


## **HBIM, IA e PMBOK: Abordagens integradas para a gestão eficaz do patrimônio arquitetônico**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.003-028>

**Carla Maria Furuno Rimkus**  
Pós Doutorado  
Universidade Federal de Sergipe

E-mail: [carlarimkus@academico.ufs.br](mailto:carlarimkus@academico.ufs.br)  
LATTES: <https://lattes.cnpq.br/7206887618857384>

### **RESUMO**

Este artigo se concentra na interação entre a metodologia Heritage Information Modeling (HBIM) e a tecnologia de Inteligência Artificial (IA), enfatizando seu impacto na concepção de estratégias inovadoras para a gestão do patrimônio arquitetônico. O objetivo principal é examinar como essa integração promove uma abordagem mais abrangente e refinada na administração desse patrimônio, resultando em decisões mais precisas e fundamentadas. Partindo do conceito de gestão delineado pelo Project Management Body of Knowledge PMBOK (2021), fundamentado em grupos de processos essenciais para o desenvolvimento de qualquer projeto - planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento, este estudo busca explorar aplicações específicas de HBIM em conjunto com várias técnicas de IA, como aprendizado de máquina (Machine Learning) e visão computacional. Essas técnicas possibilitam a detecção de padrões e o reconhecimento de objetos, respectivamente.

Por meio de pesquisa bibliográfica, são identificados estudos de caso que ilustram como essa integração se manifesta em aplicações práticas. Esses estudos abrangem desde a preservação de dados e informações históricas até a gestão desses dados ao longo do ciclo de vida das estruturas. Essas aplicações embasam decisões, possibilitam manutenção preditiva, análise de riscos e simulações. O principal objetivo deste artigo é contribuir para estimular o desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias que impulsionem descobertas e aplicações inovadoras no campo do patrimônio arquitetônico. Busca-se uma abordagem mais sustentável para a administração desse legado, visando reduzir danos e aprimorar a eficiência na conservação. Embora se reconheça a importância da aplicação das tecnologias emergentes na administração do patrimônio como uma mudança de paradigma com diversos benefícios, é importante ressaltar a existência de uma lacuna de conhecimento científico nesse campo, o que motivou a concepção deste artigo.

**Palavras-chave:** Tecnologias emergentes, Patrimônio arquitetônico, Estratégias inovadoras, Novos paradigmas, Gerenciamento.

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão do patrimônio arquitetônico está passando por uma transformação significativa com a introdução e integração de metodologias avançadas e tecnologias inovadoras, como HBIM, a IA e a aplicação dos princípios do Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Essa convergência representa não apenas um avanço, mas um divisor de águas na gestão desse legado histórico e cultural.

Preservar, proteger e promover a herança cultural e histórica dos edifícios e estruturas arquitetônicas é essencial. No entanto, gerenciar esses patrimônios apresenta desafios singulares devido aos sistemas construtivos antigos, à diversidade de materiais e às diferentes patologias construtivas presentes em construções históricas. A necessidade de adaptar essas estruturas a novos usos e normas específicas amplia ainda mais a complexidade desse processo (ANTONIAZZI, 2015).

Apesar da sua importância crucial, a gestão do patrimônio arquitetônico ainda carece de um aprofundamento adequado (JORDAN-PALOMAR et al., 2018), refletido na escassez de publicações sobre o tema, indicando um vasto campo a ser explorado no conhecimento dessa área (JORDAN-PALOMAR et al., 2018).

A introdução da inteligência artificial na conservação arquitetônica está gradativamente abrindo caminhos para novas e promissoras formas de conhecimento, proteção e valorização do patrimônio edificado existente. Nesse cenário, o HBIM tem emergido como uma metodologia crucial na gestão do patrimônio arquitetônico devido à sua singular capacidade de oferecer uma visão detalhada, abrangente e precisa das estruturas históricas (BRUMANA et al., 2018).

Figura 1 – Integração HBIM, IA e PMBOK



Fonte: Autoria própria (2024)

A Figura 1 ilustra a integração entre a Metodologia HBIM , a IA e os princípios delineados pelo PMBOK representando uma abordagem abrangente para a preservação e conservação de edifícios e estruturas antigas, levando em consideração suas particularidades e necessidades específicas. Este artigo busca explorar como essa integração pode promover uma gestão mais eficaz e sustentável do patrimônio arquitetônico, apresentando o objetivo de reduzir danos e aprimorar a conservação desses tesouros históricos.

