

REVISTA

GEOMETRIA GRÁFICA

Integração do patrimônio tangível e imaterial: um protocolo para colaboração baseado no HBIM

Integration of tangible and intangible heritage: a protocol for collaboration based on HBIM

Rebeca Hayanny Braz Pessoa

rebeca.pessoa@ufpe.br

Bacharel em Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-8308-8559>

Max Lira Veras Xavier de Andrade

max.andrade@ufpe.br

Doutor em Engenharia Civil

Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Expressão Gráfica,

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-0717-1251>

Vinícius Albuquerque Fulgêncio

vinicius.fulgencio@ufpe.br

Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Paraíba

Docente do Departamento de Expressão Gráfica

Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-9178-4549>

Recebido em: 20/09/2024

Aceito em: 15/11/2024

RESUMO

Considerando a crescente conscientização sobre a conservação do patrimônio arquitetônico e o desenvolvimento das tecnologias computacionais, a interação entre o mundo material e suas representações digitais tem exercido um importante papel na área da documentação e gestão da informação arquitetônica. Atualmente, diversos recursos tecnológicos têm sido utilizados neste âmbito, dentre eles, o uso do HBIM (Heritage Building Information Modeling), com inúmeras aplicações em edificações históricas no Brasil e no mundo. Entretanto, o cenário de diretrizes para sua execução é complexo, especialmente considerando as diferenças de localização, propósito e escala dos casos de uso disseminados. Persistem os desafios da criação de uma



estrutura colaborativa que viabilize a integração de dados geométricos e semânticos no contexto brasileiro, assegurando sua aplicação contínua por gestores do patrimônio, independente de possuírem conhecimento especializado no HBIM. Diante do exposto, o presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que investigou experiências da aplicação do HBIM em busca de procedimentos de integração de informações do patrimônio tangível e imaterial em um repositório compartilhado, de modo a desenvolver um protocolo para colaboração. Conforme a proposta, foi feito um estudo de caso que gerou o Modelo HBIM do Museu Memorial de Caruaru, em Pernambuco.

PALAVRAS-CHAVE: HBIM; colaboração; gestão da informação; patrimônio histórico.

ABSTRACT

Considering the growing awareness about the conservation of historical heritage and the development of computer technologies, the interaction between the material world and its digital representations has played an important role in the area of documentation and management of architectural information. Currently, several technological resources have been used in this area, among them the use of HBIM (Heritage Building Information Modeling), with numerous applications in historical buildings in Brazil and worldwide. However, the scenario of guidelines for its implementation is complex, especially considering the differences in location, purpose and scale of the use cases disclosed. The challenges of creating a collaborative structure that enables the integration of geometric and semantic data in the Brazilian context, ensuring its continuous application by heritage managers, regardless of whether they have specialized knowledge in HBIM, persist. In view of the above, this article presents the results of a research that investigated experiences of applying HBIM in search of procedures for integrating information on tangible and intangible heritage in a shared repository, in order to develop a protocol for collaboration. As proposed, a case study was carried out that generated the HBIM Model of the Caruaru Memorial Museum, in Pernambuco.

KEYWORDS: HBIM; collaboration, information management; historical heritage.

1 INTRODUÇÃO

As ações relacionadas ao Patrimônio Arquitetônico dependem fundamentalmente da colaboração multidisciplinar, e nesse contexto, especialistas de diferentes áreas desempenham um papel crucial ao compartilhar e interpretar as informações sobre o bem, ações essenciais para compreender seu valor e significado arquitetônico e cultural. Esse entendimento aprofundado é decisivo para orientar futuras decisões sobre intervenções, conservação e gestão, e a qualidade e integridade na coleta e registro dessas informações são de extrema importância.

Segundo observação de Castellano-Román e Pinto (2019), a gama de conhecimento, metodologias e experiências no registro e documentação digital do patrimônio arquitetônico tem evoluído amplamente ao passo que incorpora as tecnologias de inovação do BIM (Building Information Modeling), dando origem a novos procedimentos para gestão de edifícios de valor patrimonial e cultural.

O termo HBIM (Heritage/Historic Building Information Modeling), primeiramente apresentado por Maurice Murphy em 2009, descreve um conjunto de métodos voltados à digitalização de dados arquitetônicos obtidos por meio de levantamentos utilizando Laser Scanning ou Fotogrametria Digital, com o objetivo de criar modelos BIM geométricos parametrizados (Murphy et. al, 2009). A principal característica do HBIM é a integração do modelo gráfico digital das informações (quantitativas e qualitativas) dos elementos que compõem as edificações históricas e as relações que podem ser estabelecidas entre si e entre dados documentais externos. Este aspecto oferece grande potencial como um sistema de informações patrimonial interdisciplinar, podendo ser explorado para aplicação em variados tipos de patrimônios edificados.

No entanto, segundo Lovell et al. (2023), embora o HBIM tenha potencial como uma ferramenta para gerenciar o patrimônio cultural, sua implementação atual é limitada por desafios práticos, falta de definição das necessidades de informações e ausência de padronização. De acordo com o estudo supracitado, há poucas evidências de que os modelos HBIM criados estão sendo utilizados em aplicações do mundo real, sugerindo uma lacuna entre o desenvolvimento teórico e a implementação prática no campo da gestão do patrimônio. Os autores também constataram que há uma falta geral de consideração das necessidades de informação das partes interessadas envolvidas em projetos de patrimônio, o que pode impactar

negativamente na eficácia do HBIM como ferramenta de gestão de ativos históricos. Em consequência disso, a ausência de requisitos de informação, que especifiquem o porquê, para quem, quando e como as informações precisam ser produzidas e trocadas ao longo do ciclo de vida de um projeto BIM (Manziona et. al. 2021, p. 115) aumenta o desafio na criação de Modelos de Informação do Ativo (AIM)¹ que atendam as necessidades reais do patrimônio. Destaca-se ainda a necessidade de padronização dos métodos de implementação do HBIM, tendo em vista que a falta de práticas padronizadas pode levar a inconsistências e ineficiências na forma em como o HBIM é aplicado em diferentes projetos.

Segundo Amorim (2023), o atual cenário do BIM no Brasil apresenta uma significativa carência de textos nacionais que abordem e ofereçam informações estruturadas para difusão, adoção e implantação do processo BIM. Nesse contexto, considerando o nicho específico de aplicação do HBIM e as diferenças em termos de localidade, dimensão e propósito entre os diversos casos de uso que têm sido difundidos, percebe-se uma escassez de trabalhos aplicados que discutam o uso de práticas colaborativas em sua fase de produção e principalmente em sua fase de uso para o setor de gestão do patrimônio. Esses fatores acentuam a necessidade de diretrizes para um método de processo HBIM no contexto patrimonial brasileiro que considere a colaboração para inserção de informações geométricas e semânticas durante todo o ciclo de vida da edificação.

