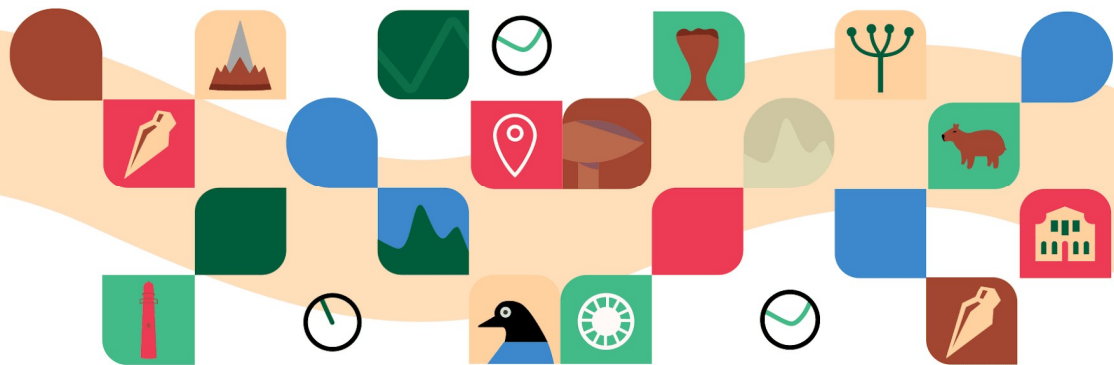




bit.ly/5edesc
planett.com.br/edesc

METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE UM MUSEU VIRTUAL APLICADO À ROTA DE CICLOTURISMO

ELEMENTS OF AN IDEAL CYCLE STOP: SURVEY OF DESIGN CRITERIA FOR SUPPORT STATIONS ON CYCLE TOURISM ROUTES

Laura Martinson Vaz ¹
Kristie Kaminski Küster ²
Silvana Nakamori ³
José Pedro da Ros ⁴
André Bellin Mariano ⁵

FORMATO PARA CITAÇÃO:

VAZ, L. M.; KÜSTER, K. K.; NAKAMORI, S.; ROS, J. P. D.; MARIANO, A. B. Metodologia de construção de um museu virtual aplicado à rota de cicloturismo. In: ANAIS DO ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO. 5, 2026, Curitiba, Paraná. Anais. Rio de Janeiro: Planett, 2026. p. 173-198. ISSN 2965-3568. DOI: 10.5281/zenodo.19065662

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR.

² Universidade Federal do Paraná – UFPR.

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

⁴ Universidade Federal do Paraná – UFPR.

⁵ Universidade Federal do Paraná – UFPR.

REALIZAÇÃO:



APOIO:



RESUMO

Este artigo apresenta a metodologia de desenvolvimento de um museu virtual voltado à Rota Caiçara de Cicloturismo, integrando tecnologias imersivas, design centrado no usuário e práticas de desenvolvimento ágil de software. O projeto tem como objetivo valorizar os aspectos culturais, ambientais e históricos por meio de uma plataforma digital que simula a experiência de pedalar pelo litoral do Paraná. A metodologia adotada baseia-se na abordagem Design Science Research (DSR), com etapas iterativas de levantamento de requisitos, prototipação e testes de usabilidade. O projeto também enfatiza acessibilidade, sustentabilidade e participação comunitária, garantindo autenticidade cultural e experiências digitais inclusivas. O museu virtual propõe um modelo híbrido que une práticas museológicas a rotas digitais de cicloturismo, oferecendo um referencial replicável para educação ambiental e turismo sustentável. Ao combinar divulgação científica, inovação tecnológica e design participativo, a iniciativa contribui para ampliar o acesso ao patrimônio cultural e promover o engajamento com os territórios por meio de experiências digitais.

Palavras-chave: Museus Virtuais, Cicloturismo, Desenvolvimento Ágil, Experiência do Usuário (UX).

ABSTRACT

This paper presents the methodology for developing a virtual museum focused on the Caiçara Cycling Tourism Route, integrating immersive technologies, user-centered design, and agile software development practices. The project aims to enhance cultural, environmental, and historical appreciation through a digital platform that simulates the experience of cycling along the Paraná coast. The methodology is grounded in Design Science Research (DSR) and includes iterative stages of requirement gathering, prototyping, and usability testing. The platform is being developed using WordPress, with support for 360° images, virtual reality (VR), and interactive maps. The project also emphasizes accessibility, sustainability, and community participation, ensuring cultural authenticity and inclusive digital experiences. The virtual museum proposes a hybrid model that merges museological practices with digital cycling routes, offering a replicable framework for environmental education and sustainable tourism. By combining scientific dissemination, technological innovation, and participatory design, the initiative contributes to expanding access to cultural heritage and promoting active engagement with local landscapes through digital means.

Keywords: Virtual Museums; Cycle Tourism; Agile Development; User Experience (UX).

1. INTRODUÇÃO

A criação de museus virtuais tem se consolidado como uma alternativa inovadora para ampliar o acesso à cultura e à educação, especialmente em regiões com limitações geográficas ou escassez de infraestrutura física (Betrus; Lee, 2020). O avanço das tecnologias digitais, como a realidade virtual (VR), web interativa e dispositivos móveis, tem possibilitado o desenvolvimento de plataformas imersivas que integram elementos visuais, históricos e interativos, promovendo experiências mais ricas, acessíveis e engajadoras (Friedman; Drouin, 2020).

Esse processo foi significativamente acelerado durante a pandemia de COVID-19, quando a suspensão temporária do funcionamento de instituições culturais físicas impôs o desafio de manter o vínculo com o público por meios digitais. Nesse cenário, os museus virtuais deixaram de ser apenas complementares e tornaram-se ferramentas centrais de difusão cultural, inclusão e acessibilidade (Borko; Garcia, 2021). Além de garantir o acesso remoto ao conhecimento, as plataformas virtuais ampliaram as possibilidades de engajamento com públicos diversos, oferecendo novas formas de mediação e aprendizagem (Müller; Gärtner, 2018).

Apesar do crescimento dos museus virtuais no Brasil e no mundo, observa-se uma lacuna temática significativa no que diz respeito à representação digital de rotas de cicloturismo. Projetos como o EuroVelo na Europa e a Great Divide Mountain Bike Route nos Estados Unidos demonstram o potencial de rotas cicláveis como vetores de turismo sustentável e educação ambiental (Anita et al., 2021).

Neste contexto, o desenvolvimento de um museu virtual voltado à rotas de cicloturismo tem como objetivo valorizar os aspectos culturais, históricos e ambientais do litoral paranaense. A proposta combina metodologias de engenharia de software, design de interação e documentação do patrimônio imaterial com tecnologias de visualização imersiva. A metodologia empregada baseia-se em práticas de desenvolvimento ágil, com foco em entregas incrementais, prototipação rápida e testes contínuos de usabilidade, garantindo maior alinhamento entre os objetivos pedagógicos e a experiência dos usuários.

O projeto integra ferramentas como diagramas de arquitetura, fluxogramas de navegação, Wireframes em Figma e protótipos de alta fidelidade,

além de um levantamento técnico dos principais museus virtuais já implementados no Brasil e no mundo. Essa análise serviu como base para a definição de requisitos funcionais, boas práticas de acessibilidade, organização de conteúdo multimodal e estratégias de engajamento cultural.

