

Preservação arquitetônica: uma revisão sistemática sobre o uso de modelagem 3D

Architectural preservation: a systematic review on the use of 3D modeling

Lúcio Tiago Maurilo Torres*, Marcos Paulo Cereto**, Augusto César Barreto Rocha***, Sílvio Lasmar dos Santos****

*Universidade Federal do Amazonas, Brasil, lucio.torres@ufam.edu.br

**Universidade Federal do Amazonas, Brasil, mcereto@ufam.edu.br

***Universidade Federal do Amazonas, Brasil, augusto@ufam.edu.br

****Universidade Federal do Amazonas, Brasil, silvio.santos@ufam.edu.br

usjt
arq.urb

número 41 | abr - dez de 2026

Recebido: 17/04/2024

Aceito: 04/03/2026

DOI: [10.37916/arq.urb.vi41.733](https://doi.org/10.37916/arq.urb.vi41.733)



Palavras-chave:

Documentação Digital.
Patrimônio Digital.
Reconstrução Digital.

Keywords:

Digital Documentation.
Digital Heritage.
Digital Reconstruction.

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre a aplicação da Modelagem Tridimensional (3D) na preservação digital do patrimônio arquitetônico. Foram analisadas 88 publicações coletadas nos buscadores Google Scholar e Scopus, seguindo critérios para seleção, resultando na escolha de 16 estudos relevantes. A modelagem 3D surge como uma ferramenta essencial, permitindo a recriação virtual de edifícios históricos e a documentação digital. Além disso, a técnica viabiliza tours virtuais imersivos, ampliando o acesso e apreciação do patrimônio arquitetônico. No entanto, desafios como a obtenção de dados precisos e a otimização dos modelos para uma experiência interativa são destacados. A colaboração interdisciplinar entre arquitetos, historiadores e especialistas em tecnologia é crucial para superar obstáculos da produção de um banco de dados. Em última análise, a preservação digital do patrimônio arquitetônico é um campo em constante evolução, impulsionado pelas inovações tecnológicas, e a modelagem tridimensional desempenha um papel fundamental na conservação da memória arquitetônica para as gerações futuras.

Abstract

This article presents a systematic review on the application of Three-Dimensional (3D) Modeling in the digital preservation of architectural heritage. Eighty-eight publications collected in the Google Scholar and Scopus search engines were analyzed, following strict selection criteria, resulting in the selection of 16 relevant studies. Three-dimensional modeling has emerged as an essential tool, allowing for the accurate virtual recreation of historic buildings and the documentation of structures that no longer physically exist. In addition, the technique enables immersive virtual tours, expanding access to and appreciation of architectural heritage. However, challenges like obtaining accurate data and optimizing models for an interactive experience are highlighted. Interdisciplinary collaboration between architects, historians, and technology experts is crucial to overcoming these obstacles. Ultimately, the digital preservation of architectural heritage is an ever-evolving field, driven by technological innovations, and three-dimensional modeling plays a key role in conserving architectural memory for future generations.

1. Introdução

A preservação do patrimônio arquitetônico é uma preocupação essencial para a conservação da história, cultura e identidade de uma sociedade. Em um curto período, a complexidade e a necessidade de estratégias inovadoras na preservação arquitetônica tornaram-se cada vez mais evidentes. Nesse contexto, a evolução tecnológica desempenha um papel significativo, proporcionando ferramentas avançadas para a representação e estudo de projetos. Tratando-se de atividades complexas como a preservação e o restauro, Rodrigues e Kempter (2021) afirmam que essas novas ferramentas tecnológicas proporcionam eficiência e rapidez na documentação.

Entre as técnicas emergentes, a Modelagem Tridimensional (3D) tem sido uma aliada promissora. A literatura destaca três abordagens principais nesse campo: a fotogrametria, o escaneamento a laser e a modelagem da informação (BIM). Santos e Santos (2022) evidenciam que a fotogrametria atua como um meio vital de propagação da informação, permitindo a obtenção de representações métricas e materiais do objeto de estudo através de capturas digitais. Já o escaneamento 3D a laser, conforme abordado por Bononi e Silva (2020), utiliza a geração de nuvens de pontos para representar superfícies de objetos históricos com alta precisão, oferecendo uma alternativa valiosa para o registro e gerenciamento de edifícios que não estão fisicamente disponíveis ou acessíveis. Avançando para a gestão da informação, o processo conhecido como *Scan-to-BIM* (do escaneamento para a Modelagem da Informação da Construção) integra esses levantamentos a modelos paramétricos. Canuto e Salgado (2020), ao apresentarem o Modelo BIM do Palácio Gustavo Campanema, demonstram como essas ferramentas digitais contribuem não apenas para a representação geométrica, mas para a preservação integral do patrimônio cultural arquitetônico moderno.

