

A abordagem HBIM para documentação, preservação e gestão do Patrimônio Histórico:

Uma aplicação para o Museu Memorial de Caruaru - PE

Autora | Rebeca Hayanny Braz Pessôa
Orientador | Max Lira Veras Xavier de Andrade
Coorientador | Vinicius Albuquerque Fulgêncio



Rebeca Hayanny Braz Pessôa

A abordagem HBIM para documentação, preservação e gestão do Patrimônio Histórico: Uma aplicação para o Museu Memorial de Caruaru – PE.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura.

Orientador: Prof. Dr. Max Lira Veras Xavier de Andrade

Coorientador: Prof. Dr. Vinicius Albuquerque Fulgêncio

RECIFE
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Braz Pessôa, Rebeca Hayanny.

A abordagem HBIM para documentação, preservação e gestão do Patrimônio Histórico: Uma aplicação para o Museu Memorial de Caruaru PE / Rebeca Hayanny Braz Pessôa. - Recife, 2023.

164 p. : il., tab.

Orientador(a): Max Lira Veras Xavier de Andrade

Coorientador(a): Vinicius Albuquerque Fulgêncio

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Arquitetura e Urbanismo - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. HBIM. 2. Patrimônio Histórico. 3. Documentação. 4. Gestão. 5. Preservação. I. Lira Veras Xavier de Andrade, Max . (Orientação). II. Albuquerque Fulgêncio, Vinicius . (Coorientação). IV. Título.

720 CDD (22.ed.)

Agradecimentos

Agradeço a Deus por Seu grande amor e proteção, e por estar ao meu lado durante todos os momentos da minha vida.

À minha família, por todo amparo. À minha mãe, Elis, pelo seu amor e apoio emocional incondicionais, ao meu pai, Jailson, por seu cuidado e zelo constantes, e ao meu irmão, Rannyery, pelos bons conselhos e por tudo que fez para garantir que eu pudesse vivenciar minha graduação.

Ao professor Max Andrade, por todo auxílio e disponibilidade, não só durante a elaboração do presente trabalho, mas também ao longo de diversos outros projetos e atividades acadêmicas em que me orientou, demonstrando sempre prestatividade.

À professora Cristiana Gris, por me convidar a fazer parte de projetos que considero tão especiais, onde participei como aluna colaboradora da Célula BIM UFPE e como aluna monitora do primeiro Curso de Especialização BIM da UFPE. Obrigada pela confiança e pelas oportunidades.

Ao professor Vinicius Albuquerque, pelo interesse na minha pesquisa e apoio como coorientador para este trabalho, suas orientações foram de grande importância, agradeço também por todas as referências e recomendações recebidas.

Aos meus queridos amigos e colegas de turma, em especial à Fabiana e Hadassa, por me proporcionarem bons momentos e grande apoio nos momentos em que precisei. Suas palavras de amizade estarão sempre comigo.

Por último e não menos importante, aos funcionários do Museu Memorial de Caruaru, por me receberem com tamanha boa vontade e por aceitarem contribuir com este trabalho.

O meu obrigada.

Resumo

O uso do HBIM (Heritage Building Information Modeling) tem gerado uma série de experiências na aplicação do BIM (Building Information Modeling) em edificações históricas no Brasil e no mundo. Contudo, o cenário de diretrizes para sua aplicação é complexo, pois os casos de uso são díspares em termos de localização, propósito e dimensão, além disso, existem lacunas quanto à estrutura de colaboração que permita a integração entre os dados tangíveis e intangíveis que possa ser aplicada a diferentes casos. O trabalho investiga diversas 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. De acordo com essa proposta, foi feito um estudo de caso que gerou o modelo HBIM do Museu Memorial da cidade Caruaru, em Pernambuco. Este projeto teve como premissa a viabilidade de utilização futura do modelo HBIM e do Ambiente Comum de Dados (CDE) obtidos considerando a coleta e armazenamento de informações necessárias ao setor da gestão do patrimônio em estudo para realizar ações de proteção, conservação e divulgação.

Palavras-Chave: HBIM; Patrimônio Histórico; Documentação; Gestão; Preservação;

Abstract

The use of HBIM (Heritage Building Information Modeling) has generated a series of experiences in the application of BIM (Building Information Modeling) in historic buildings in Brazil and in the world. However, the scenario of guidelines for its application is complex, since the use cases are different in terms of location, purpose and dimension, in addition, there are gaps in the collaboration structure that allows the integration between tangible and intangible data, which can be applied to different cases. This article is the result of a research part of an undergraduate work in Architecture and Urbanism. The work investigates different experiences of HBIM application in search of procedures for integrating tangible and intangible heritage information in a shared repository, in order to develop a protocol for collaboration. According to this proposal, a case study was carried out that generated the HBIM model of the Memorial Museum in the city of Caruaru, in Pernambuco. This project was premised on the feasibility of future use of the HBIM model and the Common Data Environment (CDE) obtained considering the collection and storage of information necessary for the heritage management sector under study to carry out protection, conservation and dissemination actions.

Keywords: Digital Heritage; HBIM; Information Management; Intangible Data; Collaboration;

Lista de Figuras

Figura 1 -	Mercado de Farinha de Caruaru em 1924	14
Figura 2 -	Etapas do DSR	18
Figura 3 -	Capítulos do trabalho distribuídos de acordo com o método DSR de Aken	19
Figura 4 -	Antiga Catedral de Nossa Senhora das Dores em Caruaru, 1960	23
Figura 5 -	Igreja Nossa Senhora das Dores em Caruaru - PE	24
Figura 6 -	Vista interna da Igreja Nossa Senhora das Dores, antes e depois de novas reformas	25
Figura 7 -	Linha do Tempo - política brasileira de inventariação anos 30 a 90	26
Figura 8 -	Linha do Tempo - política brasileira de inventariação - anos 1990 a 2000	27
Figura 9 -	SICG: Módulos Cadastro, Conhecimento e Gestão, respectivamente	29
Figura 10 -	Página do Módulo Conhecimento no SICG	33
Figura 11 -	Página do Módulo Gestão no SICG	33
Figura 12 -	BIM: Políticas, Tecnologia e Processos	42
Figura 13 -	Objetos BIM	43
Figura 14 -	Objeto porta e suas propriedades no archicad	44
Figura 15 -	25 casos de usos do BIM	45
Figura 16 -	Curva de MacLeamy	46
Figura 17 -	Curva 1 - capacidade de impactar custos	47
Figura 18 -	Curva 2 Custos de mudanças no projeto	47
Figura 19 -	Curva 3 Processo de projeto CAD	48
Figura 20 -	Curva 4 Processo de projeto BIM	48
Figura 21 -	Gráfico comparativo colaboração CAD x BIM	49
Figura 22 -	Níveis LOD de referência	51
Figura 23 -	Descrição dos estados dos arquivos (contêineres de informação)	53
Figura 24 -	Planejamento de implementação BIM	54
Figura 25 -	Esquema do Conceito HBIM de Maurice Murph	59
Figura 26 -	Incêndio na Catedral de Notre-Dame	61
Figura 27 -	Levantamento 3D da Catedral de Notre-Dame em perspectiva explodida	62
Figura 28 -	Modelagem HBIM da Catedral de Notre-Dame no software Revit	63
Figura 29 -	Museu Nacional após incêndio	64
Figura 30 -	BIM para Integração dos Projetos técnicos	65
Figura 31 -	Seleção de propriedades do objeto Janela no modelo HBIM do Museu Nacional	66
Figura 32 -	Esquema de caracterização dos níveis de desenvolvimento (LOD – Level Of Development)	67

Figura 33 -	Esquema de caracterização dos níveis de conhecimento (LOK – Level Of Knowledge)	68
Figura 34 -	Processo de modelagem do arco do Portão da Coroa a partir de arquivo documental no Revit	71
Figura 35 -	Bens Culturais identificados na cidade de Caruaru pela plataforma SICG	73
Figura 36 -	Museu Memorial de Caruaru em 2011	74
Figura 37 -	Interior do Museu Memorial de Caruaru em 2023, térreo e mezanino	75
Figura 38 -	Mercado de Farinha de Caruaru, cerca de 1924	76
Figura 39 -	Mercado de Farinha em funcionamento, cerca de 1930	77
Figura 40 -	Pavimentação da rua Duque de Caxias com Mercado de Farinha ao fundo, data desconhecida	77
Figura 41 -	Exposições no Museu Memorial de Caruaru, ano 2023	78
Figura 42 -	Frontão e adorno do Museu Memorial de Caruaru	79
Figura 43 -	Fachada Norte do Museu Memorial de Caruaru	80
Figura 44 -	Grandes aberturas do Museu Memorial de Caruaru	80
Figura 45 -	Plantas baixas do Museu Memorial de Caruaru	81
Figura 46 -	Acervo disposto no mezanino	81
Figura 47 -	Copa provisória em madeira compensada	82
Figura 48 -	Biombo em madeira	82
Figura 49 -	Infiltração e descamação nas paredes, problemas em pontos elétricos	84
Figura 50 -	Falhas no escoamento do telhado causando problemas de humidade no acervo	85
Figura 51 -	Fluxograma de Metodologia para o projeto HBIM do Museu Memorial de Caruaru	90
Figura 52 -	Plano de Construção do HBEP – Heritage BIM Execution Plann	92
Figura 53 -	Estrutura detalhada dos diretórios para os dados Intangíveis - HBIR	95
Figura 54 -	Estrutura do CDE do projeto HBIM	96
Figura 55 -	Croqui da modelagem HBIM do Museu Memorial de Caruaru - Coordenada de referência	98
Figura 56 -	Estrutura do CDE do projeto HBIM no ambiente Trimble Connect	101
Figura 57 -	Diretórios para os dados Tangíveis - HBIR no ambiente Trimble Connect	102
Figura 58 -	Diretórios para os dados Intangíveis - HBIR no ambiente Trimble Connect	102
Figura 59 -	Esquema de caracterização dos níveis de detalhe dos objetos BIM LOD – Level of Detail	104
Figura 60 -	Ferramentas utilizadas no levantamento físico da edificação	105
Figura 61 -	Identificação de itens na fachada	107
Figura 62 -	Nomenclatura dos elementos de Fachada	108
Figura 63 -	Estratégia de modelagem de adorno de fachada e objeto resultante	108
Figura 64 -	Esquadrias em fotografia distorcida pela perspectiva do observador x regularização dos ângulos para guiar o desenho	109
Figura 65 -	Desenho de silhueta da seção do adorno para posterior modelagem	110
Figura 66 -	Captura de silhueta das cornijas para posterior modelagem	110

Figura 67 -	Desenho de perfis complexos no software archicad	111
Figura 68 -	Cornijas modeladas a partir de perfis complexos	111
Figura 69 -	Ornatos e detalhes da fachada modelados	112
Figura 70 -	Pilastra da fachada e a construção de seus segmentos	112
Figura 71 -	Fotografia de elementos da cobertura	113
Figura 72 -	Fotografia de conexão dos elementos da cobertura	113
Figura 73 -	Resultado de modelagem da cobertura	114
Figura 74 -	Fotografias da estrutura do mezanino	114
Figura 75 -	Resultado de modelagem do mezanino	115
Figura 76 -	Resultado de modelagem do mezanino e escadas	115
Figura 77 -	Trecho da modelagem do piso atual	116
Figura 78 -	Modelagem de quadro do acervo do Museu	116
Figura 79 -	Modelagem de item de acervo: luminária histórica da Estação Ferroviária de Caruaru	117
Figura 80 -	Fotografia real x resultado da modelagem da luminária no ambiente 3D do Archicad	117
Figura 81 -	Esquema de Níveis de Conhecimento LOK – Level Of Knowledge e nível alcançado	118
Figura 82 -	Link entre objetos BIM e mídias externas através do CDE	120
Figura 83 -	Criação de nova classificação para os objetos de acervo HBIM	123
Figura 84 -	Página inicial so SICG	125
Figura 85 -	Página do Módulo Cadastro no SICG	128
Figura 86 -	Página do Módulo Cadastro no SICG - Imóveis	129
Figura 87 -	Modelagem arquitetônica do Museu Memorial de Caruaru	132
Figura 88 -	Modelagem com vista do mezanino e cobertura	133
Figura 89 -	Documentações no modelo HBIM	134
Figura 90 -	Objetos HBIM de ornamentos	134
Figura 91 -	Objetos HBIM de esquadrias	135
Figura 92 -	Objeto janela e propriedades HBIM	136
Figura 93 -	Item de acervo e propriedades HBIM	137
Figura 94 -	Fichas cadastrais do SICG dentro do software Archicad	137
Figura 95 -	Museu Memorial de Caruaru na plataforma BIMx	139
Figura 96 -	Corte 3D no modelo HBIM do museu	140
Figura 97 -	Visualização de propriedades em item de acervo	140
Figura 98 -	Visualização de propriedades em objeto HBIM	141
Figura 99 -	Visualização de imagem real do objeto a partir do modelo HBIM	141
Figura 100	Preparo do modelo 3D para visualização em realidade aumentada na plataforma My Web AR	142
Figura 101 -	QR Code do modelo HBIM em realidade aumentada	142

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Atualização dos LODs de acordo com BIMForum 2022	14
Tabela 2 -	Definição dos Níveis de Conhecimento LOK (Level of Knowledge)	68
Tabela 3 -	Dados propostos para o documento HBEP - Informações de Gestão do Projeto	92
Tabela 4 -	Dados propostos para o documento HBEP - Patrimônio Tangível	93
Tabela 5 -	Dados propostos para o documento HBEP - Patrimônio Intangível	94
Tabela 6 -	Usos do modelo, prioridades e prazos	97
Tabela 7 -	Terminologia de disciplinas	99
Tabela 8 -	Terminologia das Fases de Projeto	100
Tabela 9 -	Terminologia dos Setores do Projeto	100
Tabela 10 -	Propriedades para os Dados Gerais de Objetos HBIM	112
Tabela 11 -	Propriedades para os Resultados de Análise de objetos HBIM	112
Tabela 12 -	Propriedades para os objetos itens de acervo HBIM	124
Tabela 13 -	Propriedades para dados de valor cultural do IPHAN	125
Tabela 14 -	Campos de Dados Básicos	129

Lista de Abreviações e Siglas

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
AECO	Arquitetura, engenharia, construção e operação
AR	Augmented Reality
BEP	Bim Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
CAD	Desenho Assistido por Computador
CAFM	Computer Aided Facility Management
CDE	Common Data Environment
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CGTI	Coordenação Geral de Tecnologia da Informação
DSR	Design Science Research
FISCALIS	Sistema Informatizado de Informação
GIS	Geographic Information System
HBEP	Historic BIM Execution Plan
HBIM	Historic Building Information Modeling
HBIR	Historic Building Information Repository
IFC	Industry Foundation Classes
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LOD	Level of Development Detail
LOK	Level of Knowledge
NBR	Norma Brasileira
PNPI	Programa Nacional do Patrimônio Imaterial
SICG	Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão
SPHAN	Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Sumário

1. Introdução.....	13
1.1 Objetivos.....	15
1.1.1 Objetivo Geral:.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos:.....	15
1.2 Estrutura do Trabalho.....	16
2. Abordagem Metodológica.....	17
2.1 Abordagem.....	17
2.2 Natureza.....	17
2.3 Objetivos.....	17
2.4 Procedimentos.....	17
2.5 Método.....	17
3 Patrimônio Cultural no Brasil.....	20
3.1 Patrimônio Material e Imaterial.....	20
3.2 O registro e documentação do Patrimônio Material Arquitetônico no Brasil.....	23
3.3 Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão – SICG.....	29
3.4 Requisitos e melhores práticas para ações de preservação segundo IPHAN.....	34
4 Fundamentação Teórica BIM E HBIM.....	41
4.1 Conceituação BIM.....	41
4.1.1 O que é BIM – Building Information Modeling.....	41
4.1.2 O que não é BIM.....	42
4.1.3 Objetos e Bibliotecas BIM.....	42
4.1.4 Usos do BIM.....	44
4.1.5 Comparação entre o processo tradicional (CAD) e processos BIM.....	46
4.1.6 O BIM e a colaboração - formatos proprietários x abertos.....	50
4.1.7 Nível de Desenvolvimento (LOD).....	50
4.1.8 Gestão de dados e CDE.....	52
4.1.9 Implantação BIM e seus desafios.....	54
4.1.10 Estratégia BIM BR.....	57
4.2 Conceituação HBIM – Historic Building Information Modeling.....	59
4.2.1 O que é HBIM.....	59
4.2.2 Gestão de informações de um Patrimônio Arquitetônico.....	59
4.2.3 Usos do HBIM.....	60
4.2.4 Objetos HBIM.....	66
4.2.5 Nível de Desenvolvimento - LOD (Level Of Development) e Nível de Conhecimento Intangível - LOK (Level Of Knowledge).....	67
4.2.6 Aquisição e qualidade de informações HBIM.....	69
4.2.7 Estratégias de modelagem HBIM.....	70

4.2.8 Desafios da implementação do HBIM.....	72
5 Estudo de Caso: Museu Memorial de Caruaru.....	73
5.1 Os critérios para escolha da edificação.....	73
5.2 Contextualização Histórica da edificação de estudo.....	76
5.3 Levantamento Físico Arquitetônico e Análise Tipológica.....	79
5.4 Investigação: Estado de conservação e Gestão da conservação.....	84
6 Modelagem da Informação para Criação de um Modelo HBIM.....	90
6.1 Metodologia para desenvolvimento do Projeto HBIM.....	90
6.2 Plano de ação: estabelecimento de um framework HBEP.....	91
6.3 HBEP: Ficha 1- Informações de Gestão do Projeto.....	97
6.4 HBEP: Ficha 2- Patrimônio Tangível.....	104
6.5 HBEP: Ficha 3 - Patrimônio Intangível.....	120
6.6 Integração HBIM e SICG.....	128
7 Validação do Protocolo de Criação do Modelo HBIM.....	133
7.1 Resultados Obtidos.....	133
7.1 Democratização do acesso ao Modelo HBIM.....	139
8. Considerações Finais.....	144
8.1 Contribuições.....	145
8.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	145
Referências.....	146
Apêndice.....	150

1. Introdução

No setor da construção civil, a Modelagem da Informação da Construção (*BIM - Building Information Modeling*), tem sido amplamente usado em nível internacional e possui diversas publicações relevantes e conteúdo didático largamente difundido, corroborando com uma base de diretrizes confiáveis para sua implementação em diversos casos de uso.

Contudo, no contexto de edificações históricas, a Modelagem da Informação da Construção Histórica (*HBIM - Modelagem da Informação da Construção Histórica*), é um campo relativamente novo no ambiente da pesquisa acadêmica e expressamente pouco popular em termos de conhecimento e adoção pelos profissionais da área de conservação. Segundo Tolentino (2018) o termo HBIM foi inicialmente introduzido por Maurice Murphy em 2007 referindo-se a um conjunto de métodos de digitalização de dados arquitetônicos obtidos a partir de levantamentos por Laser/Scanning ou Fotogrametria Digital para criação de modelos BIM geométricos parametrizados. No entanto, deve-se ter cuidado com a compreensão do HBIM como sendo focado no registro geométrico do patrimônio construído, pois a geometria é apenas uma fração daquilo que é esperado para fins de desenvolvimento de um projeto de conservação.

Assim como nos projetos de novas edificações, os projetos que envolvem o Patrimônio Arquitetônico dependem essencialmente da colaboração multidisciplinar. Nesses últimos, especialistas de diversas áreas contribuem com a troca e interpretação das informações do bem patrimonial, constituindo-se de tarefa fundamental para a compreensão de seu valor e significado arquitetônico e cultural. Este entendimento do bem é crucial para as decisões futuras de intervenções, conservação e gestão, e a qualidade e integridade na coleta e registro das informações são de suma 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 vinculadas ao BIM, dando origem a novos procedimentos para gestão de edifícios. A principal característica do BIM aplicado ao patrimônio é a integração do modelo gráfico digital das informações (quantitativas e qualitativas) dos objetos que a compõem 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 auxiliar no processo de concepção e desenvolvimento do projeto, além do potencial de poder ser explorado para aplicação em variados patrimônios.

Diferentes casos de uso têm sido difundidos, sendo bastante diferentes em termos de dimensão e propósito, todavia, há uma escassez de discussão acerca do detalhamento das práticas colaborativas em sua fase de produção e também do uso posterior do modelo HBIM obtido. Nesse sentido, surge a necessidade de diretrizes para um método de colaboração no contexto patrimonial brasileiro que considere informações materiais e imateriais colaborativamente. Assim, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protocolo para colaboração que leve à geração de um modelo HBIM que integre estes dados de forma viável para utilização futura, considerando a coleta e armazenamento de informações necessárias ao setor da gestão da edificação para realizar ações de proteção, conservação e divulgação de um patrimônio arquitetônico edificado.

O registro de informações semânticas da edificação terá como referência os dados solicitados pelo SICG (*Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão*), uma ferramenta web do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), utilizada para inventariar bens de interesse patrimonial brasileiros. Segundo Tolentino (2018), contemplar estas informações contribuirá para que possam ser anexadas de forma mais eficiente ao sistema SICG futuramente.

O desenvolvimento deste trabalho terá como objeto o Museu Memorial de Caruaru, antigo Mercado de Farinha. A edificação fica localizada na Rua Duque de Caxias, Bairro Nossa Senhora das Dores em Caruaru, Pernambuco. O mercado foi projetado em 1922 pelo mestre de obras Rodolfo Vasconcelos, e inaugurado em 1924 pelo prefeito Celso Galvão. Funcionou como Mercado até 1992, quando, na gestão do prefeito João Lira Neto, a Feira de Caruaru foi transferida para o Parque 18 de Maio. Com isso, perdeu sua função, sendo transformado no Museu Memorial da Feira (Espaço Celso Galvão). A edificação sofreu modificações e acréscimos arquitetônicos, passando por diversas reformas sendo desativada em 2002. No ano de 2009 foi reaberta e reinaugurada, funcionando até os dias de hoje como Museu Memorial da Cidade de Caruaru.

Figura 1: Mercado de Farinha de Caruaru em 1924.



Fonte: Silva et al (2015).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral:

Propor um protocolo para a gestão e integração de informações tangíveis e intangíveis do patrimônio edificado brasileiro por meio de uma abordagem baseada no HBIM que permita a interdisciplinaridade em meio a práticas colaborativas.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Explorar materiais do IPHAN em busca de orientações para enriquecer o desenvolvimento do modelo HBIM de edifícios de valor histórico-arquitetônico;
- Estudar conceitos, métodos e melhores práticas do estado da arte BIM e HBIM;
- Investigar os requisitos de informação necessárias para a construção de um modelo HBIM;
- Instanciar os protocolos propostos em um modelo arquitetônico HBIM aplicado ao Museu Memorial de Caruaru, organizando os dados obtidos;
- Apresentar o potencial do uso HBIM, relatando os resultados obtidos e obstáculos encontrados afim de contribuir com trabalhos futuros;

1.2 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho contém sete capítulos e está organizado da seguinte maneira:

Capítulo 1 - Introdução: apresenta a problemática em estudo, a justificativa, o objeto do trabalho, os objetivos gerais e específicos e a estrutura do trabalho;

Capítulo 2 - Abordagem Metodológica: apresenta a abordagem da pesquisa, sua natureza, objetivos, procedimentos e o método adotado;

Capítulo 3 - Patrimônio Cultural no Brasil: aborda o tema do registro e documentação do Patrimônio Histórico e Cultural no Brasil, entendendo conceitos de patrimônio material e imaterial, documentação do patrimônio, o avanço das políticas públicas sobre o assunto, a evolução das tecnologias aplicadas ao inventário dos Bens patrimoniais e os requisitos e melhores práticas para ações de preservação segundo o IPHAN;

Capítulo 4 - Fundamentação teórica BIM e HBIM: apresenta o estado da arte dos conceitos de BIM e HBIM, tratando de aspectos conceituais, metodológicos, desafios de implementação e estratégias referentes à superação desses desafios.

Capítulo 5 - Estudo de Caso: Museu Memorial de Caruaru: trata da investigação da edificação histórica a ser instanciada sob o protocolo de aplicação HBIM originado desta pesquisa. Apresenta os critérios de escolha da edificação, sua contextualização histórica, levantamento físico arquitetônico e análise tipológica. Investiga o estado de conservação e a gestão da conservação da instituição;

Capítulo 6 - Modelagem da Informação para criação de um Modelo HBIM: apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto HBIM, trata da proposta de construção de um *Plano de Execução do BIM para o Patrimônio* (HBEP), implementa o HBEP, demonstra as estratégias de modelagem adotadas, o funcionamento do Ambiente Comum de Dados (CDE) e como se dá a integração do modelo HBIM com o sistema SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão);

Capítulo 7 - Validação do Protocolo de criação do Modelo HBIM: revela o modelo HBIM e resultados obtidos e apresenta possíveis alternativas para a democratização do acesso ao modelo HBIM desenvolvido;

Capítulo 8 - Considerações Finais: contém as conclusões obtidas, discussão dos objetivos geral e específicos e em quais etapas do trabalho foram alcançados, dificuldades e limitações encontradas, sugestões de trabalhos futuros sobre o tema e possíveis desdobramentos do trabalho;

2. Abordagem Metodológica

2.1 Abordagem

Quanto à abordagem, este trabalho pode ser compreendido como uma **pesquisa qualitativa**, pois tem o ambiente natural como fonte de dados para o aprofundamento da investigação do objeto em estudo mediante o contato direto (GIL, 1999). Além disso, de acordo com Bogdan & Biklen (2003) os dados coletados são predominantemente descritivos, contendo relatos de pessoas, situações, fotografias, documentos, desenhos, entre outros.

2.2 Natureza

Quanto à natureza, a pesquisa é **aplicada**, pois tem o intuito de gerar conhecimentos para aplicação em soluções de problemas específicos, propondo encontrar as respostas para necessidades apresentadas na realidade envolvendo fatos e interesses locais, como por exemplo o desenvolvimento de um protocolo para aplicação do HBIM no contexto da pesquisa.

2.3 Objetivos

Quanto aos objetivos, a pesquisa é **exploratória**, pois pretende proporcionar uma aproximação ao problema para esclarece-lo usando bibliografias, entrevistas com pessoas relacionadas e análise de estudos de casos semelhantes. Segundo Zikmund (2000), a pesquisa exploratória é útil para diagnosticar situações, conhecer novas soluções e explorar diversas alternativas para os problemas encontrados. Neste estudo destacam-se as soluções propostas por Tolentino (2018), Román e Porto (2019) e Heesom et al (2021), que serão abordadas no decorrer do trabalho.

2.4 Procedimentos

Quanto aos procedimentos, as técnicas utilizadas para obtenção dos resultados são: **estudos de caso, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, entrevista e treinamento em tecnologias**. O estudo de caso tem a função de avaliar tecnicamente e de forma mais profunda a aplicação do objeto de pesquisa, que foi o Museu Memorial de Caruaru. A pesquisa bibliográfica buscou resultados através de livros, manuais, artigos, periódicos, fotos, internet e documentos, a pesquisa documental utilizou plantas baixas e levantamentos técnicos existentes. Houve a aplicação de entrevistas através de um questionário estruturado e treinamento da pesquisadora no uso de alguns softwares para produção do modelo BIM.

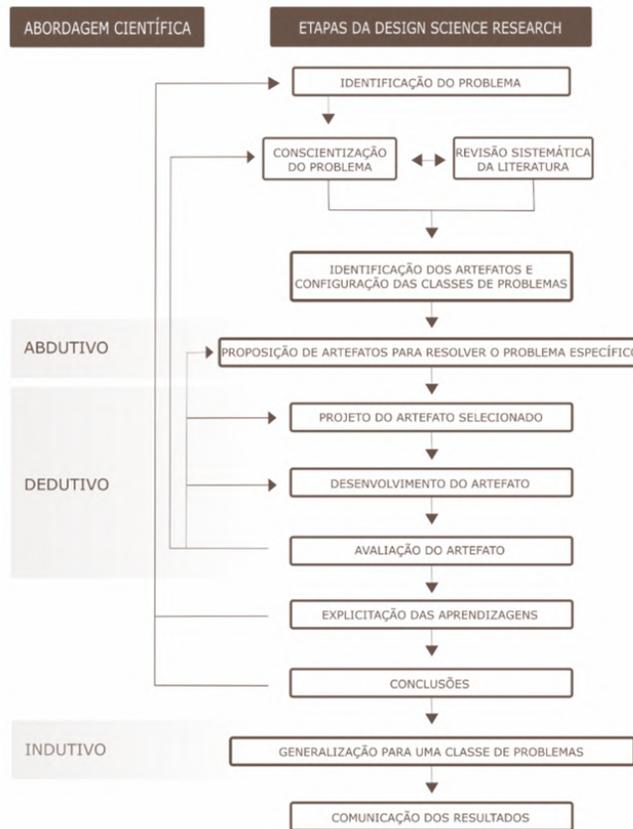
2.5 Método

Quanto ao método, foi utilizado o **DSR** (Design Science Research). Tendo em vista que o objetivo do trabalho se trata da concepção de um protocolo de aplicação do HBIM como solução que seja satisfatória para uma problemática conhecida no âmbito da preservação do patrimônio, o método DSR se mostra ideal para o este desenvolvimento por se tratar de um método com ênfase na aplicação prática de artefatos.

“O DSR como método deriva das práticas relativas ao conceito de design – desenhar ou projetar. O design vem propor alterações em um determinado sistema buscando melhorias. Essas alterações visam o desenvolvimento de produtos ou artefatos não existentes utilizando o conhecimento como fundamento dessa construção. Dessa forma, o DSR envolve a pesquisa na resolução de situações-problema em que as ciências tradicionais não sejam suficientes para sustentar o processo de pesquisa, já que se centram, normalmente, em discussões de âmbito mais teórico-conceitual.” (ANGELUCI et al, 2020)

Entende-se que a metodologia DSR objetiva buscar soluções que aprimorem sistemas ou procedimentos existentes podendo gerar artefatos que aperfeiçoem as atividades preexistentes em um cenário real. Desse modo, a solução obtida não necessita ser definitiva e capaz de solucionar todas as dores identificadas, mas sim ser suficiente como um passo inicial e eficaz em sua proposta de artefato. Assim, a utilização deste método busca resultados alcançáveis, confiáveis e reproduzíveis. De acordo com Aken (2004), a utilização da DSR proporciona relevância à pesquisa, tendo em vista que os resultados obtidos podem atuar como uma prescrição para soluções de problemas reais, possibilitando assim a utilização em cenários semelhantes, onde o método poderá contribuir para consolidar a base de conhecimentos vigentes, podendo colaborar para o aprimoramento de teorias e práticas.

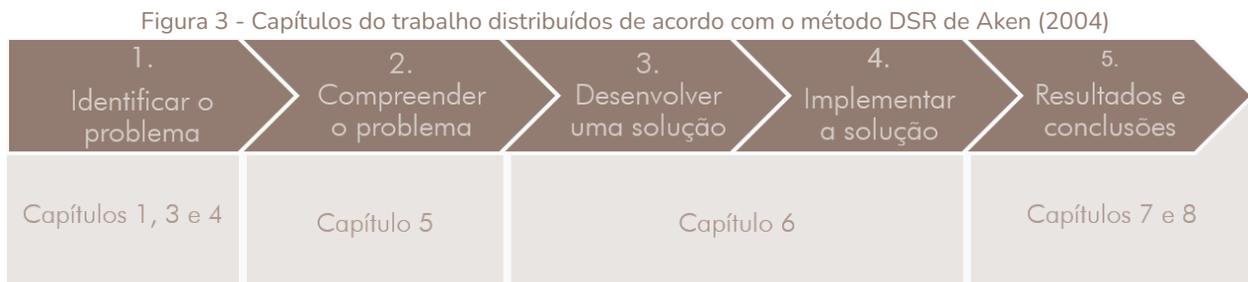
Figura 2 - Etapas do DSR



Fonte: Aken, 2004

No processo do método DSR, segundo Aken (2004) a investigação começa a partir da identificação e conhecimento do problema, continua com a sugestão de uma solução ao problema e posteriormente na implementação de um artefato de acordo com a solução requerida. Com o intuito de determinar se o artefato desenhado funciona, deve-se submeter a uma avaliação empírica.

O presente trabalho seguiu as cinco etapas conforme a figura 3:



Fonte: Autora, 2023

- 1. Identificar o problema:** Nesta fase a pesquisa buscou identificar e definir os problemas a serem abordados, incluindo a problemática, revisão da literatura, estudos de casos semelhantes e pesquisa sobre normas e protocolos existentes;
- 2. Compreender o problema:** Buscou-se compreender o funcionamento da gestão atual da edificação em estudo através de um breve diagnóstico da edificação acompanhado de levantamento físico, documental e entrevista semiestruturada;
- 3. Desenvolver uma solução:** O artefato foi projetado de acordo com os requisitos identificados, apresentado nos tópicos 6.1 e 6.2 deste trabalho;
- 4. Implementar a solução:** O artefato proposto foi implementado e demonstrado na prática, apresentado nos tópicos 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6 deste trabalho;
- 5. Resultados e Conclusões:** Os resultados, incluindo o artefato e as conclusões da pesquisa são comunicados de forma a aprender com o processo. A eficácia do artefato foi discutida em relação aos objetivos e requisitos definidos no projeto. Os conhecimentos obtidos durante a pesquisa podem ser usados para informar futuros estudos;

3 Patrimônio Cultural no Brasil

3.1 Patrimônio Material e Imaterial

Um patrimônio, embora seja elemento representante de uma época passada tem seu significado atribuído no presente, onde sua missão simbólica e utilitária serão compreendidas e este se tornará um objeto portador de sentido. Segundo o IPHAN (2005), esta é a premissa de sua compreensão.

“Patrimônio não tem sentido em si. Seus múltiplos sentidos são socialmente produzidos. Como em todo processo de memória, dar sentido ao patrimônio representa dar significado a uma parte do presente, cristalizando-a como símbolo do passado. Patrimônio é, assim, produção de memória, modo de conferir inteligibilidade ao presente e identidade aos seus possuidores ou consumidores.” (IPHAN, 2005, p22)

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 216, caput, reconhece a existência de bens culturais de natureza material e imaterial, caracterizando-os como portadores de referência à identidade, ação e memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, destacando-os em seus incisos como:

- I - as formas de expressão;
- II - os modos de criar, fazer e viver;
- III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;
- IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;
- V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico;

Segundo o Ministério da Cultura (2023), o governo brasileiro, com o intuito de criar um instrumento para o reconhecimento e preservação de bens culturais imateriais, promulgou o Decreto nº 3.551, de 4 de agosto de 2000, que estabeleceu o “Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial” e criou o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial (PNPI), a ser executado pelo Iphan (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional).

Os bens reconhecidos através desse Registro recebem a qualificação de **Patrimônio Cultural do Brasil**, passando a fazer parte de um dos quatro **Livros do Registro** nas categorias presentes no Decreto 3.551/2000, que são:

- I - Livro do Registro dos Saberes:** conhecimentos e modos de fazer enraizados no cotidiano das comunidades;
- II - Livro de Registro das Celebrações:** rituais e festas que marcam a vivência coletiva do trabalho, da religiosidade, do entretenimento e de outras práticas da vida social;

III - Livro de Registro das Formas de Expressão: manifestações literárias, musicais, plásticas, cênicas e lúdicas;

IV - Livro de Registro dos Lugares: mercados, feiras, santuários, praças e demais espaços onde se concentram e reproduzem práticas culturais coletivas.

O patrimônio material, também protegido pelo Iphan, é composto por um conjunto de bens classificados de acordo com sua natureza, conforme os quatro **Livros do Tombo** (IPHAN, 2014):

I - Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico: bens culturais em função do valor arqueológico (vestígios da ocupação humana pré-histórica ou histórica), do valor etnográfico ou de referência para determinados grupos sociais e do valor paisagístico (áreas naturais ou lugares criados pelo homem, como jardins, cidades ou conjuntos arquitetônicos);

II - Livro do Tombo Histórico: conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no Brasil cuja conservação seja de interesse público por sua vinculação a fatos memoráveis da história do Brasil. Divide-se em: bens imóveis (edificações, fazendas, marcos, chafarizes, pontes, centros históricos, etc.) e móveis (imagens, mobiliário, quadros e xilogravuras, etc.);

III - Livro do Tombo das Belas Artes: bens culturais em função do valor artístico, sendo o termo belas-artes aplicado às *artes de caráter não utilitário*, opostas às *artes aplicadas* e às *artes decorativas*;

IV - Livro do Tombo das Artes Aplicadas: bens culturais em função do valor artístico associado à *função utilitária*, opostas às belas artes, referindo-se à produção artística para criação de objetos, peças e construções utilitárias (setores da arquitetura, das artes decorativas, design, artes gráficas e mobiliário);

Tratando-se do patrimônio construído, Vieira (2022) discorre sobre a natureza inseparável dos valores materiais e imateriais:

“... ao tratar de preservação patrimonial, estamos lidando com algo que transcende a materialidade do objeto, sendo os aspectos e valores imateriais tão importantes quanto a questão da matéria em si. Ao falar de imaterialidade, de valores intangíveis, necessariamente estamos falando de como as pessoas se reconhecem em determinado bem cultural e de como cada indivíduo atribui um valor específico a esse bem. Ou seja, especialmente em se tratando do patrimônio construído, na verdade, não é possível separar materialidade de imaterialidade, pois estas se encontram absolutamente conectadas.” (Vieira, 2022, p 200-201)

Carbonara, no prefácio da publicação de Vieira (2022), acrescenta que o “Patrimônio” é uma representação da hereditariedade cultural e histórica do passado repassada pelos nossos “pais” como uma dádiva, o que origina seu significado de herança (*Heritage*) destacando que os âmbitos material e imaterial são termos interdependentes:

“... concordo plenamente com a ideia de que o embate ou, se preferimos, o ‘desafio’ entre material e imaterial precisa ser encarado em termos de ‘simbiose’ e

de complementaridade, jamais de oposição, e que os dois termos, para que bons resultados possam ser alcançados... sejam tratados em conjunto...” (Vieira, 2022, p 49)

Acerca da salvaguarda do patrimônio cultural brasileiro, no artigo 216 da Constituição Federal de 1988, no parágrafo 1º, é posto que “O Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação...”, destacando diversas formas de acautelamento desses bens.

Dessa forma, entende-se que compreender uma edificação histórica, seu significado atual e temporal, sua evolução e, principalmente, os valores intangíveis pelos quais foi estimada como patrimônio cultural, fazem parte primordial de sua preservação. Logo, é preciso garantir que os seus conhecimentos sejam **fundamentados, confiáveis** e sobretudo **registrados** para a posteridade, sendo a **documentação** uma ferramenta indispensável a esta missão.

3.2 O registro e documentação do Patrimônio Material Arquitetônico no Brasil

A documentação de um patrimônio arquitetônico compreende um processo contínuo e sistêmico de obtenção, armazenamento, tratamento, restauração, disponibilização e divulgação de dados e informações, sejam elas gráficas ou não gráficas, assim como suas meta informações. Este é um exercício complexo que conta com o conhecimento de profissionais de diversas áreas, uso de diferentes métodos e tecnologias. (AMORIM, 2017). Este processo de registro representa um papel de essencial contribuição para a memória de um patrimônio edificado.

O cadastro de um patrimônio arquitetônico é uma atividade que envolve, além do levantamento e sua documentação, uma ação de preservação dessa memória, sendo capaz de resguardar não apenas a imagem de um patrimônio construído presente, mas também das obras vulneráveis ou fadadas ao desaparecimento.

O caso da Catedral de Nossa Senhora das Dores, em Caruaru, Pernambuco, revela as possíveis consequências da carência de proteção ao patrimônio edificado, e ressalta a necessidade de se fazer conhecer os valores patrimoniais a fim de preservar essas edificações. A Figura 4 mostra a antiga Catedral de Nossa Senhora das Dores, uma edificação datada do século 19, finalizada em 16 de agosto de 1848. O registro fotográfico, de cerca de 1960, apresenta sua antiga configuração, no estilo Neobarroco.

Figura 4 - Antiga Catedral de Nossa Senhora das Dores em Caruaru, 1960



Fonte: Acervo Fafica/G1 Caruaru

Nascimento e Adilson Filho (2013), explicam que a cidade de Caruaru passava por um processo de modernização na década de 1960, onde havia uma busca de superação dos costumes do povo caruaruense, de maneira que a estrutura física da cidade sofreu constantes reformas através da demolição de prédios que faziam parte de um passado incompatível com a elite do local.

Ao longo dos anos a catedral foi reformada e anos depois demolida devido a um problema estrutural que trazia risco de desabamento de uma das torres que havia sido adicionada (Lima Silva e Rego Cabral, 2023). A Diocese e empresários da cidade debateram sobre o problema, cuja solução foi a decisão de sua demolição em 1964. Em seu lugar foi construída a Igreja Nossa Senhora das Dores, de estilo brutalista (Figura 5), inaugurada em 15 de agosto de 1973, simbolizando o desejo de progresso e modernização almejados pela elite da cidade.

Figura 5 - Igreja Nossa Senhora das Dores em Caruaru - PE



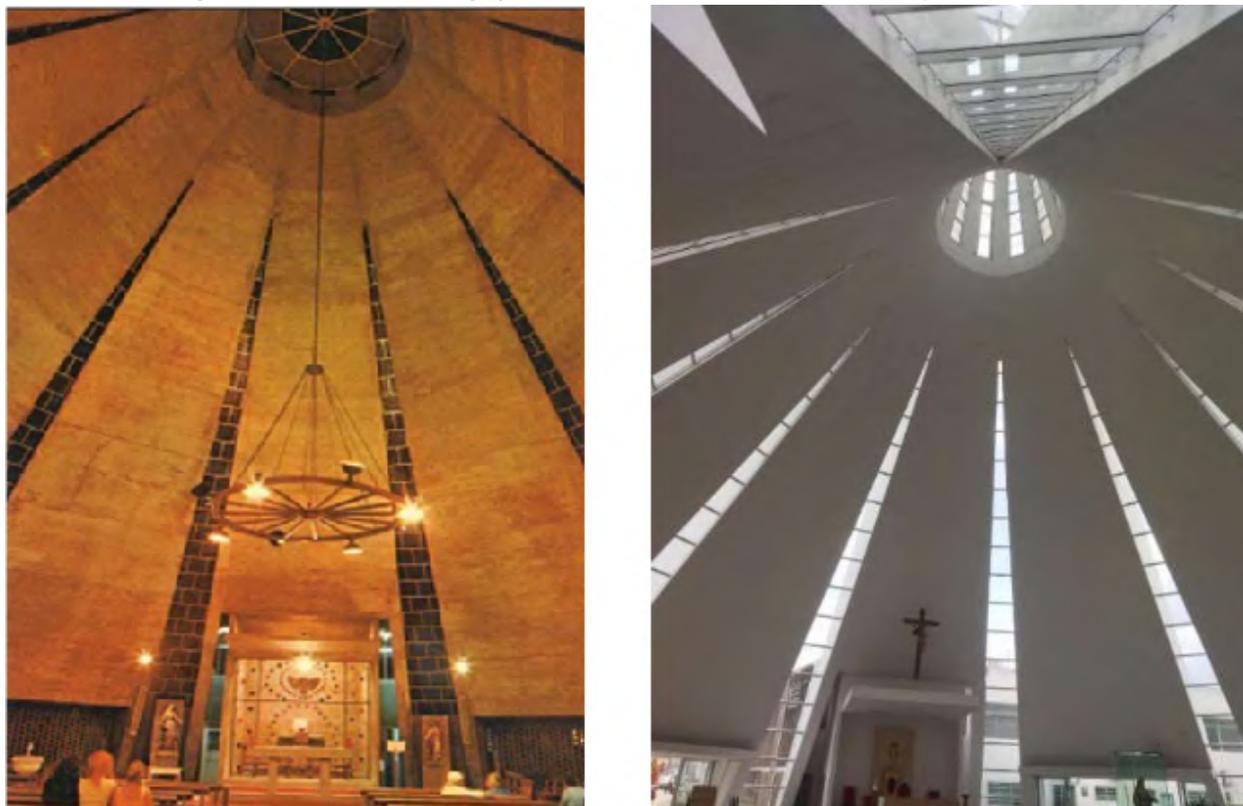
Fonte: Cecília Morais/G1 Caruaru

Após 59 anos, a demolição da antiga Catedral ainda apresenta controvérsias quanto às suas reais motivações, e representa a fragilidade da época quanto à proteção de monumentos, além da necessidade de políticas e iniciativas de salvaguarda patrimonial e registro documental capazes de esclarecer, nos dias de hoje, as decisões da gestão no passado.