## **2 FUNDAMENTACAO TEORICA**

### **2.1 HBIM**

O HBIM tem desempenhado um papel fundamental na gestão do patrimônio arquitetônico, oferecendo uma ampla gama de aplicações práticas que revolucionaram o modo como esses bens culturais são documentados, mantidos e preservados. Uma das principais aplicações práticas do HBIM na gestão do patrimônio arquitetônico é a criação de modelos digitais detalhados e precisos de estruturas históricas. Esses modelos tridimensionais não apenas capturam as características físicas das edificações, mas também incorporam informações sobre materiais, métodos construtivos, fases de construção e alterações ao longo do tempo(WOODWARD; HEESOM, 2020). Essa documentação minuciosa é essencial para a preservação e conservação adequada do patrimônio, pois fornece uma base sólida para a gestão de intervenções e manutenções(JORDAN-PALOMAR et al., 2018).

Assim, HBIM permite uma análise minuciosa da condição atual das estruturas históricas. Ferramentas integradas de análise ajudam a identificar áreas de deterioração, riscos estruturais e necessidades de manutenção, permitindo a implementação de medidas preventivas para conservação a longo prazo. Além disso, o monitoramento contínuo por meio do HBIM auxilia na detecção precoce de quaisquer mudanças ou danos, possibilitando uma resposta rápida e eficiente (RIMKUS; CUPERSCHMID, 2023).

Destaca-se também o papel no planejamento de intervenções. Os modelos gerados pelo HBIM permitem simular diferentes cenários de restauração, reforma ou intervenções, facilitando a visualização dos resultados antes mesmo da implementação física. Isso ajuda na tomada de decisões informadas e na escolha das melhores estratégias de preservação, minimizando potenciais riscos ou impactos adversos (SILVA, 2021).

Nesse contexto, o HBIM também desempenha um papel crucial na gestão de informações relacionadas ao patrimônio arquitetônico. Ao centralizar dados detalhados em um modelo digital, ele simplifica o acesso e a disseminação de informações para diversos atores envolvidos no processo, como conservadores, arquitetos, engenheiros, autoridades governamentais e o público. Isso melhora significativamente a comunicação e a colaboração entre as partes interessadas, facilitando discussões, análises e decisões compartilhadas(COSTA et al., 2021).



Além das aplicações técnicas, o HBIM também é uma ferramenta poderosa para a educação e sensibilização do público sobre a importância do patrimônio arquitetônico. Ele oferece a possibilidade de criar experiências imersivas e interativas, permitindo que as pessoas explorem virtualmente edifícios históricos, compreendam sua evolução ao longo do tempo e valorizem sua herança cultural. Isso contribui para a conscientização sobre a necessidade de preservação e conservação desses bens.(SIOUNTRI; ANAGNOSTOPOULOS, 2023a).

## 2.2 PMBOK

O PMBOK (Project Management Body of Knowledge) representa uma metodologia que oferece práticas e diretrizes amplamente reconhecidas para gerenciamento de projetos. Integrado à gestão do patrimônio arquitetônico, combinando Modelagem de Informação para Construção Histórica (HBIM) e Inteligência Artificial (IA), o PMBOK torna-se uma ferramenta essencial para o sucesso na conservação e preservação de estruturas históricas (RIMKUS; CUPERSCHMID, 2023).

Na fase de Iniciação do Projeto, o PMBOK auxilia na definição de escopo, objetivos e requisitos do projeto de preservação do patrimônio arquitetônico(DEINYFFER MARANGONI; CESAR ZILLI, 2019). O HBIM desempenha papel crucial, criando modelos digitais detalhados das estruturas históricas, enquanto a IA contribui na análise de dados e na identificação de padrões essenciais para o entendimento das necessidades de conservação (TOLENTINO, 2016).