Para fundamentar teoricamente essas práticas, é necessário compreender o conceito de Patrimônio Digital. Esta vertente inovadora possibilita a conservação de obras que, embora possam não existir mais fisicamente, continuam relevantes na memória coletiva. De La Torre e Martau (2022) cunharam o termo “Patrimônio Irreal” para referir-se a obras mantidas através de registros digitais. A reconstrução digital, processo dinâmico de criação de modelos virtuais, possibilita a recriação de espaços perdidos. Dias e Cuperschmid (2019) afirmam que esses métodos abrem novas

possibilidades para a preservação da memória, enquanto Silva e Groetelaars (2019) destacam a importância desses modelos para ambientes virtuais interativos em 3D. Indissociável desse processo é a Documentação Digital, que abrange desde documentos nativamente digitais até a digitalização de materiais analógicos, desempenhando, aliada à curadoria digital (Godoi e Silva e Costa, 2021), um papel fundamental na disseminação e acesso público aos acervos culturais.

Com o objetivo de analisar o estado da arte dessas aplicações, o presente estudo adotou uma abordagem de revisão sistemática, seguindo a metodologia desenvolvida por Azevedo et al. (2023) e orientada pelas diretrizes estabelecidas na declaração PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). O levantamento foi realizado nas bases de dados *Google Scholar* e *Scopus*, abrangendo periódicos de relevância nacional e internacional, com um recorte temporal definido entre 2018 e 2023.

O processo de revisão foi conduzido em quatro fases distintas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. Na fase de identificação, a estratégia de busca baseou-se no acrônimo PICo, utilizando palavras-chave combinadas com operadores booleanos, tais como: “Patrimônio Digital” AND “Arquitetônico”; “Patrimônio Digital” AND “Modelagem 3D”; e “Patrimônio Digital” OR “Patrimônio Virtual”. Critérios de inclusão restringiram a seleção a artigos de pesquisa científica e revisões sistemáticas publicados em português e inglês, excluindo documentos incompletos, como resumos expandidos e relatórios técnicos não indexados. Após a análise de títulos e resumos na fase de elegibilidade, foram excluídos estudos que fugiam do escopo da preservação digital e da aplicação da modelagem tridimensional. Esse rigor metodológico resultou na seleção final de 16 artigos relevantes, cuja análise quantitativa e qualitativa fundamenta as discussões apresentadas nas seções seguintes.

2. Estudos de casos

Para ilustrar a aplicação prática das tecnologias de modelagem e documentação digital no Brasil, selecionaram-se estudos que abordam diferentes tipologias e desafios de preservação: a reconstrução virtual de um patrimônio ferroviário no Paraná, a documentação de um bem colonial em Alagoas e a modelagem da informação de um ícone moderno no Rio de Janeiro.

2.1 Reconstrução digital da Estação Saudade (Ponta Grossa – PR)

O estudo desenvolvido por Fratus e Andrade (2019) aborda a reconstrução digital da Estação Saudade, originalmente denominada Estação São Paulo – Rio Grande. Inaugurada em 1900 e ampliada em 1908, a edificação foi classificada na época como uma estação de primeira classe, destacando-se por suas características arquitetônicas de vertentes neoclássicas e *art nouveau*. O edifício, tombado como Patrimônio Cultural do Paraná em 1990, serviu historicamente como um importante entroncamento ferroviário, inclusive para o trem internacional Itararé-Uruguaí.

A iniciativa de reconstrução caracterizou-se como um exercício acadêmico, realizado por alunos da disciplina de Computação Gráfica, visando preservar a memória do edifício durante o período em que se encontrava fechado para restauro. A metodologia baseou-se no uso de fotografias antigas e recentes como referência para a modelagem 3D, utilizando o software gratuito *Blender* e o renderizador *Cycles*. A equipe coletou dados históricos através de visitas *in loco*, consultas à Casa da Memória Paraná e acervos particulares, além do uso do *Google Maps* para vistas em 360° e medições preliminares.

O processo de texturização e iluminação buscou o realismo físico (PBR – *Physically Based Rendering*), simulando materiais e a interação da luz para garantir fidelidade visual (Figura01).