A aplicação prática da metodologia na Rota Caiçara envolve a coleta de vídeos 360°, mapas, depoimentos orais e fotografias para compor um percurso virtual educativo. A proposta alia divulgação científica e valorização ambiental à promoção de um turismo sustentável e digitalmente acessível.

Este artigo apresenta, portanto, a metodologia adotada na concepção e desenvolvimento do Museu Virtual da Rota Caiçara, com destaque para o foco no cicloturismo como vetor de valorização cultural e ambiental. Evidenciam-se as etapas de planejamento geoespacial, captura de conteúdo, reconstrução digital e integração em plataforma web imersiva, todas alinhadas à promoção do turismo sustentável e à experiência dos cicloturistas. Ao final, discutem-se os desafios enfrentados e os potenciais impactos da iniciativa como modelo replicável de museu digital voltado à educação ambiental, à preservação cultural e ao fomento do cicloturismo na região.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MUSEOLOGIA DIGITAL E CICLOTURISMO

A integração entre museologia digital e cicloturismo ainda é incipiente, mas iniciativas como o projeto Ciclotur no Brasil têm demonstrado o valor de rotas autoguiadas com suporte digital para promover o patrimônio natural e cultural (Ciclotur, 2025). A criação de museus virtuais voltados ao cicloturismo pode ampliar o acesso a essas experiências, mesmo para públicos que não podem percorrer fisicamente os trajetos.

A coleta de conteúdo para o Museu Virtual da Rota Caiçara foi inspirada em experiências como o Caatinga 360 e o Guapiaçu Virtual, que servem como referências relevantes de museus ambientais digitais. O Caatinga 360, desenvolvido pela UFERSA em parceria com a Petrobras, é uma plataforma digital multimídia que oferece uma visita virtual e interativa a três tipos de vegetação do bioma Caatinga, nos períodos seco e chuvoso, utilizando imagens em 360°, drones e gráficos 3D para fins de monitoramento ambiental e educação (Sociedade Colaborativa UFERSA, 2025).

Já o Guapiaçu Virtual integra ações de restauração ecológica e educação ambiental na bacia do rio Guapi-Macacu, no estado do Rio de Janeiro, tendo promovido o acesso digital a trilhas e conteúdos sobre biodiversidade e conservação durante a epidemia COVID-19 (ASA, 2025).

Iniciativas internacionais como a EuroVelo, uma rede de rotas ciclísticas de longa distância na Europa, e a Great Divide Mountain Bike Route, nos Estados Unidos, demonstram o potencial das rotas de cicloturismo digitalmente assistidas para promover a educação cultural e ambiental. Esses projetos integram dados geoespaciais, narrativas digitais e design centrado no usuário para enriquecer a experiência do ciclista (Marques et al., 2025).

Além disso, experiências de museus virtuais com tecnologias imersivas, como realidade virtual (VR) e vídeos em 360°, têm sido exploradas em estudos recentes. Marques et al. (2025) propõem diretrizes para a criação de conteúdo audiovisual imersivo voltado ao cicloturismo virtual para idosos, demonstrando que vídeos em 360° podem promover o engajamento com atividades físicas e experiências culturais mesmo em ambientes simulados.

Essas abordagens reforçam a relevância de integrar tecnologias digitais e práticas museológicas ao cicloturismo, criando experiências híbridas que ampliam o acesso, a inclusão e a valorização do patrimônio cultural e natural.

2.2 MUSEOLOGIA DIGITAL E REPRESENTATIVIDADE CULTURAL

A Política Nacional de Museus (Brasil, 2003) e o Código de Ética do ICOM orientam a atuação museológica com foco em democratização, inclusão e preservação do patrimônio cultural. No contexto digital, essas diretrizes são atualizadas por autores como Dias e Santos (2017) e Falk e Dierking (2016), que destacam a importância da experiência do visitante, enquanto Santos e Souza (2019) defendem metodologias participativas na construção de museus virtuais, ampliando a representatividade cultural e o engajamento social.

O Instituto Brasileiro de Museus (Ibram) é uma autarquia vinculada ao Ministério do Turismo, responsável pela gestão da Política Nacional de Museus. Criado pela Lei nº 11.906, de 20 de janeiro de 2009, o Ibram tem como missão promover a valorização dos museus e do campo museal, garantindo o direito às memórias, o respeito à diversidade e a universalidade de acesso aos bens musealizados.

Uma das principais ferramentas do Ibram é o Cadastro Nacional de Museus (CNM), instituído em 2006 com o objetivo de mapear e coletar informações sobre os museus brasileiros. Desde sua criação, o CNM já registrou mais de 3.700 instituições museológicas no país.

No entanto, ao realizar uma pesquisa na plataforma MuseusBr, que é o sistema oficial do Ibram para o Cadastro Nacional de Museus, não foram encontrados registros de museus classificados especificamente como "Museu de Cicloturismo". Isso pode ser atribuído à ausência de uma categoria específica para essa temática na classificação oficial do CNM.

Essa lacuna é abordada pelo Conecta Caiçara, um projeto da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Marca Coletiva Rota Caiçara. O Conecta Caiçara visa promover um turismo sustentável, baseado em práticas de preservação ambiental e valorização da cultura local.

2.3 ENGENHARIA DE SOFTWARE E DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

A construção de ambientes digitais imersivos exige bases sólidas em engenharia de software (Pressman, 2016; Sommerville, 2011), modelagem (Fowler, 2010) e métodos ágeis (Schawaber; Beedle, 2002). O design centrado no usuário é central nesse processo, com ênfase na usabilidade (Nielsen, 1994; Norman, 2013) e no envolvimento ativo de usuários em testes e validações (Uehara; Côrtes, 2022; Bullock et al., 2017). A metodologia Design Science Research (Hevner et al., 2004; Peffers et al., 2007) também orienta o desenvolvimento iterativo e baseado em evidências.

2.4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, ÉTICA E AUTOMAÇÃO CRIATIVA

Avanços em IA como modelos de linguagem (Brown et al., 2020; Goodfellow et al., 2016; Radford et al., 2021) e geração de imagens (Ramesg et al., 2022) abrem novas possibilidades para museus virtuais. No entanto, Bender et al. (2021) alertam para os riscos de modelos de linguagem muito grandes ("papagaios estocásticos"), que podem reproduzir vieses e comprometer a transparência e a responsabilidade. Essa crítica reforça a importância de abordagens éticas e centradas no ser humano (Floridi et al., 2018; Shneiderman,

2020), especialmente em prototipações com IA (Karimi; Haider, 2023; Müller et al., 2022) e colaborações humano-IA (Zhang et al., 2023).