Segundo Lima Silva e Rego Cabral (2023), a população local considerava a antiga catedral neobarroca mais bonita e aconchegante do que a igreja modernista, constatando que a memória afetiva das pessoas que frequentavam o antigo templo não foi respeitada. Além disso, a nova construção não tem tido as suas características brutalistas preservadas, pois, com o passar dos anos, o templo também apresentou problemas estruturais, como infiltrações e quebra de esquadrias devido à trepidação causada por veículos do entorno.

Diversas reformas foram realizadas para remediar estes problemas, e, ao mesmo tempo, alterações foram feitas para deixar o ambiente cada vez mais mais luxuoso e amigável, levando à descaracterização do seu estilo brutalista, como por exemplo a pintura do concreto aparente (Lima Silva e Rego Cabral, 2023) como mostra a Figura 6:

Figura 6 - Vista interna da Igreja Nossa Senhora das Dores, antes e depois de novas reformas



Fonte: Adaptado de Lima Silva e Rego Cabral, 2023

A preservação física de todos os exemplares arquitetônicos históricos de uma sociedade é uma tarefa impossível, já que o constante desenvolvimento das cidades torna as mudanças praticamente incontrolláveis. Contudo, há que se assegurar que parte desse patrimônio sobreviva para as futuras gerações, seja através de sua preservação integral ou por uma **documentação** fidedigna e transparente, que permita sua compreensão, possua referência aos seus valores imateriais e também tenha acesso democrático.

A documentação, de acordo com Tolentino (2018, p.37 apud PEREIRA FILHO, 2015, n.p), remete a:

“... noção de conjunto de documentos, bem como se refere às ações de coleta, processamento técnico e disseminação de informações. Em linhas gerais, o termo documentação pode ser compreendido como prática com e/ou sobre algum documento ou conjunto documental. Importa destacar a característica de evidenciar vários tipos de registros, garantindo a permanência da informação ao longo dos diferentes contextos históricos. Muito além de agregar as múltiplas expressões do conhecimento humano, a documentação assume a função de representar ideias e objetos que nos informam sobre algo”

Segundo o Caderno Técnico nº7, iniciativa do IPHAN no Programa Monumenta (2008), os cadastros feitos com apuro permitem uma compreensão mais detalhada da evolução de um ativo arquitetônico e suas transformações, possibilitando assim a avaliação de variações de sua estrutura para que se possa aplicar correções, podendo apresentar ainda características construtivas que facilitam o entendimento da história do edifício, suas mutações e acréscimos

feitos no decorrer do seu ciclo de vida que podem embasar a incorporação de novos usos durante sua gestão.

Dessa forma, com a análise histórico-crítica do patrimônio, pretende-se obter uma representação cadastral capaz de registrar o valor documental, simbólico, histórico e afetivo, sendo um instrumento de auxílio para o seu gerenciamento, possibilitando ações futuras de proteção, conservação, intervenção e divulgação.

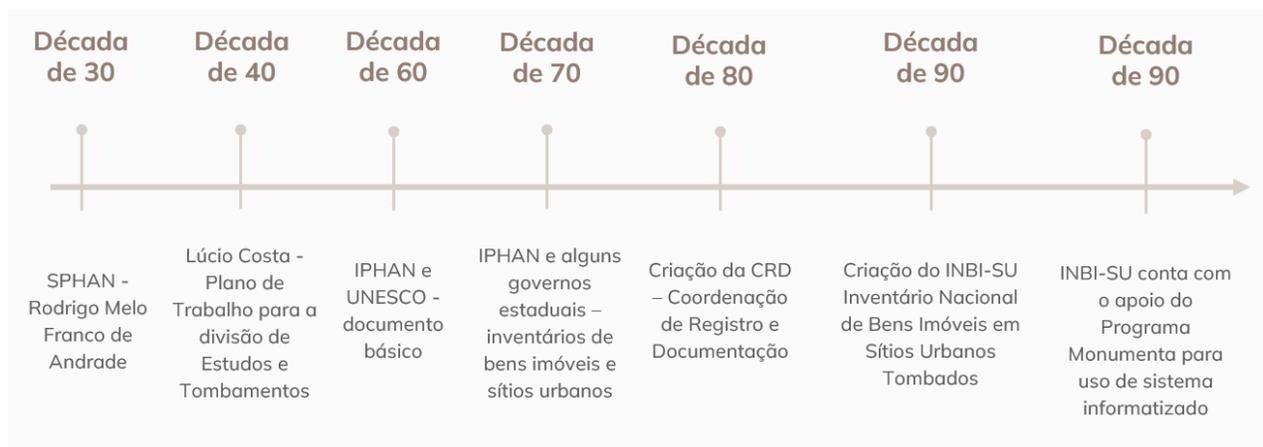
Contudo, o registro arquitetônico não pode ser considerado como substituto do contato direto com o artefato em si:

... nada, mas nada mesmo, pode substituir a relação de escala dos edifícios com o seu observador, nada pode substituir a concreta realidade da pedra, do cimento, do ferro, das leis físicas que governam o organismo estático e das precípua solicitações que deles se irradiam... (Programa Monumenta - Cadernos Técnicos 7, 2008)

Segundo Tolentino (2018, p62) a documentação arquitetônica é fundamental para o desenvolvimento de inventários, sendo um instrumento essencial para as ações de preservação do patrimônio.

De forma a compreender o histórico da política brasileira acerca da inventariação do patrimônio, a linha do tempo adaptada da pesquisa de Tolentino (2018) está representada na Figura 7, apresentando os principais marcos da busca da formalização da pesquisa e documentação patrimonial no Brasil:

Figura 7 - Linha do Tempo - política brasileira de inventariação anos 30 a 90



Fonte: Adaptado de Tolentino, 2018

Dessa forma, estes marcos históricos são apresentados brevemente nos tópicos a seguir:

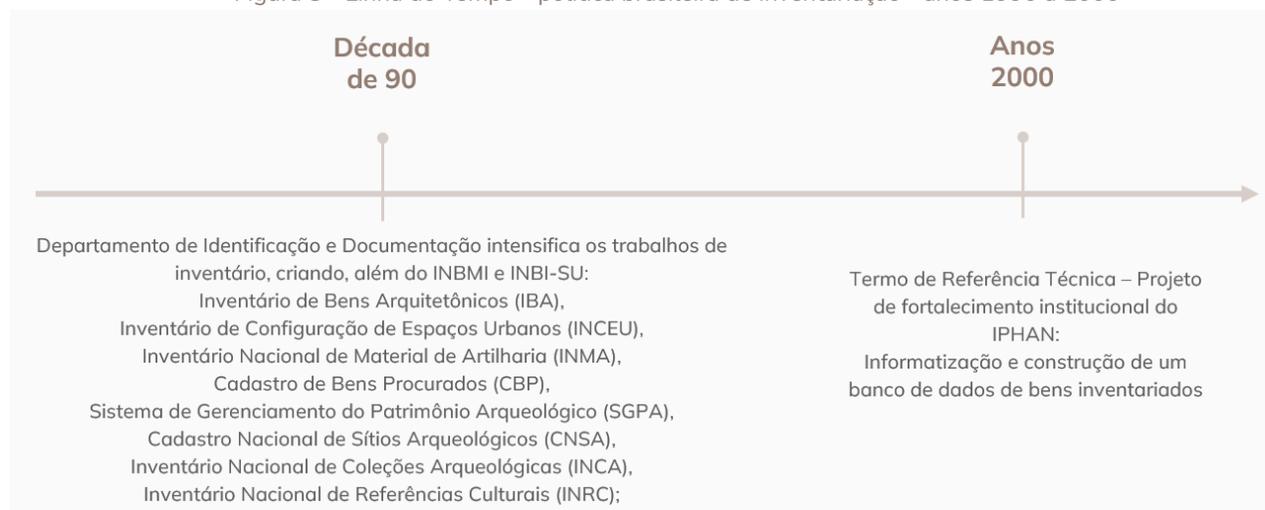
- **Década de 1930:** O tema da inventariação obteve destaque pela primeira vez pelo então diretor do SPHAN, Rodrigo Melo Franco de Andrade, ao afirmar que a premissa para o tombamento dos ativos de excepcional valor histórico ou artístico no Brasil seria proceder um inventário metódico dos bens que pareçam estar nas condições ideais pré-estabelecidas;

- Década de 1940: Em 1949 Lúcio Costa destacou o risco da falta de documentação adequada acerca dos bens enquanto desenvolvia o “Plano de Trabalho para a divisão de Estudos e Tombamento”, alertando que sem informações seguras, as obras de restauração correrão sempre o risco de mutilar características originais devido a erros de interpretação, comprometendo a integridade e autenticidade da obra;
- Década de 1960: Devido aos possíveis riscos do impacto do avanço econômico e urbano ao patrimônio o IPHAN buscou apoio da UNESCO, que propôs a formulação de uma política de conservação do patrimônio através da elaboração de um relatório para ser referência do assunto;
- Década de 1970: IPHAN oferece apoio a alguns governos estaduais para a realização de inventários dedicados aos sítios urbanos e bens imóveis;
- Década de 1980: Trabalhos de documentação passam a ter um espaço institucional próprio com a criação da *Coordenação de Registro e Documentação* (CRD), pois a utilização de parâmetros urbanísticos e a necessidade de ações democráticas exigiam maior complexidade na guarda e acesso às informações.

A Constituição Federal de 1988 evidenciou o termo documentação dando destaque a preservação, acesso e gestão dos arquivos:

“[...] cabem à administração pública, na forma da lei, a gestão da documentação governamental e as providências para franquear a consulta a quantos dela necessitarem.” (Tolentino, 2018 apud BRASIL, 1988).

Figura 8 - Linha do Tempo - política brasileira de inventariação - anos 1990 a 2000



Fonte: Adaptado de Tolentino, 2018

- Década de 1990: Iniciado o *Inventário Nacional de Bens Imóveis em Sítios Urbanos Tombados* (IMBI-SU) que contou com apoio do Programa Monumenta para desenvolvimento de um sistema informatizado. O Departamento de Identificação e Documentação intensificou os trabalhos de inventário, além do INBI e do INBU-SU, foram concebidos diversos 8 outros Inventários;

Em 1991 a Lei Federal nº 8.159 (“Lei de Arquivos”) regimentou os dizeres da Constituição de 1988 reiterando a necessidade da gestão adequada da documentação e ampliando esta política para os arquivos públicos e privados;

- Anos 2000: Foi assinado o Termo de Referência de um acordo de assistência técnica para oferecer melhor suporte à atuação dos técnicos do Programa Monumenta, sendo parte do “Projeto de Fortalecimento Institucional do IPHAN”. Teve a informatização como parte importante, contando com a aquisição de equipamentos e treinamento de pessoal para a construção de um banco de dados, normas de gestão.

Em 2009 O IPHAN elaborou o Plano Diretor de Tecnologia da Informação através da *Coordenação Geral de Tecnologia da Informação* (CGTI), situação em que foi constatado:

“Fragmentação das informações, atualmente não georreferenciadas, contendo discrepância ou repetição, além de múltiplos formatos das bases de dados; ausência de rotinas e procedimentos focados na gestão e na retroalimentação de sistemas de informação; ausência de sistemas de informação voltados para a tomada de decisão; desarticulação entre métodos, procedimentos e formas de gestão para todas as etapas da proteção e valorização do patrimônio; realização de análises pontuais, sem visão sistêmica nem territorial das atividades do IPHAN; e inexistência de determinadas informações ou restrição à difusão de informações importantes.” (Tolentino, 2018 apud IPHAN, 2009, p. 110).

Em 2011 a nova “Lei de Acesso à Informação” (Lei Federal nº 12.527) e seu decreto regulamentador (Decreto Federal nº 7.724) foram publicados em busca de assegurar o direito fundamental de acesso às informações armazenadas ou produzidas por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;

Tendo em vista as deficiências de gestão da informação acima identificadas pela CGTI, em 2007 o IPHAN iniciou o desenvolvimento do SICG (*Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão*), uma ferramenta de apoio à proteção do Patrimônio Cultural com o propósito de reunir um amplo e diverso conjunto de informações referentes às cidades históricas do Brasil como suporte às atividades de identificação e gestão do Patrimônio (CORRÊA, 2014).

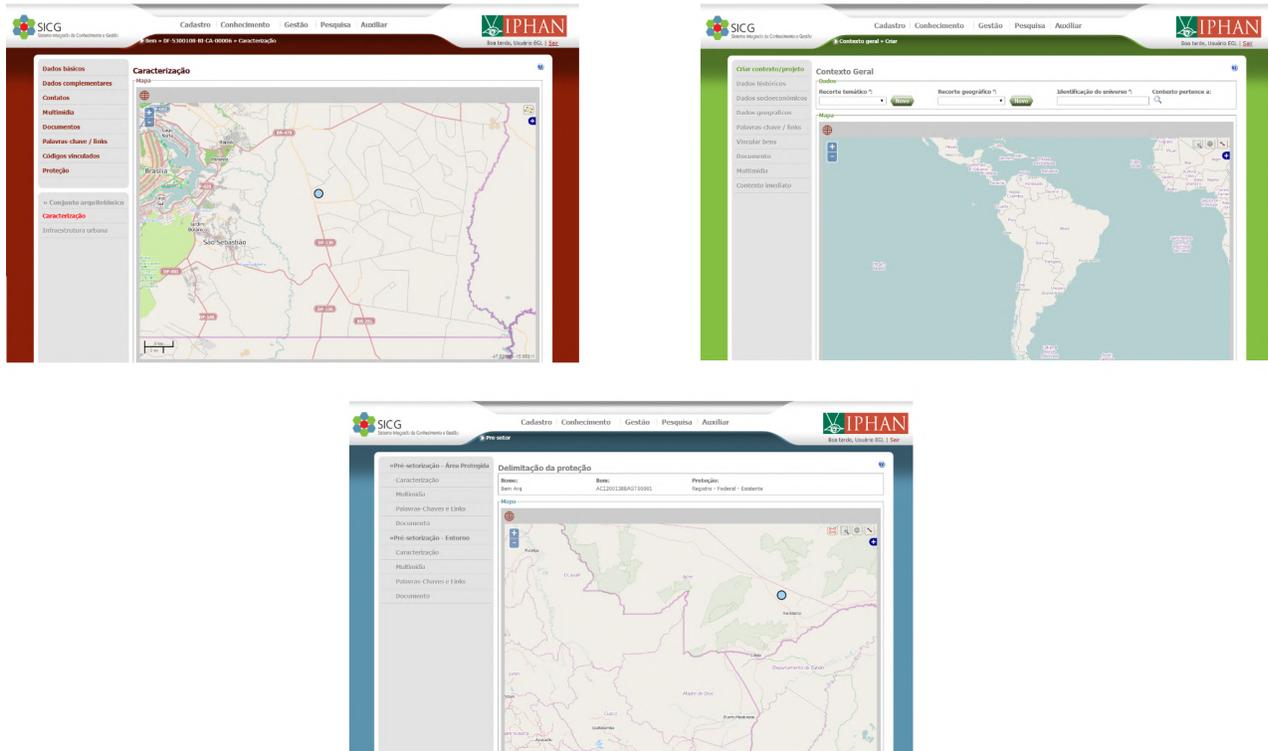
3.3 Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão – SICG

O valor do uso de sistemas de democratização de informações sobre o Patrimônio Cultural pode ser visto nas afirmações de Fernandes et al (2014, p. 7): “[...] a associação da inovação tecnológica à inovação organizacional proporciona os meios necessários para uma gestão racional dos fatores e processos que contribuem para a deterioração ou conservação do patrimônio”. Soster e Pratschke (2020) argumentam a necessidade da democratização do desenvolvimento e acesso ao sistema SICG com outras entidades da sociedade:

“Desenvolvido ao longo de vários anos com o intuito de facilitar o acesso às informações sobre o patrimônio cultural e de dar suporte à gestão da política de preservação, o SICG tem a pretensão de construir um cadastro unificado do patrimônio cultural, sendo preciso, para tanto, que a construção desse sistema seja compartilhada com outras instituições” (SOSTER e PRATSCHKE, 2020, apud PORTA, 2012).

A ferramenta SICG foi idealizada para permitir a leitura, cadastro e gestão abrangentes do Patrimônio Cultural nacional partindo de informações gerais até suas especificidades, contemplando recortes temáticos e territoriais através de fichas separadas nos módulos de Conhecimento, Gestão e Cadastro, como visto na figura 9 a seguir:

Figura 9 - SICG: Módulos Cadastro, Conhecimento e Gestão, respectivamente



Fonte: Adaptado de Manual do SICG, 2023

Tolentino (2018), apresenta de forma breve o conteúdo dos módulos:

1. **Módulo Conhecimento:** Reúne informações para contextualização histórica e territorial abrangendo dados de caráter histórico, cultural e socioeconômico de forma integrada. É composto de três fichas:
 - Ficha M101 - Contextualização Geral: organização e busca de informações sobre amplos recortes territoriais;
 - Ficha M102 - Contexto Imediato: voltada para uso em conjuntos históricos enquadrados em um recorte mais amplo;
 - Ficha M103 - Informações sobre a Proteção Existente: dados relativos ao processo de tombamento de conjuntos que já estão sob algum tipo de proteção;

2. **Módulo Gestão:** Trata de ativos patrimoniais já cadastrados e protegidos pelo IPHAN (ou outros órgãos) com a finalidade de promover estratégias de valorização e gestão. Objetiva auxiliar as ações de fiscalização, licenciamento, normatização, planos de preservação e diagnósticos urbanos. Possui sete fichas:
 - Ficha M201 - Pré-Setorização: visa a criação de um plano que organize os diversos elementos de áreas protegidas ou em processo de proteção, tanto rurais quanto urbanas, incluindo seus arredores. Para isso, identifica as premissas gerais que guiarão as propostas para regulamentação e planejamento estratégico das áreas tombadas;
 - Ficha M202 - Caracterização dos setores: resultante da ficha anterior com o objetivo de encontrar as diretrizes para a criação de regulamentações e a formulação de estratégias de desenvolvimento que estejam alinhadas com a conservação do patrimônio cultural;
 - Ficha M203 - Averiguação e proposição local: Nesta etapa, as orientações sugeridas para cada segmento são examinadas minuciosamente, com base nas informações coletadas nas fichas anteriores, sendo verificadas quadra a quadra. Isso permite identificar situações incomuns que exigem um tratamento individual, levando em consideração suas particularidades;
 - Ficha M204 - Diagnóstico de áreas urbanas - Lote: busca coletar informações de cada lote na área em estudo, permitindo a análise conjunta desses dados para apoiar projetos de reabilitação urbana ou decisões sobre investimentos necessários;
 - Ficha M205 - Diagnóstico de áreas urbanas - Quadra: busca consolidar dados abrangentes sobre as quadras, abarcando ocupação, infraestrutura e equipamentos urbanos, com o propósito de apoiar projetos de reabilitação urbana;

- Ficha M206 - Diagnóstico de conservação: Usada para inspecionar edifícios protegidos individualmente, possibilitando a avaliação de seu estado de preservação e o planejamento de obras para conservação;
- Ficha M207 - Relatório fotográfico: voltada para catalogar e organizar as fotos capturadas durante pesquisas, inventários e inspeções de bens protegidos, tanto para fins de conhecimento quanto para monitoramento

3. **Módulo Cadastro:** Consiste de fichas elaboradas para cada bem material individual, abrangendo diversos tipos, como bens arqueológicos, paleontológicos, naturais, imóveis, móveis e integrados. Permitem identificar e detalhar informações sobre os bens registrados, preenchendo fichas específicas relacionadas a arquitetura, bens móveis e integrados, conjuntos rurais, patrimônio ferroviário, patrimônio naval, entre outros. É composto de sete fichas:

- Ficha M300 – Planilha Síntese: lista com informações relevantes para a gestão do bem (identificação, localização, estado de conservação, estado de preservação, proteção existente e proteção proposta, propriedade, informações cadastrais, data de preenchimento e fonte das informações);
- Ficha M301 – Cadastro Geral: possui campos de identificação, localização e caracterização para os bens de natureza material;
- Ficha M302 – Bem imóvel – Arquitetura – Caracterização externa: caracterização aprofundada do bem arquitetônico em análise, considerando os elementos externos do ponto de vista morfológico e tipológico da edificação;
- Ficha M303 – Bem imóvel – Arquitetura – Caracterização interna: informações relativas ao interior dos bens arquitetônicos, com campos referentes aos usos (original e atual), técnicas construtivas, materiais de acabamento e informações básicas sobre a existência de bens móveis e integrados;
- Ficha M304 – Bem imóvel – Conjuntos rurais: visa aspectos morfológicos sobre a implantação e a caracterização arquitetônica dos conjuntos e também do uso e atividades econômicas desenvolvidas (original e atual);
- Ficha M305 – Bem móvel e integrado: contém detalhes específicos sobre a autoria da obra, suas dimensões, os materiais usados, a técnica empregada, o período de criação e elementos distintivos que permitem verificar a autenticidade;
- Ficha M306 – Patrimônio Ferroviário: objetiva registrar o acervo que anteriormente pertencia à extinta RFFSA e que foi transferido para a responsabilidade do IPHAN por meio da Lei nº11.483/07. A coleta de informações permite uma gestão eficaz desse conjunto de bens, identificando os que têm maior importância cultural e seu potencial de utilização;
- Ficha M307 – Patrimônio Naval: envolve as características morfológicas e estruturais de cada embarcação de interesse, seu propósito de uso, sua participação nas atividades econômicas, as condições de trabalho e os ganhos do

proprietário e da tripulação, destacando desafios e oportunidades relacionados ao patrimônio naval e à pesca artesanal no Brasil;

Apesar de oferecer transparência à gestão dos bens tombados, segundo investigação de Tolentino (2018), desde o início de sua construção em 2007 até o estágio atual de sua pesquisa o SICG foi alvo de críticas intensas, tanto por parte dos colaboradores do IPHAN quanto da comunidade acadêmica. Alguns pontos em destaque são:

- nenhuma instituição além do IPHAN e FISCALIS (Sistema Informatizado de Fiscalização) tem acesso ao uso do sistema para alimentação de dados, tendo acesso livre apenas para pesquisas;
- certos ambientes do SICG não são possíveis de serem acessados, para isso é necessário possuir um login associado a um número de SIAPE;
- sobre a inserção de arquivos do tipo CAD, Revit, Archicad ou diferentes tipos de mídias, estes poderão ser enviados ou baixados mas não manipulados e visualizados na plataforma;

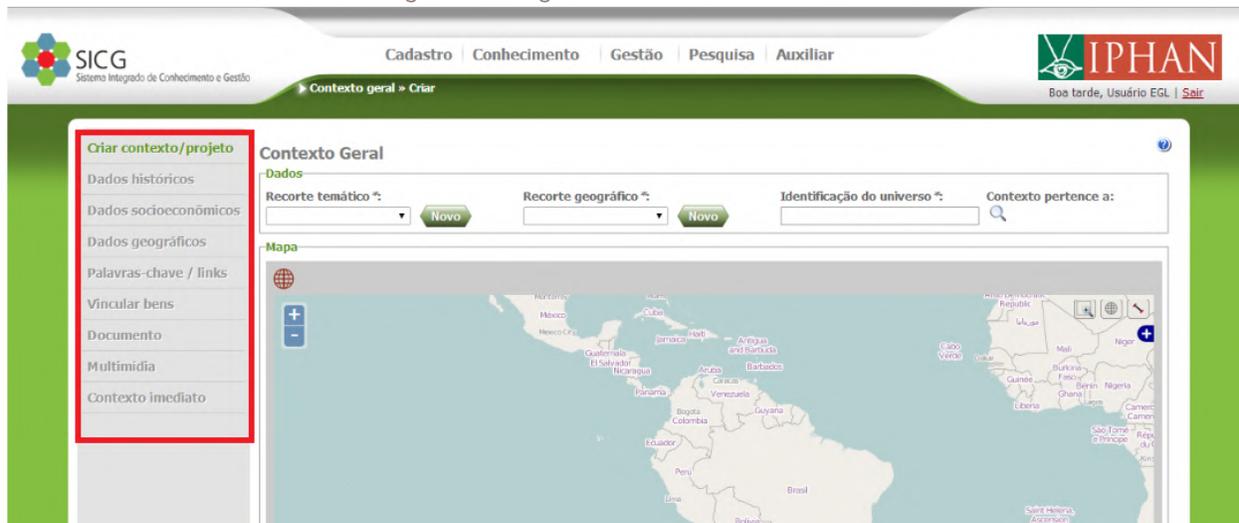
Estes pontos persistem até o presente momento, no entanto, o sistema continua em evolução e as informações requeridas pelo SICG são referência indispensável para as iniciativas de inventário de bens de interesse cultural.

“O SICG é um instrumento em construção e, por isso, nem todas as fichas necessárias para cobrir o universo do patrimônio cultural estão concluídas. Entretanto, do ponto de vista da construção de uma nova política de proteção e gestão do patrimônio cultural no Brasil, o SICG é uma ferramenta pensada para permitir uma abordagem ampliada do patrimônio, não só do ponto de vista temático e territorial, mas enfatizando o uso das informações nos processos de gestão e integrando a ação do Iphan com a dos estados e municípios e, por esse motivo, deve ser a ferramenta básica para a construção da Rede de Patrimônio Cultural do Brasil.” (NomadsUSP, 2020).

Sendo assim, o item 6.3 deste trabalho (Integração HBIM e SICG) pretende explorar mais a fundo as informações estruturadas no módulo Cadastro (dados históricos e físicos do imóvel).

O módulo de Conhecimento (dados gerais sobre o imóvel) não será contemplado no escopo deste trabalho, mas poderá ser preenchido posteriormente à medida que novos dados acerca da edificação sejam recolhidos. A figura 10 abaixo mostra o caráter dessas informações: dados históricos, dados socioeconômicos, dados geográficos, palavras-chave/links, bens vinculados, documento, multimídias e contexto imediato:

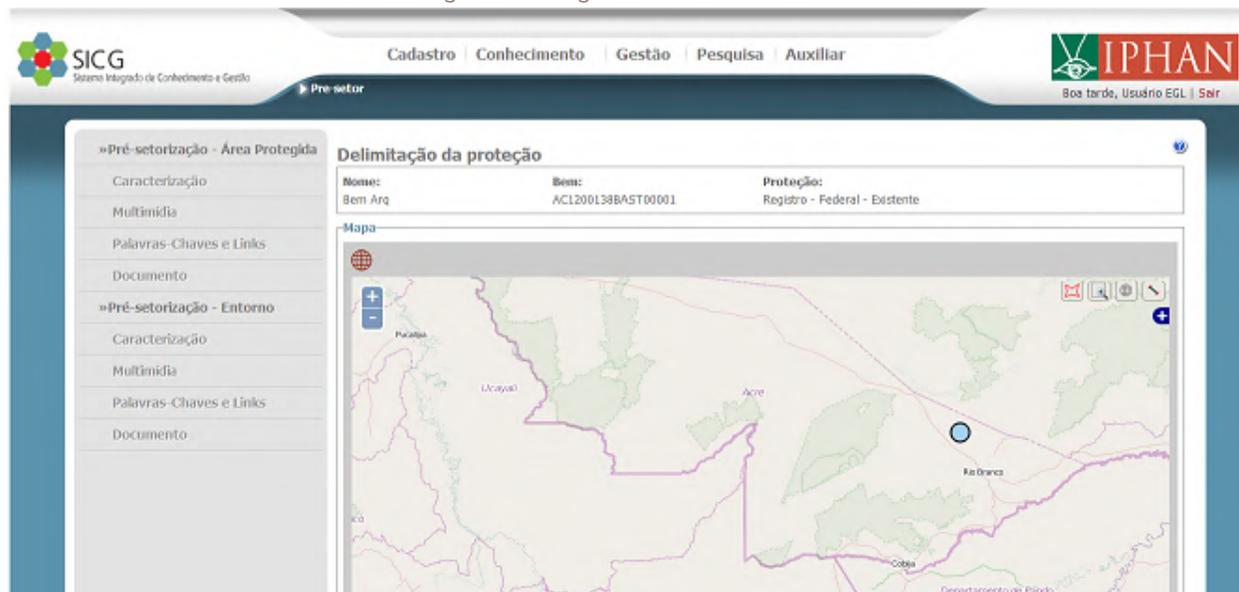
Figura 10 - Página do Módulo Conhecimento no SICG



Fonte: Manual do SICG, 2023

Da mesma forma, o módulo de Gestão (Figura 11) não será contemplado neste trabalho pois trata de bens já protegidos, o que não se aplica ao estudo de caso a ser instanciado. Alinhar essas informações poderá, ao interesse dos órgãos responsáveis, facilitar a incorporação dos dados ao sistema de forma mais eficiente no futuro (Tolentino, 2018).

Figura 11 - Página do Módulo Gestão no SICG



Fonte: Manual do SICG, 2023

3.4 Requisitos e melhores práticas para ações de preservação segundo IPHAN

Tendo em vista que este trabalho pretende desenvolver um protocolo colaborativo para geração de um modelo HBIM considerando a coleta e armazenamento de informações necessárias à gestão da edificação (ações de proteção, conservação e divulgação), uma série de informações específicas devem ser anexadas ao modelo HBIM para que possam embasar estes propósitos.

Estudos preliminares são necessários para a ideal identificação e conhecimento do Bem. O “Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural”, caderno técnico elaborado pelo IPHAN em 2005, sugere a aplicação de estudos sob diferentes pontos de vista com o intuito de compreender o patrimônio. Dessa forma, a análise é constituída das etapas de “Identificação e Conhecimento do Bem” e “Diagnóstico”, sendo fases complementares e interdependentes podendo ser revisadas a qualquer momento, sendo apresentadas a seguir:

1. Identificação e Conhecimento do Bem: Esta fase tem como finalidade explorar e avaliar a construção sob diversas perspectivas, incluindo as históricas, estéticas, artísticas, formais e técnicas. Busca também compreender seu significado ao longo do tempo, analisar sua evolução e identificar os valores que a tornaram um patrimônio cultural reconhecido. As atividades envolvidas nesta etapa incluem:

- a) **Pesquisa Histórica:** Visa sistematizar as informações para conhecer e situar a edificação no tempo, identificando sua origem e percurso histórico. Devem ser procurados aspectos políticos, socioeconômicos, técnicos que possam estar relacionados com a vida pregressa do bem. Também tem o propósito de aferir a autenticidade dos elementos identificando alterações, avaliando a ambiência da edificação.

Fontes de Levantamento:

- arquivos do IPHAN, das instituições de pesquisa federais, dos Estados e Municípios, Cartórios, Museus, entre outros;
- As fontes bibliográficas: livros existentes a respeito do assunto e publicações como anuários, revistas, jornais, e outros;
- Banco de dados informatizados de cunho artístico e histórico;
- As fontes orais: depoimentos de moradores antigos da região, do local ou da família proprietária ou residente na edificação e outros;

Produtos:

- Relatórios: Descrição do contexto histórico no qual a edificação foi construída; Data e informação sobre o período da construção e das intervenções posteriores; Identificação da função primitiva e das posteriores, até os dias atuais; Autor do projeto, construtores, escultores, pintores, proprietários; Outras informações que venham elucidar as transformações ocorridas;

- Documentação Pesquisada: documentação gráfica, iconográfica e fotográfica existente em arquivos públicos ou particulares; manuscritos ou documentos antigos: escrituras, contratos, atos administrativos, entre outros; documentação de propriedade atual do imóvel;
- Cronologia construtiva da Construção: plantas, cortes, elevações, memoriais e demais peças gráficas do projeto original e, quando for o caso, das alterações posteriores; Demonstrativo da cronologia da edificação, apresentando os seus diversos momentos em conjuntos esquemáticos de plantas, cortes e fachadas;
- Relação dos Elementos Artísticos Móveis e Integrados: Relação dos elementos artísticos móveis e integrados da edificação, tais como: mobiliário, alfaias, imaginária, talhas, retábulos, forros, pinturas parietais e painéis de azulejos, etc.

b) **Levantamento Físico:** Compreende as atividades de leitura e conhecimento da forma da edificação.

Fontes de Levantamento:

- obtidos por meio de vistorias e levantamentos, representados gráfica e fotograficamente;

Produtos:

- Levantamento Cadastral: detalhada representação gráfica das características físicas e geométricas da edificação, do terreno e dos demais elementos físicos presentes na área a ser levantada, indicando planta de situação, planta de locação, plantas baixas, fachadas, cortes, plantas de cobertura;
- Topografia do Terreno: levantamento planialtimétrico do terreno, contendo ângulos, pontos, distâncias, referências de níveis, curvas de nível e perfis longitudinal e transversal;
- Documentação Fotográfica: visa complementar a compreensão da edificação e registrar o seu estado anterior à intervenção. Deve abranger fotos externas (entorno: vistas do conjunto em que se insere a edificação, ruas, praças, jardins, muros; grades, portões, quintais; fachadas, cobertura, detalhes, etc) e fotos internas (vista geral do interior; cômodos que apresentem alterações, áreas lesionadas ou soluções especiais; detalhes: elementos decorativos e outros que apresentem interesse especial).
- Elementos Artísticos Integrados: a depender da especificidade do acervo da edificação, o levantamento, o diagnóstico do estado de conservação e o projeto dos elementos artísticos integrados deverão ser objetos de tratamento específico;

c) **Análise Tipológica, Identificação de Materiais e Sistema Construtivo:** consolida criticamente o conjunto de informações obtido na pesquisa histórica, levantamento cadastral e prospecções, analisando de forma pormenorizada a tipologia arquitetônica, os materiais empregados, o sistema construtivo da edificação e o contexto no qual está inserida.

Produtos:

-Relatório Conclusivo:

Descrição das características arquitetônicas da edificação: partido de composição, proporções volumétricas, estilo ou influência artística, Aparência atual e outras características; avaliação da autenticidade do conjunto e de suas partes, com indicação do grau de integração ou interferência dos elementos que foram acrescentados ao conjunto original; Indicação, em planta e elevações, dos elementos que foram suprimidos ou alterados e suas características originais básicas; Caracterização dos acréscimos meramente utilitários cuja inclusão não tenham obedecido a razões arquitetônicas; Análises e considerações da relação da edificação com seu entorno, qualificando as interferências do espaço externo;

- d) **Prospecções:** objetivam fornecer informações complementares à pesquisa histórica e levantamento cadastral, possibilitando análises e deduções de hipóteses de diagnóstico, alternativas de soluções de projeto.
- Arquitetônica: visa a identificação de materiais, do sistema construtivo, estado de conservação e alterações do partido arquitetônico.
 - Estrutural e do Sistema Construtivo: consistem na abertura de valas, trincheiras ou poços de inspeção, remoção de revestimentos, pisos, forros, peças de madeira, coberturas, aterros, entulhos, etc. com objetivo de vistoriar, realizar testes e levantar informações sobre materiais e sistemas construtivos, com base em vestígios e demais marcas e sinais da “vida pregressa” da edificação;
 - Arqueológica: é definida após a Avaliação do Potencial Arqueológico, etapa inicial do trabalho de Arqueologia Histórica no patrimônio edificado, que se insere na coleta prévia de dados para a elaboração do projeto de intervenção.

Produtos: deverão ser apresentados nas formas de:

- Mapeamento dos resultados obtidos: Em plantas e elevações, deverão ser reunidas as informações coletadas, expostas por meio de legenda gráfica ou em cores, e os pontos prospectados devidamente indicados.
- Documentação fotográfica: Quando se fizer necessário, apresentar conjunto de fotografias, referenciando-as ao mapeamento dos pontos prospectados;
- Relatório: Deve conter as principais conclusões dos trabalhos, indicando as descobertas significativas, comprovação ou eliminação de hipóteses, relacionando aos demais elementos da pesquisa histórica e indícios visuais e cadastrais;

2. Diagnóstico: Nesta fase ocorre a síntese e aprofundamento dos estudos e pesquisas realizados anteriormente, a fim de aprimorar o entendimento do objeto, enfocando minuciosamente questões específicas relacionadas à utilização do bem. A análise abrangente das informações coletadas até este momento será consolidada no diagnóstico final. As atividades incluem:

- a) **Mapeamento de Danos:** representação gráfica do levantamento de todos os danos existentes e identificados na edificação, relacionando-os aos seus agentes e causas. São considerados danos todos os tipos de lesões e perdas materiais e estruturais;
- b) **Análises do Estado de Conservação:** Feito o levantamento das patologias da edificação, procedem-se às análises do estado de conservação, considerando as informações: pesquisa histórica, levantamento físico, análise tipológica e identificação de materiais e do sistema construtivo e nas prospecções. Assim, deverão estar identificados os seguintes componentes:
- Avaliação do Estado de Conservação dos Materiais: considerações sobre as patologias dos materiais da edificação, localizando-as nas alvenarias, revestimentos, pisos, forros, cobertura, esquadrias e ferragens, pintura e outros detalhes.
 - Avaliação do Estado de Conservação do Sistema Estrutural: verificação do comportamento estrutural da edificação, nos seus diversos componentes;
 - Identificação dos Agentes Degradadores: identificação de todos os agentes de degradação, quais sejam: agentes externos – fenômenos físicos, químicos, biológicos e humanos; agentes inerentes à edificação – decorrentes do projeto e da sua execução; e os decorrentes do uso e da manutenção.
 - Caracterização dos Danos de Fundação e Danos Estruturais: verificação dos danos de fundação e estruturais, observando-se os esforços e cargas a que estão submetidos, identificando os problemas de estabilidade e suas causas determinantes.
- c) **Estudos Geotécnicos:** A necessidade dos estudos geotécnicos é decorrente das análises preliminares e das hipóteses levantadas nesta etapa de diagnóstico e objetiva fornecer elementos precisos para identificação das causas dos danos verificados da edificação;
- d) **Ensaio e Testes:** análise dos materiais existentes na edificação, por meio de ensaios e testes requeridos pelas necessidades do projeto, tanto para compreender os danos dos materiais, como para definir a intervenção. Deve resultar em:
- Relatório: pode contar com fotos, gráficos, croquis e outros que se fizerem necessários para o perfeito entendimento do produto;
 - Peças Gráficas: Em plantas baixas e elevações deverão ser indicados os danos, relacionando as causas e agentes, convencionados em legenda gráfica ou em cores. Recomenda-se, também, que cada cômodo seja representado isoladamente, com todas as suas elevações rebatidas, para melhor compreensão das causas e extensão dos danos;
 - Fichas: Poderão ser apresentadas fichas complementares, tais como: quadro de esquadrias, elementos decorativos, ferragens, etc;

- Documentação Fotográfica: Poderá ser complementada a documentação fotográfica apresentada no levantamento cadastral, dando enfoque a determinados detalhes;

A terceira e última fase proposta pelo Caderno Técnico do IPHAN, “Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural” (2005), trata das ações necessárias quando se tem uma proposta de intervenção para uma edificação histórica, apresentada a seguir:

3. Proposta de Intervenção: conjunto de ações necessárias para caracterizar a intervenção, determinando soluções, definindo usos e procedimentos de execução, melhor desenvolvimento de propostas, verificação de hipóteses, melhor acompanhamento, avaliação e orientação pelos órgãos competentes e viabilizar a discussão com os diversos técnicos e setores envolvidos no processo. É composta de Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo:

- a) **Estudo Preliminar:** Consiste na apresentação do conceito e fundamentos da Proposta de Intervenção, com indicativos de soluções para os problemas e questões levantadas no diagnóstico e no programa de uso para a edificação.

Produtos:

- Memorial Descritivo: justificativa do partido adotado e sua coerência com o uso destinado à edificação, soluções técnicas indicadas e justificadas para as alternativas propostas;
- Especificações Preliminares de Materiais e Serviços;
- Estimativas de Custos;
- Peças Gráficas: Representação gráfica da proposta conceitual, para compreensão do partido adotado, da viabilidade técnica das propostas e à verificação da qualidade e do grau das interferências na edificação, por meio de plantas gerais, cortes e elevações esquemáticos, perspectivas e outros;

- b) **Projeto Básico de Intervenção:** Desenvolvimento de todos os elementos e informações necessários para definir a intervenção proposta, nos seus aspectos técnicos, conceituais, quantitativos e executivos, com vistas à execução.

Produtos:

- Memorial Descritivo: detalhamento da Proposta de Intervenção, com as devidas justificativas conceituais, das soluções técnicas adotadas, dos usos definidos e das especificações de materiais. Deve conter: conceituação, definição de uso, viabilidade técnica, especificações de materiais e serviços;
- Planilha Orçamentária: contendo o orçamento analítico, e as composições unitárias de custos;
- Peças Gráficas: representação gráfica da proposta adotada, contendo as dimensões e especificações dos materiais e serviços necessários. Deve conter:

planta de situação, planta de locação, plantas baixas “faladas”, fachadas, cortes, cobertura;

- Projetos Complementares: fundações e estruturas, instalações hidráulicas e sanitárias, instalações elétricas e eletrônicas, instalações mecânicas, prevenção e combate a incêndios, desenvolvidos também nas 3 etapas de estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo;
- c) **Projeto Executivo:** desenvolvimento e detalhamento das informações prestadas na etapa de Projeto Básico, revisadas, complementadas, acrescidas de todos os detalhes construtivos e indicações necessárias à perfeita compreensão dos serviços, técnicas e materiais empregados, visando a execução da intervenção, definição de orçamento e fixação de prazo.

Produtos:

- Memorial Descritivo: revisão e complementação de todos os componentes da memória descritiva relacionados na etapa de Projeto Básico, elaborado em forma definitiva;
- Peças Gráficas: detalhamento de todos os elementos relacionados na etapa de Projeto Básico, revisados, complementados e em forma definitiva;
- Planilha Orçamentária: contendo o orçamento analítico, e as composições unitárias de custos;
- Cronograma Físico-Financeiro;
- Projetos Complementares: fundações e estruturas, instalações hidráulicas e sanitárias, instalações elétricas e eletrônicas, instalações mecânicas, prevenção e combate a incêndios, desenvolvidos também nas 3 etapas de estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo;

Tendo em vista o conhecimento das diretrizes no manual apresentado neste capítulo, as etapas 1 e 2 (“Identificação e Conhecimento” e “Diagnóstico”) servirão não apenas como alicerce para a investigação histórica e demais análises da edificação a ser instanciada neste trabalho, mas também para evidenciar a natureza dos dados e informações tangíveis e intangíveis necessárias a um modelo HBIM em construção.

É importante destacar que o presente trabalho não pretende esgotar todas as informações solicitadas pelo manual, mas sim preparar o ambiente HBIM para que possa acomodar de forma estruturada todas as informações que possam ser adquiridas futuramente, seja pela gestão da edificação, pesquisadores ou público geral através da democratização do modelo obtido.

Apesar de não fazer parte do objetivo desta pesquisa propor intervenções, a etapa 3 (“Propostas de Intervenção”) servirá para que se saiba o que se espera quanto aos produtos de cada sub etapa explanada pelo manual, cujos processos e entregáveis estão diretamente ligados às possibilidades do resultado da aplicação do BIM. Estes benefícios serão expostos no próximo capítulo, onde serão apresentados os usos BIM e suas aplicabilidades.

Nesse contexto, será possível demonstrar como a aplicação eficaz do BIM para edificações históricas pode otimizar o cumprimento das diretrizes do IPHAN, contribuindo assim para a preservação e valorização do patrimônio cultural.

4 Fundamentação Teórica BIM E HBIM

4.1 Conceituação BIM

4.1.1 O que é BIM – Building Information Modeling

O termo BIM (*Building Information Modeling - Modelagem da Informação da construção*) é utilizado para descrever o processo colaborativo para produção e gestão de informações da construção de forma estruturada e compartilhada. A Building SMART, autoridade global responsável pela criação de padrões internacionais para infraestrutura tratando de dados, processos e terminologias, define BIM como:

“uma forma colaborativa de trabalhar sustentada por tecnologias digitais, que permitem métodos mais eficientes de projetar, entregar e manter ativos físicos construídos durante todo o seu ciclo de vida. Os profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) utilizam processos e ferramentas BIM para tomar decisões estratégicas ao longo do ciclo de vida de um ativo.”