Figura 01. Renderização da Estação Saudade utilizando o renderizador *Cycles*. Fonte: Fratus e Andrade (2019, p.03).

Como trabalho futuro, os autores apontam a criação de simulações em tempo real via *engine Unity*, com o objetivo de democratizar o acesso ao monumento através de navegadores web, permitindo que o usuário caminhe digitalmente pela reconstrução.

2.2 Documentação digital da Igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens (Coqueiro Seco – AL)

Rodrigues e Agostinho (2020) apresentam a documentação da Igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens, datada de 1790 e considerada um dos exemplares mais antigos da arquitetura religiosa de Alagoas. O edifício destaca-se por sua implantação no alto de uma colina e por sua volumetria robusta e imponente, com frontão e torres sineiras ornamentados com azulejaria de origem portuguesa.

O trabalho insere-se em um contexto de tensão urbana e gestão patrimonial. Após a publicação do tombamento federal provisório em 2011, que inscreveu o bem nos Livros do Tombo de Belas Artes e Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico, estabeleceram-se diretrizes rigorosas de preservação. Tais medidas geraram debates com a população local, que desejava alterar o gabarito das edificações do entorno, o que poderia comprometer a visibilidade e a ambiência histórica da igreja.

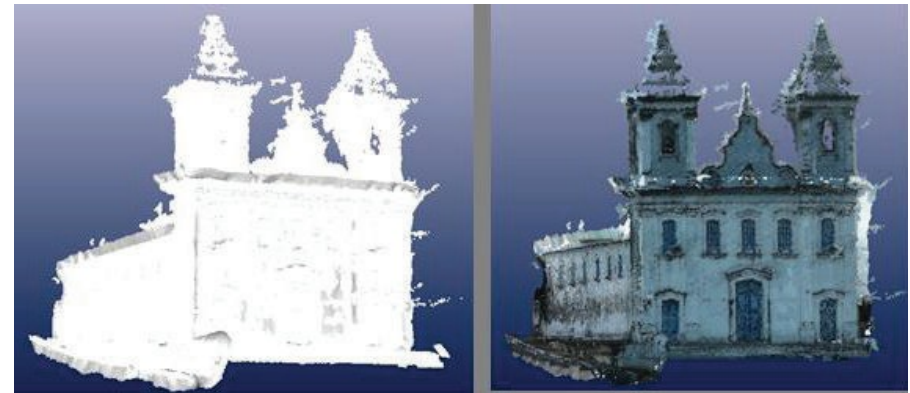


Figura 02. Modelo geométrico da igreja: Malha TIN sem e com aplicação de textura. Fonte: Rodrigues e Agostinho (2020,p.35).

Nesse cenário, a documentação digital serviu como registro do estado de conservação anterior à intervenção de restauro prevista. O objetivo foi realizar o levantamento cadastral e a caracterização histórica do bem através da coleta de dados *in loco*, utilizando técnicas mistas de fotogrametria (automatizada DSM e interativa) e vetorização em CAD (Figura 02).

O estudo demonstra que, com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), o armazenamento e o acesso aos dados arquitetônicos tornam-se vitais para mediar conflitos de preservação e garantir que a memória do edifício e de seu entorno protegido permaneça acessível às futuras gerações.

2.3 Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema (Rio de Janeiro – RJ)



Figura 3. Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema – Fachada Norte. Fonte: Canuto e Salgado (2020, p.109).

Complementando o panorama, Canuto e Salgado (2020) exploram a preservação do patrimônio moderno através da modelagem do Palácio Gustavo Capanema (1937-1945). Diferente dos casos anteriores, este estudo foca na plataforma BIM (*Building Information Modeling*) como meio de centralizar a documentação histórica dispersa. Apesar das inovações arquitetônicas e de engenharia do edifício, os autores identificaram lacunas de dados e incoerências nos desenhos originais, sugerindo a necessidade futura de levantamentos com escaneamento a laser para aprimorar a precisão do modelo HBIM (*Historic BIM*) para fins de manutenção e monitoramento (Figura 03).

3. Tecnologias digitais para representação do patrimônio arquitetônico: estudo de métodos para modelagem geométrica

O estudo de Silva e Groetelaars (2019) discute a modelagem de edificações históricas e a criação de ambientes virtuais interativos (AVIs) utilizando tecnologias digitais. O estudo mostra as possibilidades da produção de modelos geométricos adequados à reconstrução digital das edificações e discute a importância de incorporação de modelos leves para o processamento em tempo real, de forma a garantir a sensação de presença e controle do ambiente.

