Museu virtual como instrumento de preservação, visibilidade e circulação da Cultura Tapajônica

The virtual museum as a tool for the preservation, visibility, and dissemination of Tapajônica Culture.

Sandra R. dos Remédios[1], Alice T. C. Lopes[2], João P. N. da Costa[2], Anna T. C. Lopes[2,3], Márcio J. M. da Ponte[4]

[1]Bacharelado em Sistemas de Informação – Instituto de Engenharia e Geociência
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) – Santarém – PA – Brasil

[2]Cariátides Art Tech– Santarém - PA - Brasil

[3]Programa de Pós-Graduação em Computação – Instituto de Engenharia e Geociência
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) – Santarém – PA – Brasil

[4]Programa de Computação – Instituto de Engenharia e Geociência
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) – Santarém – PA – Brasil

{srocha2290, alicethaynacosta, jncosta201, aannatcosta}@gmail.com,
marcio.ponte@ufopa.edu.br

Abstract. Introduction*: Introduction: The concentration of museums in major urban centers limits access to and appreciation of regional cultural expressions in vast regions such as Tapajós.* ***Objective****: The aim is to analyze the use of immersive technologies (VR/AR) and metadata standards in the organization, preservation, and democratization of access to digital collections of Tapajós art.* ***Methodology****: Applied and interdisciplinary research structured around participatory curation; 3D digitization documented via Dublin Core; requirements analysis; development on the Unity platform; and cultural impact assessment.* ***Results****: The project established a virtual museum featuring 28 works (VR/web versions). Tests indicate high receptivity regarding cultural appreciation and educational potential, establishing digitization as a strategy for resistance and the democratization of Amazonian heritage in the face of geographical barriers.*
Keywords: *Virtual Museums, Cultural Heritage, Tapajós, Virtual Reality, Digital Preservation.*

Resumo. Introdução*: A concentração de museus em grandes centros urbanos limita o acesso e a valorização de expressões regionais em territórios extensos como o Tapajós.* ***Objetivo****: Busca-se analisar o uso de tecnologias imersivas (VR/AR) e padrões de metadados na organização, preservação e democratização do acesso a acervos digitais de arte tapajônica.* ***Metodologias****: Pesquisa aplicada e interdisciplinar estruturada em curadoria participativa; digitalização 3D documentada via Dublin Core; análise de requisitos; desenvolvimento na plataforma Unity; e avaliação de impacto cultural.* ***Resultados****: O projeto consolidou um museu virtual com 28 obras (versões VR/web) . Testes indicam alta receptividade quanto à valorização cultural e potencial educativo, consolidando a digitalização como estratégia de resistência e democratização do patrimônio amazônico frente às barreiras geográficas.*

Palavras-chave: *Museus Virtuais, Patrimônio Cultural, Tapajós, Realidade Virtual, Preservação Digital.*

1. Introdução

No processo de globalização, embora haja a redução de barreiras geográficas e o avanço de tecnologias de comunicação e circulação de informações [Simas *et al.* 2024], observa-se que em razão da sua grande extensão territorial, regiões como o Tapajós ainda apresentam sérios desafios para instituições e gestores de políticas públicas no atendimento de demandas ao povos tradicionais que ali existem [Chaves e Almeida 2024], os limitando acesso às tecnologias culturais. Diante deste cenário a cultura tapajônica, rica em expressões indígenas e históricas se restringem, geograficamente, dificultando a sua ampla valorização, preservação e circulação.

Com a evolução da tecnologia, observa-se um impacto significativo no campo museológico, possibilitando novas formas de preservação e difusão cultural. O patrimônio cultural tem utilizado tecnologias de realidade aumentada e realidade virtual para diferentes finalidades, incluindo o aprimoramento de exposições e museus virtuais [Bekele *et al*, 2018], tornando assim uma alternativa viável para democratização do acesso à cultura, para fortalecer a identidade cultural da região [BRASIL, 1988; IPHAN 2016].

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo analisar o uso de museus virtuais e tecnologias imersivas na preservação e disseminação do patrimônio cultural tapajônico, mais especificamente, examinar o uso de padrões de metadados na organização de acervos digitais e avaliar o potencial das tecnologias imersivas como VR e AR na criação de experiências interativas para os usuários. Nesse contexto, busca-se também articular essas estratégias como elementos do entretenimento digital, de modo a ampliar o engajamento do público e fortalecer os processos de mediação cultural, tornando a experiência com o patrimônio mais acessível, dinâmica e atrativa, especialmente por meio de narrativas interativas em ambientes imersivos.

2. Referencial Teórico

2.1 Preservação Cultural

A preservação cultural compreende um conjunto de ações voltadas à proteção, valorização e transmissão dos bens culturais e imateriais, entendidos como aqueles que fazem referência à identidade, memória e à formação dos diferentes grupos sociais, conforme estabelecido no Artigo 216 da Constituição Federal (1988), que também se relaciona à manutenção da memória coletiva e à construção de identidades, sendo ampliada, na contemporaneidade, pelo uso de tecnologias digitais que possibilitam novas formas de registro [Sandri *et al* 2024].