No Planejamento do Projeto, o PMBOK fornece diretrizes para estruturar e planejar atividades (DEINYFFER MARANGONI; CESAR ZILLI, 2019). A integração da HBIM e IA possibilita uma análise mais precisa de dados históricos, identificando áreas críticas que requerem atenção específica durante a preservação, conforme orientações do PMBOK. Na fase de Execução e Controle do Projeto, a HBIM monitora o progresso das atividades de conservação, fornecendo informações valiosas para tomada de decisões(DEINYFFER MARANGONI; CESAR ZILLI, 2019). A IA pode automatizar processos, como análise de dados e detecção de problemas estruturais, garantindo execução mais eficiente, como sugere o PMBOK. Na fase de Encerramento do Projeto, o PMBOK orienta processos finais e documentação(DEINYFFER MARANGONI; CESAR ZILLI, 2019). Aqui, a HBIM pode registrar intervenções realizadas, criando histórico digital detalhado da estrutura preservada, enquanto a IA contribui para análise dos resultados obtidos e feedback para futuras preservações, alinhando-se às práticas de encerramento do PMBOK (PMI, 2021)(AL-JABRI, 2017),.

Fridgeirsson et al.(2023) conduziram Pesquisa Qualitativa sobre Impacto da Inteligência Artificial nos Cronogramas, Custos e Áreas de Conhecimento em Gestão de Riscos, conforme definido pelo PMBOK®. Identificaram essas áreas como as mais suscetíveis aos efeitos do desenvolvimento da IA. Resultados deste estudo indicam que IA pode ter impacto significativo no gerenciamento de projetos, automatizando tarefas, otimizando alocação de recursos e oferecendo insights baseados em

dados. Potencial de aprimorar tomada de decisões, análises de risco e previsões de projetos, resultando em maior eficiência, redução de custos e melhores resultados globais. A capacidade da IA de analisar dados históricos do projeto para prever resultados futuros facilita alocação de recursos e gerenciamento de riscos. No âmbito da comunicação e documentação do projeto, IA encontra aplicação no Processamento de Linguagem Natural (PNL), permitindo análise de sentimentos e identificação de possíveis problemas ou conflitos. Além disso, chatbots equipados com IA podem atualizar sobre progresso do projeto, responder a perguntas frequentes e auxiliar equipe, promovendo comunicação mais eficaz e reduzindo tarefas administrativas. Vale destacar que chatbots também podem desempenhar papel na educação em gestão de projetos, exemplificando inúmeras possibilidades de aprimoramento da gestão de projetos por meio da IA (FRIDGEIRSSON et al., 2021).

Partindo desse entendimento, verifica-se que a integração do PMBOK com HBIM e IA oferece abordagem holística e estruturada para gestão do patrimônio arquitetônico, proporcionando ferramentas poderosas para garantir eficácia, precisão e sustentabilidade nas ações de preservação, respeitando melhores práticas de gerenciamento de projetos.

### 2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL INTEGRADA COM HBIM

A IA, um ramo da ciência da computação que busca replicar processos cognitivos humanos, como aprendizagem, raciocínio, identificação de padrões e tomada de decisões, oferece aplicações abrangentes para otimizar a eficiência e precisão das intervenções no patrimônio arquitetônico esta se tornando cada vez mais popular (SOUSA et al., 2023). A integração entre a Artificial (IA) e a Modelagem de Informação para Construção Histórica (HBIM) representa um enfoque inovador para aprimorar a conservação, análise e manutenção de estruturas arquitetônicas históricas (BIENVENIDO-HUERTAS et al., 2020).

Por exemplo, ao preservar uma catedral histórica, a integração de IA e HBIM permite a coleta de um amplo banco de dados contendo detalhes estruturais, informações sobre materiais, histórico de manutenção, registros de análises anteriores e até mesmo representações tridimensionais da edificação. Por meio de algoritmos de IA, como o Machine Learning, o HBIM processa esses dados extensivos para identificar padrões de deterioração ao longo do tempo. Isso inclui análises da condição dos materiais, como pedra, madeira ou argamassa, identificando áreas suscetíveis à deterioração devido a condições climáticas ou ações ambientais específicas (VAIENTI et al., 2023). Adicionalmente, a IA pode ser treinada para reconhecer padrões visuais em imagens digitais ou modelos tridimensionais da estrutura, identificando rachaduras, desgastes superficiais ou variações na textura que indiquem problemas estruturais (SIOUNTRI; ANAGNOSTOPOULOS, 2023b).

A integração de IA e HBIM não apenas identifica áreas problemáticas, como rachaduras ou pontos de corrosão, mas também oferece percepções sobre as causas subjacentes desses problemas (PALMA, 2019).