O artigo destaca que a utilização de texturas realistas pode substituir volumes e causar a sensação de profundidade em superfícies planas, o que é importante para se obter modelos mais leves. É mencionado também que o estudo das técnicas de textura, iluminação e renderização no game engine são de fundamental importância para o desenvolvimento de aplicações de AVI.

O estudo apresentado no artigo contribui para a otimização das etapas de desenvolvimento de AVIs e destaca a importância de equilibrar a qualidade gráfica e a velocidade das aplicações para atingir o objetivo de transportar o usuário para uma realidade virtual, onde ele possa executar ações e se sentir pertencente àquele ambiente. No geral, o artigo oferece uma visão geral sobre o uso de tecnologias digitais na criação de ambientes virtuais interativos e discute algumas ferramentas e técnicas que podem ser utilizadas nesse processo.

4. Resultados e discussões

4.1 Análise quantitativa e seleção dos estudos

Durante a fase inicial da pesquisa, foram levantadas 88 publicações relacionadas ao tema de interesse, utilizando os motores de busca do Google Scholar e Scopus. Nessa primeira abordagem, foram aplicados critérios de seleção, como: a restrição do idioma das publicações, sendo considerados apenas artigos redigidos em português e inglês, a fim de assegurar a compreensão integral do conteúdo. Em seguida, foram priorizados os artigos científicos e de revisão, visando a obtenção de informações fundamentadas em evidências robustas e analiticamente embasadas. Além disso, um critério temporal foi adotado, limitando o período de publicação das obras entre os anos de 2018 a 2023. Tal delimitação temporal visou garantir que os estudos incluídos na revisão estivessem alinhados com as tendências e avanços mais recentes na área de interesse. Essa abordagem visa proporcionar um panorama atualizado e relevante sobre o tópico investigado.

Ano de publicação

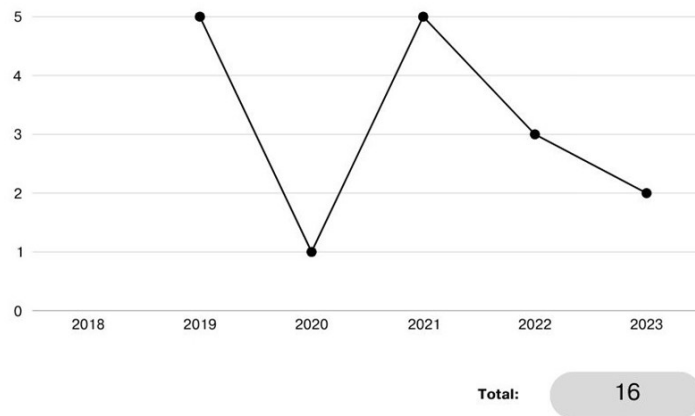


Figura 4. Ano de publicação. Fonte: Autores.

Para refinar ainda mais a seleção dos artigos que seriam a base desta revisão sistemática, aplicou-se outros métodos de seleção. Nas leituras dos temas e dos

resumos de tais artigos, verificou-se a consonância dos temas. De forma a identificar a utilização dos mesmos termos ou sinônimos, na língua portuguesa e/ou inglesa. Com isso, culminou na seleção de 16 publicações que atenderam a todos os requisitos estabelecidos (Figura 04). Essa seleção representa uma amostra significativa de estudos que fornecem contribuições valiosas para o entendimento do tema abordado.

A partir dessa seleção final, constatou-se o número de publicações por ano. Sendo que em 2018 não houve artigos relevantes a esta pesquisa, já em 2019 e 2021 foram os anos que mais tiveram publicações, totalizando 5 cada, indicando um interesse crescente na área nesses períodos específicos. Logo em seguida vem o ano de 2022 com três publicações, o ano de 2023 com duas e o de 2020 com apenas uma.

Verificou-se, também, os tipos de estudos produzidos. Destacando-se os tipos: Estudo de caso, Artigos científicos e Artigos de Revisão. Sendo encontrados 7 Estudos de Caso, 7 Artigos Científicos e 2 de Revisão (Figura 5). A predominância de estudos de caso e artigos científicos sugere uma ênfase na aplicação prática e na pesquisa a respeito de preservação digital do patrimônio arquitetônico.