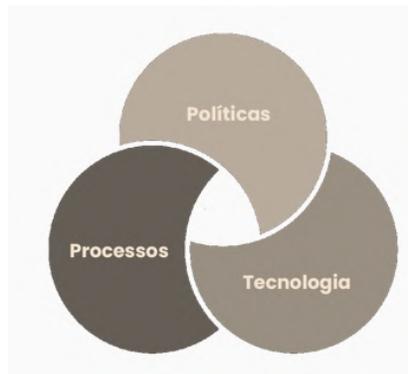
No meio acadêmico a abordagem do conceito do BIM é amplamente discutida quanto aos seus significados. O professor Charles Eastman, no seu livro *Manual de BIM*, de 2014, escreve:

“Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção [...]. O BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos.” (EASTMAN, 2014, p. 1)

Assim, para acompanhar os avanços constantes no setor AECO (*Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação*), sua definição tem sido reformulada a fim de suportar mais necessidades e processos que contemplam desde o projeto, a construção, a operação, manutenção, reforma, demolição e principalmente gestão de dados e informações para tomadas de decisão.

“Building Information Modeling se refere à um **conjunto, em expansão**, de **tecnologias, processos e políticas**, que permitem que várias partes interessadas possam, de **maneira colaborativa, projetar, construir e operar qualquer tipo de edificação** ou instalação no espaço virtual.” —Bilal Succar, 2008

Figura 12 - BIM: Políticas, Tecnologia e Processos



Fonte: Adaptado de Succar, 2008

Finalmente, definindo legalmente seu significado, o Estado Brasileiro expressa o termo no Decreto Federal n. 10.306/2020 como:

“Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção - conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção.”

4.1.2 O que não é BIM

O BIM geralmente é entendido incorretamente como um software específico ou algum tipo de modelo digital 3D, negligenciando o que tange a mudança dos processos e pessoas, no entanto, BIM não é simplesmente uma ferramenta de visualização virtual, pois oferece muito além da modelagem 3D e documentação digital (Campestrini et al, 2015).

Apenas a representação da aparência de uma edificação através de uma ferramenta de modelagem 3D não resolve o problema de completude e consistência de informações, sendo esta uma grande barreira de eficiência na indústria da construção.

Sendo constituído de Políticas e Processos, além da Tecnologia, o BIM apresenta uma nova prática de projeto e construção que desafia os fluxos de trabalho de produção e entrega de projetos usuais.

4.1.3 *Objetos e Bibliotecas BIM*

As tecnologias associadas ao BIM envolvem o uso de objetos organizados de forma a fornecer uma representação virtual de uma edificação. Estes objetos podem representar diversas características arquitetônicas, estruturais, sistemas complementares (elétricos, hidráulicos, redes, sistemas de sensores, etc.) e outros componentes, sendo portadores de “informações inteligentes”. O BIM Handbook (EASTMAN et al, 2017, p 17) apresenta as principais diferenças entre objetos 3D tradicionais e objetos paramétricos, apontando suas seguintes características:

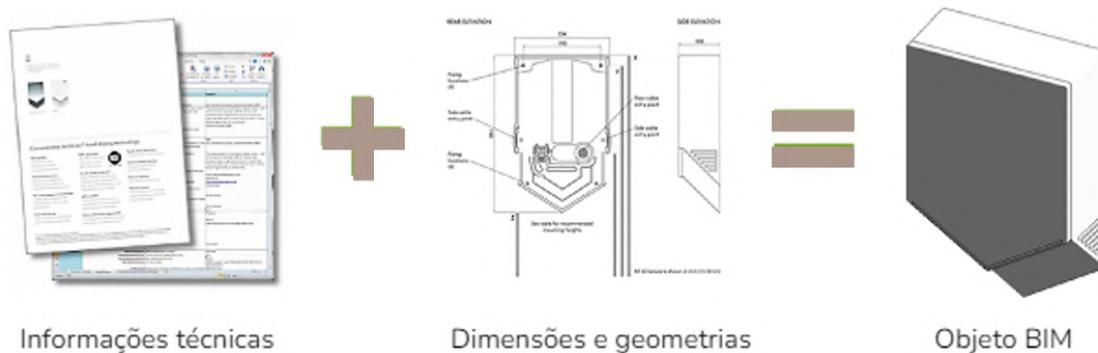
- consistem em definições geométricas e dados e regras associadas;

- a geometria é integrada de forma não redundante e não permite inconsistências (uma planta e elevação de um determinado objeto são sempre consistentes, as dimensões não podem ser corrompidas);
- quando alterações são feitas em um modelo, as regras paramétricas para os objetos modificam automaticamente as geometrias associadas;

Um objeto BIM funciona como um repositório de dados não só geométricos, mas também informações como marcas, modelos, normas e materiais. Além disso, possibilita links para dados externos como documentações complementares, manuais de manutenção e montagem, entre outros.

Estas informações associadas definem seu funcionamento no modelo BIM e permitem sua interação com os demais objetos, tornando-os “inteligentes”, assim, além de conter informações sobre si mesmos, podem ter informações sobre a sua relação com outros componentes do modelo. Esse contexto permite que, por exemplo, um objeto tipo porta “saiba” que sua vinculação será a um objeto tipo parede.

Figura 13 - Objetos BIM



Fonte: National Building Specification (NBS) Library

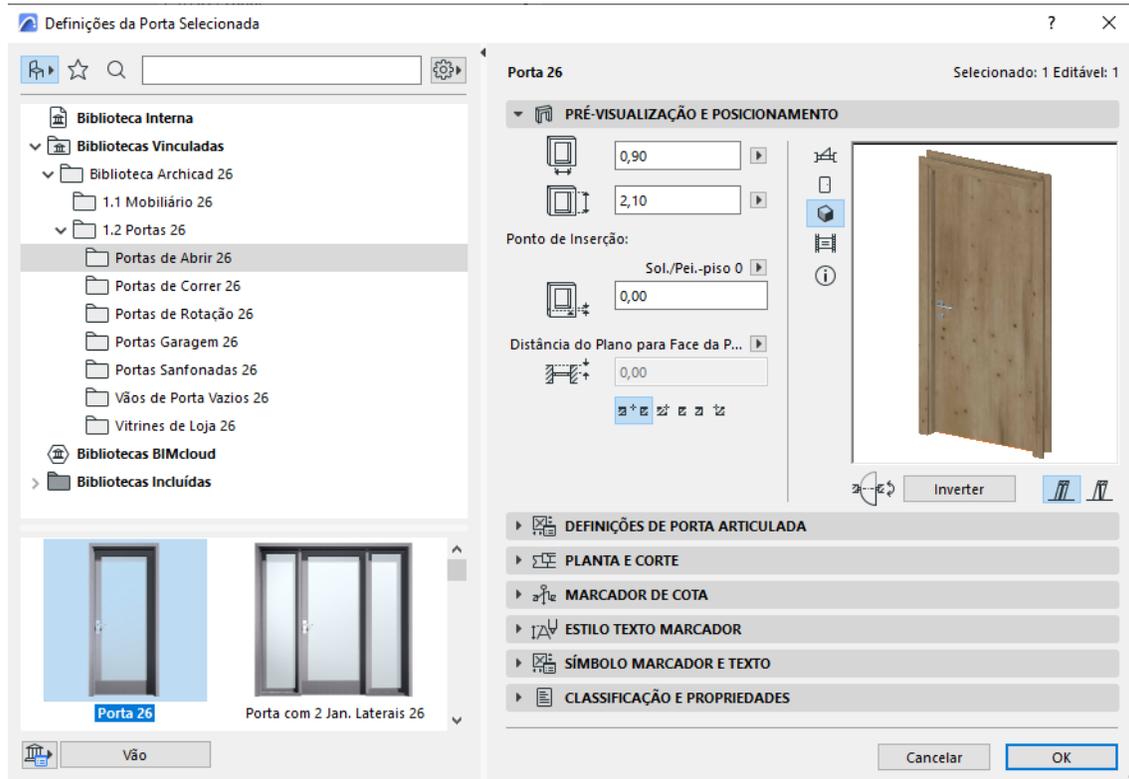
Além disso, na modelagem paramétrica as alterações de projeto atualizarão automaticamente os seus componentes, de forma que uma mudança feita na visão bidimensional 2D (ex.: corte, vista, planta baixa) será refletida na visão tridimensional, resultando na produção consistente das informações no modelo. Estes fatores, quando bem estruturados, contribuem para que se tenha uma compreensão detalhada da construção e funcionamento da edificação.

A CBIC, no material Fundamentos BIM publicado em 2016, aponta que apenas 20% das informações de um objeto BIM são geométricas ou relacionadas à aparência física do objeto, sendo 80% dados não geométricos ou relacionados a links externos.

Geralmente as plataformas BIM (softwares usados para o desenvolvimento de projetos autorais de Arquitetura, Estruturas, Instalações, etc.), contém bibliotecas de objetos nativos e a possibilidade de inclusão ou criação de novos objetos. Além dos dados básicos integrados, é possível incluir novas informações e propriedades, possibilitando, por exemplo, gravar em um

objeto de um equipamento a data de sua instalação, o responsável, seu prazo de garantia e outras informações. Esta funcionalidade permite a criação de modelos com propósitos diferenciados, por exemplo, para funcionarem como um banco de dados organizado especialmente para a fase de gestão da manutenção dos equipamentos.

Figura 14 - Objeto porta e suas propriedades no archicad



Fonte: Autora, 2023

Segundo a CBIC (2016), a *Comissão Especial de Estudos CEE-134* da ABNT, responsável pelo desenvolvimento da primeira Norma Técnica BIM Brasileira, possui um grupo de trabalho para estudar especificamente o desenvolvimento de objetos BIM. O grupo conclui que a criação de objetos BIM deve assim ser pautada de acordo com os principais propósitos de usos futuros desses objetos.

4.1.4 Usos do BIM

A aplicação do BIM se adapta a cada uso pretendido e depende assim do objetivo do projeto e da fase em que se encontra (CBIC, 2016, P16). A quantidade e tipo de informações necessárias ao projeto também varia de acordo com o uso BIM pretendido. A PennState University publicou 25 casos de usos BIM nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento (planejamento, projeto, construção e operação):

Figura 15 - 25 casos de usos do BIM



Figura 98: Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento, publicados pela PennState University em 2009. Os quadros com fundo laranja representam os principais usos BIM e aqueles com fundo azul, os usos BIM secundários

Fonte: CBIC, 2016, p.98

São muitas as aplicações do BIM dentro do setor AECO, sendo abordadas de forma detalhada no *BIM Execution Planning Guide* da PennState University. Destacam-se os seguintes usos:

Design Autoral - Processo no qual se desenvolve um modelo BIM de projeto (Arquitetônico, estrutural, complementares, etc.) rico em informações;

Planejamento - Processo em que um modelo BIM é usado para planejar as fases de uma construção/reforma. Isso permite uma simulação baseada no espaço e no tempo considerando diversos fatores, como disponibilidade de pessoas, equipamentos, materiais, etc. Possibilita antecipar possíveis problemas e encontrar alternativas;

Estimativa de custos - Processo em que um modelo BIM é utilizado para gerar uma aproximação dos custos do empreendimento e gestão de orçamento. As possíveis alterações de quantidades e valores de itens da construção no modelo BIM são refletidas no cálculo estimativo, tornando-se sempre atualizado;

Análise Energética - Processo que possibilita executar diversas simulações de sustentabilidade e eficiência energética do projeto;

Planejamento de Manutenção - Processo em que a partir da inclusão de dados de operação, manutenção e restauros, o modelo BIM permite o gerenciamento das instalações. Assim, atua na fase mais longa do ciclo de vida das edificações, onde é necessário utilizar um modelo “as built” como base.

É interessante observar que estes usos também podem ter uma aplicação para projetos de conservação do patrimônio, assim, estes aspectos serão melhor abordados no decorrer do capítulo de fundamentação HBIM.

4.1.5 Comparação entre o processo tradicional (CAD) e processos BIM

De forma a comparar o desempenho de projeto utilizando o processo tradicional CAD (Computer Aided Drawing), baseado em desenhos e documentos, e o processo BIM, Patrick McLeamy, presidente da Building SMART, produziu o gráfico a seguir que simboliza a variação da capacidade de influenciar os custos e a qualidade de um dado projeto no decorrer de suas fases ao longo do tempo:

Figura 16 - Curva de MacLeamy

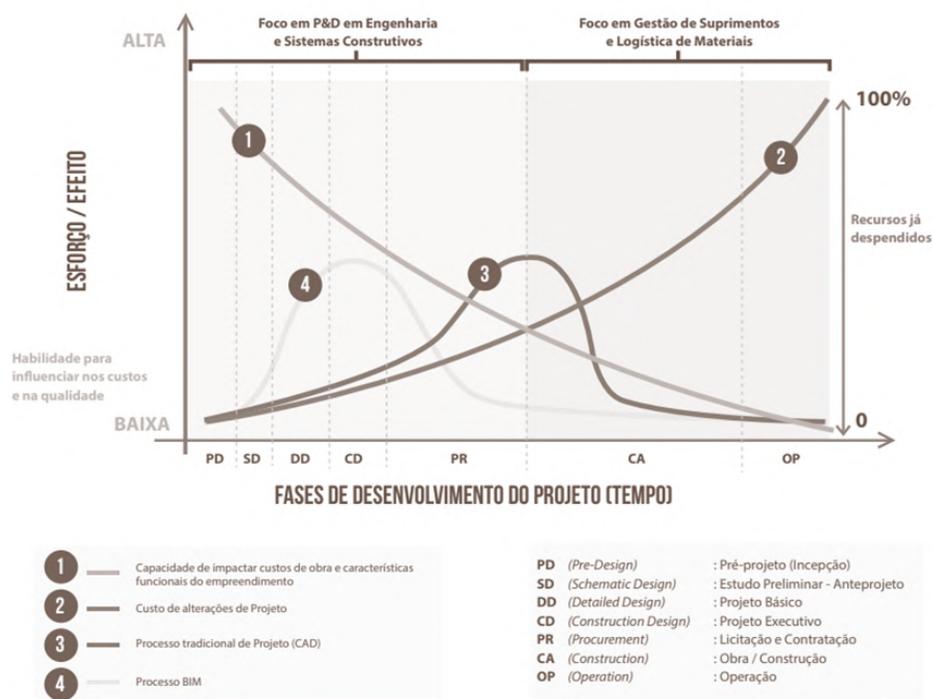


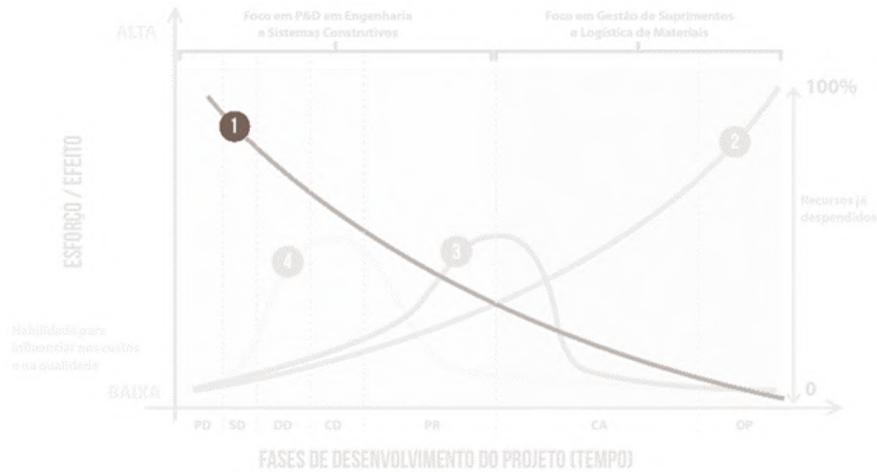
Figura 42: Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM

Fonte: CBIC, 2016, p.55

Através da análise sobre o gráfico, a CBIC (2016) destaca duas conclusões importantes:

“A **capacidade para impactar custos de obra** e características funcionais de um empreendimento **diminui conforme o projeto evolui** pelos estágios do seu ciclo de desenvolvimento” (CBIC, 2016, p. 54)

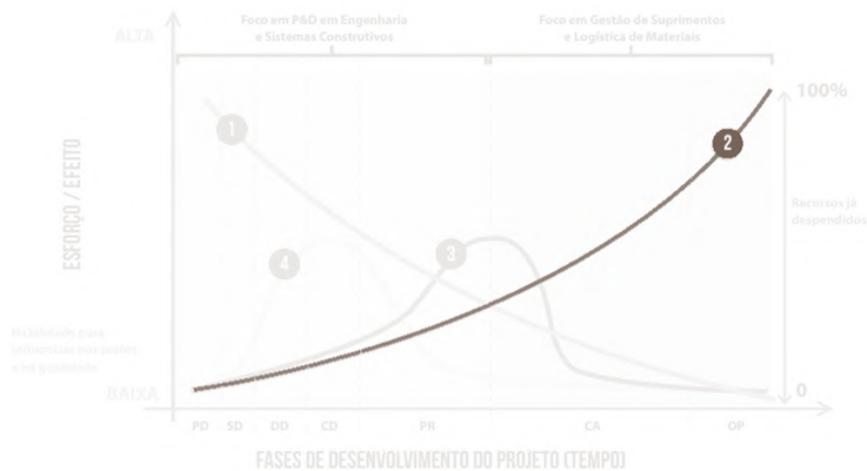
Figura 17 - Curva 1 - capacidade de impactar custos



Fonte: CBIC, 2016

”**Quanto mais adiantado o estágio do ciclo de desenvolvimento** de um empreendimento, **mais altos serão os custos das eventuais alterações** de projetos e especificações.” (CBIC, 2016, p. 54)

Figura 18 - Curva 2 Custos de mudanças no projeto

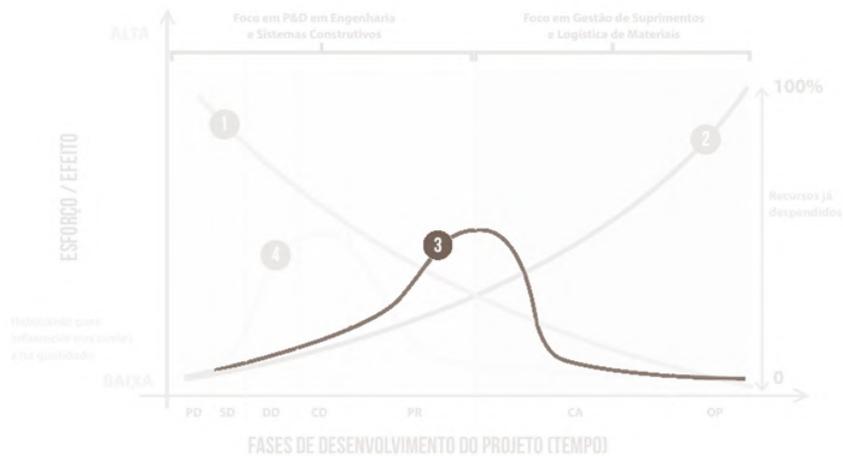


Fonte: CBIC, 2016

Antes do início das obras **CA** (Construction), estão as melhores oportunidades para gerar reduções de custos, onde o foco deve estar na concepção, pesquisa e desenvolvimento de sistemas e soluções construtivas.

Nessa perspectiva, a curva 3 aponta que no processo CAD o esforço aumenta na medida que o projeto avança no ciclo do empreendimento, atingindo o máximo na etapa anterior à construção **CA**. Esta etapa anterior está vinculada ao desenvolvimento e entrega de documentações como plantas, cortes, cronogramas, relação de materiais, entre outros. A curva de esforço diminui nas etapas seguintes de construção e operação (**OP**):

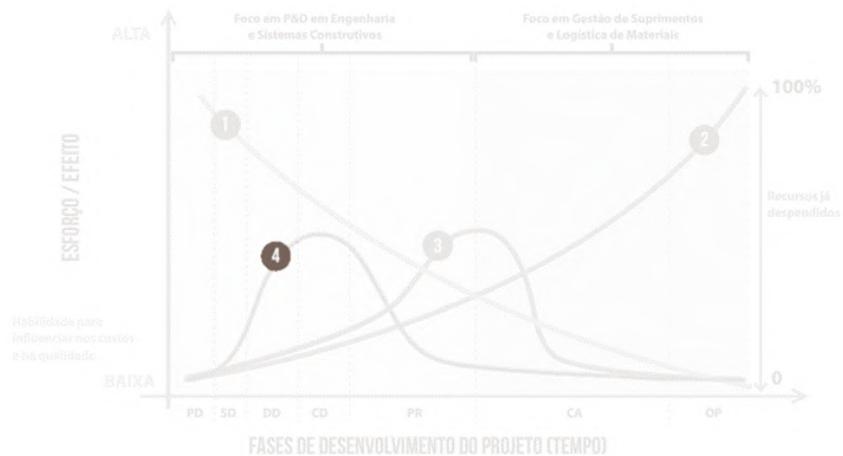
Figura 19 - Curva 3 Processo de projeto CAD



Fonte: CBIC, 2016 - Adaptado pela autora

Isto indica que os processos que se baseiam no CAD apresentam menor esforço nas fases iniciais, e que o aumento do esforço nas etapas mais avançadas impacta diretamente no custo e desempenho do projeto. Analisando a curva 4, com uso do processo BIM, é perceptível que este direciona o tempo e esforço nas etapas iniciais do ciclo de vida do projeto:

Figura 20 - Curva 4 Processo de projeto BIM

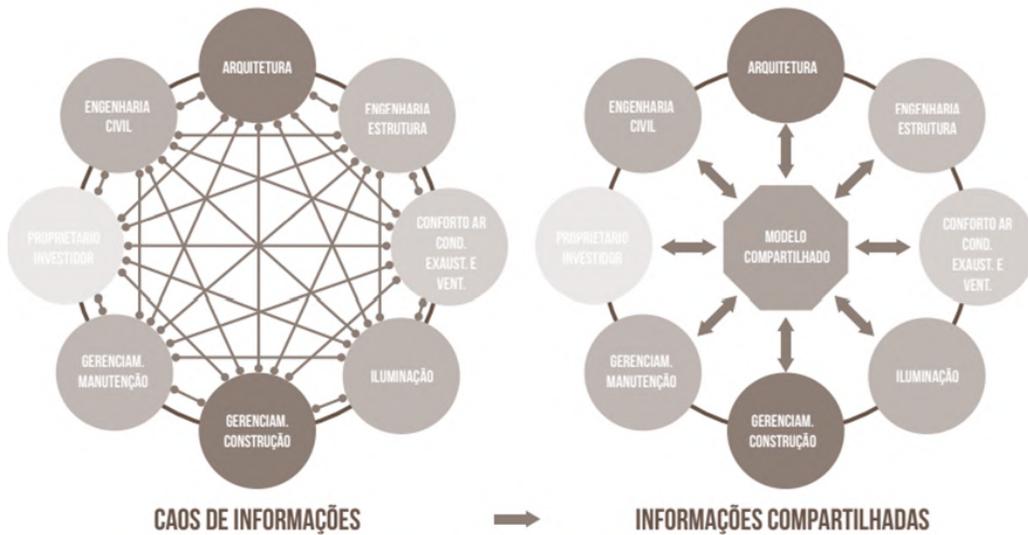


Fonte: CBIC, 2016 - Adaptado pela autora

Este fato se deve à capacidade de análise de alternativas considerando alguns dos Usos BIM, como a concepção de modelos 3D (visualização e compreensão a todos os envolvidos no projeto), redução no tempo utilizado em revisões e atualizações de projetos devido ao uso de modelos paramétricos, simulação do edifício e das fases de construção (possibilita identificar problemas e evitar imprevistos), confiabilidade quanto à extração de quantitativos e orçamentos.

A eficiência do uso do BIM está diretamente relacionada à consolidação das informações, resultantes da contribuição de todos os envolvidos no projeto. Na maioria dos casos, desenvolvem-se modelos BIM próprios para cada disciplina (modelo de arquitetura, modelo de estrutura, modelo de instalações elétricas e hidráulicas, etc.). Apesar de serem desenvolvidos por equipes de diferentes especialidades, estes modelos seguem um relacionamento lógico considerando convenções adotadas no início do projeto e as evoluções projetuais já realizadas nas etapas anteriores. Isso, apoiado em práticas colaborativas, permite que os esforços de uma disciplina sejam aproveitados por outras em um ambiente único e compartilhado.

Figura 21 - Gráfico comparativo colaboração CAD x BIM



Fonte: CBIC, 2016, p.58

Na figura 21 acima é possível compreender, de forma esquemática, a estrutura de compartilhamento de informações com o uso do BIM. Nesse esquema, é utilizado um “modelo compartilhado” que geralmente é constituído de um “modelo federado”, para facilitar a troca de informações. Esta configuração se torna possível através da utilização de arquivos compatíveis, possibilitando que os diversos softwares das diversas disciplinas troquem informações de forma compreensível entre si.

4.1.6 O BIM e a colaboração - formatos proprietários x abertos

A colaboração eficiente e integrada entre equipes de projeto é alvo de inúmeros esforços na indústria da construção civil, como a busca por estabelecimento de boas práticas, protocolos e padrões. Dois métodos de troca de informações entre os softwares BIM se destacam: formatos proprietários e formatos abertos.

Os formatos proprietários são caracterizados pelo interesse privado, tendo intercâmbio de dados com propósitos particulares aos softwares para os quais foram desenvolvidos, não podendo ser lidos por outro sistema. Isto permite que haja informações de alta qualidade (não há perda de dados) pois não consideram configurações externas, no entanto, pode haver riscos quando o software é descontinuado, já que nenhum outro sistema pode processá-los. Exemplos desse tipo de formato são .PLN (do software Archicad da Graphisoft) e .RVT (do software Revit da Autodesk). Estes softwares podem, no entanto, gerar arquivos abertos, como o IFC (Industry Foundation Classes).

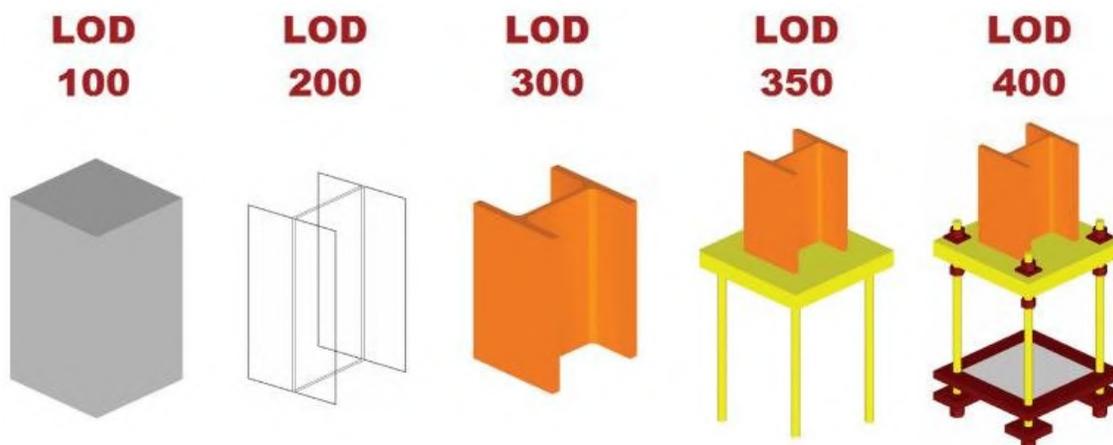
Os formatos abertos são um tipo neutro de esquema de dados, como é o caso do IFC mantido pela BuildingSMART para o ambiente BIM. Este esquema pode compartilhar informações tipicamente utilizadas na indústria AECO. É orientado a objetos 3D, público e neutro, podendo ser processado por diversos sistemas e softwares BIM. Além disso, está em constante evolução para que possa cobrir aspectos além da geometria, como contratação, fabricação, construção, montagem, operação e manutenção, viabilizando a boa gestão e troca de informações, o que pode permitir uma boa interoperabilidade e práticas de trabalho mais colaborativas.

4.1.7 Nível de Desenvolvimento (LOD)

O Nível de Desenvolvimento LOD (*Level of Development*) trata do tipo de informação que a modelagem deve abranger. A definição de LOD foi desenvolvida pela AIA (*American Institute of Architects*) a fim de manter o modelo confiável e fidedigno quanto aos seus dados. De acordo com Tolentino (2018) o Nível de Desenvolvimento é constantemente confundido com o Nível de Detalhe, assim, é importante esclarecer que o primeiro refere-se à confiabilidade das informações geométricas e não geométricas que se podem extrair de um modelo, enquanto o segundo refere-se ao detalhamento de dados geométricos e gráficos, conceitos cuja diferenciação é de suma importância no contexto de projeto BIM.

Segundo o BIMForum Brasil, apesar de o esquema gráfico fornecido pela BIMForum Internacional (Figura 17) dar a impressão de que os LODs indicam a progressão de detalhamento geométrico do objeto, ele deve ser interpretado como uma representação visual da informação que se pode usar do objeto em cada nível de desenvolvimento.

Figura 22: Níveis LOD de referência



Fonte: Adaptado de BIMForum 2019

Dessa forma, em 2022 o BIMForum desenvolveu um documento contendo uma atualização desses conceitos, com o objetivo não de fazer alterações nos requisitos dos elementos do modelo, mas sim de resolver quaisquer conflitos e melhorar a consistência e legibilidade na lógica e formato de texto e gráficos, sendo:

Tabela 1: Atualização dos LODs de acordo com BIMForum 2022

LOD 100	O elemento pode ser representado graficamente com um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos do LOD 200. Informações relacionadas ao elemento do Modelo (por exemplo, custo por m ²) podem ser obtidas de outros elementos do modelo.
LOD 200	O elemento é representado genérica e graficamente dentro do modelo com quantidade aproximada, tamanho, forma, localização e orientação.
LOD 300	O elemento do modelo, conforme projetado, é representado graficamente de forma que sua quantidade, tamanho, forma, localização e orientação podem ser medidos.
LOD 350	O elemento do modelo, conforme projetado, é representado graficamente de forma que sua quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interfaces com elementos de modelo adjacentes ou dependentes podem ser medidos.

LOD 400	O elemento do modelo é representado graficamente com detalhes suficientes para fabricação, montagem e instalação.
LOD 500	O elemento do modelo é uma representação gráfica de uma condição existente ou construída desenvolvida através de uma combinação de observação, verificação de campo ou interpolação. O nível de precisão deve ser anotado ou anexado ao elemento do modelo

Fonte: BIMForum 2022

Pode-se afirmar que, como resultado da aplicação dessas definições de LOD, tem-se um banco de dados da junção de geometria e informações intangíveis, contendo características específicas, propriedades, custos, dados de manutenção, entre outros, de acordo com o projeto pretendido. No entanto, os diferentes elementos da mesma modelagem não necessitam de obrigatoriamente utilizarem o mesmo LOD, garantindo que haja apenas as informações que de fato são essenciais ao projeto.

Além disso, apesar destas definições estarem pré-estabelecidas para o acesso da comunidade do setor AECO, cada empreendimento pode organizar suas tabelas de LOD de acordo com suas demandas, sendo de responsabilidade de sua gestão arcar com os resultados obtidos.

4.1.8 Gestão de dados e CDE

Projetos de construção bem-sucedidos (construção, remodelação, manutenção, gestão) dependem de informações completas, precisas e confiáveis. O BIM necessita do trabalho colaborativo, com processos estruturados para troca de informações e integridade ao longo dos estágios de projeto.

Um dos requisitos básicos do BIM é que a informação não seja duplicada, mas compartilhada e reutilizada dentro da equipe do projeto. Nesse sentido, a interdisciplinaridade e a colaboração dependem da interoperabilidade e trocas de dados.

Tem sido frequentemente afirmado que o BIM não se trata de software, mas sim de um processo de produção colaborativa de informação, contudo, o BIM depende absolutamente de softwares para produzir, gerenciar, trocar, utilizar e arquivar informações (SPBIM, 2021). A escolha dos softwares BIM é determinada por vários fatores, como preço, funções, adaptabilidade e requisitos de interoperabilidade.

As Plataformas BIM podem salvar arquivos em vários formatos proprietários, mas a interoperabilidade depende principalmente de formatos de intercâmbio não proprietários. Outros formatos de arquivo são baseados em formatos de troca, como ASCII (para dados de nuvem de pontos), TIFF e JPEG (imagens raster), DXF e DWG (desenhos CAD) e OBJ (modelos de malha). Os formatos suportados podem variar dependendo da escolha do software BIM. O IFC é o padrão de troca aberta para BIM e é suportado pela maioria dos softwares BIM. Este é o padrão usado, quando se trata de colaboração interdisciplinar.

Um Ambiente Comum de Dados (CDE - Common Data Environment) fornece a estrutura ideal para apoiar a colaboração interdisciplinar, pois é um repositório online de informações usado para coletar, gerenciar e divulgar informações do projeto através de processos estritamente controlados.

Um protocolo de uso deve ser estabelecido e ser rigorosamente seguido por todos os membros da equipe do projeto para garantir a consistência e a qualidade das informações.

“O CDE permite ao usuário atribuir quatro estados formais aos itens de dados individuais e definir procedimentos de verificação de qualidade. A verificação de qualidade tem como objetivo administrar adequadamente a maturidade e a confiabilidade das informações fornecidas, servindo como base para uma forma bem definida de colaboração entre todas as partes interessadas.” (ABNT PR 1015:2022)

A prática recomendada indica as funcionalidades para a estruturação de um CDE:

- Gerenciamento de contêineres de informação: armazenamento e controle dos processos de troca de documentação, dados e modelos BIM.
- Gerenciamento de processos: controle dos processos de verificação, aprovação ou rejeição dos contêineres de informação, através das mudanças de estado e de revisão.
- Gerenciamento das comunicações: controle do histórico, da rastreabilidade de comentários e das solicitações de informações, vinculadas ou não a documentos e modelos BIM.

Conforme os arquivos do projeto se desenvolvem, a evolução das etapas é caracterizada por diferentes estados. A Figura 18 apresenta os possíveis estados dos arquivos em um CDE:

Figura 23: Descrição dos estados dos arquivos (contêineres de informação)



Fonte: ABNT PR 1015:2022

De forma mais detalhada, as categorias: Trabalho em andamento, Compartilhado, Publicado e Arquivado caracterizam a evolução dos “containers de informação” ou “arquivos” e seus diferentes estados no ciclo de vida do projeto. Estes estados referem-se aos status dos arquivos.

4.1.9 Implantação BIM e seus desafios

Devido à sua abrangência, o BIM pode ser aplicado em diversos empreendimentos com sucesso, porém, seguindo procedimentos que podem ser heterodoxos, necessitando do uso de boas práticas para que sua implantação seja minimamente estruturada.

Dentre outros pontos, a CBICb (2016) detalha o processo de planejamento de implantação BIM. Esta implementação, seja em qualquer iniciativa, deve ser feita definindo de forma inicial os principais objetivos que se pretende atingir com o uso do BIM, e também que se tenha um projeto-piloto. A metodologia deve agregar uma boa gestão e fluxos de trabalho bem estabelecidos, pois caso contrário poderá ser mais onerosa do que outros métodos tradicionais CAD.

A CBICb (2016:30) descreve o processo de planejamento de um projeto de implementação BIM dividido em dez passos principais, como mostra a Figura 19:

Figura 24: Planejamento de implementação BIM



Fonte: CBIC, 2016

De forma sucinta, as primeiras 4 etapas tratam da gestão e descrição da empresa/projeto, buscando compreender os objetivos e metas da utilização do BIM, quais os usos a serem implementados e produtos a serem entregues. As demais fases tratam da execução, onde há a

definição do projeto-piloto, recursos e requisitos mínimos necessários (de informações e tecnologias), procedimentos de comunicação e colaboração e controle de qualidade dos entregáveis.

O nível de controle de um projeto para implantação BIM pode mudar em detrimento das fases e processos do empreendimento e da complexidade e quantidade de casos de usos definidos. A equipe deve estabelecer uma visão global da implementação incluindo os detalhes a serem seguidos ao longo do projeto, prosseguindo de forma contínua para que seja atualizado e revisado quando necessário.

Ao longo da execução, a organização deverá criar documentos de controle com a finalidade de proporcionar o acompanhamento e manutenção desta implementação (ABDI,2017).

Um destes documentos é o Plano de Implementação BIM (*BIP - BIM Implementation Plan*), que reflete as **intenções da empresa** com relação ao BIM, e é neste plano de ação, de cunho estratégico, que haverá um **diagnóstico organizacional** abordando:

- O ciclo de vida do empreendimento;
- Análise SWOT: Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades), Threats (Ameaças);
- Principais produtos oferecidos;
- Principais clientes;
- Glossário para estabelecer uma comunicação transparente;
- Objetivos principais e pormenores;
- Planejamento de infraestrutura e recursos de hardware e software existentes e necessários;
- Recursos humanos, competências essenciais e responsabilidades de implantação;
- Prazos e cronogramas, entre outros aspectos da gestão.

Em seguida ao desenvolvimento do BIP, deverá ser criado o documento do Plano de Execução BIM (*BEP - BIM Execution Plan*), que **estabelece as estratégias e processos** adotados pela empresa para fomentar a **conclusão bem sucedida de um projeto**, devendo ser elaborado de forma singular para cada projeto diferente em uma mesma empresa (ABDI,2017). Deve abordar:

- formatações padrão de nomenclatura de arquivos e bibliotecas;
- definições de uso e objetivos dos modelos;
- diretrizes de interoperabilidade e comunicação;
- fluxo de trabalho da equipe e cronogramas;
- informações dos envolvidos no projeto;

- identificação de entrada e saída de dados, suas extensões e requisitos de informação;
- estabelecimento de controles de qualidade e padrões de entrega;
- memoriais descritivos, entre outros aspectos de orientação de projeto;

O livro de Estilos é um recurso que pode auxiliar as equipes quanto a forma de uso dos templates (modelos de arquivo com uma estrutura predefinida e uma série de pré-configurações evitando grandes ajustes) e famílias, ou seja, a forma de modelagem e informações cabíveis. Este documento também poderá ser atualizado no decorrer do projeto.

Na necessidade do uso de mão de obra terceirizada, será necessária a elaboração de um caderno de encargos que regule e padronize os procedimentos dos projetistas, construtores, inspetores de obra nas suas atividades e entregas.

Finalmente, outro documento de grande relevância é o BIM Mandate, ou Manual BIM, que apresenta diretrizes, especificações e padrões necessários para projetos públicos ou privados. No Brasil, a Estratégia BIM BR, que será melhor abordada no próximo tópico deste trabalho, pode ser considerada um BIM Mandate. Ao mesmo tempo, cada órgão público regional, pode ter um BIM Mandate específico com seus requisitos individuais para a licitação de obras públicas. As empresas também podem elaborar seus próprios BIM Mandates para estabelecer softwares de projeto, formatos dos entregáveis, nomenclaturas, entre outros aspectos aqui já abordados que contribuam para a colaboração e interoperabilidade no âmbito BIM (Sinaenco, 2022).

Através do desenvolvimento destes planos BIM, a CBICb (2016:20,21) apresenta os seguintes valores a serem alcançados pelos membros da equipe:

1. Todas as partes envolvidas deverão **entender e comunicar** com clareza os **objetivos** estratégicos da implementação do BIM no projeto;
2. As diferentes áreas e empresas envolvidas deverão **entender** seus **papéis e responsabilidades** no processo de implementação;
3. A equipe deverá ser capaz de desenvolver um **processo de execução** bem adequado para as práticas negociais de cada um dos seus membros e **fluxos de trabalho** organizacionais típicos;
4. O plano deverá definir **recursos adicionais, treinamentos** e outras competências necessárias para garantir sucesso na implementação da plataforma BIM para as utilizações pretendidas;
5. O plano deverá fornecer um **referencial** para descrever o **processo para futuros participantes** que possam ser adicionados ao projeto;
6. Os departamentos de compras deverão ser capazes de definir uma **linguagem** de contratação que garanta que os **participantes** no projeto **cumpram as suas obrigações**;
7. O plano inicial deverá fornecer **metas** que permitam o **acompanhamento da progressão** ao longo da implementação do projeto.

É importante deixar claro que implementações de novas tecnologias e processos em empreendimentos de qualquer natureza podem apresentar riscos e dificuldades, especialmente pela falta de experiência com novos processos. No caso da implementação BIM, algumas dessas barreiras são:

- Resistência às mudanças: alteração de um modelo de trabalho anterior devido às novas possibilidades inesperadas e desconhecidas;
- Falta de domínio: a incorreta compreensão da tecnologia e seu significado e seus benefícios;
- Cultura organizacional e regional: barreiras culturais ou características do mercado de trabalho local;
- Questões inerentes ao BIM: investimento, treinamento, persistência;

Incentivar o conhecimento do BIM pode ser uma abordagem estratégica para reduzir o impacto dessas dificuldades, como por exemplo a promoção das seguintes ações:

1. *Educação e treinamento*: para diversos profissionais visando a colaboração, como arquitetos, engenheiros, gerentes de projeto, empreiteiros, entre outros, para que compreendam as melhores práticas do BIM;
2. *Demonstração de Benefícios*: Pesquisas e estudos de caso apresentando exemplos reais de benefícios de tempo, dinheiro e recursos;
3. *Promoção de Normas e Diretrizes*: o incentivo à adoção de padrões BIM, estando em conformidade com as normas do país/região;
4. *Rede e Comunidade*: participar e divulgar comunidades BIM regionais ou nacionais para compartilhar conhecimento, experiências e recursos, como bibliotecas e objetos BIM, modelos de referências, etc;
5. *Promoção Governamental*: estar atualizado e buscar diálogo com autoridades governamentais para incorporar o uso do BIM em licitações e regulamentações de forma a incentivar a adoção do BIM em projetos públicos;

4.1.10 Estratégia BIM BR

Embora o BIM ofereça muitos benefícios como maior colaboração, redução de erros e maior eficiência, existem diversos desafios associados à sua implementação, pois requer uma mudança de cultura organizacional que provoca alterações na gestão dos projetos, necessita de treinamentos e principalmente investimento em tecnologia já mencionados neste trabalho.

Em busca de superar os desafios da implementação do BIM e promover sua adoção, o Governo Federal Brasileiro desenvolveu em 2018 a estratégia BIM BR, que tem 9 objetivos principais:

- I. Difundir o BIM e seus benefícios;

- II. Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III. Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV. Estimular a capacitação em BIM;
- V. Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI. Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII. Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII. Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- IX. Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

“O BIM será utilizado e exigido pelo Ministério da Defesa, por intermédio das ações executadas nos imóveis jurisdicionados ao Exército Brasileiro e à Marinha do Brasil, e pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, por intermédio das atividades coordenadas e executadas pela Secretaria Nacional de Aviação Civil, para o programa de aviação regional, e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), para reforço e reabilitação estrutural de obras de arte especiais.” (ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial)

De acordo com a ABDI o Governo Federal utilizará e exigirá o BIM nos órgãos governamentais citados de modo gradual:

A primeira fase iniciou-se em 1º de janeiro de 2021, a partir do qual é exigido que o BIM seja aplicado em projetos de arquitetura e engenharia.

A segunda fase terá início em 1º de janeiro de 2024 e será exigido o BIM nos projetos e na execução das obras.

A última fase iniciará em 1º de janeiro de 2028, em que o BIM será exigido em projetos, execução das obras e pós-obra (gerenciamento e manutenção).

Apesar da obrigatoriedade ser para certos órgãos vinculados ao Ministério da Defesa e ao Ministério da Infraestrutura, o decreto permite a qualquer entidade da Administração a exigência de seu uso. (CCOM - ABDI)

4.2 Conceituação HBIM – Historic Building Information Modeling

4.2.1 O que é HBIM

No setor da construção civil, o BIM tem sido amplamente usado em nível internacional e possui diversas publicações relevantes e conteúdo didático largamente difundido, corroborando com uma base de diretrizes confiáveis para sua implementação em diversos casos de uso. Contudo, no contexto de edificações históricas, o HBIM (Heritage Building Information Modeling) é um campo relativamente novo no ambiente da pesquisa acadêmica e expressamente pouco popular em termos de conhecimento e adoção pelos profissionais da área de conservação.

Segundo Tolentino (2018) o termo HBIM foi inicialmente introduzido por Maurice Murphy em 2007 referindo-se a um conjunto de métodos de digitalização de dados arquitetônicos obtidos a partir de levantamentos por Laser/Scanning ou Fotogrametria Digital para criação de modelos BIM geométricos parametrizados.

