ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Integração BIM-FM para manutenção de edifícios históricos

BIM-FM Integration for historic buildings maintenance

Pablo Henrique Neves Barreto
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | pablo.barreto@ufba.br
Natalie Johanna Groetelaars
Universidade Federal da Bahia | Salvador | Brasil | natgroet@ufba.br

Resumo

O artigo apresenta uma proposição de fluxo de trabalho para integração de informações BIM-FM em edificações históricas. Trata-se de uma lacuna de conhecimento, dadas às especificidades das edificações históricas em relação às novas construções, à necessidade de um levantamento, registro e acesso adequado de informações, tanto geométricas (com suas singularidades, irregularidades etc.) quanto semânticas (como dados históricos, materiais, estado de conservação). A metodologia consistiu em pesquisa bibliográfica, estudo de caso e experimentação prática em casarão histórico da UFBA, incluindo levantamento de dados, modelagem BIM e enriquecimento semântico no Revit, e exportação do modelo para o Dalux FM, junto a testes de interoperabilidade. Os resultados obtidos permitiram comprovar as potencialidades dessas tecnologias para registro, análise, gerenciamento de demandas de manutenção, programação e execução de serviços, bem como possibilitaram o desenvolvimento de um fluxo de trabalho para a integração de informações BIM-FM. Destaca-se a relevância desse estudo para profissionais e pesquisadores da área BIM-FM, especialmente voltada à gestão de manutenção de edificações históricas.

Palavras-chave: Interoperabilidade. HBIM. Tecnologias FM. Gestão da Manutenção. Conservação do Patrimônio Arquitetônico.

Abstract

This article presents a workflow proposal for integrating BIM-FM information in historic buildings. This is a knowledge gap, given the specificities of historic buildings in relation to new constructions, and the need for an adequate survey, recording and access of information, both geometric (with their singularities, irregularities, etc.) and semantic (such as historical data, materials, state of conservation). The methodology consisted of bibliographic research, case study and practical experimentation in a historic mansion at UFBA, including data collection, BIM modeling and semantic enrichment in Revit, and export of the model to Dalux FM, together with interoperability tests. The results obtained allowed us to prove the potential of these technologies for recording, analyzing, managing maintenance demands, scheduling and executing services, as well as enabling the development of a workflow for integrating BIM-FM information. The relevance of this study for professionals and researchers in the BIM-FM field is highlighted, particularly focused on the maintenance management of historic buildings.

Keywords: Interoperability. HBIM. FM technologies. Maintenance Management. Architectural Heritage Conservation.

Como citar:
BARRETO, P. H. N; GROETELAARS, N. J. Integração BIM-FM para manutenção de edifícios históricos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: ANTAC, 2024.

INTRODUÇÃO

As informações da construção são essenciais para comunicação e decisões ao longo do ciclo de vida das edificações, incluindo atividades de manutenção [1]. Nesse contexto, destaca-se o uso da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) associada ao Gerenciamento de Instalações (*Facility Management* - FM) [2][3].

O BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem associada a processos e políticas destinadas ao desenvolvimento e análise de modelos de construção [4][5]. Já o FM abrange funções organizacionais no espaço construído, como gestão de pessoas, recursos e de energia, resposta a emergência, gestão da manutenção (foco desse trabalho) etc., visando melhorar a qualidade de vida e produtividade [6]. A associação das tecnologias BIM-FM apresenta diversas potencialidades para registro, acesso e atualização das informações úteis para uma variedade de ações relacionadas à gestão de edificações, aumentando a eficiência operacional e melhorando o uso de recursos.

Os processos tradicionais de gerenciamento de manutenção enfrentam problemas como informações dispersas e retrabalho [7][8]. A gestão de manutenção de edificações históricas, em específico, é desafiadora devido à falta de informações sobre o processo construtivo e peculiaridades comuns a esses tipos de construções. As lacunas de conhecimento na área estão associadas à necessidade de um levantamento e registro adequado de informações, tanto geométricas (com suas singularidades, irregularidades etc.) quanto semânticas (como dados históricos, tipos de materiais, estado de conservação), além dos cuidados no processo de interoperabilidade de informações entre os sistemas BIM-FM.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é propor um fluxo de trabalho para integração de informações BIM-FM em edificações históricas.

Para tanto, a metodologia adotada consistiu em pesquisa bibliográfica, estudo de caso e experimentação prática no casarão histórico da Escola de Belas Artes (EBA) da Universidade Federal da Bahia – UFBA, incluindo levantamento de dados, modelagem BIM e enriquecimento semântico no Revit, e exportação do modelo para o Dalux FM, junto a testes de interoperabilidade.

INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS BIM-FM

O uso da tecnologia FM aliado ao BIM pode otimizar a operação e manutenção de edifícios ao longo de sua vida útil, e essa integração pode ocorrer de diversas formas. Uma delas é a integração direta, via *plug-ins* de sistemas interoperáveis que funcionam como Ambientes Comuns de Dados (*Common Data Environment* – CDE) ou plataformas que facilitam o compartilhamento de informações entre todos os envolvidos no projeto [9].

A integração também pode ocorrer de maneira indireta, utilizando formatos e padrões de arquivos neutros voltados à interoperabilidade entre diferentes aplicações BIM, como *Industry Foundation Classes* (IFC) e o *Construction Operations Building*

Information Exchange (COBie) [4]. O COBie, muito usado para FM, funciona como uma especificação para o compartilhamento de informações de construções e operações [10], permitindo reunir os principais dados sobre uma edificação e suas instalações em uma planilha estruturada.

Sob essa ótica, é importante destacar a pesquisa de Santos [11], que avaliou a interoperabilidade de softwares FM, destacando-se suas características para integração com BIM. O fluxo de integração BIM-FM envolve a coleta de informações durante a construção, modelagem geométrica e semântica, integração informacional e tecnológica, bem como compartilhamento de dados para manutenção e operação dos espaços [11][12][13]. Vale ressaltar também que o processo de organização das informações da construção é fundamental para o sucesso da aplicação dessas tecnologias nos empreendimentos.

ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Para que um empreendimento da construção seja bem sucedido, é importante que os envolvidos estejam alinhados com os mesmos conceitos e definições dos termos relacionados. Assim, é fundamental um sistema de classificação da informação da construção, uma estrutura hierárquica de categorias de elementos construtivos, materiais, atividades e processos, que agrega na organização e padronização de dados de serviços, facilitando a comunicação e gestão das atividades desenvolvidas [14][15].

