

Ambientes Virtuais, Preservação da Memória e Resistência Cultural: Um Estudo de Caso com o Museu do Cangaço

Luís Guilherme Pontes Melquíades, UFAPE, guilhermemelquiades42@gmail.com,
ORCID: 0009-0001-8835-8183

Pedro Caetano Araújo Alves, UFAPE, pedrocaetanoaraujopc@gmail.com,
ORCID: 0009-0004-0166-9205

Pedro Correia de Araujo Neto, UFAPE, v8pedrov8@gmail.com,
ORCID: 0009-0001-8842-2536

Sandino Lamarca Santos Souza, Museu do Cangaço, sandino.lamarca@gmail.com,
ORCID: 0009-0006-0121-2250

Igor Medeiros Vanderlei, UFAPE, igor.vanderlei@ufape.edu.br,
ORCID: 0000-0002-1939-6979

Rodrigo Gusmão de Carvalho Rocha, UFAPE, rodrigo.rocha@ufape.edu.br,
ORCID: 0000-0003-1993-5044

Daliton da Silva, UFAPE, daliton.silva@ufape.edu.br,
ORCID: 0009-0005-4462-3415

Jean Carlos Teixeira de Araujo, UFAPE, jean.teixeira@ufape.edu.br,
ORCID: 0009-0001-8842-2536

Resumo: Este trabalho apresenta um sistema virtual para o Museu do Cangaço, incluindo um ambiente interativo que simula um passeio pelas suas dependências, destacando pontos de interesse ao longo do caminho, e um acervo virtual com modelos 3D de alguns artefatos, que disponibilizam novas formas de interação e visualização, possibilitando uma experiência virtual imersiva e significativa. Desta forma, espera-se que as pessoas possam explorar o patrimônio cultural do museu a partir de qualquer lugar e que possam aprender mais sobre esse importante movimento social brasileiro. Os resultados foram avaliados por meio de testes de usabilidade, além da validação por representantes do museu, onde se constatou que o ambiente virtual foi considerado eficaz, de fácil uso e com informações que permitem uma compreensão mais profunda do Cangaço.

Palavras-chave: realidade estendida, museu virtual, sistemas educacionais, ensino e aprendizagem.

Virtual Environments, Memory Preservation and Cultural Resistance: A Case Study with the Cangaço Museum

Abstract: *This work presents a virtual system for the Cangaço Museum, including an interactive environment that simulates a tour of its premises, highlighting points of interest along the way, and a virtual collection with 3D models of some artifacts, which provide new forms of interaction and visualization, enabling an immersive and meaningful virtual experience. In this way, it is hoped that people can explore the museum's cultural heritage from anywhere and learn more about this important Brazilian social movement. The results were evaluated through usability tests, in addition to validation by museum representatives, where it was found that the virtual environment was considered effective, easy to use and provided information that allows a deeper understanding of Cangaço.*

Keywords: *extended reality, virtual museum, educational systems, teaching and learning.*

1. Introdução

É incontestável que os museus desempenham um papel fundamental em qualquer sociedade, tanto exercendo sua função principal, que é preservar e transmitir sua história, V. 21 N° 2, dezembro, 2023

como uma opção de atividade de entretenimento ou através do seu potencial uso como ferramenta educativa. Com o objetivo de permanecer relevante no imaginário do cidadão moderno, cada vez mais museus têm se transformado através do uso de tecnologias, para proporcionar experiências interativas ou virtuais. Estas tecnologias oferecem um nível mais elevado de envolvimento do que as tecnologias tradicionais, com o potencial de contrapor a concorrência das atividades de entretenimento modernas, tais como plataforma de *streaming* ou jogos digitais, sobretudo entre os mais jovens.

As instituições que atuam com a preservação de memória histórica têm enfrentado desafios significativos no cenário atual, principalmente para atrair o interesse do público mais jovem (Carvalho e Matos, 2018). A sociedade contemporânea está cada vez mais dependente da tecnologia, o que tem implicações significativas para o setor dos museus. Nas últimas quatro décadas, os museus têm enfrentado o desafio de se adaptar a essa transformação digital (Carvalho e Matos, 2018). Ao longo do tempo, os museus passaram a aderir às inovações tecnológicas, incorporando-as de forma abrangente, causando um impacto em diversas áreas das práticas museológicas (Marchi; Testa e Costa, 2005). Essas transformações tecnológicas têm exercido um impacto profundo na maneira que os museus se relacionam com o público, tornando notável a relevância da integração de tecnologia para enriquecer as experiências dos visitantes de forma participativa (Araújo *et al.*, 2023). O objetivo é oferecer experiências mais envolventes e interativas, mantendo a autenticidade e o valor educacional do patrimônio cultural que eles preservam.