Figura 25 - Esquema do Conceito HBIM de Maurice Murph



Fonte: Autora, 2023

No entanto, de acordo com Silva e Cupershmid (2022), deve-se ter cuidado com a compreensão do HBIM como sendo focado no registro geométrico do patrimônio construído, pois a geometria é apenas uma fração daquilo que é esperado para fins de desenvolvimento de um projeto de conservação.

4.2.2 Gestão de informações de um Patrimônio Arquitetônico

Assim como nos projetos usuais, os projetos no âmbito do Patrimônio Arquitetônico dependem da colaboração multidisciplinar onde especialistas de diversas áreas contribuem, trocam e interpretam informações sobre um bem patrimonial para a compreensão de seu valor e significado. Este entendimento do bem é crucial para as decisões futuras de intervenções, conservação e gestão, e a qualidade e integridade na coleta e registro das informações são de suma importância.

Geralmente as informações sobre construções históricas são constituídas de uma coleção de documentos individuais, relatórios, desenhos CAD (2D ou 3D), arquivos e vários conjuntos de dados gerados pelos diferentes profissionais, cada um trabalhando com suas ferramentas. Desse modo, as informações sobre um único bem histórico podem acabar dispersas em vários locais (bancos de dados ou arquivos físicos) e em vários formatos (papel, eletrônico,

etc.). Além disso, os locais de armazenamento dessas peças podem ser desconhecidos à muitos, dificultando seu acesso.

Tendo em vista que o BIM promove uma estruturação dos processos de trabalho colaborativo e compartilhamento de uma série de dados de uma equipe multidisciplinar, compreende-se que seu uso pode contribuir diretamente para a conservação, gestão e pesquisas sobre um bem patrimonial. Seus processos podem ser colocados em prática para a criação de uma base de conhecimento confiável que, caso seja mantida, pode ser usada como uma ferramenta de tomada de decisão e gestão valiosa para o bem ao longo de seu ciclo de vida.

4.2.3 Usos do HBIM

Projetos que envolvem o Patrimônio Arquitetônico dependem da colaboração multidisciplinar. O completo entendimento desse bem é crucial para as decisões de intervenções, além disso a integridade na coleta e registro das informações são de grande importância.

Estas atividades, como por exemplo a conservação, reparo ou reutilização de edificações patrimoniais, podem se beneficiar dos processos de trabalho BIM dispondo de uma gama de informações para melhor planejamento, simulação de cenários e opções de projeto, tendo em vista que qualquer interferência em um tecido histórico deve ser cuidadosamente considerada e justificada.

Grande parte dos softwares de modelagem BIM incluem funcionalidades que podem ser interessantes para projetos relacionados ao patrimônio construído. Segundo publicação da Historic England de 2017, BIM for Heritage - Developing a Historic Building Information Model/BIM para o Patrimônio - Desenvolvendo um Modelo de Informação de Edifícios Históricos, estas funcionalidades incluem:

- múltiplas opções de design para análises de propostas de intervenção;
- detecção de interferências físico-espaciais, para alta precisão na coordenação entre novas intervenções e integração ao bem existente;
- planejamento do ciclo de vida, para prospecção do desenvolvimento da edificação histórica;
- integração de dados heterogêneos, como informações históricas, dados legados, fotografias, desenhos, dados geoespaciais, documentos, legislações, manuais de conservação, bases de dados externos, etc. (nesse caso informações sobre patologias na edificação, materiais originais, métodos e tecnologias de construção, análises de degradação também podem ser incorporadas);
- interoperabilidade para compartilhamento de dados e reuso em um time multidisciplinar;
- potencial de interface com outras tecnologias como GIS (*Geographic Information System/Sistema de Informações Geográficas*) ou CAFM (*Computer Aided Facility Management/Gestão de Instalações Assistida por Computador*);
- inclusão de informação intangível, como significância e valores patrimoniais, que podem ser associados à componentes específicos ou espaços da edificação através de links

para mídias externas como áudios (relatos orais e músicas), fotografias, vídeos, entre outros;

A natureza das informações inseridas no modelo HBIM tem a capacidade de fundamentar diversos propósitos dependendo do escopo do projeto, sendo alguns deles:

- informar o estado de conservação/condições existentes;
- assistir ações de gestão do patrimônio;
- fonte de informação e amparo para futuras pesquisas;
- gestão de manutenções preventivas;
- gestão de ativos (tanto em nível estratégico quanto em níveis operacionais do dia-a-dia);
- gestão de visitantes;
- avaliação de opções de intervenção;
- programação de obras (conservação, reparação, manutenção e reutilização);
- prevenção contra desastres (incêndios, eventos naturais, etc.);
- compreensão e interpretação histórica da edificação;
- preparo ante desastres ocasionais;

No âmbito internacional, o uso do BIM para o Patrimônio desempenhou um papel crucial ao ser utilizado no projeto de restauro da Catedral de Notre-Dame em Paris após o incêndio que ocorreu no ano de 2019 (Figura 26).

Figura 26 - Incêndio na Catedral de Notre-Dame

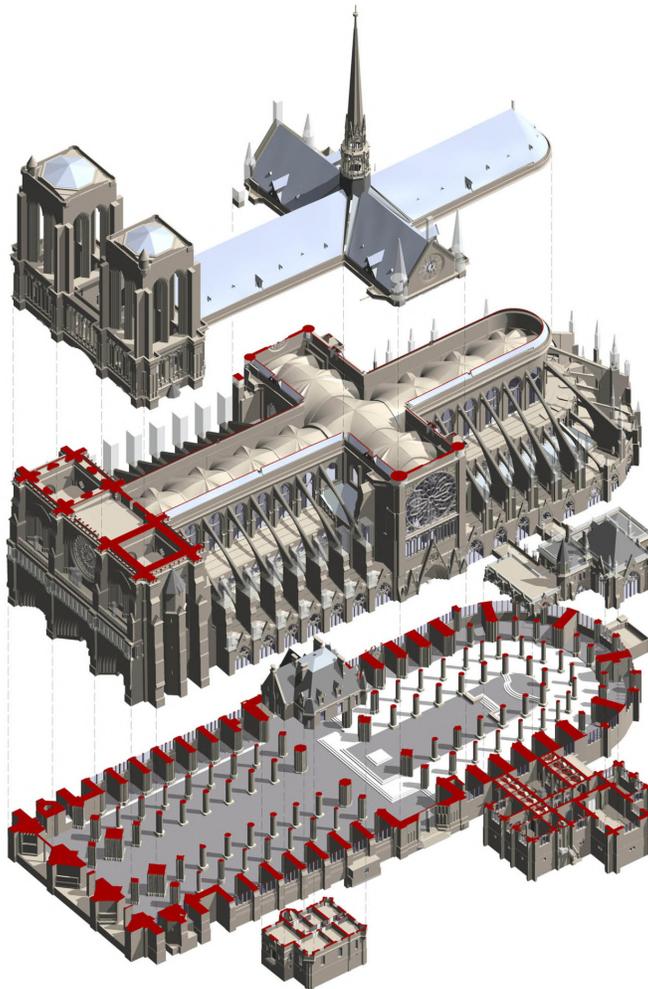


AEC Magazine, 2021

Fonte:

Segundo matéria da AEC Magazine (2021), um modelo BIM da Catedral pré-incêndio pôde ser criado a partir de arquivos de varredura a laser criados pelo historiador de arte e arquitetura Andrew Tallon no ano de 2010. O historiador buscava entender a natureza da estrutura gótica e identificar possíveis anomalias estruturais, e seus estudos foram as únicas medições precisas da Catedral encontradas.

Figura 27 - Levantamento 3D da Catedral de Notre-Dame em perspectiva explodida



Fonte: AEC Magazine, 2021

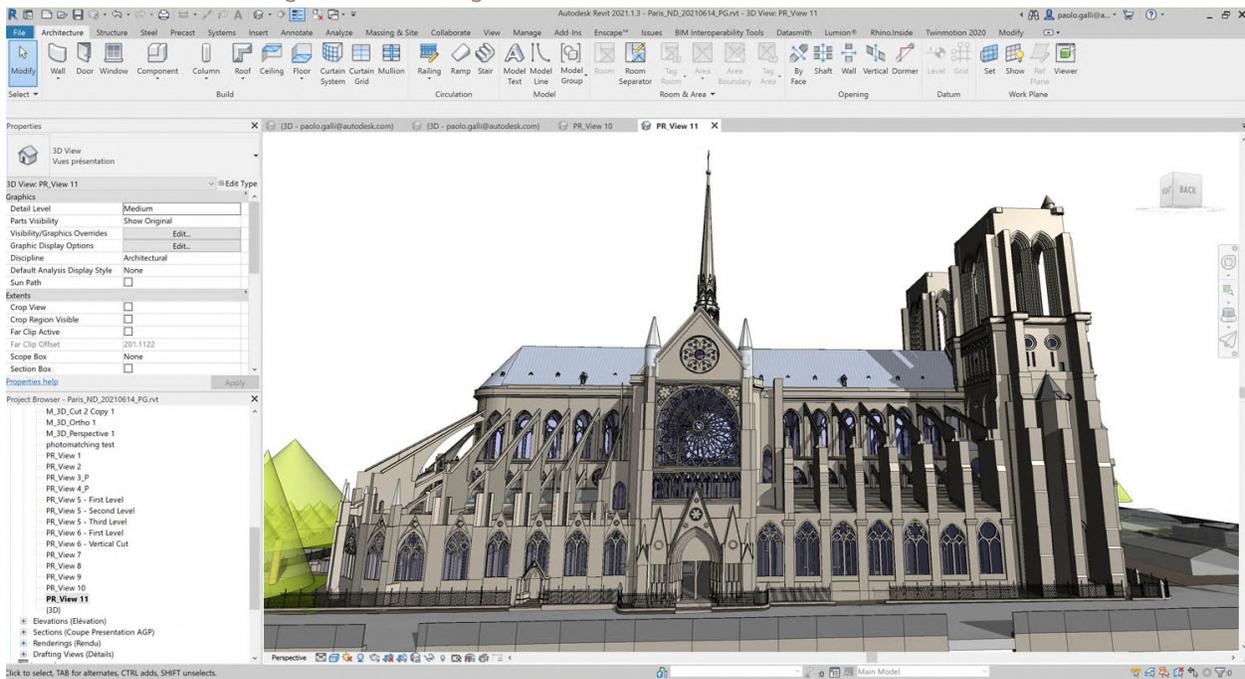
A Autodesk, empresa responsável pelo software BIM Revit, colaborou com a EPA (Établissement Public à caractère Administrative / administração pública), no processo de desenvolvimento do modelo BIM da Catedral, cujos usos foram além do projeto estrutural em si, envolvendo também a logística e gestão das obras e possivelmente o pós obra para fins de prevenção contra novos incidentes:

“A EPA tinha uma série de usos específicos para o modelo BIM, incluindo planejamento para a logística do local, posições de guindastes, entrega de material e organização da segurança do local. Devido à extensa poluição por chumbo, o acesso ao local teve de ser controlado e foram tomadas amplas medidas de segurança por parte daqueles que trabalhavam no local.” (AEC Magazine, 2021)

“A Autodesk está atualmente discutindo com a EPA, o potencial de usar o modelo BIM para a fase de operação e manutenção, conectado com sensores de Internet das Coisas (IoT) para evitar qualquer incêndio futuro.” (AEC Magazine, 2021)

Tratando-se de extração de informações, a partir do modelo BIM da Catedral descobriu-se que Notre-Dame possui 30.028m de paredes de pedra, 3.925m² de telhado de chumbo e 186 cofres (cada um diferente) sendo os itens mais demorados a serem modelados através da varredura a laser (AEC Magazine, 2021). O modelo pôde proporcionar a criação de um conjunto de objetos históricos da edificação, como janelas, vitrais, portas e demais elementos históricos, como se pode ver na Figura 28:

Figura 28 - Modelagem HBIM da Catedral de Notre-Dame no software Revit



Fonte: AEC Magazine, 2021

O tema de objetos HBIM será abordado no próximo tópico deste trabalho.

No contexto brasileiro, um caso de uso do HBIM que obteve destaque foi o projeto de restauro do Museu Nacional, que sofreu um incêndio no ano de 2018, cujos danos foram massivos à estrutura e aos itens do acervo da edificação, como mostra a Figura 29:

Figura 29 - Museu Nacional após incêndio



Fonte: Jornal Opção, 2022

Segundo o BIM Fórum Brasil (2022), o projeto de restauro chamado “Museu Nacional Vive” contou com a contribuição de diversos especialistas utilizando a tecnologia HBIM de forma colaborativa para realização de diversas ações. Uma matéria no website do BIM Fórum Brasil descreve o que foi apresentado em um webinar onde estavam presentes as equipes de trabalho envolvidas no projeto:

“Ana Lúcia Gonçalves introduziu o Projeto Museu Nacional Vive, os envolvidos, estrutura de governança, escopo do projeto e as realizações: pré-consolidação dos bens integrados, restauração da fachada principal, ações de conservação do Jardim Terraço e exposições inauguradas. Passou então para a explanação do porquê do desenvolvimento dos projetos no sistema HBIM, deixando evidente a importância dos detalhes para a recuperação do patrimônio histórico. A tecnologia foi grande aliada, utilizou-se o Escaneamento Digital, que possibilitou a modelagem em 3D de todo o prédio e a criação de uma base digital integrada, que foi a referência para o desenvolvimento dos projetos de arquitetura, museografia, climatização, entre outros serviços essenciais à reconstrução do nosso Museu. O processo de projeto integrado e compatibilizado também foi muito importante para vencerem os obstáculos. Mas também houveram desafios na adoção do BIM: representar a fidelidade do estado de conservação do patrimônio arruinado após o incêndio, com a representação da deterioração dos elementos, vigas retorcidas, perdas parciais, etc. Curva de aprendizagem dos escritórios que atuam na área, que culturalmente não possuem aprofundamento na metodologia.” (BIM Fórum Brasil, 2022).

Em um relatório do projeto “Museu Nacional Vive”, o Dr. Sérgio Leusin, Coordenador BIM do projeto, aponta o pioneirismo do empreendimento no Brasil e mostra a capacidade da tecnologia BIM para a questão da gestão de equipe e controle de qualidade no projeto:

"Esse processo de trabalho no sistema BIM para reconstruir um bem tombado com a escala do Museu Nacional é pioneiro no Brasil. Com a capacidade técnica e o espírito de colaboração de todos os envolvidos, estamos superando os desafios e desenvolvendo projetos integrados, com permanente controle da qualidade de arquivos, verificação de modelos e correção de eventuais conflitos entre os projetos." (Relatório Projeto Museu Nacional Vive, 2022, p17)

Figura 30 - BIM para Integração dos Projetos técnicos



Fonte: Relatório Projeto Museu Nacional Vive, 2022, p15

Pablo Hereñu, coordenador do projeto de arquitetura e restauro, apresenta a necessidade da ampla pesquisa histórica e coleta de dados materiais e imateriais para uma plena compreensão da edificação patrimonial, favorecendo as futuras tomadas de decisões projetuais:

"Nosso projeto partiu de um trabalho muito extenso de pesquisa histórica, para que todas as decisões, incluindo a estratégia de restauração, fossem orientadas pelo entendimento da trajetória deste bem tombado. O conjunto arquitetônico no qual está inserido hoje o Museu Nacional não foi construído de uma vez só, é o resultado de muitas transformações históricas, reformas, demolições, melhorias e danos sofridos ao longo do tempo. A compreensão dessas diferentes camadas históricas é uma dimensão muito importante do projeto." (Relatório Projeto Museu Nacional Vive, 2022, p17)

Assim, utilizar o HBIM integrando dados gráficos (tangíveis) e dados intangíveis oferece grande potencial como um sistema de informações interdisciplinar, podendo ser usado na gestão da edificação para ações de proteção, conservação e divulgação desse patrimônio.

4.2.4 Objetos HBIM

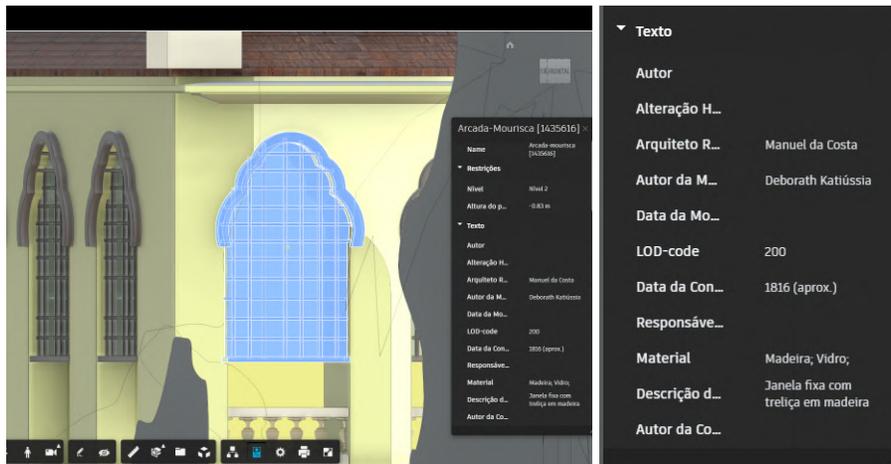
Entende-se que o BIM pode ser aplicado em uma diversa gama de projetos patrimoniais de diferentes idades e estilos. Alguns destes se adaptam de melhor forma ao BIM em termos de

modelagem, por exemplo, quando envolvem processos repetíveis com componentes ou formas geométricas mais simples, e quando as informações (materiais, estrutura e desempenho) estão disponíveis ou são de fácil obtenção. Exemplos disto incluem vários edifícios de Arquitetura modernista e industrial, no entanto, o BIM para outros tipos de edificações históricas com elementos complexos e vernaculares torna-se um desafio à parte.

Um modelo HBIM consiste especificamente de: geometria (2D e 3D), informações não geométricas e documentos e dados vinculados (Historic England, 2017).

No patrimônio, informações intangíveis, como valores culturais, históricos e arquitetônicos, e estilo, idade e significado, também podem ser incluídos no modelo anexados ao edifício individual ou seus componentes (por exemplo, uma porta) ou espaços (por exemplo, uma sala). A figura 31 a seguir mostra a modelagem HBIM do Museu Nacional do Rio de Janeiro, com um elemento em destaque com algumas propriedades inseridas:

Figura 31: Seleção de propriedades do objeto Janela no modelo HBIM do Museu Nacional



Fonte: Modelo 3D na plataforma online Autodesk Forge, (COELHO, 2020)

Qualquer tipo de dado externo pode ser associado ao modelo, dessa forma, o BIM oferece a funcionalidade de organizar todas as informações relativas a um bem histórico (como desenhos, fotografias históricas, trabalhos escritos, gravações ou qualquer outro tipo de arquivo digitalizado), que podem ser consultadas de forma inteligente e usadas para investigação e pesquisa adicionais, conservação, gestão e divulgação. Estes fins determinam os requisitos de informação e estratégias de modelagem.

Sabendo-se que o escopo e os objetivos do projeto serão determinantes para os tipos e formatos de informação necessários, incluir mais informações do que é relevante ou útil para o projeto é um equívoco, pois o volume adicional de dados terá implicações em termos de tecnologia da informação (TI) e requisitos de gerenciamento de informações (Historic England, 2017).

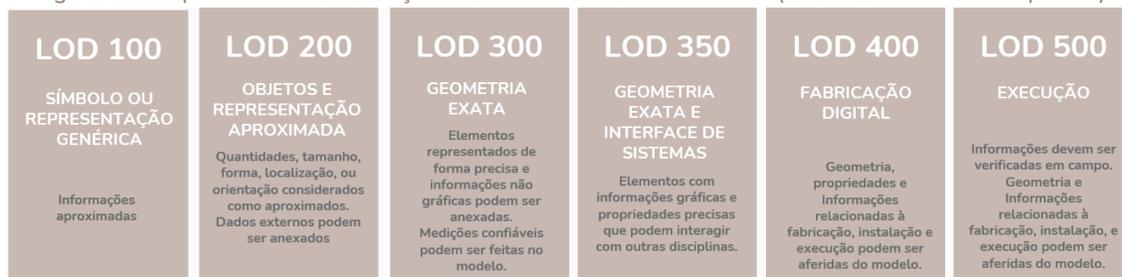
4.2.5 Nível de Desenvolvimento - LOD (Level Of Development) e Nível de Conhecimento Intangível - LOK (Level Of Knowledge)

No HBIM, as informações geométricas 3D são associadas ao levantamento e análise do bem patrimonial e transcendem a mera caracterização geométrica, oferecendo um modelo resultante que pode ser considerado um instrumento de gestão.

É importante deixar claras as diferenças entre os conceitos de LOD apresentados neste trabalho: Nível de Desenvolvimento (grau de maturidade e confiabilidade no desenvolvimento de modelos BIM) e Nível de Detalhe (quantidade de detalhes incluídos aos elementos do modelo) (Tolentino, 2018).

Este trabalho aborda a criação de modelos HBIM para documentação de edificações de valor histórico-arquitetônico que poderá necessitar de ações de restauração ou projetos de intervenção futuramente. Logo, o LOD nesta pesquisa será entendido como Nível de Desenvolvimento. A Figura 32 a seguir, apresenta de forma breve as definições dos níveis de LOD:

Figura 32: Esquema de caracterização dos níveis de desenvolvimento (LOD – Level Of Development)



Fonte: Adaptado de Tolentino, 2018

Estas definições servirão de subsídio para a categorização dos objetos HBIM a serem modelados na instanciação da proposta apresentada neste trabalho. O nível alcançado e a etapa de aplicação será detalhada no capítulo 6 deste trabalho.

Quanto ao Nível de Conhecimento Intangível LOK (Level Of Knowledge), abordagem proposta por Castellano-Román e Pinto (2019), são elencados 5 níveis cuja terminologia foi elaborada intencionalmente semelhante ao LOD BIM com o objetivo de simplificação, como está representado na Figura 33:

Figura 33: Esquema de caracterização dos níveis de conhecimento (LOK – Level Of Knowledge)



Fonte: Adaptado de Roman e Porto, 2019

Segundo Castellano-Román e Pinto (2019), a transferência do conceito de Nível de Desenvolvimento LOD para o HBIM não pode ser feita ao nível de evolução do projeto, tendo em vista que a edificação já existe, mas deve se referir ao Nível de Conhecimento a que o modelo poderá fornecer informações suficientes à gestão do patrimônio. Assim, ao referir-se ao LOK entende-se que o termo está em consonância com as teorias de preservação patrimonial, partindo da necessidade do conhecimento profundo do Bem Cultural previamente a qualquer ação futura.

Assim, os Níveis de Conhecimento utilizados nesta pesquisa abordam o tipo de gestão patrimonial que poderá ser alcançada com base nas informações disponíveis, incluindo dados tangíveis e intangíveis anexados ao modelo HBIM. Os autores descrevem de forma mais detalhada os 5 Níveis de Conhecimento como:

Tabela 2: Definição dos Níveis de Conhecimento LOK (Level Of Knowledge)

LOK 100	Está associado à Identificação do Bem Patrimonial e a sua caracterização básica. O nível de precisão gráfica alcançado neste momento não é fundamental, pois um código simbólico ou volume simples seriam objetos capazes de identificar o Bem e sua caracterização, incluindo localização e orientação georreferenciadas;
LOK 200	Este nível possibilita a caracterização gráfica e informações suficientes para o desenvolvimento de ações relacionadas à proteção legal do Bem e seu planejamento estratégico. A maquete gráfica deve conter suas estruturas básicas: paredes, pisos, coberturas, bem como informações suficientes para justificar a valoração do patrimônio para receber o nível de proteção a ser atribuído, fornecendo também suporte gráfico para divulgação; Nesta altura, deverá ser criado um repositório documental associado ao modelo em que se encontram as fontes documentais digitalizadas a partir de vários formatos, ou uma simples referência à sua localização, estrutura definida

	como HBIR (Repositório de Informação de Edificações Patrimoniais);
LOK 300	Este nível aprofunda a caracterização gráfica a ponto de poder mostrar resultados de pesquisas especializadas realizadas com métodos arqueológicos ou outros estudos de disciplinas específicas de monitorização ou diagnóstico;
LOK 400	Neste nível o modelo está em um estado avançado de conhecimento e em condições de empreender ações de conservação e intervenção; Requer informações específicas sobre os critérios e procedimentos empregados;
LOK 500	Este nível trata do uso dos modelos HBIM para uma gestão eficiente, registrando sistematicamente as diferentes ações planejadas através de programas periódicos de pesquisa, conservação preventiva, uso e disseminação, além de planos de investimento periódicos;

Fonte: Adaptado de Roman e Porto, 2019

Semelhante às definições de LOD, estas definições de Nível de Conhecimento servem de subsídio para a categorização das informações intangíveis obtidas no modelo HBIM.

4.2.6 Aquisição e qualidade de informações HBIM

No âmbito do patrimônio, um projeto HBIM irá inevitavelmente começar em um ponto intermediário no ciclo de vida do ativo. O ponto de partida para o processo BIM histórico é um conhecimento profundo da edificação existente, uma característica fundamental quando se trata da conservação do patrimônio.

Diferentemente do setor de novas construções, onde grande parte dos dados são criados à medida que o processo de construção avança, ao tratar de monumentos históricos as informações devem ser recuperadas de diversas fontes, organizadas e validadas ou criadas por diferentes especialistas (Historic England, 2017). Quanto à acessibilidade, estas informações podem:

- estar disponíveis e recuperáveis em várias fontes (informações de arquivo)
- estar indisponíveis (devido ao orçamento, tempo, acessibilidade ou outras restrições).
- exigem levantamento, pesquisa e investigação (levantamento métrico, pesquisas especializadas, investigações de campo, relatórios e avaliações)

Quanto ao levantamento métrico, este deve ser baseado em dados os mais precisos possíveis, documentando a posição e dimensões da edificação e seus componentes. Técnicas de levantamento digital tridimensional são métodos rápidos e confiáveis para obter dados 3D precisos (Tolentino, 2018), como:

- varredura a laser: as medidas são coletadas pelo scanner, que determina e armazena a posição de cada um dos pontos levantados, gerando um modelo geométrico.
- fotogrametria (baseada no solo ou drone): possibilita extrair das fotografias a geometria dos objetos. O objeto é fotografado e através de softwares específicos, como o PhotoModeler, é possível a restituição fotogramétrica, permitindo gerar ortofotos, desenhos e modelos geométricos.

Estes normalmente geram arquivos de nuvens de pontos, que são suportados pela maioria dos softwares BIM, embora outras combinações de métodos também possam ser utilizadas.

Além dos levantamentos digitais, a usual medição direta, uso de documentações e levantamentos pré-existentes ou ortofotografias podem ser apropriados para projetos que envolvam locais pequenos ou menos complexos, contudo, a adequação aos níveis de detalhe estipulados nos requisitos de informação do projeto podem ser mais difíceis de obter.

Investigações adicionais, como pesquisas qualitativas, podem ser necessárias dependendo do escopo do requisitos do projeto e do cliente. A aquisição de dados não geométricos pode incluir pesquisas da condição física dos componentes da edificação, investigações históricas e arqueológicas, análise de materiais e outras pesquisas de teor técnico, realizadas por especialistas.

O volume e a qualidade da informação disponível pode variar muito, dependendo do tipo de edifício, uso anterior e até mesmo propriedade intelectual. A acessibilidade é determinada pelo local onde as informações são armazenadas, em que formato e se existem quaisquer restrições ao seu uso.

O uso de informações legadas e sua tradução para um formato adequado para inclusão em BIM (digitalização de desenhos arquitetônicos realizados em formato de papel) poderá ter um determinado custo e tempo. As informações legadas devem então ser validadas antes de ser incluídas no modelo ou usado no processo de modelagem, pois podem ser incompletas, imprecisas, conflitantes ou ambíguas. Tal processo garante que o Historic BIM esteja sempre alinhado com o estado atual do ativo físico ou, se esse for o propósito do modelo, com seu estado em um estágio anterior de seu desenvolvimento (Historic England, 2017).

4.2.7 Estratégias de modelagem HBIM

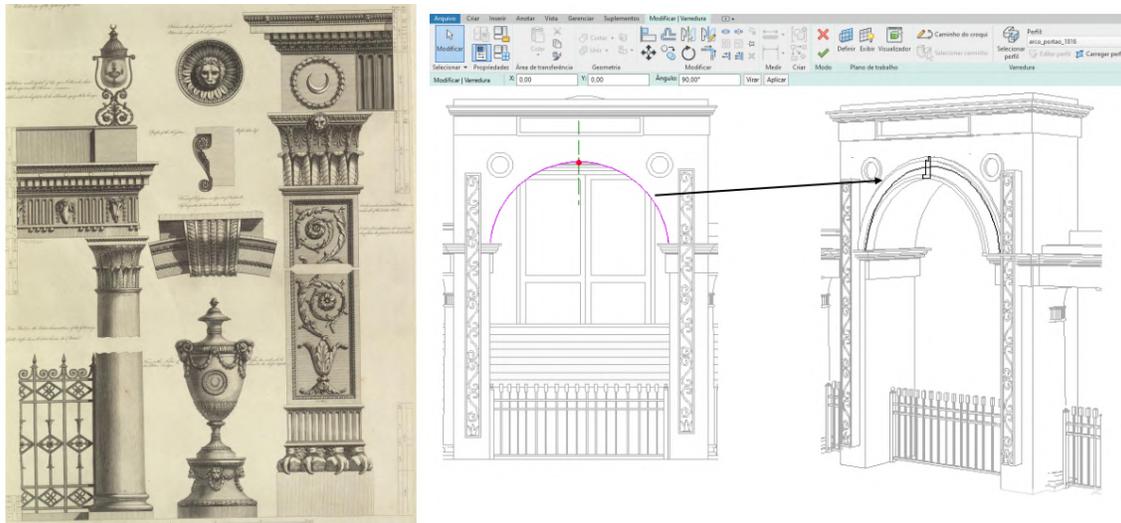
O processo de modelagem, apesar dos avanços em ferramentas e fluxos de trabalho de digitalização para BIM, ainda é árduo e demorado. A demanda de tempo e esforço aumenta de acordo com o grau de geometria e detalhes no modelo.

São diversas as vantagens dos conjuntos de dados 3D obtidos por meio de levantamentos digitais: grandes volumes de alta resolução de dados que cobrem todas as superfícies visíveis do espaço, sendo uma base confiável para a criação de geometria 3D em um ambiente BIM, automatização de grande parte do processo e acurácia das medições. Contudo, a representação de geometrias 3D complexas geralmente necessita de arquivos de nuvens de

pontos maiores, que são mais difíceis de trabalhar e aumentam os requisitos de infraestrutura tecnológica (Historic England, 2017).

Abordagens alternativas podem ser utilizadas para a captura de estruturas existentes que não necessariamente precisam ser baseadas em dados de nuvem de pontos, como o convencional uso de desenhos CAD 2D se estiverem adequadamente documentados, como foi feito no caso da modelagem 3D do Portão da Coroa (Museu Nacional) COELHO(2020), como mostra a Figura 34:

Figura 34: Processo de modelagem do arco do Portão da Coroa a partir de arquivo documental no Revit



Fonte: (COELHO, 2020)

Assim, esta é uma solução adequada caso o uso de nuvem de pontos não seja uma opção devido a limitações de orçamento, habilidades do uso ferramental, ou outras restrições.

De forma a se obter transparência quanto ao nível de acurácia da modelagem, o LOD deve ser especificado no início do projeto (com um nível mínimo de detalhe gráfico suficiente para o propósito do modelo) , além de ser possível estabelecer tolerâncias de modelagem especificando um nível máximo de divergências do modelo em relação à edificação real.

Outras informações, como a composição material dos elementos existentes e suas propriedades (por exemplo desempenho estrutural e ambiental) na maioria dos casos só podem ser presumidas, a menos que sejam realizadas investigações técnicas. Assim, caso alguma parte do modelo seja baseada em suposições devido a estas lacunas de dados ou informações incompletas, isto deve ser explicitado para evitar ambiguidade, má interpretação ou tomadas de decisão mal informadas no futuro da gestão da edificação (Historic England, 2017).

Durante a etapa de modelagem, nota-se que edifícios de estilos históricos também podem conter uma série de componentes repetíveis, que podem ser modelados como objetos paramétricos para fazer parte de uma biblioteca de conteúdo HBIM. A biblioteca resultante pode ser utilizada em projetos que envolvam ativos semelhantes.

4.2.8 Desafios da implementação do HBIM

Parte significativa do desafio da implantação do HBIM em grande parcela das ações de conservação nas edificações patrimoniais se deve à dificuldade de integração de seus processos com as soluções, técnicas e critérios existentes no setor da conservação. Além disso, em um paralelo com o BIM, o HBIM tem uma quantidade significativamente menor de diretrizes, regulamentos e normas. Somado a isso, surgem as seguintes questões (Historic England, 2017):

- *A falta de capacitação de pessoas para o conhecimento e uso de ferramentas e processos BIM;*
- *Recursos financeiros limitados para pequenas organizações ou entidades governamentais;*
- *A dificuldade na coleta de dados precisos e confiáveis e a falta de informação sobre certas edificações antigas;*
- *A complexidade na captura e modelagem da geometria dos elementos e ornamentos de edificações históricas;*
- *A escassez de políticas públicas sobre o tema do HBIM;*

Iniciativas relacionadas à difusão do conhecimento sobre HBIM podem contribuir para a conscientização dos profissionais e organizações envolvidas com o patrimônio arquitetônico, reduzindo barreiras com relação à sua adoção nas ações de conservação e contribuindo para que se tenha maior conhecimento e confiabilidade sobre sua aplicação. Ao mesmo tempo, a realização de estudos de caso com aplicação do HBIM em exemplos reais, a análise dos resultados obtidos, seus êxitos e desafios é fundamental para um entendimento crítico sobre o tema, e abre espaço para discussões enriquecedoras. Por consequência, torna-se possível:

1. *Identificar melhores práticas: isto pode incluir o uso de ferramentas específicas, aplicação de metodologias de trabalho colaborativo ou adoção de técnicas para coleta de dados;*
2. *Aprender com falhas e acertos de outros projetos: projetos similares ou anteriores podem ajudar a identificar desafios bem como as soluções adotadas que podem ser aplicáveis, assim como evitar recorrência de erros já superados;*
3. *Refinar as técnicas atuais: a análise de experiências anteriores permite que as técnicas utilizadas possam ser adaptadas para atender às necessidades específicas de cada bem individual. Isto pode incluir a seleção de ferramentas e processos mais eficientes.*

Parte significativa do desafio da implantação do HBIM em grande parcela das ações de conservação nas edificações patrimoniais se deve à dificuldade de integração de seus processos com as soluções, técnicas e critérios existentes no setor da conservação.

5 Estudo de Caso: Museu Memorial de Caruaru

Este capítulo apresenta um estudo de caso em um edifício histórico que será usado para instanciar o protocolo para a gestão e integração de informações tangíveis e intangíveis do patrimônio edificado brasileiro, a ser apresentado no próximo capítulo.

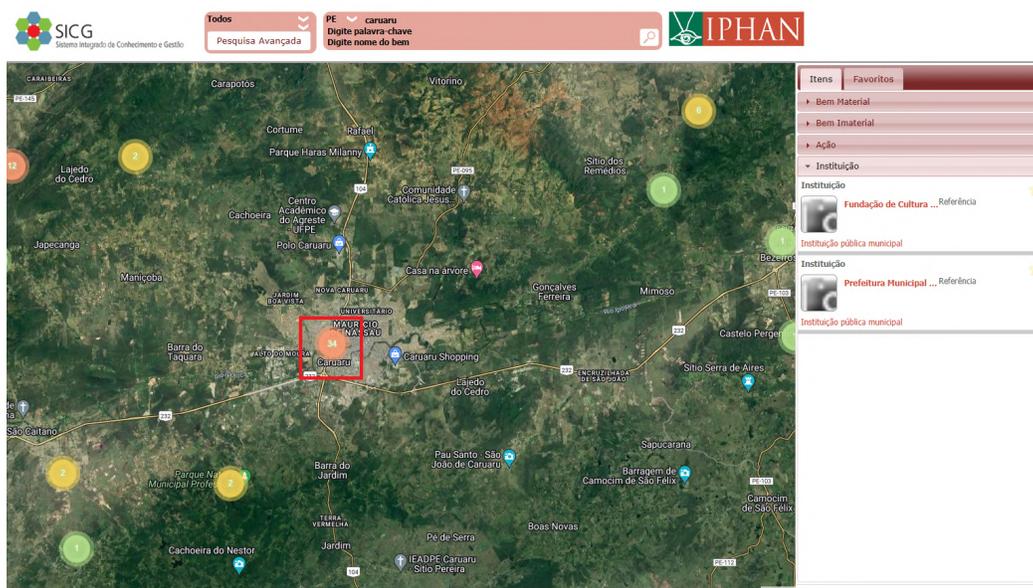
Sua estrutura está baseada, de forma sucinta, no roteiro de identificação e conhecimento de um Bem Patrimonial Edificado como exposto no Capítulo 3 deste trabalho através dos Cadernos Técnicos do IPHAN, o “Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural”. Dessa forma, a análise foi constituída das etapas de “Identificação e Conhecimento do Bem” e “Diagnóstico”. No entanto, alguns dados não puderam ser adquiridos por questões de dificuldade de acesso ou falta de informações e equipamentos de captura e medição, podendo ser coletados e acrescentados ao projeto futuramente em um momento mais oportuno.

5.1 Os critérios para escolha da edificação

Ao longo de seus 165 anos de existência, a cidade de Caruaru, localizada no estado de Pernambuco, perdeu diversas edificações históricas devido ao rápido desenvolvimento urbano, alterações arquitetônicas irrecuperáveis e descaracterização de construções de valores culturais inestimáveis (Silva et al, 2015).

Ao realizar uma pesquisa de Bens Culturais na plataforma SICG, obteve-se um resultado de 34 itens identificados no município de Caruaru, como mostra a Figura 35:

Figura 35 - Bens Culturais identificados na cidade de Caruaru pela plataforma SICG



Fonte: Plataforma SICG, 2023

Destes Bens, 2 são Instituições Públicas Municipais, sendo a Prefeitura Municipal de Caruaru e a Fundação de Cultura e Turismo de Caruaru Espaço Cultural Tancredo Neves. Os

demais Bens Culturais contabilizaram 3 bens Materiais (a Estação Ferroviária de Caruaru, seu Pátio e Armazém) e 25 bens Imateriais (como as Produções em Barro, o Cordel, a Xilogravura, a Feira de Artesanato e demais feiras, entre outros). Outros 4 itens na plataforma dizem respeito às ações de registro da *Feira de Caruaru* como Patrimônio Cultural Imaterial Brasileiro, inscrita também no *Livro de Registros dos Lugares*.

A escolha do Museu Memorial de Caruaru para este estudo partiu da busca de uma edificação de relevância para o registro patrimonial por diversos motivos. Primeiramente, devido ao incontestável valor histórico, artístico e cultural do monumento, sua antiguidade, e relevância territorial.

Além disso, a falta de informações organizadas sobre o monumento repercute em sua vulnerabilidade de conservação, aspecto este que será discutido adiante. A ausência desta edificação na plataforma SICG, dentre tantas outras construções históricas da cidade de Caruaru, representa o déficit no reconhecimento do patrimônio arquitetônico regional. A condição ideal é que haja um registro patrimonial apropriado e que a coletividade seja sensibilizada reconhecendo seu significado através da democratização do conhecimento desses bens.

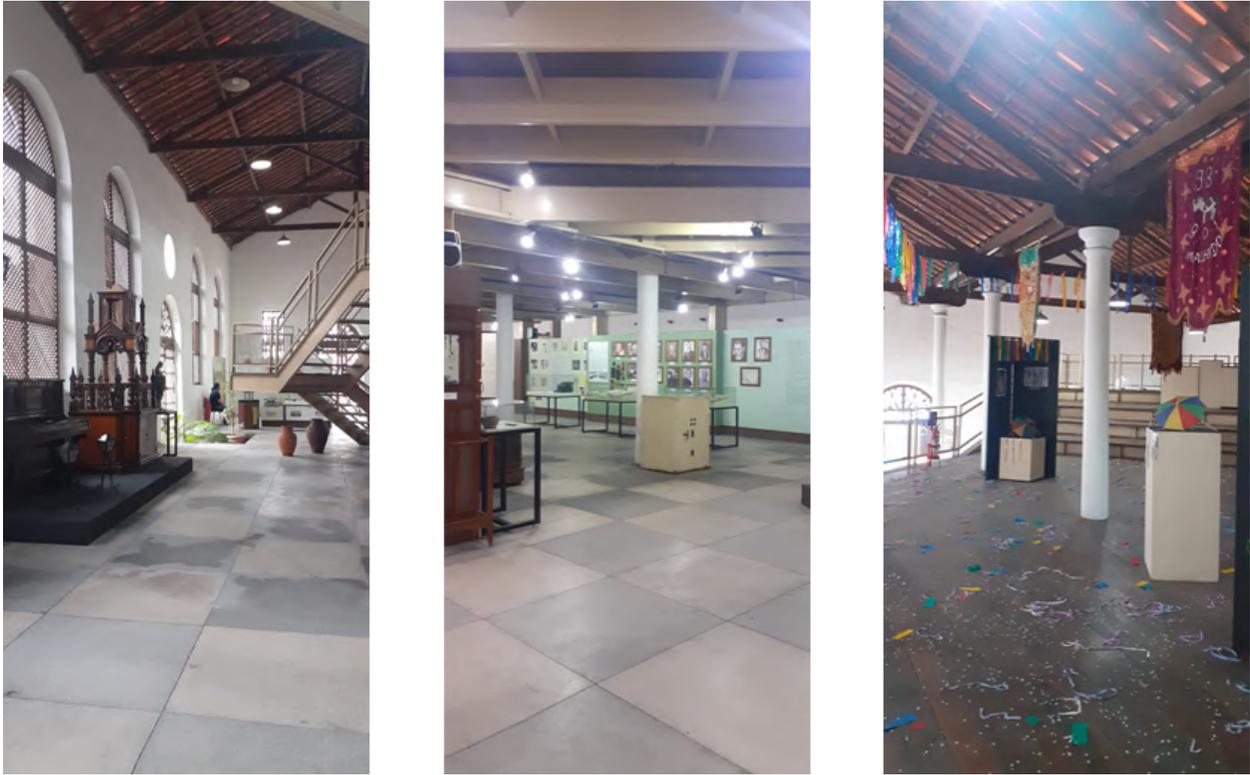
A escala da edificação, de pequeno porte e poucos cômodos, se adequa à proposta do trabalho, que pretende apresentar alternativas para a modelagem HBIM do Museu Memorial de Caruaru, com suas geometrias complexas devido ao seu estilo arquitetônico. As fachadas do Museu se encontram praticamente intactas, com pequenas alterações que não lhe tiram sua autenticidade. A modelagem será feita baseada nas informações disponíveis neste estudo de caso (levantamentos in loco, fontes gráficas históricas e fotografias atuais) com o desafio da falta de ferramentas para capturas digitais como fotogrametria ou escaneamento a laser.

Figura 36 - Museu Memorial de Caruaru em 2011



Fonte: Museus de Caruaru, 2011

Figura 37 -Interior do Museu Memorial de Caruaru em 2023, térreo e mezanino



Fonte: Autora, 2023

Outro fator para a escolha desta edificação é a questão da proximidade física e afetiva da pesquisadora. No que diz respeito ao acesso a recursos e fontes, a proximidade geográfica possibilitou o acesso aos escassos recursos disponíveis, como documentos, arquivos e pessoas relacionadas ao objeto de estudo, além da coleta de dados geométricos em campo. Quanto às experiências afetiva e local, estas proporcionaram um conhecimento mais profundo da cultura, do contexto histórico e das características regionais relacionadas ao Bem patrimonial em análise.

5.2 Contextualização Histórica da edificação de estudo

O Mercado de Farinha, localizado na rua Duque de Caxias, 145, Nossa Sra. Das Dores, é uma construção eclética neoclássica projetada em 1923 e construída em 1924 pelo mestre Rodolfo Vasconcelos sob a gestão do prefeito Celso Galvão para abrigar feirantes que comercializavam cereais e farinha de mandioca na Feira de Caruaru, atividade de grande importância comercial para a cidade. (Silva & Castro, 2015).