Diante do exposto, o presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi o desenvolvimento de um protocolo para colaboração que leve à geração de um modelo HBIM para integração de informações de forma viável à utilização futura. O protocolo considerou os requisitos de informação necessários ao setor da gestão da edificação para realizar ações de: pesquisa, proteção, conservação e divulgação de um patrimônio arquitetônico. Como resultado, obteve-se um modelo HBIM e um repositório de informações compartilhadas, capazes de serem atualizados continuamente à medida que novos dados e informações surgem ao longo do ciclo de vida da edificação. Para tal, teve como objeto de estudo o Museu Memorial de

¹ AIM é o Modelo de Informação voltado à gestão estratégica de ativos que reúne dados relacionados à fase de operação, manutenção e administração. Contém conteúdos verificados e necessários à condução da edificação, como dados gráficos (desenhos e modelos 3D), documentos não gráficos, fichas de dados, manuais de uso e manutenção, contatos, metadados, entre outros (BIBLUS, 2022).

Caruaru, antigo Mercado de Farinha (Figura 1). A edificação fica localizada na Rua Duque de Caxias, Bairro Nossa Senhora das Dores na cidade de Caruaru, Pernambuco.

Figura 1: Fotografias do Mercado de Farinha de Caruaru, cerca de 1924.



Fonte: Adaptado de Tenório (2016).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Patrimônio

2.1.1 Significado de Bem Patrimonial

Segundo Jordan-Palomar et al (2018, p.1), um bem patrimonial é definido como: "Um edifício, monumento, sítio, lugar, área ou paisagem identificado como tendo um grau de significância que merece consideração nas decisões de planejamento, devido ao seu interesse patrimonial". Para o IPHAN (2005, p.22) o patrimônio não possui um significado inerente, pois seus múltiplos significados são construídos socialmente, onde o valor atribuído ao patrimônio é uma construção cultural. Torna-se necessário entender não apenas o valor arquitetônico, mas também seu significado ao longo do tempo e os valores intangíveis que o levam a ser considerado patrimônio cultural, sendo esta uma parte primordial de sua preservação. Para tanto, é necessário assegurar que o conhecimento sobre a edificação seja sólido, confiável e devidamente registrado, garantindo que essas informações sejam transmitidas para as gerações futuras.

Nesse contexto, o registro adequado do patrimônio desempenha um papel crucial, pois é uma ferramenta indispensável para capturar e preservar esse conhecimento, contribuindo para que o valor cultural da edificação seja compreendido ao longo do tempo.

2.2.1 Desafios da Conservação e do Registro Documental do Patrimônio Edificado

Edificações patrimoniais são insubstituíveis, e podem nos proporcionar um entendimento valioso sobre nossa história, arquitetura e cultura. Contudo, estão continuamente expostas a mudanças ambientais, desastres naturais, ações humanas, tensões socioculturais e outros fatores que podem contribuir para sua deterioração ao longo do tempo. Muitas vezes essa degradação é inevitável, o que torna a preservação e a manutenção desses patrimônios essenciais para garantir que continuem a transmitir seu valor histórico e cultural (Penjor *et al.*, 2024).

No contexto do registro do patrimônio, a documentação é um processo contínuo e sistemático que envolve a obtenção, armazenamento, tratamento, restauração, disponibilização e divulgação de dados e informações, tanto gráficas quanto não gráficas. Esse processo é complexo, e requer a colaboração de profissionais de diversas áreas e o uso de diferentes métodos e tecnologias (Mikalauskas; Amorim, 2020).

Normalmente, essas informações consistem em uma coleção de documentos, relatórios, desenhos (2D ou 3D), arquivos e diversos conjuntos de dados gerados por diferentes profissionais utilizando suas respectivas ferramentas. Como resultado, as informações sobre um único bem histórico podem acabar dispersas em múltiplos locais (bancos de dados locais, arquivos físicos, ou na nuvem) e em variados formatos (papel, digital, entre outros). Segundo Jordan-Palomar *et al.*, (2018) o cenário segmentado de protocolos e técnicas empregados pelos profissionais do patrimônio amplificam ainda mais o problema da dispersão de informações e comprometem a colaboração entre os envolvidos.

Penjor *et al.*, (2024) aponta que, apesar da introdução do Computer-Aided Design (CAD) na década de 1970, alguns problemas continuaram, como: deficiências no manuseio de informações semânticas, incapacidade de apoiar a colaboração interdisciplinar simultânea, e morosidade ao abordar dificuldades durante a fase de construção. Assim, para atenuar essas questões, novas tecnologias, métodos e processos podem ser utilizados para o registro e conservação de edificações históricas, criando modelos de informação abrangentes em um banco de dados centralizado e compartilhado, servindo de base para atividades de documentação, gestão e manutenção.

2.2 Building information modeling (BIM)

Segundo Gonçalves (2022, p.61), o BIM ou Modelagem da Informação da Construção surgiu como uma resposta à evolução da representação gráfica 2D com o intuito de atender às novas demandas na indústria AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), promovendo uma nova forma de desenvolvimento de projetos com possibilidades de uso desde a fase de concepção até às fases de manutenção e conservação da edificação.

Esse novo processo parte não mais de desenhos bidimensionais, mas de modelos tridimensionais e pressupõe que todas as informações relativas à construção, nas diversas fases de seu ciclo de vida, sejam alocadas em um só modelo integrado, paramétrico, intercambiável e passível de simulação, que poderá ser utilizado desde a concepção dos projetos, durante as obras e até durante toda a vida útil do espaço construído (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, 2013, p. 6).

Succar (2009) afirma que o BIM constitui um conjunto em contínua expansão de tecnologias, processos e diretrizes que viabiliza a colaboração entre as diversas partes interessadas no desenvolvimento, construção e operação de edificações ou instalações, de forma integrada em um ambiente virtual.

O BIM promove a uniformização da informação ao tornar única a fonte de dados para todos os envolvidos. No processo de projeto BIM, os componentes trazem consigo todas as informações relevantes em diversos documentos, como por exemplo uma janela que aparece simultaneamente na visualização 3D, nas folhas gráficas, ou nas planilhas. Caso este elemento seja alterado em qualquer um destes pontos, será automaticamente atualizado nos demais (Amorim, 2023, p. 21).

A ABNT NBR ISO 196502 define o conceito de “Nível de Informação Necessária” como responsável pelo tipo de informação básica para diferentes estágios do projeto e para diferentes partes interessadas, cujo escopo deve atender aos “usos” pretendidos do projeto e da organização. São inúmeros os usos BIM possíveis, os mais frequentes foram detalhados em produções acadêmicas

²ABNT NBR ISO 19650:2022 - *Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem da informação da construção.*

reconhecidas mundialmente, como o New Zealand BIM Handbook³ e o 211in Model Uses Table⁴, de Bilal Succar, que mapeou 125 usos do BIM (Amorim, 2023).