Os museus, conhecidos como espaços de preservação, pesquisa e compartilhamento do patrimônio histórico e cultural, foram afetados consideravelmente pela necessidade de distanciamento social e restrições de acesso físico (Antara e Sen, 2020). Através de exposições, visitas guiadas, ações culturais e pesquisa/conservação de artefatos e culturas, essas instituições promovem a apreciação e o entendimento de diversas formas de expressão artística, histórica e científica. No entanto, com a impossibilidade de visitas presenciais, foi necessário buscar alternativas criativas para continuar oferecendo experiências enriquecedoras ao público interessado (Puspasari; Suhandi e Iman, 2020). Diante deste contexto, este trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de um ambiente virtual que proporciona uma experiência imersiva no Museu do Cangaço e interativa com os seus artefatos. Esta aplicação possibilita a reconstrução virtual de cenários e objetos antes acessíveis apenas aos visitantes presenciais do museu, e disponibilizando-os em um ambiente online como instrumento de conhecimento da história e cultura da região e do país. Para consolidar esta proposta e elevar o grau de qualidade dos resultados, foi estabelecida uma parceria entre a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco e o Museu do Cangaço.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 aborda os materiais e métodos que possibilitaram a criação da aplicação; a Seção 3 descreve a proposta da aplicação, seu processo de desenvolvimento e funcionalidades; em seguida, a Seção 4 trata da análise de usabilidade da aplicação através de testes conduzidos com um grupo de amostragem. Por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais do trabalho.

2. Metodologia

Este projeto é de caráter interdisciplinar e foi realizado por pesquisadores da área de Ciência da Computação, com a colaboração de pesquisadores da área de Museologia. Dada a diversidade de conhecimentos envolvidos, foi necessário organizar as atividades em etapas bem definidas (concepção, desenvolvimento e avaliação), cada uma com o seu conjunto de métodos e técnicas adequadas para atingir os objetivos definidos.

A etapa de concepção do ambiente virtual foi fundamental para o andamento

geral do projeto. Nela foram realizadas reuniões conjuntas com os colaboradores do Museu do Cangaço a fim de conhecer as demandas tecnológicas, as expectativas de modernização e compreender a visão geral do acervo pertencente à instituição. Um dos objetivos deste estudo preliminar foi buscar alternativas e estratégias que permitissem enfrentar os desafios mencionados, promovendo uma maior acessibilidade, interatividade e envolvimento do público com os artefatos e conteúdos do museu. Para tanto, foi proposta a produção de um sistema web que possibilite ao público explorar virtualmente o acervo do museu, realizar visitas virtuais e acessar informações detalhadas sobre cada artefato.

Decidiu-se pela ideia de aplicar ao sistema proposto elementos semelhantes aos encontrados em jogos, como por exemplo, a possibilidade de observar livremente os artefatos por vários ângulos e/ou ampliar uma determinada área, para estudar detalhes específicos. Cada item do acervo virtual está acompanhado de uma breve descrição textual, a fim de ampliar as potencialidades de aprendizagem e proporcionar ao visitante uma experiência que mimetiza uma visita presencial ao museu. Acredita-se que a incorporação desses elementos ao sistema contribuirá para atrair a atenção de diferentes públicos, incluindo os mais jovens, que costumam optar por esse tipo de abordagem mais tecnológica (Carvalho e Matos, 2018), além de apresentarem melhores resultados no tocante ao interesse e aprendizado (Shin *et al.*, 2002).

Em seguida, com a delimitação do escopo e da abordagem do ambiente virtual, deu-se início à etapa de desenvolvimento da aplicação, na qual os pesquisadores dividiram-se em dois grupos de trabalho: construção do software e produção nos modelos 3D. A construção do software adotou o modelo cliente-servidor, visto que esta abordagem permite uma distribuição eficiente de recursos e tarefas entre os componentes do sistema, proporcionando maior flexibilidade e escalabilidade (Reese e Oram, 2000). No modelo cliente-servidor, o cliente é responsável por enviar solicitações ao servidor, que, por sua vez, processa essas solicitações e retorna as respostas correspondentes (Reese e Oram, 2000). Desta forma, as máquinas dos clientes (usuários finais) não necessitam de configurações especiais para utilizar o sistema.