No contexto brasileiro, as políticas de preservação cultural são conduzidas por instituições como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), que atua no resguardo do patrimônio por meio de instrumentos como o tombamento IPHAN (2016). O registro desses bens imateriais e o inventário Nacional de Referências Culturais (INRC), essas ações evidenciam que a preservação cultural não se limita à

proteção de objetos, mas abrange também práticas, saberes e formas de expressão que constituem o patrimônio vivo das comunidades [IPHAN 2022].

Santos (2018) afirma que "a memória de um povo está diretamente ligada ao cotidiano vivido através de anos a fio. Os costumes e hábitos, tal como as visões de mundo de cada povo, têm suas bases milenares nos antepassados", sendo assim a memória e preservação cultural é, portanto, a maneira pela qual hábitos e ideias são transmitidos de geração a geração de forma permanente [Marinho *et al.* 2023].

2.2. Museus virtuais e a descentralização cultural

Os museus tradicionais, historicamente concentrados em grandes centros urbanos, tendem a reforçar desigualdades no acesso ao patrimônio cultural. A democratização do acesso à cultura é fundamental para a preservação da diversidade cultural. Nesse contexto, a museologia contemporânea tem enfatizado a necessidade de práticas inclusivas e acessíveis, reconhecendo que a comunicação e a mediação cultural são fundamentais para ampliar o acesso de diferentes públicos ao patrimônio [Fernandes *et a*l. 2026] Os museus virtuais são uma forma de manter viva a memória [Barros *et al*. 2023] e eliminar as barreiras geográficas que hoje existem dentre os povos que vivem em comunidades do Baixo Amazonas.

Outro aspecto relevante diz respeito ao potencial dos museus virtuais, além de poderem interagir de forma mais dinâmica com o público, podem questionar o conceito de que para ser museu é necessário ter um edifício [Henriques, 2018], nos quais a curadoria é centralizada. Os ambientes digitais possibilitam abordagens participativas, alinhadas aos princípios da museologia social [Zaganelli *et al.* 2019].

Os museus virtuais funcionam como ferramentas de descentralização cultural, democratizando acesso ao patrimônio e ampliando o alcance cultural para além das barreiras geográficas e físicas. Chaves *et al.* (2023) concluem diretamente que a virtualização nos museus e a criação de museus virtuais estão potencializando a democratização do patrimônio digital. Lima *et al.* (2017) constataram que, embora as plataformas digitais percam em intensidade, por serem representações e não originais, elas ganham em extensão e democratizam o acesso.

2.2.1 Realidade Virtual e Realidade Aumentada

Ao serem utilizadas as tecnologias de Realidade Aumentada (AR) e Realidade Virtual (VR) quando relacionadas à preservação do patrimônio cultural, atendem à vários cenários onde são aproveitados [Marinho *et al.* 2023], se consolidando assim como tecnologias relevantes no campo da preservação e difusão do patrimônio cultural. Silva e Melo (2021) afirmam que tais tecnologias possibilitam novas formas de interação com acervos culturais, ampliando o acesso e promovendo experiências imersivas interativas.

Além da preservação, VR e AR tem ampliado as possibilidades de experimentação em museus, permitindo a recriação de ambientes históricos e simulação de espaços [Gutierres *et al.* 2024], ao promover maior engajamento do público, diferentemente das abordagens tradicionais, tais tecnologias cativam o usuário. De acordo com Champion (2016), ambientes digitais interativos possibilitam que os

usuários se envolvam ativamente com o patrimônio cultural, em contraste com modelos tradicionais baseados na observação passiva.

No contexto de culturas regionais, como a cultura tapajônica, essas tecnologias desempenham um papel ainda mais relevante ao possibilitar a digitalização, visualização e circulação de artefatos culturais em ambientes culturais.

2.3.Tecnologias para preservação cultural no meio digital

O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), abriu novas possibilidades para a preservação, documentação e difusão do patrimônio cultural. Ferramentas antes restritas a grandes instituições e centros de pesquisas tornaram-se progressivamente acessíveis, permitindo que acervos locais, regionais e comunitários possam ser documentados, preservados e disseminados, em escala global.

Barros *et al.* (2023), em seu estudo em arqueologia digital indicam que tecnologias são fundamentais para a preservação e ampliação do acesso ao patrimônio cultural, especialmente em contextos onde há limitações de infraestrutura tecnológica e dificuldades de disseminação dos acervos.