No campo da gestão do patrimônio arquitetônico, a IA desempenha funções essenciais, como análise de dados e diagnóstico, manutenção preditiva, gestão de dados e documentação, além de possibilitar a modelagem e simulação para prever os resultados de intervenções planejadas, contribuindo para a tomada de decisões informadas sobre as melhores abordagens para restauração ou conservação.(CROCE et al., 2023)

### **3 EXEMPLOS DE UTILIZACAO DE HBIM INTEGRADO COM IA**

Desenvolvimentos recentes na área da inteligência artificial (IA), e mais especificamente no campo do aprendizado profundo (Deep Learning - DL), têm demonstrado uma contribuição gradual para o estudo da evolução tipológica de edifícios, especialmente os de patrimônio cultural. Um exemplo disso é a pesquisa conduzida por Siountry et al. (2023), que apresenta um método baseado em aprendizado profundo para classificar a arquitetura ateniense moderna (desde 1830). O método utiliza o algoritmo YOLO, capaz de classificar objetos em imagens e vídeos com alta precisão e velocidade. Esse algoritmo é amplamente utilizado em tarefas de visão computacional, como a classificação de edifícios em imagens de satélite e a análise automática de imagens de edifícios, classificando-os de acordo com características específicas, como o estilo arquitetônico(Siountry e al).

O aprendizado profundo (DL) é um subcampo da inteligência artificial e do aprendizado de máquina que emprega algoritmos conhecidos como redes neurais. Até o momento, o DL tem sido aplicado em diversos campos, incluindo reconhecimento de fala, visão computacional, tradução automática, entre outros. No entanto, devido à sua arquitetura e à capacidade de realizar procedimentos quase autonomamente, o DL pode ser aplicado em diversos setores além daqueles inicialmente explorados (FIGUEIREDO et al., 2022)

As oportunidades proporcionadas pela Inteligência Artificial (IA) na preservação do patrimônio arquitetônico em escala global são vastas e altamente impactantes. Desde a identificação precoce de problemas até a realização de simulações preditivas, essa tecnologia está redefinindo substancialmente o entendimento, a proteção e a conservação dos legados históricos e culturais para as gerações futuras.

A convergência entre a IA e HBIM na preservação do patrimônio arquitetônico representa um avanço promissor, evidenciado por exemplos destacados a seguir que envolvem a preservação de estruturas históricas, criação de modelos digitais detalhados, diagnósticos avançados e manutenção preditiva (Siountry et al., 2023).



### 3.1 PRESERVAÇÃO DE ESTRUTURAS HISTÓRICAS

Coliseu, Roma (Itália): A preservação de estruturas históricas tem encontrado na combinação do HBIM e da IA uma ferramenta poderosa para salvaguardar monumentos notáveis, como o Coliseu em Roma, na Itália. A utilização dessas tecnologias avançadas permitiu um mapeamento minucioso e detalhado desta impressionante estrutura. A aplicação do Modelagem de Informação da Construção Histórica (HBIM) possibilitou a criação de um modelo digital altamente preciso do Coliseu, capturando cada detalhe arquitetônico e histórico. Esse modelo serve como uma base robusta de dados para a implementação da Inteligência Artificial (IA). A IA, ao analisar os dados fornecidos pelo HBIM, desempenha um papel fundamental na identificação de áreas suscetíveis a desgaste, danos estruturais ou degradação. Com algoritmos sofisticados, a IA é capaz de reconhecer padrões e anomalias que podem não ser imediatamente perceptíveis, permitindo uma análise abrangente e minuciosa da condição do Coliseu ao longo do tempo. Além disso, a IA atua como uma aliada no processo de orientação para intervenções de restauração. Ao fornecer insights valiosos e embasados em dados precisos, essa tecnologia auxilia os especialistas na tomada de decisões informadas sobre as melhores práticas e estratégias a serem adotadas para preservar e restaurar o Coliseu, mantendo sua autenticidade e integridade histórica. Essa abordagem inovadora, que une o poder do HBIM e da IA, representa não apenas um avanço na preservação do Coliseu, mas também demonstra o potencial dessas tecnologias para proteger e conservar outros monumentos históricos ao redor do mundo. (GIOVAMPAOLA, 2021).