Tipos de pesquisa

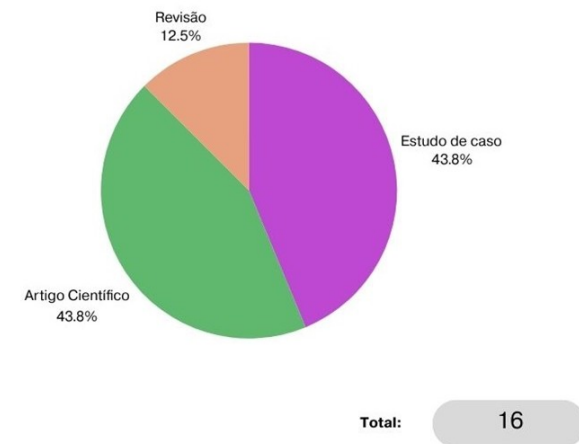


Figura 5. Tipos de pesquisa. Fonte: Autores.

Essas tendências identificadas nos estudos podem influenciar futuras pesquisas, indicando áreas de interesse e lacunas de conhecimento que merecem investigação adicional. Por exemplo, a predominância de estudos de caso pode sugerir a necessidade de mais pesquisas que demonstrem a aplicação prática de técnicas e ferramentas de preservação digital em contextos específicos. Da mesma forma, o aumento do número de publicações em determinados anos pode refletir o surgimento de novas tecnologias ou abordagens metodológicas que estão impulsionando o avanço da área.

Assim, a análise quantitativa dos resultados revela não apenas a amplitude da literatura disponível, mas também a precisão com a qual os critérios de seleção foram aplicados. Isso confere à revisão sistemática um caráter abrangente e confiável, destacando-se como uma fonte de referência valiosa para pesquisadores, profissionais e interessados na área de estudo em questão.

Em resumo, a análise dos resultados da pesquisa fornece insights sobre o estado atual da preservação digital do patrimônio arquitetônico, e também orienta o desenvolvimento futuro da área, destacando áreas-chave para investigação e inovação.

4.2 Técnicas, softwares e equipamentos utilizados

Nesta revisão sistemática, foram identificadas diversas técnicas e ferramentas empregadas na preservação arquitetônica por meio da documentação digital e a utilização da modelagem geométrica tridimensional. Abaixo, com base nos estudos coletados, apresentamos uma compilação das principais abordagens adotadas:

Fotogrametria:

Softwares: RolleiMetric MSR, PhotoModeler, 123D Catch da Autodesk, PhotoScan (Metashape), Recap da Autodesk, VisualSFM, Meshlab.

Equipamento: Drone para escaneamento 3D.

Tour virtual:

Softwares: SketchUp, V-Ray, A-Frame, Glitch.

Equipamentos: Óculos VR.

Modelagem 3D, audiovisual e renderização:

Softwares: SketchUp, 3ds Max, Corona Renderer, Photoshop, Blender, Revit.

Estas técnicas e ferramentas representam um conjunto diversificado de abordagens utilizadas para a preservação e documentação digital do patrimônio arquitetônico, demonstrando a riqueza e complexidade das estratégias empregadas na área.

5. O papel fundamental da modelagem tridimensional na preservação digital do patrimônio arquitetônico

A preservação digital do patrimônio arquitetônico é um campo em constante evolução, impulsionado pelo avanço das tecnologias digitais. Uma das técnicas mais proeminentes e eficazes nesse contexto é a modelagem tridimensional. Esta técnica desempenha um papel crucial na captura e recriação virtual de edificações históricas, permitindo a conservação de estruturas que, por diversas razões, foram demolidas ou alteradas de seu estado físico original. Outrossim, a modelagem geométrica é parte integrante da criação e documentação de um acervo digital, De La Torre e Martau (2022) trata isso como um quesito importante à arquitetura.

Nesse sentido, diretrizes internacionais como a Carta de Londres (2009) tornam-se fundamentais para garantir a integridade intelectual da visualização computadorizada do patrimônio cultural. O documento estabelece princípios para que a reconstrução digital não vise apenas a criação de imagens realistas, mas assegure que os métodos computacionais aplicados sejam transparentes e baseados em evidências históricas sólidas, validando a modelagem 3D como uma ferramenta de pesquisa científica rigorosa.

A modelagem tridimensional envolve a criação de representações virtuais precisas e detalhadas de edifícios, como dizem Batista, Lacerda, Carneiro e Leal (2023), é a representação gráfica fidedigna dos projetos arquitetônicos. Fazendo-se uso de softwares especializados, como 3ds max, Blender, Sketchup, entre outros; e técnicas como a fotogrametria, digitalização a laser e a utilização de drones para a captura de imagens das estruturas físicas. Essas representações tridimensionais fornecem uma base sólida para a documentação digital do patrimônio arquitetônico, possibilitando o estudo minucioso de detalhes arquitetônicos e estruturais.

