

Anais

PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade **4.0**

2022

Organização

Instituições

Apoio



AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, **DESDE QUE CITADA A FONTE.**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Anais Patrimônio 4.0 (3. : 2022 : Goiânia, GO)
Anais patrimônio 4.0 [livro eletrônico] :
conectando dimensões da realidade. -- 1. ed. --
Goiânia, GO : LaSUS FAU, 2022.
PDF.

Vários autores.
Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-992384-9-9

1. Arquitetura 2. Inovação tecnológica
3. Patrimônio cultural 4. Tecnologia I. Título.

22-105905

CDD-363.69

Índices para catálogo sistemático:

1. Patrimônio cultural : Memória e preservação
363.69

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Nota

Os textos aqui apresentados são de responsabilidade dos autores, assim como qualquer eventual perda de informação na transposição dos dados de arquivos que foram enviados fora dos padrões estabelecidos.



PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

O EVENTO

O impacto disruptivo da Indústria 4.0 está se espalhando por todos os campos do conhecimento, mudando e transformando nossa maneira de interagir com coisas e pessoas. Mesmo que no campo do Patrimônio Cultural os efeitos dessa revolução ainda não sejam tão perceptíveis, podemos supor que as experimentações e aplicações, atuais e nos próximos anos, levarão o campo da preservação, conservação, gestão e fruição do Patrimônio Cultural a horizontes novos e inesperados.

O evento Patrimônio 4.0: conectando dimensões da realidade, busca reunir pesquisadores nacionais e internacionais para discutir os possíveis impactos do paradigma 4.0 sobre o Patrimônio Cultural Edificado, por meio da articulação em um ambiente de divulgação e troca de conhecimentos sobre a área de tecnologia, inovação e ciência. O evento nasce da parceria de grupos de pesquisa envolvidos na temática do Patrimônio Cultural Arquitetônico, contando com a comunidade acadêmica, especialistas e profissionais das áreas de interesse.

A realização desse evento é uma oportunidade de encontros e trocas sobre o Patrimônio Cultural Arquitetônico na dimensão 4.0, com enfoque nas tecnologias digitais, contemplando temas abrangentes como documentação, conservação, gestão, reabilitação, e suas especialidades como monitoramento, simulação ambiental, internet das coisas, *machine learning*, dentre outras.

ÁREAS TEMÁTICAS

Eixo 01: HBIM e HCIM - abrange as potencialidades da abordagem BIM e o conjunto de modelos compartilhados, aplicados à documentação e processos de gestão do estado de conservação do patrimônio arquitetônico, armazenamento de banco de dados, e modelagem nas escalas as built. O HCIM traz uma nova concepção de modelagem e gerenciamento de informações no processo de análise, gestão e preservação do patrimônio na escala urbano-paisagística. Contempla: o planejamento territorial e as políticas públicas na conservação de conjuntos urbanos, o CIM (City Information Modeling) aplicado ao patrimônio, HIS (Heritage Information System) e smart city nos contextos de interesse de preservação.

Eixo 02: Levantamento de dados in loco - abordagens metodológicas inovadoras para detecção e aquisição de dados, mapeamento de manifestações patológicas e modelagem as built; métodos e estratégias de levantamento com utilização de drones (*Remotely Piloted Aircraft - RPA*), laser scanner, fotogrametria digital e termografia.

Eixo 03: Tecnologia 4.0 na divulgação patrimonial - contempla todo e qualquer instrumento e modalidade de divulgação do patrimônio por meios digitais; educação patrimonial pelo uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC); gamificação do patrimônio.

Eixo 04: Tecnologias imersivas - compreende processos que fazem uso de Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM) voltadas à valorização do patrimônio; experiências de virtualização de museus; ambientes virtuais interativos.

Eixo 05: Monitoramento e simulação - abrange pesquisas que utilizem simulação computacional e monitoramento para avaliação do desempenho térmico e energético de edificações patrimoniadas; análise de soluções para retrofit e desenvolvimento de tecnologias para monitoramento visando a conservação do patrimônio edificado, bem como a conservação de acervos.





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

Eixo 06: Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) - envolve objetos inteligentes, sensores, serviços e aplicativos para o monitoramento de sítios históricos e instituições culturais; tecnologias pervasivas, ubíquas e ou de inteligência artificial para integração, gerenciamento e análise de grande volume de dados, voltadas à segurança física, à eficiência dos processos, à produção de metadados descritivos, ao enriquecimento semântico e da experiência do usuário, e à divulgação do patrimônio cultural.