Neste sentido, utilizaram-se as seguintes tecnologias: ReactJS, HTML e CSS, para o desenvolvimento do *front-end*, ou seja, a interface gráfica do sistema; Biblioteca Model-Viewer do Google, para visualização dos artefatos tridimensionais; e, o framework Java Spring e o sistema gerenciador de banco de dados MySQL, para o desenvolvimento do *back-end*, responsável pela implementação da lógica do negócio e o acesso ao banco de dados. A escolha das ferramentas adotadas levou em consideração critérios como eficiência, capacidade de construção de interfaces modernas e responsivas (Aggarwal *et al.*, 2018), ampla adoção pela comunidade de desenvolvimento, modularidade, segurança e escalabilidade (Mane; Ojha e Chitnis, 2013).

No processo de elaboração dos modelos 3D, optou-se pelo uso do software de código aberto Blender*, amplamente reconhecido por sua versatilidade e conjunto de ferramentas de modelagem. Os modelos foram produzidos a partir de imagens dos itens disponibilizadas pelo museu, buscando capturar suas características e detalhes de forma precisa e, com o intuito de alcançar uma maior fidelidade aos objetos históricos, foram feitas visitas técnicas para observação dos artefatos *in-loco* e os modelos produzidos foram submetidos à exames minuciosos dos museólogos colaboradores. A Figura 1 apresenta uma foto (dir.) da garrucha capturada no museu e o modelo 3D (esq.) produzido a partir desse objeto.

*Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acesso em 23/10/2023.



Figura 1. Modelo 3D da Garrucha, seguido de uma imagem de referência do objeto real pertencente ao Museu.

Nos modelos de superfícies rígidas, como as armas, empregou-se a técnica de *Hard Surface* (Smith, 2022), que permitiu a obtenção de formas geométricas precisas. Em algumas peças, visando otimizar o desempenho e a eficiência dos modelos sem comprometer a qualidade visual, foram aplicadas técnicas de redução de topologia. A Figura 2 mostra lado a lado a malha *highpoly* (esq.) e *lowpoly* (dir.) do personagem Lampião. Para obter texturas de alta qualidade, realizou-se a abertura de malha, que é o processo de “recorte” aplicado ao modelo *lowpoly*. Foi necessário definir *Seams* na malha dos objetos e organizar as partes cortadas no plano 2D visando capturar maior informação das imagens. A Figura 3 apresenta a visualização desse processo.

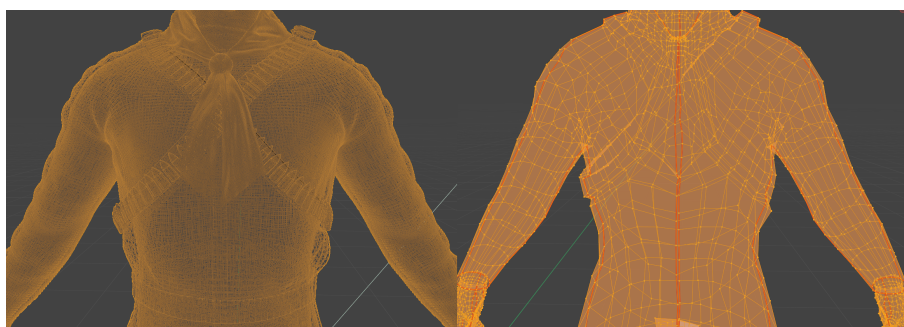


Figura 2. Densidade de vértices *highpoly* e *lowpoly* do torso do personagem Lampião.