Uma das grandes vantagens da modelagem 3D é sua capacidade de recriar edifícios que foram danificados, destruídos ou passaram por alterações significativas ao longo do tempo, Batista et al (2023). Através da modelagem, é possível visualizar e explorar virtualmente a arquitetura original, proporcionando uma compreensão mais profunda de sua história e significado cultural.

Além disso, a modelagem tridimensional facilita a criação de tours virtuais, onde os usuários podem explorar os espaços de forma imersiva e interativa, Silva e Groetelaars (2021). Isso amplia as possibilidades de acesso ao patrimônio arquitetônico, permitindo que pessoas de todo o mundo explorem e apreciem essas estruturas, mesmo que estejam geograficamente distantes.

A técnica também desempenha um papel crucial na preservação do chamado "patrimônio irreal", termo usado por De La Torre e Martau (2022), que se refere a edifícios modernos que deixaram de existir fisicamente, mas que podem ser documentados digitalmente para fins de conservação e divulgação. Essas estruturas, muitas vezes projetos não realizados ou que sofreram alterações significativas, continuam a fazer parte do imaginário arquitetônico e cultural, graças à documentação digital.

Portanto, a modelagem tridimensional emerge como uma ferramenta, e também técnica, indispensável na preservação digital do patrimônio arquitetônico. Ao permitir a recriação virtual precisa de edifícios históricos, ela desempenha um papel fundamental na conservação da memória arquitetônica e na promoção do acesso e apreciação do patrimônio para as gerações presentes e futuras.

6. Desafios da modelagem tridimensional na preservação digital do patrimônio arquitetônico

A utilização da modelagem tridimensional na preservação digital do patrimônio arquitetônico é uma prática valiosa, mas enfrenta diversos desafios significativos que precisam ser superados para garantir resultados precisos e eficazes. Abaixo estão alguns desses desafios específicos e estratégias para superá-los:

1. Escassez de fontes de dados: Muitas vezes, obras arquitetônicas têm recursos escassos, como fotografias ou projetos técnicos, dificultando a captura precisa de detalhes. Uma estratégia para superar esse desafio é realizar entrevistas com pesquisadores ou usuários dos edifícios para complementar as informações disponíveis e garantir uma representação mais fiel.

2. Custo e acesso a técnicas avançadas de digitalização: O uso de técnicas como fotogrametria de alta resolução ou scanners a laser de alta precisão pode ser limitado pelo alto custo dos equipamentos, Toffo e Oliveira (2022) corroboram ao afirmar que, devido a isso, os órgãos públicos possuem dificuldade de acesso a eles; e pela necessidade de expertise técnica. Uma solução é buscar parcerias com instituições ou empresas que possuam esses equipamentos ou explorar alternativas mais acessíveis, como o uso de smartphones com aplicativos de escaneamento 3D.
3. Expertise em software especializado: A curva de aprendizado e o custo das licenças de software especializado podem representar barreiras significativas. Uma estratégia é investir em treinamento para capacitar a equipe no uso eficaz dessas ferramentas ou explorar opções de software de código aberto, como o Blender, que oferecem funcionalidades robustas sem custo de licença.
4. Requisitos de hardware e otimização de modelos 3D: A produção e o armazenamento de modelos 3D exigem estações de trabalho com hardware potente e espaço de armazenamento adequado. Para superar esse desafio, é necessário investir em hardware atualizado e otimizar os modelos 3D para garantir desempenho e eficiência. Além disso, considerar o uso de serviços de armazenamento em nuvem para reduzir os custos de infraestrutura local.
5. Limitações de recursos financeiros e tecnológicos: Nem todas as organizações têm acesso a recursos financeiros ou tecnológicos suficientes para implementar projetos de modelagem tridimensional. Estratégias para superar esse desafio incluem buscar financiamento externo por meio de subsídios ou parcerias, e colaborar com instituições ou projetos que possuam recursos disponíveis.
6. Manter-se atualizado com as inovações tecnológicas: Com o avanço rápido da tecnologia, é crucial manter-se atualizado com as últimas tendências e inovações na área de modelagem tridimensional. Isso pode ser alcançado através da participação em conferências, workshops e cursos de capacitação, bem como da colaboração com especialistas e pesquisadores em tecnologia.