2.3.1 Preservação digital do patrimônio cultural

A preservação digital tem se consolidado como um campo estratégico para a salvaguarda do patrimônio cultural, especialmente diante dos desafios relacionados à obsolescência tecnológica e à sustentabilidade dos acervos digitais. A preservação digital envolve não apenas a integridade técnica dos objetos, mas também a manutenção de sua autenticidade, confiabilidade e acessibilidade ao longo do tempo, elementos fundamentais para garantir sua interpretação e uso futuro [Souza e Aganette, 2020].

O Conselho Nacional de Arquivos define documento digital como “informação registrada, codificada em dígitos binários, acessível e interpretável por meio de sistema computacional” [CONARQ, 2014, p.19]. Moura e Campos (2021) destacam que a preservação desses documentos em longo prazo, exige mais do que um simples armazenamento, requer políticas institucionais, estratégias técnicas e monitoramento contínuo.

A obsolescência tecnológica é apontada por Santos e Flores (2017) como principal ameaça à preservação de documentos digitais, sendo assim, os autores apontam três fenômenos em dimensões interdependentes, a obsolescência de hardware, que torna equipamentos de leituras indisponíveis; a obsolescência de software, que impossibilita a abertura de formatos antigos; e a obsolescência de suporte, relacionado a degradação física das mídias de armazenamento. Estima-se que o tempo médio de obsolescência tecnológica ocorra entre cinco e sete anos, o que impõe a necessidade de revisão e atualização periódica dos acervos digitais [Santos e Flores 2017].

2.3.2 Fotogrametria Digital

A fotogrametria é uma técnica de documentação que extrai informações geométricas de objetos a partir de fotografias, permitindo a criação de modelos 3D detalhados de artefatos, edifícios e sítios sem contato físico, o que é ideal para peças frágeis [Historic England 2017]. A democratização dessa tecnologia, acessível via smartphones e

softwares dedicados, tem incentivado a criação de coleções digitais por um público diversificado [Magalhães e Sousa 2022].

O fundamento técnico reside no método *Structure from Motion* (SfM), um algoritmo que identifica pontos de correspondência entre múltiplas fotos capturadas de diferentes ângulos para reconstruir a geometria da cena [Historic England 2017]. Esse processo gera, inicialmente, uma nuvem de pontos, posteriormente convertida em uma malha poligonal (*mesh*) e recoberta por texturas fotorealísticas derivadas das próprias imagens [Magalhães e Sousa 2022].

Operacionalmente, softwares como *Agisoft Metal Shape*, *RealityCapture* e o *open-source Meshroom* são as ferramentas mais utilizadas. O fluxo de trabalho típico abrange a captura sistemática, o alinhamento das imagens para gerar a nuvem de pontos densa, a reconstrução da malha, a texturização e, finalmente, a exportação do modelo em formatos compatíveis com plataformas *web*.

2.3.3 Digitalização 3D por triangulação a laser

A digitalização 3D engloba técnicas que capturam a geometria tridimensional de objetos físicos para convertê-los em modelos digitais. Diferente da fotogrametria, que infere a geometria via processamento de imagens, *scanners* 3D ativos utilizam a emissão de sinais para medir a superfície: o emissor projeta uma linha sobre o objeto e o detector calcula coordenadas espaciais por triangulação, relacionando emissor, objeto e sensor [Assumpção e Cuperschmid 2019; Alencastro *et al.* 2019].

O processo gera nuvens de pontos de alta densidade que registram com fidelidade a forma, profundidade e cor da peça. As principais tecnologias incluem o *Terrestrial Laser Scanning* (TLS), que opera com medições angulares e de distância em pontos fixos [Staiger 2003]; o *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM), que permite a captura de dados em movimento [Masson *et al.* 2003]; e o *Light Detection and Ranging* (LiDAR), que utiliza feixes de laser no espectro visível ou infravermelho (NIR) para sensoriamento remoto [Bewley *et al.* 2005].

Essa tecnologia é vital para a preservação patrimonial, pois viabiliza a criação de representações de elevada precisão geométrica, superando as limitações dos registros bidimensionais [Remondino *et al.* 2019]. Além de facilitar a análise e documentação técnica, a digitalização 3D sustenta a criação de acervos interativos em museus virtuais, promovendo experiências imersivas que ampliam o acesso do público e conferem maior dinamismo aos processos educativos [Bekele *et al.* 2018].

2.3.4 Padrões de metadados para objetos culturais digitais

A organização, a preservação e a disseminação de acervos culturais digitais dependem da utilização de padrões de metadados, que viabilizam a descrição estruturada, a recuperação eficiente e a interoperabilidade entre diferentes sistemas e plataformas [Dublin 2018; Baca 2016]. No entanto, o avanço da digitalização tridimensional impõe novos desafios, exigindo metadados mais complexos que incluam métodos de captura, parâmetros técnicos, geometria e processos de tratamento para garantir a qualidade e a correta interpretação dos modelos 3D [Homburg 2021].