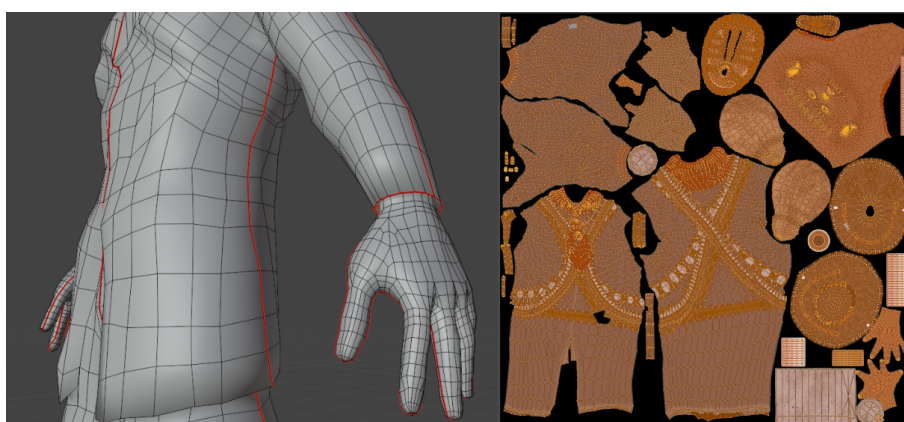


Figura 3. Topologia do personagem de Lampião, *Seams* estão representados por edges vermelho e malha distribuída no plano 2D do personagem de Lampião.

Buscando produzir os modelos de forma mais realista, foram utilizadas texturas PBR (*Physically Based Rendering*) (Clancy, 2016), que permitiu simulação de materiais

V. 21 N° 2, dezembro, 2023 _____ RENOTE

específicos, como metal, madeira e plástico, considerando propriedades físicas como reflexão, refração e dispersão da luz. Para realizar animação e posicionamento dos personagens, utilizou-se a técnica de *rigging*, que possibilitou a criação de um sistema de esqueletos virtuais e controles para movimentação e deformação dos modelos. A Figura 4 mostra o esqueleto desenvolvido para os personagens.



Figura 4. Personagem de Lampião posicionado através dos *bones* do esqueleto.

A coleta das imagens utilizadas foi realizada por meio de um iPhone 11, que conta com um sistema de câmera traseira composto por uma lente grande-angular e uma lente ultra-angular, ambas com resolução de 12 megapixels. Os vídeos foram gravados em resolução 4K e a 60 quadros por segundo, o que contribuiu para a qualidade da documentação do ambiente no Museu do Cangaço. Por fim, a etapa de avaliação teve como propósito garantir que o sistema desenvolvido estava em conformidade com aquilo que fora proposto. Esta atividade foi realizada com duas abordagens distintas, uma processual e um teste de usabilidade. Para conduzir a avaliação processual, eram realizadas reuniões periódicas, a cada 15 dias, com a participação dos especialistas em museologia. Nesta ocasião, quaisquer divergências históricas dos modelos produzidos eram apontadas e corrigidas antes da reunião seguinte.

No entanto, o teste de usabilidade foi realizado próximo ao término do projeto, contando com a colaboração de um grupo de 16 universitários voluntários que não tinham conhecimento prévio do projeto. A finalidade desta segunda avaliação foi capturar a percepção do possível público alvo do Museu, para identificar possíveis melhorias nas áreas de design, navegação, e funcionalidades, com o seguinte roteiro:

- Num primeiro momento, uma breve explicação do funcionamento básico do sistema web e suas duas funcionalidades principais, a visita interativa e o acervo virtual;
- Em seguida, a realização de uma lista de tarefas dentro do sistema, que consiste em: I - Localizar os painéis 2, 4 e 5 na visita interativa; II - Encontrar os artefatos Carabina, Cartucheira, e Chapéu de Couro no acervo virtual;
- Após o término das tarefas, o participante deve responder a um questionário, no qual constam algumas perguntas a respeito de sua experiência com o sistema. Os resultados obtidos serão apresentados na Seção 4.

