

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Goiás

Bacharelado em Sistemas de Informação

Carlos Alexandre Fernandes Batista

Museu virtual sobre as obras de D.J. de Oliveira em Goiás

Luziânia

2026



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Luziânia, Goiás, 16 / 04 / 2026.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Bacharelado em Sistemas de Informação

Carlos Alexandre Fernandes Batista

Museu virtual sobre as obras de D.J. de Oliveira em Goiás

Trabalho de Conclusão de Curso 1 apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Luziânia, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Dr. Lucas de Almeida Ribeiro

Luziânia

2026

B333m Batista, Carlos Alexandre Fernandes

Museu virtual sobre as obras de D. J. de Oliveira em Goiás. / Carlos Alexandre Fernandes Batista. - Luziânia: IFG, 2026.

66 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Lucas de Almeida Ribeiro.
TCC (Graduação - Bacharelado em Sistemas de Informação). Instituto Federal de Goiás - IFG, Câmpus Luziânia, 2026.

1. Computação 2. Oliveira, Dirso José, 1932-2005
3. Patrimônio cultural - Goiás (GO) I. Título. II.
Ribeiro, Lucas de Almeida Ribeiro, orient.

CDD 004

ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa da Monografia intitulada **Museu Virtual sobre as Obras de D.J. de Oliveira em Goiás**, sob orientação de Lucas de Almeida Ribeiro, apresentada pelo aluno **Carlos Alexandre Fernandes Batista (20191080080099)** do Curso **Bacharelado em Sistemas de Informação (Câmpus Luziânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **19:00** do dia **30/07/2025** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Lucas de Almeida Ribeiro** (Presidente)
- **Wendell Bento Geraldês** (Examinador Interno)
- **Newarney Torrezão da Costa** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo da Monografia, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota : 9,1

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Lucas de Almeida Ribeiro** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Newarney Torrezão da Costa** (054.498.616-48), em **02/09/2025 17:43:37** com chave **800447b8883d11f0a82b005056a537a4**.
- **Lucas de Almeida Ribeiro** (028.179.561-41), em **02/09/2025 12:04:19** com chave **19b26172880e11f083e7005056a537a4**.
- **Wendell Bento Geraldês** (648.615.461-68), em **02/09/2025 10:04:25** com chave **5a01e75e87fd11f0ae8a005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 03/11/2025

Código de Autenticação: b938b3



Dedico este trabalho aos meus pais, que, com amor, paciência e apoio incondicional, me proporcionaram as condições necessárias para alcançar esta importante conquista. A vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, minha mais profunda gratidão à minha família, cujo amor, paciência e suporte incondicional foram essenciais para que eu pudesse chegar até aqui. Sem vocês, nada disso seria possível.

Agradeço também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás por fornecer os recursos necessários para a realização deste estudo. Reconheço também a importância dos professores do curso de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação por seus ensinamentos e incentivo ao longo de minha formação.

Aos meus colegas e amigos, que estiveram ao meu lado compartilhando experiências, desafios e conquistas, deixo aqui o meu sincero agradecimento pelo companheirismo e apoio em todos os momentos.

Por fim, expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Lucas de Almeida Ribeiro, por sua orientação, paciência e dedicação ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. Seu vasto conhecimento e apoio foram fundamentais para o êxito desta pesquisa.

*"A arte é a memória que a humanidade deixa para o futuro."
(Vassily Kandinsky)*

RESUMO

As transformações tecnológicas nas últimas décadas têm aberto novas possibilidades para a preservação e disseminação do patrimônio artístico e cultural. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um museu virtual dedicado às obras do muralista D.J. de Oliveira, cuja trajetória artística está profundamente vinculada à cidade de Luziânia, Goiás (SILVA, 2010). A proposta busca não apenas centralizar digitalmente o acervo de suas obras, atualmente dispersas em diversas plataformas, mas também oferecer uma experiência imersiva e interativa ao público, utilizando-se de tecnologias como computação gráfica, modelagem 3D e desenvolvimento web. A criação desse museu virtual surge como uma solução inovadora e interdisciplinar para a preservação e divulgação do legado artístico de D.J. de Oliveira, bem como para o incentivo ao uso de tecnologias digitais no campo da arte. Dessa forma, espera-se contribuir para a valorização da memória cultural local e para o acesso democrático ao patrimônio artístico por meio de uma plataforma digital acessível e educativa.

Palavras-chave: museu virtual; preservação cultural; computação gráfica; D.J. de Oliveira; modelagem 3D.

ABSTRACT

Technological advancements in recent decades have opened new avenues for the preservation and dissemination of artistic and cultural heritage. This study aims to develop a virtual museum dedicated to the works of the renowned muralist D.J. de Oliveira, whose artistic career is closely tied to the city of Luziânia, Goiás. The proposal seeks not only to digitally centralize his dispersed collection but also to provide the public with an immersive and interactive experience through the use of technologies such as graphic computing, 3D modeling, and web development. The creation of this virtual museum emerges as an innovative and interdisciplinary solution for the preservation and promotion of D.J. de Oliveira's artistic legacy, while encouraging the use of digital technologies in the arts. In this way, the project aims to contribute to the appreciation of local cultural memory and promote democratic access to artistic heritage through an accessible and educational digital platform.

Keywords: virtual museum; cultural preservation; graphic computing; D.J. de Oliveira; 3D modeling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Retrato de D.J. Oliveira, destacando sua trajetória como pintor, gravador, cenógrafo e muralista. Fonte: Sociedade dos Poetas Amigos, 2012.	19
Figura 2 – Esboço do desenho de D.J. Oliveira . Fonte Sobral , 2012.	20
Figura 3 – Prédio "Pequeno Hans". Fonte Kothe, Flávio R. , 2018.	21
Figura 4 – Fachada do casarão de D.J. Oliveira, localizado na Rua do Rosário, Luziânia (GO). O imóvel serviu como residência e ateliê do artista. Foto: José Alfio, 2007.	21
Figura 5 – Paineis Três Bicas, uma das obras mais emblemáticas de D.J. Oliveira, situado na Praça Raimundo de Araújo Melo, em Luziânia. Foto: Arley da Cruz, 2007.	22
Figura 6 – Interface do software <i>Blender</i> , ferramenta utilizada na modelagem tridimensional das obras para o Museu Virtual. Fonte: <i>Blender</i> Foundation, 2024.	27
Figura 7 – Fluxograma da Estrutura Metodológica para o Desenvolvimento de um Museu Virtual.	35
Figura 8 – Fluxograma representando o processo de desenvolvimento do Museu Virtual de D.J. Oliveira, desde o planejamento até a implementação da plataforma interativa.	36
Figura 9 – Interface principal do projeto digital, destacando a biografia de D.J. de Oliveira e uma de suas obras, com navegação clara entre as seções do site.	41
Figura 10 – Vista interna do Museu Virtual, destacando a experiência imersiva e a exposição de obras de arte no site	42
Figura 11 – Vista da Praça Três Bicas estacando a experiência imersiva e a exposição do Paineis de arte no site	43
Figura 12 – Tela da seção dedicada à trajetória de D.J. de Oliveira, influências e contribuições ao cenário artístico nacional.	44
Figura 13 – Tela da seção “Obras” do sistema, apresentando a listagem de obras de arte disponíveis para visualização e interação do usuário.	44
Figura 14 – Visualização do Museu Virtual. Captura de tela da interface principal do ambiente <i>3D</i> , onde é possível visualizar as produções expostas.. . . .	45
Figura 15 – Visualização da Praça Virtual em versão desktop. Captura de tela da interface principal do ambiente <i>3D</i> , onde é possível visualizar as produções urbanas.	46
Figura 16 – Pequenos Saltimbancos	49

Figura 17 – Dama do Biombo Azul	50
Figura 18 – Espelho Vermelho	50
Figura 19 – O Juiz e a Cidade (Série)	51
Figura 20 – Entardecer	51
Figura 21 – O Pregador	52
Figura 22 – Crucificação	52
Figura 23 – Ouro Preto	53
Figura 24 – O Rio das Almas	53
Figura 25 – Casario em Pirenópolis	53
Figura 26 – A Bolandeira	54
Figura 27 – Casario em Goiás	54
Figura 28 – Casario em Goiás	55
Figura 29 – Casario em Goiás	55
Figura 30 – Casario em Goiás	56
Figura 31 – Quadro 1	56
Figura 32 – Quadro 2	57
Figura 33 – Quadro 3	57
Figura 34 – Quadro 4	57
Figura 35 – Quadro 5	58
Figura 36 – Quadro 6	58
Figura 37 – Quadro 7	59
Figura 38 – Quadro 8	59
Figura 39 – Quadro 9	60
Figura 40 – Quadro 10	60
Figura 41 – Quadro 11	60
Figura 42 – Quadro 12	61
Figura 43 – Quadro 13	61
Figura 44 – Quadro 14	62
Figura 45 – Quadro 15	62
Figura 46 – Quadro 16	62
Figura 47 – Quadro 17	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJAX	<i>Asynchronous JavaScript and XML</i> : Técnica de desenvolvimento web que permite a atualização de partes de uma página sem recarregá-la completamente.
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> : Formato leve para a troca de dados, de fácil leitura e escrita tanto para humanos quanto para máquinas.
MVC	<i>Model-View-Controller</i> (Modelo-Visão-Controlador): Padrão de arquitetura de software que separa a lógica de negócios da interface do usuário e do controle de fluxo.
VFX	<i>Visual Effects</i> (Efeitos Visuais): Efeitos digitais utilizados para criar ou modificar cenas em filmes, jogos e outras mídias interativas.
GUI	<i>Graphical User Interface</i> (Interface Gráfica do Usuário): Interface que permite aos usuários interagir com dispositivos eletrônicos por meio de elementos gráficos.
OpenGL	<i>Open Graphics Library</i> (Biblioteca Gráfica Aberta): Interface de programação utilizada para renderização de gráficos 2D e 3D interativos.
GPL	<i>General Public License</i> (Licença Pública Geral): Licença de software livre que garante aos usuários a liberdade de usar, estudar, modificar e distribuir o software.
GNU	<i>GNU's Not Unix</i> : Sistema operacional composto inteiramente de software livre, criado como alternativa ao Unix.
DOM	<i>Document Object Model</i> (Modelo de Objeto de Documento): Interface de programação que permite manipular a estrutura, estilo e conteúdo de documentos HTML e XML.
JSX	<i>JavaScript XML</i> : Extensão de sintaxe para JavaScript utilizada no React para descrever interfaces de usuário de forma declarativa.
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i> (Linguagem de Marcação de Hipertexto): Linguagem utilizada para estruturar e apresentar conteúdo na web.
TCC	<i>Trabalho de Conclusão de Curso</i> : Documento acadêmico obrigatório para conclusão de um curso de graduação.

3D	<i>Tridimensional</i> : Representação gráfica de objetos com largura, altura e profundidade.
RV	<i>Realidade Virtual</i> : Tecnologia que simula ambientes tridimensionais imersivos.
SSR	<i>Server-Side Rendering</i> (Renderização no Lado do Servidor): Técnica utilizada para pré-renderizar páginas web no servidor antes de enviá-las ao cliente.
SSG	<i>Static Site Generation</i> (Geração Estática de Sites): Método de pré-renderização de páginas web em arquivos HTML estáticos.
TICs	<i>Tecnologias da Informação e Comunicação</i> : Conjunto de tecnologias utilizadas para comunicação digital e automação de processos.
JS	<i>JavaScript</i> : Linguagem de programação utilizada para desenvolvimento web e interações dinâmicas em páginas.
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> (Folhas de Estilo em Cascata): Linguagem utilizada para definir a aparência e o layout de páginas web.
API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de Programação de Aplicações): Conjunto de definições e protocolos que permitem a comunicação entre sistemas.
VR	<i>Virtual Reality</i> (Realidade Virtual): Simulação computacional de ambientes tridimensionais interativos.
UX	<i>User Experience</i> (Experiência do Usuário): Conjunto de fatores que influenciam a interação do usuário com um produto digital.
UI	<i>User Interface</i> (Interface do Usuário): Elementos visuais e interativos de um sistema digital que permitem a comunicação entre o usuário e o software.
SVG	<i>Scalable Vector Graphics</i> (Gráficos Vetoriais Escaláveis): Formato de imagem baseado em XML utilizado para gráficos vetoriais na web.
WWW	<i>World Wide Web</i> : Sistema global de documentos e conteúdos interligados através da internet.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Organização do Trabalho	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	D.J. de Oliveira	18
2.2	Museu Virtual	23
2.3	Three.js	25
2.4	Blender	27
2.5	NextJS e React	28
2.6	Desenvolvimento <i>Web</i>	30
2.6.1	Metodologias Imersivas	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	Metodologia	34
3.1	Recursos Necessários	35
3.2	Materiais e Métodos	35
3.1	Quais são os desafios do Museu Virtual	37
3.2	Validação Pedagógica	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	Desenvolvimento e Implementação	40
4.2	Visualização em Diferentes Dispositivos	40
4.3	Museu Virtual	41
4.4	Validação Pedagógica do Museu Virtual	46
4.5	Requisitos Mínimos da Aplicação	47
4.6	Documentação da Aplicação	47
5	ANEXOS	49
6	CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

De acordo com (SANDY, 2023), cultura e tecnologia evoluíram de forma interdependente ao longo da história, abrindo novos caminhos para a expressão e a inovação. Atualmente, os avanços tecnológicos ampliam as possibilidades de difusão e preservação da arte, especialmente por meio de plataformas digitais que viabilizam formatos inovadores de criação e divulgação.

Nesse cenário, a arte deixa de ser restrita a espaços físicos e passa a ocupar também o ambiente digital, onde pode ser acessada de forma mais ampla e democrática. Museus virtuais, galerias online e acervos digitais são exemplos de iniciativas que aproveitam a tecnologia para aproximar o público da produção artística, superando barreiras geográficas e temporais. Essa transformação não apenas amplia o alcance da arte, mas também possibilita novas formas de interação e participação do público (GENTIL et al., 2023).