Dentre os padrões mais abrangentes, o *Dublin Core (DC)* destaca-se por sua simplicidade, entendimento semântico universal e extensibilidade, permitindo a adaptação a necessidades específicas de cada coleção sem comprometer a interoperabilidade através de seus quinze elementos descritivos básicos [Souza *et al.* 2000]. Essas características tornam o DC uma base sólida para a integração de metadados em diversos contextos informacionais.

Para domínios mais específicos, destacam-se o *VRA Core* e o *CDWA*. O *VRA* Core é apontado como um dos modelos mais adequados para a catalogação de obras de arte, ao estruturar a descrição em três entidades (obra original, imagem de representação e coleção) , além de contemplar atributos como técnica, material e iconografia [Lima *et al.* 2016]. Complementarmente, o *CDWA*, desenvolvido pelo *Getty Research Institute*, oferece uma estrutura detalhada com mais de trezentas categorias, sendo amplamente adotado por grandes instituições internacionais para a gestão robusta de acervos [Baca 2016].

3. Trabalhos Correlatos

A integração de tecnologias digitais na preservação e na difusão do patrimônio cultural tem despertado crescente interesse acadêmico nos últimos anos. A seguir, são apresentados estudos que estabelecem um diálogo direto com os eixos temáticos que fundamentam esta pesquisa.

Carvajal *et al.* (2020) criaram o museu virtual *Virtual Collections* para disseminar acervos de museus argentinos por meio de fotogrametria 3D e modelagem computacional. Com suporte para *Desktop* VR e *headsets* HTC VIVE, o trabalho destaca-se por enfrentar a escassez de museus virtuais em países periféricos da América Latina.

Fanani *et al.* (2021) discutem os desafios da conservação 3D via tecnologias imersivas, defendendo que museus virtuais devem integrar mecanismos de gestão de dados equivalentes aos das instituições físicas, promovendo assim uma reflexão necessária sobre a infraestrutura de preservação digital.

Iacono *et al.* (2024) documentam o desenvolvimento de um ambiente VR para o Museu de Balzi Rossi, detalhando o uso da fotogrametria como base para a visualização imersiva. O estudo é uma das contribuições mais recentes e influentes na aplicação de VR e AR no campo da herança cultural.

Nath *et al.* (2026) propõem um museu virtual interativo para as ruínas de Bamuni Hill, na Índia, ao integrar modelagem fotogramétrica a elementos audiovisuais, ilustrando a continuidade e o valor da fotogrametria na preservação da identidade cultural em plataformas imersivas.

Estes trabalhos evidenciam a consolidação de um campo de pesquisa interdisciplinar em que fotogrametria, modelagem 3D, realidade virtual e realidade aumentada convergem como instrumentos fundamentais para a preservação, visibilidade e circulação da cultura em ambientes museológicos virtuais.

4. Materiais e Métodos

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada e interdisciplinar, fundamentada em uma abordagem quali-quantitativa para o desenvolvimento e a avaliação de um museu virtual 3D enquanto ferramenta de preservação e difusão cultural. A pesquisa adota o modelo desenvolvido por Yin (2015) para estudos de casos aplicados, combinado com princípios da pesquisa-ação de Thiollent (2011), de modo a garantir a participação dos atores culturais locais em todas as etapas do processo.

4.1 Levantamento cultural e curatorial

Realizado por meio de visitas de campo e entrevistas semiestruturadas com artistas da região do Tapajós. A seleção das obras privilegia o protagonismo dos criadores locais, evitando visões folclorizadas da cultura. Critérios adotados: representatividade cultural, diversidade de linguagens (escultura, pintura, cerâmica, arte digital), vínculo com a identidade amazônica e autorização formal dos artistas para digitalização e exibição.

4.2. Digitalização e documentação das obras

Peças tridimensionais (cerâmicas e esculturas) foram capturadas com *scanner* 3D do modelo *Creality CR-Scan Rapto*r de alta precisão (até 2,2 mm) que combina laser azul (7 linhas) e luz infravermelha (NIR) para digitalizar objetos de 5mm a 2000mm; pinturas planas, com fotografia de alta resolução e calibração cromática. Os metadados de cada obra (autor, título, técnica, ano, descrição e contexto cultural) foram coletados via formulário estruturado (Google Forms), seguindo o padrão Dublin Core.

4.3. Análise de requisitos para museus virtuais

Os requisitos foram levantados considerando a natureza dual do projeto: versão para *headsets* VR e versão *web*. Para os *headsets*, definiram-se parâmetros de desempenho mínimo (72 fps), suporte a controladores 6DoF e otimização de *draw calls*. Para a versão *web* (Unity *Web*GL), priorizaram-se compatibilidade entre navegadores, tempo de carregamento adequado ao contexto de conectividade regional e acessibilidade conforme as diretrizes WCAG 2.1. O levantamento envolveu artistas, educadores e gestores culturais, com validação por *wireframes* e protótipos de cenas.