3. Aplicação Desenvolvida

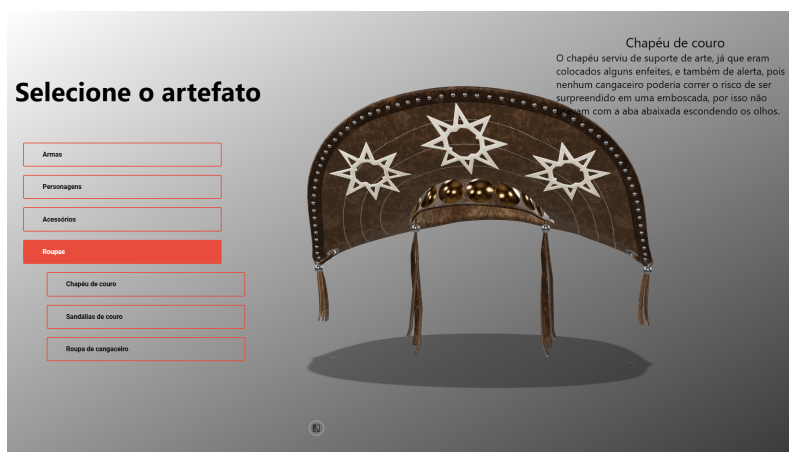
A aplicação proposta tem como objetivo central modernizar a interação do público com os artefatos e conteúdos do Museu do Cangaço, oferecendo uma experiência virtual enriquecedora e atrativa. Por meio dessa aplicação, os visitantes têm a oportunidade de explorar virtualmente o acervo do museu, tendo acesso a uma ampla variedade de peças históricas e conteúdos relacionados. Além disso, a aplicação visa auxiliar em trabalhos e pesquisas relacionadas ao acervo do Museu do Cangaço, ao disponibilizar informações

detalhadas sobre cada artefato, incluindo contexto histórico, características técnicas e curiosidades.

O sistema está dividido em duas partes: a primeira é um *tour* virtual pelo Museu do Cangaço, que permite aos usuários explorar digitalmente as exposições e os espaços do museu. Através dessa função, os visitantes podem percorrer virtualmente as diferentes áreas do museu e ter uma experiência imersiva e realista sem sair de casa, por meio de um vídeo gravado nas dependências do museu, simulando um passeio pelas áreas em exposição. A fim de ambientar o contato com estes elementos culturais, essa parte do sistema conta com um reprodutor de músicas com canções temáticas do cangaço, gravadas pela Fundação Cultural Cabras de Lampião[†], instituição responsável pelo Museu do Cangaço. A Figura 5(a) apresenta a visita virtual.



(a) Visão inicial da funcionalidade de visita virtual



(b) Icônico chapéu de couro, um dos símbolos do cangaceiro, exibido no acervo virtual

Figura 5. Imagens das duas principais funcionalidades do sistema desenvolvido

A segunda parte do sistema (ver Figura 5(b)) é um acervo virtual que conta com algumas peças da coleção do museu. Com essa função, os usuários têm a oportunidade de interagir com representações virtuais tridimensionais de artefatos históricos em exposição no museu, sendo possível examinar detalhadamente os artefatos, girando-os e observando-os em diferentes perspectiva. Ao pressionar um botão na parte inferior da tela, o modelo 3D é substituído por uma foto real do objeto retratado, proporcionando um enriquecimento da visualização da peça. Além disso, a aplicação fornece informações e

[†]Disponível em: <https://museudocangaço.com.br/sobre-nos/> Acesso em 12/06/23

curiosidades sobre cada objeto, enriquecendo a experiência e permitindo que os usuários aprofundem seus conhecimentos sobre o cangaço e a história relacionada.

4. Avaliação de Usabilidade

O teste de usabilidade se baseou na metodologia empregada por (Mattedi; Seabra e Luz, 2022), que avaliou a usabilidade do ambiente virtual cultural do Museu de Sant'Ana. No entanto, a metodologia foi adaptada para um contexto focado em um público acadêmico, com finalidades educativas e de pesquisa. Conforme explicado na seção 2, o teste de usabilidade foi conduzido com um grupo de 16 pessoas da Universidade, dentre as quais, alunos dos cursos de Ciência da Computação, Agronomia, Letras e Pedagogia, como também, integrantes do corpo docente. Sobre o perfil dos respondentes, os itens (a), (b) e (c) da Figura 6 mostram, respectivamente, a faixa etária, a proporção de homens e mulheres, e, por fim, o nível de conhecimento sobre aplicações web e realidade virtual dos participantes do grupo. Pode-se perceber que apesar da pesquisa ser realizada com um pequeno público, ela apresenta uma diversidade de perfis.