O Nível de Desenvolvimento do Componente (Level of Development - LOD) representa a combinação entre a geometria e as informações associadas a um objeto BIM (BIM Forum, 2023)⁵. O BIM Fórum propõe 6 níveis cumulativos, aplicáveis de acordo com o Nível de Informação Necessária.

Quanto à integração dos dados e o trabalho colaborativo, um recurso imprescindível do BIM é o uso de um Ambiente Comum de Dados (ACD/ Common Data Environment - CDE), responsável por proporcionar o acesso compartilhado, transparente e controlado a todos os arquivos e informações das diversas disciplinas envolvidas em um projeto BIM. Segundo a ABNT NBR ISO 19650, o uso deste recurso é obrigatório em projetos BIM, tendo em vista que o objetivo principal desta prática é que a informação seja gerada apenas uma vez e seja utilizada sempre que necessário por todos os integrantes do empreendimento, além de garantir a sua confiabilidade e integridade por meio de regras e procedimentos bem definidos, referenciados no Plano de Execução BIM (BEP)⁶ (Amorim, 2023).

Esta característica fundamental do BIM, de permitir a inserção de informações da edificação em diversos níveis de forma ampla e colaborativa, faz da sua aplicação uma potencial ferramenta de documentação e gestão, estendendo seus conceitos para o HBIM. Esta aplicação não se restringe somente aos processos de modelagem, mas também à gestão das informações geométricas e não geométricas nas diversas disciplinas, para ações de conservação, restauração ou preservação da edificação patrimonial (Gonçalves, 2022, p. 64).

2.3 Historic/heritage building information modeling (HBIM)

No contexto HBIM, onde a edificação já é existente, o Modelo de Informação do Ativo é o produto final, desenvolvido a partir de dados obtidos em pesquisas e levantamentos que serão utilizados para o seu enriquecimento com as informações

³ Disponível em: <https://www.biminnz.co.nz/nz-bim-handbook>. Acesso em 04 set. 2024.

⁴ Disponível em: <https://bimexcellence.org/files/211in-Model-Uses-Table.pdf>. Acesso em 04 set. 2024.

⁵ A especificação detalhada e atualizada com as exigências de acordo com as classes dos elementos, pode ser encontrada em <http://bimforum.org/lof/>. Acesso em: 04 Set. de 2024.

⁶ Documento que apresenta um plano de como os aspectos da gestão da informação serão conduzidos pelas equipes de entrega no processo BIM. (ABNT NBR ISO 19650-2:2022).

patrimoniais. Estas informações podem aprimorar a compreensão e o contexto da edificação, consistindo de registros históricos, fotografias dentre outras documentações relevantes, servindo como suporte a uma abordagem mais abrangente para a gestão do patrimônio.

A abordagem HBIM destaca-se pela capacidade de correlacionar os elementos arquitetônicos patrimoniais (como paredes, ornamentos de fachadas, coberturas, pisos, esquadrias, entre outros), a diversas classes de informação geométricas e não geométricas, podendo abranger todas as fases históricas da edificação (como materiais originais, técnicas construtivas, vida útil, registros históricos, fotografias, propriedades físicas, mapas de danos, manuais de uso e manutenção, entre outros). A associação desses dados aos Objetos BIM7 pode ser feita por meio das propriedades dos objetos, em que qualquer informação externa poderá ser referenciada ao Modelo de Informação do Ativo (AIM).

Uma abordagem semelhante ao LOD foi proposta por Castellano-Román e Pinto (2019), o Nível de Conhecimento (Level of Knowledge - LOK). O LOK se refere ao nível de conhecimento que o modelo HBIM necessita para fornecer informações suficientes à diferentes ações de gestão do patrimônio. Possui 5 níveis referentes a: capacidade de caracterização básica do bem patrimonial; proteção legal e planejamento estratégico; monitoramento e diagnósticos; ações de conservação e intervenção; e programas de pesquisa, conservação preventiva e planos de investimentos periódicos.

O HBIM oferece vantagens significativas para documentar e gerenciar edifícios históricos, contudo, apresenta alguns desafios de implementação (ANSAM QSYMAH et al., 2024) referentes a:

1. coleta e integração de dados: onde a qualidade e disponibilidade dos dados podem variar, dificultando a criação de um modelo digital adequado ao nível de informação necessária;

⁷Objeto BIM é uma representação digital de um elemento ou de um resultado da construção que contempla suas características geométricas (forma e dimensão), e pode conter parâmetros de funcionalidade e especificações. (Regulamento da Biblioteca Nacional BIM, 2018). Disponível em: https://plataformabimbr.abdi.com.br/docs/arquivos_avulsos/Regulamento%20T%C3%A9cnico%20-%20BNBIM.pdf Acesso em: 02 Set. de 2024.

2. complexidade das estruturas históricas: cujas características arquitetônicas demandam levantamento e modelagem mais aprofundados, frequentemente exigindo novas tecnologias de captura geométrica;
3. colaboração: estabelecer um ambiente compartilhado para as partes interessadas (arquitetos, historiadores e profissionais da conservação) requer conscientização e capacitação para que a colaboração seja eficaz;
4. sustentabilidade dos bancos de dados: manter esse recurso ao longo do tempo significa garantir que as informações permaneçam atualizadas e acessíveis, exigindo esforços contínuos.

Assim, o uso do HBIM como um sistema colaborativo de gestão do patrimônio necessita de aperfeiçoamento, pois ainda apresenta desafios quanto aos fluxos de trabalho, clareza dos processos e a dispersão de informações decorrentes do uso de técnicas e protocolos não padronizados (Gonçalves, 2022, p. 67).

2.4 Museu memorial de caruaru

Construído em 1924, o mercado foi criado para abrigar os feirantes de cereais e farinha de mandioca na Feira de Caruaru, uma atividade de grande relevância econômica para a cidade (Tenório, 2016). No período de realização deste estudo, o edifício desempenha a função de museu municipal, abrigando exposições documentais, iconográficas e objetos históricos que representam a trajetória política, econômica e cultural da cidade de Caruaru. A arquitetura do edifício preserva suas características e ornamentos originais mesmo após um século de sua construção (Figura 2). Esses elementos refletem as técnicas e tecnologias construtivas do estilo eclético neoclássico, tornando-o um exemplar singular na cidade .

Figura 2: Fachada principal o Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Pessôa (2023).

A edificação apresenta um preocupante estado de conservação em seu interior (Figura 3), sendo um ponto preocupante da sua integridade física e, conseqüentemente, do seu acervo.

Figura 3: Problemas de conservação do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Pessôa (2023).