Figura 38 - Mercado de Farinha de Caruaru, cerca de 1924



Fonte: Silva et al (2015).

Figura 39 - Mercado de Farinha em funcionamento, cerca de 1930



Fonte: Silva et al (2015).

Figura 40 - Pavimentação da rua Duque de Caxias com Mercado de Farinha ao fundo, data desconhecida



Fonte: Silva et al (2015).

A construção funcionou como Mercado de Farinha até o ano de 1992, quando na gestão do então prefeito João Lira Neto, a Feira foi transferida para o Parque 18 de Maio, com isso, a edificação perdeu sua função comercial e foi transformada no Memorial da Feira, também conhecido como Espaço Celso Galvão, abrigando o acervo histórico e cultural da cidade. (TENORIO et al, 2016).

No ano 2000 passou por reformas e foi eventualmente desativado em 2002. Somente no ano de 2009 foi novamente reformado sob projeto do arquiteto Glauciano Marcos (Fundarpe) com o acréscimo de um mezanino para acomodar exposições e assim ser inaugurado como Memorial da Cidade de Caruaru. (Silva & Castro, 2015).

Este novo programa, o qual ainda está em funcionamento, conta com exposições documentais, iconográficas e de objetos históricos (Figura 41) que retratam a história política, econômica e cultural do município, resgatando a história das festividades tradicionais na cidade, indústria, comércio, imprensa e religião. (TENORIO et al, 2016).

Figura 41 - Exposições no Museu Memorial de Caruaru, ano 2023



Fonte: Autora, 2023

Em 2020, devido à pandemia de Covid-19, o local foi fechado temporariamente, oportunidade esta que segundo o gestor dos museus de Caruaru, George Pereira da Silva, foi utilizada para realização de reformas gerais. Atualmente, no ano de 2023 o local está aberto e funcionando para visitas.

5.3 Levantamento Físico Arquitetônico e Análise Tipológica

Uma primeira análise revela que sua arquitetura mantém suas características e ornatos externos originais após quase dois séculos de sua construção, aspectos que representam as tecnologias e métodos construtivos do estilo eclético neoclássico, sendo um exemplar único na cidade.

Dentre estes aspectos pode-se identificar o estilo uniforme e classicismo, como as fachadas retas e frontões (Figura 42), com uma simplicidade composicional e espacial, proporção e simetria. Os tons neutros (branco, bege e creme) também são característica do estilo, assim como a qualidade dos materiais e detalhes dos adornos (TENÓRIO et al., 2016).

Figura 42 - Frontão e adorno do Museu Memorial de Caruaru



Fonte: Autora, 2023

As linhas ortogonais seguem a fachada (Figura 43) em diversos elementos, como nos frisos e demais artefatos. Além disso, a monumentalidade da proporção das esquadrias revela a intenção da grandiosidade e a necessidade de amplas aberturas para acomodar a movimentação constante de pessoas e mercadorias.

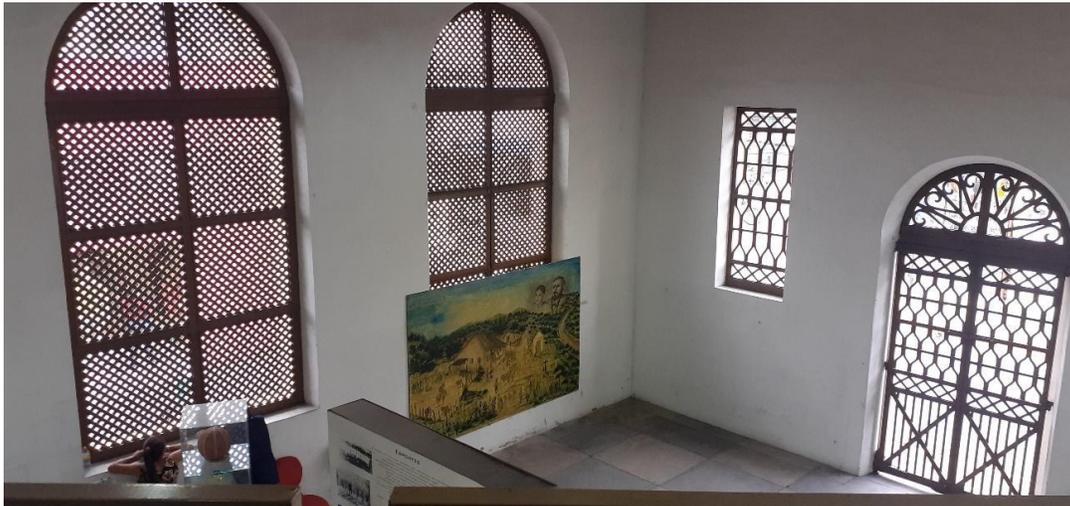
Figura 43 - Fachada Norte do Museu Memorial de Caruaru



Fonte: Autora, 2023

Quanto à espacialidade, apresenta uma planta retangular e simétrica, com o uso de pé direito duplo, somando à sua necessidade de representar grandiosidade e inovação à época ao acomodar o principal comércio na localidade.

Figura 44 - Grandes aberturas do Museu Memorial de Caruaru

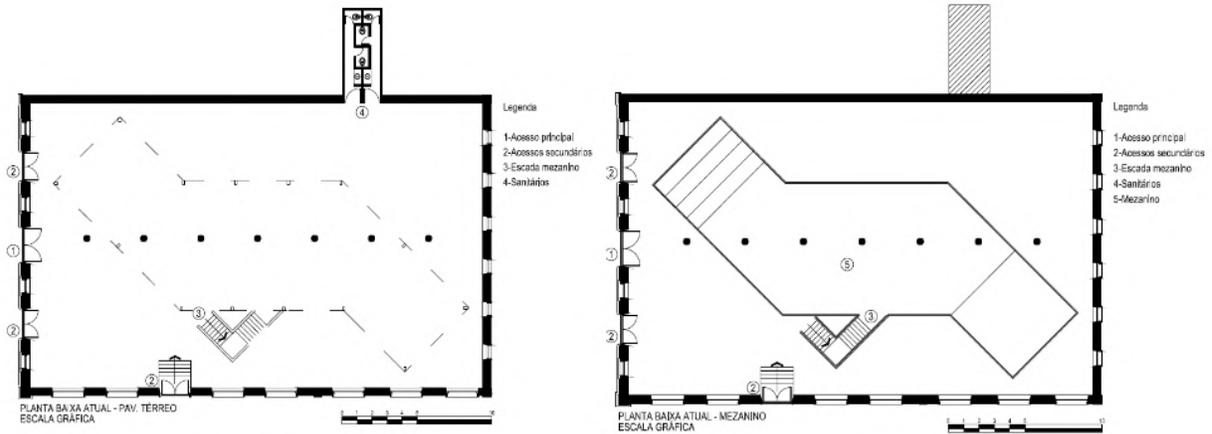


Fonte: Autora, 2023

Ao analisar o levantamento apresentado nas plantas fornecidas pelo então gestor da edificação, observa-se que os banheiros, que não existiam no projeto original, ocupam um local não muito bem definido, subtraindo parte do lote adjacente. O mezanino acrescido à edificação

ocupa toda a extensão do museu respeitando a disposição das aberturas e colunas, acomodado de forma a não exercer uma modificação significativa na estrutura original.

Figura 45 - Plantas baixas do Museu Memorial de Caruaru



Fonte: Adaptada de Levantamento da Fundação da Cultura

O mezanino foi adicionado para utilizar-se do pé direito duplo e acomodar novos artigos do museu e atividades de visitação no ambiente.

Figura 46 - Acervo disposto no mezanino



Fonte: Autora, 2023

Outros elementos removíveis foram dispostos para melhor acomodar as atividades da edificação, como é o caso da copa provisória construída em madeira compensada e do biombo que traz maior privacidade à área dos banheiros.

Figura 47 - Copa provisória em madeira compensada



Fonte: Autora, 2023

Figura 48 - Biombo em madeira



Fonte: Autora, 2023

A análise física realizada na edificação mostra características promissoras quanto aos elementos arquitetônicos e ornatos originais, que se mostraram passíveis de serem reproduzidos na modelagem 3D com um grau razoável de acurácia e representação gráfica. A estrutura metálica inserida na edificação para formar o mezanino é um elemento composto por peças montáveis feita por artefatos facilmente reproduzíveis num software de modelagem BIM.

A grande quantidade de elementos ortogonais da estrutura externa da edificação e as geometrias dos adornos das esquadrias também são fatores que simplificam a modelagem, tendo em vista que a construção do modelo geométrico HBIM deste trabalho não se baseou numa captura digital por fotogrametria ou escaneamento a laser. Esta é justamente uma singularidade deste estudo de caso, o modelo obtido é baseado nas informações disponíveis por levantamento físico (medições diretas), fotografias e material documental fornecido pela gestão da edificação.

Alguns aspectos referentes aos tipos de materiais de elementos estruturais, arquitetônicos, entre outros e as tecnologias e métodos construtivos de acordo com as fases históricas deste exemplar arquitetônico único puderam ser inferidos através de observação, entretanto, muitas informações só poderão ser esclarecidas por profissionais especializados.

A integração destas categorias de informação ao modelo 3D foi abordada no Capítulo 6 através da apresentação das novas propriedades dos objetos e bibliotecas HBIM.

5.4 Investigação: Estado de conservação e Gestão da conservação

A gestão da conservação em edificações históricas é um aspecto crítico da administração dessas instituições, uma vez que está diretamente ligada à preservação do patrimônio cultural e à garantia de que permaneçam acessíveis às gerações futuras.

Após visitas da pesquisadora ao local, foram constatados diversos problemas com relação ao estado de conservação do interior do museu como mostram as imagens abaixo, o que levantou a necessidade da aplicação de um questionário (Apêndice 1) de diversos temas a serem respondido pelo gestor do Bem a fim de se obter uma visão holística da instituição.

Algumas perguntas acerca do registro documental do local e acervo foram selecionadas para auxílio da modelagem 3D e a criação de propriedades para os objetos de acervo passíveis de inserção futura no modelo HBIM. Além disso, questões sobre ações de acesso e divulgação cultural em mídias sociais nortearam o diagnóstico sobre a situação atual do conhecimento do museu e as motivações que norteiam o desenvolvimento do modelo HBIM da edificação.

Figura 49 - Infiltração e descamação nas paredes, problemas em pontos elétricos



Fonte: Autora, 2023

Figura 50 - Falhas no escoamento do telhado causando problemas de humidade no acervo



Fonte: Autora, 2023

O questionário ajudou a compreender de *forma breve e inicial* a situação da eficiência operacional da instituição. As perguntas podem ser visualizadas de forma integral nos anexos deste trabalho.

É fundamental interpretar quais informações apreendidas do questionário deverão ser consideradas de forma que sejam úteis na gestão e conservação desse patrimônio arquitetônico no contexto da aplicação do HBIM, suas possíveis aplicações e limitações.

As respostas obtidas proporcionaram as seguintes conclusões:

1. **Gestor:** é responsável pela coordenação de todos os museus e bibliotecas públicas da cidade de Caruaru, exercendo atividades do âmbito das instalações físicas, materiais de exposição, mídias sociais, curadorias, busca de recursos para investimentos financeiros e capacitação aos funcionários. Questionado sobre conhecimentos sobre BIM, o gestor negou qualquer familiaridade com o assunto;

Conclusões: entende-se que a carga de trabalho é demasiada para apenas uma pessoa responsável pela gestão de diversas instituições culturais na cidade e suas variadas atividades diárias, o que pode prejudicar a qualidade e periodicidade das inspeções realizadas.

2. **Funcionários:** Há 7 funcionários, dos quais 1 é vigilante, 2 são porteiros, 2 atendentes e 2 faxineiros. O gestor indicou que o ideal seria haver cerca de 8 atendentes para o público;

Conclusões: A quantidade de funcionários responsáveis pelo atendimento ao público no local se mostrou insuficiente, como apontou o gestor. Além disso, há capacitações básicas oferecidas aos funcionários, mas nenhuma que reflita as principais preocupações relativas à preservação patrimonial, como o conhecimento dos manuais e cadernos técnicos do IPHAN ou qualquer outra referência para essas atividades. Ter um repositório integrado como o HBIR para acomodar e facilitar o acesso a estes materiais é de grande relevância para a manutenção adequada do Bem.

3. **Funcionamento em época de pandemia:** As atividades de visitação ao museu foram interrompidas imediatamente após as ordens de fechamento dos estabelecimentos públicos no município, voltando a funcionar no segundo semestre de 2021. Durante o período de fechamento houve atividades de manutenção e redução do quadro de funcionários. Sobre o acesso virtual ao acervo, foram montadas apresentações seguindo um roteiro através de fotos e vídeos em redes sociais que chegaram a cerca de 6000 visualizações (no geral de todos os museus da cidade) com interação direta do público (comentários, republicações, entre outros);

Conclusões: O funcionamento e divulgação de forma virtual em época de pandemia e os resultados de interação com o público obtidos nesse período são fatores estimulantes para o incentivo à democratização do conhecimento de forma virtual, seja por mídias sociais ou novas plataformas de visualização. Apresentar a edificação e o acervo de forma dinâmica e interativa são algumas possibilidades do uso do HBIM como a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada. O Capítulo 7 abordará estas alternativas.

4. **Visitantes:** Há um livro de cadastro de visitantes que coleta nome, cidade e estado de origem com data da visita para geração de relatórios semanais, mensais e anuais. O museu acomoda cerca de 20 a 25 pessoas por visita. Não há ações de acessibilidade para portadores de necessidades especiais (rampas, banheiro acessível, painéis e obras com altura ideal, legendas em braille ou sinalização de piso tátil), mas os museus da cidade estão iniciando projetos de reformas para esta finalidade. Também não há distribuição de panfletos, souvenirs ou qualquer outro item sobre o museu;

Conclusões: A acessibilidade física do local não é adequada, necessitando de ajustes para as instalações da edificação, nesse caso, a aplicação do BIM poderia auxiliar no projeto e visualização da inclusão das alternativas de acessibilidade no layout do museu, garantindo que as reformas sejam planejadas de forma eficaz e que atendam aos padrões de acessibilidade. O BIM também pode ser utilizado para analisar a capacidade do espaço físico do museu, permitindo que a gestão visualize como o espaço é utilizado e otimize a disposição das exposições; Além disso, com o uso da Fabricação Digital no modelo HBIM obtido, seria possível a produção de souvenirs (impressão 3D) de elementos característicos da edificação histórica que poderão ser utilizados para diversas finalidades;

5. **Documentação e Registros:** Não há levantamentos históricos da arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas da edificação, apenas uma análise estrutural feita na década de 90 para o reforço dos pilares e telhado, e este arquivo não está disponível para acesso. O

último levantamento arquitetônico foi realizado pela Fundação da Cultura. Existem outros dois documentos históricos, a Ordem de serviço da prefeitura acerca da construção do mercado em 1923 e a Lei de 1992 acerca da mudança do uso da edificação para o funcionamento do museu. Ambas as documentações também não estão disponíveis para acesso. Não há nenhum registro de relatórios, mapa de danos, restauros e reformas realizados no museu.

Conclusões: As ações de reforma e restauro também não seguem os padrões e cuidados especiais para edificações históricas pois não são realizados levantamentos e relatórios técnicos, mapeamento de danos ou identificação especializada das causas de degradação. A partir da modelagem HBIM das condições atuais da edificação seria possível a produção integrada de documentos como um mapa de danos com informações detalhadas dos ambientes no museu. Da mesma forma, ter o repositório HBIR para acomodar e facilitar o acesso aos registros encontrados e (gerados posteriormente), manuais e melhores práticas é de grande relevância para a manutenção e controle do histórico de intervenções do Bem.

6. **Estratégias de Manutenção e Conservação:** Não há nenhum plano de manutenção e conservação da edificação, estes ficam a cargo do gestor a partir de suas observações em visitas periódicas. Não há manuais de uso, manutenção ou conservação das instalações ou do manuseio do acervo. As ações de reforma são mais corretivas do que preventivas. Há controle preventivo de pragas, higienização, sistema de combate a incêndio e manutenção do acervo;

Conclusões: Tendo em vista a necessidade de otimizar os aspectos acima citados, a gestão da edificação precisa desenvolver um plano de manutenção preventiva das instalações do local. Dessa forma, quanto aos manuais de uso e manutenção, o BIM poderá incluir informações detalhadas sobre cada componente, como datas de instalação, vida útil esperada, fabricante e especificações técnicas para fins de consulta. No caso da necessidade de restauros, quando utilizado de forma integral, o BIM permite a criação de simulações para as renovações planejadas, possibilitando a avaliação do impacto de diferentes propostas de reforma antes de executá-las somado à estimativa de custos dessas operações, além de manter um registro histórico de todas as atividades de manutenção ao longo do tempo.

7. **Cadastro e Gestão do acervo:** Todas as categorias de informações postas no questionário (Anexo 1) são atendidas pelo museu na medida em que se tem conhecimento. Os dados são armazenados em planilhas Excel, pois o sistema de cadastro anterior se tornou obsoleto. Apenas o gestor tem acesso aos dados e a reserva técnica é única para todos os museus do município, ficando localizada em outra edificação na cidade de Caruaru. Há protocolos de aceite e descarte de objetos doados à instituição a depender da relevância do item.

Conclusões: Quanto à gestão do acervo do museu, o BIM pode ser uma ferramenta para otimizar a organização, a partir de uma abordagem mais integrada, pois possibilita a modelagem 3D detalhada dos itens do acervo (considerando um certo limite de detalhes geométricos) e que pode incluir todos os dados semânticos a eles relacionados, como exposto no Capítulo 6 deste trabalho. O BIM também pode ser usado para rastrear a movimentação dos itens do acervo dentro do museu,

fornecendo um registro detalhado de quando e para que ambiente cada item é movido, sendo valioso à curadoria para fins de planejamento e layouts de exposições. Planilhas Excel podem ser extraídas do modelo HBIM obtido, permitindo a troca de dados com outros sistemas de catalogação de acervo.

Sendo assim, observam-se diversos benefícios da implementação do BIM nos tópicos abordados, mas há de se considerar as possíveis limitações dessa aplicação, como o custo, pois a implementação requer investimentos significativos em hardware, software e cursos capacitadores, visto que a equipe do museu precisa ser treinada para usar o BIM de forma eficaz. Isto pode ser um processo demorado e requer uma mudança organizacional principalmente dos encarregados pela gestão do ativo, sabendo-se que a plena utilização do BIM pode levar tempo, e os benefícios completos podem não ser percebidos imediatamente, exigindo um compromisso de médio a longo prazo.

Outra questão é que o uso eficaz do BIM para possíveis ações de reformas e restauro implica que as entidades e profissionais responsáveis pelos serviços também adotem os processos BIM em sua equipe de projetos, assim, a transição para o uso integral do BIM necessita do apoio e investimento dos órgãos públicos competentes.

Apesar das adversidades acima pontuadas, conclui-se que desenvolver o modelo HBIM da edificação em estudo, mesmo que em uma fase inicial, pode facilitar e incentivar significativamente sua implementação integral no futuro devido à várias questões:

Contato inicial e cultura de uso do BIM: A criação de um modelo BIM simples pode contribuir com a promoção do seu uso na organização. A gestão do museu e os membros da equipe podem começar a perceber os benefícios dos usos BIM e como eles podem melhorar os processos de trabalho.

Aceitação da mudança: Ao passo que a gestão da edificação se familiariza com o uso do BIM, ela pode ser mais receptiva à mudança e adoção de um modelo mais robusto no futuro. A resistência à mudança poderá diminuir à medida que os benefícios do uso do modelo HBIM se tornem evidentes.

Base para expansão: O uso de um modelo HBIM básico pode servir como uma etapa inicial para expansão futura. À medida que a organização adquire mais familiaridade com os processos envolvidos ela pode evoluir o modelo existente, envolvendo mais disciplinas e informações. Um modelo simples já em funcionamento no museu pode servir como uma experimentação da utilidade do BIM na gestão de patrimônio cultural e museológico, podendo também influenciar as autoridades governamentais acerca da eficácia da adoção da tecnologia.

Incentivo à inovação e disseminação: Verificado o êxito do uso do modelo HBIM no museu, isto pode ser visto como um bom investimento em inovação e um modelo a ser seguido, podendo incentivar outras instituições e órgãos governamentais da cidade a adotar o BIM nas demais edificações de valor patrimonial.

Em resumo, propor um projeto piloto do modelo HBIM é uma abordagem interessante para a implementação gradual do uso do BIM na organização em estudo. A partir da investigação e das conclusões obtidas foi possível conhecer o histórico e o perfil da organização para identificar os principais usos do BIM necessários à gestão, os dados essenciais para a

modelagem 3D do Patrimônio Tangível e as informações necessárias para construção do repositório do Patrimônio Intangível a ela relacionado.

O próximo capítulo aborda o método de desenvolvimento do modelo HBIM para o Museu Memorial de Caruaru de forma detalhada, apresentando suas etapas e os procedimentos adotados.

6 Modelagem da Informação para Criação de um Modelo HBIM

6.1 Metodologia para desenvolvimento do Projeto HBIM

Parte significativa do desafio da implantação do HBIM em grande parcela das ações de conservação se deve à dificuldade de integração de seus processos com as soluções arquitetônicas, as técnicas e os critérios existentes no setor da conservação.

Este trabalho buscou analisar o que tem sido produzido sobre HBIM e como poderia ser aplicado em um caso aplicação real de edifício com valor histórico-arquitetônico. Essa investigação possibilitou a análise de diferentes aplicações de HBIM, indicando os seus êxitos e desafios, sendo fundamental para o entendimento sobre o tema e abrindo espaço para novas discussões.

Dessa forma foi possível identificar melhores práticas, como o uso de ferramentas, aplicação de metodologias de trabalho colaborativo e adoção de técnicas para coleta e armazenamento de dados de edifícios que sejam patrimônios edificados. As técnicas estudadas foram assim adaptadas para atender às necessidades do caso da edificação em estudo.

A Figura 51 representa o fluxograma da metodologia proposta para ser aplicada no desenvolvimento do projeto HBIM do Museu Memorial de Caruaru. Esta metodologia baseia-se no trabalho de Heesom et al (2021). Para esta pesquisa, o esquema metodológico focou em uma fundamentação em BIM e HBIM para identificação de abordagens e padrões predominantes relacionados a tecnologias, métodos, processos, pesquisas e padrões.

Figura 51 - Fluxograma de Metodologia para o projeto HBIM do Museu Memorial de Caruaru.



Fonte: Adaptado de Heesom et al (2021).

A partir disso, buscou-se o desenvolvimento do framework HBEP (BIM Execution Plan para Edificações Históricas), contendo informações de Gestão do Projeto capazes de proporcionar o desenvolvimento do projeto HBIM tangível (modelagem 3D HBIM e afins) e organização da informação intangível da edificação. O framework HBEP será aprofundado no próximo tópico deste trabalho.

6.2 Plano de ação: estabelecimento de um framework HBEP

Para apoiar o desenvolvimento de um HBIM, este estudo necessita do desenvolvimento de um Plano de Execução de Modelagem de Informações de Edifícios Patrimoniais (HBEP), cujo conteúdo requer considerações especiais devido à natureza única desses projetos, que envolvem a preservação de um patrimônio cultural.

Existe uma grande variedade de Planos de Execução BIM (BEP), no entanto, quando se trata de edificações históricas, as orientações para o desenvolvimento desse plano são escassas. Apesar de ser um documento de padrões, o HBEP deve ser adaptado para cada projeto de forma colaborativa.

Tendo em vista o escopo e escala deste projeto acadêmico, o HBEP a ser obtido não pretende esgotar todas as informações exigidas de um BEP em uma situação de construção civil usual. Sendo assim, este trabalho dispõe da concatenação de diferentes estudos, em destaque:

1. A estrutura conceitual de um HBEP proposta por Heesom et al. (2021), que trata do desenvolvimento de um HBIM colaborativo para integrar o patrimônio cultural tangível e imaterial;
2. O trabalho de Castellano-Román e Pinto (2019), que traz uma metodologia para classificação de arquivos que contém informações intangíveis necessárias ao planejamento estratégico das principais áreas de atuação da gestão de um patrimônio: investigação, proteção, conservação e divulgação;
3. O documento Plano de Execução do BIM (2019), da empresa Construtora & Incorporadora IPOG, elaborado por Marcelo Holsback e colaboradores;

Dessa maneira, o framework para obtenção do HBEP a ser proposto neste trabalho é baseado em 3 fatores de forma sucinta: **Informações de Gestão do Projeto**, **Patrimônio Tangível** e **Patrimônio Intangível** (Figura 52).

Figura 52 - Plano de Construção do HBEP – Heritage BIM Execution Plan



Fonte: Adaptado de Heesom et al. (2021)

Um conjunto específico de dados é necessário para o gerenciamento do projeto e para garantir que todos os envolvidos no desenvolvimento operem com os mesmos padrões. Dessa maneira, propõem-se que o documento HBEP reúna as seguintes informações:

Tabela 3: Dados propostos para o documento HBEP - Informações de Gestão do Projeto

1. Informações de Gestão do Projeto	
1.1 Informações e definições de Projeto	Nome do Empreendimento, Proprietário, Representante legal, Tipo de Projeto, Número do projeto, Tipo de construção, Identificação do projeto, Endereço, Fuso Horário do Projeto, Coordenadas Georreferenciadas, Área construída, Data de início do projeto, Data esperada de entrega final

1.2 Pessoas (colaboradores)	ID, Função, Nome, Email, Telefone,
1.3 Usos e Objetivos	Usos, Prazo (curto/médio/longo), Importância (alta/média/baixa)
1.4 Sistema de Coordenadas	Tipo de sistema de coordenadas (UTM/outra), Ponto de coordenada (X,Y), Modelo de Coordenação (primeiro arquivo a ser compartilhado)
1.5 Terminologias e Nomenclaturas	De Arquivos (ex.: SSS-XX-ZZ-001-WWW.PLN) SSS: Sigla do empreendimento; XX: Disciplina; ZZ: Fase do Projeto; 001: N° Sequencial do Modelo; WWW: Setor do Empreendimento;
1.6 Sistemas de Comunicação e Colaboração	Formato de Comentários (BCF), Plataformas de Comunicação (Slack/Trello...) Ambiente Comum de dados (CDE)
1.7 Entregáveis	Nome do Entregável, Descrição, Tipo (Modelagem/Documento/Planilha...) Formato de Arquivos (IFC/PLN/PDF/XLS...)
1.8 Prazos	Data estipulada para as atualizações

Fonte: Adaptado de Plano de Execução do BIM - IPOG, 2019

A ficha HBEP referente ao Patrimônio Tangível representada na Tabela 4 a seguir apresenta as informações essenciais para garantir que a modelagem possa funcionar colaborativamente no Ambiente Comum de Dados (CDE).

Tabela 4: Dados propostos para o documento HBEP - Patrimônio Tangível

2. Patrimônio Tangível	
2.1 Nível de Desenvolvimento	LOD
2.2 Investigação e Coleta de dados	Técnica de Levantamento, Equipamentos,
2.3 Softwares	Modelagem, Edições de Imagem, Desenhos CAD, Realidade aumentada, Websites, outros

2.4 Premissas para a modelagem	Unidades de Medida, Templates
2.5 Nomenclaturas	De Elementos, De Objetos, De Bibliotecas
2.6 Terminologias	Estabelecimento de termos e guia visual da edificação
2.7 Estratégias de Modelagem	Procedimentos de modelagem adotados
2.8 Revisão e Controle de qualidade	Verificação visual, Verificação de interferências, Verificação de padrões, Validação de elementos

Fonte: Adaptado de Plano de Execução do BIM - IPOG, 2019

A ficha HBEP referente ao Patrimônio Intangível representada na Tabela 5 a seguir mostra as informações essenciais para garantir que o Repositório de Informação de Edificações Patrimoniais (HBIR) possa funcionar de forma organizada e colaborativa dentro do Ambiente Comum de Dados (CDE).

Tabela 5: Dados propostos para o documento HBEP - Patrimônio Tangível

3. Patrimônio Intangível	
3.1 Nível de Conhecimento	LOK
3.2 Investigação e Coleta de dados	Técnica de Levantamento, Equipamentos,
3.3 Catalogação de Diretórios	Nomenclaturas HBIR
3.4 Mídias	Tipo (Documento/Foto/Desenho/Vídeo/Áudio/Pe quisa...), Formato de Arquivos (PDF/PNG/JPEG/MP4/MP3...)
3.5 Nomenclaturas	Dos arquivos de mídia
3.6 Propriedades	Informações necessárias para compor os usos especificados e armazenar novos dados

Fonte: Adaptado de Castellano-Román e Pinto (2019) e Heesom et al. (2021)

O item 3.3 da tabela 5 acima (Catalogação de Diretórios) é responsável pela estrutura de pastas do HBIR. Este caracteriza-se por promover uma organização integral de dados intangíveis para as possíveis ações de gestão, para que qualquer recurso de informação relacionado à edificação possa ser acomodado. Segundo os autores Castellano-Román e Pinto (2019), esta disposição foi pensada para centralizar a informação em uma integração de todas as áreas de gestão do patrimônio seguindo uma ordem das principais linhas de atuação: Proteção, Conservação, Divulgação e Investigação. Neste projeto, os diretórios são organizados referindo-se às informações apresentadas na figura 53:

Figura 53 - Estrutura detalhada dos diretórios para os dados Intangíveis - HBIR.



Fonte: Adaptado de Castellano-Román e Pinto (2019)

00. Gestão de Fontes: Contém dados de identificação sobre arquivos, bibliotecas, repositórios digitais, instituições e outras fontes de informação sobre a edificação;

01. Identificação: Ficha catalográfica para imóveis de interesse patrimonial (neste caso, a ficha é baseada nas informações requeridas pelo IPHAN na plataforma SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão)) e documentos referentes à arredores, área de proteção, atividades próximas e ativos relacionados;

02. Multimídia: Arquivos relacionados à pesquisa e estudo da edificação, abrangendo mídias de diversos tipos como documentos, trabalhos acadêmicos, planimetrias, fotos, músicas, vídeos, áudios, desenhos, entre outros;

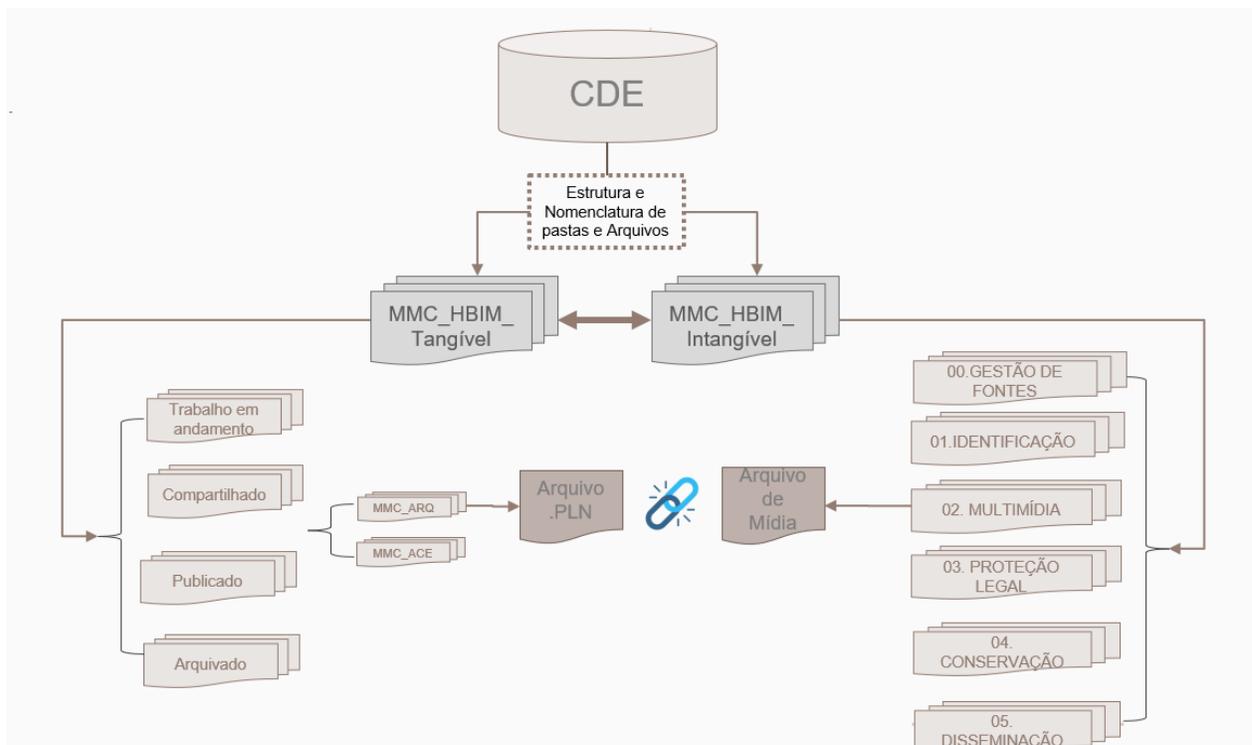
03. Proteção Legal: Documentos referentes à legislação, arranjos administrativos, catálogos e inventários, planejamento urbano, planejamento espacial;

04. Conservação: Documentos referentes a diagnósticos, projetos e intervenções da edificação;

05. Disseminação: Documentos e materiais referentes à divulgação da edificação histórica, sendo materiais web, planejamento de visitas, publicações, exposições, rotas, entre outras atividades, ações e mídia de massa.

A Figura 54 a seguir apresenta a estrutura resultante do CDE, e ilustra o mecanismo de conexão dos dados tangíveis e arquivos de mídia que contém informações intangíveis.

Figura 54: Estrutura do CDE do projeto HBIM.



Fonte: Adaptado de Heesom et al (2021) e Castellano-Román e Pinto (2019).

Neste projeto, o mecanismo de conexão dos dados tangíveis e intangíveis será o uso de um software de modelagem BIM, utilizando-se das propriedades dos elementos para criação de novas categorias de informação capazes de armazenar os dados internamente ou referenciar arquivos externos.

Assim, os requisitos e informações solicitados no HBEP aqui apresentado servirão como referência principal para estruturação dos dados e o funcionamento colaborativo do modelo HBIM, sendo etapa fundamental do protocolo proposto neste trabalho.

Os tópicos seguintes deste capítulo tratam do cumprimento das diretrizes estabelecidas no HBEP, detalhando a produção e inserção dos dados em suas três fichas: Informações de Gestão do Projeto, Patrimônio Tangível e Patrimônio Intangível.

6.3 HBEP: Ficha 1- Informações de Gestão do Projeto

A Ficha 1 traz um conjunto de dados necessários para o gerenciamento e padronização do projeto. Dessa maneira, propõe-se que o documento HBEP reúna as seguintes informações:

Informações e Definições de Projeto: Este tópico aborda a identificação geral do projeto, informando:

- nome do empreendimento (Museu Memorial de Caruaru),
- proprietário e representante,
- tipo de projeto (Modelagem das condições existentes para um Bem Imóvel de Arquitetura Civil),
- número do projeto (N001),
- tipo de construção (edificação em alvenaria),
- identificação (MMC_ModeloHBIM) sendo MMC a sigla do imóvel,
- endereço (Rua Duque de Caxias, 145, Nossa sra. das Dores, Caruaru, PE),
- fuso horário (UTC-3:00; America/Recife),
- coordenadas (Latitude:-8.286.239; Longitude: -35.971.850),
- área construída (649m²),
- data de início do projeto (03/2023) e data esperada de entrega final (10/2023);

Pessoas (colaboradores): Este tópico identifica todos os integrantes do projeto através de um ID que informa a disciplina em que atua, além de suas funções na equipe e formas de contato:

- ID (ARQ_01),
- Função (Levantamento arquitetônico, modelagem BIM),
- Nome (Rebeca Pessoa),
- Email,
- Telefone

Usos e Objetivos: Este tópico relaciona os usos pretendidos para o modelo, seus prazos de execução e grau de importância de acordo com os objetivos desejados. A escolha dos potenciais casos de usos agregam valor para o alcance dos objetivos da implementação BIM, sendo necessário verificar a interdependência entre eles para compor prazos e importância.

Tabela 6 - Usos do modelo, prioridades e prazos

Prazo	Curto	Médio	Longo
-------	-------	-------	-------

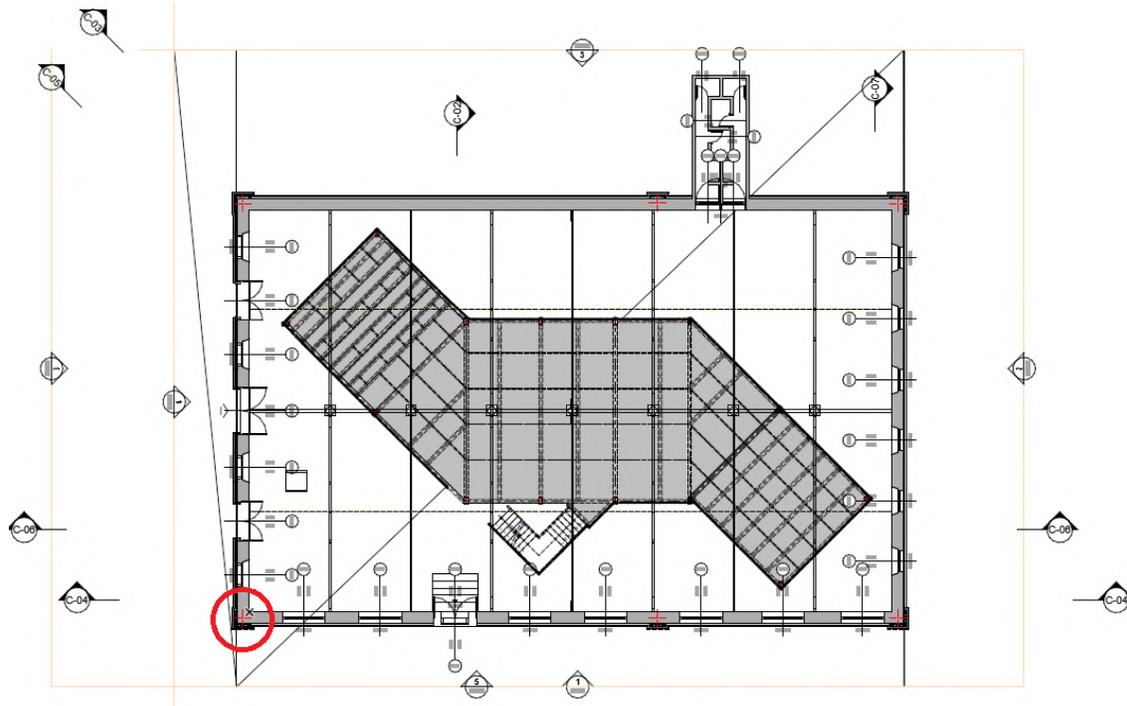
Fase	Projeto Piloto	Pós Projeto Piloto	
Importância	Alta	Média	Baixa
Usos BIM	Modelagem de Arquitetura; Documentação; Visualização; Compatibilização; Representação virtual e aumentada; Extração de quantitativos;	Fabricação Digital; Modelo final consolidado (incluindo as demais disciplinas); Planejamento e controle 4D; Gestão de Custos;	Gerenciamento de Espaços; Plano de Manutenção Preventiva; Gerenciamento do edifício;

Fonte: Adaptado de IPOG, 2019

Sistema de Coordenadas: Este tópico aborda o tipo de sistema de coordenadas designado para o projeto, o ponto de coordenada (X,Y) de referência da edificação, e o Modelo de Coordenação, que é o primeiro arquivo a ser compartilhado, contendo as coordenadas de projeto, eixos de estrutura e definição dos níveis e pavimentos da edificação.

A cota de referência para modelagem da edificação foi feita em relação ao pilar esquerdo do pavimento térreo na área interna, como mostra a Figura 55. Este ponto deverá servir de referência para as futuras modelagens das demais disciplinas que possam ser desenvolvidas (Ex.: Instalações elétricas, hidráulicas, cabeamento, etc.).

Figura 55 - Croqui da modelagem HBIM do Museu Memorial de Caruaru - Coordenada de referência



Fonte: Autora, 2023

Terminologias e Nomenclaturas: Segundo o BIM Dictionary (2019), um padrão de nomenclatura refere-se aos termos utilizados para descrever um objeto ou propriedade, requisito fundamental para um trabalho em equipe. Neste tópico foi definida a nomenclatura para os arquivos do projeto, sendo disposto da seguinte forma:

SSS-XX-ZZ-001-WWW.PLN

SSS: Sigla do empreendimento; (Neste caso MMC: Museu Memorial de Caruaru

XX: Disciplina;

ZZ: Fase do Projeto;

001: N° Sequencial do Modelo;

WWW: Setor do Empreendimento;

PLN: Extensão de arquivos do software Archicad (GRAPHISOFT);

Seguindo esta nomenclatura, um exemplo de arquivo de estrutura sobre o elemento mezanino em fase de estudo preliminar ficaria: MMC-EST-EP-001-MEZ.PLN. As tabelas 7, 8 e 9 a seguir apresentam as terminologias de disciplinas, fases de projeto e setores adotadas para este projeto:

Tabela 7 - Terminologia de Disciplinas

Código	Descrição
ARQ	Arquitetura
ELE	Instalações Elétricas
EST	Estrutural (Concreto, Metálica, Madeira)
FUD	Fundações
HID	Hidrossanitário
MOB	Mobiliário
OCT	Orçamento de Obra
PLA	Planejamento de Obra
SEG	Segurança (alarme)

Fonte: Adaptado de IPOG, 2019

Tabela 8 - Terminologia das Fases de Projeto

Código	Fase
IN	Incepção
PC	Projeto Conceitual
EV	Estudo de Viabilidade físico-financeira
EP	Estudo Preliminar
PB	Projeto Básico
PE	Projeto Executivo
PP	Projetos para produção
PF	Projetos para fabricação
CO	Construção
EC	Entrega e Comissionamento
OP	Operação

Fonte: IPOG, 2019

Tabela 9 - Terminologia das Setores do Projeto

Código	Descrição
AEX	Área Externa
EMB	Embasamento
SUB	Subsolo
TER	Térreo
MEZ	Mezanino
COB	Cobertura
CXA	Caixa d'água

Fonte: Adaptado de IPOG, 2019

Sistemas de Comunicação e Colaboração: Neste tópico serão selecionadas as ferramentas para comunicação entre a equipe, assim como as plataformas de armazenamento das informações e arquivos para colaboração. Neste projeto foram adotados:

- Formato de Comentários: Notas BCF dentro do CDE e Anotações no software Archicad,
- Plataformas de Comunicação e controle de atividades: Trello
- Ambiente Comum de dados (CDE): Trimble Connect

Sobre a implementação do Ambiente Comum de Dados (CDE – *Common Data Environment*) este foi desenvolvido para apoiar o trabalho colaborativo do projeto HBIM mantendo todos os dados e arquivos tangíveis e contendo links e mídias para os dados intangíveis. Utilizando o serviço web Trimble Connect (da Trimble Inc.) como CDE, a estrutura de diretórios do projeto foi dividida entre HBIM Tangível e HBIM Intangível (Figura 56), sendo identificadas pela nomenclatura de prefixo Museu Memorial de Caruaru (MMC).

Figura 56 - Estrutura do CDE do projeto HBIM no ambiente Trimble Connect.