ORGANIZAÇÃO DO EVENTO

Simulação Computacional no Ambiente Construído (SiCAC – UnB)

Laboratório do Ambiente (LabAm – UFG)

Apoio:

Laboratório de Sustentabilidade Aplicado a Arquitetura e ao Urbanismo (LaSUS – UnB)

Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética (LACAM – UnB)

Arquitetura, Inovação e Tecnologia (ARQUITEC – USP)

Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e Tecnologias Digitais (LCAD – UFBA)

Instituições:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)

Universidade de Brasília (UnB)

Universidade Federal de Goiás (UFG)

Coordenação Geral:

Prof. Dr. Pedro Henrique Gonçalves [Universidade Federal de Goiás - UFG]

Comissão Organizadora:

Profa. Dra. Vanda Alice Garcia Zanoni [Universidade de Brasília - UnB]

Prof. Dr. Caio Frederico e Silva [Universidade de Brasília - UnB]

Profa. Dra. Carina Folena Paes [Universidade Federal do Paraná - UFPR]

Profa. Dra. Clarissa Sartori Ziebell [Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS]

Profa. Dra. Fabíolla Xavier Rocha Ferreira Lima [Universidade Federal de Goiás - UFG]

Profa. Dra. Natália Biscaglia Pereira [Universidade Federal da Fronteira do Sul- UFFS]

Prof. Dr. Marcio Minto Fabrício [Instituto de Arquitetura e Urbanismo – IAU | USP São Carlos]

Profa. MSc. Ariane Magda Borges [Universidade Federal de Goiás - UFG]

MSc. Sandra Schmitt Soster [Instituto de Arquitetura e Urbanismo - IAU/ USP São Carlos]





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

DOS PROCEDIMENTOS TRADICIONAIS ÀS TECNOLOGIAS DIGITAIS: UM PANORAMA SOBRE OS MAPAS DE DANOS

From traditional procedures to digital technologies: an overview of damage maps

SILVA, MONICE CRISTINA DA (1)

Mestranda, Universidade de Brasília, monice.silva@aluno.unb.br

GONÇALVES, PEDRO HENRIQUE (2)

Doutor, Universidade Federal de Goiás, pedrogoncalves@ufg.br

ZANONI, VANDA ALICE GARCIA (3)

Doutora, Universidade de Brasília, vandazanoni@unb.br

Resumo

Este estudo é um panorama sobre a elaboração de mapa de danos em patrimônio arquitetônico, tanto nas abordagens tradicionais quanto nas novas metodologias digitais, paramétricas e de automação. Com vistas a discutir as possibilidades e limitações das técnicas de representação gráfica e informacional de mapas de danos, foi realizado um experimento com o software Edificius v.BIM 3(e) (ACCA, 2021) que fornece recursos em HBIM para a modelagem de mapa de danos a partir de imagens digitais de alta resolução. Constatou-se a transposição do estado da arte no momento que os mapas de danos criados a partir da abordagem HBIM são capazes de oferecer dados significativos para o desenvolvimento de um modelo rico de informações do edifício. Esse salto sai da representação estática para a modelagem dinâmica – posto que parametrizada, alimenta um novo campo referencial para a normatização da representação de mapas de danos, como ferramenta para documentar o as built e o estado de conservação.

Palavras-chave: Patrimônio arquitetônico; Documentação; Mapa de danos; Estado de conservação; Tecnologia digital





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade **4.0**

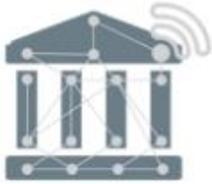
[24] - [26] de março [2022]

Abstract

This study is an overview of the elaboration of damage maps in architectural heritage, both in traditional approaches and in new digital, parametric and automation methodologies. In this perspective, with a view to discussing the possibilities and limitations of graphical and informational representation techniques for damage maps, an experiment was carried out with the computer program Edificius v.BIM 3(e) (ACCA, 2021) which provides resources in HBIM for damage map modeling from high-resolution digital images. It was verified the transposition of the state of the art when the damage maps created from the HBIM approach are able to offer significant data for the development of a rich model of building information. This leap goes from static representation to dynamic modeling – since parameterized, it feeds a new referential field for standardizing the representation of damage maps, as a tool to document the as built and the state of conservation.