Outrossim, a digitalização do patrimônio artístico contribui significativamente para sua preservação. Obras sujeitas à deterioração física ao longo do tempo podem ser registradas e conservadas em formatos digitais, assegurando sua memória e acesso para as futuras gerações. Assim, o uso da tecnologia torna-se uma ferramenta estratégica para valorizar e proteger a produção cultural, ao mesmo tempo em que estimula novas formas de criação artística no ambiente virtual (RUBENS, 2023).

Com base nessa proposta, este projeto tem como objetivo desenvolver uma aplicação web que proporcione uma experiência interativa e intuitiva para a visualização das obras de D.J. de Oliveira em um ambiente virtual. A escolha do artista se justifica pela sua destacada atuação nas artes visuais, com domínio em técnicas como gravura, xilogravura, aquarela e pintura mural. Suas obras estão amplamente presentes em espaços públicos de Goiás, e sua trajetória mantém uma forte ligação com a cidade de Luziânia, o que reforça a relevância cultural e regional da iniciativa.

A partir dessa fundamentação, a proposta amplia seu escopo ao integrar conhecimentos interdisciplinares entre arte e tecnologia, promovendo uma abordagem voltada tanto à preservação do patrimônio cultural quanto ao incentivo ao uso de soluções digitais no meio artístico. Com isso, o trabalho visa contribuir para o resgate, valorização e democratização do acesso ao legado de D.J. de Oliveira, por meio de uma plataforma educativa, acessível e alinhada às novas possibilidades de interação proporcionadas pelo ambiente virtual.

O problema central desta pesquisa consiste nos desafios enfrentados para a preservação e disseminação do patrimônio artístico de D.J. Oliveira, especialmente no que se refere à digitalização, à acessibilidade e à criação de um ambiente virtual interativo. A

ausência de um repositório centralizado, a dispersão das obras em diversas plataformas, a degradação física das peças e a escassez de estratégias digitais adequadas, dificultam o acesso ao acervo e comprometem sua preservação a longo prazo. Soma-se a isso a falta de integração entre áreas como computação gráfica, desenvolvimento web e história da arte, o que limita o desenvolvimento de soluções tecnológicas eficazes para esse contexto.

Nesse cenário, surge também a necessidade de adoção de tecnologias avançadas capazes de oferecer uma experiência digital que seja ao mesmo tempo imersiva e acessível. Obstáculos como desempenho, compatibilidade entre dispositivos e usabilidade tornam esse desafio ainda mais complexo. Diante disso, esta investigação busca compreender de que maneira é possível integrar diferentes saberes e recursos tecnológicos para garantir a preservação e a valorização do legado artístico de D.J. Oliveira, superando os entraves previamente identificados.

Partindo dessa problemática, formula-se a hipótese de que a aplicação de tecnologias web aliadas à computação gráfica interativa pode transformar significativamente o acesso, a compreensão e a valorização da arte no ambiente digital. Acredita-se que a visualização interativa das obras proporcione uma experiência culturalmente relevante, acessível e envolvente, contribuindo para a preservação do patrimônio artístico ao superar barreiras físicas e ampliar o alcance do legado de D.J. Oliveira (RUBENS, 2023).

Com base nessa hipótese, o objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma aplicação web interativa que utilize recursos de computação gráfica para expor as principais obras do artista em Goiás. Para alcançar esse propósito, foram definidos os seguintes objetivos específicos: coletar informações sobre o artista e seu acervo; empregar softwares de computação gráfica para manipulação e síntese de imagens; explorar tecnologias voltadas à visualização gráfica na web; e, por fim, desenvolver a aplicação com base nas pesquisas realizadas.

A proposta fundamenta-se na relevância da preservação cultural e da valorização das obras artísticas, compreendendo a tecnologia como um instrumento fundamental para ampliar o acesso à arte e à história. Ao oferecer novas possibilidades de visualização e interação com as peças artísticas, o projeto proporciona uma experiência inovadora, acessível e imersiva, permitindo que um público mais amplo possa explorar e apreciar o patrimônio cultural de D.J. Oliveira. Assim, este trabalho reforça a importância da tecnologia como aliada da divulgação cultural, evidenciando seu papel tanto na preservação digital do legado artístico quanto na criação de experiências enriquecedoras e significativas para os usuários.

1.1 Organização do Trabalho

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, abordando os principais conceitos necessários para o desenvolvimento deste trabalho. São discutidos aspectos relacionados à vida e obra de D.J. de Oliveira, o conceito de museus virtuais, além das tecnologias utilizadas na implementação da solução, como *Three.js*, *Blender* e *NextJS*. Também são exploradas as metodologias imersivas aplicadas ao contexto educacional e cultural.

O Capítulo 3 detalha os materiais e métodos utilizados na construção do Museu Virtual. São apresentados os processos de coleta de dados, modelagem tridimensional, texturização e implementação do ambiente interativo, além dos desafios enfrentados durante o desenvolvimento.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussão obtida. São descritas as principais etapas do desenvolvimento e implementação da plataforma, bem como a visualização do ambiente em diferentes dispositivos.

O Capítulo 6 discute as considerações e conclusão sobre o projeto e os desafios superados ao longo do processo de desenvolvimento. Também são apresentados aspectos técnicos da implementação e ajustes finais para garantir uma experiência interativa fluida.

Por fim, são apresentadas as Referências, contendo os materiais bibliográficos e técnicos utilizados na fundamentação do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O avanço das tecnologias digitais tem transformado a forma como o patrimônio cultural e artístico é preservado, disseminado e experienciado. Com o surgimento de soluções interativas baseadas na *Web*, tornou-se possível ampliar o acesso a acervos históricos, museus e exposições, permitindo que usuários de qualquer parte do mundo explorem peças de arte e elementos culturais de maneira imersiva e acessível. A digitalização de acervos, aliada ao uso de tecnologias como *Three.js*, *Blender* e frameworks modernos como *NextJS*, viabiliza a criação de ambientes tridimensionais dinâmicos, elevando o potencial da *Web* como um meio de preservação e incentivo à cultura.

O presente capítulo aborda os fundamentos teóricos e tecnológicos que sustentam o desenvolvimento deste trabalho, explorando conceitos-chave da computação gráfica, visualização *3D* na *Web*, e a importância da interatividade digital na democratização do acesso à cultura. Além disso, serão discutidos aspectos técnicos essenciais para a implementação do projeto, como o uso do *Three.js* para renderização gráfica, o papel do *Blender* na modelagem e otimização de ativos *3D*, e a adoção de *NextJS* como estrutura para construção de aplicações *Web* performáticas e escaláveis.

Nos tópicos seguintes, serão discutidas as bases teóricas e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste projeto, estabelecendo uma fundamentação sólida para a implementação da solução proposta.

2.1 D.J. de Oliveira

Dirso José de Oliveira, amplamente conhecido como D.J. Oliveira, nasceu em 14 de novembro de 1932, em Bragança Paulista, São Paulo, e tornou-se uma figura proeminente na arte muralista brasileira, especialmente por sua estreita ligação com a cidade de Luziânia, Goiás. A obra de D.J. Oliveira é profundamente enraizada na cultura e na história locais, refletindo as paisagens urbanas e os elementos históricos da cidade em uma fusão única de técnicas artísticas que capturam a essência de Luziânia em meio às transformações causadas pelo progresso. (SILVA, 2010).

O painel "Três Bicas", uma das expressões artísticas mais emblemáticas de D.J. Oliveira, foi concluído em 1994 e está situado na Praça Raimundo de Araújo Melo, em Luziânia. Este painel, com 35 metros de extensão, é composto por azulejos vitrificados e utiliza uma combinação de estilos expressionistas e cubistas. O uso de azulejos vitrificados é uma técnica que exige grande precisão, sendo o resultado final uma obra que não só celebra a história e a cultura de Luziânia, mas também oferece uma crítica sutil às mudanças urbanas e à modernização que ameaçam a preservação do patrimônio histórico da cidade.



Figura 1 – Retrato de D.J. Oliveira, destacando sua trajetória como pintor, gravador, cenógrafo e muralista. Fonte: Sociedade dos Poetas Amigos, 2012.

O painel "Três Bicas" é uma síntese da visão artística de D.J. Oliveira, que sempre buscou capturar o conflito entre a preservação do passado e as demandas do progresso.

A carreira artística de D.J. Oliveira começou de forma precoce. Aos dez anos, ele já demonstrava um talento excepcional para as artes visuais, colaborando na criação de cartazes de cinema em sua cidade natal. Em 1948, Oliveira mudou-se para São Paulo, onde teve a oportunidade de frequentar ateliês e de se aproximar de artistas renomados do Grupo Santa Helena. Essa experiência foi crucial para o seu desenvolvimento artístico, apesar de ser predominantemente autodidata. Em São Paulo, ele teve contato com várias técnicas e estilos, o que lhe permitiu desenvolver uma versatilidade artística que mais tarde seria aplicada em suas peças de grande escala, como murais e painéis.

Ele frequentemente retratava a figura de Don Quixote, um tema que revisitava e que via como um "Cristo retornado", defensor da ecologia. Outro elemento central em sua obra eram as máscaras, que ele via não apenas como disfarces, mas como um meio de revelar o que se quer esconder e de comunicar o que de outra forma não poderia ser dito. As máscaras, em sua arte, simbolizam a hipocrisia da vida social e política (SOBRAL, 2012).

Um exemplo notável dessa temática é o painel para o prédio "Pequeno Hans" em Goiânia, realizado em 2005, que apresenta figuras mascaradas e uma cena de Hamlet com a caveira de Yorick, simbolizando a dualidade entre a mentira e a verdade. Ele também



Figura 2 – Esboço do desenho de D.J. Oliveira . Fonte Sobral , 2012.

abordava o tema dos "saltimbancos" (palhaços e artistas de rua), que Picasso admirava, e que D.J. Oliveira via como "capetas" que divertem e entretêm. Seu estilo era marcado pela simplicidade do traço, contraste de cores primárias e destaque das figuras, sem ser "excessivamente elaborado". Sua arte era vista como uma corporificação do "sujeito transcendental estético" (SOBRAL, 2012).

A mudança para Goiânia, em 1956, marcou um ponto de virada na vida e na carreira de D.J. Oliveira. Goiânia, que na época estava em franco desenvolvimento, ofereceu ao artista um novo ambiente para a produção artística. Além disso, a construção de Brasília, nas proximidades, trouxe novas influências e inspirações, marcando o início de uma fase em que Oliveira expandiu suas habilidades em técnicas como pintura a óleo, têmpera, aquarela, pastel, xilogravura e litografia. Em Goiânia, D.J. Oliveira consolidou seu estilo, que se caracterizava pela síntese entre o tradicional e o moderno, um estilo que seria fundamental para as obras que ele viria a criar em Luziânia .

D.J. Oliveira estabeleceu-se em Luziânia em 1972, onde encontrou um ambiente que ressoava profundamente com suas raízes e que serviria de inspiração para muitas de

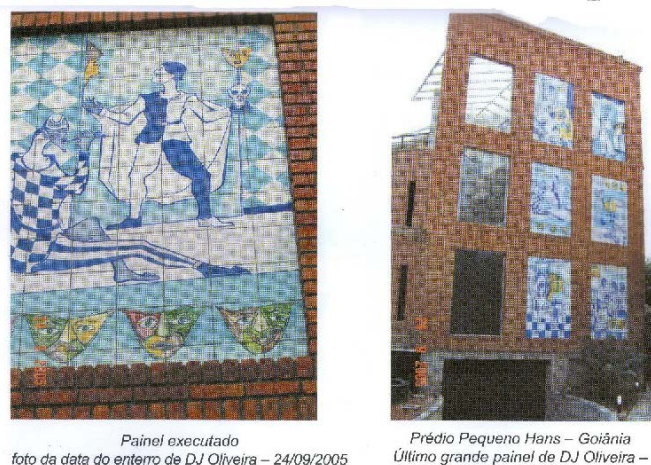


Figura 3 – Prédio "Pequeno Hans". Fonte Kothe, Flávio R. , 2018.

suas criações . Em Luziânia, ele adquiriu um antigo casarão na Rua do Rosário, que ele restaurou com seus próprios recursos. Esse casarão, onde D.J. Oliveira viveu e trabalhou até o fim de sua vida, tornou-se um símbolo de sua conexão com a cidade e de seu compromisso com a preservação do patrimônio histórico local. A restauração do casarão é um testemunho do compromisso de D.J. Oliveira com a preservação cultural, um tema que permeia toda a sua obra.



Figura 4 – Fachada do casarão de D.J. Oliveira, localizado na Rua do Rosário, Luziânia (GO). O imóvel serviu como residência e ateliê do artista. Foto: José Alfio, 2007.

O painel "Três Bicas", em particular, é uma representação do dualismo que permeia a obra de D.J. Oliveira. Ele conseguiu combinar técnicas e estilos diversos para criar uma narrativa visual que captura tanto a memória coletiva de Luziânia quanto as transformações contemporâneas da cidade. O painel é composto por duas partes distintas, cada uma representando diferentes aspectos da história e da cultura local. Na primeira parte do

painel, D.J. Oliveira utiliza elementos do expressionismo para retratar figuras históricas e cenas que evocam a história colonial de Luziânia, como o bandeirante e o indígena. Já a segunda parte do painel incorpora elementos cubistas para representar as mudanças trazidas pela modernidade, como a chegada da tecnologia e a transformação da paisagem urbana.

Além de sua produção artística, D.J. Oliveira teve um papel significativo na promoção da arte e da cultura em Luziânia. Ele foi um dos fundadores da Academia de Artes e Letras do Planalto, uma instituição dedicada à preservação do acervo artístico e histórico da região. Sua atuação na academia, juntamente com suas produções, foi fundamental para sensibilizar a comunidade local sobre a importância da preservação dos monumentos históricos da cidade. Através de sua arte e de sua atuação cultural, D.J. Oliveira contribuiu para a valorização da história e da identidade cultural de Luziânia, tornando-se uma figura central na vida artística da cidade.