Um questionário aplicado ao gestor responsável pela edificação (Pessôa, 2023, p.85-87) revelou diversos desafios na conservação deste patrimônio. As perguntas orientaram o diagnóstico da situação do registro e gestão documental sobre o Museu, bem como levantaram as motivações que guiaram o desenvolvimento do modelo HBIM da edificação e seus principais requisitos de informação. Como resultado, percebeu-se a falta de informações organizadas sobre o monumento e escassos recursos documentais disponíveis para acesso, (como levantamentos técnicos, registros sobre as intervenções realizadas, fotografias históricas e ausência de um plano de manutenção preventiva), fatores que repercutem na vulnerabilidade de seu

estado de conservação e em sua memória cultural. Nesse âmbito, a condição ideal requer a existência de um registro patrimonial adequado e acessível. Além disso, é importante que seu valor histórico e cultural seja reconhecido pela coletividade por meio da democratização do acesso à história e valores dessa edificação.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

Tendo em vista que o trabalho buscou a concepção de um protocolo de aplicação do HBIM como solução para uma problemática no âmbito da preservação do patrimônio, o método Design Science Research (DSR) se mostra ideal. Esse método busca a produção de soluções que aprimorem sistemas ou procedimentos existentes podendo gerar artefatos⁸ para aperfeiçoamento de atividades em um cenário real (Angeluci *et al*, 2020). O método propõe a aplicação prática de artefatos, fomentando o futuro uso do protocolo obtido em contextos semelhantes. Desse modo, a solução não necessita ser capaz de solucionar todos os problemas identificados, mas sim ser suficiente como um passo inicial eficaz em sua proposta. Neste método, o processo se inicia com a identificação e compreensão do problema, segue com a proposta de uma solução e, em seguida, com a implementação de um artefato conforme a solução sugerida.

Para verificar a eficácia do artefato desenvolvido, será necessário submetê-lo a um exame empírico (Aken, 2004), que consistirá da análise do protocolo por meio de um estudo de caso. O objetivo é verificar sua aplicabilidade em uma situação real, bem como identificar possíveis melhorias.

A avaliação será conduzida por meio do estudo de caso do Museu Memorial de Caruaru, através da aplicação do protocolo para o desenvolvimento do modelo HBIM da edificação. O protocolo será avaliado pelos pesquisadores do presente estudo por meio do acompanhamento e análise dos resultados obtidos. Serão considerados aspectos como:

Eficiência: análise do desempenho operacional considerando a complexidade da modelagem geométrica e os recursos disponíveis (pessoas e tecnologias);

Eficácia: verificação do alcance dos objetivos propostos para o protocolo;

⁸ “Artefato na Design Science é um objeto que produz conhecimento e sua construção segue métodos científicos. Alguns exemplos de artefatos são modelos, entidades, algoritmos, métodos e sistemas de informação.” (Zaidan *et al.*, 2016)

Conformidade: adoção de diretrizes, padrões e processos bem estabelecidos;

A Figura 4 representa as etapas do método na pesquisa e sua correlação com as fases deste trabalho:

Figura 4: Etapas da pesquisa distribuídas segundo o método DSR.



Fonte: Autores (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico apresenta os aspectos considerados no desenvolvimento da estrutura do modelo virtual de informação do Museu Memorial de Caruaru, e estabelece as bases para a compreensão de como o HBIM foi proposto no contexto da gestão, documentação e conservação deste patrimônio cultural. Para esta implementação foi necessário o desenvolvimento de um protocolo, considerado o artefato deste trabalho.

4.1 O protocolo HBIM

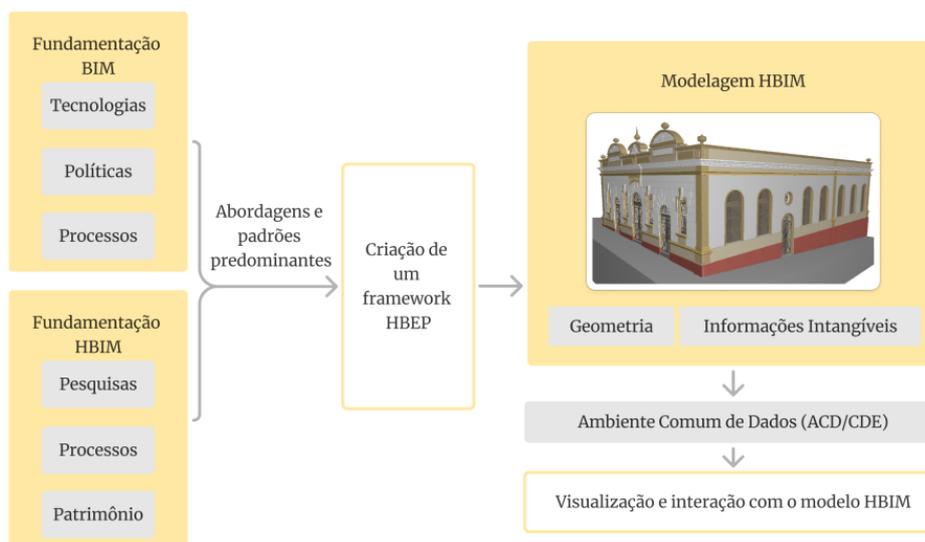
O protocolo HBIM estabeleceu as diretrizes metodológicas do desenvolvimento do projeto. Nesse contexto, foi necessário desenvolver um planejamento bem definido, representado pelo estabelecimento de um plano de execução. Estas etapas são descritas nos tópicos 4.1.1 e 4.1.2 a seguir.

4.1.1 A Metodologia do desenvolvimento do projeto HBIM

A metodologia proposta, baseada na estratégia de Heesom et al. (2021), propõe a análise das mais recentes produções acadêmicas sobre HBIM e suas aplicações, avaliando suas potencialidades e limitações. Foram identificadas as melhores práticas, como técnicas de levantamento arquitetônico, estratégias de modelagem e o uso de ferramentas e metodologias colaborativas para coleta e armazenamento de dados tangíveis e intangíveis de edificações patrimoniais. Além disso, foi criado um Plano de Execução BIM para Edificações Históricas (HBEP),

recurso essencial que apresenta o planejamento de como os aspectos da gestão da informação serão conduzidos pelas equipes de entrega no processo HBIM. As etapas finais consistem na inserção de toda informação no Ambiente Comum de Dados e na disponibilização do modelo HBIM para visualização e interação, tanto da gestão quanto do público. A Figura 5 representa o protocolo:

Figura 5: Metodologia para o projeto HBIM.