Fonte: Autora, 2023

Os diretórios (pastas) para arquivos tangíveis (modelagem de Arquitetura e Acervo) foram dispostos usando os princípios estabelecidos na ABNT PR 1015:2022, cujas práticas recomendadas descrevem uma série de orientações para melhor utilização do Ambiente Comum de Dados, sendo:

-Trabalho em andamento: informação em andamento pelo seu criador ou equipe de tarefas, não está visível ou acessível a outras equipes;

-Compartilhado: informação aprovada para ser compartilhada com outras equipes;

-Publicado: informação aprovada para ser utilizada para detalhamento de projeto, construção ou gestão do ativo;

-Arquivado: arquivo de trocas de informação, permitindo a auditoria do desenvolvimento dos pacotes de dados digitais, informação que foi superada, retirada de uso ou rejeitada;

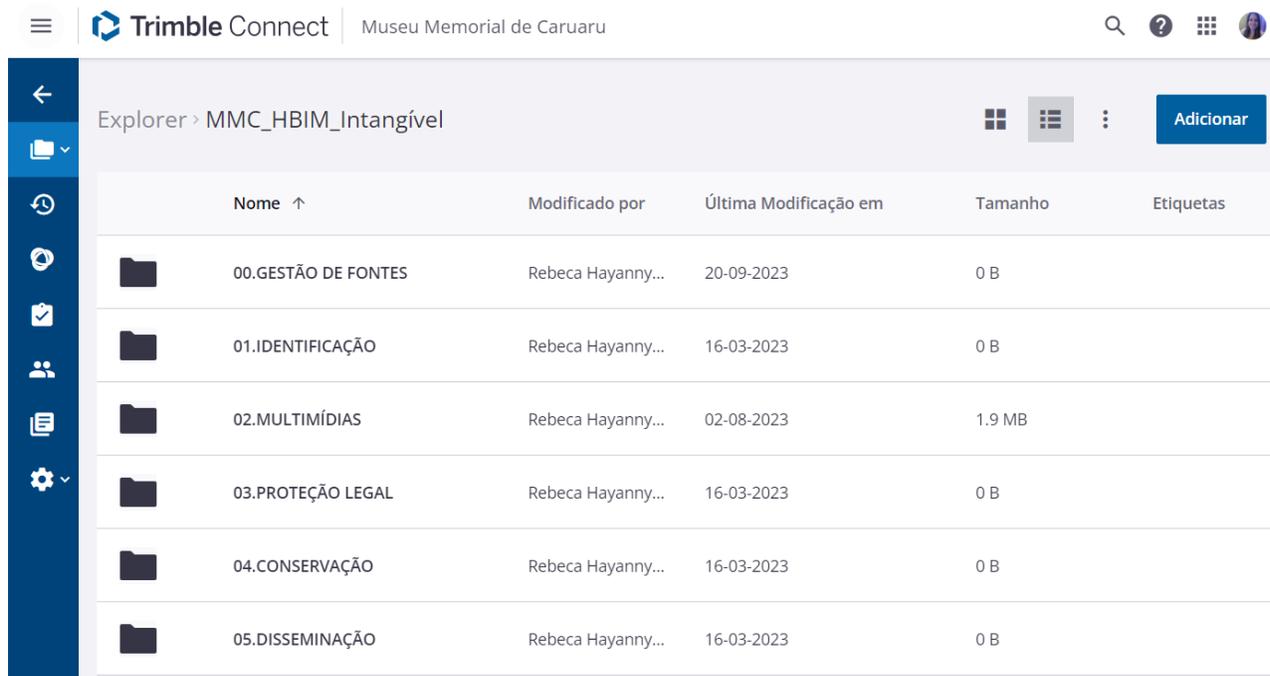
Figura 57 - Diretórios para os dados Tangíveis - HBIR no ambiente Trimble Connect.



Fonte: Autora, 2023

Em paralelo, os diretórios para arquivos intangíveis foram dispostos utilizando a estrutura de Repositório de Informações da Construção Histórica (HBIR – *Historic Building Information Repository*) proposta por Castellano-Román e Pinto (2019), previamente exposto neste trabalho.

Figura 58 - Diretórios para os dados Intangíveis - HBIR no ambiente Trimble Connect.



Fonte: Autora, 2023

Os conteúdos dos diretórios são:

00. Gestão de Fontes: dados de identificação sobre arquivos, bibliotecas, repositórios digitais, instituições e outras fontes de informação sobre a edificação;

01. Identificação: Ficha catalográfica para imóveis de interesse patrimonial (neste caso, a ficha é baseada nas informações requeridas pelo IPHAN na plataforma SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão)) e documentos referentes à arredores, área de proteção, atividades próximas e ativos relacionados;

02. Multimídia: Arquivos relacionados à pesquisa e estudo da edificação, abrangendo mídias de diversos tipos como documentos, trabalhos acadêmicos, planimetrias, fotos, músicas, vídeos, áudios, desenhos, entre outros;

03. Proteção Legal: Documentos referentes à legislação, arranjos administrativos, catálogos e inventários, planejamento urbano, planejamento espacial;

04. Conservação: Documentos referentes a diagnósticos, projetos e intervenções da edificação;

05. Disseminação: Documentos e materiais referentes à divulgação da edificação histórica, sendo materiais web, planejamento de visitas, publicações, exposições, rotas, entre outras atividades, ações e mídia de massa.

Entregáveis: Entregável BIM é uma terminologia genérica utilizada para se referir a Modelos e Objetos BIM e demais produtos que sejam esperados do uso de softwares e fluxos de trabalho BIM (BIM Dictionary, 2019). Nesta etapa, é necessário que se definam quais serão os materiais resultantes da realização de cada um dos casos de usos BIM a ser implementados, para assim informar os seguintes dados:

- Nome do Entregável,
- Descrição,
- Tipo (Modelagem/Documento/Planilha...)
- Formato de Arquivos (IFC/PLN/PDF/XLS...): Para este projeto, foi definida que a entrega de modelagens deverá ter sempre arquivos no formato IFC e nativo do software utilizado

Prazos: Informa a data estipulada para as atualizações, geralmente escolhe-se um dia na semana para sincronização de todas as atividades realizadas na equipe de projeto.

6.4 HBEP: Ficha 2- Patrimônio Tangível

A Ficha 2 traz um conjunto de informações necessárias para otimizar a fase de modelagem BIM de maneira padronizada e colaborativa. Assim, propõe-se que esta ficha do documento HBEP reúna os seguintes dados:

Nível de Desenvolvimento: É fundamental que seja definido o nível LOD dos objetos de cada uma das disciplinas de forma a garantir qualidade e evitar a modelagem de detalhes desnecessários, pois o excessivo de elementos no modelo pode causar queda de rendimento e comprometer o ritmo do projeto (CBIC, 2016).

Os Níveis de Desenvolvimento estabelecidos para os elementos neste projeto foram baseados na caracterização de Tolentino (2018), consistindo de objetos que abrangem até o LOD 100 ao LOD 200, como apresentado na figura 59:

Figura 59 - Esquema de caracterização dos níveis de detalhe dos objetos BIM LOD – Level of Detail.

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	LOD 500
SÍMBOLO OU REPRESENTAÇÃO GENÉRICA	OBJETOS E REPRESENTAÇÃO APROXIMADA	GEOMETRIA EXATA	GEOMETRIA EXATA E INTERFACE DE SISTEMAS	FABRICAÇÃO DIGITAL	EXECUÇÃO
Informações aproximadas	Quantidades, tamanho, forma, localização, ou orientação considerados como aproximados. Dados externos podem ser anexados	Elementos representados de forma precisa e informações não gráficas podem ser anexadas. Medições confiáveis podem ser feitas no modelo.	Elementos com informações gráficas e propriedades precisas que podem interagir com outras disciplinas.	Geometria, propriedades e informações relacionadas à fabricação, instalação e execução podem ser aferidas do modelo.	Informações devem ser verificadas em campo. Geometria e informações relacionadas à fabricação, instalação, e execução podem ser aferidas do modelo.

Fonte: Adaptado de Tolentino (2018).

O projeto consiste da modelagem arquitetônica da edificação e seus elementos característicos de fachada em conjunto com a modelagem interna do mezanino e banheiro anexo. Os elementos LOD 100 desta modelagem referem-se aos objetos genéricos representados por símbolos, como pontos elétricos e hidrossanitários, pois contém apenas informações aproximadas.

Os elementos LOD 200 são uma representação aproximada, assim, todos os ornamentos, elementos das fachadas, as esquadrias e o mezanino possuem geometrias estimadas, pois muitos deles foram modelados após medição direta devido à falta de equipamentos de captura dos elementos fora do alcance, enquanto outros tiveram sua geometria deduzida por comparação de dimensões a partir de registros fotográficos e técnicas de sobreposição de fotos e linhas guias dentro do software de modelagem. Estas técnicas estarão melhor expostas no decorrer deste capítulo.

Apesar desta adversidade, o resultado das modelagens foi satisfatório quanto a representação gráfica dos elementos históricos. Além disso, dados externos como fotografias, e outras informações não geométricas puderam ser anexados nas propriedades dos objetos.

Investigação e Coleta de Dados: Aqui são estabelecidas as tecnologias e processos envolvidos no levantamento de informações físicas da edificação. Neste projeto, o levantamento foi feito por meio de consulta a documentos (plantas baixas, cortes e elevações disponibilizadas pelo gestor da edificação) e por medição direta, dispensando o uso de tecnologias como laser

scanning ou fotogrametria. Foram utilizados os instrumentos trena de bolso e trena digital, como mostra a Figura 60:

Figura 60 - Ferramentas utilizadas no levantamento físico da edificação



Fonte: Autora, 2023

Softwares: Neste tópico definem-se os softwares e suas versões a serem utilizados no projeto a fim de evitar conflitos nas etapas de troca de arquivos, compatibilização e revisão. O projeto utilizou os seguintes:

- Software de modelagem: Archicad (da Graphisoft) versão 26 para estudantes,
- Edição e correção de imagens: GIMP versão 2.10.24 e Adobe Photoshop versão 2019,
- Desenhos CAD: Autocad (da Autodesk) versão 2021 para estudantes,
- Aplicativo de Realidade virtual: BIMx da GRAPHISOFT,
- Aplicativo de Realidade aumentada: My Web AR da empresa DEVAR

Premissas para a modelagem: Aspectos iniciais da modelagem devem ser definidos, como as unidades de Medida e o preparo de templates. As unidades de medida para modelagem de arquitetura foram configuradas no software Archicad:

Unidade de medida: Metro; n° de casas decimais: 2;
Unidade de área: Metro quadrado; n° de casas decimais: 2;
Unidade de volume: Metro cúbico; n° de casas decimais: 2;
Unidades do ângulo: graus decimais; n° de casas decimais: 2;

Por se tratar de um projeto piloto, o template foi sendo construído à medida em que o projeto foi desenvolvido, ainda assim será possível acrescentar novos ajustes no futuro.

Nomenclaturas: Devido à dificuldade em se utilizar padrões de nomenclatura e classificação BIM no contexto de edificações históricas, este trabalho propõe o uso provisório de termos particulares para identificação dos objetos HBIM.

Como exposto por TELES (2020), é comum a repetição dos elementos da região da fachada, onde referências como “porta de entrada” podem gerar interpretações dúbias, tanto de sua localização quanto de sua função, que pode mudar com o tempo. Segundo o autor, os termos devem ter caráter viável e durável, já que levantamentos arquitetônicos de edificações históricas são feitos para serem consultados muitas gerações depois.

Esta também é uma necessidade para o caso da nomenclatura dos elementos em um contexto HBIM, pois a nomenclatura de um objeto poderá indicar diversas informações sem que seja necessário identificá-lo fisicamente no modelo. Dessa forma, as seguintes propostas de nomenclatura adaptadas de TELES (2020) podem ser de grande utilidade, sendo da seguinte maneira:

- Identificação da Edificação: MMC - Museu Memorial de Caruaru
- Identificação para elementos nas Fachadas: Consiste em dividir as fachadas nomeando-as de acordo com o ponto cardinal a qual são voltadas, identificando através das siglas (FN, FS, FL, FO);
- Aberturas do edifício: Similar à nomenclatura de uma matriz, composta de linhas colunas equivalentes ao pavimento x prumada. A dezena indicará o andar e a unidade a contagem da esquerda à direita (no caso de edificações com mais de um pavimento);
- Setor da edificação: Identifica a localidade do objeto, como térreo, mezanino, área externa, etc. Deve seguir a tabela 9 previamente apresentada;
- Elementos arquitetônicos: Podem ser identificados através de sufixos, como: janela, porta, pilastra, cornija, balcão, etc.) e características;
- LOD: Indica o Nível de Desenvolvimento do Objeto;
- Número da amostra: Item identificado por uma numeração final (utilizado para elementos do interior da edificação);
- Data de modelagem: Indicando o dia, mês e ano;
- Número de versão: Indica a versão do objeto modelado;

Assim, a nomenclatura para identificar a janela selecionada na Figura 61 abaixo seria:

MMC-FN-05-AEX-JanelaRetangular-200-23/03/2023-001

MMC: Museu Memorial de Caruaru

FN: Fachada Norte

05: Abertura nº 5 na fachada da esquerda para direita;

AEX: Área externa;

Janela Retangular: Breve descrição

Figura 61 - Identificação de itens na fachada



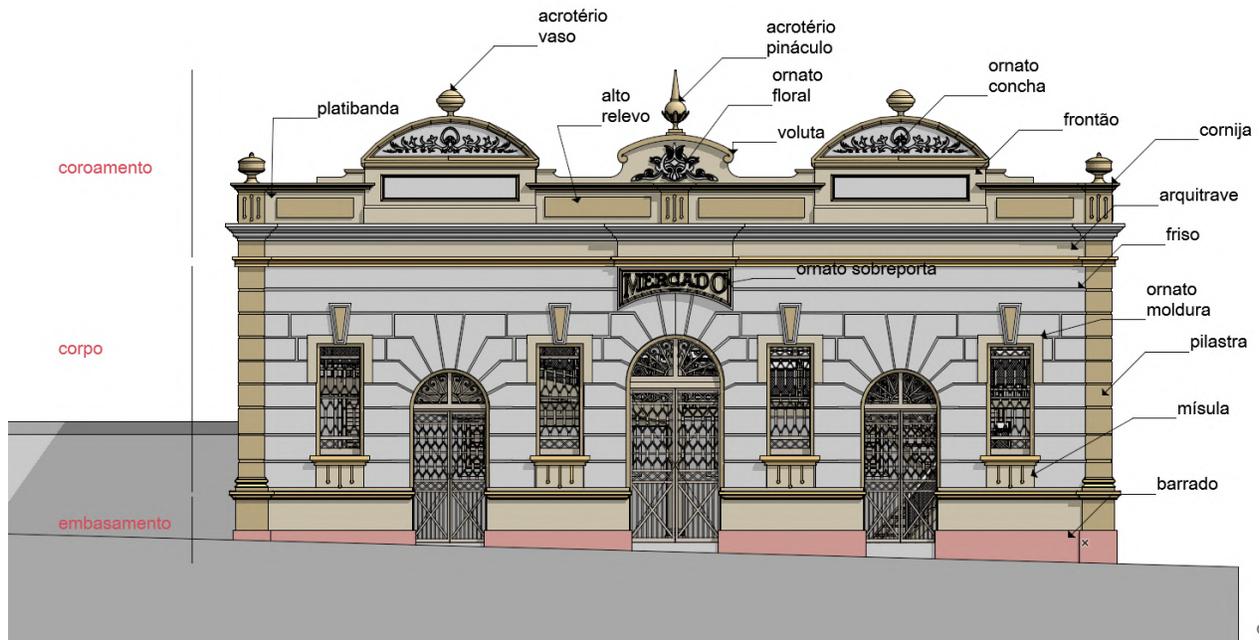
Fonte: Autora, 2023

Esta nomenclatura deve ser preenchida na nova propriedade MMC_ID criada para os objetos HBIM no software de modelagem Archicad. As novas propriedades serão abordadas posteriormente neste trabalho, onde serão apresentados os requisitos para Informações Intangíveis do projeto.

Terminologias: Uma necessidade fundamental para trabalhos em equipe é a utilização de termos familiares a todos os envolvidos, sobretudo em um grupo diverso como em projetos de restauro. Assim, esta etapa foca no estabelecimento de nomenclaturas para os elementos e objetos da edificação e das bibliotecas do projeto.

Quando se trata de edificações patrimoniais, alguns dos termos relacionados aos elementos históricos podem ter entendimentos dúbios. Segundo TELES (2010), a criação de um glossário visual pode ser um método adequado para identificar os elementos e termos a serem utilizados. A Figura 62 a seguir mostra esta técnica sendo utilizada dentro do próprio software de modelagem através da ferramenta “anotações”:

Figura 62 - Nomenclatura dos elementos de Fachada

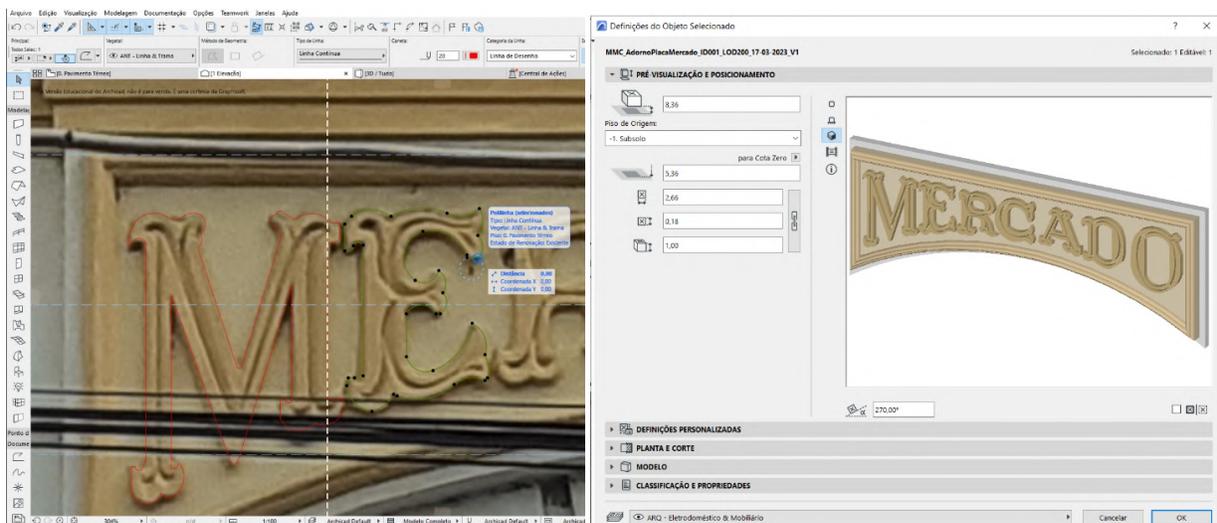


Fonte: Autora, 2023

Estratégias de Modelagem: A partir da definição do software BIM a ser utilizado, as estratégias de modelagem puderam ser traçadas, consistindo tanto do estabelecimento de técnicas quanto de procedimentos próprios do programa Archicad.

Utilizando o levantamento fotográfico, foi possível adicionar as imagens no programa de modelagem para formar um desenho de referência a partir da ferramenta “polilinha”, obtendo, por exemplo, a forma aproximada da letra original do ornato sobreporta como mostra a Figura 63:

Figura 63 - Estratégia de modelagem de adorno de fachada e objeto resultante.

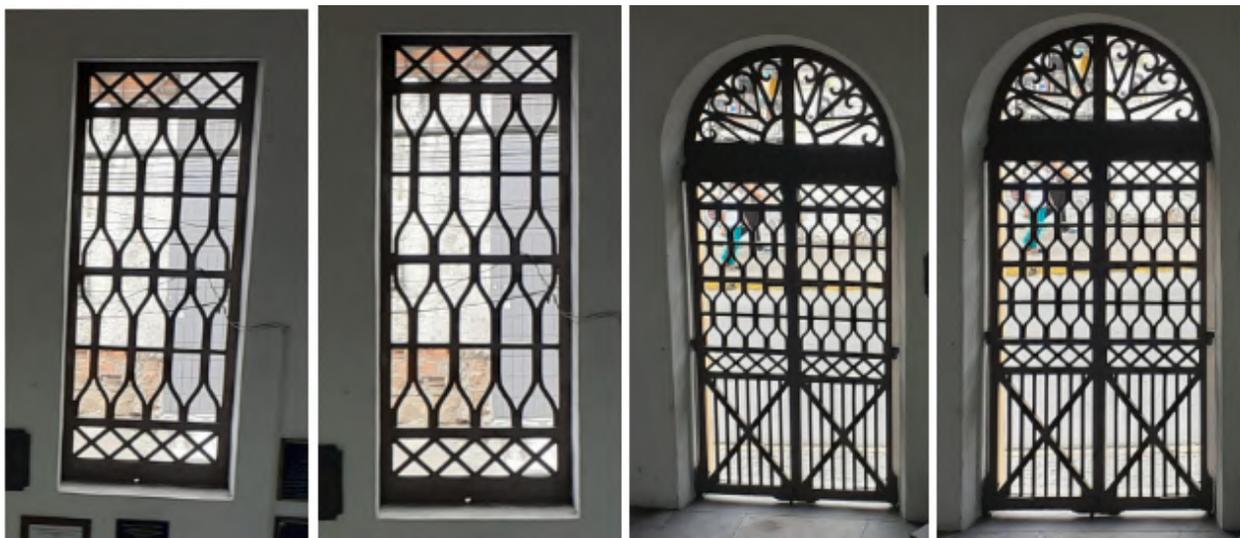


Fonte: Autora, 2023

O software Archicad permite a modelagem dos objetos de variadas formas, cabe ao modelador a escolha mais conveniente. No caso do ornato da Figura 63 acima, as polilinhas obtidas foram transformadas no objeto “viga” através da ferramenta “varinha mágica”. Em seguida, após a montagem das camadas da base do ornamento, a “viga” resultante foi transformada em objeto a partir do menu “Arquivo > Bibliotecas e Objetos > Salvar seleção como > Objeto”, inserindo-o no catálogo do projeto.

A modelagem das esquadrias seguiu a mesma estratégia, tendo em vista a complexidade de suas formas, as fotografias foram corrigidas nos softwares de edição de imagens para uso dentro do software de modelagem.

Figura 64 - Esquadrias em fotografia distorcida pela perspectiva do observador x regularização dos ângulos para guiar o desenho



Fonte: Autora, 2023

Neste caso, a polilinha resultante foi transformada com a “varinha mágica” para o elemento “laje”, que posteriormente foi transformado em portas ou janelas através do menu: “Arquivo > Bibliotecas e Objetos > Salvar seleção como : Caixilho de Janela ou Folha de Porta”.

Quanto aos ornatos geométricos, algumas medidas foram tomadas para se obter o formato aproximado de suas dimensões, como é o caso dos pináculos no topo da edificação. Nestes casos, também com o uso da ferramenta “polilinha”, foi desenhada a silhueta dos elementos para posterior uso da ferramenta “morph”. O resultado final foi obtido através da revolução em 360° das silhuetas. A Figura 65 mostra um exemplo desse processo:

Figura 65 - Desenho de silhueta da seção do adorno para posterior modelagem



Fonte: Autora, 2023

De forma similar, a silhueta de todas as cornijas da edificação foi desenhada com a ferramenta “polilinha” através das imagens capturadas do local, como mostra a figura 66 abaixo:

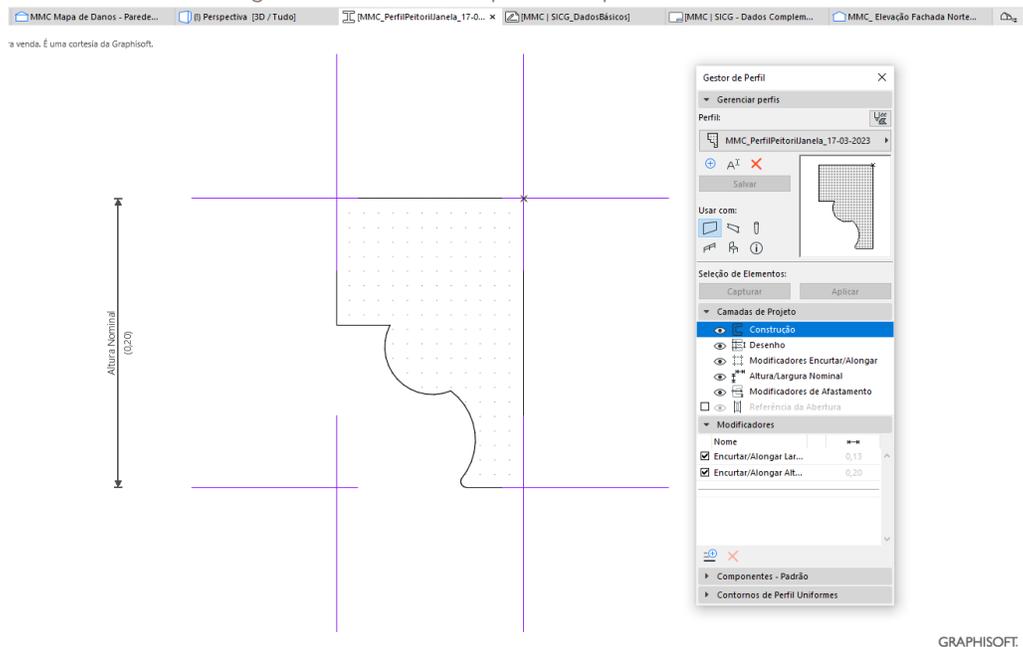
Figura 66 - Captura de silhueta das cornijas para posterior modelagem



Fonte: Autora, 2023

A modelagem desses elementos foi feita a partir das ferramentas de “Perfil Complexo”, encontradas no menu “Opções > Perfis Complexos > Gestor de Perfil”. Observa-se um exemplo de perfil complexo obtido na figura 67 a seguir:

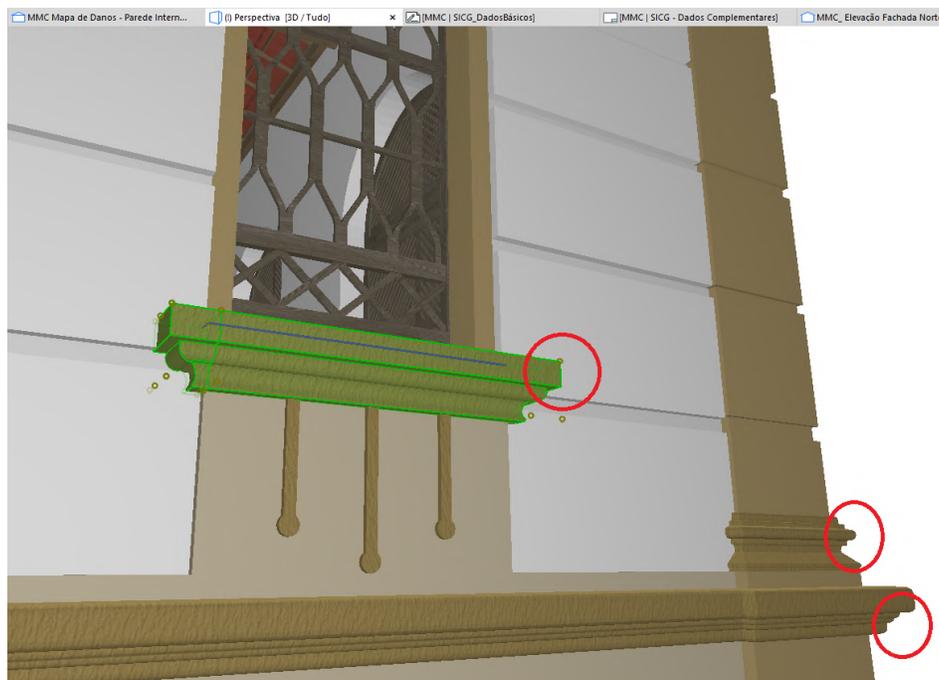
Figura 67 - Desenho de perfis complexos no software archicad



Fonte: Autora, 2023

A Figura 68 a seguir apresenta alguns dos resultados obtidos do design de diferentes perfis complexos:

Figura 68 - Cornijas modeladas a partir de perfis complexos



Fonte: Autora, 2023

Os elementos em alto relevo na fachada, como os frisos e ornatos florais do frontão em destaque na Figura 69 também foram desenhados a partir do segmento de “polilinhas” sobre fotografias da fachada. Os elementos foram transformados em objeto posteriormente com o auxílio da ferramenta “morph” através do recurso de “extrusão”. É importante transformar elementos “morph” em “objetos da biblioteca” pois as geometrias morph complexas obtidas podem elevar expressivamente o tamanho dos arquivos no projeto, dado que todas as suas faces, arestas e vértices são consideradas editáveis pelo software até que se tornem objetos.

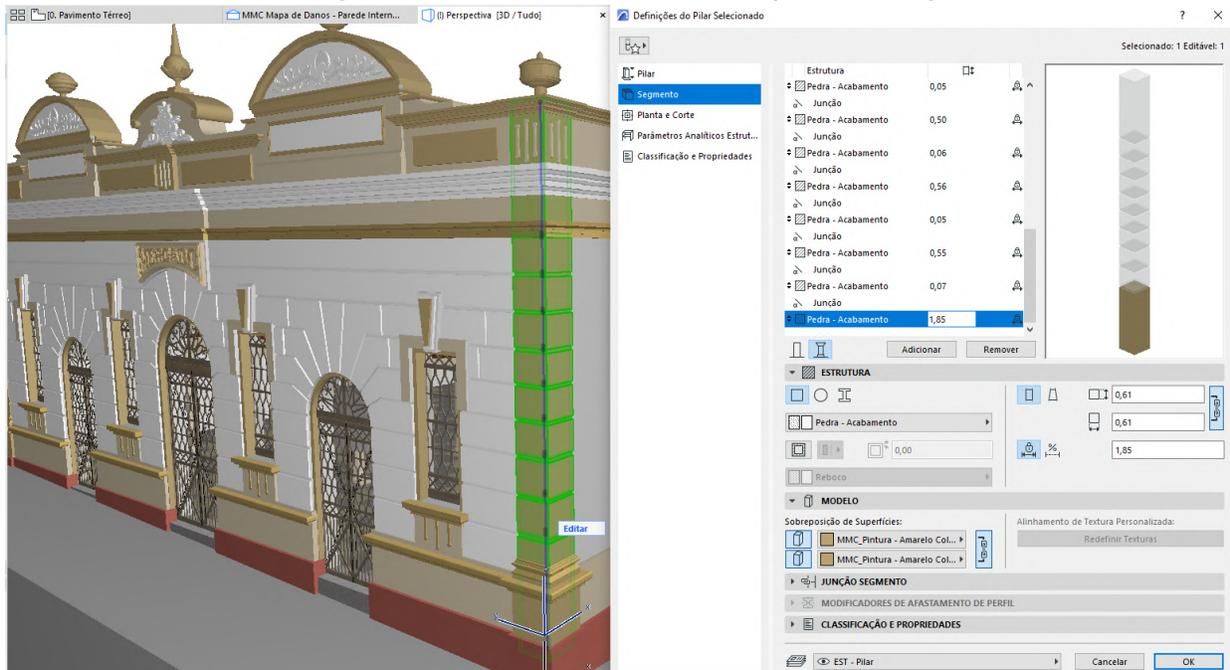
Figura 69 - Ornatos e detalhes da fachada modelados



Fonte: Autora, 2023

As pilastras da fachada foram modeladas com a ferramenta “pilar”, que possibilitou que os seus detalhes dos frisos fossem obtidos a através da divisão de segmentos, como mostra a figura 70:

Figura 70 - Pilastra da fachada e a construção de seus segmentos



Fonte: Autora, 2023

Para a etapa de modelagem da cobertura, os registros fotográficos foram essenciais para guiar o desenho e identificar a geometria, quantidade e disposição de todos os elementos componentes do telhado.

Figura 71 - Fotografia de elementos da cobertura



Fonte: Autora, 2023

Figura 72 - Fotografia de conexão dos elementos da cobertura



Fonte: Autora, 2023

A partir disto, os elementos foram modelados com as ferramentas “viga” e “pilar” (para o caso dos elementos verticais presentes nas tesouras) e foram dispostos de forma semelhante à encontrada na edificação (Figura 73).

Figura 73 - Resultado de modelagem da cobertura



Fonte: Autora, 2023

O mezanino também foi desenvolvido a partir dos registros fotográficos (Figura 74), identificando a dimensão e disposição dos elementos metálicos, além da conexão com os elementos em madeira. Foram utilizados os elementos “viga”, “pilar” e “laje”.

Figura 74 - Fotografias da estrutura do mezanino



Fonte: Autora, 2023

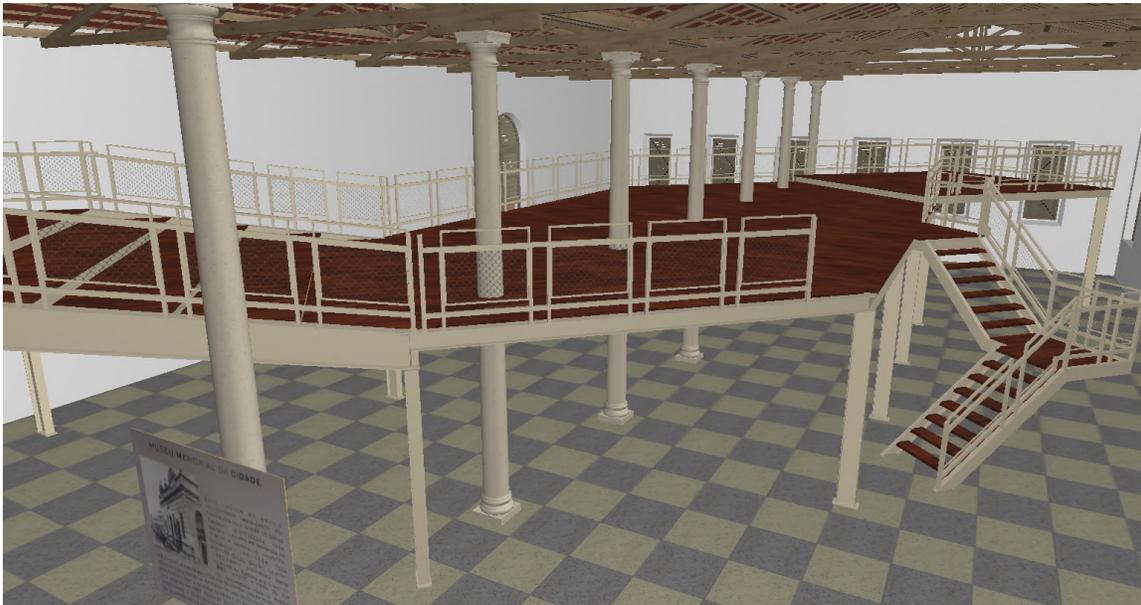
Figura 75 - Resultado de modelagem do mezanino



Fonte: Autora, 2023

As escadas também seguiram uma representação aproximada da original com dimensões reais, como mostra a figura 76 a seguir:

Figura 76 - Resultado de modelagem do mezanino e escadas



Fonte: Autora, 2023

O piso atual da edificação é resultante de uma das reformas realizadas na década de 90, pois segundo relatos do gestor do museu, o piso original foi substituído para acomodar a nova função designada ao antigo Mercado de Farinha. Quanto ao layout e dimensões, foram feitas medições das peças no local para a posterior modelagem (Figura 77).

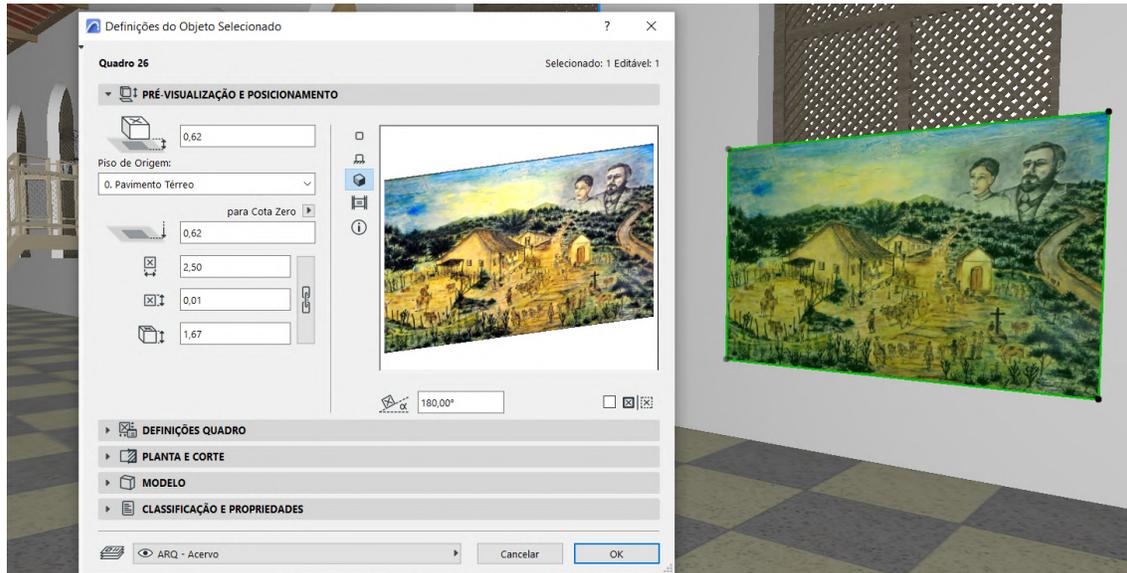
Figura 77 - Trecho da modelagem do piso atual



Fonte: Autora, 2023

Alguns elementos do acervo foram modelados a partir de objetos genéricos nativos do software como o objeto “quadro”, em que a associação do elemento com uma fotografia da obra é uma possibilidade viável para apresentação virtual dos quadros e pinturas presentes no museu. Um item foi modelado, como mostra a figura 78:

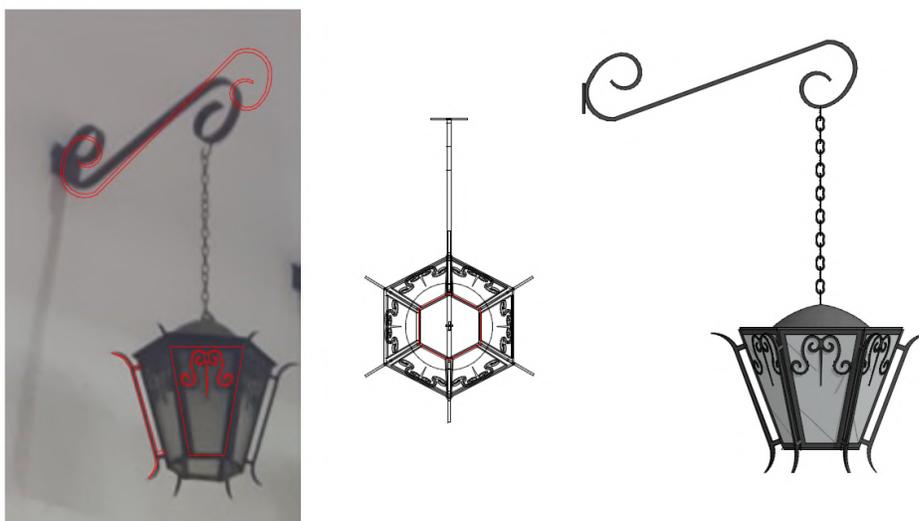
Figura 78 - Modelagem de quadro do acervo do Museu



Fonte: Autora, 2023

Outros objetos de acervo foram modelados com as estratégias de decalque de silhueta, resultando em objetos HBIM com grande semelhança aos objetos reais. A figura 79 abaixo apresenta o resultado da modelagem de uma das luminárias do acervo:

Figura 79 - Modelagem de item de acervo: luminária histórica da Estação Ferroviária de Caruaru



Fonte: Autora, 2023

Figura 80 - Fotografia real x resultado da modelagem da luminária no ambiente 3D do Archicad



Fonte: Autora, 2023

É importante destacar que o propósito da representação geométrica do acervo não é a modelagem precisa e exata de todos os detalhes dos objetos, mas sim a criação de modelos que transmitam as informações essenciais. Diferentemente de abordagens que buscam uma precisão geométrica meticulosa em cada elemento modelado, o nível de acurácia deve respeitar os objetivos específicos estabelecidos para o projeto HBIM em questão. Nesse contexto, os demais objetos de acervo não necessitam seguir a mesma acurácia apresentada no exemplo da luminária. A flexibilidade na representação desses elementos permite uma abordagem mais eficiente, concentrando-se nas características fundamentais para a preservação e documentação do patrimônio.

As propriedades e dados associados aos itens do acervo serão abordados adiante neste trabalho no tópico de propriedades para Informações Intangíveis.

Revisão e Controle de qualidade: O presente trabalho foi realizado individualmente, mas tratando-se do trabalho colaborativo, é interessante que cada membro da equipe seja responsável pelo controle da qualidade dos seus projetos, dos dados utilizados, nos modelos e suas propriedades (CBIC, 2016). Além disso, deverão verificar a qualidade das suas modelagens e entregáveis antes de compartilhá-las aos demais integrantes. Para isso, a CBIC sugere o cumprimento das seguintes verificações:

1. Verificação visual: Certificar que só existem componentes inseridos de forma consciente e intencionalmente nos modelos podendo também fazer uso de softwares para verificação de modelos;
2. Verificação de interferências: Encontrar inconsistências espaciais e geométricas nos modelos utilizando softwares de análise que possuam a função de detectar conflitos (clash detection);
3. Verificação de padrões: Avaliar se o modelo foi feito em acordo com os padrões mínimos preestabelecidos equipe de projeto, como nomenclaturas, pontos de referência e afins;
4. Validação de elementos e informações: Garantir que os conjuntos de dados intangíveis do modelo não possuem elementos faltantes ou incorretos.

6.5 HBEP: Ficha 3 - Patrimônio Intangível

A Ficha 3 traz o conjunto de informações necessárias para otimizar a fase de coleta, produção e adição de Informações Intangíveis ao modelo HBIM seguindo os padrões de colaboração. Assim, esta ficha do documento HBEP deve reunir os seguintes dados:

Nível de Conhecimento: Nesta etapa deve ser estabelecido o LOK Nível de Conhecimento Intangível (Level Of Knowledge) necessário ao projeto, seguindo o termo proposto por Castellano-Román e Pinto (2019). De acordo com o escopo e objetivos deste projeto, o Nível de Conhecimento contemplado será até o LOK 200.

Tendo em vista as proposições de Castellano-Román e Pinto (2019) o LOK 100 está associado à identificação do bem patrimonial e à sua caracterização básica. O nível de precisão do modelo alcançado nesta etapa não é fundamental, sendo necessária apenas a caracterização básica, incluindo a localização e georreferenciação. O nível LOK 200 possibilita a caracterização gráfica e informações suficientes para o desenvolvimento de ações relacionadas à proteção legal do bem e seu planejamento estratégico.

Figura 81- Esquema de Níveis de Conhecimento LOK – Level Of Knowledge e nível alcançado.



Fonte: Adaptado de Castellano-Román e Porto (2019)

Segundo o estudo, para este nível LOK a maquete 3D deve conter estruturas básicas como paredes, pisos, coberturas, bem como informações suficientes para justificar a valoração do patrimônio para receber o nível de proteção a ele necessário, além de fornecer suporte gráfico para divulgação.

Além disso, deverá utilizar um repositório documental associado ao modelo em que se encontram as mídias documentais digitalizadas a partir de diversos formatos, como foi realizado neste projeto. Esta estrutura de tipos de mídias deverá ser então distribuída em uma catalogação de diretórios. A organização dos diretórios e o método de link entre geometrias e dados imateriais foram apresentados na etapa de caracterização da estrutura do CDE anteriormente neste trabalho.

Investigação e Coleta de dados: A investigação das informações para obtenção de dados e mídias neste projeto utilizou técnicas de levantamento como questionários, visitas à edificação para registros fotográficos, além de pesquisas na internet em busca de material bibliográfico, iconográfico, audiovisual e afins. Todos os materiais obtidos deverão estar organizados e disponíveis no Ambiente Comum de Dados do projeto.

Mídias: Etapa que define os tipos de mídias a serem aceitos para o projeto, como digitalização de documentos, fotos, desenhos, vídeos, áudios, pesquisas, entre outros. Para este trabalho, qualquer material poderá ser anexado. Também serão aceitos diversos formatos de arquivos, como PDF, PNG, JPEG, MP4, MP3, entre outros.

Nomenclaturas: Assim como os objetos BIM, os arquivos envolvidos no projeto necessitam de uma padronização quanto à sua nomenclatura, visto que o objetivo do repositório HBIR é de reunir e organizar documentos, publicações, fotografias históricas, entre outros, com o intuito de disponibilizá-los para consulta tanto por parte da gestão da edificação, quanto para comunidade acadêmica e o público geral (salvo exceções de arquivos confidenciais).

Com isso, busca-se uniformizar os termos empregados para nomeação e descrição dos arquivos, proporcionando agilidade nas atividades de busca e identificação do conteúdo da documentação pesquisada.