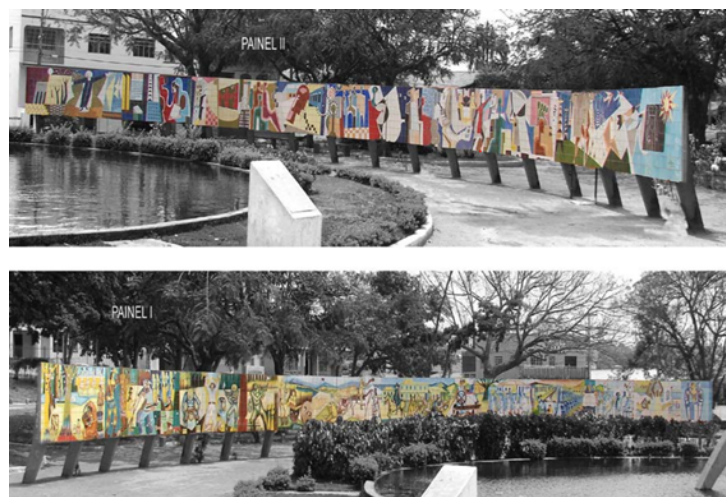


Figura 5 – Painel Três Bicas, uma das obras mais emblemáticas de D.J. Oliveira, situado na Praça Raimundo de Araújo Melo, em Luziânia. Foto: Arley da Cruz, 2007.

A obra de D.J. Oliveira é, portanto, um diálogo entre a tradição e a modernidade, refletindo as complexas interações entre a preservação do patrimônio cultural e as forças de transformação urbana. Seu trabalho não apenas enriqueceu o panorama artístico brasileiro, mas também serviu como um poderoso meio de preservação da memória e da identidade cultural de uma cidade em constante mudança. O legado de D.J. Oliveira continua a influenciar as gerações futuras, servindo como um exemplo de como a arte pode resistir às pressões da modernização, ao mesmo tempo em que celebra e preserva o passado.

Em síntese, a trajetória de D.J. Oliveira em Luziânia é um exemplo expressivo de como a arte pode ser utilizada como um instrumento de preservação cultural e como meio de resistência às forças que buscam apagar a história em nome do progresso. Sua obra, marcada pela síntese entre o antigo e o novo, entre o tradicional e o moderno, é um testemunho do poder da arte como um meio de preservação da memória e da identidade

cultural. D.J. Oliveira permanece como uma figura central na história da arte brasileira, cuja obra continua a ser estudada e valorizada tanto no Brasil quanto no exterior .

Na esfera pessoal, D.J. Oliveira enfrentou sérios problemas de saúde, como o enfisema pulmonar, causado pelo contato prolongado com tintas e solventes. Mesmo diante dessas limitações, suas últimas criações, finalizadas em 2004, conservaram intensidade, delicadeza e um certo sarcasmo. No campo profissional, passou por profundas frustrações, entre elas um projeto para o Palácio do Governo em Palmas que acabou não sendo executado, em razão de "pressões políticas locais". Sua visão artística era marcada por uma entrega total: ele se dedicava a cada obra até o limite, afirmando trabalhar "até morrer", sem permitir a si mesmo "outra alternativa senão dar à luz" à criação (KOTHE, 2018).

D.J. Oliveira faleceu em 23 de setembro de 2006, aos 72 anos, após completar meio século de dedicação às artes. Embora tenha construído uma trajetória extensa, as fontes revelam que ele ainda não havia alcançado pleno reconhecimento por parte dos principais círculos artísticos, sendo frequentemente rotulado como um "artista menor" ou "pouco contemporâneo". Essa visão crítica foi, em parte, consequência de sua distância em relação ao modernismo abstrato valorizado pelos idealizadores de Brasília, o que o distanciou da "geometria pura" associada ao seu "colega Volpi" (KOTHE, 2018).

2.2 Museu Virtual

O conceito de museu virtual é uma inovação que vem ganhando destaque nas últimas décadas, principalmente devido ao desenvolvimento acelerado das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs). O museu virtual representa uma nova forma de conceber e experienciar o espaço museológico, rompendo com as limitações físicas e geográficas dos museus tradicionais, ao oferecer uma experiência imersiva e interativa, acessível a um público global. Essa nova modalidade de museu é não apenas uma ferramenta de preservação e divulgação do patrimônio cultural, mas também uma plataforma educativa poderosa que potencializa o aprendizado por meio da interatividade e da simulação (SOLANGE et al.,).

Os museus virtuais são definidos como espaços digitais onde objetos, informações e narrativas culturais são apresentados de forma a permitir a interação dos visitantes através de dispositivos tecnológicos. Essa interação pode ocorrer em diversos níveis, desde a simples visualização de objetos em 3D até a participação ativa em atividades educacionais integradas, como quizzes e simulações. O Museu Virtual 3D da História da Computação, por exemplo, utiliza a plataforma OpenSimulator para criar um ambiente virtual imersivo, onde os estudantes podem interagir com artefatos históricos e participar de atividades educacionais monitoradas através de ferramentas como o Sloodle Tracker (DUMBRA; ARRUDA, 2013; SOLANGE et al.,).

A integração de TICs no campo museológico tem promovido uma série de transformações na forma como os museus são percebidos e utilizados. De acordo com Rute Muchacho, as tecnologias de informação não apenas ampliam a acessibilidade dos museus, mas também redefinem o próprio conceito de museu, que passa a ser visto como um espaço dinâmico, interativo e em constante evolução, adaptado às necessidades de uma sociedade em transformação (DUMBRA; ARRUDA, 2013). Essa mudança de paradigma é especialmente relevante no contexto da educação, onde os museus virtuais oferecem novas possibilidades de ensino, promovendo um aprendizado mais envolvente e significativo.

Os museus virtuais também desempenham um papel crucial na preservação e divulgação do patrimônio cultural. Através da digitalização de acervos e da criação de exposições virtuais, esses museus conseguem preservar a memória cultural de forma acessível e democrática, permitindo que pessoas de diferentes partes do mundo acessem informações e experiências que de outra forma estariam fora de seu alcance. Além disso, o uso de tecnologias como a realidade aumentada e virtual permite a criação de experiências estéticas e sensoriais que vão além do que é possível nos museus físicos.

Um dos principais benefícios dos museus virtuais é a sua capacidade de integrar atividades educacionais de forma interativa. A utilização de ambientes virtuais imersivos, como o OpenSimulator, permite que os estudantes não apenas observem os objetos, mas interajam com eles, explorando diferentes aspectos históricos e técnicos de forma ativa. Essa abordagem educativa é particularmente eficaz em disciplinas como a história da computação, onde a visualização e manipulação de artefatos históricos pode tornar o aprendizado mais tangível e interessante (SOLANGE et al.,).

O Museu Virtual 3D da História da Computação exemplifica essa integração ao permitir que os professores insiram materiais didáticos e atividades diretamente no ambiente virtual, criando uma experiência educacional coesa e monitorada. O Sloodle Tracker, por exemplo, permite que os professores rastreiem as interações dos estudantes com os objetos do museu, possibilitando uma análise detalhada do aprendizado e da participação dos alunos (SOLANGE et al.,).

A democratização do acesso ao patrimônio cultural é um dos impactos mais significativos dos museus virtuais. Ao remover as barreiras físicas, esses museus tornam-se acessíveis a um público mais amplo, contribuindo para a educação e o enriquecimento cultural de pessoas que, de outra forma, não teriam acesso a essas experiências. Além disso, a flexibilidade dos museus virtuais permite a criação de exposições temporárias e personalizadas, adaptadas aos interesses e necessidades de diferentes públicos.

Do ponto de vista cultural, os museus virtuais também representam uma forma de preservação da memória coletiva, ao permitir que objetos e narrativas históricas sejam mantidos vivos e acessíveis através do tempo. A digitalização de acervos e a criação de ambientes virtuais garantem que o patrimônio cultural seja preservado para as futuras

gerações, ao mesmo tempo em que é democratizado e globalizado (DUMBRA; ARRUDA, 2013).

Apesar de todas as vantagens, os museus virtuais também enfrentam desafios significativos, principalmente no que diz respeito à qualidade da interação e à autenticidade da experiência museológica. Alguns críticos argumentam que a virtualização dos museus pode levar à perda da "aura" dos objetos, conforme proposto por Walter Benjamin, ao dissociar os artefatos de seu contexto físico e material (DUMBRA; ARRUDA, 2013). Além disso, a criação de experiências imersivas e interativas requer um investimento considerável em tecnologia e desenvolvimento, o que pode limitar a capacidade de muitas instituições de criar e manter museus virtuais de alta qualidade.

Em resumo, os museus virtuais representam uma evolução significativa na forma como o patrimônio cultural é preservado, divulgado e experienciado. Ao integrar as TICs no campo museológico, esses museus criam novas oportunidades de interação, aprendizado e participação, democratizando o acesso à cultura e tornando a experiência museológica mais dinâmica e envolvente. No entanto, é importante que esses museus sejam desenvolvidos com cuidado, levando em consideração as críticas e os desafios inerentes à virtualização do patrimônio cultural, para que possam cumprir seu papel de forma eficaz e significativa (DUMBRA; ARRUDA, 2013; SOLANGE et al.,).

2.3 Three.js

O Three.js é uma poderosa biblioteca *JavaScript* que facilita a criação e renderização de gráficos *3D* diretamente em navegadores, utilizando a *API WebGL*. Para o desenvolvimento de ambientes interativos em *3D*, *Three.js* se destaca pela simplicidade de uso em comparação ao *WebGL* puro, que requer um conhecimento mais aprofundado de gráficos vetoriais e programação em baixo nível. O *Three.js* oferece uma série de abstrações, permitindo a criação de cenas complexas com facilidade, possibilitando o desenvolvimento de aplicações visuais robustas, como simulações científicas, jogos, visualizações de dados e apresentações gráficas tridimensionais.

Segundo Dirksen, o *Three.js* é uma ferramenta ideal para desenvolvedores que já possuem conhecimento prévio de *JavaScript* e desejam criar aplicações *3D* sem a necessidade de aprender as complexidades do *WebGL* diretamente. O autor destaca que a biblioteca é altamente flexível, suportando tanto renderização baseada em *WebGL* quanto alternativas como canvas e SVG, o que permite uma maior compatibilidade entre navegadores. No entanto, o uso de *WebGL* proporciona gráficos de maior qualidade e desempenho, especialmente em dispositivos modernos (DIRKSEN et al., 2014).

Sawicki e Chaber discutem em seu trabalho a eficiência da visualização de modelos *3D* utilizando navegadores *Web*, com foco em dispositivos móveis. Eles propõem uma

solução baseada em mesh progressivo, que permite o carregamento gradual dos detalhes de um modelo *3D*, garantindo uma experiência fluida ao usuário mesmo em dispositivos com menor capacidade de processamento (*Threejs Visualization*). A arquitetura desenvolvida por eles se baseia em *AJAX* para a transmissão de dados em formato *JSON*, utilizando o padrão de programação Modelo-Visão-Controlador (*MVC*), sendo o *Three.js* escolhido como a biblioteca de renderização *3D* pela sua leveza e flexibilidade (SAWICKI; CHABER, 2013).

A capacidade de simplificar a criação de objetos geométricos é um dos pontos fortes do *Three.js*. Em seu tutorial, Dirksen apresenta exemplos de como criar cenas básicas, incluindo cubos e esferas, além de implementar controles de câmera para navegação em cenas tridimensionais. Ele também destaca a importância de utilizar texturas, luzes e materiais adequados para melhorar a qualidade visual dos objetos *3D*. A biblioteca facilita a manipulação de diferentes tipos de materiais, como o *MeshLambertMaterial*, que reage de maneira realista à iluminação da cena, tornando possível simular superfícies mais naturais e interativas (DIRKSEN et al., 2014).

Além das aplicações básicas, o *Three.js* também permite a criação de visualizações de dados complexas e interativas. No capítulo dedicado à visualização de dados em globos *3D*, Dirksen demonstra como é possível mapear dados geográficos em uma superfície tridimensional e integrá-los com informações texturizadas para criar visualizações informativas e atrativas (DIRKSEN et al., 2014). O uso de mapas de elevação e mapas especulares permite simular texturas avançadas, como a refletividade de superfícies e as variações de relevo, tornando o globo *3D* uma poderosa ferramenta de visualização científica.

A interação com objetos *3D* também é um aspecto crucial no desenvolvimento de aplicações interativas. No estudo de Sawicki e Chaber, os autores destacam a importância de uma interface de usuário intuitiva, que permita ao usuário manipular objetos *3D* de maneira natural. O *Three.js* facilita essa interação por meio de eventos de toque e multi-toque, o que é especialmente útil em dispositivos móveis com suporte a interfaces táteis (SAWICKI; CHABER, 2013).

No desenvolvimento deste trabalho, a biblioteca *Three.js* foi utilizada para a construção e renderização do ambiente tridimensional acessado via navegador. Com ela, foi possível integrar os modelos *3D* produzidos no Blender ao espaço virtual do Museu, permitindo a navegação interativa e em tempo real pelas obras modeladas. A escolha pelo *Three.js* se deu devido à sua compatibilidade com *WebGL*, leveza e facilidade de integração com outras tecnologias web, garantindo uma experiência fluida mesmo em dispositivos com menor capacidade gráfica.

2.4 Blender

Blender é uma suíte de criação 3D livre e de código aberto que tem se destacado por sua versatilidade e robustez. Com um conjunto de ferramentas abrangentes, o *Blender* permite a criação de visualizações 3D, animações, efeitos visuais (*VFX*), e até mesmo a edição de vídeos. Desde sua criação, tem sido uma escolha popular tanto para profissionais quanto para amadores que buscam uma solução completa e integrada para produção de mídia ([Blender Foundation, 2024](#)).