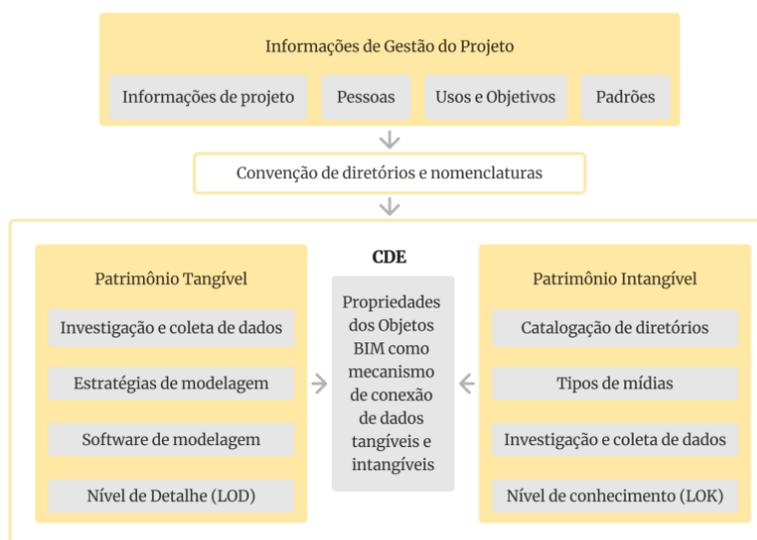


Fonte: Adaptado de Pessoa (2023).

4.1.2 Estabelecimento de um *framework* HBEP

Esta fase, fundamental para o desenvolvimento do modelo HBIM, consiste no desenvolvimento de um HBEP adaptado à natureza singular dos projetos de preservação do patrimônio cultural. Embora existam diversos Planos de Execução BIM (BEP), há pouca orientação específica para edificações históricas. O HBEP deve ser elaborado de forma colaborativa e ajustado às particularidades de cada proposta, com o objetivo de garantir que todas as partes envolvidas conheçam as metas do projeto, descrevendo fluxos de trabalho, funções e responsabilidades, padrões e entregas a serem produzidas de acordo com os objetivos e usos BIM pré-estabelecidos. Nesta premissa foram criadas diretrizes para estruturação das informações em 3 fatores: “Informações de gestão do projeto”, “Patrimônio Tangível” e “Patrimônio Intangível”, como mostra a Figura 6:

Figura 6: Plano de desenvolvimento do HBEP.



Fonte: Adaptado de Pessoa (2023).

Um conjunto específico de informações é essencial para o gerenciamento eficaz do projeto, assegurando que todos os envolvidos no seu desenvolvimento sigam os mesmos padrões. Assim, propôs-se para o HBEP os seguintes requisitos:

1 - Informações de Gestão do Projeto:

- Informações e definições de projeto: localização e caracterização do projeto;
- Pessoas: dados de identificação, funções e contatos da equipe;
- Usos e objetivos: usos BIM, prazos e prioridades de entregas;
- Sistema de coordenadas: tipos e localização das coordenadas;
- Terminologias e Nomenclaturas: para arquivos, siglas, disciplinas, fases, entre outros;
- Comunicação e colaboração: formato de comentários (BCF⁹) e escolha do CDE;
- Entregáveis: nome, descrição, tipo e formato dos entregáveis BIM;
- Prazos: datas estipuladas para atualizações de projeto;

2 - Patrimônio Tangível: descreve as informações essenciais para garantir que a modelagem HBIM possa funcionar colaborativamente no CDE.

- Nível de Informação Necessária: especificação LOD dos objetos BIM;
- Investigação e coleta de dados: técnicas e equipamentos para levantamentos;

⁹ BIM Collaboration Format (BCF) é um protocolo padrão de comunicação para gerenciamento e coordenação que permite o controle do histórico, rastreabilidade de comentários e das solicitações de informações em projetos BIM (ABNT PR 1015:2022).

- Softwares: definição de softwares e versões de acordo com os entregáveis (modelagem, realidade aumentada, plataformas de acesso ao modelo HBIM, etc);
- Premissas para modelagem: unidades de medida, templates¹⁰, entre outros;
- Nomenclaturas: para objetos BIM e bibliotecas¹¹ de objetos BIM;
- Terminologias: estabelecimento de termos dos elementos arquitetônicos históricos juntamente com um guia visual da edificação;
- Estratégias de modelagem: procedimentos de modelagem a ser adotados;
- Revisão e controle de qualidade: métricas de controle de qualidade do modelo HBIM;

3 - Patrimônio Intangível: descreve as informações fundamentais para assegurar que a gestão das informações intangíveis opere de maneira organizada e colaborativa dentro do CDE.

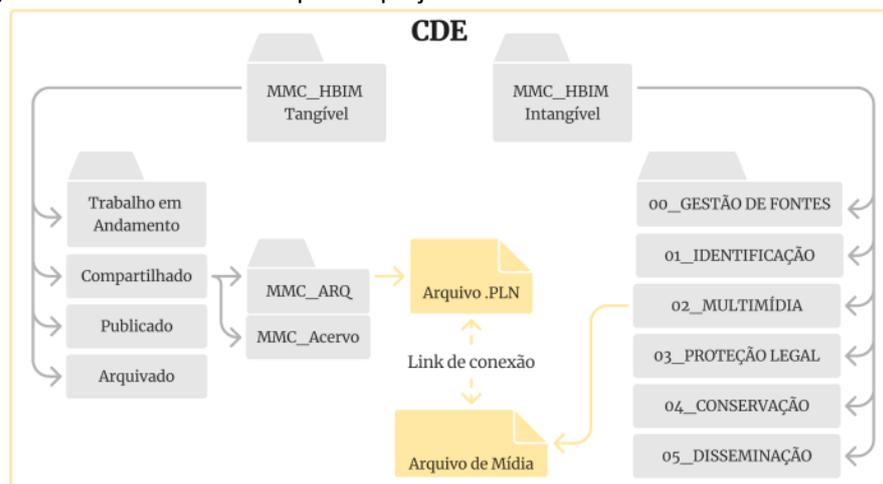
- Nível de Conhecimento Necessário: especificação LOK do modelo HBIM;
- Investigação e coleta de dados: técnicas de levantamento de informações semânticas;
- Nomenclaturas: para os diversos arquivos (mídias, documentos, entre outros);
- Tipos de Mídias: definição de tipos e formatos de arquivos aceitáveis no CDE;
- Catalogação de diretórios: foi utilizada uma estrutura de pastas proposta por Castellano-Román e Pinto (2019) denominada “Repositório de Informação BIM de Edificações Patrimoniais” (Heritage BIM Information Repository - HBIR), cuja disposição foi idealizada para centralizar as informações do patrimônio integrando as ações de gestão: identificação, pesquisa, proteção, conservação e disseminação;
- Propriedades: campos de dados necessários aos objetos BIM para compor os usos especificados e armazenar informações. Estas propriedades são responsáveis por conectar os objetos do modelo HBIM aos arquivos contidos no CDE através de links;

¹⁰Template é um arquivo padrão de projeto que pode incluir objetos BIM pré-definidos de acordo com o sistema de classificação a ser utilizado. Ele também pode conter modelos de planilhas de quantitativos, índices de documentos, modelos de folhas, padrões gráficos e outros critérios que possam ser adotados no projeto. (Amorim, 2023, p.42).