2.5 ACESSIBILIDADE, SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIAS ABERTAS

A qualidade de sistemas culturais digitais deve considerar acessibilidade (ISO/IEC 25010, 2011; Santos et al., 2022), uso eficiente de recursos (Fernandes et al., 2018) e escalabilidade via cloud computing (Silva; Almeida, 2021). A adoção de plataformas open source fortalece a sustentabilidade técnica e financeira de projetos de longo prazo (Lima; Souza, 2019; McCallum; Waters, 2020), contribuindo para a continuidade e adaptabilidade de museus virtuais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia deste trabalho adota a abordagem Design Science Research (DSR), que orienta a criação e validação de artefatos tecnológicos com base em rigor acadêmico e relevância prática (Hevner et al., 2004). O processo segue o modelo de seis etapas proposto por Peffers et al. (2007), estruturando o desenvolvimento do Museu Virtual da Rota Caiçara de forma sistemática e iterativa. A pesquisa é centrada no usuário, priorizando usabilidade, acessibilidade e engajamento, conforme os princípios de experiência do usuário (Garrett, 2011), e integra práticas ágeis como o Scrum para entregas contínuas e validações frequentes. As fases metodológicas incluem levantamento de requisitos, design UX, desenvolvimento e testes, com foco na promoção do cicloturismo sustentável. Na etapa inicial, foi realizada uma revisão do estado da arte e análise de quatorze museus virtuais de referência, avaliando navegabilidade, recursos multimodais e práticas imersivas (Tabela 1). Com base nessa análise, foram selecionadas tecnologias como a câmera Insta360° X2 e técnicas de fotogrametria e renderização em tempo real. Segundo Liu e Zhang (2020), a fotogrametria integrada a SIGs é eficaz para representar e preservar ambientes culturais e naturais com alto realismo.

5º ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO
CURITIBA, PR, 26 A 30 DE AGOSTO DE 2025

Tabela 1: Estudo de Museus Virtuais Com Tecnologia 360

(A) – Conteúdo e Localização Física

Museu Virtual	Localização	Conteúdo	Classe do Conteúdo
Louvre	Paris França	Maior museu de arte do mundo, com cerca de 38 mil obras que vão da pré-história ao século XXI, incluindo pinturas, esculturas e artefatos.	Arte / Cultura / Patrimônio
Metropolitan Museum of Art	Nova York Estados Unidos	Tours virtuais com o Google Arts & Culture, exibindo obras de mestres europeus e arte de várias culturas e épocas.	Arte / Cultura / Tecnologia
Art Institute of Chicago	Chicago Estados Unidos	Arte mundial abrangendo 5.000 anos de criatividade, incluindo obras de Van Gogh, Picasso, Warhol e outros	Arte / Cultura / Patrimônio
Pinacoteca	São Paulo Brasil	Acervo com mais de 11 mil obras brasileiras, do período colonial ao contemporâneo, em exposições permanentes e temporárias.	Arte / Cultura / Patrimônio
Museu do Vaticano	Roma Itália	O acervo dos Museus do Vaticano reúne arte, arqueologia e etnologia da Igreja Católica, com destaques como a Capela Sistina e obras de mestres como Michelangelo e Leonardo da Vinci.	Arte / Cultura / Patrimônio/ Religião
Museu Nacional de Antropologia	Cidade do México México	Um dos principais museus da América Latina, com acervo arqueológico e etnográfico das culturas indígenas do México, incluindo a Pedra do Sol e a tumba de Pakal.	Arte / Cultura / Patrimônio
Museu da Acrópole	Atenas Grécia	Artefatos da Acrópole de Atenas, incluindo esculturas e elementos arquitetônicos do Partenon, com exposições sobre a história da Atenas clássica.	Arte / Cultura / Patrimônio
Reino de Sofia	Madrid Espanha	História e a herança cultural da Bulgária, com foco no período monárquico, explorando aspectos políticos, artísticos e tradicionais do país.	Arte / Cultura / Patrimônio
Museu do Amanhã	Rio de Janeiro Brasil	Sustentabilidade, ciência e meio ambiente, que conecta passado, presente e futuro para promover reflexão sobre desafios globais.	Arte / Cultura / Tecnologia/ Ciência
Ohara Museum of Art	Kurashiki Japão	Primeiro museu no Japão a exibir arte ocidental, com acervo de pinturas, esculturas e cerâmicas de artistas europeus , promovendo o diálogo entre culturas.	Arte / Cultura / Patrimônio

5º ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO
CURITIBA, PR, 26 A 30 DE AGOSTO DE 2025

Museu Virtual	Localização	Conteúdo	Classe do Conteúdo
Yad Vashem Museu do Holocausto	Jerusalem Israel	Documenta a história do Holocausto por meio de exposições, testemunhos e arquivos, dedicando-se à educação e preservação da memória das vítimas.	Arte / Cultura / Patrimônio / Religião
Museu Aeroespacial de Washington	Washington Estados Unidos	Coleção de aeronaves históricas e artefatos espaciais, incluindo o avião dos irmãos Wright e, com exposições interativas sobre aviação e exploração espacial.	Arte / Cultura / Tecnologia / Ciência
The British Museum	Londres Inglaterra	Coleção de artefatos de civilizações antigas como Egito, Grécia e Roma, com exposições permanentes e temporárias sobre temas culturais e históricos.	Arte / Cultura / Patrimônio

(B) – Endereço Eletrônico e Desenvolvedores

Museu Virtual	Endereço eletrônico	Desenvolvedores
Louvre	https://www.louvre.fr/en/online-tours	Trabalho colaborativo da equipe digital interna do museu, muitas vezes em parceria com plataformas especializadas – por exemplo, o Google Arts & Culture.
Metropolitan Museum of Art	https://www.metmuseum.org/	Metropolitan Museum of Art, em colaboração com empresas de mídia para produção 360°
Art Institute of Chicago	https://www.artic.edu/	Art Institute of Chicago, em colaboração com o Google Arts & Culture
Pinacoteca	https://pinacoteca.org.br/	site e experiências digitais são desenvolvidos pela própria equipe da Pinacoteca em parceria com agências culturais e empresas de tecnologia interativa como a Imagem e Som e a YDreams.
Museu do Vaticano	http://www.museivaticani.va/content/museivaticani/en.html	Desenvolvido e mantido pela Direção dos Museus do Vaticano, com suporte técnico de empresas italianas especializadas em digitalização e tecnologia para museus.
Museu Nacional de Antropologia	https://www.mna.inah.gob.mx/	Desenvolvido e mantido pelo Instituto Nacional de Antropologia e História (INAH), com apoio de universidades mexicanas e empresas de digitalização 3D e interatividade virtual.

5º ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO
CURITIBA, PR, 26 A 30 DE AGOSTO DE 2025

Museu Virtual	Endereço eletrônico	Desenvolvedores
Museu da Acrópole	https://www.theacropolismuseum.gr/	Desenvolvido e administrado pelo Museu da Acrópole sob a coordenação das autoridades culturais gregas e em parceria com especialistas em conservação e tecnologia de museus.
Reino de Sofia	https://www.museoreinasofia.es/em	Desenvolvido e mantido em parceria entre órgãos governamentais de cultura de Sofia e instituições culturais/bibliográficas locais, com apoio de especialistas em digitalização e curadoria cultural.
Museu do Amanhã	https://museudoamanha.org.br/	Desenvolvido e administrado pelo Museu do Amanhã em parceria com órgãos culturais e instituições governamentais do Rio de Janeiro.
Ohara Museum of Art	https://www.ohara.or.jp/	Desenvolvido e mantido pela administração do museu, com apoio de especialistas em curadoria e parcerias com empresas japonesas de tecnologia e digitalização para aprimorar a experiência online.
Yad Vashem Museu do Holocausto	https://www.yadvashem.org/	Administrado pela organização Yad Vashem, sob a tutela do governo israelense e de instituições acadêmicas e culturais especializadas em história e memória do Holocausto.
Museu Aeroespacial de Washington	https://airandspace.si.edu/	Administrado pelo Smithsonian Institution, com parcerias de curadores, historiadores e especialistas em tecnologia interativa para o desenvolvimento do conteúdo e experiências digitais
The British Museum	https://www.britishmuseum.org/	Administrado pelos Trustees do British Museum, com colaboração de curadores, estudiosos e especialistas em tecnologia para aprimorar suas ofertas físicas e digitais