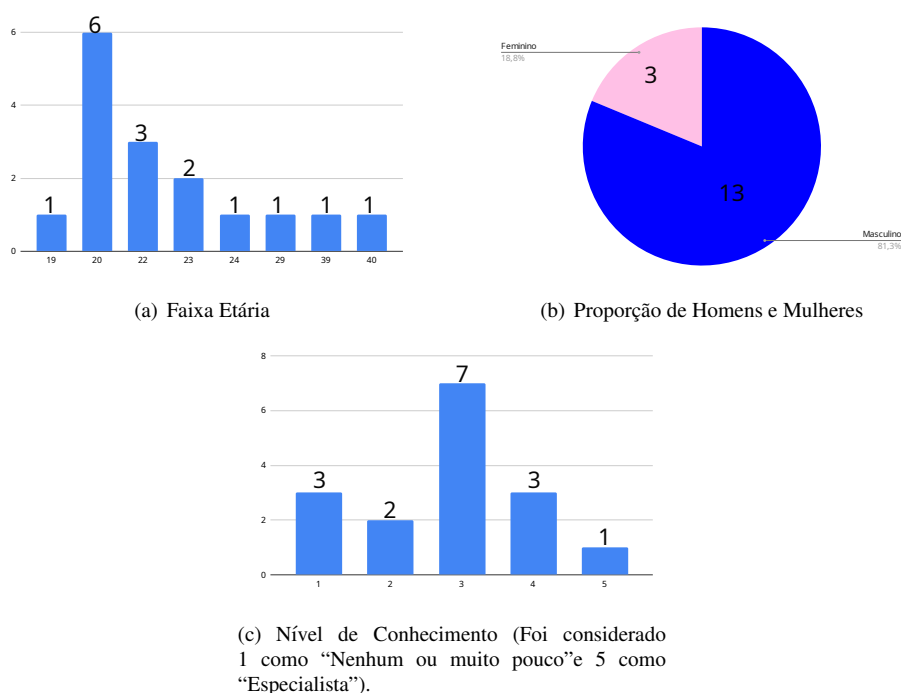


Figura 6. Gráficos de perfil dos participantes do teste de usabilidade.

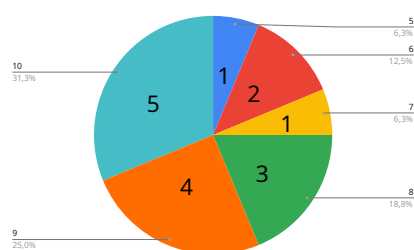
Ao preencher o formulário, os participantes avaliaram a facilidade de uso das funcionalidades da aplicação, a clareza, relevância e identificação das mesmas, a capacidade de utilização sem ajuda externa, e também puderam fazer uma análise da sua experiência com o sistema, destacando pontos fortes e fracos, além de sugestões para melhorias futuras. Com isso, visamos obter informações reais e detalhadas sobre a usabilidade da aplicação, de modo a embasar análises e conclusões acerca do estado do sistema do museu virtual, em relação a interface e funcionamento. As questões contidas no formulário, bem como um resumo das respostas, são apresentadas na Tabela 1.

Em relação à Questão 1, sobre a facilidade de uso do sistema, a nota média obtida foi de 8,4, um resultado que indica um nível de satisfação geral positivo, onde a maioria das notas atribuídas foram 10, e a menor foi 5. A Figura 7(a) mostra a distribuição das notas. Quanto a Questão 2, sobre a explicitude dos botões e recursos gerais, 93% dos participantes (15) alegaram que os itens da interface de usuário eram intuitivos e fáceis de

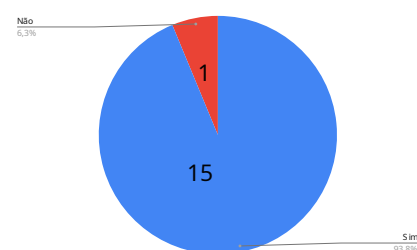
Tabela 1. Questões do formulário

Pergunta	Resposta
1. Em uma escala de 0 a 10, qual nota você daria para a facilidade de uso do sistema?	Nota média de 8,4
2. Os botões e recursos estavam claramente identificados e fáceis de usar?	93% dos participantes responderam sim.
3. Você precisou de ajuda adicional para usar o sistema?	75% dos participantes não precisaram.
4. Quais as funcionalidades mais importantes para você?	75% escolheram “Visualizar o acervo do museu em formato 3D”, e 68,8% escolheram “Observar as instalações internas do museu de forma remota”.
5. Há alguma funcionalidade que deveria ganhar destaque na tela?	A maioria dos participantes sugeriu haver botões para navegar pelo vídeo interativo.
6. O que você mais gostou e menos gostou no sistema?	Respectivamente, conhecer o museu e seu acervo de forma virtual, e a lentidão na navegação do vídeo interativo.
7. Qual foi a sua impressão geral sobre o sistema, e como ele poderia melhorar?	Avaliação geral positiva, com algumas melhorias na usabilidade sendo sugeridas.