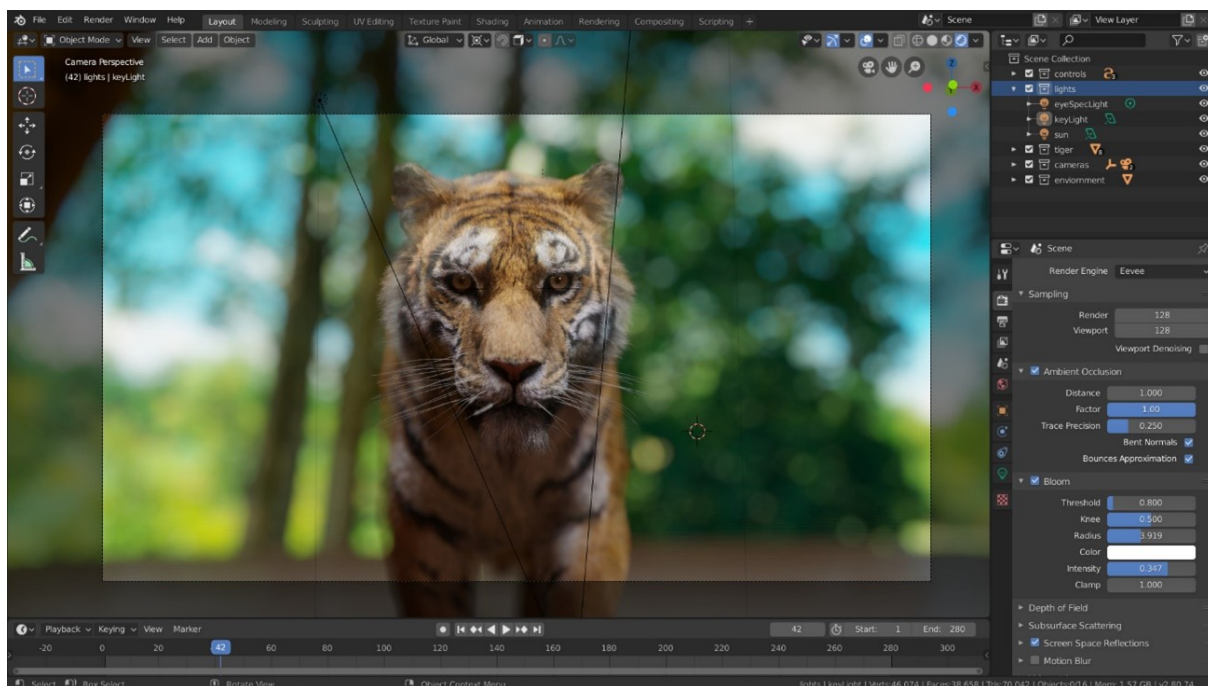


Figura 6 – Interface do software *Blender*, ferramenta utilizada na modelagem tridimensional das obras para o Museu Virtual. Fonte: *Blender* Foundation, 2024.

O *Blender* se distingue por oferecer uma gama completa de ferramentas essenciais para a criação de conteúdos 3D, incluindo modelagem, renderização, animação e rigging, edição de vídeos, *VFX*, composição, texturização e diversos tipos de simulações. Essas funcionalidades fazem do *Blender* uma opção adequada para quase qualquer tipo de produção de mídia, desde animações e gráficos em movimento até o desenvolvimento de ativos para jogos e a produção de filmes de longa-metragem. Uma das características técnicas que torna o *Blender* atraente é sua arquitetura de alta qualidade em 3D, que possibilita um fluxo de trabalho rápido e eficiente. A interface gráfica do usuário (GUI) é baseada em *OpenGL*, garantindo uma experiência uniforme em todas as plataformas suportadas, que incluem Linux, macOS e Windows. Além disso, o *Blender* pode ser personalizado por meio de scripts em Python, permitindo ajustes específicos conforme as necessidades do usuário.

Um dos aspectos do *Blender* é sua licença sob a GNU GPL. Esta licença não só permite que os usuários utilizem o software gratuitamente, mas também lhes concede o

direito de modificar, copiar, e distribuir o programa, bem como melhorar o código e lançar suas próprias versões. Essa filosofia de "software livre como em liberdade" contrasta com as práticas tradicionais de licenciamento de software comercial, onde os usuários têm acesso limitado ao código-fonte e são restritos em como podem usar o software.

O *Blender* representa um marco no desenvolvimento de ferramentas de criação 3D, oferecendo uma plataforma poderosa e gratuita para artistas e desenvolvedores. Sua combinação de funcionalidades robustas, uma comunidade ativa e uma licença permissiva torna o *Blender* uma ferramenta indispensável tanto para profissionais quanto para entusiastas da criação de conteúdo digital.

No contexto deste trabalho, o *Blender* foi utilizado como ferramenta principal para a modelagem tridimensional das obras expostas e do Museu Virtual. Através de seus recursos de escultura, texturização e renderização, foi possível criar representações digitais detalhadas e próximas aos objetos originais, proporcionando uma experiência visual mais imersiva e didática para os visitantes do ambiente virtual.

2.5 NextJS e React

O *Next.js* é um framework de código aberto construído sobre a biblioteca *React*, desenvolvido e mantido pela Vercel. Sua principal proposta é facilitar a criação de aplicações web de alto desempenho, oferecendo funcionalidades avançadas de renderização no lado do servidor (*Server-Side Rendering - SSR*) e geração de sites estáticos (*Static Site Generation - SSG*) de forma integrada. Diferentemente de abordagens tradicionais de desenvolvimento web, onde *front-end* e *back-end* são frequentemente separados, o *Next.js* permite que desenvolvedores organizem pacotes e arquivos de configuração de maneira coesa, possibilitando a criação de código de *front-end* e *back-end* em um único ambiente. Essa característica unificada não apenas simplifica o processo de desenvolvimento, mas também acelera significativamente a entrega de produtos (BALLAMUDI et al., 2021).

No desenvolvimento deste trabalho, a aplicação web principal, foi concebida e implementada utilizando o framework *Next.js*. A escolha por esta tecnologia baseou-se em suas capacidades de otimização de desempenho e aprimoramento da experiência do usuário, fatores cruciais para a apresentação eficaz do conteúdo do projeto. O *Next.js* permitiu a utilização da estratégia de *Server-Side Rendering (SSR)*, garantindo que o conteúdo HTML da página fosse pré-renderizado no servidor antes de ser enviado ao navegador do usuário. Este método resultou em um carregamento inicial mais rápido e evitou a ocorrência de "telas em branco", contribuindo para uma percepção de desempenho superior. Além disso, o sistema de roteamento do *Next.js*, baseado na estrutura de arquivos, simplificou a organização e a navegação entre as diferentes seções da página do TCC, e o suporte integrado para CSS facilitou a estilização modular e eficiente dos componentes da interface. A decisão de empregar o *Next.js* para a construção da página do TCC alinhou-se com o

objetivo de apresentar um trabalho que não apenas abordasse teoricamente as arquiteturas front-end modernas, mas também as aplicasse de forma prática e otimizada (LAZUARDY; ANGGRAINI, 2022)

O *React*, uma biblioteca *JavaScript* criada pelo Facebook, tem se tornado uma das ferramentas mais importantes no desenvolvimento *front-end* moderno. A principal função do *React* é facilitar a construção de interfaces de usuário dinâmicas e interativas através de uma abordagem baseada em componentes. Esta abordagem permite que grandes e complexas aplicações *Web* sejam desenvolvidas de forma mais eficiente, promovendo uma experiência de usuário mais rápida e responsiva, sem a necessidade de recarregamentos contínuos de página (AGGARWAL et al., 2018).

Uma das principais vantagens do *React* é a sua manipulação otimizada do DOM (Document Object Model). Diferentemente de outros frameworks, que interagem diretamente com o DOM do navegador, o *React* utiliza um "DOM Virtual", que é uma representação leve do DOM real mantida em memória. Quando uma atualização na interface é necessária, o *React* primeiro altera o DOM Virtual, e então, utilizando um algoritmo de "diff", aplica somente as mudanças necessárias ao DOM real, o que resulta em uma performance significativamente melhorada (CHEN; THADURI; BALLAMUDI, 2019).

Outro ponto de destaque é a facilidade de aprendizado do *React*, atribuída à sua simplicidade e à utilização de *JSX*, uma extensão de sintaxe que se assemelha ao *HTML*. *JSX* torna a escrita de componentes *React* mais intuitiva e natural, o que contribui para a rápida adoção do *React* entre desenvolvedores (AGGARWAL et al., 2018).

O *React* adota um fluxo de dados unidirecional, o que significa que os dados fluem apenas em uma direção dentro da aplicação. Isso simplifica a lógica de programação e torna o código mais previsível e fácil de depurar. Para gerenciamento de estado, o *React* pode ser combinado com bibliotecas como *Redux*, que implementa um padrão de fluxo de dados conhecido como *Flux*. Este padrão ajuda a gerenciar o estado da aplicação de forma centralizada, garantindo que todas as partes da interface do usuário sejam consistentes e sincronizadas com o estado da aplicação (CHEN; THADURI; BALLAMUDI, 2019).

Cada componente *React* possui um ciclo de vida específico, que inclui etapas como montagem, atualização e desmontagem. Durante essas fases, os desenvolvedores podem executar funções específicas para controlar o comportamento do componente, o que é crucial para otimizar a performance da aplicação e garantir que a interface do usuário se mantenha responsiva e sincronizada com as mudanças de dados (AGGARWAL et al., 2018).

Apesar de suas numerosas vantagens, o *React* apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Por exemplo, ele lida apenas com a camada de visualização no padrão *MVC* (*Model-View-Controller*), exigindo ferramentas adicionais para completar a

funcionalidade de uma aplicação. Além disso, a sintaxe do *JSX*, embora poderosa, pode ser complexa e desafiadora para desenvolvedores que estão acostumados com *HTML* e *JavaScript* tradicionais (CHEN; THADURI; BALLAMUDI, 2019).

Em suma, o React tem se estabelecido como uma ferramenta indispensável no desenvolvimento *Web* moderno, oferecendo uma abordagem eficiente e flexível para a criação de interfaces de usuário. Sua capacidade de gerenciar grandes volumes de dados e de se integrar facilmente com outras bibliotecas e *frameworks* o torna uma escolha robusta para desenvolvedores que buscam criar aplicações *Web* de alta performance. Apesar de suas limitações, as vantagens oferecidas pelo *React* superam significativamente os desafios, fazendo dele uma das bibliotecas mais populares e amplamente utilizadas no desenvolvimento front-end atual (AGGARWAL et al., 2018).

2.6 Desenvolvimento *Web*

O desenvolvimento *Web* moderno envolve a aplicação de princípios fundamentais da engenharia de software para garantir modularidade, desempenho e manutenibilidade. Segundo Sommerville, a engenharia de software aplicada ao desenvolvimento *Web* deve considerar aspectos como arquitetura baseada em componentes, reuso de código e eficiência no processamento (SOMMERVILLE, 2019). Esses princípios são fundamentais para o desenvolvimento deste projeto, que utiliza *NextJS* para construir uma aplicação interativa focada em computação gráfica.

Sommerville destaca que a organização da arquitetura do software é um fator determinante na escalabilidade e na facilidade de manutenção de aplicações *Web*. Ele enfatiza a importância da separação entre camada de apresentação, lógica de negócios e controle, garantindo flexibilidade para atualizações e melhorias (SOMMERVILLE, 2019). No contexto deste TCC, o uso de *NextJS* permite estruturar a aplicação de maneira modular, separando componentes reutilizáveis de interface gráfica (*UI Components*) e otimizando a renderização de páginas por meio de *Server-Side Rendering (SSR)* e *Static Site Generation (SSG)*. Essas abordagens aumentam a eficiência do sistema ao reduzir o tempo de carregamento e melhorar a experiência do usuário.

Além disso, a literatura especializada demonstra que o desenvolvimento de aplicações *Web* evoluiu ao longo dos anos, exigindo metodologias estruturadas para garantir a qualidade do produto final. Segundo Conte, Mendes e Travassos, o crescimento acelerado das aplicações *Web* demandou a adoção de práticas da engenharia de software para lidar com a complexidade e garantir a confiabilidade do sistema (CONTE; MENDES; TRAVASSOS, 2005). No estudo realizado pelos autores, os processos de desenvolvimento *Web* são classificados em duas grandes categorias: *aplicações hipermídia Web* e *aplicações de software Web*. Enquanto a primeira categoria está focada na estruturação de informações utilizando nós e links navegacionais, a segunda refere-se a aplicações tradicionais que

utilizam a infraestrutura *Web* para sua execução.

Os autores ressaltam que o desenvolvimento de aplicações *Web* deve considerar três dimensões essenciais:

- **Estrutural:** Define a organização das informações e seus relacionamentos;
- **Navegacional:** Representa como os dados serão acessados e exibidos aos usuários;
- **Apresentação:** Determina a interface gráfica e a experiência do usuário.

Cada uma dessas dimensões tem impacto direto na usabilidade da aplicação e na satisfação do usuário final. Assim, a adoção de uma arquitetura modular, como defendida por Sommerville, facilita a implementação desses princípios no desenvolvimento de aplicações *Web* interativas.

Outro aspecto fundamental abordado por Sommerville é a adoção de metodologias ágeis no desenvolvimento *Web*, permitindo entregas iterativas e melhor adaptação às mudanças de requisitos (SOMMERVILLE, 2019). No projeto deste TCC, a metodologia ágil é aplicada por meio do uso do Trello para gerenciamento de tarefas, possibilitando o acompanhamento contínuo do desenvolvimento e garantindo que a implementação dos recursos ocorra de maneira incremental. A divisão do projeto em módulos independentes facilita a evolução do código sem comprometer funcionalidades já existentes.

Além disso, os autores discutem a diferença entre processos estruturados e abordagens *ad hoc* no desenvolvimento de aplicações *Web*. Eles destacam que a ausência de padronização nos processos pode comprometer a qualidade do produto final. Métodos *ad hoc* são frequentemente utilizados na indústria, mas não garantem a rastreabilidade dos requisitos e dificultam a manutenção do software (CONTE; MENDES; TRAVASSOS, 2005). A adoção de processos estruturados, como defendida por Sommerville, permite o desenvolvimento de sistemas mais confiáveis e escaláveis.