Para desenvolver um sistema de classificação da informação da construção eficaz, é relevante estabelecer requisitos claros e precisos para as informações da construção, visando melhorar a interoperabilidade e reduzir erros e retrabalho [16][17][18][19][20].

No contexto da modelagem BIM, técnicas como a classificação hierárquica (taxonomia) e a definição de um vocabulário comum entre os usuários de um determinado sistema (ontologia) são essenciais para organizar as informações de forma estruturada e dinâmica. A taxonomia permite agrupar os objetos em classes com propriedades específicas, enquanto a ontologia estabelece o relacionamento entre os conceitos de um determinado domínio de conhecimento, como a integração das tecnologias BIM-FM [21][22][23].

A organização da informação da construção também coopera para a otimização do gerenciamento de ativos e do processo decisório em atividades de manutenção, com uma integração mais eficaz das tecnologias BIM-FM, uma vez que viabiliza a automação de tarefas e ganho de tempo na recuperação de informações relevantes [16][17][18][19][20]. Tendo em vista a manutenção de edificações históricas, no entanto, os desafios são maiores, devido as suas peculiaridades, tais como detalhes arquitetônicos únicos, especificidades dos processos construtivos, dificuldade ou impossibilidade de substituição dos materiais constituintes etc.

A organização, classificação e especificação da informação da construção contribuem para a consistência e qualidade dos dados que serão armazenados e gerenciados nos modelos digitais de edificações, particularmente na modelagem BIM. Aplicada à área de conservação do patrimônio histórico, a metodologia é conhecida como *Heritage Building Information Modeling* – HBIM, possibilitando diversas funcionalidades como: explorar diferentes cenários de intervenções, documentação e monitoramento de condições ambientais, planejamento de conservação, manutenção preventiva, planejamento de segurança contra incêndios etc. [24].

Dessa forma, é importante adotar boas práticas para a captura, armazenamento, gerenciamento e uso dessas informações, assegurando qualidade e completude. Nesse sentido, diversos padrões vêm sendo desenvolvidos, como os protocolos e níveis de classificação para BIM e HBIM, tais como:

- Nível de Desenvolvimento (*Level of Development* – LOD): Refere-se ao grau de maturidade na definição dos elementos construtivos à medida em que o projeto está sendo desenvolvido [25];

- Níveis de Detalhe, de Informação e de Acurácia. Esses conceitos estão incorporados no Protocolo LODIA, que engloba os acrônimos correspondentes, respectivamente: *Level of Detail* – LoD*; Level of Information* – LOI *e Level of Accuracy* – LOA. Possibilita a especificação de cada um desses critérios em um modelo HBIM, de modo independente, para maior consistência das informações envolvidas [26];

- Nível de Informação Necessária (*Level of Information Need* – LOIN): determina a quantidade mínima de informação (geométrica, alfanumérica e de documentação) para atender aos requisitos do modelo. Ou seja, permite especificar, de acordo com os objetivos de um modelo, as informações necessárias e disponíveis [25].

Apesar de existirem várias iniciativas, não há consenso sobre um padrão amplamente aceito entre as definições. No entanto, é importante que haja bom senso na aplicação desses conceitos para que os resultados sejam consistentes.

ESTUDO DE CASO

Essa seção apresenta uma síntese das diversas atividades realizadas no Casarão da Escola de Belas Artes da UFBA, objeto adotado para o estudo de caso e realização da experimentação prática. A escolha dessa edificação se deu em função de sua relevância histórico-cultural, da experiência de um dos autores como técnico administrativo da área de manutenção da UFBA e do conhecimento das limitações existentes no sistema de gestão da manutenção da universidade.

Os procedimentos metodológicos adotados incluíram: 1) levantamento/organização dos dados; 2) modelagem BIM e configurações no Revit, e 3) realização de testes no software Dalux FM (Figura 3). Realizaram-se também testes de interoperabilidade e

verificação da integridade dos dados para avaliar a eficácia e limitações das tecnologias utilizadas e possibilitar a proposição de um fluxo de trabalho.

DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O Casarão da Escola de Belas Artes da UFBA foi tombado em 2003 como patrimônio cultural da Bahia [27] (Figura 1). Construído como residência unifamiliar por volta de 1870, funcionou como asilo entre 1940 e 1957 [28][29]. Posteriormente, abrigou a antiga Escola de Geologia. A adaptação da obra para as diversas funções atendidas, resultaram em várias reformas ao longo do tempo. Atualmente, abriga atividades da Escola de Belas Artes, como administração, salas de aula, laboratórios, espaços para exposições etc. [30].

Figura 1: Casarão da Escola de Belas Artes da UFBA



Fonte: [30].

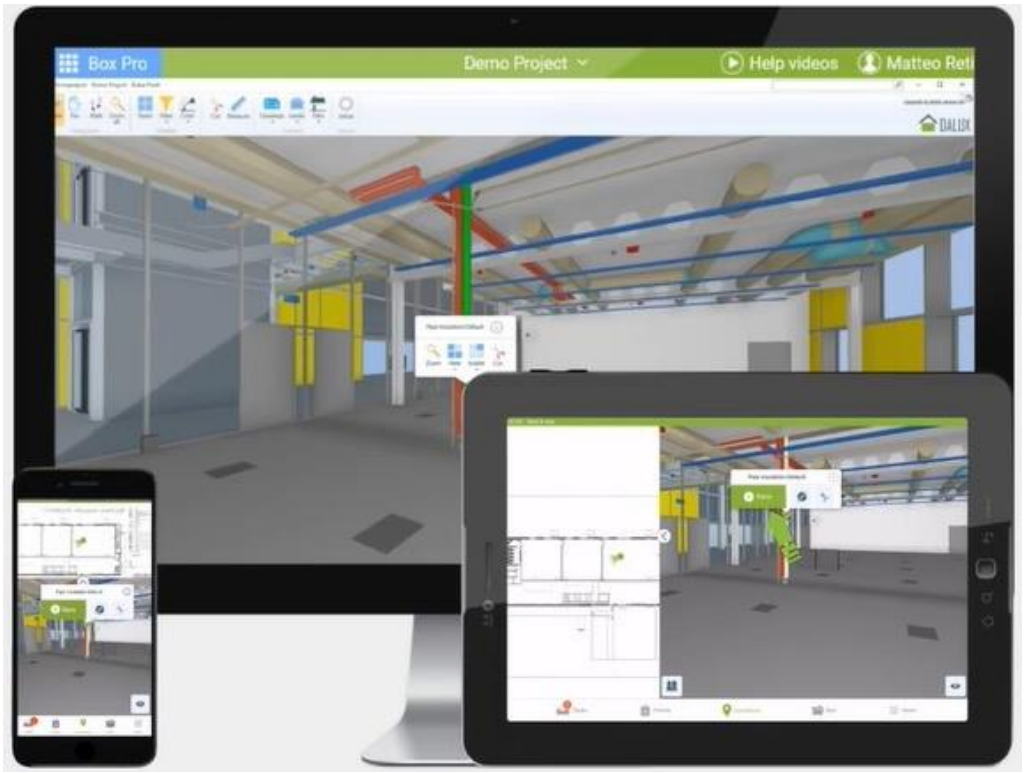
GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO

A manutenção do casarão é realizada pela Superintendência de Meio Ambiente e Infraestrutura (SUMAI) da UFBA, por meio de mão de obra especializada, materiais e equipamentos e programações periódicas de serviços, apoiada no Sistema Integrado de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC) [31]. O SIPAC apresenta diversas limitações, como a falta de integração de informações de apoio, interface pouco intuitiva e fragmentada, e a falta de correlação do sistema com os softwares de arquitetura em uso na universidade [32][33]. Nesse sentido, ressalta-se a importância de investigação de sistemas mais eficazes para a gestão da manutenção das edificações, especialmente as históricas, tal como descrito a seguir.

EXPERIMENTO REALIZADO

No experimento foi investigado o Dalux FM, software cujas funcionalidades principais envolvem sua interface de integração com a tecnologia BIM [34]. Pode ser operado *online*, por meio de dispositivos móveis ou via computadores desktop (Figura 2).

Figura 1 Exemplos de acesso ao Dalux FM (computador, *smartphone* e *tablet*)



Fonte: [34].

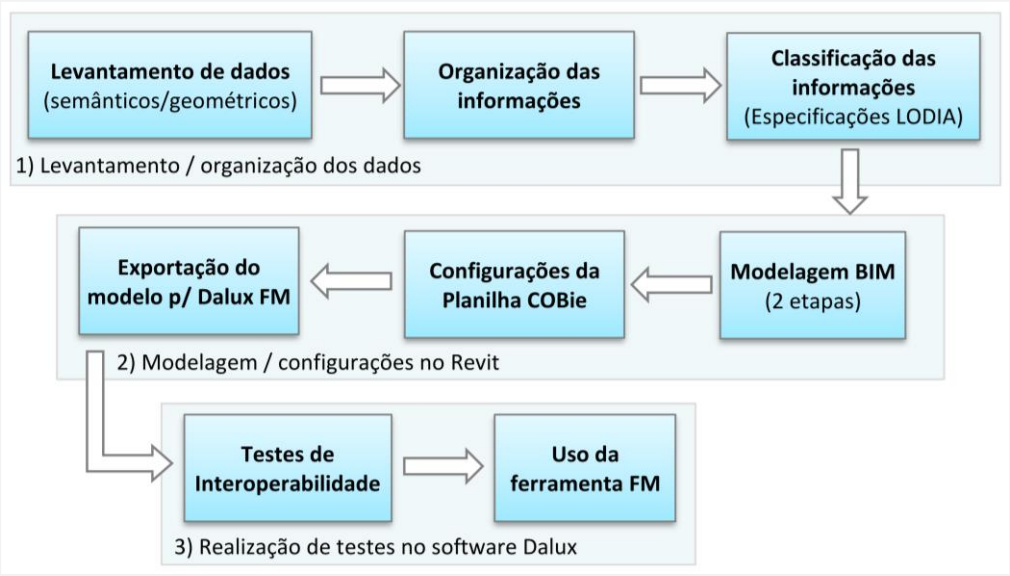
O padrão de classificação das informações da construção utilizado na ferramenta é o Omniclass, o mesmo adotado pela legislação brasileira, mas possibilita o uso de outros sistemas classificatórios [14][35].

Quanto ao compartilhamento de dados, este pode ser tanto com programas proprietários BIM (como Revit e Navisworks), como por meio de informações oriundas de outras plataformas, via protocolos e formatos interoperáveis, como planilhas COBie e modelos em IFC. Possibilita a exibição simultânea de plantas com representações tridimensionais e possuem filtros para facilitar a visualização de elementos de interesse (como instalações elétricas, hidráulicas, mobiliário etc.).

Outros recursos incluem abertura e gerenciamento de demandas (“*tickets*”), ordens de serviços, emissão de relatórios, controle de custos, manutenções programadas, garantias etc.

Quanto às etapas gerais do experimento, foram realizadas atividades conforme as ilustradas na Figura 3 e descritas a seguir.

Figura 3: Fluxograma metodológico



Fonte: Os autores.

LEVANTAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Primeiramente, foram levantados dados semânticos junto à EBA da UFBA e aos órgãos ligados à sua manutenção e conservação, obtendo-se plantas existentes da edificação. Na sequência, foram capturadas informações geométricas por levantamento fotográfico (terrestre e via drone), além de medições internas e externas da construção. Essas etapas iniciais estabeleceram a base do processo [36].