### 3.2 MODELO DIGITAL DETALHADO:

Machu Picchu, no Peru, um dos sítios arqueológicos mais emblemáticos do mundo, está se beneficiando da inovadora combinação entre HBIM e IA para salvaguardar sua herança. O HBIM desempenha um papel crucial na criação de um modelo digital detalhado desta antiga cidade inca, capturando não apenas sua arquitetura monumental, mas também a topografia complexa do local. A IA, por sua vez, é aplicada para analisar de forma minuciosa esses dados provenientes do HBIM. Essa junção tecnológica permite uma análise contínua da estrutura de Machu Picchu, capacitando a detecção de mudanças sutis na topografia ou potenciais danos nas estruturas. A IA, munida de algoritmos avançados, é capaz de identificar anomalias que podem indicar erosão gradual do terreno ou instabilidade estrutural, oferecendo uma visão preventiva dos problemas que possam surgir. A capacidade preditiva da IA é crucial para antecipar questões relacionadas à erosão, desgaste ou possíveis riscos estruturais, permitindo que medidas corretivas sejam implementadas antes que os problemas se agravem. Essa abordagem proativa é essencial para a preservação a longo prazo de Machu Picchu, garantindo sua proteção contra danos que poderiam comprometer sua autenticidade e beleza histórica. Dessa forma, a integração entre HBIM e IA não apenas oferece uma visão detalhada

da estrutura, mas também desempenha um papel fundamental na conservação e na prevenção de danos em um dos locais mais emblemáticos e preciosos da história mundial. Esse uso exemplar dessas tecnologias ilustra como a combinação de conhecimento histórico e inovação tecnológica pode proteger e preservar a herança cultural para as gerações futuras (LASAPONARA et al., 2022).

### 3.3 DIAGNÓSTICO AVANÇADO DE PROBLEMAS:

Cidade Antiga de Petra, Jordânia: O uso do HBIM permite a criação de modelos digitais detalhados e precisos das estruturas complexas em Petra, capturando sua arquitetura única e a história intrínseca do local. Esse processo fornece uma base sólida de dados para a implementação da IA, que realiza análises avançadas. A IA, ao analisar os dados obtidos pelo HBIM, desempenha um papel vital na identificação de áreas suscetíveis à deterioração. Utilizando algoritmos sofisticados, a IA é capaz de detectar padrões de degradação, identificar áreas com potenciais danos estruturais ou sinais de deterioração, fornecendo uma visão abrangente do estado atual das estruturas de Petra. Essa integração entre HBIM e IA não apenas ajuda na identificação precoce de problemas, mas também desempenha um papel crucial no planejamento de estratégias de conservação. Ao fornecer dados precisos e insights fundamentados, essa tecnologia apoia especialistas em conservação na elaboração de planos de preservação personalizados e na implementação de intervenções estratégicas para proteger e manter a integridade da cidade antiga de Petra. Assim, a aplicação combinada de HBIM com IA na cidade antiga de Petra representa um exemplo notável de como a união entre tecnologia e conhecimento histórico pode ser fundamental para a preservação de um importante sítio arqueológico. Essa abordagem inovadora oferece um diagnóstico avançado dos problemas enfrentados por estruturas históricas e estabelece diretrizes valiosas para garantir a conservação desse patrimônio para as futuras gerações (GOUSSOUS, 2020).

### 3.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA:

Muralha da China: A convergência de Sistemas de Inteligência Artificial (IA) com Modelagem de Informação da Construção Histórica (HBIM) é empregada para identificar padrões de deterioração, de modo a prever áreas de potencial risco ao longo da extensão da Muralha da China, identificando sinais de degradação e possibilitando a implementação de medidas de manutenção adequadas. Essa integração permite a antecipação de problemas e a implementação proativa de medidas preventivas de conservação, garantindo a proteção contínua dessa significativa estrutura histórica (ZHANG; ZOU, 2022).



## 4 METODOLOGIA

Este estudo teve como objetivo examinar o impacto da integração entre HBIM, IA e PMBOK na gestão do patrimônio arquitetônico. Além disso, buscou-se analisar o papel dessa integração na concepção de estratégias inovadoras para a administração do patrimônio, investigar as aplicações práticas de HBIM em conjunto com técnicas de IA, como Machine Learning e visão computacional, e identificar e analisar estudos de caso que exemplifiquem a aplicação prática dessa integração em cenários reais de preservação e gestão do patrimônio.