Por fim, Sommerville enfatiza a necessidade de otimização no uso de recursos computacionais em aplicações *Web*, garantindo escalabilidade e melhor experiência para o usuário (SOMMERVILLE, 2019). Neste projeto, a escolha pelo *NextJS* está alinhada a essa necessidade, pois o framework oferece funcionalidades como renderização otimizada e carregamento assíncrono, reduzindo a carga sobre o navegador do usuário e melhorando a interatividade na manipulação de modelos gráficos.

Dessa forma, a implementação deste projeto busca seguir os princípios fundamentais da engenharia de software descritos por Sommerville e as diretrizes identificadas na revisão sistemática de Conte, Mendes e Travassos, garantindo organização arquitetural, modularidade, eficiência e adaptabilidade. A integração de *NextJS* com bibliotecas para

renderização gráfica fortalece a proposta do TCC, permitindo a criação de uma aplicação *Web* dinâmica e altamente responsiva.

2.6.1 Metodologias Imersivas

As tecnologias imersivas têm ganhado cada vez mais espaço em diversas áreas, incluindo a educação e a visualização de conteúdos digitais, por possibilitarem experiências interativas que ampliam a percepção e o engajamento dos usuários. Essas tecnologias englobam ambientes totalmente virtuais – como a Realidade Virtual (*VR*) – e ambientes mistos, nos quais elementos digitais são incorporados à realidade física, como na Realidade Aumentada (*RA*) (AL-ANSI et al., 2023). No contexto educacional e de aprendizado, essas ferramentas vêm sendo exploradas para oferecer novas possibilidades de ensino, treinamento e disseminação do conhecimento.

Segundo Voss, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (*AVAs*) têm sido amplamente utilizados para complementar o ensino tradicional, oferecendo ferramentas interativas que possibilitam novas formas de aprendizado. No entanto, o estudo destaca que a imersão proporcionada pelos mundos virtuais, como o OpenSim, pode ampliar significativamente a experiência educacional ao permitir que os usuários interajam em um espaço tridimensional, simulando situações do mundo real. O trabalho analisou a integração do OpenSim com o Moodle, demonstrando como essa combinação pode favorecer o aprendizado por meio da interação entre avatares e o acesso a conteúdos digitais de forma dinâmica. Os resultados mostraram que essa abordagem tem grande potencial para melhorar o ensino remoto e híbrido, permitindo que os usuários explorem um ambiente virtual como se estivessem presentes fisicamente. No entanto, o estudo também apontou limitações técnicas, como dificuldades de adaptação para dispositivos móveis e restrições de desempenho em plataformas menos robustas (VOSS et al., 2013).

Complementando essa visão, Moreira analisou o impacto da Realidade Virtual (*VR*) na educação superior, avaliando a eficácia de ambientes imersivos em dois estudos de caso: uma aula imersiva sobre modelos de iluminação em computação gráfica e um treinamento interativo de anestesia odontológica usando o simulador VIDA Odonto. O autor destaca que imersão e presença são elementos fundamentais para o sucesso dessas tecnologias. A imersão está relacionada às capacidades técnicas do sistema de realidade virtual, como o uso de *head-mounted displays* (*HMDs*) e rastreamento de movimento para aumentar a percepção de profundidade e interação. Já a presença refere-se à percepção subjetiva do usuário de estar inserido no ambiente virtual, um fator crucial para a eficácia do aprendizado em realidade virtual. Os resultados da pesquisa indicam que a utilização da *VR* pode melhorar a absorção de conhecimento e a retenção de informações, permitindo que os estudantes realizem atividades práticas em um ambiente seguro e controlado (MOREIRA, 2021).

Além da aplicação educacional, as tecnologias imersivas vêm sendo exploradas em outras áreas, como treinamento profissional, simulações médicas, engenharia e preservação do patrimônio cultural. No caso do presente trabalho, a utilização dessas ferramentas busca proporcionar uma experiência interativa para a visualização e compreensão do painel "Três Bicas" de D.J. Oliveira, promovendo um novo modelo de acesso e apreciação de obras artísticas. O uso de modelos tridimensionais e computação gráfica interativa permite que o público explore os detalhes da obra de forma imersiva, recriando digitalmente o ambiente físico e possibilitando uma interação mais aprofundada com o conteúdo cultural.

Os estudos analisados demonstram que as tecnologias imersivas têm um potencial significativo para transformar a maneira como interagimos com informações e ambientes virtuais, oferecendo novas possibilidades de aprendizado e exploração. No entanto, desafios técnicos e pedagógicos ainda precisam ser superados para garantir uma aplicação eficaz e acessível dessas ferramentas. A necessidade de infraestrutura adequada, dispositivos compatíveis e metodologias de ensino adaptadas são alguns dos fatores críticos que precisam ser considerados para a implementação bem-sucedida dessas tecnologias em larga escala (VOSS et al., 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Metodologia

Nesta seção é apresentado como este projeto será desenvolvido para atingir os objetivos que poderá ser visualizado melhor na Figura 7.

- Na primeira etapa, será realizado uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em livros, artigos, dissertações. Para a busca deste material, serão utilizados ferramentas online como *Google Scholar*, *Jurn*, *CAPES*, Bibliotecas digitais de universidades.
- Na segunda etapa, será feita a coleta de informações, registros e digitalização das peças do D.J. de Oliveira.
- Terceira etapa será definido as estratégias de exibição interativa no projeto, com as peças coletadas.
- Quarta etapa, com estratégias já definidas, será realizada a modelagem, texturização e preparação dos modelos *3D* que serão expostos na aplicação *Web*. Nessa etapa será utilizado predominantemente o software *open-source* de computação gráfica *Blender*.
- Quinta etapa, desenvolvimento do museu digital, utilizando *HTML*, *CSS*, *JavaScript*, a biblioteca *open-source Three.js* responsável para criar e apresentar gráficos *3D* em um navegador, e provavelmente também poderá ser utilizado outras tecnologias como *NextJS* nessa fase.
- Sexta e última etapa, será feita análise para considerar se esse projeto cumpriu com seu papel de atestar o uso da tecnologia como ferramenta de incentivo à cultura.

O desenvolvimento do Museu Virtual de D.J. Oliveira seguiu uma abordagem sistemática para garantir a fidelidade visual e histórica das produções representadas. Para isso, foram utilizados métodos de coleta documental e técnicas de captura e modelagem *3D*, como fotogrametria, assegurando uma reprodução precisa no ambiente digital.

A implementação do museu virtual foi realizada com *Three.js* e *NextJS*, proporcionando uma interface interativa e responsiva. A otimização do desempenho foi essencial para garantir uma navegação fluida, exigindo compressão de texturas e ajustes no carregamento das cenas.

Este capítulo detalha os materiais e métodos empregados na construção do ambiente virtual, abordando desde a coleta de dados até a modelagem e programação do ambiente interativo.

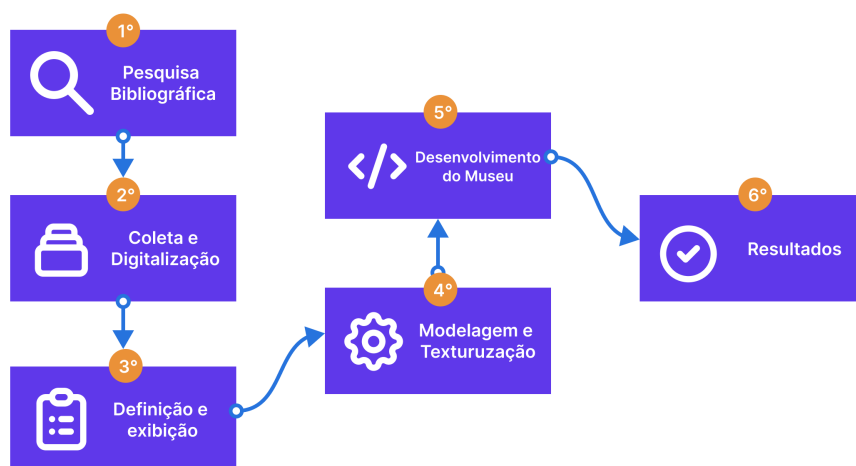


Figura 7 – Fluxograma da Estrutura Metodológica para o Desenvolvimento de um Museu Virtual.

3.1 Recursos Necessários

Os recursos necessários para a realização deste projeto:

- Conexão à internet com velocidade mínima de 100 Mbps para acesso a bibliografias, transferência de arquivos e uso de ferramentas de desenvolvimento online;
- Computador com configuração mínima de processador 3.9 GHz, 8 GB de RAM e 15 GB de espaço livre em disco (HDD ou SSD), garantindo o desempenho adequado para modelagem 3D e desenvolvimento Web;
- Câmera digital com resolução mínima de 25 megapixels para captura de referências visuais e texturas de alta qualidade;
- Software especializado para manipulação e modelagem de dados 3D, como *Blender* ou equivalente;
- Ferramenta de edição científica, como *LaTeX*, para formatação e estruturação do projeto conforme normas acadêmicas.

3.2 Materiais e Métodos

O desenvolvimento do Museu Virtual de D.J. Oliveira seguiu uma abordagem sistemática e estruturada, conforme ilustrado na Figura 8, garantindo fidelidade visual e histórica ao acervo do artista. O processo iniciou-se com a **pesquisa e planejamento**, fase essencial para definir os objetivos do projeto, estabelecer a metodologia de trabalho e selecionar as ferramentas tecnológicas mais adequadas. Nessa etapa, também foram

levantadas informações sobre a trajetória do artista, suas técnicas e os principais elementos que compõem seu legado artístico.

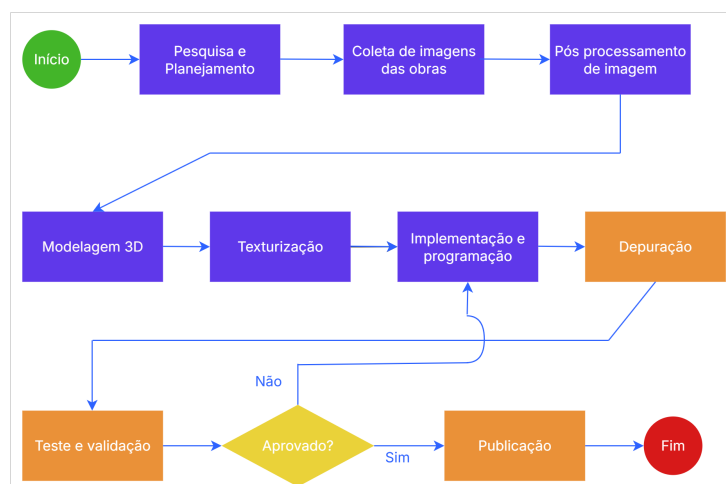


Figura 8 – Fluxograma representando o processo de desenvolvimento do Museu Virtual de D.J. Oliveira, desde o planejamento até a implementação da plataforma interativa.

Com a pesquisa consolidada, deu-se início à **coleta de imagens das obras**, utilizando registros fotográficos disponíveis em acervos, artigos acadêmicos e catálogos históricos. Esse material foi essencial para garantir a autenticidade das representações no ambiente virtual. Contudo, devido à escassez de registros organizados, foi necessário recorrer a diferentes fontes e validar as informações coletadas.

Na etapa seguinte, as imagens passaram por um **pré-processamento**, no qual foram realizados ajustes de cor, correção de distorções e otimizações para aplicação nas texturas tridimensionais. Esse processo foi fundamental para garantir que as imagens mantivessem alta qualidade sem comprometer o desempenho da aplicação.

Com as imagens preparadas, iniciou-se a **modelagem 3D**, etapa responsável pela construção digital dos espaços do museu e da praça onde está localizado o painel *Três Bicas*. Foram utilizados softwares de modelagem para criar estruturas arquitetônicas e reproduzir fielmente a ambientação necessária para a exposição virtual. Para o painel da praça, aplicou-se a técnica de fotogrametria, permitindo a reconstrução tridimensional a partir de imagens capturadas de diferentes ângulos.

A seguir, ocorreu a **texturização**, em que as imagens processadas foram aplicadas sobre os modelos tridimensionais. Essa fase foi essencial para conferir realismo ao ambiente virtual, garantindo que as superfícies dos objetos reproduzissem com precisão os materiais e cores das criações originais. Além disso, foram realizados ajustes adicionais para aprimorar a iluminação e os efeitos visuais.

Após a modelagem e texturização, o projeto avançou para a etapa de **implementação e programação**, na qual o ambiente virtual foi desenvolvido utilizando a biblioteca

Three.js para renderização gráfica e *NextJS* para estruturar a interface interativa. Durante essa fase, foram configuradas as interações do usuário, permitindo uma navegação fluida e intuitiva pelo espaço virtual.

Seguindo a implementação, foi realizada a **depuração**, uma fase crítica para a identificação e correção de falhas. Esse processo garantiu que o ambiente digital estivesse funcional e sem inconsistências que comprometessem a experiência do usuário.

Finalizada a depuração, o sistema avançou para a fase de **teste e validação**, na qual foram analisados aspectos como desempenho, compatibilidade entre dispositivos, usabilidade e fidelidade visual. Caso fossem identificadas inconsistências, ajustes eram realizados na modelagem, texturização ou código para otimizar a experiência do usuário.

Se aprovado nos testes, o ambiente virtual seguia para a etapa de **publicação**, tornando-se acessível ao público. Esse processo incluiu a configuração de hospedagem e servidores, garantindo que a plataforma pudesse ser acessada de forma estável e eficiente.

Esse fluxo metodológico, representado no fluxograma, garantiu que cada etapa fosse desenvolvida de maneira rigorosa, proporcionando um acervo digital interativo, acessível e fiel ao legado de D.J. Oliveira, contribuindo para a preservação e disseminação de sua obra no meio digital.