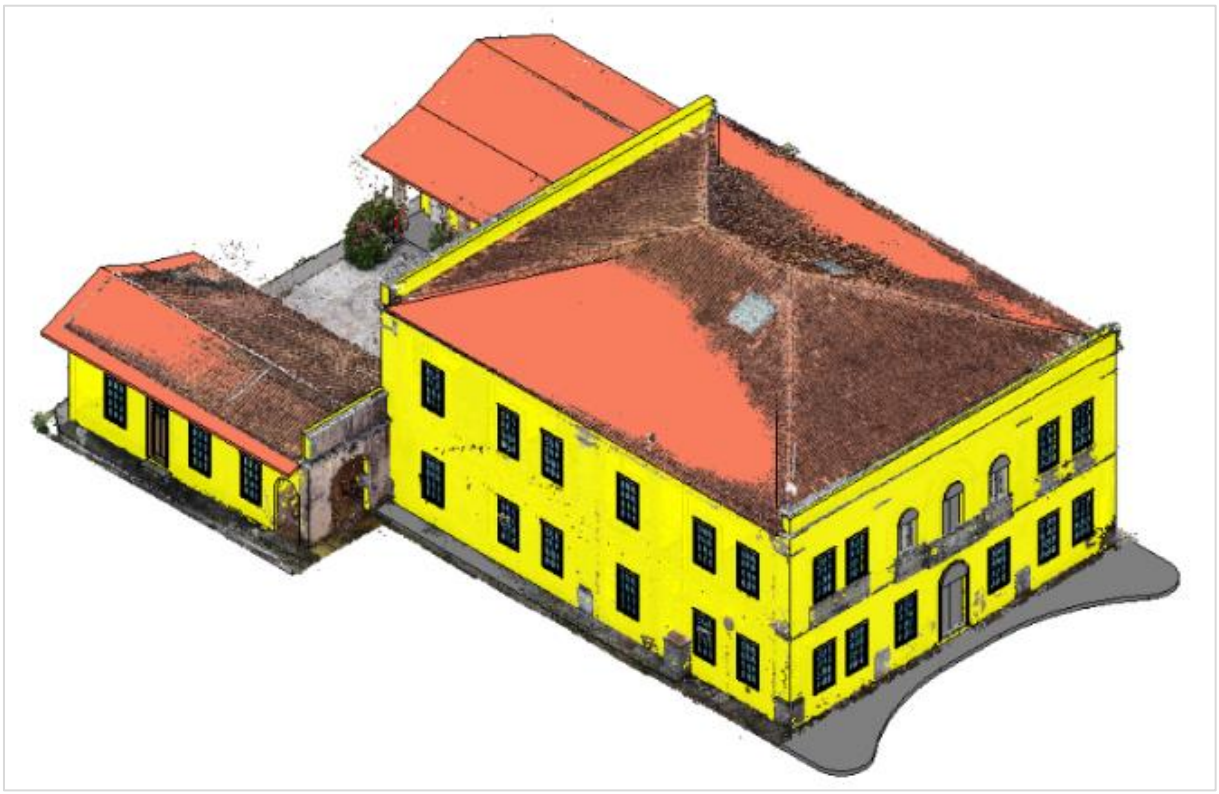
Em seguida, as imagens foram processadas no Agisoft Metashape, programa para fotogrametria que permite gerar nuvens de pontos. Essas foram usadas como base, junto às plantas, para modelagem BIM simplificada no Revit. Durante essa etapa, foram realizadas a organização e classificação dos dados para o enriquecimento semântico e para a integridade do modelo [37].

Adotou-se o protocolo LODIA [26] para guiar a modelagem, especificando níveis de detalhe geométrico, semântico e de precisão do modelo BIM, tanto para a modelagem geral quanto para os ambientes detalhados [37].

MODELAGEM/CONFIGURAÇÕES NO REVIT

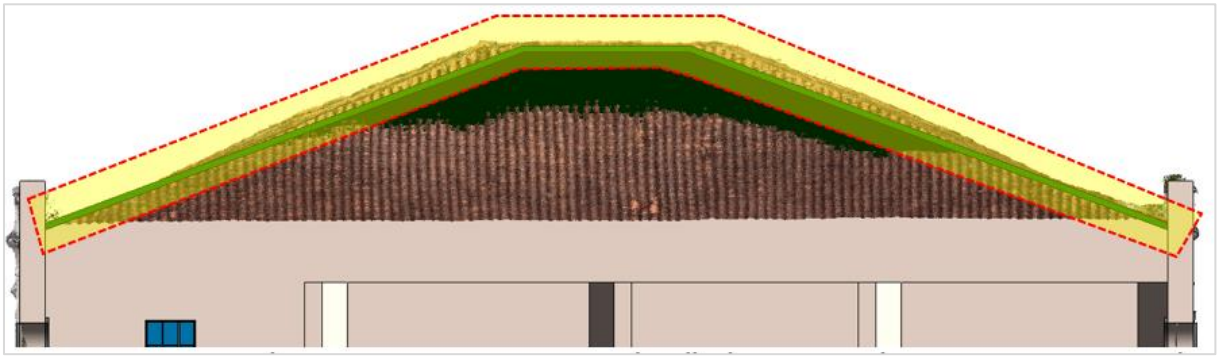
A modelagem BIM no Revit ocorreu em duas etapas. O primeiro modelo gerado (Figura 4) foi simplificado, trabalhando com famílias existentes no programa e ignorando algumas irregularidades visíveis na nuvem de pontos (Figura 5).

Figura 4: Modelo BIM sobreposto à nuvem de pontos do Casarão (primeira modelagem)



Fonte: [36].

Figura 5: Comparativo entre perfil do telhado na nuvem de pontos com o BIM



Fonte: [36].

Em um segundo momento, realizou-se um levantamento mais detalhado dos ambientes e esquadrias, e uma especificação dos materiais (piso, teto, parede, rodapé e instalações), possibilitando uma modelagem mais elaborada da construção (Figuras 6 e 7).

Figura 6: Modelo BIM do Casarão (segunda modelagem)



Fonte: [37].

Figura 7: Perspectiva do modelo BIM seccionado



Fonte: [37].

Depois, realizaram-se testes para exportação dos arquivos, começando pela configuração do COBie (verificando sua viabilidade em situações de softwares não proprietários) e, depois, pela exportação direta para o sistema Dalux FM, associado ao conceito de CDE (integração direta dos dados).

TESTES/USO DO DALUX

Para os testes de interoperabilidade entre Revit e Dalux FM, foram consideradas as integrações direta e indireta no Salão Nobre do Casarão, onde há telas da galeria dos

ex-diretores da EBA, organizadas como linha do tempo da instituição (Figura 8). Algumas telas foram modeladas, incluindo texturas (imagens) e metadados (obtidos *online*) no Revit.