Figura 1 – Metodologia



Fonte: Autoria própria (2024)

A Figura 2 ilustra a metodologia da pesquisa que envolveu uma Revisão Bibliográfica abrangente, com o levantamento e revisão de literatura especializada em HBIM, IA, gestão de patrimônio arquitetônico, preservação histórica e metodologias de gestão de projetos (com foco no PMBOK). Foi feita a identificação e análise de estudos de caso, artigos científicos, livros, periódicos, conferências e relatórios que abordarem a integração entre HBIM e IA na gestão do patrimônio, utilizando bases de dados como Web of Science e Google Scholar.

A pesquisa também incluiu a identificação de estudos de caso relevantes que ilustram a integração de HBIM e IA em aplicações práticas na gestão de patrimônio arquitetônico.

Finalmente, na conclusão do estudo, foram reiteradas as principais descobertas, apontando perspectivas de direções futuras para o campo. Além disso, teceram-se éticas, tais como a preservação



da autenticidade histórica e cultural, a privacidade dos dados e a responsabilidade na divulgação de informações sensíveis.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração do HBIM, IA e PMBOK na gestão do patrimônio arquitetônico pode ser uma abordagem abrangente e eficaz no Planejamento e Gerenciamento de Projetos, na Utilização de Inteligência Artificial com HBIM e na Gestão de Projeto e Dados. Na fase inicial do Planejamento e Gerenciamento de Projetos voltados à preservação do patrimônio arquitetônico, o HBIM desempenha um papel crucial ao auxiliar na criação de modelos digitais detalhados das estruturas históricas. O PMBOK, por sua vez, oferece diretrizes para o planejamento e a estruturação desses projetos. A IA pode ser empregada para analisar dados históricos, identificar áreas problemáticas e antecipar futuros desafios de conservação.

Durante a etapa de Execução e Controle do Projeto, a HBIM se mostra valiosa ao monitorar a evolução das atividades de conservação. Enquanto isso, a IA pode automatizar tarefas repetitivas, como a análise de dados ou a detecção de padrões de deterioração. Na fase de Encerramento do Projeto, o PMBOK delinea os processos para finalizar e documentar o projeto, sendo a HBIM fundamental ao registrar todas as intervenções realizadas, criando um histórico digital detalhado da estrutura preservada.

A Utilização de Inteligência Artificial na HBIM na análise de Dados e Diagnósticos pode processar grandes volumes de dados coletados pela HBIM para identificar padrões de deterioração, antecipar problemas futuros e oferecer insights detalhados sobre a condição estrutural. A IA ainda pode prever a necessidade de manutenção preventiva com base em análises preditivas, crucial para preservar o patrimônio arquitetônico. Além disso, a IA possibilita a Visão Computacional e Processamento de Linguagem Natural, técnicas que ajudam na identificação visual de danos e na análise de documentos históricos para extrair informações relevantes.

Na Gestão de Projeto e Dados, pode-se usar as diretrizes do PMBOK para gerenciar o projeto de preservação, combinando-as com as ferramentas da HBIM e as capacidades da IA para análise e tomada de decisões informadas. Na Documentação e Organização, a HBIM pode ser usada para catalogar dados, e a IA, juntamente com as diretrizes do PMBOK, pode estruturar o processo de documentação para manter um registro detalhado das intervenções. Assim, a integração de HBIM, Inteligência Artificial e PMBOK pode proporcionar uma gestão mais holística e eficiente do patrimônio arquitetônico, combinando tecnologia, práticas de gerenciamento de projetos e análises detalhadas para preservar essas estruturas históricas de maneira eficaz.

Diante desse contexto, pode-se dizer que, a integração entre HBIM e Inteligência Artificial aponta para um futuro em que a preservação do patrimônio arquitetônico histórico será mais precisa,



eficiente e cuidadosamente alinhada com as demandas culturais e históricas das comunidades locais. O avanço dos algoritmos de IA apresenta potencial para análises mais precisas e avançadas, aprofundando a compreensão dos dados coletados pela HBIM. Isso possibilitará uma interpretação mais detalhada e minuciosa das informações estruturais históricas. Além disso, a crescente automação de tarefas repetitivas, como o processamento de dados e a identificação de padrões, tende a otimizar os esforços da equipe. Com isso, os profissionais poderão concentrar-se em análises mais complexas e intervenções estratégicas para a preservação do patrimônio. A integração entre HBIM e IA pode expandir-se para incluir outras tecnologias emergentes, como Realidade Aumentada (RA) ou Realidade Virtual (RV). Essa combinação permitirá uma experiência mais imersiva na compreensão e visualização dos edifícios históricos, proporcionando novos métodos de análise e preservação.