4.4. Desenvolvimento do museu interativo

O museu foi desenvolvido na *Unity* (2023), utilizando o XR *Interaction Toolkit* para as interações em realidade virtual. O ambiente é navegável em primeira pessoa, com salas temáticas, painéis de metadados e locomoção por teleporte. As malhas 3D foram otimizadas no *Blender* e as texturas produzidas. Após a consolidação da versão VR para *headsets*, o projeto foi exportado para *WebG*L, com ajustes de compressão de texturas, simplificação de efeitos e adaptação dos controles, tornando o museu acessível a qualquer usuário com navegador, sem equipamento especializado.

4.5. Avaliação do impacto cultural

A avaliação combina dimensão quantitativa (métricas de visitação, tempo de permanência, origem geográfica) e dimensão qualitativa (questionário com escala *Likert* de cinco pontos aplicado a visitantes, abordando relevância cultural, qualidade imersiva, acessibilidade e potencial educativo. Os dados qualitativos são analisados pela técnica

de análise de conteúdo (Bardin, 2016), e os resultados foram triangulados para uma avaliação completa do alcance e impacto do museu.

5. Resultados e Discussões

O processo de levantamento cultural e curadoria resultou na constituição de um acervo composto por 28 obras de artistas da região do Tapajós, distribuídas em cerâmica, escultura e pintura (Quadro 1), com autorização formal de todos os artistas para digitalização e exibição. A representatividade do acervo não se mede apenas no número de obras mas na capacidade de refletir a pluralidade das práticas culturais do território.

Tabela 1. Composição do acervo por linguagem artística

Linguagem	Obras digitalizadas	Técnica de captura	Metadados coletados
Cerâmica	12	*Scanner* 3D	100%
Escultura	3	*Scanner* 3D	100%
Pintura	13	Fotografia HR	100%
Total	28	-	100%

Todas as 28 obras foram digitalizadas e documentadas. As peças tridimensionais foram capturadas com *scanner* 3D (Figura 1a) e as pinturas foram fotografadas em alta resolução (Figura 1b). O formulário de coleta de metadados foi respondido integralmente por todos os artistas resultando em fichas completas para cada obra, seguindo o padrão *Dublin Core*, foram contemplados: autor, título, ano, técnica, dimensões, descrição narrativa e contexto cultural.



Figura 1. (a) Cerâmica digitalizada em 3D; (b) Pintura digitalizada por meio de fotográfico

A análise de requisitos orientou o desenvolvimento de duas versões complementares do museu. A Tabela 2 apresenta os principais requisitos levantados e o resultado final do desenvolvimento. Os critérios críticos para a experiência em *headset* foram atendidos, no entanto, na versão *web*, os critérios foram atendidos parcialmente.

Tabela 2. Requisitos técnicos e resultados verificados

Requisito	Plataforma	Resultado	Status
Framerate > 72 fps	*Headset* (Meta Quest 3s)	Média de 76 fps	Atendido

Controladores 6DoF	*Headset* (Meta Quest 3s)	Implementado via XR *Interaction Toolkit*	Atendido
Compatibilidade entre navegadores	*Web* (WebGL)	Chrome/Firefox/Edge; Safari parcial	Parcial
Tempo de carregamento	*Web* (WebGL)	Média de 38s (10 Mbps)	Em ajuste
Acessibilidade WCAG 2.1	*Web*	Contraste e navegação por teclado implementados	Atendido
Metadados integrados	Ambas	Painéis em todas as obras	Atendido

O museu virtual apresenta uma estrutura circular, cujas paredes externas abrigam as pinturas, enquanto o espaço central é reservado exclusivamente para a exposição de cerâmicas e esculturas (Figura 2a). Na versão para *headsets*, a navegação é realizada por teleporte, a interação com as obras é feita por *raycasting* com controladores 6DoF, que ao apontar para a peça o visitante acessa um painel flutuante com as informações da obra (Figura 2b). Já na versão *web*, os controles foram adaptados para o teclado e mouse, com câmera em primeira pessoa e clique para ativar os paineis.

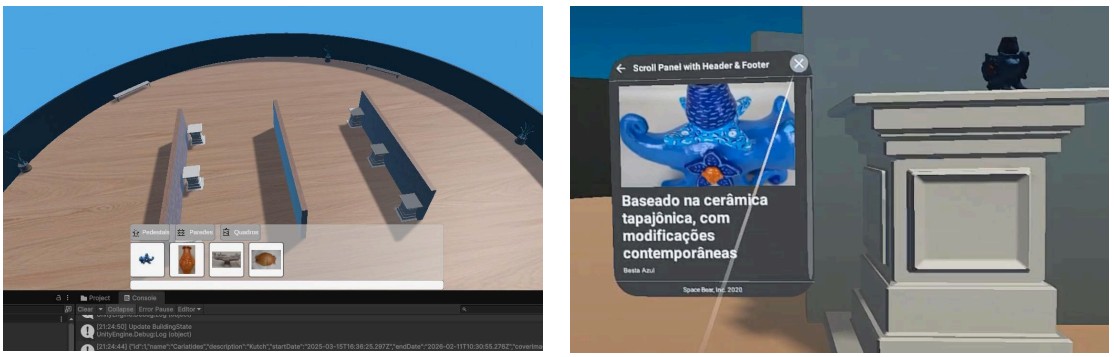


Figura 2. (a) Museu sendo desenvolvido na Unity; (b) Visualização dos metadados no *headsets*

A integração dos metadados ao ambiente virtual representa um dos aspectos mais relevantes do projeto do ponto de vista museológico. Cada obra exibe, no ambiente imersivo, informações contextuais que ultrapassam a ficha técnica tradicional.