(C) – Tecnologia e Linguagens

Museu	Informações técnicas	Idiomas
Louvre	O museu virtual do Louvre usa 3D e web moderna para uma experiência imersiva e atualizada.	Francês Inglês Espanhol Chinês

5º ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO
CURITIBA, PR, 26 A 30 DE AGOSTO DE 2025

Museu	Informações técnicas	Idiomas
Metropolitan Museum of Art	Disponível em 360° no YouTube, Google Arts & Culture e site oficial; compatível com dispositivos móveis e navegadores, sem precisar de óculos VR.	English العربية (Árabe) 中文 (Chinês) Français (Francês) Deutsch (Alemão) Italiano (Italiano) 日本語 (Japonês) 한국어 (Coreano) Português Русский (Russo) Español (Espanhol)
Art Institute of Chicago	Disponível no site oficial, Google Arts & Culture e YouTube; compatível com dispositivos móveis e navegadores modernos	Inglês Tradução Automática
Pinacoteca	O tour 360° funciona no navegador para PC e mobile, suporta óculos VR, requer conexão estável e tem site responsivo com menu intuitivo.	Português Inglês Espanhol (Parcial) Francês (Parcial)
Museu do Vaticano	O tour 360° usa WebGL para navegadores modernos, oferece interface interativa com zoom em obras e inclui seções em VR para óculos de realidade virtual.	Italiano Inglês Espanhol Francês Alemão Português (Parcial) Russo, Chinês e Japonês (Pouco)
Museu Nacional de Antropologia	O tour 360° funciona em navegadores modernos para desktop e mobile, com áudios explicativos, imagens em alta resolução e zoom em detalhes das obras.	Espanhol Inglês Francês (Parcial)
Museu da Acrópole	O tour virtual 360° usa WebGL para navegação em alta resolução, compatível com desktop e mobile, com zoom e informações interativas.	Inglês Grego Francês
Reino de Sofia	A experiência digital 360° usa WebGL e interfaces interativas para navegação fluida, compatível com navegadores e dispositivos móveis, e recomenda conexão estável.	Inglês Bugaro
Museu do Amanhã	A plataforma virtual usa WebGL e interfaces interativas para navegação fluida em alta resolução, compatível com diversos dispositivos e requer conexão estável.	Português Inglês (Parcial) Espanhol (Parcial)
Ohara Museum of Art	O portal digital oferece imagens em alta resolução, interfaces interativas, é compatível com navegadores e dispositivos móveis, e permite zoom e acesso a informações das obras.	Inglês Japones

5º ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO
CURITIBA, PR, 26 A 30 DE AGOSTO DE 2025

Museu	Informações técnicas	Idiomas
Yad Vashem Museu do Holocausto	O site e tours virtuais oferecem alta resolução e interfaces interativas, são compatíveis com navegadores modernos em vários dispositivos e exigem conexão estável.	Inglês Hebraico Francês
Museu Aeroespacial de Washington	A plataforma digital usa WebGL e tecnologias interativas para oferecer imagens em alta resolução e navegação intuitiva, sendo compatível com navegadores e dispositivos móveis e exigindo conexão estável.	Espanhol Inglês Francês (Parcial)
The British Museum	A plataforma digital oferece imagens em alta resolução e interfaces interativas, é compatível com diversos dispositivos e recomenda conexão estável para melhor desempenho.	Inglês

(D) – Acessibilidade e Recursos

Museu Virtual	Acessibilidade	Recursos
Louvre	Sem Recursos	O museu oferece recursos digitais para explorar e entender as obras, como catálogos, exposições e apps.
Metropolitan Museum of Art	Sem Recursos	490.000 obras em alta resolução, com navegação 360° por vídeos e Google Street View interno.
Art Institute of Chicago	Sem Recursos	O museu oferece tours e vídeos em 360°, acervo digital em alta resolução e aplicativo com recursos extras.
Pinacoteca	Sem Recursos	O museu conta com loja online, conteúdos educativos, biblioteca e exposições digitais, além de app interativo com audioguia.
Museu do Vaticano	Contraste e fontes maiores, mas os tours 360° ainda carecem de acessibilidade para leitores de tela.	Loja online, app com audioguia, visitas e vídeos educativos, artigos históricos, catálogo de obras e área voltada para crianças e educadores.
Museu Nacional de Antropologia	Tour virtual ainda sem suporte para leitores de tela. Contraste e ajustes de fonte.	O museu disponibiliza biblioteca digital, acervo online, vídeos, podcasts e oficinas, além de app com recursos educacionais e mapa interativo.
Museu da Acrópole	O site tem contraste e fontes ajustáveis, mas a acessibilidade para leitores de tela ainda precisa melhorar.	O museu oferece loja com produtos exclusivos, audioguias, visitas guiadas e programas educativos com atividades interativas para diversos públicos.

Museu Virtual	Acessibilidade	Recursos
Reino de Sofia	O portal oferece ajustes de contraste, fontes e melhorias para leitores de tela.	O museu disponibiliza visitas guiadas, apps interativos, programas educativos, oficinas e acervo digital com catálogo de exposições e eventos.
Museu do Amanhã	Contraste e ajuste de fontes, com melhorias contínuas para ampliar a acessibilidade, especialmente para leitores de tela.	Visitas guiadas, audioguias, apps interativos, exposições temporárias e loja online com produtos temáticos.
Ohara Museum of Art	Design responsivo e ajustes básicos de acessibilidade, como contraste, mas pode melhorar para leitores de tela.	Audioguias e visitas guiadas, catálogo digital e materiais educativos, além de loja online com publicações e souvenirs.
Yad Vashem Museu do Holocausto	Contraste e fontes ajustáveis, mas os tours virtuais ainda precisam melhorar o suporte para leitores de tela.	-
Museu Aeroespacial de Washington	Ajuste de contraste e opções de leitura, com melhorias contínuas para leitores de tela.	Catálogo online do acervo, com acesso a imagens e informações detalhadas sobre as exposições
The British Museum	Ajuste de contraste e tamanho de fonte, com melhorias contínuas para otimizar leitores de tela.	Catálogo online e extensa coleção digital Guias de áudio, visitas guiadas (presenciais e virtuais) e oficinas educativas