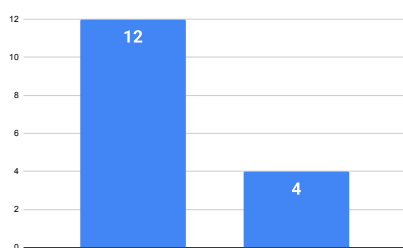
usar, como mostra a Figura 7(b). Apenas um participante respondeu “não”.



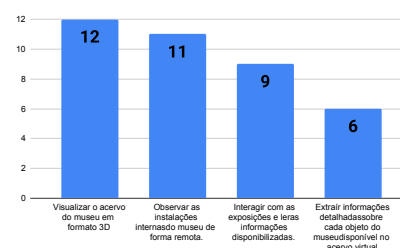
(a) Notas atribuídas



(b) Avaliação da intuitividade e facilidade de uso dos itens da interface de usuário.



(c) Quantidade de participantes que realizaram todas as tarefas sem ajuda adicional, e de participantes que precisaram de ajuda.



(d) Funcionalidades mais importantes.

Figura 7. Gráficos das respostas obtidas através do questionário da avaliação de usabilidade

Já a Questão 3, que abordava a necessidade de ajuda adicional no uso do sistema, teve como resultado o que mostra a Figura 7(c), onde 75% dos participantes (12) conseguiram realizar todas as tarefas da lista sem o auxílio dos aplicadores do teste, conseguindo descobrir sozinhos como utilizar todas as funcionalidades do sistema. Na Questão 4, sobre as funcionalidades mais importantes, era possível selecionar mais de

uma alternativa. As mais selecionadas foram: Visualizar o acervo do museu em formato 3D (escolhida por 75% dos participantes), e observar as instalações internas do museu de forma remota (escolhida por 68,8% dos participantes), como mostra a Figura 7(d).

A Questão 5, por sua vez, perguntava por uma funcionalidade que poderia ganhar mais destaque na tela, novamente, sendo possível selecionar mais de uma. Aqui, a maioria das respostas trata de incrementar a navegação pela visita virtual, com a inclusão de botões de facilitem o avanço e retrocesso do vídeo, e mesmo com a opção de pular diretamente para pontos de destaque da visita. Na Questão 6, sobre o que os usuários gostaram mais e menos, os principais pontos positivos apontados foram a qualidade dos modelos 3D do acervo, e a possibilidade de conhecer o museu remotamente, sem precisar visitá-lo fisicamente. Já a quantidade limitada de peças no acervo e o fato de o vídeo da visita ter um avanço lento, realizado pelo rolamento da página, foram os principais pontos negativos levantados. Por fim, a questão 7, que trata da impressão final do usuário e o que poderia melhorar no sistema, obteve respostas positivas, com uma avaliação geral bastante favorável. Como melhorias, foram sugeridas otimizações na visita interativa, a fim de melhorar a navegação pelo vídeo do museu. Algumas das sugestões foram: implementar um pequeno mapa do museu, possibilitando selecionar uma área específica para visualizar, e implementar botões de navegação que permitam percorrer pelos pontos de destaque da visita.

5. Conclusões

No decorrer deste artigo, a proposta explora os benefícios do sistema desenvolvido para do Museu do Cangaço como uma ferramenta valiosa para a pesquisa, o estudo e a difusão do conhecimento sobre este movimento social e sua importância na história do Brasil. Através de uma experiência virtual imersiva, e recursos interativos, a aplicação tem o potencial de modernizar o modo como o público interage com os artefatos e conteúdos relacionados a esse período histórico relevante para a cultura brasileira. O próprio representante do Museu do Cangaço avaliou o sistema desenvolvido como uma contribuição valiosa e inovadora para a preservação da história cultural:

“A iniciativa de combinar o antigo com o novo, trazendo novas tecnologias para o Museu do Cangaço, representa um passo notável. O projeto do acervo virtual, coordenado pela universidade parceira, não apenas enriquece o museu, mas também se torna uma ponte crucial para aqueles que não tiveram a oportunidade de visitá-lo pessoalmente. Além disso, ele reforça a importância da preservação da memória, contribuindo assim para o fortalecimento da ligação entre passado e presente, beneficiando toda a comunidade e, em particular, aqueles em localidades remotas”.