Os testes pilotos envolveram 42 pessoas participantes de perfis variados, que responderam a um questionário ao final da experiência. Os resultados indicam alto desempenho nas dimensões culturais educativas e apontam a usabilidade como principal área de melhoria (Tabela 3). As três dimensões com médias mais elevadas confirmam que a proposta cultural foi bem recebida e que o museu cumpre com seu objetivo central de preservação e difusão da cultura tapajônica.

Tabela 3. Resultados do questionário (escala Likert 1-5)

Dimensão avaliativa	**Média**	**Avaliação**

Impacto na valorização da cultura tapajônica	4,8	Muito satisfatório
Relevância cultural do conteúdo	4,7	Muito satisfatório
Potencial educativo e formativo	4,6	Muito satisfatório
Qualidade da experiência - *headset*	4,5	Muito satisfatório
Qualidade da experiência - *web*	3,8	Satisfatório
Acessibilidade e facilidade de uso	3,6	Satisfatório

A diferença entre a experiência em *headset* e *web* era esperada devido a assimetria na imersão entre as modalidades. A menor média, reflete as principais sugestões: dificuldade de orientação espacial nas salas, tempo de carregamento percebido como longo e ausência de mapas de navegação. A análise qualitativa dos comentários abertos identificou três temáticas recorrentes: (a) sentimento de pertencimento e orgulho cultural; (b) potencial de uso em contextos educacionais; e (c) expectativa de expansão do acervo.

6. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo analisar o uso de museus virtuais e tecnologias imersivas na preservação e disseminação do patrimônio cultural tapajônico. Os resultados obtidos demonstram que esse objetivo foi alcançado, com um acervo de 28 obras de artistas da região do Tapajós construídos com critérios curatoriais, integralmente digitalizado, organizado em um ambiente imersivo desenvolvido na *Unity* e disponibilizado em duas versões (*headset e web*).

Do ponto de vista da preservação, a digitalização em alta resolução das obras cria registros permanentes de produções culturais. Em contexto com o da Amazônia, onde infraestrutura de preservação patrimonial é historicamente limitada e as políticas culturais frequentemente ignoram a produção local em favor de referências externas, a documentação digital representa não apenas um recurso técnico, mas um ato de resistência cultural.

No que tange a visibilidade, o museu virtual rompe com a lógica excludente dos circuitos expositivos tradicionais, que tendem a conectar reconhecimento em centros urbanos e em linguagens artísticas legitimadas por instituições hegemônicas. Ao dar protagonismo a artistas tapajônicos, o projeto reafirma que a cultura amazônica não é folclore nem exotismo, mas produção viva autorreferente e portadora de epistemologias próprias.

A contribuição mais estrutural do projeto, contudo, está na dimensão da circulação. A disponibilização da versão *web*, sem necessidade de equipamento especializado, transforma o museu em um espaço de acesso irrestrito a qualquer pessoa com navegador e acesso à internet. Essa escolha responde diretamente ao destino das dimensões continentais da Amazônia, onde a distância entre comunidades e centros culturais é um obstáculo historicamente não resolvido.

O estudo, apresenta limitações que devem ser reconhecidas, dessa forma, para desdobramentos futuros, propõe-se a expansão do acervo para incluir artistas de outros

municípios e novas linguagens artísticas, além do desenvolvimento do módulo educacional integrado e a otimização técnica da versão *web* para contextos de baixa conectividade.

Agradecimentos

Declaração de uso de Inteligência Artificial Generativa: No processo de elaboração deste artigo, foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (IAG) para auxílio na revisão gramatical e de coerência textual dos parágrafos em português. Todo o conteúdo científico, incluindo objetivos, metodologia, coleta e análise de dados, resultados e conclusões, é de autoria exclusiva dos pesquisadores, que assumem integral responsabilidade pela integridade científica do trabalho. As ferramentas de IAG utilizadas não exerceram qualquer papel de autoria.

Referências

Alencastro, Y. O., Dantas, P. V. F., Silva, F. P. and Jacques, J. J. (2019) “Ferramentas de digitalização 3D faça-você-mesmo na preservação do patrimônio cultural”, *Interações*, v. 20, n. 2, p. 435–448. DOI: http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1744.