3.1 Quais são os desafios do Museu Virtual

O desenvolvimento do Museu Virtual de D.J. Oliveira envolve desafios técnicos, curatoriais e de acessibilidade que exigem um planejamento detalhado para garantir a fidelidade das peças digitais, a otimização da aplicação e a experiência do usuário.

Um dos principais desafios consiste na fidelidade e qualidade das obras digitais, uma vez que a reprodução virtual deve preservar as características originais das pinturas e murais do artista, como cores, texturas e traços específicos. Para isso, faz-se necessária a utilização de técnicas de digitalização e modelagem, garantindo que o visitante tenha uma percepção autêntica das peças.

A otimização de desempenho é outro fator crítico, pois o museu deve oferecer uma experiência fluida em diferentes dispositivos, desde computadores de alto desempenho até smartphones com hardware mais limitado. Estratégias como compressão de texturas, redução da complexidade dos modelos 3D e balanceamento entre qualidade visual e tempo de carregamento são fundamentais para tornar a navegação eficiente e acessível.

A experiência do usuário também é um aspecto central, exigindo um sistema de navegação intuitivo e interativo. A inclusão de elementos como zoom para visualização de detalhes, descrições e informações complementares sobre as peças contribui para um ambiente mais envolvente e educativo.

Além disso, a escassez de documentação detalhada sobre as criações do pintor dificulta sua reconstrução digital fiel. A falta de registros históricos e técnicos torna essencial um trabalho aprofundado de pesquisa, com a colaboração de historiadores, pesquisadores e familiares para garantir a autenticidade do acervo.

Por fim, o próprio desenvolvimento do ambiente tridimensional interativo apresenta desafios técnicos complexos. Criar um espaço virtual acessível requer um equilíbrio entre qualidade gráfica e desempenho, especialmente para suportar diferentes dispositivos e conexões de internet. A implementação eficiente do carregamento de modelos, renderização de cenas e interações dinâmicas é fundamental para oferecer uma navegação fluida e sem interrupções.

Superar esses desafios é essencial para consolidar o acervo digital de D.J. Oliveira como uma ferramenta de preservação e difusão cultural, democratizando o acesso ao legado artístico do pintor e promovendo novas formas de apreciação da arte no ambiente digital.

3.2 Validação Pedagógica

O desenvolvimento do museu foi baseado em referências de outros museus virtuais, incorporando ambientes imersivos à experiência do usuário. Após a publicação da versão inicial, foi realizada uma validação do potencial pedagógico da ferramenta. Para essa validação, foram selecionados dois especialistas da área de artes e um da área de história.

Nº	Pergunta
1	Na sua percepção, de que forma o Museu Virtual pode contribuir para o ensino de artes visuais e história em sala de aula?
2	Você acredita que uma ferramenta como esta pode despertar maior interesse dos estudantes por temas relacionados à cultura local e patrimônio artístico?
3	Quais possibilidades você enxerga para o uso de um museu virtual como recurso didático nas aulas de artes ou história?
4	Quais aspectos da experiência proporcionada pelo Museu Virtual você considera mais relevantes para fins pedagógicos?
5	Você vê potencial no uso do Museu Virtual como apoio à preservação e à valorização de obras que estão em risco ou pouco documentadas?

Tabela 1 – Perguntas sobre o uso pedagógico da ferramenta

A Tabela 1 apresenta as perguntas formuladas para os especialistas, com o intuito de investigar se a solução proposta possui viabilidade para uso em contextos educativos. As questões abordam desde a contribuição do museu virtual para o ensino em sala de aula até seu potencial como instrumento de preservação histórica e valorização cultural.

As perguntas foram encaminhadas via Whatsapp, juntamente com os links de acesso à plataforma, as respostas foram compiladas com respeito ao conteúdo das mesmas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nesta seção ¹ destacam as principais funcionalidades e aspectos visuais do sistema, bem como a experiência do usuário nas versões desktop e mobile. A ferramenta foi projetada com foco na acessibilidade, na experiência imersiva e na valorização do acervo artístico de D.J. Oliveira. Além disso, o museu virtual busca garantir que o público possa explorar as composições com riqueza de detalhes, independentemente do dispositivo utilizado.

4.1 Desenvolvimento e Implementação

Durante a construção do museu virtual, foram consideradas diversas abordagens técnicas para garantir um ambiente responsivo, imersivo e acessível. A implementação envolveu o uso de tecnologias como *Three.js* para renderização 3D, *NextJS* para o desenvolvimento da interface Web e recursos de acessibilidade.

A modelagem 3D foi realizada a partir da digitalização de referências das peças, permitindo a recriação dos espaços expositivos. Além disso, as texturas foram trabalhadas com base em técnicas avançadas de renderização e iluminação, proporcionando um ambiente que simula a sensação de estar dentro de uma galeria de arte real.

Outro aspecto essencial foi a implementação de um sistema de navegação intuitivo, que possibilita a movimentação pelo espaço expositivo de forma semelhante a jogos de exploração em primeira pessoa. Os usuários podem se deslocar e se aproximar para observar os detalhes específicos das obras.

4.2 Visualização em Diferentes Dispositivos

A interface do espaço virtual foi desenvolvida para ser acessível em computadores e dispositivos móveis, permitindo que os usuários explorem o ambiente tridimensional de maneira intuitiva e imersiva. As Figuras 14a e 14b ilustram a exibição do museu nas versões desktop e mobile, respectivamente.

Na versão desktop, a navegação ocorre por meio de teclado e mouse, oferecendo controle total sobre a movimentação do usuário pelo ambiente 3D. Já na versão mobile, a interface foi adaptada para suportar gestos de toque e um joystick virtual, facilitando a interação em telas sensíveis ao toque. Os usuários podem deslizar o dedo sobre a tela

¹ O aplicativo pode ser acessado em: praça virtual <https://project-museum-3d.vercel.app/praca.html>; museu - <https://project-museum-3d.vercel.app/index.html>; página principal - <https://project-museum-main.vercel.app>; código do ambiente virtual - <https://github.com/calexdev-hub/project-museum-3d>; código da página principal - <https://github.com/calexdev-hub/project-museum-main>

para controlar a câmera e explorar o ambiente, além de utilizar um joystick digital para locomoção dentro do espaço expositivo. A estrutura do ambiente se ajusta automaticamente ao formato das telas menores, garantindo uma experiência fluida e acessível.

Essa abordagem reforça a importância da responsividade e acessibilidade no projeto, permitindo que usuários de diferentes dispositivos tenham acesso à experiência completa do museu sem a necessidade de ajustes manuais. Dessa forma, o Museu Virtual se posiciona como uma ferramenta inovadora para a preservação e divulgação do legado artístico de D.J. Oliveira, democratizando o acesso às suas produções e possibilitando uma exploração interativa e imersiva.

4.3 Museu Virtual

A página web foi criada com o objetivo de tornar acessível ao público o conteúdo da pesquisa desenvolvida ao longo deste trabalho, valorizando e difundindo a trajetória artística de D.J. de Oliveira, Figura 9. A proposta é oferecer uma plataforma interativa e informativa, na qual os usuários possam conhecer não apenas as principais obras do artista, mas também explorar sua biografia, influências e contribuições para a arte local. O site disponibiliza uma galeria virtual, Figura 10, que permite a visualização digital de suas produções, proporcionando uma experiência imersiva mesmo à distância.



Figura 9 – Interface principal do projeto digital, destacando a biografia de D.J. de Oliveira e uma de suas obras, com navegação clara entre as seções do site.

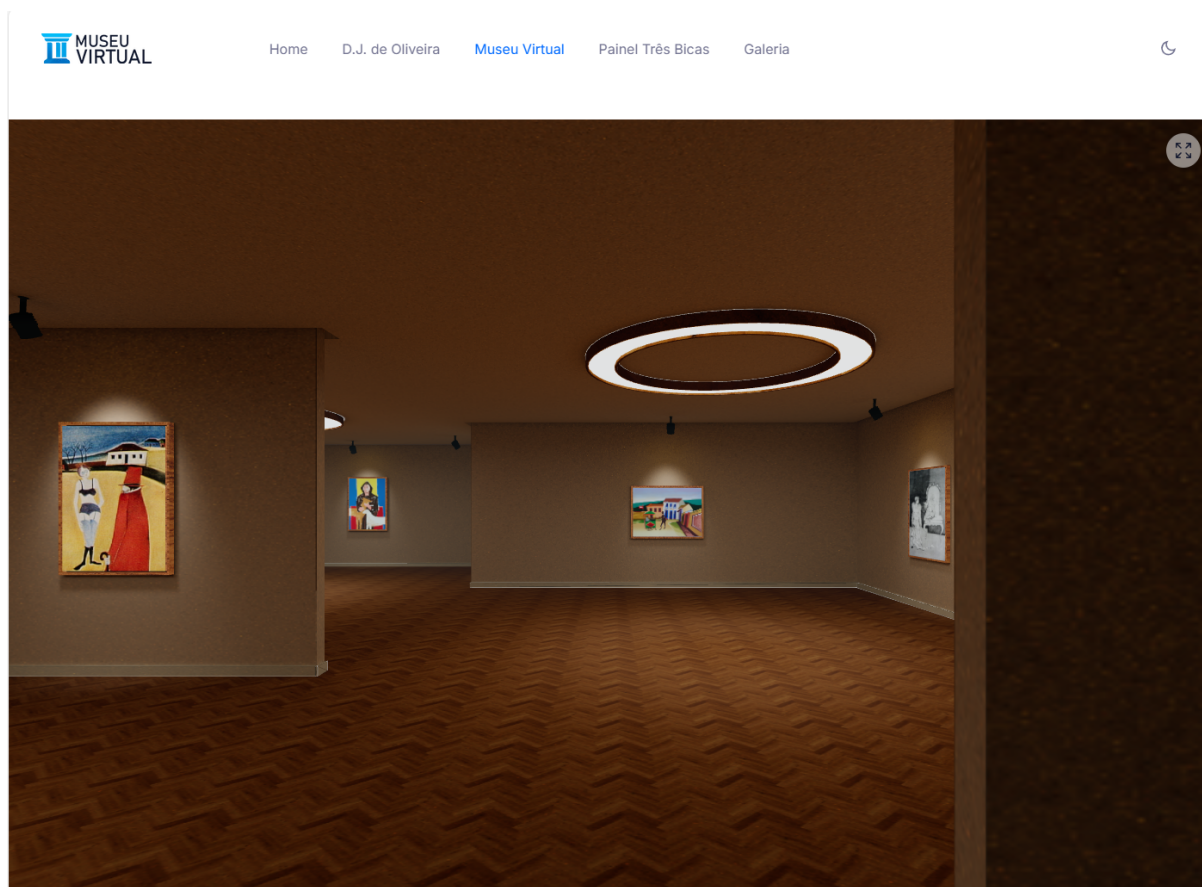


Figura 10 – Vista interna do Museu Virtual, destacando a experiência imersiva e a exposição de obras de arte no site

Seguindo, para o "Painel Três Bicas", uma seção específica que é possível visualizar a praça das 3 bicas em Luziânia com a obra de DJ. Essa organização lógica garante que o visitante possa navegar de forma eficiente, acessando informações da obra, explorando o acervo e compreendendo a iniciativa por trás do museu, Figura 11.

A seção "D.J. de Oliveira" oferece uma biografia, que narra sua vida, influências, técnicas e o impacto de sua obra no cenário artístico brasileiro, particularmente na região de Goiás. Essa contextualização é enriquecida por elementos visuais e textuais que solidificam a compreensão da jornada do artista, Figura 12.

O acervo de obras é apresentado em uma galeria dedicada, que inclui peças emblemáticas do artista. Cada obra é acompanhada por informações pertinentes, permitindo ao visitante aprofundar-se nos detalhes de cada criação. A integração desse conteúdo biográfico e artístico visa não apenas exibir as obras, mas também educar o público sobre a relevância de D.J. de Oliveira, Figura 13.

A experiência imersiva é Um dos pilares deste projeto é o "Museu Virtual" em ambiente 3D. Esta funcionalidade permite que o usuário "mergulhe em uma experiência imersiva", navegando livremente por um espaço virtual que reproduz um ambiente

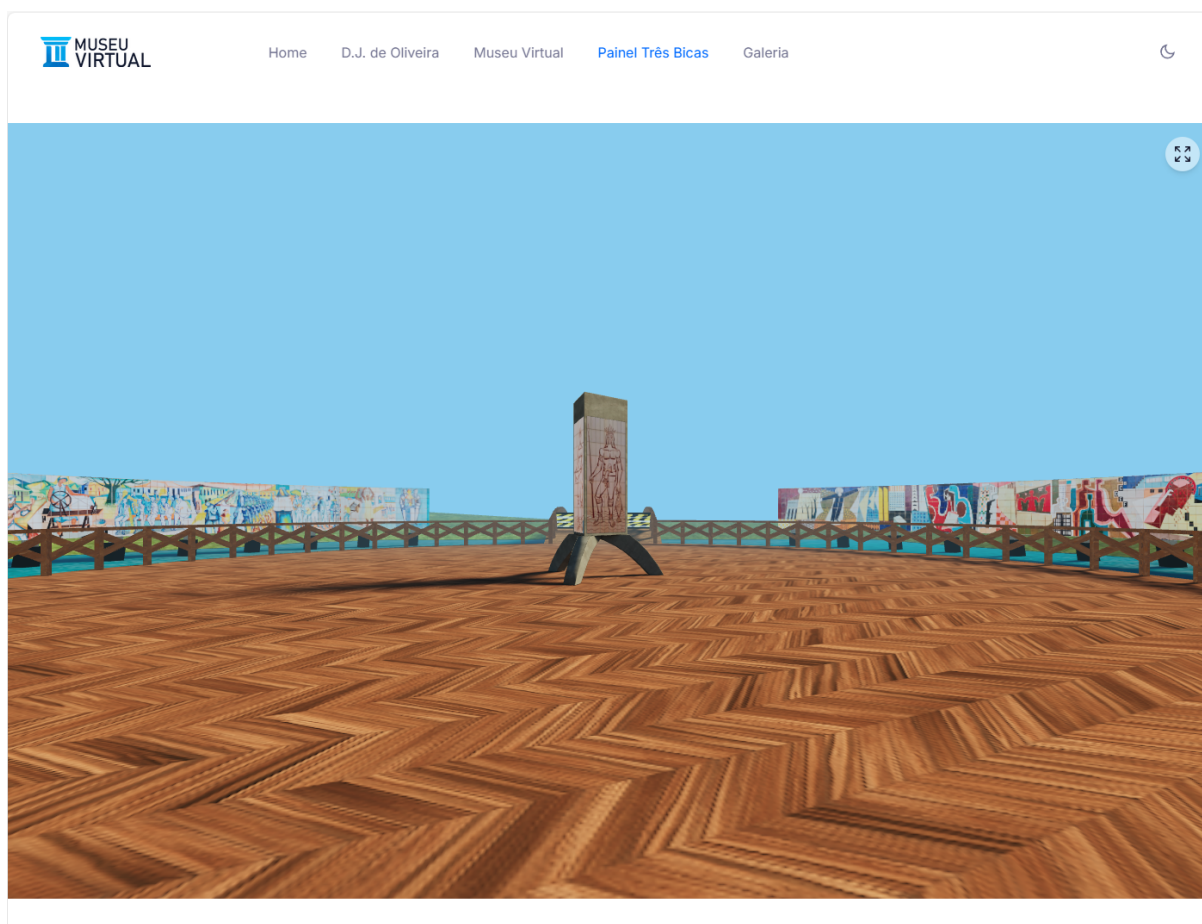


Figura 11 – Vista da Praça Três Bicas estacando a experiência imersiva e a exposição do Painele de arte no site

expositivo. Através da interação com o mouse ou dispositivo de toque, o visitante pode aproximar-se das obras para observar detalhes minuciosos ou afastar-se para obter uma visão panorâmica do espaço.