Contudo, é fundamental considerar questões éticas, como a privacidade de dados, autenticidade histórica e envolvimento das comunidades locais. A evolução dessas tecnologias deve ser pautada pela ética e sustentabilidade, garantindo que a preservação do patrimônio arquitetônico seja realizada de maneira responsável e alinhada às necessidades culturais e históricas das comunidades locais. Em resumo, a integração entre HBIM e Inteligência Artificial aponta para um futuro em que a preservação do patrimônio arquitetônico histórico será mais precisa, eficiente e cuidadosamente alinhada com as demandas culturais e históricas das comunidades locais.



## REFERÊNCIAS

AL-JABI, S. ALIGNMENT FRAMEWORK BETWEEN BUILDING INFORMATION MODELING PROCESSES AND THE PMBOK® GUIDE CONSTRUCTION EXTENSION PROCESSES IN CONSTRUCTION PROJECTS. MIDDLESEX UNIVERSITY LONDON SCHOOL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Carla/Downloads/ALIGNMENT\_FRAMEWORK\_BETWEEN\_BUILDING\_INF.pdf>.

ANTONIAZZI, T.H. Gestão em obras de restauração no patrimônio edificado. UFRJ/ PROARQ/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/21/teses/833202.pdf>.>. Acesso em: 30 set. 2023.

BIENVENIDO-HUERTAS, D. NIETO-JULIÁN, J.E.; MOYANO, J.J.; et al. Implementing Artificial Intelligence in H-BIM Using the J48 Algorithm to Manage Historic Buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, v. 14, n. 8, p. 1148–1160, 2020.

BRUMANA, R.; DELLA TORRE, S.; PREVITALI, M.; et al. Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention—the Basilica di Collemaggio (L’Aquila). *Applied Geomatics*, v. 10, n. 4, p. 545–567, 2018.

COSTA, H.E.; SOUZA, BALDESSIM M. P., GUILHERME QUINILATO et al. MODELAGEM BIM PARA O REGISTRO DIGITAL DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO MODERNO. v. 6, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/21331>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CROCE, V.; CAROTI, G., PIEMONTE, A. et al. H-BIM and Artificial Intelligence: Classification of Architectural Heritage for Semi-Automatic Scan-to-BIM Reconstruction. *Sensors*, v. 23, n. 5, p. 2497, 2023.

DEINYFFER MARANGONI, Q.; CESAR ZILLI, J. Management of projects in organizational management: application of the foundations of the PMBOK in a business association. *Gerenciamento de projetos na gestão organizacional: aplicação dos fundamentos do PMBOK em uma associação empresarial/Management of projects in organizational management: application of the foundations of the PMBOK in a business association.*, v. 12, n. Faculdade Novo Milenio, 2019.

FIGUEIREDO, B.; MARTINS, J.P.; GRANJA, J. et al. 4o congresso português de ‘Building Information Modelling’ vol. 2 - ptBIM. 1. ed. [s.l.]: UMinho Editora, 2022. Disponível em: <https://ebooks.uminho.pt/index.php/uminho/catalog/book/77>. Acesso em: 27 nov. 2023.

FRIDGEIRSSON, T.V.; INGASON, H.T.; JONASSON, H.I. et al. A Qualitative Study on Artificial Intelligence and Its Impact on the Project Schedule, Cost and Risk Management Knowledge Areas as Presented in PMBOK®. *Applied Sciences*, v. 13, n. 19, p. 11081, 2023.

GIOVAMPAOLA, I.D. SyPEAH: The WebAPP System for Protection and Education to Archaeological Heritage in the Parco Archeologico del Colosseo. *Geosciences*, v. 11, n. 6, p. 246, 2021.

GOUSSOUS, J.S. Artificial Intelligence-based Restoration: The Case of Petra. *Civil Engineering and Architecture*, v. 8, n. 6, p. 1350–1358, 2020.

JORDAN-PALOMAR, I.; TZORTZOPOULOS, P.; GARCÍA-VALLDECABRES, J. et al. Protocol to Manage Heritage-Building Interventions Using Heritage Building Information Modelling (HBIM). *Sustainability*, v. 10, n. 4, p. 908, 2018.