Figura 8: Painel da "linha do tempo" e galeria dos ex-diretores no Salão Nobre (esquerda) e modelagem da mesma com aplicação de texturas no Revit (direita)

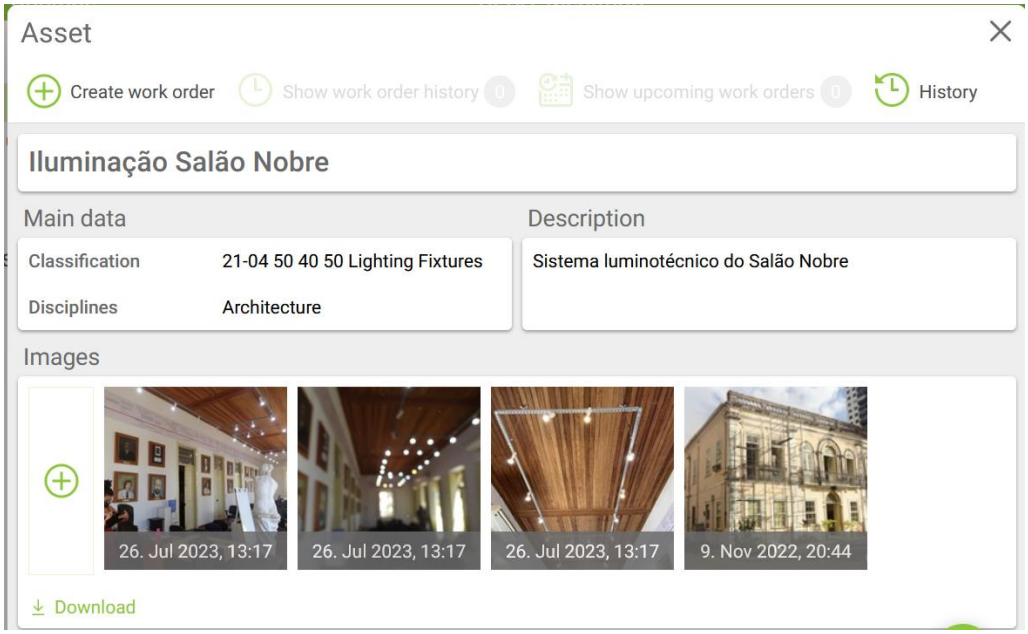


Fonte: [37].

No teste inicial, ao exportar o modelo do Revit para o Dalux FM (via *plug-in*), as texturas foram perdidas, mas as informações semânticas foram preservadas. Suspeitando que o modelo BIM estivesse sobrecarregado, foi criado um modelo mais simples, mas a textura continuou sem ser reconhecida, indicando que a ferramenta FM não suportaria esse recurso (isso foi confirmado depois com um dos representantes do software). Em seguida, testou-se o formato IFC do modelo do casarão para ser carregado no Dalux FM. Verificou-se uma perda de informações semânticas significativas: apenas 17 das 98 propriedades originais do Revit foram mantidas. Houve também erros na geometria, como paredes ultrapassando o telhado.

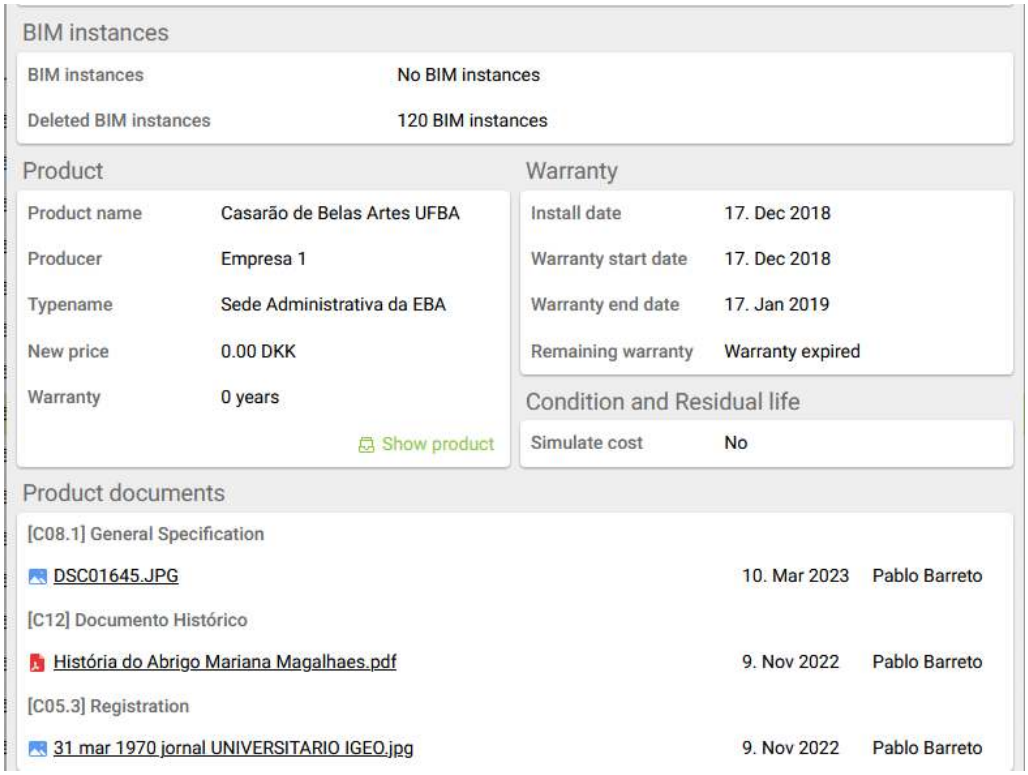
Para continuidade do experimento adotou-se, portanto, o processo de integração direta, via *plug-in* do Dalux no Revit, e partiu-se para a experimentação dos recursos da ferramenta FM. O Dalux FM mostrou-se dinâmico em comparação ao gerenciamento de manutenção convencional. Permite a inserção de informações complementares ao modelo importado do Revit, como identificação, localização geográfica, registro de elementos e características construtivas (Figuras 9 a 12). Outros arquivos podem ser anexados, tornando o modelo uma base de informações para diversos tipos de serviços.