3.1 ACESSIBILIDADE DIGITAL EM MUSEUS VIRTUAIS

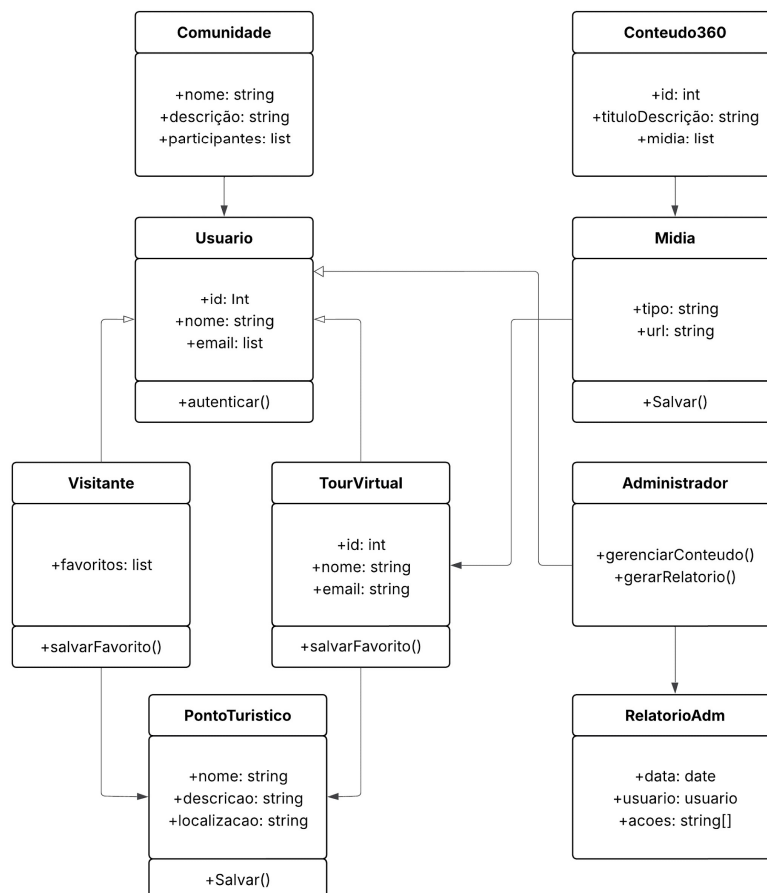
A pesquisa evidenciou falhas de acessibilidade em museus virtuais, dificultando o acesso de pessoas com deficiência. Para promover inclusão, é fundamental seguir as diretrizes WCAG 2.1 (W3C, 2018) e aplicar boas práticas de UX, como navegação simplificada, feedback claro e testes com usuários com deficiência. O Museu Virtual da Rota Caiçara adotou essas medidas, assegurando acessibilidade técnica e experiencial (Brasil, 2006).

3.2 DESIGN E ARQUITETURA DE SOFTWARE

A arquitetura do sistema foi planejada utilizando diagramas de arquitetura de software para mapear os fluxos de dados e interações entre os componentes do sistema. Esses diagramas incluíram fluxogramas de navegação, diagramas de classes e diagramas de sequência, permitindo uma visualização clara das interações do usuário com a plataforma e garantindo uma navegação intuitiva e

eficiente (Sommerville, 2011). As escolhas de design foram orientadas pelos wireframes e protótipos interativos desenvolvidos para testar e ajustar a experiência do usuário (UX), com foco em usabilidade e acessibilidade (Norman, 2013). O design da interface buscou integrar elementos visuais e informativos que promovessem a imersão no ecossistema da Rota Caiçara, incluindo recursos interativos que permitem aos usuários explorar pontos turísticos, históricos e culturais ao longo da rota (Bullock et al., 2017). Esses elementos foram projetados para proporcionar uma interação rica e intuitiva, alinhada às melhores práticas de design de interação e arquitetura de sistemas. No processo de modelagem do sistema, foram utilizados diversos diagramas, incluindo o Diagrama de Classes (Figura 1), que descreve a estrutura das classes, seus atributos e métodos, além das interações entre elas. Esse diagrama é fundamental para representar a arquitetura interna do sistema, facilitando tanto o desenvolvimento quanto a manutenção do software (Sommerville, 2011).

Figura 1 – Diagrama de Classe Da UML (Unified Modeling Language)



3.3 SUSTENTABILIDADE TECNOLÓGICA

A pesquisa identificou deficiências de acessibilidade em museus virtuais, afetando pessoas com diferentes tipos de deficiência. Para garantir inclusão, recomenda-se a adoção das diretrizes WCAG 2.1, baseadas nos princípios de perceptibilidade, operabilidade, compreensibilidade e robustez (W3C, 2018). Recursos como texto alternativo, legendas, navegação por teclado e estruturas semânticas são essenciais (Cachia et al., 2019; Ferreira; Costa; Sousa, 2021). Boas práticas de UX, como navegação simplificada, feedback claro e testes com usuários com deficiência, também são fundamentais (Norman, 2013; Alberti et al., 2020). O Museu Virtual da Rota Caiçara incorporou esses elementos, atendendo requisitos técnicos e legais de acessibilidade (Brasil, 2006).

3.4 DESENVOLVIMENTO FRONT-END E BACK-END

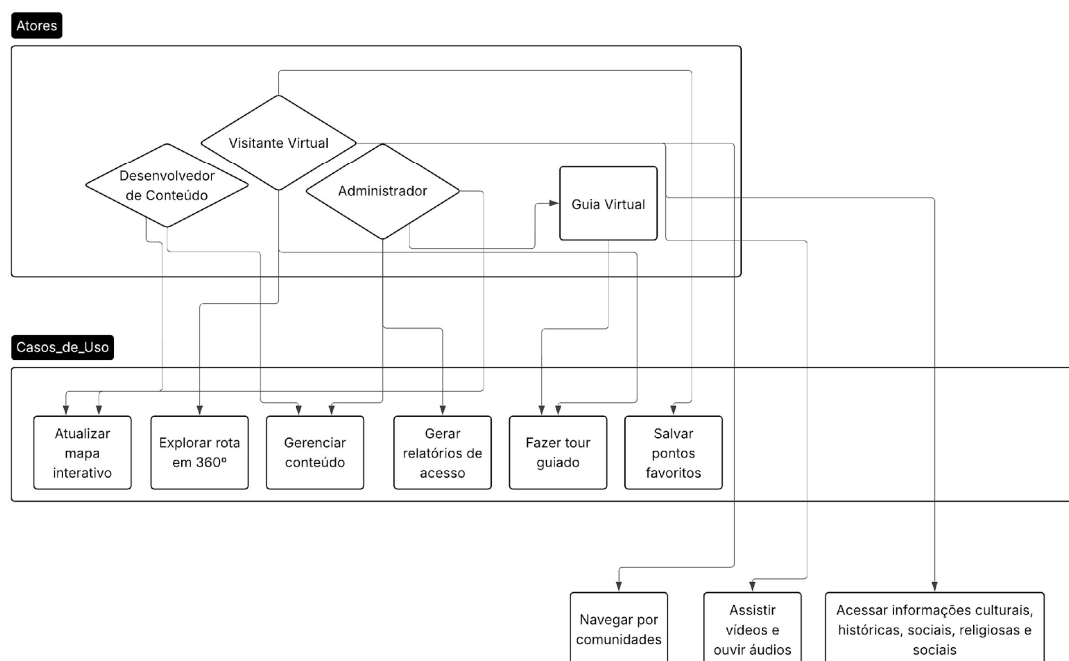
A plataforma está sendo planejada com foco na experiência do usuário, utilizando o WordPress como CMS para facilitar a criação e gestão de conteúdo. O front-end está sendo desenvolvido para oferecer interfaces interativas e responsivas, enquanto o back-end garante a integração eficiente com tecnologias de visualização interativa, como realidade virtual (VR) e imagens 360°. A arquitetura está sendo projetada para ser acessível em diferentes dispositivos, com ênfase na imersão e interação no ambiente virtual da Rota Caiçara (Santos; Cardoso; Bussador, 2022).

3.5 INTEGRAÇÃO FRONT-END E BACK-END

A integração entre as camadas de front-end e back-end é fundamental para garantir uma experiência fluida, responsiva e funcional ao usuário. Essa interação ocorre por meio de chamadas a APIs (Application Programming Interfaces), responsáveis por conectar a interface gráfica aos dados e à lógica de negócios que residem no servidor.