Assumpção, J. P. F. and Cuperschmid, A. R. M. (2019) “O uso de 3D laser scanner como método de documentação do patrimônio cultural construído: revisão sistemática da literatura”. In *HBIM - Encontro Brasileiro de Modelagem da Informação da Construção e Patrimônio Cultural*, São Carlos, SP, December.

Baca, M. (2016) “Introduction to metadata”, 3rd ed., Getty Publications, Los Angeles.

Bardin, L. (2016) Análise de conteúdo, São Paulo, Edições 70.

Barros, A. S.; Costa, D. M.; Briaca, I. S.; Silva, K. L. M. (2023) “Patrimônio digital na Amazônia: ensaio metodológico em uma coleção arqueológica urbana”, *Clio Arqueológica*, v. 38, n. 2, p.

Bewley, R. H., Crutchley, S. P. and Shell, C. A. (2005) “New light on an ancient landscape: lidar survey in the Stonehenge World Heritage Site”, Antiquity, v. 79, n. 305, p. 636–647. DOI: https://doi.org/10.1017/S0003598X00114577.

Bekele, M. et al. (2018) “A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage”, *Journal on Computing and Cultural Heritage*. DOI: https://doi.org/10.1145/3145534.

Brasil (1988) “Constituição da República Federativa do Brasil de 1988”, Brasília.

Carvajal, D. A. L., Morita, M. M. and Bilmes, G. M. (2020) “Virtual museums: captured reality and 3D modeling”, *Journal of Cultural Heritag*e, v. 45, p. 234–239. DOI: https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.013.

Champion, E. (2016) “Critical gaming: interactive history and virtual heritage”, Routledge, New York.

Chaves, I. T., Pinho Neto, J. A. S. and Lima, I. F. (2023) “Virtualização de museus no contexto da Ciência da Informação no Brasil”, *Revista Temática*, v. 19, n. 4, April. DOI: https://doi.org/10.22478/ufpb.1807-8931.2023v19n4.66136.

Chaves, M. P. S. R., Almeida, A. L. S. and Chaves, J. M. R. (2024) "Tecnologias sociais para inclusão social em comunidades tradicionais na Amazônia", *Inclusão Social*, v. 17, n. 2. DOI: https://doi.org/10.18225/inc.soc.v17i2.6401.

Conselho Nacional de Arquivos - CONARQ (2014) Glossário de Documentos Arquivísticos Digitais, 6ª versão, Rio de Janeiro. Available at: https://www.gov.br/conarq/pt-br/assuntos/camaras-tecnicas-setoriais-inativas/camara-tecnica-de-documentos-eletronicos-ctde/2014_ctdeglossario_v6.pdf.

Dublin Core Metadata Initiative (2018) "Dublin Core metadata element set, version 1.1", Dublin Core Metadata Initiative. Disponível em: https://dublincore.org/specifications/dublin-core/dces/.

Fanani, A. Z., Hastuti, K., Syarif, A. M. and Harsanto, P. W. (2021) "Challenges in developing virtual reality, augmented reality and mixed-reality applications: case studies on a 3D-based tangible cultural heritage conservation", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 12, n. 11, p. 219–227.

Fernandes, J. M. F. M., Veneza, J. C. (2026). Museus, diversidade e acessibilidade: a comunicação museológica como instrumento de acessibilidade. *Revista De Estudos Culturais*, 11, 156-178. https://doi.org/10.11606/issn.2446-7693.2026.v11ip156-178

Gutierres, J. M. et al. (2024) "Realidade virtual, realidade aumentada e mista na educação museal: uma análise cientométrica", *Revista Amazônia: Educação em Ciências e Matemáticas*.

Henriques, R. M. N. (2018) "Os museus virtuais: conceito e configurações", *Cadernos de Sociomuseologia*, v. 56, n. 12. DOI: https://doi.org/10.36572/csm.2018.vol.56.03.

Historic England (2017) Photogrammetric applications for cultural heritage: guidance for good practice, Swindon, Historic England. Available at: https://historicengland.org.uk/images-books/publications/photogrammetric-applications-for-cultural-heritage/heag066-photogrammetric-applications-cultural-heritage/.

Homburg, T., Cramer, A., Döllner, J. and others (2021) "Metadata schema and ontology for capturing and processing of 3D cultural heritage objects", *Heritage Science*, v. 9, n. 1. DOI: https://doi.org/10.1186/s40494-021-00561-w.

Iacono, S., Scaramuzzino, M., Marini, L., Panelli, C., Zolezzi, D., Perotti, M., Traverso, A. and Vercelli, G. V. (2024) "Virtual reality in cultural heritage: a setup for Balzi Rossi Museum", Applied Sciences, v. 14, n. 9, p. 3562. DOI: https://doi.org/10.3390/app14093562.

IPHAN (2016) "Inventário Nacional de Referências Culturais (INRC): manual de aplicação", Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Brasília.