Ao enfrentar esses desafios com uma abordagem colaborativa e interdisciplinar, envolvendo profissionais de diversas áreas, é possível maximizar o potencial da modelagem tridimensional na preservação digital do patrimônio arquitetônico. Essas estratégias não apenas ajudam a superar obstáculos específicos, mas também garantem a conservação das riquezas arquitetônicas para as gerações futuras.

7. Considerações finais

A presente revisão sistemática proporcionou uma análise abrangente e aprofundada sobre a utilização da modelagem tridimensional na preservação digital do patrimônio arquitetônico. Os resultados obtidos revelam a crescente relevância dessa técnica e os desafios e avanços associados à sua aplicação nesse contexto.

A modelagem tridimensional emerge como uma ferramenta auxiliar na preservação da memória arquitetônica, permitindo a recriação virtual precisa de edifícios históricos e a documentação digital. Isso evidencia a necessidade de abordagens inovadoras para documentar e conservar edifícios históricos, novas possibilidades de acesso e apreciação do patrimônio arquitetônico, como a capacidade de proporcionar tours virtuais imersivos e interativos, ampliam o horizonte e transcendem barreiras geográficas. Através disso, é possível proporcionar experiências enriquecedoras aos usuários, permitindo-lhes explorar e interagir com os edifícios históricos de forma virtual.

No entanto, existem barreiras a serem superadas. O estudo identifica diversos desafios associados à aplicação da modelagem tridimensional, como a captura precisa de detalhes, a integração de dados de diferentes fontes e a preservação da autenticidade histórica. A aplicação da modelagem tridimensional não está isenta de desafios significativos. Além disso, é preciso ter atenção à otimização dos modelos para proporcionar uma experiência imersiva. Esses são aspectos críticos a serem considerados. Além disso, a preservação da autenticidade histórica e a superação dos desafios tecnológicos emergentes são questões cruciais a serem enfrentadas.

Diante desses desafios, uma abordagem colaborativa e interdisciplinar se mostra essencial. A colaboração entre arquitetos, historiadores e especialistas em tecnologia é fundamental para superar os obstáculos e maximizar o potencial da modelagem tridimensional na preservação digital.

Este estudo representa um passo significativo na compreensão e promoção da preservação digital do patrimônio arquitetônico, e a modelagem tridimensional desempenha um papel integrante nesse processo, fornecendo insights valiosos para pesquisadores, profissionais e entusiastas da área. A preservação digital do patrimônio arquitetônico é um campo em constante evolução, impulsionado pelo avanço das tecnologias digitais. Espera-se que os resultados e considerações apresentados contribuam para o avanço contínuo desse campo, como pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias mais acessíveis, tanto em relação aos custos, como a utilização de softwares de licença livre, no qual Garcia, Salas e Caixeta (2023) ressaltam a possibilidade de adaptações do programa às particularidades do patrimônio, de acordo com as modificações feitas pelos usuários; quanto à curva de aprendizado do software criado; integração de fontes de dados, ao juntar informações de diferentes fontes, como fotografias, documentos, entre outros; pesquisas a respeito de adaptação e otimização de dados para aplicações na área da preservação arquitetônica; além, da abordagem a respeito do trabalho entre diferentes áreas de atuação para resolver questões específicas e maximizar o impacto das iniciativas de preservação.

Referências

AZEVEDO, Vinícius França Braga de.; LIRA, Hiran Ferreira de; MORAES, Andréa Benício de; VASCONCELOS, Bianca. **Uso da realidade aumentada no ensino de projeto de engenharia civil**. São Paulo, arq.urb,[S. l.], n. 36, p. 67–79, 2023. DOI: 10.37916/arq.urb.vi36.645.

BATISTA, Priscila Starline Estrela Tuy; LACERDA, Mariana Fagundes de Oliveira; CARNEIRO, Zenaide de Oliveira; LEAL, Igor. **Do Lugar de Produção/Recolha de Coleções Documentais do CE-DOHS: Proposta para Uma Reconstrução com Aplicação de Recursos em Modelagem 3D**. Rio de Janeiro, v.9, n.1, 2023.

BONONI, Wanda Terezinha; SILVA, Ricardo Dias. **Modelagem Geométrica no Inventário dos Bens Patrimoniais: A Capela Imaculada Conceição**. São Carlos, v.15, n1, p. 67-82, jan. 2020.