Dessa forma, são propostas as seguintes regras de nomenclatura:

- Identificação da Edificação: MMC - Museu Memorial de Caruaru
- Identificação do Diretório a que pertence: Através da numerações atribuídas (00: Gestão de Fontes, 01: Identificação, 02: Multimídia, 03: Proteção Legal, 04: Conservação, 05: Disseminação);
- Identificação so sub-diretório através do nome: ex.: para o Diretório de multimídias: Documento, Fotografia, Áudio, Vídeo, Música, Desenho Técnico, Desenho, Planilha, e outros;
- Identificação da origem: Nome da entidade, organização ou pessoa responsável pelo fornecimento ou criação do arquivo;
- Título: Nome descritivo do conteúdo do arquivo (de forma breve);
- Data: Data de aquisição ou criação do arquivo;
- Número: opcional caso haja mais de um arquivo sobre o tema;

Assim, a nomenclatura para identificar, por exemplo, um arquivo de mapa de danos desenvolvido pela pesquisadora, a nomenclatura seria:

MMC-04-DIAGNOSTICOS-RebecaPessoa-MapaDeDanos_BWC-23/03/2023-001

Propriedades: No Archicad é possível associar diversos tipos de atributos aos modelos BIM através da criação de novos parâmetros de propriedades. Alguns parâmetros padrão são fornecidos de forma nativa, como dados do modelo (dimensões), produto (modelo, número de série, valor, etc.), fabricação (fabricante, data de fabricação, etc.), garantia (fornecedor, início e fim de garantias, etc.), vida útil, entre outros.

Por se tratar de objetos históricos, foi necessária a criação de novas propriedades de acordo com os objetivos esperados da implementação do modelo HBIM proposto, sendo estes uma série de dados necessários para compor os usos especificados e armazenar novos atributos. Neste trabalho, três novos conjuntos de propriedades foram criados: Dados Gerais, Resultados de Análise e Dados de Acervo.

O conjunto de propriedades chamado **MMC_Dados Gerais** compreendem todas as informações que identificam o objeto dentro do modelo e agregam as informações não-geométricas a ele relacionadas. A Tabela 10 a seguir apresenta esses dados:

Tabela 10: Propriedades para os Dados Gerais de objetos HBIM

Propriedade	Descrição	Tipo de dado
MMC_OBJ_ID	Nome resultante da aplicação das regras de nomenclatura dos objetos HBIM	Texto
Nome	Nome do objeto	Texto
Descrição	Breve descrição do objeto	Texto
Localização	Posição do objeto nos setores da edificação	Texto
Fase histórica	Período histórico em que foi criado	Texto
Técnica construtiva	Técnica construtiva	Texto
Material construtivo	Lista os materiais que compõem o objeto	Texto
LOD	Informa o Nível de Desenvolvimento do objeto	Inteiro
Imagem	Fotografia do objeto real	URL para arquivo no CDE
Bibliografia	Arquivos relacionados	URL para um arquivo ou diretório com vários arquivos no CDE
Responsável pelo objeto	Contato do designer do objeto bim	Texto

Fonte: Autora, 2023

O conjunto de propriedades **MMC_Resultados de Análise** reúne todas as informações de diagnóstico do objeto dentro do modelo e também podem agregar as informações não-geométricas a ele relacionadas. A Tabela 11 a seguir apresenta esses dados:

Tabela 11: Propriedades para os Resultados de Análise de objetos HBIM

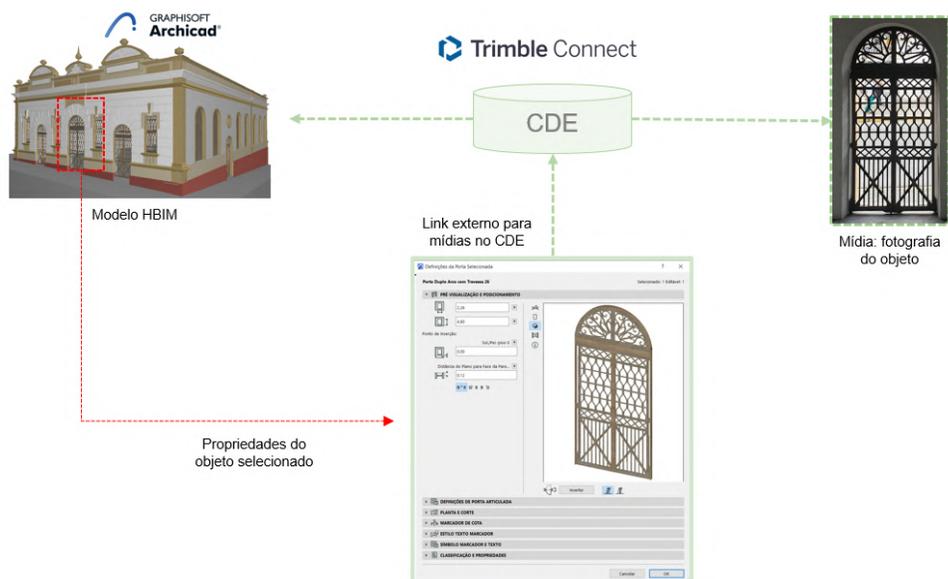
Propriedade	Descrição	Tipo de Dado
-------------	-----------	--------------

Estado de Preservação	Indica se o objeto está: íntegro, pouco alterado, muito alterado ou descaracterizado	Seleção única
Estado de Conservação	Indica se o objeto está em estado: bom, precário, em arruinamento ou arruinado	Seleção única
Última inspeção	Data da última inspeção	Texto
Próxima inspeção	Data da próxima inspeção	Texto
Mapa de Danos	Arquivo de mapa de danos. Propriedade exclusiva para elementos de Paredes, lajes, pilares, vigas e cobertas.	Indica o nome do documento a ele associado dentro do software ou direciona uma URL para arquivo no CDE
Patologia(s) Identificada(s)	Indica as principais patologias descritas de forma breve. Aplica-se a todos os objetos.	Texto
Diretrizes de Conservação	Baseado em normas/regulamento/saberes	Texto ou URL para arquivo no CDE
Causas de Degradação	Breve descrição das causas corriqueiras de degradado	Texto ou URL para arquivo no CDE

Fonte: Autora, 2023

O funcionamento de links de URL para arquivos no CDE em propriedades como Imagem, Bibliografia e Diretrizes de Conservação, pode ser visualizado no esquema da Figura 82.

Figura 82: Link entre objetos BIM e mídias externas através do CDE.



Fonte: Autora, 2023

O conjunto **MMC_Dados de Acervo** reúne todas as informações necessárias para catalogação dos itens e obras do museu dentro do modelo HBIM, tendo os parâmetros criados a partir do questionário aplicado ao gestor do museu (Apêndice 1). Estas propriedades também podem agregar dados externos. A Tabela 12 a seguir apresenta esses dados:

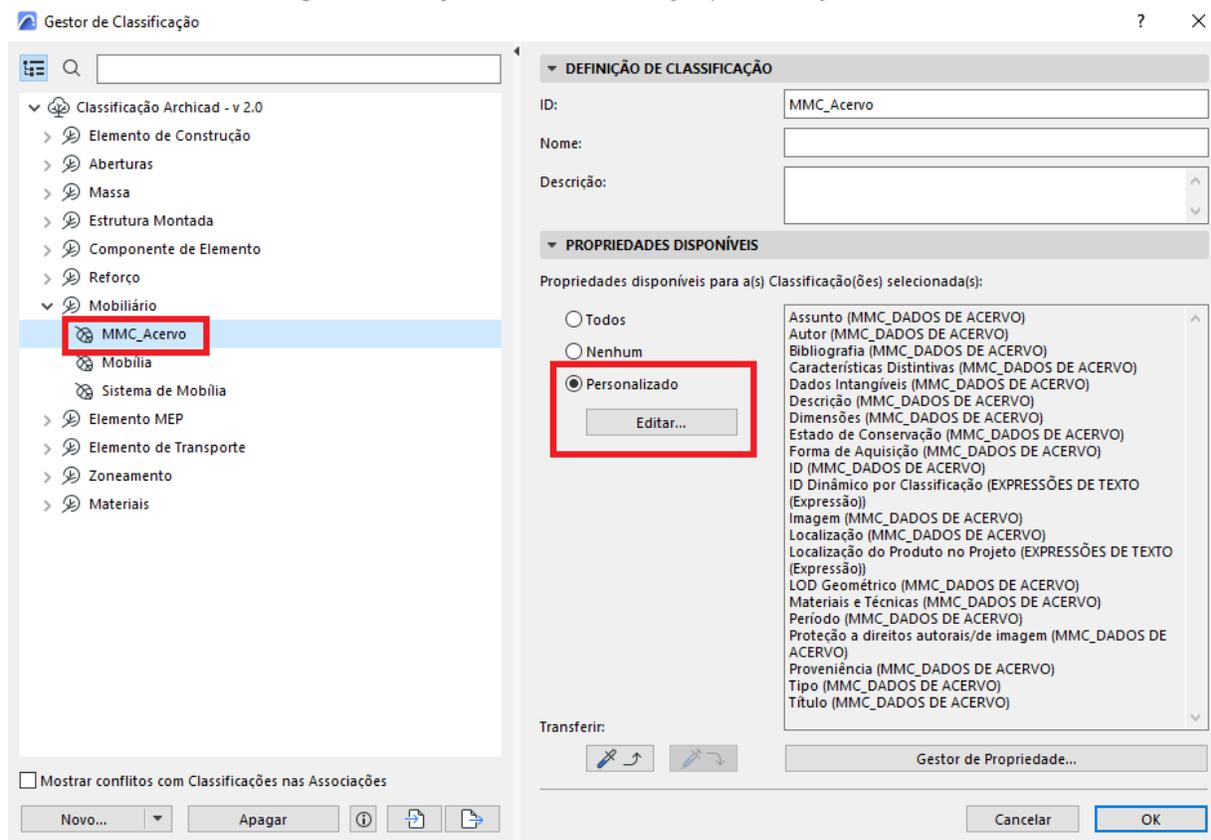
Tabela 12: Propriedades para os objetos itens de acervo HBIM

Propriedade	Descrição	Tipo de dado
MMC_ITEM_ID	Nome resultante da aplicação das regras de nomenclatura dos itens de acervo HBIM	Texto
ID	Acrônimo do museu, o ano da incorporação, e o número consecutivo na ordem em que a coleção foi recebida	Texto
Título	O objeto possui um título pelo qual é conhecido e pode ser identificado (ex: O Grito)	Texto
Assunto	O que é retratado ou representado	Texto
Materiais e Técnicas	De que materiais é feito o objeto (ex: latão, madeira, óleo sobre tela)	Texto
Autor	Quem fez o objeto?	Texto
Data ou período	Quando o objeto foi feito	Texto
Descrição	Quaisquer informações que ajudem a identificar o objeto	Texto
Localização	Localização daquele objeto na área onde é mantido o acervo.	Texto
Dimensões	Tamanho e/ou peso do objeto. Especificar qual unidade de medida está sendo usada	Texto
Características distintivas	danos, reparos ou defeitos de fabricação	Texto
Estado de conservação	bom, precário, em arruinamento ou arruinado	Seleção única
Imagem	Além das vistas gerais, registro de inscrições, marcações e quaisquer danos ou reparos.	URL para CDE
Forma de aquisição	doação, etc	Texto
Proveniência	Histórico e a posse do item desde o momento de sua criação ou descoberta até o presente momento.	Texto
Proteção a direitos autorais/de imagem	Indicação de permissão para reprodução/fotografia	Texto
LOD	Nível de Desenvolvimento do item de acervo	Inteiro
Bibliografia	Arquivos relacionados	URL para um arquivo ou diretório com vários arquivos no CDE

Fonte: Autora, 2023

Para garantir que as propriedades de acervo estejam disponíveis apenas aos itens das coleções das obras artísticas, foi necessário criar uma nova classificação no software Archicad através do menu: “Opções > Gestor de Classificação > Novo”. A figura 83 abaixo apresenta esta etapa e as propriedades personalizadas associadas:

Figura 83: Criação de nova classificação para os objetos de acervo HBIM



Fonte: Autora, 2023

Por fim, foi criado o conjunto de propriedades **MMC_Valor Cultural IPHAN**, aplicável a todos os objetos criados no modelo HBIM, especialmente os itens de acervo do museu. Estas propriedades desempenham um papel fundamental na oferta de um contexto mais abrangente, relacionando os objetos HBIM aos itens inscritos nos Livros de Registro, relacionando-os às quatro categorias de valores Culturais Imateriais, e Livros do Tombo, relacionando-os, quando possível, às 4 naturezas dos bens Culturais Materiais do IPHAN.

Essa abordagem permite a identificação de correlações dos objetos HBIM com os Bens Imateriais e Materiais, mesmo na ausência de registro específico em um dos livros do IPHAN. Essa característica torna-se bastante significativa, pois estabelece a possibilidade de reconhecimento e documentação de elementos que, embora não estejam formalmente registrados, apresentam vínculos e relações relevantes. A tabela 13 abaixo apresenta as propriedades de forma detalhada:

Tabela 13: Propriedades para dados de valor cultural do IPHAN

Propriedade	Descrição	Tipo de dado
Vínculo Imaterial Livros de Registro	Se o item é registrado ou se relaciona diretamente a algum Bem Cultural Imaterial inscrito em algum dos 4 "Livros do Registro" do IPHAN	Boolean: Verdadeiro ou Falso

Descrição do Valor Imaterial	Nome e descrição do bem imaterial identificado no objeto, explicando o porquê da relação com algum dos 4 livros do Registro do IPHAN	Texto
Valor Imaterial	<p>Relação com os Bens Culturais de Natureza Imaterial segundo o IPHAN. OBS.: Escolher uma ou mais opções ainda que o item não faça parte de um dos livros de Registro do IPHAN:</p> <p>1- Saberes: conhecimentos e modos de fazer enraizados no cotidiano das comunidades;</p> <p>2- Celebrações: rituais e festas que marcam a vivência coletiva do trabalho, da religiosidade, do entretenimento e de outras práticas da vida social;</p> <p>3- Formas de Expressão: manifestações literárias, musicais, plásticas, cênicas e lúdicas;</p> <p>4- Lugares: mercados, feiras, santuários, praças e demais espaços onde se concentram e reproduzem práticas culturais coletivas.</p>	Opções de Seleção Múltipla
Bibliografia Imaterial	Links para referências que atestem os vínculos intangíveis. Pode ser um diretório contendo arquivos, ao próprio arquivo, ou a links do portal do IPHAN	URL
Vínculo Material Livros do Tombo	Se o item é registrado ou se relaciona diretamente a algum Bem Cultural Material inscrito em algum dos 4 "Livros do Tombo" do IPHAN	Boolean: Verdadeiro ou Falso
Descrição do Valor Material	Nome e descrição do bem material identificado no objeto, explicando o porquê da relação com algum dos 4 livros do Tombo do IPHAN	Texto
Natureza Imaterial	<p>Relação com os Bens Culturais de Natureza Material segundo o IPHAN:</p> <p>1 - Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico: ex.: vestígios da ocupação humana pré-histórica ou histórica, referência para determinados grupos sociais, áreas naturais ou lugares criados pelo homem, como jardins, cidades ou conjuntos arquitetônicos;</p> <p>2 - Livro do Tombo Histórico: ex.: edificações, fazendas, marcos, chafarizes, pontes, centros históricos, imagens, mobiliário, quadros e xilogravuras;</p> <p>3 - Livro do Tombo das Belas Artes: bens culturais em função do valor artístico;</p> <p>4 - Livro do Tombo das Artes Aplicadas: ex.: produção artística para criação de objetos, peças e construções</p>	Opções de Seleção única

	utilitárias, setores da arquitetura, das artes decorativas, design, artes gráficas e mobiliário;	
Bibliografia Material	Links para referências que atestem os vínculos de valor Cultural Material. Pode ser um diretório contendo arquivos, ao próprio arquivo, ou a links do portal do IPHAN	URL

Fonte: Autora, 2023

Dessa forma, amplia-se o escopo de preservação, garantindo que aspectos imateriais também sejam contemplados no âmbito da modelagem HBIM. Tal abordagem contribui para uma visão mais abrangente e holística do patrimônio, considerando não apenas sua materialidade, mas também os elementos intangíveis que desempenham um papel crucial na compreensão e na apreciação da herança cultural.

Entretanto, é importante reconhecer que deve haver melhorias contínuas, pois a intenção é otimizar a gestão da informação semântica e geométrica a fim de que novos dados possam ser incorporados ao registro posteriormente (Capparelli, 2019). O modelo final deverá reunir aspectos geométricos, históricos, construtivos, semânticos e cronológicos (Canuto & Salgado, 2020).

Seguindo a recomendação de Tolentino (2018), é esperado que as informações agregadas ao modelo HBIM possam ser agregadas ao SICG (Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão). O próximo tópico trata do processo de integração dos dados solicitados pelo sistema digital do IPHAN.

6.6 Integração HBIM e SICG

A inventariação do Museu Memorial de Caruaru teve como referência as informações contidas no SICG – Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão, para que no futuro essas informações possam ser incorporadas de forma mais eficiente e dinâmica ao sistema (TOLENTINO, 2016)

Segundo Tolentino (2018), o SICG é hoje a principal aposta tecnológica do IPHAN quanto ao armazenamento e disseminação de informações sobre o patrimônio brasileiro. O sistema pode ser acessado pelo endereço <<https://sicg.iphan.gov.br>>. O acesso à plataforma só é possível através do login gov.br e as áreas de cadastro de informações são restritas. A figura 84 abaixo mostra a página inicial do sistema:

Figura 84 - Página inicial so SICG



Fonte: Portal SICG, 2023

A estruturação de coleta de informações seguiu o módulo Cadastro (informações históricas e físicas do imóvel). As informações solicitadas são referentes a dados básicos, dados complementares, contatos, multimídia, documentos, palavras-chave/links, códigos vinculados e proteção (Figura 85). Neste trabalho, foram contemplados os itens de todas as fichas, exceto “códigos vinculados” e “proteção”, pois tratam de informações ainda indisponíveis. Assim, os dados básicos, complementares, contatos, multimídias, documentos e palavras-chave/links poderão ser armazenados em arquivos provisórios no repositório HBIR para posterior inserção no SICG.

Figura 85 - Página do Módulo Cadastro no SICG

Fonte: Portal SICG, 2023

Os Dados Básicos serão preenchidos através de planilha feita na ferramenta Excel 2019 e vinculada ao software Archicad. As demais planilhas serão preparadas e vinculadas para posterior preenchimento dos dados. As tabelas possuem colunas e cabeçalhos com os mesmos nomes e termos presentes nos campos do SICG, assim, poderão ser exportadas a fim de serem importadas para integração com outros softwares.

A seguir serão apresentados os dados solicitados em cada etapa do cadastro no sistema do IPHAN.

Cadastro básico: O cadastro básico do bem material consta de campos de dados comuns a todas as categorias do patrimônio material, com informações sobre o bem que possibilitam sua identificação e o recebimento de um número de Código IPHAN que funciona como uma cédula de identidade. Somente através do cadastro básico é possível aprofundar o conhecimento sobre os bens cadastrados mediante o preenchimento de formulários específicos (SICG, 2023).

A tabela 14 a seguir apresenta os dados básicos solicitados sobre o bem pelo sistema, esse conjunto de informações é considerado a principal entidade do módulo de cadastro do SICG. A ficha com as respostas obtidas pode ser encontrada no apêndice deste trabalho.

Tabela 14 - Campos de Dados básicos

Nome do Campo	Tipo	Descrição	Obrigatório
Natureza	Seleção única	lista de naturezas de bens: Móvel, Arqueológico, Paleontológico, Paisagístico, Imóvel	Sim
Tipo	Seleção única	tipos do bem: coleção, artefato, acervo, jardim, edificação	Sim

Classificação	Seleção única	classificação de bens: arquitetura civil, de produção, de transportes, funerária, militar, oficial ou religiosa	Sim
Nome do Bem	Texto	identifica o nome formal do bem	Sim
Nomes Populares do Bem	Texto	Nomes dados pela comunidade local	Não
Bem pertence a	Seleção única	Referência entre o bem e qual o seu pai.	Não
UF	Seleção única	limites estaduais	Sim
Município	Seleção única	limites municipais	Sim
Localidade	Texto	Descrição da localidade do bem	Não
Bairro	Texto	Nome do bairro do bem	Não
Tipo logradouro	Seleção única	os tipos de logradouros: rua, avenida, praça	Sim
Logradouro	Texto	indica o logradouro	Sim
Número	Texto	Número do endereço do bem	Não
Complemento	Texto	complementa o endereço	Não
CEP	Inteiro	CEP do bem	Não
Local específico	Texto	Identificação de algum local ou ponto de referência do bem.	Não
Latitude	Decimal	Ponto que representa a localização do bem.	Sim
Longitude	Decimal	Ponto que representa a localização do bem	Sim
Tipo propriedade	Seleção única	tipo de propriedade do bem: pública, privada, mista, outra	Sim
Uso do solo	Seleção única	uso do solo: urbano, rural ou ambiental	Sim
Entorno do bem	Seleção única	condição do entorno: alterado ou preservado	Sim
Estado de Preservação	Seleção única	estado de preservação do bem: íntegro, pouco alterado, muito alterado, descaracterizado	Sim
Estado de conservação	Seleção única	estado de conservação do bem: bom, regular, arruinado	Sim

Fonte: Adaptado de SICG, 2023

Dados complementares: Envolvem a síntese do bem (identificação do bem, nomes populares entre outros), síntese histórica (breve histórico sobre o bem e sua interação com o meio), meios de acesso ao bem (forma descritiva para auxiliar como chegar ao bem), outras informações (dados pertinentes que não foram contemplados em outros campos), Unidade Federativa, município e localidade. A ficha de dados complementares com as informações solicitadas e descrição detalhada pode ser consultada no apêndice 3 deste trabalho.

Contatos (Pessoa Jurídica e Física): De empresas ou pessoas relacionadas ao Bem. Abordam o tipo (física/jurídica), identificação, natureza administrativa, área geográfica de atuação, especificar (especificação para o tipo de atuação), contatos (fixo, móvel, alternativo) e endereços.

Multimídias: área dedicada ao upload de arquivos relacionados ao Bem, solicitando também palavras-chave, número de autorização de uso e tipo de arquivo. Somente são aceitos arquivos nos formatos docx, pdf, xls e png.

Documentos: Os arquivos inseridos nesta ficha devem ser classificados em documento gráfico, legislação, documento cartográfico ou documento monográfico, informando título, ano, autor e assunto.

Palavras-chave/links: nesta ficha é possível relacionar palavras e termos referentes à edificação com links de assuntos também relacionados, como websites do bem, normas e diretrizes de preservação. Esta etapa servirá para pesquisas futuras, direcionando o usuário aos links fornecidos.

Proteção: Esta ficha corresponde aos dados para informar dados sobre o tipo de proteção (registro, tombamento, etc.), a natureza administrativa (distrital, municipal, etc.), a condição da proteção (existente ou cancelada), inscrição (dados da forma de inscrição e proteção do bem), volume (volume do livro do IPHAN), folha (referência das folhas do livro de proteção), nº da inscrição, data e justificativa da proteção e valor associados ao Bem.

Como exposto na Figura 86, em continuidade no cadastro de Bens imóveis, o SICG possui ainda fichas de caracterização externa, descrição arquitetônica, descrição do lote e caracterização interna (ambiente interno e cômodos):

Figura 86 - Página do Módulo Cadastro no SICG - Imóveis

Cadastro | Conhecimento | Gestão | Pesquisa | Auxiliar

IPHAN
Olá, | Sair

Bem » Igreja do Senhor Bom... » Caracterização externa

Dados básicos

Dados complementares

Contatos

Multimídia

Documentos

Palavras-chave/Links

Códigos vinculados

Proteção

» Imóvel edificação

Caracterização externa

Descrição arquitetônica

Descrição do lote

Caracterização interna

Ambiente interno

Cômodos

Caracterização externa

✓ Caracterização Externa Salva com Sucesso.

Data

Período histórico: Século XVIII | Período de construção: Século XVIII - segunda metade | Data estimada: 1781/1785

Arquiteto / Construtor / Autor: Desconhecido

Tipo

Tipologia: Outra | Especificar: Religiosa

Número de pavimentos

Acima da rua: 2 | Abaixo da rua: 0 | Total: 2

Sistema construtivo

Sistema: | Materiais:

Estrutura autônoma - Madeira ✗
Paredes externas - Alvenaria de pedra ✗
Paredes externas - Alvenaria de tijolos ✗
Paredes externas - Pintura ✗
Paredes internas - Alvenaria de tijolos ✗
Paredes internas - Adobe ✗
Paredes externas - Adobe ✗
Paredes externas - Reboco ✗

Incluir

Fonte: Portal SICG, 2023

Estas informações sobre a edificação em estudo estão disponíveis em tabelas no apêndice deste trabalho. Alguns dos dados não foram preenchidos devido à falta de conhecimento de informações e à incerteza de sua veracidade, necessitando de avaliação técnica específica.

Assim, conclui-se que identificar os dados necessários para o cadastro do Bem patrimonial no SICG é fundamental para nortear a busca por informações. Antecipar os dados necessários permite que a organização colete dados precisos desde o início, evitando a necessidade de revisões e correções posteriores.

Além disso, a gestão poderá estabelecer prioridades para o cadastro. Itens mais críticos ou de alto valor podem ser investigados primeiro, garantindo que os dados mais importantes sejam coletados.

7 Validação do Protocolo de Criação do Modelo HBIM

7.1 Resultados Obtidos

O projeto implementou uma perspectiva de métodos distintos para a produção de um HBIM. Ao contrário do BEP tradicionalmente usado em projetos BIM, o desenvolvimento do HBEP conseguiu identificar a necessidade dos dados tangíveis e intangíveis, as tecnologias e os processos.

A modelagem arquitetônica do Museu Memorial de Caruaru foi completamente desenvolvida, contendo objetos ao nível de LOD 100 a LOD 200 de Desenvolvimento, correspondendo aos seus requisitos gráficos e informativos. Com relação ao novo conceito de Nível de Informação Intangível LOK, apresentado neste estudo, foi alcançado o nível LOK 300.

Figura 87 - Modelagem arquitetônica do Museu Memorial de Caruaru



Fonte: Autora, 2023

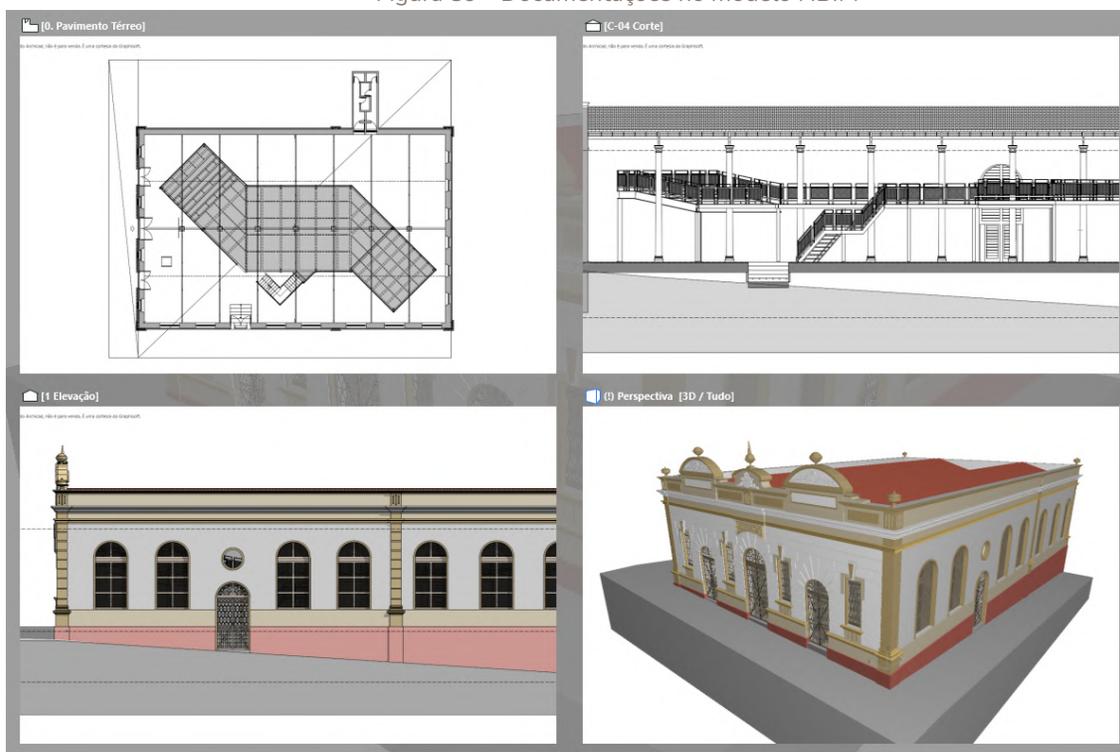
Estruturas mais complexas como o mezanino e todos os elementos da cobertura (Figura 88) também foram modelados com êxito, o que proporcionou a geração automática de diversos documentos (Figura 89), como plantas baixas, cortes, elevações, mapas de danos e perspectivas 3D diversas.

Figura 88 - Modelagem com vista do mezanino e cobertura



Fonte: Autora, 2023

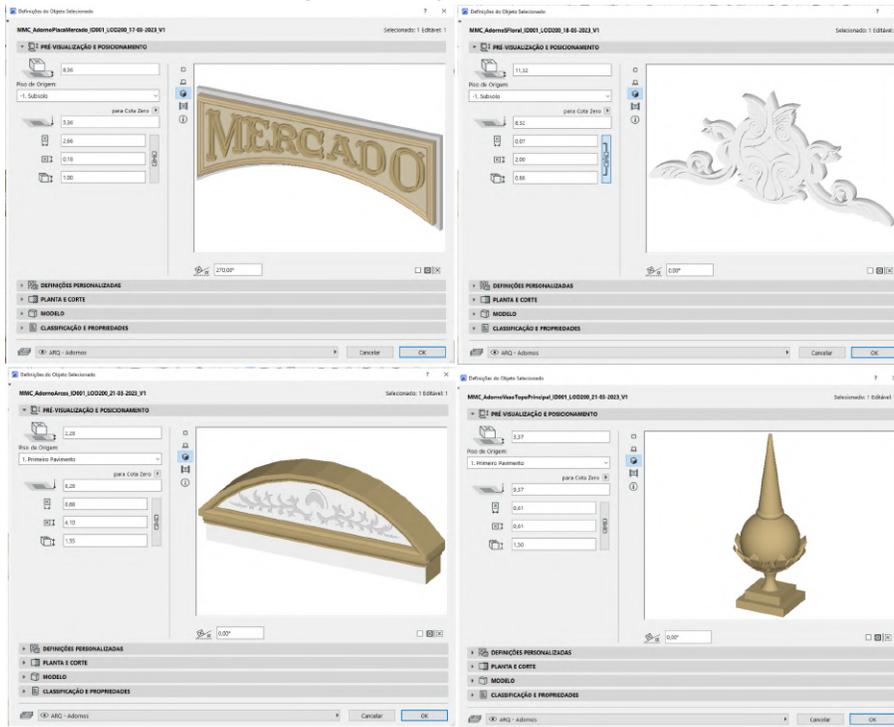
Figura 89 - Documentações no modelo HBIM



Fonte: Autora, 2023

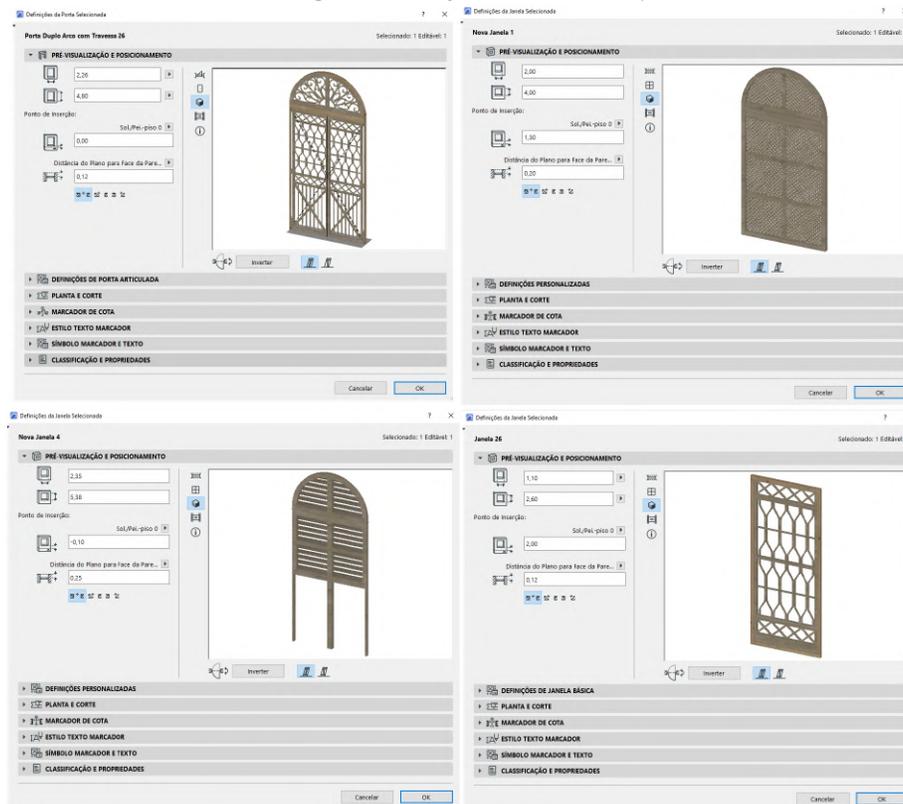
Além disso, os elementos ornamentais (Figura 90) e as esquadrias (Figura 91) com uma boa representação da geometria original fornecem um modelo 3D HBIM abrangente, contendo uma biblioteca de objetos completa do Museu Memorial de Caruaru.

Figura 90 - Objetos HBIM de ornamentos



Fonte: Autora, 2023

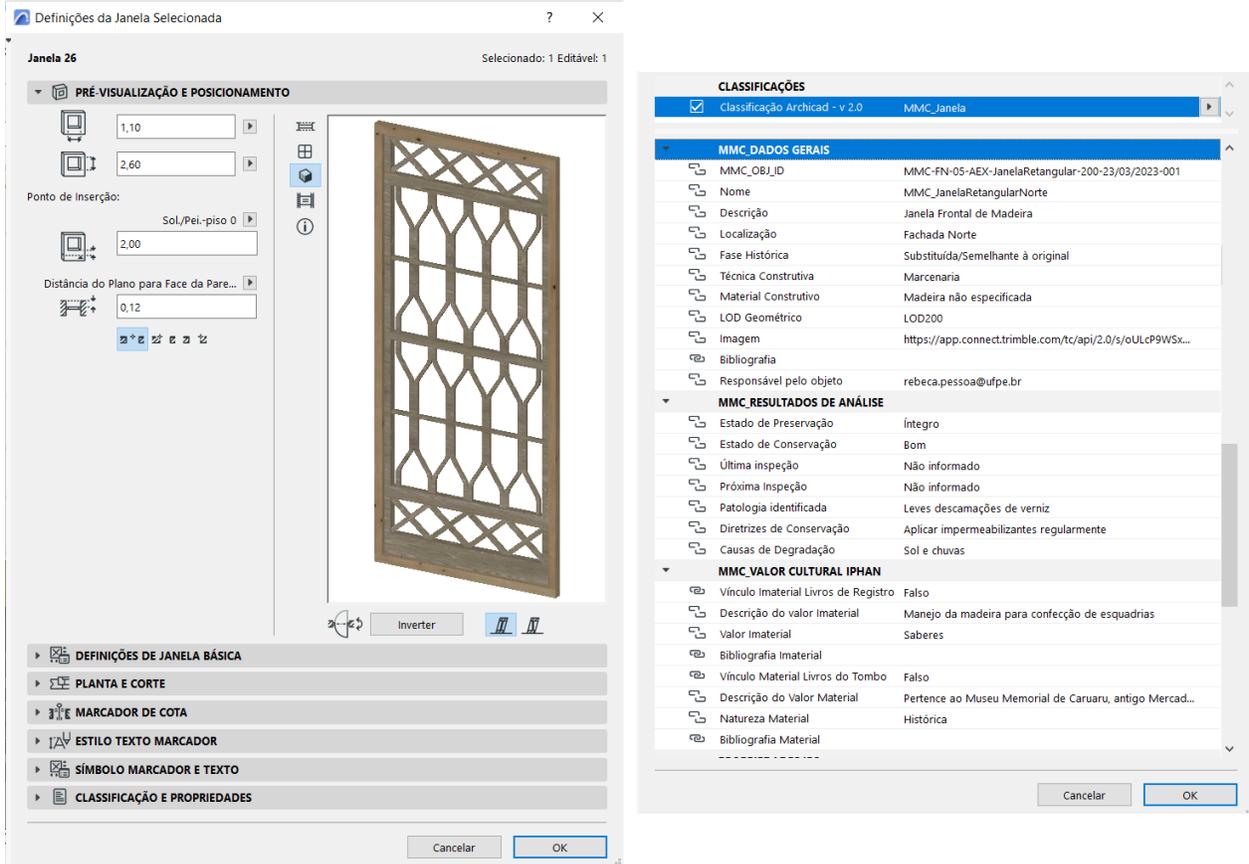
Figura 91 - Objetos HBIM de esquadrias



Fonte: Autora, 2023

Os objetos HBIM criados receberam informações baseadas nas novas propriedades criadas, apresentando o conjunto de dados de acordo com sua natureza na modelagem. A figura 92 abaixo apresenta os dados inseridos em um elemento janela:

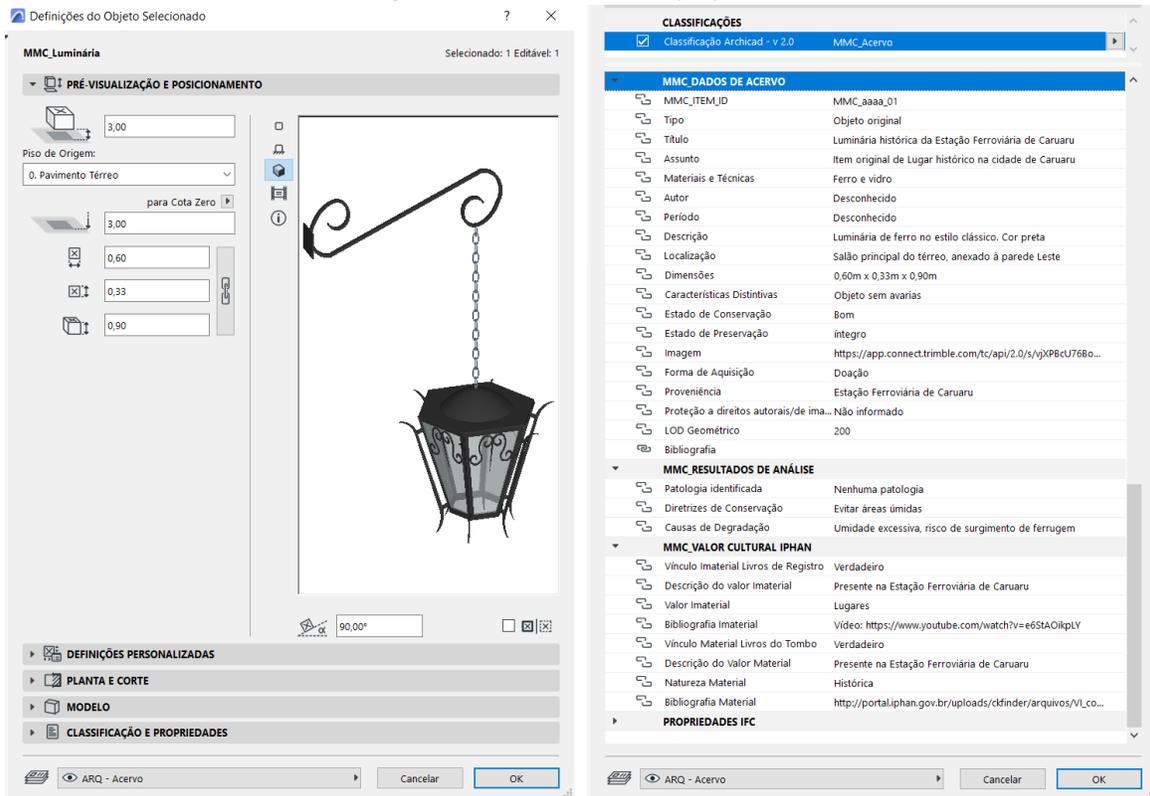
Figura 92 - Objeto janela e propriedades HBIM



Fonte: Autora, 2023

Objetos de acervo, como por exemplo a luminária histórica da Estação Ferroviária de Caruaru, carregam dados semânticos através das novas propriedades. Abaixo, a figura 93 apresenta a visualização das informações dentro do software Archicad:

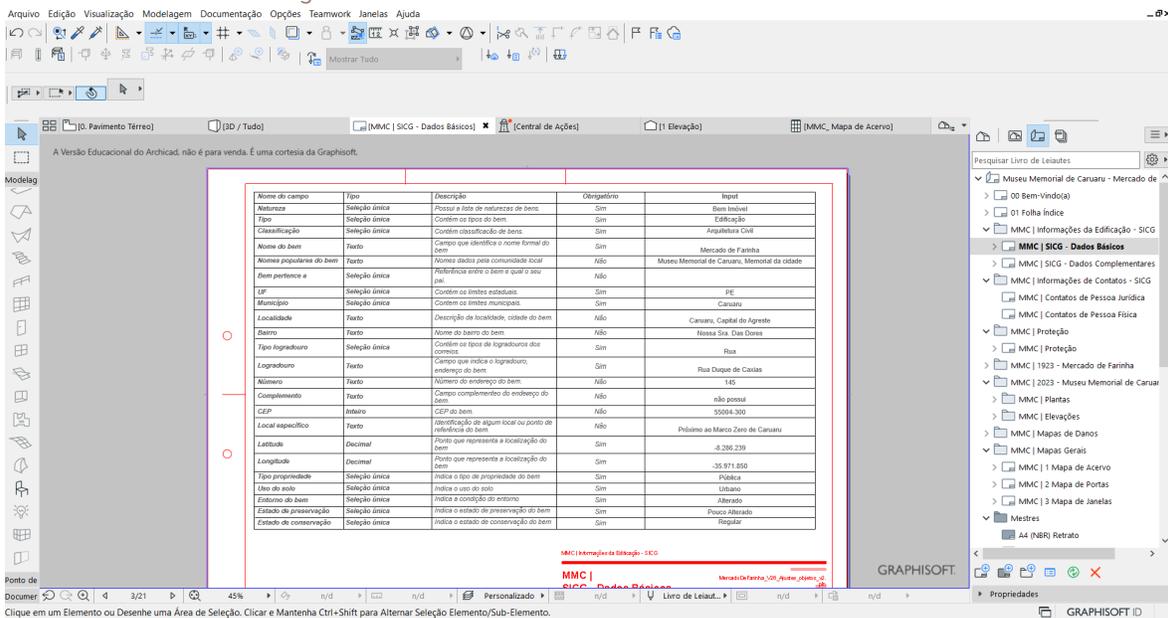
Figura 93 - Item de acervo e propriedades HBIM



Fonte: Autora, 2023

As fichas de dados cadastrais do sistema SICG foram inseridas no modelo HBIM, com isto, foi possível articular todo o conhecimento obtido sobre o Bem em um mesmo ambiente de interação (Figura 94):

Figura 94 - Fichas cadastrais do SICG dentro do software ArchiCAD



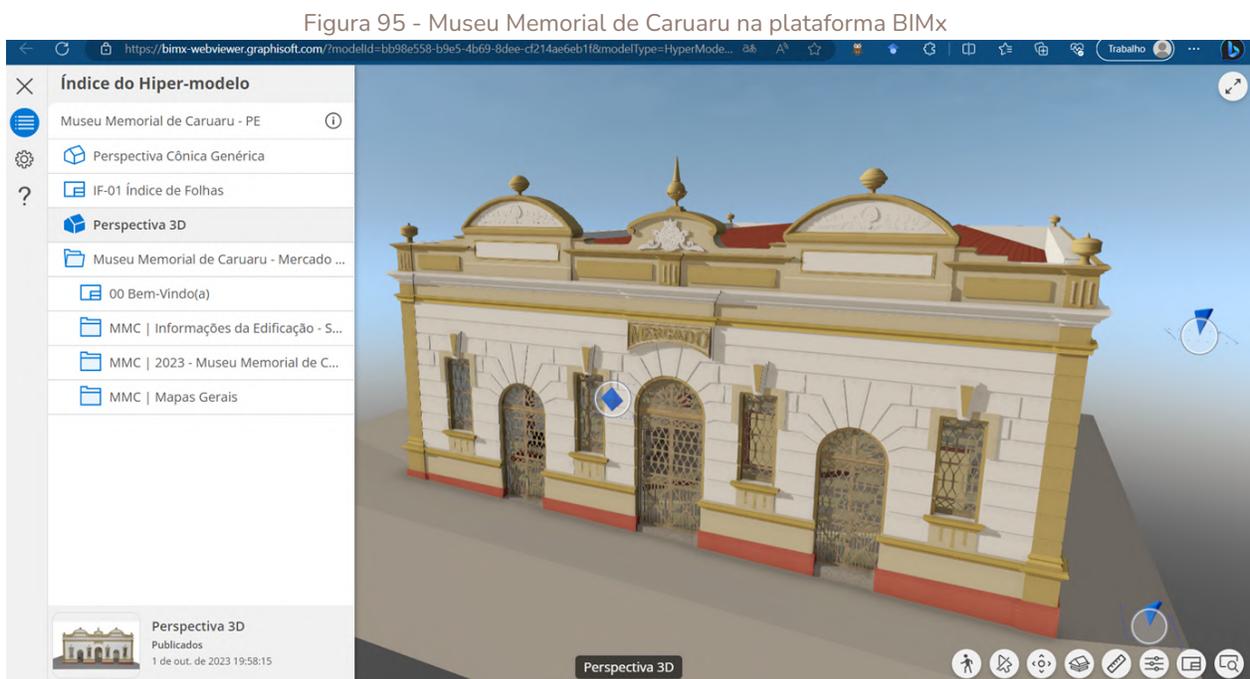
Fonte: Autora, 2023

Por fim, a estrutura do CDE está pronta para ser utilizada pela gestão do Museu, equipes de trabalho e possíveis colaboradores.