Figura 9: Visualização das principais informações de um ativo no Dalux FM (parte 1)



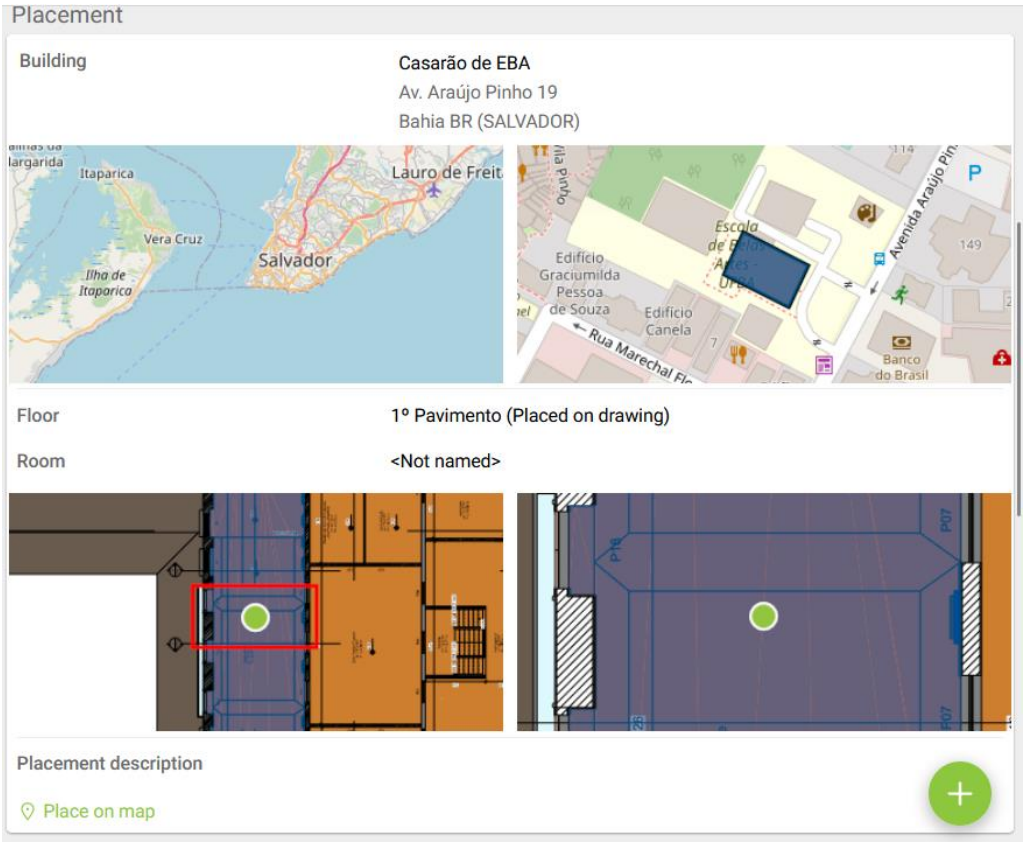
Fonte: [37].

Figura 10: Visualização das principais informações de um ativo no Dalux FM (parte 2)



Fonte: [37].

Figura 11: Localização de ativo no Dalux FM (planta baixa e modelo BIM)



Fonte: [37].

Figura 12: Visualização no Dalux FM de luminárias no contexto modelado



Fonte: [37].

As informações da edificação presentes no Dalux podem ser acessadas via aplicativo em dispositivo móvel, que permite também abrir requisições de serviços por meio de *QR Codes* associados a qualquer objeto (como equipamento, mobiliário, elemento construtivo, instalação etc.).

A navegação pelo modelo BIM revelou-se um diferencial da ferramenta FM (Figura 13), permitindo diversas interações e extrações de informações específicas da edificação existente, como medidas e visualização de detalhes construtivos. Outra funcionalidade

interessante é a programação de manutenções periódicas, com alertas automáticos sobre prazos para vistorias e trocas de peças.

Figura 13: Perspectiva do modelo seccionado visualizado no Dalux FM



Fonte: [37].

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da experimentação revelaram alguns aspectos relevantes, tais como: o software permitiu a visualização de modelos BIM e o gerenciamento de manutenção do patrimônio construído, por meio de diversas funcionalidades como registro de informações, associações de arquivos diversos (folhas de projetos, laudos de vistorias, fotografias etc.), emissão de ordens de serviço, controle de custos, agendamento de manutenções preventivas e periódicas etc.

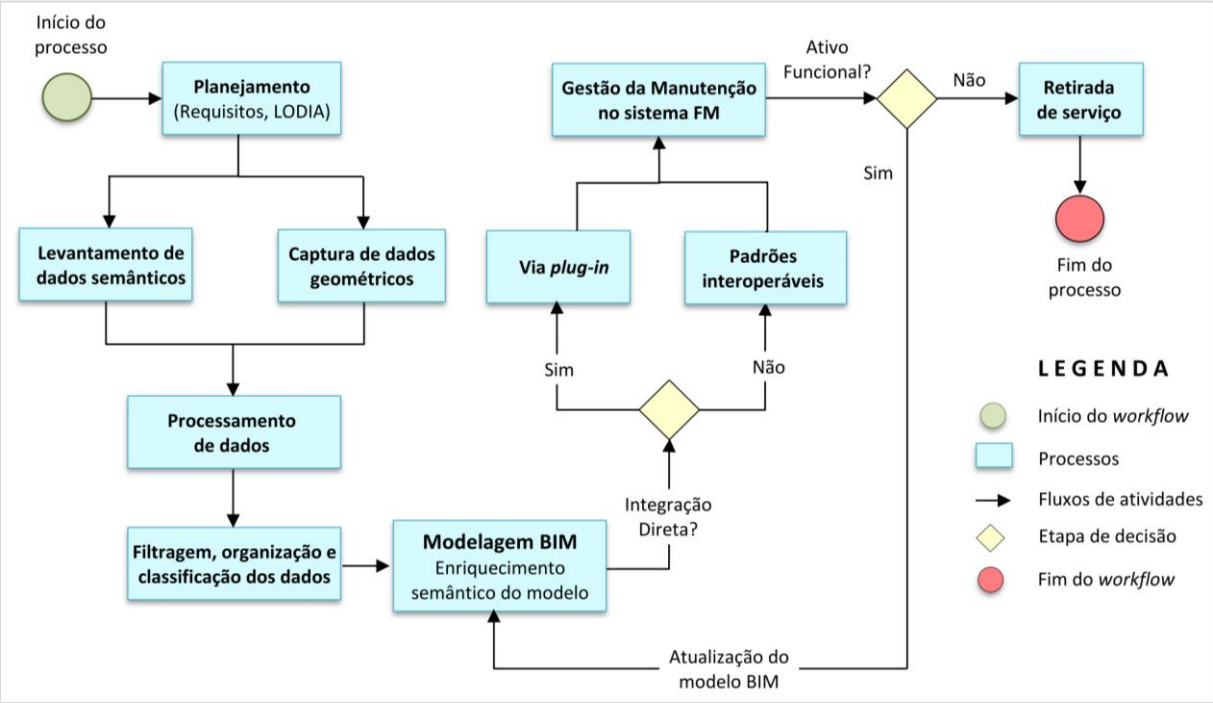
Por outro lado, os problemas identificados no intercâmbio de dados em formato IFC, apontam para uma maior necessidade de pesquisas na área de integração BIM-FM. Embora a falta de texturas no ambiente do Dalux FM contribua para a maior leveza na modelagem e processamento de dados, isso também representa uma limitação do software, já que esse recurso que seria útil para a visualização de detalhes nas superfícies do ambiente construído, refletindo, por exemplo, manchas nas paredes ligadas a patologias ou marcas do tempo, auxiliando em projetos de intervenções no ambiente histórico e servindo de apoio à própria manutenção do espaço. No entanto, isso pode ser minimizado com o carregamento da nuvem de pontos como anexo no ambiente Dalux FM, contribuindo para um melhor entendimento do contexto dos serviços, já que apresenta a cor real dos objetos.