IPHAN (2022) "Política de preservação do patrimônio cultural no Brasil", Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Brasília.

Lima, F. R. B., Santos, P. L. V. A. C. and Santarém Segundo, J. E. (2016) "Padrão de metadados no domínio museológico", *Perspectivas em Ciência da Informação*. DOI: https://doi.org/10.1590/1981-5344/2639.

Lima, F. R. B., Santos, P. L. V. A. C. and Francisco, J. B. (2017) “Museus e virtualidades: uma relação para o século XXI”, *Informação@Profissões*, v. 5, n. 2, p. 102–121. DOI: https://doi.org/10.5433/2317-4390.2016v5n2p102.

Magalhães, L. S. and Souza, R. C. F. (2022) “Fotogrametria e catálogos digitais de esculturas e outros marcos urbanos: recursos para cibercultura museal”, *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 17, n. 2. DOI: https://doi.org/10.11606/gtp.v17i2.175164.

Marinho, J. I. R., Poz, A. S. G., Bandoli, G. M. D., Baptista, H. C. and Carvalho, L. M. M. L. (2023) “Arquivologia: a preservação da memória cultural”, *Crátilo*, v. 16, n. 1.

Masson, F., Guivant, J. and Nebot, E. (2003) “Robust navigation and mapping architecture for large environments”, *Journal of Robotic Systems*, v. 20, n. 10, p. 621–634. DOI: https://doi.org/10.1002/rob.10112.

Moura, E. M. B. and Campos, L. M. (2021) “A preservação dos documentos históricos em ambientes digitais”, *Revista Brasileira de Preservação Digital*, v. 1, n. 00, p. e020005. DOI: 10.20396/rebpred.v1i00.13858.

Nath, S., Choudhury, M. P. and Saha, B. (2026) “Exploring photogrammetry 3D modeling for the preservation of the cultural heritage identity and designing an interactive virtual museum”, *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, p. 1–21. DOI: https://doi.org/10.1108/jchmsd-07-2024-0161.

Santos, H. M. and Flores, D. (2017) “Os impactos da obsolescência tecnológica frente à preservação de documentos digitais”, *Brazilian Journal of Information Science*, v. 11, n. 2, p. 28–37. DOI: https://doi.org/10.36311/1981-1640.2017.v11n2.04.p28.

Sandri, J. S. and Armelin, P. K. (2024) “O patrimônio cultural da humanidade na era digital: interfaces entre direitos da personalidade e novas tecnologias de informação e comunicação”, *Revista de Direito Agrário e Agroambiental*, v. 10, n. 1. DOI: https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2526-0081/2024.v10i1.10403.

Santos, S. D. dos. Literatura infantil e memória cultural. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Língua Portuguesa e Literatura) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18961.

Simas, D. C. S., Lima, J. S., Lima, T. B. S., Sales, R. A. C., Norte, N. N. B. O. and Filho, A. F. N. (2024) “Desafios da inclusão digital no interior do Amazonas e a internet como ferramenta de redução das desigualdades sociais e regionais”, Revista Delos, v. 17, n. 51, p. 380–394. DOI: https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n51-022.

SILVA, Carmen Lucia Souza da; MELO, Ana Claudia da Cruz. Museus e Patrimônio: Pensamento Cibertecnológico e Cultura Digital. Revista Museologia & Interdisciplinaridade, online, v. 10, n. esp., p. 164-178, 2021. DOI: https://dx.doi.org/10.26512/museologia.v10iEspecial.36211. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/16038.

Souza, L. G. S.; Aganette, E C. A preservação digital em longo prazo amparada por planos de ações: uma revisão sistemática de literatura. RDBCI: Revista Digital de

Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas, SP, v. 18, n. 00, p. e020027, 2020. DOI: 10.20396/rdbci.v18i0.8661185.

Souza, M. I. F., Vendrusculo, L. G. and Melo, G. C. (2000) "Metadados para a descrição de recursos de informação eletrônica: utilização do padrão Dublin Core", *Ciência da Informação*, v. 29, n. 1. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-19652000000100010.

Staiger, R. (2003) "Terrestrial laser scanning: technology, systems and applications". In *2nd FIG Regional Conference*, Marrakech, Morocco, December.

Thiollent, M. (2011) Metodologia da pesquisa-ação, 18th edition, São Paulo, Cortez.

Unity Technologies (2023) Unity manual: XR interaction toolkit, San Francisco, Unity Technologies. Available at: https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@3.0/manual/index.html.

Yin, R. K. (2015) Estudo de caso: planejamento e métodos, 5th edition, Porto Alegre, Bookman.

Zaganelli, M. V., Reis, A. P. and Parente, B. V. (2019) "Museus virtuais: mecanismos voltados à democratização do acesso à informação e ao ensino-aprendizagem de história",Humanidades & Tecnologia em revista (FINOM), v.17, n. 17.