CALDANA JR., Valter Luis; ROLIM, Mariana de Souza; MICHELIN Guilherme Antônio. **Tecnologias para Levantamento e Ensaio Não Destrutivos: Ações de Cooperação Técnica e Políticas Públicas como Perspectivas para a Preservação do Patrimônio**. São Carlos, v.16, n.3, 2021.

CANUTO, Cristiane Lopes; SALGADO, Mônica Santos **Modelo BIM do Palácio Gustavo Capanema 1937-1945: Pela Preservação Digital do Patrimônio Moderno**. São Carlos, v.15, p. 101-116, jan. 2020.

CHRISTÓFANI, Maria Paula Hêngling; HIRAO, Hélio. **Uso de Tecnologias Digitais como Instrumentos nas Práticas de Preservação e Valorização do Patrimônio Urbano e Arquitetônico de Dracena – SP**. ISSN 1984-3240, v. 13, n.29, 2020.

DE LA TORRE, Jorge Herrera; MARTAU, Betina Tschiedel. **Patrimônio Irreal: Construção de Uma Coleção Virtual**. Porto Alegre, In: 25ª Congresso de Arquitetura – ARQUISUR, 2022.

DIAS, Maíra Sebastião; CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. **Tour Virtual em WEBVR para Divulgação do Patrimônio Arquitetônico: Capela da Fazenda Venéza**. São Carlos, In. Encontro Brasileiro de Modelagem da Informação da Construção e Patrimônio Cultural, 2019, Anais.

FRATUS, Matheus; ANDRADE, Mauren L. S. Coelho de. **Metodologia Adotada na Reconstrução 3D da Estação Saudade, em Ponta Grossa – PR**. Rio de Janeiro, In. Workshop de Trabalhos em Andamento – Conference On Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI), p. 164-167, 2019.

GARCIA, Vitor Cavalcanti; SALAS, Juan Carlos Guillen; CAIXETA, Eline Maria Mora Pereira. **Tecnologias de Código Aberto para Registro Fotogramétrico do Patrimônio Arquitetônico**. Goiânia, v.5, 2023.

GODOI E SILVA, Katia Alexandra de; COSTA, Antônio Pedro. **Aproximações entre curadoria digital e CAQDAS: uma revisão sistemática de literatura**. Revista Práxis Educacional, Vitória da Conquista, v. 17, n. 45, p. 1-26, 2021.

RODRIGUES, Rosemary Lopes; AGOSTINHO, Carlos Jacinto. **Documentação Digital do Patrimônio Arquitetônico: A Igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens – Coqueiro Seco/AL**. São Carlos, v15, n1, p. 26-41, jan. 2020.

RODRIGUES, Osvaldo Sélos; KEMPTER, Eloisa Dezen. **Mapa de Danos Gerado Automaticamente à Partir da Nuvem de Pontos de Múltiplos Sensores para Patrimônio Arquitetônico – Uma Revisão Sistemática da Literatura**. Fortaleza, In: XVII Congresso Internacional Sobre Patologia e Reabilitação das Construções, 3-5., jun. 2021.

SANTOS, Bethsaide Souza; SANTOS, Rosângela Leal. **Fotogrametria Arquitetônica Digital: Uma Técnica de Preservar e Documentar prédios Históricos**. Bahia, In. XVII Seminário PPGDCI – Desenho é Construção. 2022.

SILVA, Gabriela Linhares; GROETELAARS, Natalie Johanna. **Tecnologias Digitais para Representação do Patrimônio Arquitetônico: Estudo de Métodos para Modelagem Geométrica**. São Carlos, In. Encontro Brasileiro de Modelagem da Informação da Construção e Patrimônio Cultural. Anais Encontro Brasileiro de Modelagem da Informação da Construção e Patrimônio Cultural, 2019.

SILVA, Gabriela Linhares; GROETELAARS, Natalie Johanna. **Reconstrução Digital do Patrimônio Arquitetônico para Ambientes Virtuais Interativos 3D: Estudo de Métodos para Modelagem Geométrica de Edificações Existentes**. São Carlos, v.16, n.3, 2021.

THE LONDON CHARTER. **The London Charter for the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage**. 2. ed. [S. l.]: King's College London, 2009. Disponível em: <http://www.londoncharter.org/>. Acesso em: fev. 2026.

TOLFO, Jéssica Patrícia; OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de. **Possibilidades e Tecnologias Inovadoras na Área da Preservação do Patrimônio**. Rio Grande do Sul, In. Salão do Conhecimento, 2022. v.8,n.8,Anais.