Foi possível identificar alguns pontos possíveis de melhoria do programa. Além do problema da textura, seria importante a tradução da interface do software para o português, a possibilidade de configuração para moeda brasileira e de instalação em servidores locais.

PROPOSTA DE *WORKFLOW*

Após o experimento realizado, foi possível uma visão abrangente do processo para propor um *workflow* de integração BIM-FM voltado a dar suporte a ações de manutenção de edificações históricas (Figura 14).

Figura 14: *Workflow* para integração HBIM-FM para gestão da manutenção



Fonte: Os autores.

As etapas iniciais do *workflow* são: planejamento, com a definição dos requisitos de informações e do LODIA; e levantamento de dados semânticos, utilizando-se das diversas fontes de informações ligadas ao objeto histórico, tais como registros públicos, manuais de uso, operação e manutenção, laudos técnicos, relatórios, registro de ordem de serviços, dados sobre consumo da edificação, projetos existentes, histórico do processo construtivo etc.

Em seguida, realizam-se os processos de captura de dados geométricos da construção, considerando-se os elementos visíveis, através de medições diretas e ferramentas manuais, ou por meio de tecnologias mais avançadas, como o 3D *Laser Scanning* ou Fotogrametria, que permitirão maior rapidez e precisão no registro do estado atual da edificação, bem como o fornecimento de dados semânticos sobre o patrimônio arquitetônico (como estado de conservação, identificação de danos etc.).

Posteriormente, essas informações são processadas para serem usadas como base para geração do modelo BIM. Destacam-se nesse processo, as etapas de filtragem, organização e classificação das informações, e o enriquecimento semântico, em função dos objetivos do modelo.

Em seguida, realiza-se o processo de integração das informações HBIM com os sistemas FM via integração direta (com uso de *plug-ins*) ou por meio de integração

indireta, apoiada no uso de padrões e protocolos de dados abertos como a planilha COBie e os modelos IFC.

Na sequência, essas informações são integradas ao sistema FM e podem servir de apoio ao processo de gerenciamento de manutenção, com a *upload* de arquivos adicionais, incluindo fotos, ortofotos, nuvens de pontos, manuais de garantias etc. Desse modo é possível a visualização do modelo HBIM no software FM (que corresponde ao Ambiente Comum de Dados) para realização de vários serviços ligados à manutenção.

Esse sistema pode agregar diversas funcionalidades de apoio aos serviços, como as aberturas de ordens de serviço via *QR codes* e outras funcionalidades como trocas de mensagens dinâmicas entre os participantes envolvidos no empreendimento. Além disso, as visualizações dos modelos diretamente em dispositivos móveis podem somar eficiência às atividades de manutenção, uma vez que facilitam o entendimento do local da atividade, bem como das características do espaço ou equipamento a ser atendido. Após a conclusão dos serviços, caso o ativo não tenha mais condições de uso, ele é retirado de serviço, ou do contrário, o modelo deve ser atualizado e esses dados continuam na base servindo de apoio a serviços futuros e, assim, o processo retroalimenta-se, possibilitando melhorias a cada ciclo de aprendizado com a administração dos serviços.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão de literatura e dos experimentos realizados, foi possível propor um fluxo de trabalho para integração das tecnologias BIM-FM. Essa integração agrega vantagens ao gerenciamento de instalações, como segurança, orientação no desenvolvimento de tarefas e controle estratégico de manutenções. A visualização antecipada de elementos construtivos permite agilizar os processos de comunicação. Além disso, a sistematização de informações da construção, a colaboração e dinamismo entre equipes despontam como resultados positivos nessa abordagem.

No caso do Dalux FM, identificou-se como melhor processo de integração o uso de intercâmbio direto (via *plug-in*), evitando-se a perda de dados. Cabe ressaltar a importância de mais estudos e com outras ferramentas para analisar e otimizar o processo de integração indireta, via formatos IFC e COBie.

Quanto às funcionalidades do Dalux FM, verificou-se um desempenho satisfatório para registro, análise e gerenciamento de ordens de serviço, bem como programação de atendimentos, rotinas de manutenções periódicas, filtragem de informações relevantes, navegação digital pelos espaços modelados e visualização dos modelos da edificação em 2D e 3D, além de permitir incorporar diversos tipos de documentos, como relatórios, fotos, dados históricos etc.

Apesar das diversas vantagens do uso integrado BIM-FM, é importante destacar que a implementação dessas tecnologias requer investimentos em capacitação dos profissionais e em melhoria na infraestrutura.

Ressalta-se a necessidade de um planejamento adequado para uso das tecnologias, que influencia em todas as etapas. É fundamental antes de tudo, saber quais os objetivos do modelo BIM e da aplicação FM, para estruturar todo o processo. Além disso, entende-se que a definição clara dos requisitos de informação pode melhorar o fluxo de trabalho do sistema e contribuir para o desenvolvimento contínuo das atividades ao longo do ciclo de vida da edificação.