A seguir, apresenta-se um Diagrama de Casos de Uso (Figura 2), que ilustra a jornada do usuário e a funcionalidade da aplicação, incluindo as principais comunicações o fluxo entre os componentes da arquitetura. Este diagrama oferece uma visão clara da organização interna do sistema e dos contratos estabelecidos entre o cliente (front-end) e o servidor (back-end).

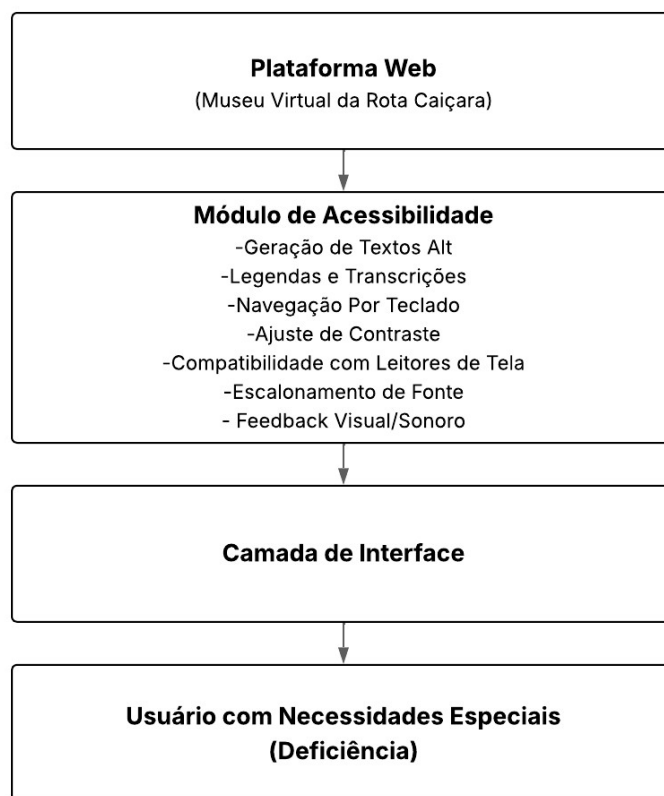
Figura 2: Diagrama de Casos de Uso da UML (Unified Modeling Language)



3.6 APLICAÇÃO DO WEB CONTENT ACCESSIBILITY GUIDELINES 2.1

A implementação das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web A interface web do Museu Virtual da Rota Caiçara foi estruturada para atender às recomendações da WCAG 2.1, assegurando acessibilidade ampla (Figura 3). O módulo de acessibilidade inclui funcionalidades previstas nas diretrizes, como geração automática de textos alternativos para imagens, inclusão de legendas e transcrições em conteúdos multimídia, navegação via teclado, ajustes dinâmicos de contraste, compatibilidade com leitores de tela, escalonamento de fontes e feedbacks visuais e sonoros para diversas interações. Essas funcionalidades serão implementadas por meio da plataforma WordPress, utilizando recursos e plugins que garantem o uso de HTML semântico, CSS e JavaScript, assegurando que o sistema seja perceptível, operável, compreensível e robusto para usuários com diferentes necessidades, conforme os princípios da WCAG 2.1 (W3C, 2018).

Figura 3: Diagrama de Casos de Uso Focado em Acessibilidade



3.7 PROTOTIPAGEM E TESTES DE USABILIDADE

O processo de desenvolvimento da plataforma teve início com a elaboração de *wireframes*, que são representações visuais simplificadas voltadas à organização estrutural da interface. Esses artefatos, geralmente isentos de elementos gráficos detalhados ou funcionalidades interativas, possibilitam uma visualização preliminar da disposição dos componentes da tela e da lógica de navegação entre as páginas. A utilização de *wireframes* visa promover o alinhamento entre a equipe de design, desenvolvedores e demais stakeholders, ao permitir uma comunicação visual clara das intenções de projeto ainda nas fases iniciais do ciclo de desenvolvimento.

Com base nas iterações realizadas a partir desses esboços, o processo avançou para a fase de prototipagem de alta fidelidade, utilizando ferramentas específicas de design de interface, como o Figma. Nesta etapa, os protótipos interativos vêm sendo construídos com um nível elevado de realismo visual e funcional, o que viabiliza a simulação mais próxima da experiência final que se pretende oferecer ao usuário. Essa abordagem pode facilitar a identificação de

melhorias na usabilidade, coerência visual e nos caminhos de navegação, contribuindo para o refinamento contínuo da interface.

Segundo Uehara e Côrtes (2022), o desenvolvimento de protótipos e a realização de testes demandam uma equipe comprometida com a avaliação iterativa da experiência do usuário, considerando aspectos técnicos, funcionais e cognitivos. Assim, a prototipação, aliada a um processo colaborativo e validado por testes, tende a ser uma estratégia relevante no contexto de projetos que envolvem interfaces complexas e experiências imersivas.

3.8 APLICAÇÃO DE MODELOS DE IA PARA PROTOTIPAÇÃO VISUAL A PARTIR DE REQUISITOS

No desenvolvimento de software, a criação de wireframes é uma etapa essencial para a prototipação, permitindo transformar requisitos e características funcionais em representações visuais da interface do sistema (Pressman, 2016). Recentemente, a inteligência artificial tem desempenhado um papel crucial neste processo ao automatizar a geração de protótipos visuais a partir da análise dos requisitos capturados, utilizando modelos avançados de linguagem natural e visão computacional para converter descrições textuais em wireframes e mockups funcionais (Radford et al., 2021). Tecnologias de IA como GPT (Generative Pre-trained Transformer) da OpenAI e modelos de difusão para geração de imagens têm sido aplicadas para acelerar a prototipação, reduzindo o tempo entre o levantamento de requisitos e a validação visual com stakeholders (Brown et al., 2020; Ramesh et al., 2022). Além disso, ferramentas baseadas em aprendizado profundo auxiliam no refinamento iterativo do design, oferecendo sugestões baseadas em padrões de uso e melhores práticas de usabilidade (Goodfellow et al., 2016). Dessa forma, a integração dessas tecnologias promove um avanço significativo nas metodologias ágeis, aprimorando a comunicação entre equipes multidisciplinares e otimizando a entrega de soluções mais alinhadas às necessidades dos usuários (Fowler, 2010). As Figuras 4 e 5 apresentam um wireframe gerado por IA.

Figura 4: Tela 01: Wireframe Gerado Por Inteligência Artificial



Figura 5: Tela 02: Wireframe Gerado Por Inteligência Artificial



3.9 DESAFIOS E LIMITAÇÕES DA IA NA PROTOTIPAÇÃO

Apesar dos avanços promissores da inteligência artificial na automatização da prototipação de software, diversas limitações ainda desafiam sua aplicação plena. Um dos principais desafios é a necessidade constante de validação humana para garantir que os wireframes gerados estejam alinhados com as reais necessidades do usuário e os objetivos do projeto, já que a IA pode interpretar incorretamente requisitos complexos ou ambíguos (Müller et al., 2022). Além disso, há preocupações éticas e de privacidade associadas ao uso de dados sensíveis durante o treinamento dos modelos de IA, o que demanda rigorosos cuidados para evitar vieses e garantir conformidade legal (Bender et al., 2021). Outro ponto relevante é o risco da padronização excessiva e da perda da criatividade no design, uma vez que sistemas automatizados tendem a reproduzir padrões já existentes, limitando a inovação e a personalização das interfaces (Karimi; Haider, 2023). Por fim, a complexidade dos sistemas atuais e a diversidade dos contextos de uso ainda requerem ajustes finos que só podem ser feitos por profissionais experientes, reafirmando que a IA deve ser vista como um suporte, e não um substituto, no processo de prototipação (Fowler, 2010).