Keywords: Architectural heritage; Documentation; Damage map; Conservation; Digital technology.





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

1. INTRODUÇÃO

A documentação do envelhecimento natural das edificações é uma importante ferramenta de monitoramento para a gestão da conservação de bens de valor cultural e, em tempos de tecnologia digital, torna-se um processo que ainda requer muita pesquisa para a sua sistematização. Nesse contexto, diferentes formas de representação são propostas para os mapas de danos como documento de registro do nível de comprometimento dos elementos construtivos e da funcionalidade das construções.

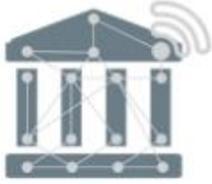
Segundo Tinoco (2009), os estudos sobre o estado de conservação de um edifício envolvem diferentes processos de investigação, mapeamento e diagnóstico que são fundamentais para as ações de manutenção de um bem. O mapa de danos é a ferramenta utilizada para registrar alguns dos resultados encontrados durante essas fases de investigação, levantamento e produção de dados, identificando as degradações construtivas das edificações.

Para Tirelo e Correa (2012), o mapa de danos consiste no registro criterioso das manifestações patológicas e alterações dos materiais e dos sistemas construtivos, por meio de símbolos gráficos com os quais se representam as diversas categorias e níveis de degradação identificados. Ainda, Carvalho (2018) enfatiza que a falta de sistematização dos procedimentos para representação gráfica no mapa de danos pode contribuir para a insuficiência de informações ou o comprometimento de registro gráfico, tanto nos processos de inventário quanto durante as fases de manutenção ou reabilitação da edificação.

As inovações implementadas pelas tecnologias digitais e as abordagens em HBIM (Heritage Building Information Modelling) têm promovido uma mudança nas técnicas de aquisição de dados manuais para a utilização de meios digitais, inclusive nas formas de registro documental de mapas de danos e seu arquivamento como base de dados informacional. No entanto, a modelagem em 3D dos mapas de danos como documentos gráfico-fotográficos, assim como os procedimentos relativos à inserção e atualização da informação geométrica e não geométrica, ainda é um campo aberto para a pesquisa, sendo recentes as iniciativas dos desenvolvedores de softwares que fornecem as funcionalidades e os recursos necessários para a inserção das informações relativas ao estado de conservação de um edifício.

Este artigo apresenta uma panorâmica das principais tipologias de representação de mapas de danos utilizadas ao longo do tempo. Com o objetivo de explorar as possibilidades do uso da metodologia BIM na construção de mapas de danos, por meio de um estudo exploratório, foi realizado um experimento com o programa computacional Edificius v.BIM 3 (ACCA, 2021). O software fornece recursos em HBIM para a modelagem de mapa de danos, a partir de imagens digitais de alta resolução. Dessa forma, a visualização do estado da arte das técnicas para elaboração de mapa de danos, como ferramenta de documentação, contribui para as ações da gestão da conservação.





2. MAPA DE DANOS: TIPOLOGIAS TRADICIONAIS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Na fase de Diagnóstico, o mapa de danos é um recurso essencial para a determinação do estado de conservação e para a definição das diretrizes básicas da intervenção, correspondendo a um momento de captura e tratamento de um grande volume de informações sobre o imóvel. Assim, dado a importância desta fase, tais informações devem ser gerenciadas de forma eficiente e confiável (LIMA et al., 2017).

Tinoco (2009), Tirello e Correa (2012) alertam para a diferença entre os termos mapeamento de danos e mapa de danos. Os autores esclarecem que o mapeamento de danos se refere aos processos de investigação, levantamento e produção de dados para a elaboração do diagnóstico, a partir do qual é gerado o mapa de dados - que corresponde a um documento gráfico e/ou fotográfico que registra a realidade de uma edificação em uma determinada data ou tempo. A partir do levantamento, são sintetizados os resultados das investigações sobre as alterações estruturais e funcionais na materialidade, que sintetizam as informações relacionadas às características dos materiais, componentes e técnicas construtivas, agentes, causas e mecanismos da degradação.