Por fim, destaca-se a relevância desse estudo para subsidiar profissionais e pesquisadores da área BIM-FM, especialmente voltada à gestão de manutenção de edificações históricas.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965–7**: o sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

[2] JORDANI, D. A. BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management. **Journal of Building Information Modeling**, p. 13-16, 1 abr. 2010.

[3] CHEN, W.; CHEN, K.; CHENG, J.; WANG, Q.; GAN, V. BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. **Automation in Construction.** Amsterdam, v. 91, p. 15-30, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007.

[4] EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

[5] BIM DICTIONARY. Verbete BIM, 11 abr. 2021. Disponível em: https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/2. Acesso em: 8 maio 2024.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 41011-2019**: Facility Management — Vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965–2**: o sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: características dos objetos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

[8] DEL MAR, C. P. **Direito na construção civil.** São Paulo: Pini, 2015. 560 p.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. ABNT PR 1015:** Ambiente Comum de Dados. Rio de Janeiro: ABNT, 2022d.

[10] WHOLE BUILDING DESIGN GUIDE. **Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)**, 4 set. 2021.

[11] SANTOS, R. N. G. **From BIM to Asset Management:** data-driven guidelines for Operations and Maintenance. 2022. Dissertação (Mestrado em Building Information Modeling) – Erasmus Mundus Joint Master Degree, Universidade do Minho, Braga, 2022.

[12] BARRETO, P. H. N.; GROETELAARS, N. J. Panorama de tecnologias BIM-FM aplicadas à manutenção de edificações históricas. *In:* SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO ARQUITETURA E DOCUMENTAÇÃO, 7., 2021, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: Instituto de Estudos do Desenvolvimento Sustentável, 2021.

[13] BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Aplicação da Modelagem da Informação da Construção nas atividades de manutenção e operação de edificações. **PARC Pesquisa em**

Arquitetura e Construção, Campinas, v. 13, p. e022023, jul. 2022. DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v13i00.8665320.

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965–1**: o sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 12006–2:** construção de edificação – Organização de informação da construção. Parte 2: estrutura para classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

[16] FARGHALY, K.; ABANDA, F. H.; VIDALAKIS, C.; WOOD, G. Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability. **Journal of Management in Engineering**. Reston, v. 34, n. 4, 7 jan. 2018. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000610.

[17] MATARNEH, S.T.; DANSO-AMOAKO, M.; AL-BIZRI, S.; GATERELL, M. BIM for FM: Developing information requirements to support facilities management systems. **Facilities**, v. 38, n. 5/6, p. 378-394, 2 mar. 2020.

[18] RIBEIRO, T. R.; RAMOS, J. C. F.; OLIVEIRA, V. M. A. de; RUSCHEL, R. C. Compreensão dos requisitos de informação da ISO 19650*. In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-13.

[19] SAMSUDDIN, N.; ZAINI, A. Ahmad. Conceptual Framework of Information Exchange Processes in Building Information Modelling (BIM) for Facilities Management. *In:* IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. p. 012014. DOI: :10.1088/1755-1315/1022/1/012014.

[20] UK BIM Framework. **Information Management According to BS EN ISO 19650**: Guidance Part D, Processes for Project Delivery, 2019, First Edition.

[21] CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Taxonomia e classificação: o princípio de categorização. **DataGramaZero: revista de Ciência da Informação**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, ago. 2008.

[22] VITAL, L. P.; CAFÉ, L. M. A. Ontologias e taxonomias: diferenças. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 115–130, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-99362011000200008.

[23] ACIERNO, M. et al. Architectural heritage knowledge modelling: An ontology-based framework for conservation process. **Journal of Cultural Heritage**, [*s. l.*], v. 24, p. 124-133, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.09.010.

[24] HULL, J.; BRYAN, P. **BIM for Heritage:** Developing the Asset Information Model. Historic England: Swindon, 4 dez. 2019.

[25] SANTANA, E. P.; GROETELAARS, N. J. Normatização aplicada ao HBIM. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 7., 2022, São Paulo. **Anais** [...] São Paulo: USP, 2022.

[26] GRAHAM, K.; CHOW, L.; FAI, S. Level of detail, information and accuracy in Building Information Modelling of existing and heritage buildings. **Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development,** [*s. l.*], v. 8, n. 4, p. 495–507, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1108/JCHMSD-09-2018-0067.

[27] BAHIA. Instituto do Patrimônio Artístico e Cultural da Bahia. **Estudo para tombamento estadual.** Processo nº 002/87. Salvador, 2003.

[28] PARAÍSO, J. A Escola de Belas Artes da UFBA: Primeira pesquisa realizada por Juarez Paraíso sobre a Escola de Belas Artes – 1989 a 1990. **Escola de Belas Artes da UFBA**, Salvador, 1990.

[29] PARAÍSO, J. A Escola de Belas Artes da UFBA: Segunda pesquisa realizada por Juarez Paraíso sobre a Escola de Belas Artes – 1991 a 1992. **Escola de Belas Artes da UFBA**, Salvador, 1992.

[30] ESCOLA DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. **Estrutura física**, [*s. l.*], 2016.

[31] UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. Licitações, 27 jan. 2023. PREGÃO ELETRÔNICO Nº. 71/2022: Processo Administrativo nº. 23066.064736/2022-61.

[32] PEREIRA, A. P. C. **Modelagem da informação da construção na fase de projeto:** uma proposta para a SUMAI/UFBA. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

[33] TELES, R. P. **Sistema de Alocação de Espaços para a FAUFBA:** uma aplicação de Facility Management. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

[34] DALUX. Dalux FM, 2024. Disponível em: https://www.dalux.com/dalux-fm. Acesso em: 11 maio 2024.

[35] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC:** GUIA 02 – Classificação da Informação no BIM. Brasília, DF: ABDI, 2017.

[36] BARRETO, P. H. N.; GROETELAARS, N. J. Geração de modelo BIM de edificação histórica via integração de desenhos existentes e restituições fotogramétricas digitais. *In:* PATRIMÔNIO 4.0: CONECTANDO DIMENSÕES DA REALIDADE, 1., 2022, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: LaSUS FAU, 2022. p. 255–272.

[37] BARRETO, P. H. N. **Um estudo do uso integrado de tecnologias BIM-FM para manutenção de edifícios históricos.** 2024. 260 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.