¹¹Coleção de objetos BIM que segue uma definição de estruturas, nomes e esquemas de dados. Disponível em: <https://bimdictionary.com/>. Acesso em 02 set. 2024.

Dessa forma, o Ambiente Comum de Dados resultante foi organizado de modo a receber os arquivos referentes às informações tangíveis e intangíveis em duas diferentes pastas principais, sendo MMC a sigla para “Museu Memorial de Caruaru”, conforme apresenta a Figura 7:

Figura 7: Estrutura do CDE para o projeto HBIM do Museu Memorial de Caruaru



Fonte: Adaptado de Pessoa (2023).

Os diretórios para arquivos de dados tangíveis (MMC_HBIM Tangível), como modelagens de Arquitetura e Acervo, foram organizados segundo os princípios da ABNT PR 1015:2022. Conforme os arquivos são desenvolvidos, esta evolução é caracterizada pela transição entre as pastas de diferentes estados, denominados “status”:

- Trabalho em Andamento: Informação em andamento pelo criador ou equipe, não está disponível a outras equipes, agentes ou organizações;
- Compartilhado: Informação aprovada para ser compartilhada a outras equipes;
- Publicado: Informação aprovada para ser utilizada para detalhamento de projeto, construção e/ou gestão da edificação;
- Arquivado: Informação que foi superada, retirada de uso ou rejeitada do processo;

Os diretórios para arquivos de dados intangíveis (MMC_HBIM Intangível) foram organizados segundo a estrutura HBIR previamente apresentada, cujos arquivos são organizados conforme a sua finalidade das ações de gestão do patrimônio:

- 00_Gestão de Fontes: Inclui dados de identificação dos locais onde foram adquiridas informações da edificação (como arquivos, bibliotecas, repositórios digitais, etc);
- 01_Identificação: Identificação do imóvel a partir de dados exigidos pelo Iphan¹² na plataforma SICG¹³, e documentos relacionados aos arredores, área de proteção, às atividades próximas e outras edificações associadas;
- 02_Multimídia: Arquivos associados à pesquisa e análise da edificação, incluindo uma variedade de mídias, como documentos, trabalhos acadêmicos, plantas baixas, fotografias, músicas, vídeos, gravações de áudio, desenhos, entre outros;
- 03_Proteção Legal: Documentos relacionados à legislação, arranjos administrativos, catálogos e inventários, bem como ao planejamento urbano e espacial da edificação;
- 04_Conservação: Documentos relacionados a diagnósticos, projetos e intervenções;
- 05_Disseminação: Materiais para divulgação, como conteúdos digitais, planejamento de visitas, publicações, exposições, roteiros turísticos, entre outras atividades.

4.2 Aplicação do protocolo HBIM

Considerando o cumprimento dos objetivos da aplicação do HBIM para o Museu Memorial de Caruaru, os seguintes usos BIM foram elencados conforme os graus de importância e suas interdependências segundo estimativas de curto, médio e longo prazo:

- Usos BIM à Curto Prazo: Modelagem de Arquitetura, Documentação, Visualização, Representação em realidade virtual e aumentada, Extração de Quantitativos;
- Usos BIM à Médio Prazo: Fabricação Digital, Modelagem de Disciplinas complementares, Compatibilização, Planejamento e controle 4D e Gestão de Custos;

¹² “O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Cidadania que responde pela preservação do Patrimônio Cultural Brasileiro” (Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1702/>) Acesso em 05 Set. de 2024.

¹³ O Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG) é uma base de dados desenvolvida para coordenar, em todo o território nacional, a documentação dos bens culturais de natureza material e imaterial, integrando, em uma única interface, o conhecimento e a gestão desses bens. (Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/wp/patrimonioculturalcolaborativo/sicg/>). Acesso em 05 Set. de 2024

- Usos BIM à Longo Prazo: Gerenciamento de espaços, Planos de Manutenção Preventiva, Simulações Diversas;

O projeto HBIM seguiu as orientações do modelo HBEP proposto, seguindo os protocolos estabelecidos. Os diretórios propostos foram criados no CDE Trimble Connect. Foram realizadas as modelagens de arquitetura, e a estrutura do mezanino e cobertura. Além disso, foram modelados itens do acervo do museu, como os quadros de obras de arte e uma luminária histórica. O software modelagem de modelagem BIM utilizado foi o Archicad licença estudante versão 26 (da Graphisoft). Apesar da indisponibilidade de ferramentas mais avançadas para captura da geometria dos elementos, algumas estratégias¹⁴ de modelagem foram adotadas, resultando em objetos BIM com grande semelhança aos elementos originais (Figura 8).

Figura 8: Estratégias de modelagem de objetos BIM históricos.



Fonte: Adaptado de Pessoa (2023).

As Figuras 9 e 10 apresentam a comparação entre a situação real da edificação e as modelagens arquitetônica, da estrutura do mezanino e da cobertura:

Figura 9: Foto da cobertura do Museu Memorial de Caruaru e modelagem HBIM.



Fonte: Adaptado de Pessoa (2023).

¹⁴ Alguns elementos, como a luminária e os pináculos, foram modelados a partir do desenho dos detalhes das peças e de suas silhuetas, que posteriormente foram “extrudados” ou “girados em 360°” para compor os objetos BIM.

Figura 10: Foto de mezanino do Museu Memorial de Caruaru e modelagem HBIM



Fonte:

Adaptado de Pessoa (2023).

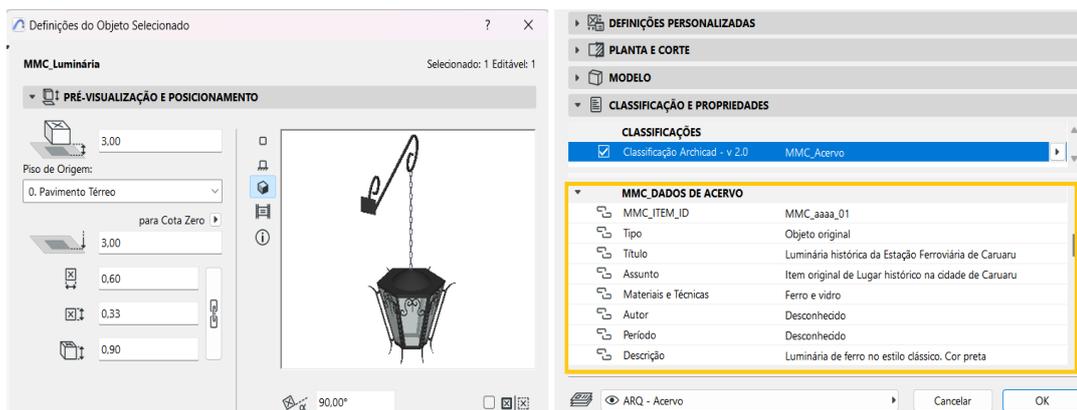
As propriedades dos objetos BIM foram criadas para o recebimento dos dados tangíveis e intangíveis, e foram aplicadas a todos os elementos modelados conforme o nível de informação necessário para cada classe de objetos. Foram designadas duas classes de objetos: “itens de acervo” e os “demais objetos BIM” (paredes, pisos, esquadrias, etc). Estas propriedades foram:

- Itens de Acervo:¹⁵ ID, Título, Assunto, Materiais e Técnicas, Autor, Data ou Período, Descrição, Localização, Dimensões, Características, Estado de Conservação (bom, precário, em arruinamento, arruinado), Imagem (link para imagem no CDE), Forma de Aquisição, Proveniência, Proteção a direitos autorais, LOD e Bibliografia (link para arquivos no CDE);
- Demais objetos BIM: ID, Nome, Descrição, Localização, Fase Histórica, Técnica Construtiva, Material, LOD, Imagem (link para CDE), Bibliografia (link para CDE), Estado de Preservação (íntegro, pouco alterado, muito alterado ou descaracterizado), Estado de Conservação (bom, precário, em arruinamento ou arruinado), Data da última inspeção, Data da Próxima inspeção, Mapa de Danos, Patologias, Diretrizes de Conservação e Causas de Degradação;

A Figura 11 apresenta alguns dados de acervo sendo utilizados para a luminária modelada no software Archicad:

¹⁵ As propriedades criadas para os itens de acervo contém campos já solicitados pela gestão do Museu Memorial de Caruaru, mapeados durante o questionário. Também foram criados novos campos para cumprir os objetivos BIM.

Figura 11: Dados personalizados inseridos nas propriedades da luminária.



Fonte: Autores (2024).

4.2.1 Resultados Obtidos

A modelagem arquitetônica do Museu Memorial de Caruaru foi completamente desenvolvida, correspondendo aos requisitos de informação necessários e a acurácia gráfica esperada (Figura 12).

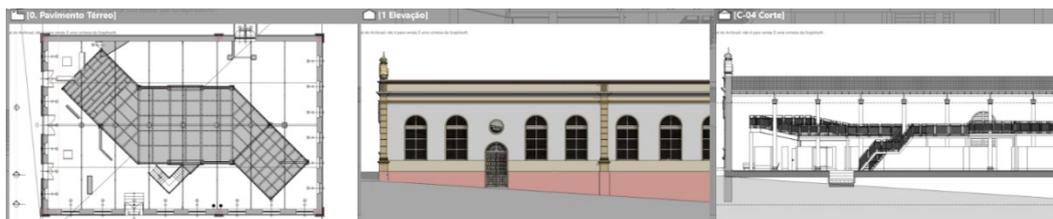
Figura 12: Resultados da Modelagem HBIM do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Autores (2024).

Estruturas mais complexas, como todos os elementos da cobertura e do mezanino também foram modelados com êxito, proporcionando entregáveis como plantas baixas, plantas de cobertura, cortes, elevações, mapas de danos, vistas e perspectivas 3D e tabelas de quantitativos diversas (Figura 13).

Figura 13: Exemplos de entregáveis obtidos a partir da modelagem HBIM.



Fonte: Autores (2024).

A modelagem dos itens de acervo e a utilização das propriedades personalizadas proporcionou a obtenção de uma tabela de quantitativos rica em informações tangíveis e intangíveis (Figura 14) contendo dados de grande relevância para a gestão do acervo do museu. Esta tabela poderá ser utilizada para melhorar a eficiência de organização e elevar a segurança e salvaguarda dos dados (por estarem em um ambiente virtual controlado e compartilhado).

Figura 14: Tabela de dados de Acervo obtida do software Archicad (da Graphisoft).

Vista de Frente 3D	ID	Tipo	Título	Assunto	Materiais e Técnicas	Localização
	MMC_Luminária_01	Objeto original	Luminaria histórica da Estação Ferroviária de Caruaru	Item original de Lugar histórico na cidade de Caruaru	Ferro e vidro	Salão principal do térreo, anexo à parede Leste
	MMC-Terreo-Quadro-CaruaruFazenda-200-23/03/2023	Quadro	Caruaru Fazenda	As origens da cidade de Caruaru, quando ainda era fazenda	Pintura	Térreo
	MMC-Terreo-Quadro-OrigensDeCaruaru-200-23/03/2023	Quadro		Origens da cidade de Caruaru	Pintura	Térreo

Fonte: Autores (2024).

Os objetos BIM dos elementos ornamentais característicos do estilo arquitetônico da edificação, como os componentes das fachadas (Figura 15) e as esquadrias históricas (Figura 16), compõem o modelo HBIM tornando-o abrangente, contendo uma biblioteca de objetos completa do Museu Memorial de Caruaru.

Figura 15: Alguns objetos HBIM de ornamentos das fachadas do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Autores (2024).

Figura 16: Objetos HBIM das esquadrias do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Autores (2024).

A democratização do acesso ao modelo HBIM através de recursos como o BIMx16 (Figura 17), também contribui para a disseminação da história e cultura do Museu Memorial de Caruaru para o público geral, promovendo o conhecimento dos valores desta edificação patrimonial para a sociedade.

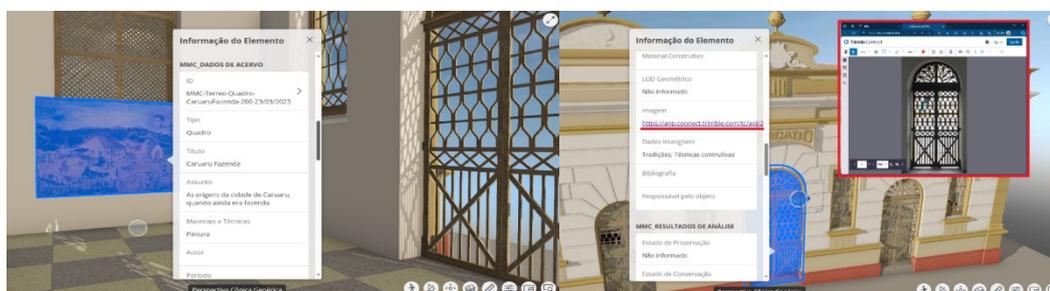
Figura 17: Modelo BIMx do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Adaptado de Pessôa (2023).

O acesso às propriedades de dados que redirecionam o usuário a arquivos no CDE (como mídias de imagens, vídeos, áudios, textos, entre outros, salvo dados sigilosos), permite que o modelo virtual possa ser utilizado para diversas finalidades educacionais e culturais. A Figura 18 abaixo demonstra a visualização de informações de uma obra de arte parte do acervo do museu e também um exemplo de acesso ao link de uma fotografia de uma esquadria no CDE Trimble Connect:

Figura 18: Informações nas propriedades dos elementos no Modelo BIMx.