3.10 CERTIFICAÇÃO DA REPRESENTAÇÃO

A certificação da representação local em museus virtuais pode ser considerada uma prática relevante para garantir a fidelidade cultural e o respeito às comunidades retratadas. Segundo o International Council of Museums (ICOM), museus, incluindo os virtuais, devem seguir princípios éticos e padrões que envolvam a participação e consulta às comunidades originárias (ICOM, s.d.). No caso do presente projeto, a comunidade caiçara do litoral paranaense será consultada para validar e aprovar as representações culturais, assegurando que o conteúdo reflita com precisão suas tradições e perspectivas. Além disso, a experiência do visitante é um aspecto fundamental para a legitimação da representação cultural, conforme discutem Falk e Dierking (2016), que destacam a importância da autenticidade e do envolvimento comunitário para uma experiência museal significativa. Metodologias participativas vêm sendo apontadas como instrumentos eficazes para envolver comunidades locais em processos de validação e construção do conteúdo cultural, garantindo maior

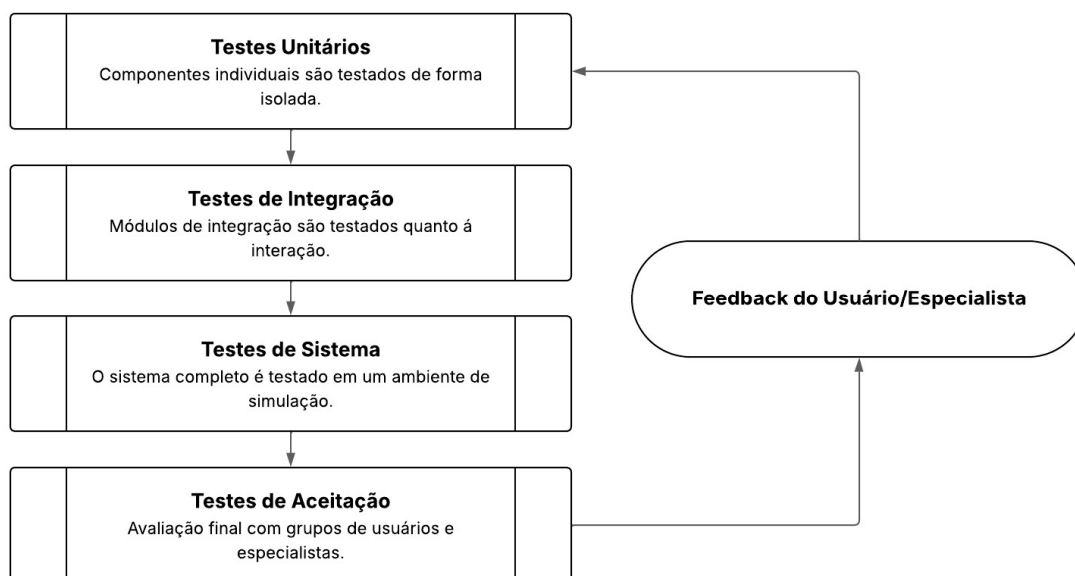
precisão e legitimidade (Santos; Souza, 2019). No contexto brasileiro, a Política Nacional de Museus (BRASIL, 2003) traz diretrizes gerais para a gestão museal que podem ser adaptadas para ambientes virtuais, ressaltando a importância da participação social. Por fim, a literatura especializada aponta os museus virtuais como espaços em transformação, nos quais desafios relacionados à preservação e à representação cultural demandam práticas colaborativas e inclusivas (Dias; Santos, 2017).

3.11 Etapas de Testagem e Validação Participativa para a Publicação do Museu Virtual

O desenvolvimento do museu virtual será estruturado com base em metodologias de desenvolvimento ágil, que priorizam ciclos iterativos, entregas incrementais e feedback contínuo dos usuários (Schwaber; Beedle, 2002). As fases de testagem contemplarão múltiplos níveis, como testes unitários, integrados, de sistema e de aceitação, seguindo as diretrizes estabelecidas por Pressman (2016), que enfatiza a importância de uma abordagem sistemática para garantir a confiabilidade e funcionalidade de sistemas interativos. A norma internacional ISO/IEC 25010 (2011), por sua vez, fornece parâmetros objetivos para avaliar atributos como usabilidade, acessibilidade e eficiência, fundamentais no contexto de museus virtuais.

Essas etapas serão conduzidas com a participação ativa de alunos e docentes vinculados ao ecossistema de inovação da Universidade Federal do Paraná, sob a liderança do professor André Mariano, conforme ilustrado na Figura 6. Essa colaboração acadêmica viabiliza um ambiente de experimentação e refinamento contínuo da plataforma, permitindo ajustes em tempo real a partir da interação com os protótipos. Conforme Nielsen (1994), a testagem centrada no usuário é essencial para aprimorar a experiência de navegação e garantir a aderência às expectativas dos públicos-alvo. Ressalta-se que essas etapas de avaliação e validação ainda serão realizadas nas próximas fases do projeto, assegurando melhorias progressivas e orientadas por evidências empíricas e diretrizes consolidadas da engenharia de software e da usabilidade.

Figura 6: Pirâmide de Testes em Desenvolvimento ÁGIL



4. RESULTADOS

A próxima etapa do projeto contempla a implementação da plataforma digital por meio do uso do WordPress, um sistema de gerenciamento de conteúdo (Content Management System – CMS) amplamente utilizado em projetos educacionais e culturais. Essa tecnologia destaca-se por sua flexibilidade e pela capacidade de integração com recursos interativos, como visualizações em realidade virtual (VR) e imagens em 360°, elementos essenciais para a criação de ambientes digitais imersivos. A escolha pelo WordPress visa otimizar a criação, atualização e gestão do conteúdo, além de favorecer a escalabilidade e a manutenção da plataforma, aspectos fundamentais para a sustentabilidade tecnológica do projeto (Fernandes et al., 2018; Lima; Souza, 2019).

Complementarmente, será avaliada a viabilidade de publicação do acervo digital em plataformas de ampla visibilidade, como o Google Arts & Culture. Essa iniciativa, mantida pelo Google Cultural Institute, reúne exposições virtuais de milhares de museus e instituições culturais ao redor do mundo, oferecendo uma experiência digital acessível e de alto alcance. A inclusão do Museu Virtual da Rota Caiçara nesse tipo de plataforma pode ampliar significativamente sua visibilidade e impacto, contribuindo para a democratização do acesso à informação cultural e ambiental (Mccallum; Waters, 2020).

A proposta de desenvolver uma plataforma virtual com foco em meio ambiente e cicloturismo surgiu da identificação de uma lacuna temática nos museus virtuais brasileiros. Embora existam projetos relevantes como o “Caatinga 360” – que oferece uma visita interativa ao bioma da Caatinga com imagens em 360° e recursos multimídia – e o “Guapiaçu Virtual” – que promove a educação ambiental por meio de trilhas digitais e conteúdos sobre biodiversidade, essas iniciativas não abordam diretamente o tema do cicloturismo. Nesse contexto, a combinação entre cicloturismo e preservação ambiental, articulada por meio de uma plataforma interativa, representa uma oportunidade inovadora para explorar novas narrativas museológicas e fomentar práticas sustentáveis por meio da experiência digital (Dias; Santos, 2017; Santos; Souza, 2019).