O design visual do projeto foi concebido com uma estética limpa, moderna e minimalista, priorizando a clareza e a usabilidade. A paleta de cores predominante, baseada em tons neutros e o uso abundante de espaços em branco, direciona o foco para o conteúdo artístico, permitindo que as obras se destaquem. A tipografia escolhida assegura excelente legibilidade em todos os dispositivos, podendo ser alterado para o modo dia e modo noturno.

A interface do usuário é intuitiva, com botões de chamada para ação claros e bem posicionados, como "Ver biografia" e "Começar imersão", que guiam o fluxo de navegação. A consistência no layout e nos elementos visuais entre as diferentes páginas contribui para uma experiência de usuário coesa, refletindo a seriedade e a qualidade do projeto.

As funcionalidades implementadas no website incluem: navegação estruturada entre as seções, exibição de conteúdo biográfico, galeria de obras com miniaturas e informações, e principalmente, um ambiente de museu virtual em 3D interativo. O rodapé do site

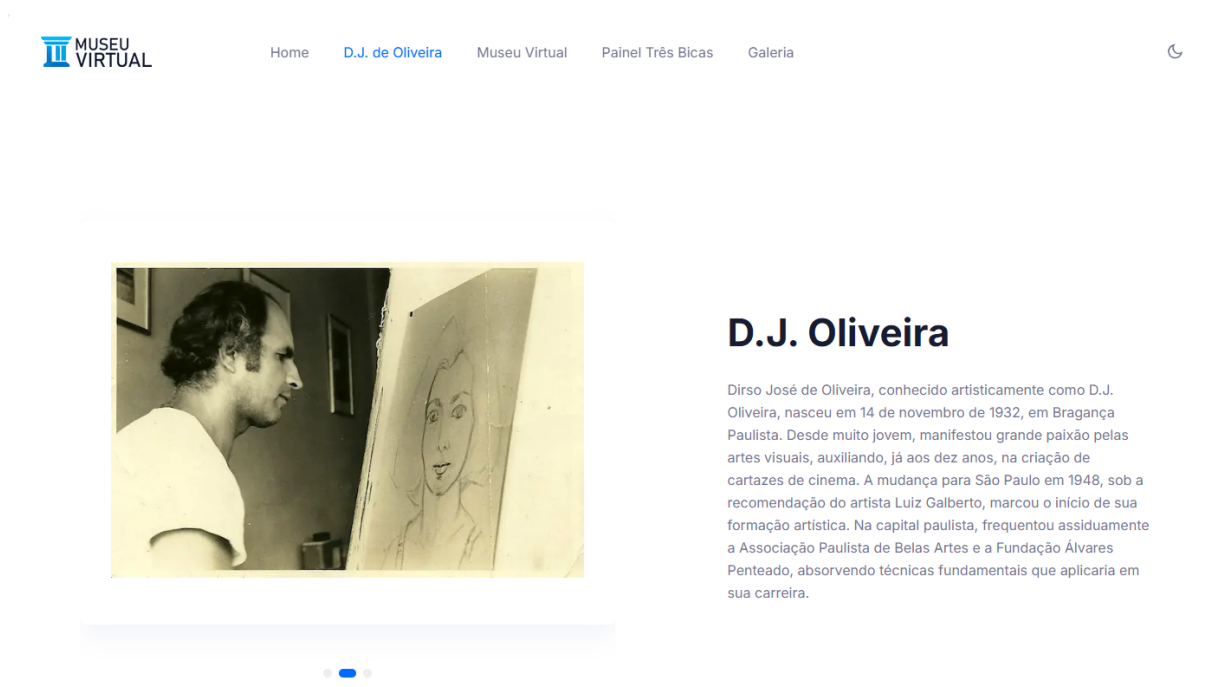


Figura 12 – Tela da seção dedicada à trajetória de D.J. de Oliveira, influências e contribuições ao cenário artístico nacional.

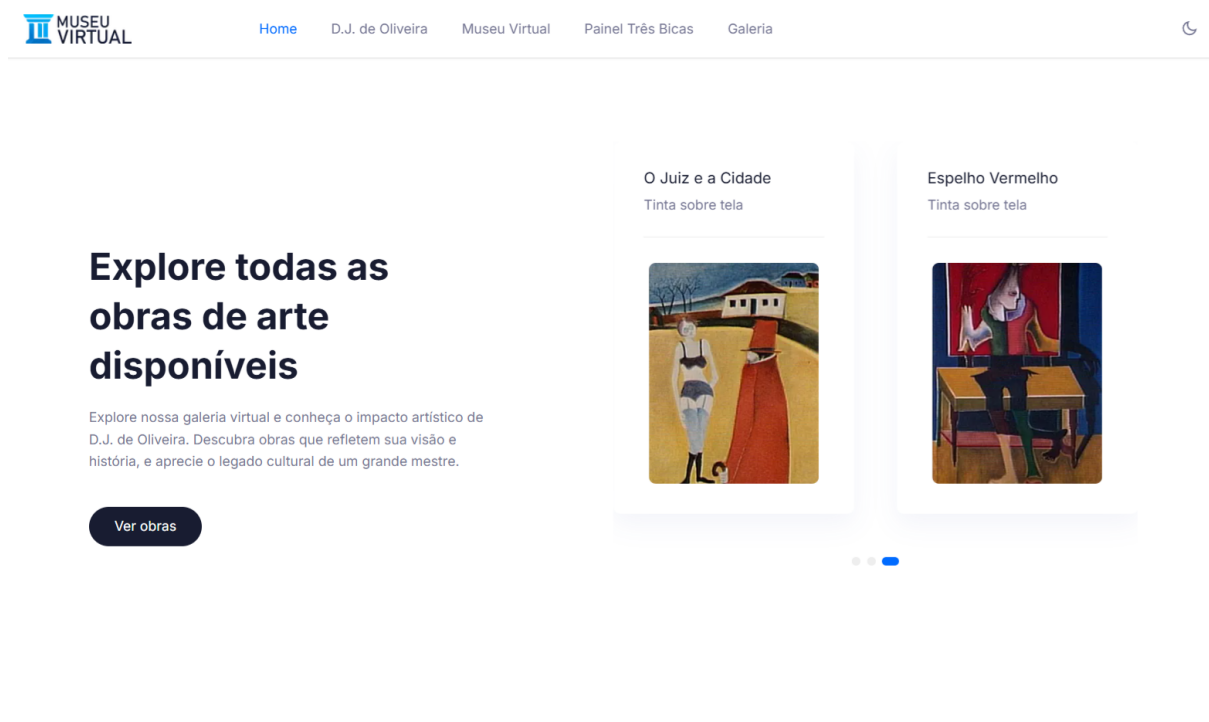


Figura 13 – Tela da seção “Obras” do sistema, apresentando a listagem de obras de arte disponíveis para visualização e interação do usuário.

complementa a experiência, oferecendo "Links Rápidos" para as seções principais.

No ambiente interno, a galeria apresenta um espaço bem iluminado, onde as produções de D.J. Oliveira estão dispostas nas paredes, criando uma atmosfera semelhante à de um museu físico. O jogo de luzes e sombras valoriza cada peça exposta, enquanto a organização do espaço favorece uma visualização clara das pinturas. O ambiente fechado transmite uma sensação de imersão, conduzindo o visitante a uma experiência introspectiva e contemplativa da arte.



(a) Versão desktop.



(b) Versão mobile.

Figura 14 – Visualização do Museu Virtual. Captura de tela da interface principal do ambiente $3D$, onde é possível visualizar as produções expostas..

Já a praça virtual representa um espaço aberto e amplo, onde os murais e painéis estão dispostos de forma acessível ao redor do visitante. O cenário destaca um céu claro e um chão texturizado em madeira, criando um ambiente agradável e convidativo. No centro da praça, um painel se destaca, funcionando como um elemento de referência e atraindo a atenção do observador. As peças distribuídas ao longo da área possibilitam uma experiência diferenciada em relação à galeria fechada, oferecendo uma visão panorâmica da produção artística e da grandiosidade dos murais.

Em suma, o projeto representa uma solução digital completa para a preservação e difusão do legado de D.J. de Oliveira. O projeto foi desenvolvido com foco na usabilidade, no design estético e na inovação tecnológica, proporcionando uma plataforma robusta e envolvente que democratiza o acesso à arte e celebra a contribuição de um notável artista brasileiro.

Esses dois ambientes complementares criam uma experiência rica e dinâmica no acervo digital, permitindo que o visitante explore a arte de D.J. Oliveira em diferentes contextos e perspectivas.

Os resultados preliminares demonstram que a proposta do Museu Virtual de D.J. Oliveira tem potencial para se consolidar como uma ferramenta relevante na preservação digital da arte. A implementação de um ambiente interativo permite não apenas a apreciação das produções, mas também a imersão do usuário em um espaço cultural inovador.



(a) Versão desktop.



(b) Versão mobile.

Figura 15 – Visualização da Praça Virtual em versão desktop. Captura de tela da interface principal do ambiente 3D, onde é possível visualizar as produções urbanas.

4.4 Validação Pedagógica do Museu Virtual

No processo de validação pedagógica, os entrevistados apresentaram visões distintas, mas complementares, que reforçam o potencial do museu virtual como ferramenta educativa. Um dos especialistas destacou que a plataforma pode ser especialmente interessante por permitir a exploração visual dos períodos e processos históricos, contextualizando as obras e promovendo o desenvolvimento estético e crítico dos estudantes. Enfatizou ainda que o conhecimento pode ser construído a partir de diversas fontes, como livros, a tradição oral e as expressões artísticas locais. Por outro lado, outro entrevistado ressaltou que, embora a experiência presencial em museus seja insubstituível, o ambiente virtual amplia o acesso à cultura e proporciona novas possibilidades de vivência e aprendizado no contexto escolar.

Referente à pergunta (2), os entrevistados apresentaram visões divergentes, embora apresentem que concordam com a afirmação. Um deles apontou que a falta de materialidade do ambiente virtual pode limitar a experiência, exigindo esforço extra para relacionar o digital com a vivência real. Já o outro destacou que o estranhamento causado pela mediação tecnológica pode, justamente, provocar a curiosidade e incentivar a investigação dos alunos. Quanto ao uso pedagógico (3), um dos entrevistados destacou o potencial de propostas inovadoras, como o uso de tecnologias imersivas e estratégias de gamificação, para tornar a experiência mais envolvente e interativa. O outro enfatizou o papel do professor como mediador, utilizando o museu virtual para reforçar o sentimento de pertencimento dos alunos, especialmente ao relacionar o conteúdo histórico e artístico com a realidade local dos estudantes.

A respeito da pergunta (4), um dos especialistas enfatizou a importância de promover a autonomia do aluno, permitindo que ele construa seu próprio percurso de aprendizagem e estabeleça relações entre o virtual e sua realidade sociocultural. Outro ressaltou a interatividade, a facilidade de acesso e a possibilidade de desenvolver consciência histórica como elementos centrais para fins educativos. Quanto aos aspectos mais relevantes da experiência proporcionada pelo museu virtual (5), os entrevistados destacaram, em comum, o potencial da imersão como diferencial pedagógico. Convém destacar a relevância

de o *aluno criar e construir o seu próprio conhecimento, o seu próprio caminho para a aprendizagem..* O outro ressaltou a interatividade, a facilidade de acesso e a possibilidade de desenvolver consciência histórica como elementos centrais para fins educativos.

Por fim, os especialistas concordam quanto à relevância do museu virtual para os aprendizados em história e história da arte. Um dos entrevistados destacou que *"guarda virtual pode ser uma possibilidade de que o acesso às reminiscências de uma obra "perdida" não se perca totalmente e, desse modo, contribui para a manutenção de uma memória coletiva tão essencial à construção da identidade local"*. Esse posicionamento reforça o potencial da proposta em alcançar seus objetivos iniciais. Por outro lado, foi feita a ressalva de que algumas obras ainda carecem de elementos descritivos mais detalhados — aspecto que está em desenvolvimento.