Fonte: Adaptado de Pessôa (2023).

Outro recurso utilizado foi a adaptação do projeto HBIM obtido para a visualização em Realidade Aumentada, onde o modelo 3D do Museu Memorial de Caruaru foi disponibilizado através do aplicativo “My Web AR”¹⁷. Esse modelo pode ser acessado através do QR Code apresentado na Figura 19.

¹⁶ App da Graphisoft para visualização de modelos BIM. O modelo BIMx do Museu Memorial de Caruaru está disponível em: <https://bimx.graphisoft.com/model/d2332ad6-3021-42a6-859a-650f04e9a397>

¹⁷ O Modelo RA do Museu Memorial de Caruaru está disponível em: <https://mywebar.com/qr/294827>

Figura 19: QR Code do modelo 3D do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Pessoa (2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou várias questões que destacam a importância da pesquisa do HBIM e suas implicações para a gestão do patrimônio. As principais questões se referem ao desenvolvimento de um protocolo viável, a demanda por padronizações, a importância das abordagens interdisciplinares, os desafios desta implementação, os desafios de gestão da informação a longo prazo e a necessidade de validação do protocolo por meio de estudos de caso.

Quanto ao desenvolvimento do protocolo, a pesquisa desenvolveu com sucesso um artefato viável, escalável e flexível para gerenciar informações relacionadas a projetos HBIM. Este protocolo se mostrou eficiente quanto a integração dos dados patrimoniais tangíveis e intangíveis, promovendo uma abordagem abrangente do patrimônio arquitetônico. A necessidade de padronização no âmbito do HBIM se destaca no processo de projeto BIM. Como resposta a esta problemática, um HBEP foi desenvolvido, estabelecendo requisitos básicos a serem cumpridos de forma a alcançar os objetivos organizacionais pré-estabelecidos na etapa de pesquisa e conhecimento do bem.

A abordagem interdisciplinar realizada na pesquisa enfatizou o valor da colaboração para construção de um modelo HBIM e seu potencial uso para gestão do patrimônio. Ao incorporar diferentes metodologias e práticas, a pesquisa demonstrou que diferentes campos de conhecimento podem contribuir para uma estratégia de gestão mais eficaz no contexto do uso do BIM no patrimônio.

Alguns desafios de implementação foram reconhecidos no decorrer da pesquisa, particularmente durante a modelagem dos objetos BIM. Estas adversidades destacam a necessidade de pesquisa e desenvolvimento contínuos para aprimorar as técnicas de captura e modelagem para construção de modelos BIM. Também levanta

a importância de maiores investimentos financeiros e tecnológicos no setor de pesquisa HBIM.

Quanto aos desafios da gestão da informação a longo prazo, um dos principais objetivos da pesquisa foi preparar um ambiente virtual compartilhado que pudesse acomodar os dados coletados durante todo o ciclo de vida da gestão do patrimônio. A criação dos diretórios para armazenamento de informações de diferentes âmbitos da gestão da edificação levou em consideração aspectos intrínsecos, como suas particularidades administrativas, seu uso atual (como museu da cidade) e também seu papel social para a comunidade. Associado a isto, o uso de um ambiente virtual compartilhado, como o CDE, foi de grande importância, garantindo que os valiosos dados históricos estejam em um ambiente seguro, transparente e controlado. Assim, é essencial que o estudo tenha continuidade para que a perspectiva a longo prazo possa otimizar a gestão desse repositório patrimonial.

A validação por meio do estudo de caso a partir da aplicação do protocolo no Museu Memorial de Caruaru proporcionou uma avaliação prática dos métodos propostos. Os resultados dessa implementação confirmaram a eficácia das estratégias descritas na pesquisa, mostrando sua aplicabilidade em um cenário real. No entanto, novos estudos devem ser realizados quanto à manutenção do modelo HBIM junto à edificação a médio e longo prazo, de forma a quantificar e qualificar seus impactos nas questões da conservação preventiva da edificação e identificar melhorias e novas potencialidades.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

ANGELUCI et al. Design Research como método para pesquisas em TDIC na educação. CIET EnPED: **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias - Encontro de Pesquisadores em educação à distância**. Ed. Ressignificando a presencialidade. p13. 2020.

ANSAM QSYMAH et al. HBIM for Sustainable Documentaion of Historic Buildings: Case Study of Al-Faddain Umayyad Mosque. **Civil Engineering and Architecture**, v. 12, n. 3A, p. 1969–1984, 1 maio 2024.



CASTELLANO-ROMÁN, Manuel; PINTO PORTO, Francisco. Dimensions and Levels of Knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain). **Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage**. Vol. 14, p110. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212054819300438?via%3Di> hub. Acesso em: 10 fev. 2024.

Jordan-Palomar, I., Tzortzopoulos, P., García-Valldecabres, J., & Pellicer, E. **Protocol to manage heritage building interventions using heritage building information modelling (HBIM)**. [Artigo]. Sustainability, Switzerland, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10040908>. Acesso em 2 de Ago. de 2024.

LOVELL, L. et al. The Application of Historic Building Information Modelling (HBIM) to Cultural Heritage: A Review. **Heritage**, v. 6, n. 10, p. 6691–6717, 1 out. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/heritage6100350> Acesso em: 02 de Set. de 2024.

Mikalauskas de Souza Nogueira, F.Leão de Amorim, A. Reconstrução digital: A preservação em meio digital da Herança Cultural. **Revista Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, [S. l.], v. 11, n. 1, 2020.

MURPHY, M.; MCGOVERN, E.; PAVIA, S. Historic building information modelling (HBIM). **Structural Survey**, v. 27, n. 4, p. 311–327, 27 ago. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/02630800910985108> Acesso em 02 de Set de 2024.

TSHERING PENJOR et al. Heritage Building Information Modelling (HBIM) for Heritage Conservation: Framework of Challenges, Gaps, and Existing limitations of HBIM. **Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage**, p. e00366–e00366, 1 jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.daach.2024.e00366> Acesso em 2 de Ago. De 2024.

Pessoa, R. **A abordagem HBIM para documentação, preservação e gestão do Patrimônio Histórico**: uma aplicação para o Museu Memorial de Caruaru PE. Monografia—UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2023. 164 p.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, maio 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>. Acesso em 2 de Ago. de 2024.

TENÓRIO, L. A. . Estudo Para Planejamento de Intervenção em Monumentos e Sítios Históricos: O Caso do Mercado de Farinha de Caruaru. In: **4 Colóquio Ibero-Americano Paisagem Cultural, Patrimônio e Projeto- Desafios e Perspectivas**, 2016, Belo Horizonte -Mg. 4 Colóquio Ibero-Americano Paisagem Cultural, Patrimônio E Projeto, 2016.