Para um mapa de danos ser elaborado é necessário a produção de uma base de dados. Com isso, as Fichas de Identificação de Danos (FID) são usadas para as anotações de dados gráficos e fotográficos sobre os danos existentes em uma edificação. Dessa forma, as FID tornam-se documentos essenciais, no entanto, diversos outros tipos de representação para a produção de mapas de danos podem ser encontrados ao longo dos anos. Carvalho (2019) faz uma análise sobre alguns métodos de representação que vão além dessas fichas, dividindo os registros de manifestações patológicas das edificações por meio de quatro tipologias principais (Quadro 1).

TIPOLOGIA	REGISTRO DOS MAPAS DE DANOS	REPRESENTAÇÃO
01	Desenho gráfico de fachadas de edificações (símbolos, linhas e manchas com texturas)	Imagens
02	Registros fotográficos gerais e pontuais de fachadas e seus elementos	Fotografias
03	Textos descritivos em fichas técnicas de inspeção predial	Recursos textuais
04	Registro por meio de duas ou mais tipologias de representação	Associação de desenhos gráficos, registro fotográfico e textos técnicos (2D ou 3D)

Quadro 01. Levantamento das formas de representação de patologias. Fonte: Adaptado de Carvalho (2019)

Tradicionalmente, a observação visual direta é um método utilizado para o levantamento de dados na inspeção predial, a partir da análise sensorial realizada por um profissional especialista para detectar a presença de irregularidades ou anomalias. Os dispositivos e ferramentas para auxiliar o processo de mapeamento são usualmente de manejo manual, tais

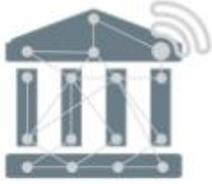


SiCAC
Simulação Computacional do
Ambiente Construído



LabAm
LABORATÓRIO DO AMBIENTE





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

como trenas, níveis e fissurômetros, eletrônicos ou não. Associado ao levantamento físico por observação direta, acontece o levantamento fotográfico – identificado como outra técnica de mapeamento. Durante o processo de observação, são feitas as anotações em desenhos a mão livre (manuais) para posterior processamento da representação técnica. O registro fotográfico é fundamental para dirimir dúvidas, embora não contribua com a precisão da escala de representação.

Para ilustrar a tipologia com uso das informações adquiridas pelo levantamento fotográfico, a equipe da Fundação da Biblioteca Nacional construiu a documentação com os dados do atual estado de conservação da fachada do seu edifício sede no Rio de Janeiro (Figura 1). Nesse tipo de representação, além da utilização de recursos fotográficos para identificar as anomalias da fachada, também foram utilizados recursos de textos numéricos em detalhes destacados nas imagens para localização de cada manifestação patológica identificada.



Figura 1. Documento construído a partir da observação direta e do levantamento fotográfico. Fonte: <https://www.bn.gov.br/acontece/noticias/2015/01/fbn-finaliza-etapa-mapeamento-danos-fachada>, 2018.

A criação de mapas de danos feita através da representação por desenhos técnicos digitais se configura como uma das tipologias mais utilizadas por profissionais da área. Para exemplificar, citamos Tirello e Correa (2012) que utilizaram essa representação para estudar um sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado a edificação Lidgerwood Company, em São Paulo (Figura 2).





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

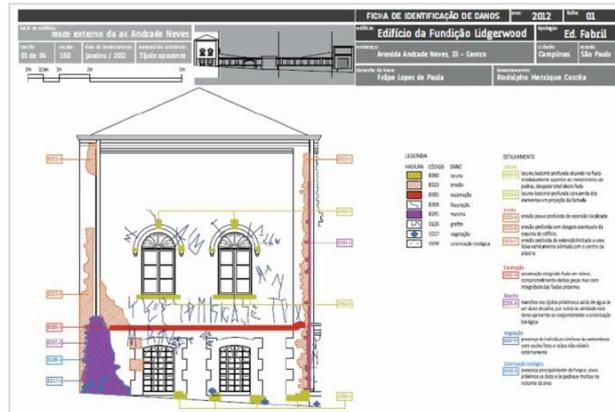


Figura 2. Exemplo de Ficha de Identificação de Danos Fonte: Tirello e Correa (2012)

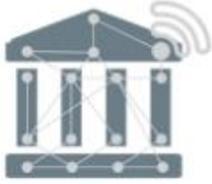
Como resultado documental, a representação a partir de desenhos livres (manuais) embasa os desenhos técnicos digitais gerados fundamentalmente para os aspectos geométricos sem, no entanto, estar devidamente associada a outras variáveis, tais como custos, graus de severidade, quantitativos, parâmetros que produzam algum nível de enriquecimento semântico ou informação não-geométrica. A representação técnica produzida em software de desenho assistidos por computador 2D, oferece uma forma de representação e documentação digital que vem sendo superada pelas abordagens parametrizadas em plataformas BIM.

