troca de personagem. Além disso, alguns participantes também disseram que gostariam de ver mais personagens do cangaço disponíveis em versões posteriores, para tornar a experiência ainda mais completa.

6. Considerações Finais

Com base nos estudos feitos em relação à aplicação de soluções computacionais para a preservação histórica, foi possível analisar e conseqüentemente compreender de forma mais transparente a carência de atualização do setor e sua deficiência em enquadrar a presença de dados físicos e de valor não comercial no contexto atual no qual se é cada vez menos palpável ambas as classificações para os dados.

A metodologia adotada mostrou-se eficaz, garantindo a organização do projeto e melhor entendimento do funcionamento do sistema, desde a teoria, até a fase mais prática, e conseguindo apresentar os resultados finais apesar das dificuldades encontradas. O sistema está em condição de funcionamento e pode atender ao seu propósito tanto no aspecto tecnológico, comercial, atrativo e cultural. Este sistema tem um grande potencial para ser utilizado em outras áreas, como educação, turismo e publicidade, contribuindo para a criação de experiências enriquecedoras para o usuário. A análise dos dados obtidos através do questionário nos permitiu concluir que a aplicação se encontra suficientemente completa, sendo utilizada pelo museu para auxiliar em suas atividades. A experiência de RA se mostrou capaz de chamar a atenção dos participantes, com alguns pedindo para tirar fotos com os personagens do cangaço após concluir o teste.

Entretanto, melhorias ainda podem ser realizadas na interface, a fim de torná-la mais amigável ao usuário, como apontado pela reação dos participantes à funcionalidade de seleção dos personagens. Além disso, uma versão deste aplicativo para dispositivos iOS será desenvolvida no futuro. Outra possibilidade de trabalho futuro, é a criação de um jogo mobile da época do Cangaço.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE (Proc. ARC-0009-1.03/22) e ao Laboratório de Pesquisa e

Inovação BCC Coworking pelo apoio.

Referências

- Ding, M. et al. (2017). Augmented reality in museums. *Museums & augmented reality—A collection of essays from the arts management and technology laboratory*, pages 1–15.
- Eklind, A. and Stark, L. (2018). *An exploratory research of ARCore's feature detection*. PhD thesis, KTH, School of Electrical Engineering and Computer Science (EECS).
- El-Said, O. and Aziz, H. (2021). Virtual tours a means to an end: An analysis of virtual tours' role in tourism recovery post covid-19. *Journal of Travel Research*.
- Google (2023). Arcore documentation. Disponível em: <https://developers.google.com/ar>. Acesso em: mar. 2023.
- Gurgel, A. and Brito, R. S. (2006). *Nas Garras de Lampião, Edição Especial Para o Acervo Virtual Oswaldo Lamartine de Faria*. Fundação Vingt-un Rosado.
- Klein, G. and Murray, D. (2007). Parallel tracking and mapping for small ar workspaces. In *2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, pages 225–234.
- Lopes, A. and Norematti, C. (2017). A importância dos museus para a preservação da cultura. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5445069/mod_resource/content/0/import%C3%A2ncia_museus_preserva%C3%A7%C3%A3o_cultura_lopes_norematti.pdf. Acesso em: jan. 2023.
- Marr, B. (2022). *Extended Reality in Practice*. John Wiley & Sons Ltd. Disponível em: <https://bernardmarr.com/extended-reality-in-practice>. Acesso em: mar. 2023.
- Moura, L. and Camargo, G. (2020). Impactos do Android no Brasil. Bain & Company. Disponível em: <https://www.bain.com/contentassets/a9200a057a0241b8963c05a9b09e33fe/impactos-do-android-no-brasil.pdf>. Acesso em: mar. 2023.
- Saggio, G. and Borra, D. (2011). Augmented reality for restoration/reconstruction of artefacts with artistic or historical value. In Nee, A. Y. C., editor, *Augmented Reality*, chapter 4. IntechOpen, Rijeka.
- Scaramuzza, D. and Zhang, Z. (2020). *Aerial Robots, Visual-Inertial Odometry of*, pages 1–9. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Tori, R., Kirner, C., and Siscoutto, R. A. (2006). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC Porto Alegre.
- UNESCO (2020). Os museus enfrentam os desafios da covid-19 e permanecem engajados com suas comunidades. Disponível em: <http://www.unesco.org/pt/articles/os-museus-enfrentam-os-desafios-da-covid-19-e-permanecem-engajados-com-suas-comunidades/>. Acesso em: jan. 2023.
- Wu, S. (2022). Research on the application of computer virtual reality technology in museum cultural relics exhibition hall. In *2022 IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications (AEECA)*, pages 1049–1053.