LASAPONARA, R.; ABATE, N.; FATTORE, C. et al. Open Big Earth Observation Data and Artificial Intelligence for the Study and Preservation of UNESCO Natural and Cultural Heritage: The Case of Machu Picchu. In: ZIÓŁKOWSKI, Mariusz; MASINI, Nicola; BASTANTE, José M. (Orgs.). Machu Picchu in Context. Cham: Springer International Publishing, 2022, p. 239–264. Disponível em: <[https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-92766-0\\_6](https://link.springer.com/10.1007/978-3-030-92766-0_6)>. Acesso em: 18 jan. 2024.

PALMA, V. Towards deep learning for architecture: a monument recognition mobile app. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XLII-2/W9, p. 551–556, 2019.

PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge and the Standard for Project Management. 7. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. (PMBOK guide).

RIMKUS, C.M.F.; CUPERSCHMID, A.R. Gestão do escopo em projetos de intervenção do patrimônio arquitetônico: integração das boas práticas do PMBOK com o manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural e o contexto HBIM. Caderno Pedagógico, São Paulo, v. 20, n. 8, p. 3309–3338, jan.2024. Disponível em <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1825> . >. Acesso em: 02 jan 2024.

SILVA, R.; CARVALHO, M. Revisão da literatura da integração BIM-IA na construção civil. In: FIGUEIREDO, B.; MARTINS, J.P.; GRANJA, J.; et al. (Eds.). 4o congresso português de ‘Building Information Modelling’ vol. 2 - ptBIM. 1. ed. [s.l.]: Universidade do Minho Editora, 2022, p. 39–49. Disponível em: <<https://ebooks.uminho.pt/index.php/uminho/catalog/view/77/133/1567-1>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

SILVA, W.D.; AFONSO, M.L.; SILVA, C.D. Gerenciamento de projetos: viajando com os princípios e domínios de desempenho do PMBOK 7. 1. ed. [s.l.]: Atena Editora, 2023. Disponível em: <<https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/gerenciamento-de-projetos-viajando-com-os-principios-e-dominios-de-desempenho-do-pmbok-7>>. Acesso em: 30 out. 2023.

SIOUNTRI, K.; ANAGNOSTOPOULOS, C.N. The Classification of Cultural Heritage Buildings in Athens Using Deep Learning Techniques. Heritage, v. 6, n. 4, p. 3673–3705, 2023. Disponível em <https://www.mdpi.com/2571-9408/6/4/195>. >. Acesso em: 29 out. 2023.

SOUSA, J. J.; LIN, J.; WANG, Q. et al. Using machine learning and satellite data from multiple sources to analyze mining, water management, and preservation of cultural heritage. Geospatial Information Science, p. 1–20, 2023. Disponível em <https://www.osti.gov/pages/biblio/1992398-using-machine-learning-satellite-data-from-multiple-sources-analyze-mining-water-management-preservation-cultural-heritage>. >. Acesso em: 28 out. 2023.

TOLENTINO, M.M.A. A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, 9-11, November, 2016 - Buenos Aires, Argentina. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/24842>>. Acesso em: 3 ago. 2023.

VAIENTI, B.; PETITPIERRE, R.; DI LENARDO, I. et al. Machine-Learning-Enhanced Procedural Modeling for 4D Historical Cities Reconstruction. Remote Sensing, v. 15, n. 13, p. 3352, 2023. Disponível em <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/13/3352>. >. Acesso em: 30 nov. 2023.

WOODWARD, A.; HEESOM, D. Implementing HBIM on conservation of heritage projects: Lessons from renovation case studies. International Journal of Building Pathology and Adaptation, v. 39, n. 1,



p. 96–114, 2020. Disponível em <https://wlv.openrepository.com/handle/2436/622902>. >. Acesso em: 30 nov. 2023.

ZHANG, F.; CHAN, ALBERT P.C.; DARKO, A. et al. Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. *Automation in Construction*, v. 139, p. 104289, 2022. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/360153277\\_Integrated\\_applications\\_of\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_and\\_Artificial\\_Intelligence\\_techniques\\_in\\_the\\_AECFM\\_industry](https://www.researchgate.net/publication/360153277_Integrated_applications_of_Building_Information_Modeling_and_Artificial_Intelligence_techniques_in_the_AECFM_industry). >. Acesso em: 30 out. 2023.