7.1 Democratização do acesso ao Modelo HBIM

As plataformas digitais e as TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) possibilitam que pessoas de diversas localidades possam acessar informações detalhadas sobre edificações históricas, permitindo que o público acesse virtualmente essas edificações, que podem estar fechadas ou restritas fisicamente.

Plataformas virtuais como o BIMx (da Graphisoft) possibilitam a distribuição do modelo 3D rico em informações históricas para o público geral, trazendo também os links para as mídias e documentos presentes no CDE (salvo alguns arquivos sigilosos). Dessa forma, o modelo virtual do Museu foi compartilhado, e pode ser acessado na plataforma BIMx <<https://bimx.graphisoft.com/>> (Figura 95) pesquisando pelo nome ‘Museu Memorial de Caruaru’:



Fonte: Autora, 2023

O modelo pode ser visualizado de diversas formas, como levantamento de fachadas, plantas baixas, cortes, detalhamentos entre outros. A Figura 96 demonstra a visualização de corte ajustável na perspectiva 3D:

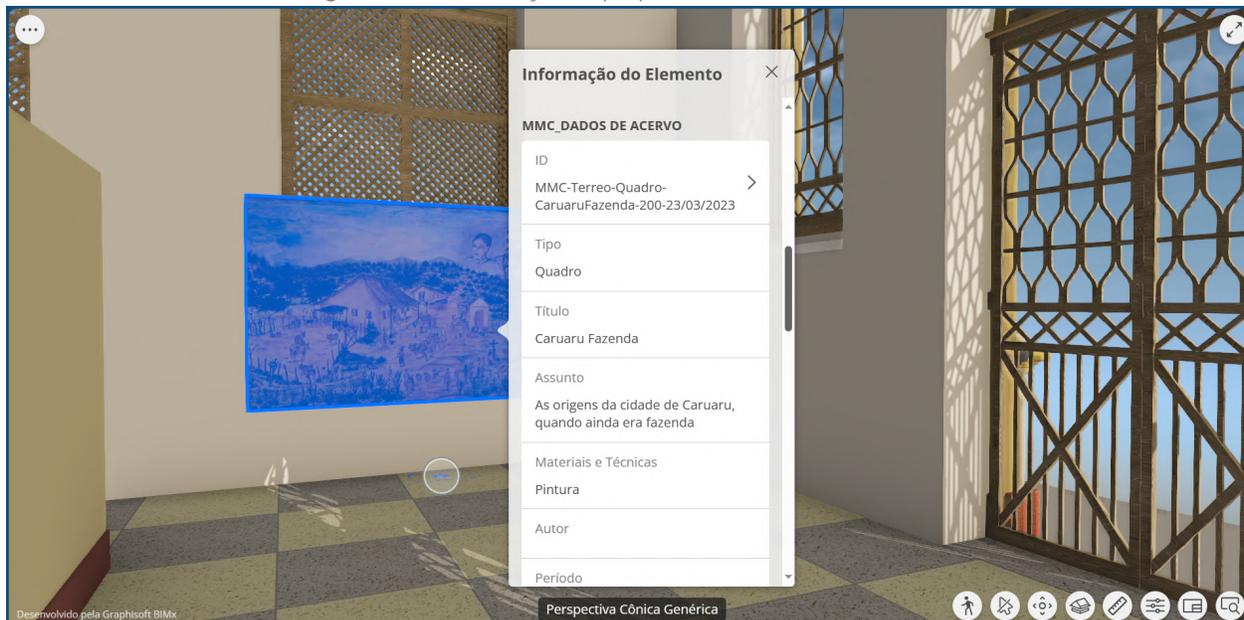
Figura 96 - Corte 3D no modelo HBIM do museu



Fonte: Autora, 2023

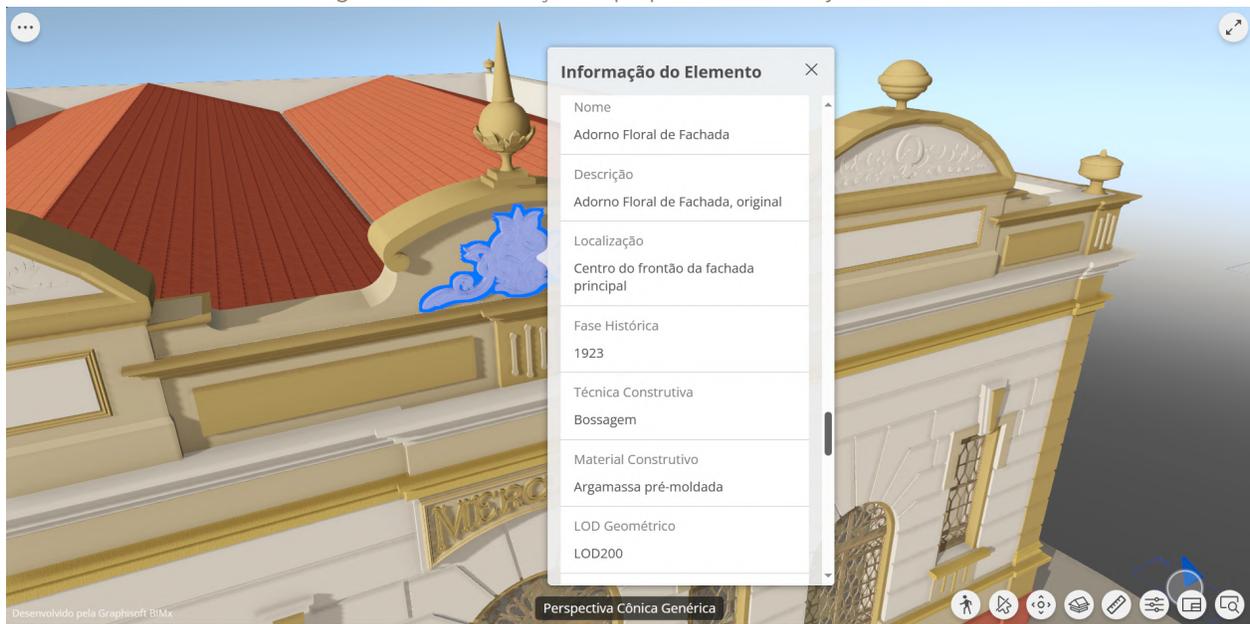
Os objetos HBIM podem ser selecionados no ambiente virtual de modo a visualizar as novas propriedades de informações não gráficas, como mostram as Figuras 97 e 98 a seguir:

Figura 97 - Visualização de propriedades em item de acervo



Fonte: Autora, 2023

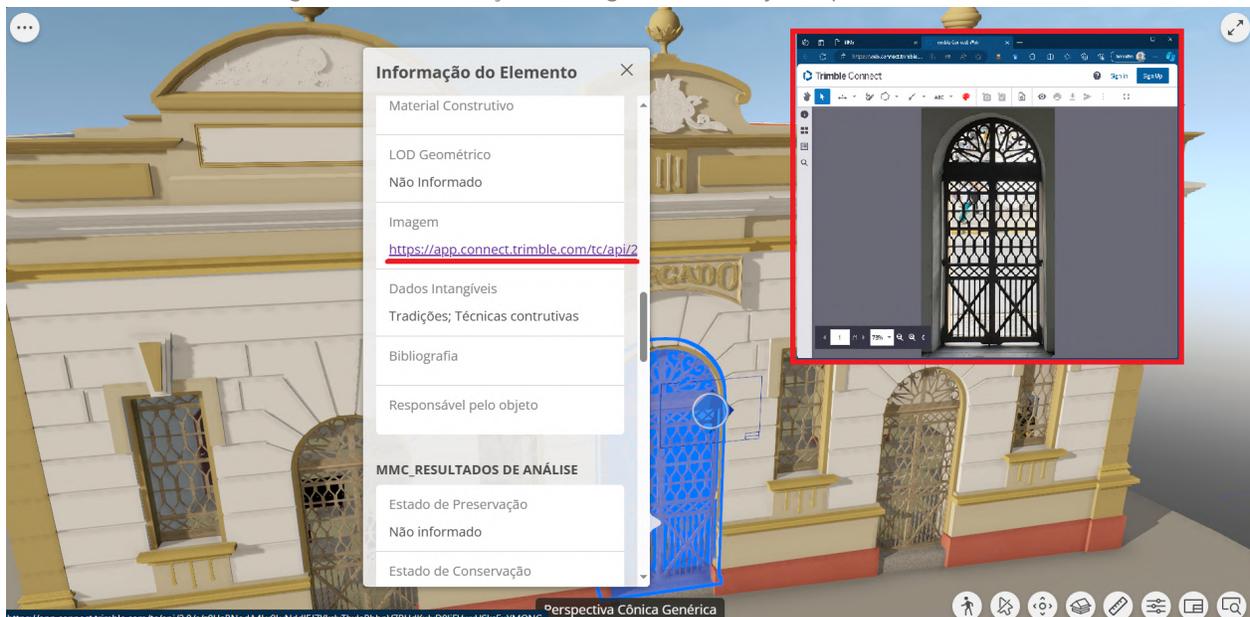
Figura 98 - Visualização de propriedades em objeto HBIM



Fonte: Autora, 2023

Ao selecionar o link disponível na propriedade “Imagem”, o usuário será redirecionado à imagem real do objeto armazenada no CDE do projeto HBIM, como apresenta a Figura 99. Outros conteúdos extras podem ser acessados de forma semelhante para as demais propriedades, como por exemplo “Bibliografia”.

Figura 99 - Visualização de imagem real do objeto a partir do modelo HBIM



Fonte: Autora, 2023

Dentre estas novas TICs, a realidade aumentada apresenta um grande potencial de utilização no âmbito da educação, pois trabalhos acadêmicos recentes demonstram que o uso deste recurso pode significar um propósito maior do que a simples utilização de uma tecnologia, mas representa o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, proporcionando motivação, interação e diversão dos envolvidos (LOPES, 2019 apud Robles 2017).

Neste projeto, foi disponibilizada a modelagem no ambiente de realidade aumentada através do aplicativo “My Web AR” <<https://mywebar.com/qr/294827>>, Figura 100, que pode ser acessado através do QR Code representado na Figura 101 e também presente no apêndice deste trabalho.

Figura 100 - Preparo do modelo 3D para visualização em realidade aumentada na plataforma My Web AR



Fonte: Autora, 2023

Figura 101 - QR Code do modelo HBIM em realidade aumentada



Fonte: Autora, 2023

No entanto, é importante considerar questões de acessibilidade digital para garantir que a democratização do acesso às informações seja verdadeiramente inclusiva, alcançando pessoas com diferentes níveis de habilidades e acesso à tecnologia. Além disso, a proteção da privacidade e a segurança das informações históricas também são preocupações importantes ao disponibilizar dados detalhados sobre edificações históricas.

8. Considerações Finais

O presente trabalho buscou uma abordagem com diferentes metodologias e procedimentos e desenvolveu um protocolo viável, escalável e flexível para a gestão da informação de projetos HBIM. Este protocolo permitiu a integração de informações tangíveis e intangíveis por meio de uma abordagem baseada na interdisciplinaridade e práticas colaborativas.

Ao explorar os materiais do IPHAN foram encontradas diversas orientações a partir de cadernos técnicos e manuais acerca da coleta de dados e levantamento para edificações patrimoniais, que guiaram as etapas de investigação da edificação no estudo de caso.

Tendo como base a revisão da literatura, conceitos, melhores práticas e métodos do estado da arte BIM e HBIM puderam ser compreendidos, investigando estratégias já utilizadas e validadas e adaptando-as ao escopo do trabalho. Dessa forma foi possível desenvolver o HBEP do projeto e demais detalhes de sua implementação, além de tomar conhecimento dos requisitos e informações necessárias para a construção do modelo HBIM obtido.

A aplicação dos conhecimentos obtidos através da instanciação em um estudo de caso no Museu Memorial de Caruaru proporcionou o teste da implementação dos métodos estudados e dos novos procedimentos propostos, cujos resultados validaram as estratégias propostas na pesquisa. O processo de criação do modelo HBIM da edificação histórica permitiu o teste das ferramentas e softwares BIM disponíveis. Isso ajudou a identificar quais ferramentas são mais adequadas para as necessidades específicas do projeto.

É importante notar que o objetivo do trabalho não foi de contemplar de imediato todas as informações e dados referentes aos diretórios e informações requeridos, mas sim preparar o ambiente virtual compartilhado para que possa acomodar, a longo prazo, as informações coletadas durante o ciclo de vida da gestão da edificação.

Algumas dificuldades foram encontradas quanto à modelagem dos objetos BIM, nesse sentido, novas contribuições podem ser realizadas no âmbito da integração do HBIM com tecnologias emergentes como a inteligência artificial para fornecer novas abordagens de modelagem, simulações, análises diversas e predições para tomada de decisões no contexto de gestão do patrimônio.

Outras limitações envolveram a padronização e classificação dos objetos BIM no contexto de edificações históricas, sendo constatada a dificuldade de utilizar as recomendações de classificação da ABNT NBR 15965 (Sistema de Classificação da Informação da Construção), primeira norma BIM no Brasil, cujo principal objetivo é a padronização da nomenclatura através de uma “[...] combinação de diversos termos, com seus correspondentes códigos, oriundos de diferentes tabelas, para a discriminação completa de um componente, recurso, processo ou resultado gerado.” (CATELANI, SANTOS, 2016).

Do exposto, devido ao escopo deste trabalho e às limitações de tempo, pode-se concluir que ainda há o que ser feito quanto à investigação dos resultados à longo prazo, uma vez que um dos objetivos da aplicação do protocolo obtido é otimizar a gestão dos dados tangíveis e intangíveis do patrimônio construído em consonância com o decorrer do ciclo de vida da

edificação e a adaptabilidade das pessoas envolvidas. Apenas com esta avaliação novas percepções poderão surgir a fim de proporcionar ajustes ao protocolo HBIM proposto.

8.1 Contribuições

É esperado que o método aqui apresentado possa servir de referência para trabalhos semelhantes em HBIM, servindo de diretrizes a serem adaptadas aos escopos de seus projetos.

Sobre a gestão dos dados, entende-se que mesmo um modelo BIM de pequena escala requer a organização e a gestão de dados de forma eficiente. O exercício inicial produzido neste trabalho pode ajudar novas equipes a entender como os dados podem ser estruturados e organizados para um modelo BIM mais complexo.

Quanto ao uso do modelo pela gestão da edificação do estudo de caso, o método de organização de dados proposto foi obtido de forma que possíveis ações de gestão da edificação histórica possam ser embasadas em um repositório repleto de informações para fins de investigação, proteção, conservação e divulgação. Além disso, o modelo HBIM pode servir como uma base para a expansão futura. À medida que a organização adquire mais familiaridade, ela pode evoluir o modelo existente, adicionando mais detalhes e informações.

A criação de um modelo BIM do Museu necessitou da realização de uma breve análise organizacional. O reconhecimento das conclusões obtidas do relatório por parte da gestão da edificação pode proporcionar que se compreenda melhor as necessidades específicas e as dores do ativo.

8.2 Recomendações para trabalhos futuros

Algumas particularidades não puderam ser contempladas neste trabalho, como no quesito da modelagem: condições do subsolo, topografia, área anexa dos banheiros, instalações elétricas e hidráulicas, pontos de iluminação e energia. Estes elementos podem ser melhor trabalhados futuramente.

Sobre a padronização e classificação de objetos HBIM, podem ser produzidos trabalhos acerca da padronização e classificação de objetos BIM específicos para edificações históricas. Isso pode promover a criação de diretrizes e normas mais específicas para esse contexto. Além disso, pode proporcionar avanços nas ferramentas e metodologias para análise de custos e orçamentação específicas para projetos de preservação de edificações históricas.

Sobre a modelagem BIM do acervo, também é interessante novas investigações sobre estratégias de longo prazo para a preservação de acervos digitais de modelos HBIM, garantindo que esses recursos permaneçam acessíveis e utilizáveis ao longo do tempo e que seu uso seja viável aos gestores de Museus.

É conveniente que seja realizada a avaliação dos resultados da aplicação deste protocolo HBIM num período de médio e longo prazo, pois é fundamental para sua validação integral. Desse modo, a continuidade do presente estudo proporcionará maior confiabilidade ao protocolo HBIM em estudo através de correções e reflexões levando em consideração as resoluções futuras.

Referências

ABDI. **A Implantação de Processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC** / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017.

ABDI. **Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC** / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017.

AEC Magazine. **BIM and the Notre-Dame Resurrection**. 2021. Disponível em: <https://aecmag.com/bim/bim-and-the-notre-dame-resurrection-revit/> Acesso em 27 out 2023.

van Aken J.E. 2004. **Management research on the basis of the design paradigm: The quest for field-tested and grounded technological rules**. Journal of Management Studies, 41(2): 219–246.

ANGELUCI, Alan; REDIGOLO, Gabriela; ARAKAKI, Patrícia, SILVA, Paulo. 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.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

BIMForum. **LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY** For Building Information Models and Data, 2019. Disponível em: https://bimforum.org/wp-content/uploads/2022/06/BIMForum_LOD_2019_reprint.pdf Acesso em: 10 jun 2023.

BIMForum. **Level of Development (LOD) Specification 2021 Supplement**, 2021. Disponível em: <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2023/01/Supplement-to-LOD-Spec-2021-2022-12-29.pdf>. Acesso em: 10 jun 2023.

BIM Fórum Brasil. Processo de Projetos BIM na Recuperação do Museu Nacional. 2022. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/post/processo-de-projetos-bim-na-recupera%C3%A7%C3%A3o-do-museu-nacional> Acesso em: 12 jul 2023.

CAMPESTRINI et al. Entendendo BIM, 2015. Curitiba, Paraná. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro_entendendo_bim.pdf Acesso em: 6 mai 23.

CASTELLANO-ROMÁN, Manuel; PINTO, 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%3Dihub>. Acesso em: 20 mar. 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00110>

CATELANI, Wilson Silva; SANTOS, Eduardo Toledo. **Normas Brasileiras sobre BIM. Concreto e Construções**. Ed. 84, 2016. 54 - 59p

CORRÊA, Maíra Torres. **O Projeto de Implementação do Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão no IPHAN: Impactos de Sistemas de Informações Gerenciais nos Processos Organizacionais e nas Políticas de Gestão**. Brasília, DF. 2014. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/1838/1/Ma%c3%adra_Torres_TCC_EGP9.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

HEESOM, D., BODEN, P., HATFIELD, A., ROOBLE, S., ANDREWS, K. and BERWARI, H. **Developing a collaborative HBIM to integrate tangible and intangible cultural heritage**, International Journal of Building Pathology and Adaptation, Vol. 39 No. 1, pp. 72-95. 2021. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJBPA-04-2019-0036/full/html>>. Acesso em: 15 mar. 2022. doi: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2019-0036>

EASTMAN, Chuck, TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael et al. **BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2017.

G1. **Após 52 anos de demolição, a Catedral de Caruaru ainda gera divergências**. Caruaru e Região, Kamylla Lima. 2016. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2016/05/apos-52-anos-demolicao-da-catedral-de-caruaru-ainda-gera-divergencias.html>> Acesso em: 05 jun 2022;

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

Historic England. **BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model**. Swindon. Historic England. 2017. Disponível em: <<https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/recording-heritage/>>

IPHAN. **Livros do Tombo**. 2014. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/608>>. Acesso em: 10 jun 2022;

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LIMA SILVA, G. M.; REGO CABRAL, M. I. **Investigação sobre a demolição e reconstrução da Catedral Nossa Senhora das Dores: uma análise histórico-arquitetônica**. Revista Brasileira de Iniciação Científica, [S. l.], v. 11, p. e024001, 2023. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/1320>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

López, Facundo J., Pedro M. Leronés, José Llamas, Jaime Gómez-García-Bermejo, and Eduardo Zalama. 2018. **A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). Multimodal Technologies and Interaction** 2, n. 2: 21.

LOPES , Luana et al. **INOVAÇÕES EDUCACIONAIS COM O USO DA REALIDADE AUMENTADA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**. EDUR - Educação em Revista. v.35.. Belo Horizonte, RS. 2019

Memorial da Cidade. **Museus de Caruaru**, 2011. Disponível em: <<http://museusdecaruaru.blogspot.com/p/memorial-da-cidade.html>>. Acesso em 10 de Ago. de 2022.

MIKALOUSKAS 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

Ministério da Cultura. **Bens Culturais Registrados**. 2023. Disponível em: <<http://colaborativo.ibict.br/tainacan-iphan/>>. Acesso em: 10 out 2023.

Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta **A documentação como ferramenta de preservação da memória** / Mario Mendonça de Oliveira. __ Brasília, DF: IPHAN / Programa Monumenta, 2008.

Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural** / Elaboração José Hailon Gomide, Patrícia Reis da Silva, Sylvia Maria Nelo Braga. _ Brasília : Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005.

NASCIMENTO, Alan Marcionilo do; ADILSON FILHO, José. **O templo dos antepassados e a igreja dos novos tempos**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 27., 2013, Natal. Anais [...]. Natal: 2013. p. 1-7. Disponível em <http://www.eeh2016.anpuh-rs.org.br/resources/anais/27/1364844465_ARQUIVO_OTEMPLADOSANTEPASSADOSEAIJREJADOSNOVOSTEMPOS.Anpuh.pdf> Acesso em 10 out 2023.

NomadsUSP. **Patrimônio cultural colaborativo** - SICG. 2023. Disponível em:<<http://www.nomads.usp.br/wp/patrimonioculturalcolaborativo/sicg/>>. Acesso em: 10 set 23.

Pernambuco. Tribunal de Contas do Estado. **Rito de intervenções em bens culturais afetados por proteção legal** / Eduardo França ; José Odilo de Caldas Brandão Filho. – Recife : Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, 2012.

Projeto Museu Nacional Vive - Relatório 2022. 2022. Disponível em: <https://museunacionalvive.org.br/wp-content/uploads/2023/02/sanitize_relatorio-mnv-22_portugues.pdf_100223-112944.pdf>. Acesso em: 12 jul 2023.

SICG. **Manual do Usuário**. IPHAN, 2023. Disponível em: <<https://sicg.iphan.gov.br/sicg/manual/manual.html>>. Acesso em: 07 jul. 2023

SILVA, Thales Walmir do Espírito; CASTRO, Viviane Mari Cavalcanti. **Inventário do patrimônio material do município de Caruaru, Agreste central de Pernambuco**. [Congresso de Iniciação Científica] UFPE 2015 - XXIII CONIC VII CONITI IV ENIC. 2015. Disponível em:<https://www.ufpe.br/documents/616030/870038/Inventario_do_patrimonio_material_do_municipio_de_caruaru.pdf>Acesso em: 12 jan. 2022.

SOSTER, S. S.; PRATSCHKE, A. iPatrimônio: **Georreferenciamento do Patrimônio Cultural Brasileiro**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v.15, n.1, p.54-66, jan.2020.

Sinaenco. BIP, BEP e BIM Mandate: entenda as diferenças e importância de cada um. **INFRAESTRUTURA**. 2022. Disponível em: <<https://sinaenco.com.br/noticias/bip-bep-e-bim-mandate-entenda-as-diferencas-e-importancia-d-e-cada-um/>>. Acesso em: 10 jun 23.

SpBIM. **O que é ou não é BIM**. 2022. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-ou-nao-bim/>>. Acesso em: 2 mar 2023.

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.

TELES, Carlos Dion de Melo. **Inspeção de Fachadas Históricas: Levantamento de materiais e danos de argamassas de revestimento**. São Carlos, SP, 2010.

TOLENTINO, M. M. A. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico**. XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, SIGraDi 2016. Anais... Buenos Aires: Blucher Design Proceedings, 2016.

UNESCO. Entendendo o Patrimônio Cultural Imaterial. 2019. Disponível em: <<https://en.ccunesco.ca/blog/2019/10/understanding-intangible-cultural-heritage>>. Acesso em: 2 mar 2023.

VIEIRA, Natália Miranda. Materialidade e imaterialidade no patrimônio construído: Brasil e Itália em diálogo / Natália Miranda Vieira de Araújo. – Recife: Ed. UFPE, 2022.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZIKMUND, W. G. **Business research methods**. 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.

Apêndice

1. Questionário de investigação da edificação

UFPE - Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo

Aluna: Rebeca Hayanny Braz Pessôa

Professor Orientador: Max Andrade

Questionário: Museu Memorial de Caruaru

Data:

Sobre o questionário: As perguntas aqui apresentadas servirão para se obter um conhecimento geral sobre a edificação e sua organização, além de uma perspectiva dos documentos técnicos disponíveis para auxílio da modelagem 3D. Algumas outras informações são necessárias para criação de propriedades para o modelo BIM (como um possível cadastro dos itens do acervo). São perguntas iniciais que posteriormente poderão ser melhor exploradas. A aluna se compromete em não divulgar/disponibilizar em seu trabalho quaisquer informações consideradas confidenciais pelo(a) entrevistado(a).

1 - Questões Gerais do Entrevistado

1.1 Nome do entrevistado(a) e função:

1.2 Quais suas principais atividades?

1.3 Quantos funcionários trabalham normalmente no museu? Em que funções atuam?

1.4 Você tem conhecimento prévio sobre BIM (Building Information Modeling)?

1.5 É utilizado algum software/metodologia BIM na gestão do Museu Memorial de Caruaru? Se sim, qual/quais?

2 - Funcionamento do Museu x Pandemia

2.1 Quando se iniciou o fechamento temporário do Museu?

2.2 Quando o Museu foi reaberto para visitação?

2.3 Qual era média mensal de visitantes antes da pandemia (estimativa):

2.4 Qual a média mensal de visitantes durante a pandemia caso tenha funcionado neste período (estimativa):

2.5 Qual a média mensal de visitantes após a pandemia (estimativa):

2.6 Foram tomadas medidas/ações para divulgação/acesso ao acervo de forma remota durante a pandemia? Se sim, quais?

2.7 Caso o Museu tenha funcionado durante a pandemia, quais os requisitos adotados? (ex: distanciamento, capacidade máxima, horários de funcionamento...)

3 - Visitantes

3.1 Há cadastro de visitantes? Se sim, que tipo de informações são registradas?

3.2 Capacidade do museu: Qual é a estimativa de quantidade máxima de pessoas que o museu pode acomodar nas diversas áreas? (Ex: térreo / mezanino)

3.3 Visitantes portadores de necessidades especiais: Há ações de acessibilidade para esse público? Se sim, quais? (ex: rampas, espaços adequados para manobra, painéis/obras com alturas acessíveis, objetos/peças com legendas em braille, sinalização tátil, etc)

3.4 Há venda/doação de guias, catálogos, réplicas ou lembranças no Museu? Se sim, quais?

3.5 O museu tem website/redes sociais? Se houver, quais os endereços e que tipo de mídias/informações são exibidas? (ex: horários, como chegar, exposições, loja...)

4 - Documentação e Registros

4.1 Existem registros históricos da arquitetura da construção? (relatórios gerais, plantas baixas, cortes, elevações, planta de cobertura, etc). Se sim, quais?

4.2 Existem levantamentos técnicos atuais da arquitetura da construção? (relatórios gerais, plantas baixas, cortes, elevações, planta de cobertura, etc). Se sim, quais?

4.3 Existem registros históricos da estrutura da construção? (relatórios gerais, plantas baixas, cortes, elevações, planta de cobertura, etc). Se sim, quais?

4.4 Existem levantamentos técnicos atuais da estrutura da construção? (relatórios gerais, plantas baixas, cortes, elevações, planta de cobertura, etc). Se sim, quais?

4.5 Existem registros técnicos das instalações e projetos complementares (elétrico, hidrossanitário, ar condicionado, rede/telefone, gás, detecção de incêndio, outros) da edificação? Se sim, quais?

4.6 Existem registros relacionados à conservação/restauros anteriores? (Relatórios, Mapa de danos, etc) Se sim, quais?

4.7 A edificação passou por reformas/restauros recentes? Se sim, de forma resumida, quais? Há documentação dos serviços feitos?

4.8 Existe no Museu algum tipo de referencial teórico (livro, jornais, fotos, etc) relacionados à sua história? Há alguma sugestão de consulta a algum estudo/acervo?

5 - Estratégias de Ação e Manutenção

5.1 Há um Plano de Manutenção e Conservação da edificação? Como se dá? (programação/periodicidade...)

5.2 Sobre o Plano de Manutenção, marcar as seguintes considerações:

PROCEDIMENTOS	Possui	Possui Manual	Possui relatórios	Preventivo	Corretivo
Manutenção da estrutura (telhado, escadas, etc)					
Manutenção Elétrica					
Manutenção Hidráulica					
Manutenção de cabeamentos (internet, telefone, etc)					
Manutenção de alarmes, sensores, câmeras					
Manutenção/conservação de Fachadas					
Limpeza, Higienização e Conservação do interior					
Controle de Pragas					
Manutenção de ar condicionados					
Sistema de Combate a Incêndio					
Manutenção/conservação das coleções do acervo					
Outros:					

6 - Documentação e gerenciamento do acervo

6.1 De que maneira é feita a documentação das peças no Livro de Tombo/Registro: Em status informar se os objetos do acervo são contemplados pelas categorias na tabela. Escrever (P) – possuem, (N) – não possuem, (?) – não tenho certeza (A) – apenas para alguns objetos.

Categoria	Descrição	Status
Número de identificação	O sistema comum consiste de um acrônimo do museu, o ano da incorporação, e o número consecutivo na ordem em que a coleção foi recebida, tudo separado por vírgula ou hífen. (ex: a vigésima incorporação de 2004 do Museu Arqueológico Nacional teria o número de incorporação MAN-2004-20)	
Proveniência	Histórico e a posse do item desde o momento de sua criação ou descoberta até o presente momento.	
Condição	Descrição escrita e visual do objeto (o estado de preservação e quaisquer defeitos)	
Localização de armazenamento	Localização daquele objeto na área onde é mantido o acervo.	

Fotografia		Além das vistas gerais, registro de inscrições, marcações e quaisquer danos ou reparos.	
Tipo de Objeto		Que espécie de objeto é (ex: pintura, escultura, relógio, máscara)	
Materiais e Técnicas		De que materiais é feito o objeto (ex: latão, madeira, óleo sobre tela) Como foi feito (ex: esculpido, fundido, entalhado)	
Medidas/Dimensões físicas		Qual é o tamanho e/ou peso do objeto. Especificar qual unidade de medida está sendo usada (centímetros, polegadas) e a que dimensão a medida se refere (altura, largura, profundidade).	
Inscrições e marcações		Há alguma marca de identificação, número ou inscrição no objeto (uma assinatura, agradecimento, título, marcas do autor, marcas de pureza, marcas de propriedade)	
Características distintas		O objeto possui alguma característica física que poderia ajudar a identificá-lo (danos, reparos ou defeitos de fabricação)	
Título		O objeto possui um título pelo qual é conhecido e pode ser identificado (ex: O Grito)	
Assunto		O que é retratado ou representado (ex: paisagem, batalha, mulher segurando criança)	
Data ou período		Quando o objeto foi feito (ex: 1893, início do século XVII, final da Idade do Bronze)	
Fabricante/Autor(es)		Quem fez o objeto? Pode ser o nome de uma pessoa conhecida (Thomas Tompion), uma empresa (Tiffany) ou um grupo cultural (Hopi)	
Proteção a direitos autorais/de imagem		Indicação de permissão para reprodução/fotografia	
Descrição		Quaisquer informações que ajudem a identificar o objeto (ex: cor e forma, onde foi feito)	
Forma de aquisição		Se foi compra, doação, empréstimo, etc	
Outros:			

6.2 De que maneira são armazenados os dados? São mantidos em um ambiente assegurado por sistemas de recuperação? (Ambiente físico, computacional/base de dados, ambos).

6.3 De que forma é feito o acesso às informações (para equipe do museu ou outros usuários, ex: atas, permissões, senhas em caso de arquivo virtual), tendo em vista o sigilo de dados confidenciais dos objetos.

6.4 Há um ambiente para reserva técnica de acervo? Se sim, como se dá a segurança? (física dos objetos como temperatura, iluminação, acesso, etc)

2. SICG - Ficha de Dados Básicos do Museu Memorial de Caruaru

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Natureza	Seleção única	Possui a lista de naturezas de bens.	Sim	Bem Imóvel
Tipo	Seleção única	Contém os tipos do bem.	Sim	Edificação
Classificação	Seleção única	Contém classificação de bens.	Sim	Arquitetura Civil
Nome do bem	Texto	Campo que identifica o nome formal do bem	Sim	Mercado de Fairinha
Nomes populares do bem	Texto	Nomes dados pela comunidade local	Não	Museu Memorial de Caruaru, Memorial da cidade
Bem pertence a	Seleção única	Referência entre o bem e qual o seu pai.	Não	
UF	Seleção única	Contém os limites estaduais.	Sim	PE
Município	Seleção única	Contém os limites municipais.	Sim	Caruaru
Localidade	Texto	Descrição da localidade, cidade do bem.	Não	Caruaru, Capital do Agreste
Bairro	Texto	Nome do bairro do bem.	Não	Nossa Sra. Das Dores
Tipo logradouro	Seleção única	Contém os tipos de logradouros dos correios.	Sim	Rua
Logradouro	Texto	Campo que indica o logradouro, endereço do bem.	Sim	Rua Duque de Caxias
Número	Texto	Número do endereço do bem.	Não	145
Complemento	Texto	Campo complementar do endereço do bem.	Não	não possui
CEP	Inteiro	CEP do bem.	Não	55004-300
Local específico	Texto	Identificação de algum local ou ponto de referência do bem.	Não	Próximo ao Marco Zero de Caruaru
Latitude	Decimal	Ponto que representa a localização do bem	Sim	-8.286.239
Longitude	Decimal	Ponto que representa a localização do bem	Sim	-35.971.850
Tipo propriedade	Seleção única	Indica o tipo de propriedade do bem	Sim	Pública
Uso do solo	Seleção única	Indica o uso do solo	Sim	Urbano
Entorno do bem	Seleção única	Indica a condição do entorno	Sim	Alterado
Estado de preservação	Seleção única	Indica o estado de preservação do bem	Sim	Pouco Alterado
Estado de conservação	Seleção única	Indica o estado de conservação do bem	Sim	Regular

3. SICG - Ficha de Dados Complementares do Museu Memorial de Caruaru

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Síntese do bem	Texto	Texto estruturado por regra negocial a partir de campos de informação já preenchidos a partir de uma regra negocial definida: Identificação do bem, nomes populares, UF (Nome), Município, Natureza do bem, Tipo do bem, estado de conservação, estado de preservação	Não	
Síntese histórica	Texto	Breve histórico sobre o bem, e sua interação com o meio	Não	
Meios de acesso ao bem	Texto	Define os meios de acesso ao bem de forma descritiva para auxiliar como chegar ao bem	Não	
Outras informações	Texto	Informações pertinentes que não sejam contempladas em outros campos	Não	
UF	Seleção única	Contém os limites estaduais	Não	
Município	Seleção única	Contém os limites municipais	Não	
Localidade	Texto	Descrição da localidade, cidade do bem	Sim	

4. SICG - Ficha de Caracterização externa da edificação

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Período histórico	Seleção única	Descrição do período de histórico	Sim	Sec. XX
Período de construção	Seleção única	Descrição do período de construção	Não	
Data estimada	Texto	Data ou época da construção	Não	1923
Arquiteto / Construtor / Autor	Texto	Nome do arquiteto / construtor / autor do bem imóvel	Não	Mestre de obras Rodolfo Vasconcelos
Tipologia	Seleção única	Descrição da tipologia	Sim	civil
Acima da rua	Inteiro	Indica a quantidade de pavimentos acima da rua.	Sim	1
Abaixo da rua	Inteiro	Indica a quantidade de pavimentos abaixo da rua.	Sim	1
Total	Inteiro	Medida em metros da altura total do bem	Sim	aproximadamente 9m
Sistema	Seleção única	Descrição do sistema construtivo	Sim	cobertura, estrutura autónoma, paredes internas, paredes externas
Materials	Seleção única	Descrição do material de construção	Sim	Cobertura: telha; estrutura autónoma: madeira; paredes externas: a avaliar; paredes internas: a avaliar
Original	Seleção múltipla	Descrição do tipo de uso original da edificação.	Não	comércio
Atual	Seleção múltipla	Descrição do tipo de uso atual da edificação.	Sim	turismo
Regime de ocupação	Seleção múltipla	Descrição do regime de ocupação	Sim	proprietário
Condições de risco	Seleção múltipla	Descrição das condições de risco	Sim	região de grande movimento de veículos diariamente, comércio intenso nos arredores
Fachada frontal	Número Decimal	Medida em metros da fachada da frente do bem	Não	20m
Fachada posterior	Decimal	Medida em metros da fachada da posterior do bem	Não	20m
Pé direito tipo	Decimal	Medida em metros e o Pé direito tipo do bem	Não	7m
Pé direito térreo	Decimal	Medida em metros e o Pé direito térreo do bem	Não	7m
Largura	Decimal	Medida em metros da largura do bem	Não	20m
Profundidade	Decimal	Medida em metros da Profundidade do bem	Não	31m
Cumeeira	Decimal	Medida em metros da Cumeeira do bem	Não	9m

5. SICG - Ficha de Descrição arquitetônica

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Volumetria	Texto	Informações relativas à observação da estrutura e dos elementos dominantes do imóvel, com foco nas soluções funcionais, da volumetria do bem imóvel	Não	
Paredes externas	Texto	Informações relativas à observação da estrutura e dos elementos dominantes do imóvel, com foco nas soluções funcionais, morfológicas e decorativas nas paredes externas	Não	
Cobertura	Texto	Informações relativas à observação da estrutura e dos elementos dominantes na cobertura (forma, materiais, técnicas construtivas, etc.)	Não	
Aberturas e elementos integrados	Texto	Informações relativas à observação dos elementos dominantes com foco nas soluções funcionais, morfológicas e decorativas	Não	
Informações complementares	Texto	Informações relativas à ocorrência de manifestações culturais tais como festejos, usos tradicionais, modos de produção, línguas faladas, etc	Não	

6. SICG - Ficha de Descrição do Lote

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Topografia do terreno ou lote	Seleção única	Indica a topografia do terreno lote.	Sim	Inclinado
Inscrição fiscal	Texto	Número da inscrição fiscal do bem no município, estado.	Não	
Lote vago?	Seleção única	Indica se o lote esta vago ou não	Sim	Não
Lote(m ²)	Númérico	Área total do lote do bem	Não	649,72m ²
Implantação	Númérico	Área de implantação da edificação no lote.	Não	649,72m ²
Construída	Númérico	Área total construída da edificação no lote/terreno.	Não	649,72m ²
Tipo	Seleção única	Descrição do tipo do valor imobiliário	Não	
Ano	Inteiro	Ano da coleta do valor do imóvel	Não	
Lote	Texto	Ano do lote	Não	

7. SICG - Ficha de caracterização interno

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Descrição arquitetónica	Texto	Descrição da arquitetura interna geral do bem, sua compartimentação e detalhes arquitetónicos relevantes.	Sim	
Bens móveis e integrados de interesse?	Seleção única	Identifica se a edificação possui algum bem móvel ou integrado de interesse para identificação e reconhecimento	Sim	Sim
Especificar	Texto	Campo que especifica textualmente qual(is) são os bens móveis e integrados de interesse	Sim	Mezanino de estrutura metálica projetado e construído na década de 1990 para acomodar as exposições de obras do acervo do
Designação	Seleção única	Indica qual o pavimento será objeto de cadastro de acordo com as opções existentes.	Sim	Térreo
Número	Númerico	Indica o número do pavimento	Sim	Subsolo
Vacância	Seleção única	Indica a condição de vacância do pavimento.	Sim	0
Uso	Seleção única	Indica o uso do pavimento	Sim	incerto
Observações	Texto	Campo que indica algumas observações sobre o pavimento.	Não	incerto
				parcialmente ocupado
				civilturismo

8. SICG - Ficha Ambiente Interno

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório	Input
Vacância	Texto	Demonstra a vacância do pavimento.	Não	indicado na tabela anterior
Uso	Seleção única	Demonstra o uso do pavimento.	Não	indicado na tabela anterior
Designação	Seleção única	Demonstra o pavimento cadastrado e o seu tipo.	Não	indicado na tabela anterior
Número	Númerico	Demonstra o número do pavimento	Não	indicado na tabela anterior
O pavimento sofreu modificação?	Seleção única	Indica se o pavimento sofreu alguma modificação na sua compartimentação interna original ou em seus bens integrados.	Sim	Térreo / Subsolo / Mezanino Sim / incerto / Não
Especificar	Texto	Campo de especificação da modificação, caso o pavimento tenha sofrido alguma modificação	Sim	Acrescimo de mezanino
Riscos de conservação	Seleção múltipla	Indica a lista de riscos de conservação ao pavimento em análise	Não	
Escala	Seleção única	Indicar se o arquivo de imagem (planta baixa) do ambiente interno possui escala ou não, selecionando uma das opções "Sem escala", "Escala gráfica" ou "Escala"	Sim	

9. SICG - Ficha de Cômodos

Nome do campo	Tipo	Descrição	Obrigatório
Designação	Seleção única	Descrição da designação do pavimento	Não
Número	Númerico	Numero do pavimento	Não
Uso	Texto	Descrição do uso	Não
Vacância	Seleção única	Descrição da vacância	Não
Arquivo	Seleção única	Upload do arquivo de imagem do cômodo	Não
Identificação	Texto	Campo único por pavimento que identifica unicamente o cômodo	Sim
Descrição	Texto	Descrição dos riscos de conservação	Sim
Divisórias - Tipo/Material	Texto	Material que é feito a(s) divisória(s) do cômodo	Não
Divisórias - Acabamento	Texto	Acabamento que é feito a(s) divisória(s) do cômodo	Não
Forros/Tetos - Tipo/Material	Texto	Material que é feito o(s) forro(s) do cômodo	Não
Forros/Tetos - Acabamento	Texto	Acabamento do(s) forro(s) do cômodo	Não
Pisos - Tipo/Material	Texto	Material que é feito o(s) piso(s) do cômodo	Não
Pisos - Acabamento	Texto	Acabamento do(s) piso(s) do cômodo	Não

10. QR Code para visualização 3D do Mercado de Farinha (Fase de 1923) em Realidade Aumentada