Conclui-se, portanto, que a integração entre o conceito de museu virtual e as rotas digitais de cicloturismo oferece um novo paradigma para a valorização do patrimônio cultural e natural. Ao unir tecnologias imersivas, acessibilidade digital e metodologias participativas, o Museu Virtual da Rota Caiçara propõe uma experiência híbrida que transcende os limites físicos da visita tradicional, promovendo o engajamento do público com o território, a memória e a sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do projeto de número 440199/2024-7 (Projeto Conecta Caiçara). Agradecemos ao órgão de Museologia, ao Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) pela disponibilização de informações, e ao CNPq. Por fim, manifestamos nossa sincera gratidão à comunidade local e à marca coletiva Rota Caiçara, que generosamente colaboraram com o conteúdo cultural, compartilhando saberes e tradições, abraçando o projeto e fortalecendo sua conexão com a identidade e preservação cultural da região.

REFERÊNCIAS

ANITA, Tiurida Lily; WIJAYA, Lianna; SARASTIANI, Athea; KUSUMO, Elang; SANTI. Smart Tourism Experiences: Virtual Tour on Museum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, 11., 2021, Singapore. Proceedings [...]. Singapore: IEOM Society International, 2021. p. 4596–4605.

- ASA. Histórias e Realizações. Projeto Guapiaçu | Instituto de Ação Socioambiental – ASA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.projetoguapiacu.org/historias-e-realizacoes/>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- BENDER, E. M. et al. On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, 2021.
- BRASIL. Ministério da Cultura. Política Nacional de Museus. Brasília, 2003.
- BROWN, T. et al. Language Models are Few-Shot Learners. Advances in Neural Information Processing Systems, v. 33, 2020.
- BULLOCK, E. R.; KAMINSKY, E.; PIZZIMENTI, R. User-Centered Design and Software Development. Wiley, 2017.
- CICLOTUR. Projeto de Cicloturismo no Brasil. Ciclotur | Cicloturismo & Mídia, [s.d.]. Disponível em: <https://ciclotur.com.br/cicloturismo/projeto-de-cicloturismo-no-brasil/>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- DIAS, L. M.; SANTOS, M. C. Museus virtuais: experiências e desafios na preservação e divulgação do patrimônio cultural. Revista Museologia e Patrimônio, v. 10, n. 2, p. 45-60, 2017.
- FALK, J. H.; DIERKING, L. D. The Museum Experience Revisited. Left Coast Press, 2016.
- FERNANDES, Carlos et al. Sustentabilidade em sistemas de informação: um enfoque tecnológico. Revista de Sistemas e Tecnologia da Informação, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2018.
- FLORIDI, Luciano et al. AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. Minds and Machines, v. 28, n. 4, p. 689-707, 2018.
- FOWLER, M. UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language. 3. ed. Boston: Addison-Wesley, 2010.
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. Deep learning. Cambridge: MIT Press, 2016.
- HEVNER, Alan R. et al. Design science in information systems research. MIS Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.
- ICOM – INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS. Code of Ethics for Museums. [s.d.]. Disponível em: <https://icom.museum/en/activities/standards-guidelines/code-of-ethics/>. Acesso em: 14 maio 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MUSEUS. Cadastro Nacional de Museus. Disponível em: <https://www.gov.br/museus/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas-projetos-acoes-obras-e-atividades/cadastro-nacional-de-museus>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- ISO/IEC. ISO/IEC 25010: Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. Genebra: ISO, 2011.
- KARIMI, S.; HAIDER, S. Creativity versus Automation in Design: Challenges of AI-Driven Prototyping. Journal of Design and Innovation, v. 12, n. 4, p. 45-57, 2023.
- LIMA, Ana; SOUZA, Marcos. Adoção de plataformas open source para sustentabilidade de projetos digitais. Revista Brasileira de Software Livre, v. 4, n. 1, p. 12-25, 2019.

- MARQUES, F.; ORTET, C. P.; COSTA, L. V.; VELOSO, A. I. Guideline proposal for designing immersive audiovisual content applied to senior virtual cycling tourism experiences. In: GAO, Q.; ZHOU, J. (ed.). Human aspects of IT for the aged population. Cham: Springer, 2025. (Lecture Notes in Computer Science, v. 15811). Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-031-92712-6_4. Acesso em: 6 jun. 2025.
- MCCALLUM, James; WATERS, Helen. Open source software and long-term project sustainability. *Journal of Digital Culture and Heritage*, v. 3, n. 1, p. 30-42, 2020.
- MÜLLER, J. et al. Human-in-the-Loop: Balancing AI Automation and Human Judgment in Software Prototyping. *Software Engineering Review*, v. 34, n. 2, p. 123-140, 2022.
- NIELSEN, Jakob. *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1994.
- NORMAN, Don. *The Design of Everyday Things*. Revised and expanded edition. New York: Basic Books, 2013.
- PEFFERS, Ken et al. A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.
- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. 8. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2016.
- PRESSMAN, Roger S. *Engenharia de Software*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- RADFORD, A. et al. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. *International Conference on Machine Learning (ICML)*, 2021.
- RAMESH, A. et al. Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. *arXiv preprint*, 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2204.06125>. Acesso em: 14 maio 2025.
- SANTOS, Guilherme Massi dos; CARDOSO, Luciano; BUSSADOR, Alessandra. Técnicas de Acessibilidade na Web: Uma Revisão Bibliográfica sobre Design Front-End Acessível para Pessoas com Limitações Visuais. *Anais do Congresso Latino-Americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware)*, 2022. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/latinoware/article/view/22961>. Acesso em: 7 maio 2025.
- SANTOS, R. A.; SOUZA, M. S. Metodologias participativas na construção de museus virtuais: inclusão e representatividade cultural. *Revista Brasileira de Museologia*, v. 7, n. 1, p. 89-102, 2019.
- SCHWABER, Ken; BEEDLE, Mike. *Agile Software Development with Scrum*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.
- SHNEIDERMAN, Ben. Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 36, n. 6, p. 495-504, 2020.
- SILVA, João; ALMEIDA, Patrícia. Escalabilidade e eficiência de custos em infraestrutura cloud para projetos culturais. *Tecnologia e Gestão*, v. 8, n. 3, p. 105-117, 2021.
- SOCIEDADE COLABORATIVA UFER--SA; ASSECOM UFERSA. *Caatinga 360°. Projeto Caatinga: Portal Ufersa*, [s.d.]. Disponível em: <https://projetoCaatinga.ufersa.edu.br/360-graus/>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

5º ENCONTRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CICLOTURISMO
CURITIBA, PR, 26 A 30 DE AGOSTO DE 2025

UEHARA, Bárbara Cristina Araujo; CÔRTEZ, Pedro Luiz. Melhorando a experiência do usuário com testes de usabilidade: compreensão, aplicação e análise. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.27.2022.tde-08112022-161016>. Acesso em: 7 maio 2025.

ZHANG, Yuxin et al. Human-AI collaboration in design: A systematic review of user involvement, AI capabilities, and evaluation practices. *Design Studies*, v. 84, p. 101–139, 2023.