4.5 Requisitos Mínimos da Aplicação

De acordo com a documentação oficial da *Three.js*, o requisito principal para execução da biblioteca é o suporte a *WebGL* ou *WebGL2* por parte do navegador ([MR.DOOB; CONTRIBUTORS, 2024](#)).

Para rodar *WebGL* e *WebGL2* no navegador, um dispositivo precisa de uma Unidade de Processamento Gráfico (*GPU*) compatível e *drivers* gráficos atualizados. Para o *WebGL 1.0*, a *GPU* deve suportar *OpenGL ES 2.0* (ou *OpenGL 3.0 / DirectX 9+* em *desktop*), com um mínimo de 512 MB de *VRAM* e 2 GB de *RAM* do sistema. Já o *WebGL 2.0* exige suporte a *OpenGL ES 3.0* (ou *OpenGL 3.3 / DirectX 11+*), sendo recomendado 1 GB ou mais de *VRAM* e, idealmente, 4 GB de *RAM* do sistema, podendo chegar a 8–16 GB para aplicações mais exigentes.

Embora não haja um requisito mínimo estrito para a *CPU*, uma *CPU* relativamente moderna é necessária para um desempenho fluido em aplicações complexas, devido ao *overhead* do *JavaScript*. Além disso, é crucial que os *drivers* gráficos estejam atualizados e não estejam em listas mantidas pelos desenvolvedores de navegadores (como *Chrome* e *Firefox*) que contêm *drivers* de *GPU* conhecidos por apresentarem problemas de instabilidade, *bugs* ou falhas de segurança. Também é necessário que a aceleração de hardware esteja ativada no navegador para garantir o uso da *GPU* e evitar a renderização por *software* ([KHRONOS, 2025](#)), ([ANDROID, 2025](#)), ([CANIUSE, 2025](#)).

4.6 Documentação da Aplicação

Este projeto foi desenvolvido com base nas diretrizes e especificações contidas nos seguintes documentos:

- **Documento de Arquitetura de Software (DAS):** Descreve a estrutura de com-

ponentes, tecnologias, padrões arquiteturais e aspectos de qualidade e escalabilidade da aplicação.

- **Especificação de Requisitos de Software (ERS):** Define as funcionalidades, características, restrições e requisitos necessários para o desenvolvimento do sistema.

A arquitetura do Museu Virtual de D.J. Oliveira adota um estilo de microfrontends , composto por duas aplicações web integradas: uma principal, desenvolvida com *Next.js* para a interface institucional , e um módulo de visualização 3D separado, criado com *Three.js*. Este módulo 3D é incorporado à aplicação principal por meio de um *iframe* , garantindo o desacoplamento e a independência no desenvolvimento e manutenção. A comunicação entre os componentes ocorre exclusivamente via *iframe* , e o sistema é estilizado com *TailwindCSS* e integra acessibilidade com VLibras. Restrições incluem a necessidade de navegadores compatíveis com *WebGL* e conexão à internet , com a renderização 3D isolada para otimização de performance. ²

² A documentação pode ser acessada em: <https://github.com/calexdev-hub/project-museum-3d/tree/main/documentacao>

5 ANEXOS

Catálogo das obras levantadas e organizadas no decorrer da pesquisa para compor o acervo digital deste projeto.



Figura 16 – Pequenos Saltimbancos



Figura 17 – Dama do Biombo Azul



Figura 18 – Espelho Vermelho



Figura 19 – O Juiz e a Cidade (Série)



Figura 20 – Entardecer



Figura 21 – O Pregador



Figura 22 – Crucificação



Figura 23 – Ouro Preto

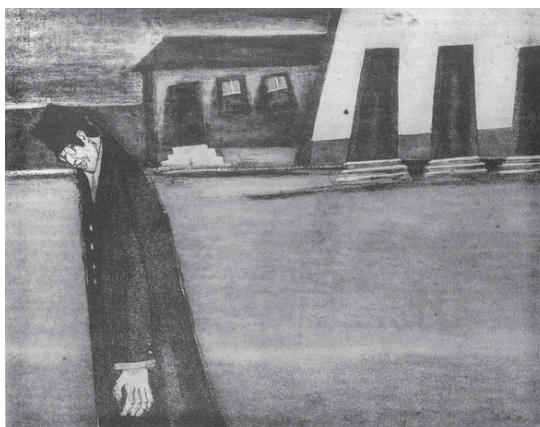


Figura 24 – O Rio das Almas



Figura 25 – Casario em Pirenópolis



Figura 26 – A Bolandeira



Figura 27 – Casario em Goiás



Figura 28 – Casario em Goiás



Figura 29 – Casario em Goiás



Figura 30 – Casario em Goiás



Figura 31 – Quadro 1



Figura 32 – Quadro 2



Figura 33 – Quadro 3



Figura 34 – Quadro 4



Figura 35 – Quadro 5



Figura 36 – Quadro 6



Figura 37 – Quadro 7



Figura 38 – Quadro 8



Figura 39 – Quadro 9



Figura 40 – Quadro 10



Figura 41 – Quadro 11

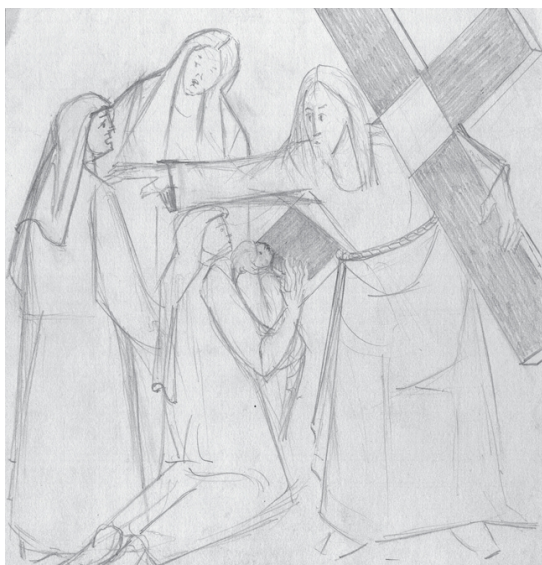


Figura 42 – Quadro 12



Figura 43 – Quadro 13

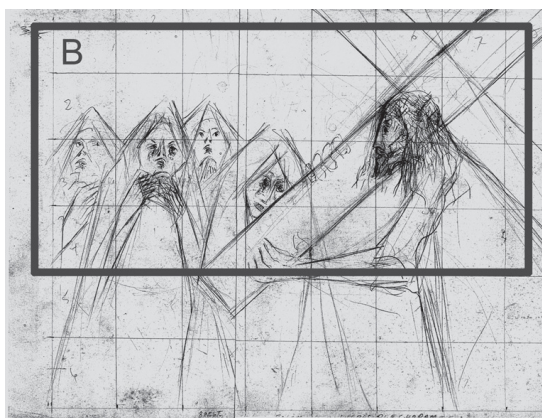


Figura 44 – Quadro 14



Figura 45 – Quadro 15

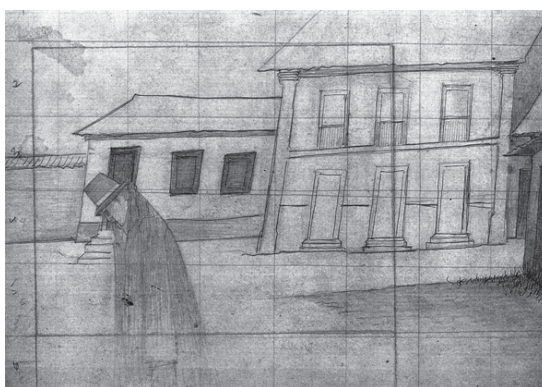


Figura 46 – Quadro 16



Figura 47 – Quadro 17

6 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÃO

O presente trabalho dedicou-se ao desenvolvimento de um Museu Virtual sobre as obras do muralista D.J. de Oliveira em Goiás . O processo de criação seguiu uma abordagem estruturada, desde a pesquisa e planejamento iniciais até a publicação final do ambiente digital.

A metodologia empregada garantiu a fidelidade visual das obras e a interatividade da plataforma. As etapas incluíram a coleta e pós-processamento de imagens de obras existentes em acervos e catálogos históricos, garantindo a qualidade necessária para a aplicação em texturas 3D. A modelagem tridimensional foi realizada utilizando o software Blender, permitindo a recriação digital dos espaços do museu e das próprias obras artísticas. A texturização e a aplicação de materiais e iluminação contribuíram para o realismo visual do ambiente.

Para a implementação do Museu Virtual, foram utilizadas as tecnologias *Three.js* para a renderização 3D e *NextJS* para a estruturação da interface web, o que possibilitou uma navegação interativa e a exploração das obras em diferentes ângulos . Otimizações de desempenho foram aplicadas para assegurar uma experiência fluida em diversos dispositivos.

Testes e validações foram cruciais para analisar aspectos como desempenho, compatibilidade e usabilidade. Quaisquer problemas identificados resultaram em retornos às fases anteriores para refinamento do projeto. Finalmente, o museu virtual foi publicado e disponibilizado ao público, visando à acessibilidade e à estabilidade do sistema, bem como à ampliação do alcance e promoção do legado artístico de D.J. de Oliveira .

Em suma, este projeto demonstra o potencial das tecnologias digitais na preservação e difusão do patrimônio cultural, oferecendo uma experiência imersiva e acessível que contribui para a valorização da memória artística local.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, S. et al. Modern web-development using reactjs. *International Journal of Recent Research Aspects*, v. 5, n. 1, p. 133–137, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- AL-ANSI, A. M.; JABOUB, M.; GARAD, A.; AL-ANSI, A. Analyzing augmented reality (ar) and virtual reality (vr) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, Elsevier, v. 8, n. 1, p. 100532, 2023. Citado na página 32.
- ANDROID. *About OpenGL ES - Android Developers*. 2025. Accessed: 2025-07-23. Disponível em: <<https://developer.android.com/develop/ui/views/graphics/opengl/about-opengl>>. Citado na página 47.
- BALLAMUDI, V.; LAL, K.; DESAMSETTI, H.; DEKKATI, S. Getting started modern web development with next.js: an indispensable react framework. *Digitalization & Sustainability Review*, v. 1, n. 1, p. 1–11, 2021. Citado na página 28.
- Blender Foundation. *Blender 4.2 Manual*. [S.l.], 2024. [Accessed 06-09-2024]. Disponível em: <<https://blender.org>>. Citado na página 27.
- CANIUSE. *WebGL 2.0 / Can I use... Support tables for HTML5, CSS3, etc - CanIUse*. 2025. Accessed: 2025-07-23. Disponível em: <<https://caniuse.com/webgl2>>. Citado na página 47.
- CHEN, S.; THADURI, U. R.; BALLAMUDI, V. K. R. Front-end development in react: an overview. *Engineering International*, v. 7, n. 2, p. 117–126, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 30.
- CONTE, T.; MENDES, E.; TRAVASSOS, G. H. Processos de desenvolvimento para aplicações web: Uma revisão sistemática. In: *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Multimedia and Web (WebMedia 2005)*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 1, p. 107–116. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- DIRKSEN, J. et al. *Three.js essentials*. [S.l.]: Packt Publishing, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- DUMBRA, C. N. P.; ARRUDA, E. P. Museus interativos: interfaces entre o virtual e o ensino de história. *OPIS*, v. 13, n. 1, p. 120–136, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- GENTIL, I. P. S. et al. Os novos panoramas da arte na era digital: da sacralidade artística a inventividade pelas redes sociais. Florianópolis, SC., 2023. Citado na página 15.
- KHRONOS, G. *WebGL™ - Khronos Group*. 2025. Accessed: 2025-07-23. Disponível em: <<https://www.khronos.org/webgl/>>. Citado na página 47.
- KOTHE, F. R. Dj oliveira e as máscaras. *Paranoá*, Brasília, v. 2, n. 2, 2018. Acesso em: 10 jul. 2025. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10504>>. Citado na página 23.

- LAZUARDY, M. F. S.; ANGGRAINI, D. Modern front end web architectures with react.js and next.js. *Research Journal of Advanced Engineering and Science*, v. 7, n. 1, p. 132–141, 2022. Citado na página 29.
- MOREIRA, P. M. *Tecnologias imersivas na educação: estudos de caso de aplicação de realidade virtual para aprendizado e treinamento na educação superior*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2021. Citado na página 32.
- MR.DOOB; CONTRIBUTORS. *Three.js Documentation – Creating a scene*. 2024. Accessed: 2025-07-23. Disponível em: <<https://threejs.org/docs/#manual/en/introduction/Creating-a-scene>>. Citado na página 47.
- RUBENS, T. D. M. Digitalização do patrimônio cultural baseado em escaneamento de alta resolução. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.
- SANDY, D. D. Visita virtual ao museu nacional: o uso da tecnologia na preservação da memória e fortalecimento da identidade brasileira. *Caderno Intersaberes*, v. 12, n. 38, p. 211–219, 2023. Citado na página 15.
- SAWICKI, B.; CHABER, B. Efficient visualization of 3d models by web browser. *Computing*, Springer, v. 95, n. Suppl 1, p. 661–673, 2013. Citado na página 26.
- SILVA, J. Á. d. Dj oliveira e a paisagem de luziânia no painel três bicas. 2010. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 18.
- SOBRAL, D. D. j. oliveira e a poética medieval: nota sobre as obras do artista no acervo ufg. *Revista UFG*, Goiânia, XIII, n. 12, jul. 2012. Acesso em: 10 jul. 2025. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/download/48426/23759/202441>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- SOLANGE, A.; MULLER, F.; BERNARDI, G.; DALSSASSO, P.; CARVALHO, H. Museu virtual 3d da história da computação. Citado 3 vezes nas páginas 23, 24 e 25.
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. 10. ed. [S.l.]: Pearson, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 31.
- VOSS, G. B.; NUNES, F. B.; HERPICH, F.; MEDINA, R. D. Ambientes virtuais de aprendizagem e ambientes imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 24, n. 1, p. 12. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.