Portanto, é possível destacar que uma das principais vantagens dessa aplicação é a capacidade de proporcionar uma experiência de visita ao museu a distância, permitindo a exploração do acervo de maneira interativa. Através de tecnologias como realidade virtual, os usuários podem visualizar os artefatos em detalhes tridimensionais, ampliando sua compreensão e apreciação, uma vez que não é possível este tipo de contato com as peças reais. Essa abordagem contribui para a preservação e divulgação do patrimônio histórico relacionado ao cangaço, ampliando o acesso a um público mais amplo e diversificado.

Além disso, a aplicação se destaca como uma valiosa fonte de informação para estudantes e entusiastas interessados em aprofundar seus conhecimentos sobre o cangaço e a história relacionada, ao fornecer informações detalhadas fornecidas pelo próprio museu sobre cada artefato, incluindo contexto histórico, características técnicas e

curiosidades. A categorização do acervo facilita a localização de informações específicas, tornando-a uma referência confiável e abrangente. A iniciativa do Museu do Cangaço representa um avanço significativo na área de museus virtuais, demonstrando a capacidade da tecnologia na promoção da educação, cultura e preservação do patrimônio histórico. Espera-se que esta iniciativa inspire outras instituições a explorar soluções similares, possibilitando um acesso mais inclusivo e enriquecedor aos museus e suas coleções em todo o mundo.

No futuro, é planejada a implementação de um design mais intuitivo, com novos ícones e recursos que facilitem a navegação do site do museu com base nos resultados da pesquisa de usabilidade. Além disso, é importante adaptar o uso do *scroll lock* nos frames do tour virtual da aplicação para garantir uma melhor experiência de uso em dispositivos com painel tátil como notebooks ou dispositivos móveis com tela sensível ao toque. Essas melhorias visam proporcionar uma experiência mais agradável e acessível aos usuários, ampliando o alcance e a usabilidade do sistema do Museu do Cangaço.

Referências

- Aggarwal, S. *et al.* Modern web-development using reactjs. **International Journal of Recent Research Aspects**, v. 5, n. 1, p. 133–137, 2018.
- Antara, N.; Sen, S. The impact of covid-19 on museum and the way forward to be resilience. **Uluslararası Müze Eğitimi Dergisi**, Galip ÖNER, Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü A-Blok, Kat: 2, No:221 Talas/Kayseri, v. 2, n. 1, p. 54–61, 2020.
- Araújo, P. *et al.* Preservação cultural no museu do cangaço através da realidade aumentada. In: **Anais do L Seminário Integrado de Software e Hardware**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023. p. 368–379. ISSN 2595-6205.
- Carvalho, A.; Matos, A. Museum professionals in a digital world: Insights from a case study in portugal. **Museum International**, v. 70, p. 34–47, 12 2018.
- Clancy, S. Physically based rendering: From theory to implementation. **CRC Press**, 2016.
- Mane, D.; Ojha, N.; Chitnis, K. The spring framework: An open source java platform for developing robust java applications. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, Citeseer, v. 3, n. 2, 2013.
- Marchi, A. C. B. D.; Testa, C. D.; Costa, A. C. d. R. Um ambiente de comunidade virtual baseado em objetos de aprendizagem para apoiar a aprendizagem em museus. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, jun. 2005.
- Mattedi, A. P.; Seabra, R. D.; Luz, F. M. Um estudo de usabilidade do ambiente cultural virtual do museu de sant'ana. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 21–30, ago. 2022.
- Puspasari, S.; Suhandi, N.; Iman, J. N. Augmented reality development for supporting cultural education role in smb ii museum during covid-19 pandemic. In: **2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–6.
- Reese, G.; Oram, A. **Database Programming with JDBC and Java, Second Edition**. 2nd. ed. USA: O'Reilly; Associates, Inc., 2000. ISBN 1565926161.
- Shin, D.; Yoon, E. S.; Lee, K. Y.; Lee, E. S. A web-based, interactive virtual laboratory system for unit operations and process systems engineering education: issues, design and implementation. **Computers & Chemical Engineering**, v. 26, n. 2, p. 319–330, 2002. ISSN 0098-1354.
- Smith, J. Hard surface modeling techniques for 3d artists. **CG Magazine**, CG Publications, Los Angeles, CA, v. 15, n. 3, p. 45–52, 2022.