3. MAPA DE DANOS: TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA O LEVANTAMENTO E MODELAGEM DA INFORMAÇÃO

Para o mapeamento do estado de conservação, desde os desenhos 2D em CAD evoluindo para a modelagem 3D no HBIM, o mapa de danos pode tornar-se um documento dinâmico como modelo enriquecido de informações semânticas, atualizadas e complementadas ao longo do tempo. Nesse contexto de inovação, recursos tecnológicos desenvolvidos nos últimos anos estão sendo aplicados na tentativa de gerar mapa de danos com resultados mais completos, confiáveis e precisos, advindos do uso da termografia, da fotogrametria digital e do escâner a laser, além dos algoritmos aplicados em Machine Learning e Visão Computacional.

A termografia é uma técnica não destrutiva que permite a identificação e o mapeamento das regiões de danos pela medição da radiação infravermelha emitida pela superfície dos elementos do sistema construtivo (BAUER; PAVÓN, 2015). O comportamento térmico da superfície pode evidenciar a presença de anomalias, sinalizar possíveis danos ou intervenções realizadas pela diferença perceptível nas alterações de materiais. No campo de identificação de patologias da construção, a Figura 3 exemplifica como um termograma possibilita não apenas a detecção de problemas, mas também a identificação de sua magnitude.





PATRIMÔNIO

conectando dimensões da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

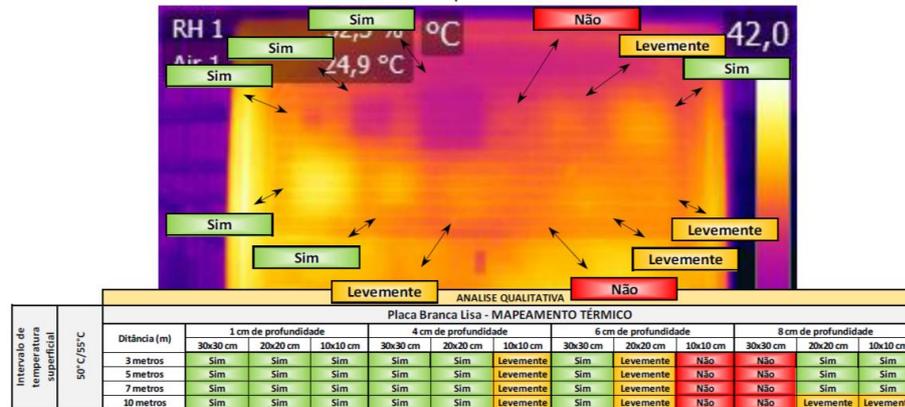


Figura 3. Termograma para avaliação qualitativa das falhas. Fonte: Andrade (2020)

A fotogrametria digital de alta resolução e o escaneamento a laser são técnicas que possibilitam extrair imagens tridimensionais dos objetos, além de permitir o registro de informações importantes que não se pode obter pelos métodos tradicionais, tais como cores, texturas, variações geométricas em 3D (DEZEN-KEMPTER, 2015). Entre as técnicas aplicadas para a obtenção de nuvens de pontos por processamento digital de imagens fotográficas, destacam-se: Dense Stereo Matching (DSM), Structure from Motion (SfM), Dense Surface Modeling e Photo-based scanning. São técnicas que envolvem os conhecimentos advindos da Fotogrametria Digital, que está relacionada ao rigor geométrico e à precisão dos resultados, e a Visão Computacional, cujo foco principal está na busca de ferramentas cada vez mais automatizadas, visando o reconhecimento de padrões e a aceleração dos processos de geração de modelos geométricos a partir de imagens (GROETELAARS; AMORIM, 2012).

A utilização da técnica de escaneamento a laser permite realizar a varredura das superfícies visíveis pelo olho humano, independente das condições de luminosidade do local. Balzani, Maietti e Kühl (2017) relatam o trabalho realizado no âmbito do projeto de Preservação Digital do prédio da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), cujo levantamento 3D integrado foi realizado pelo Centro DIAPReM do Departamento de Arquitetura da Universidade de Ferrara em cooperação com a FAUUSP (Figura 4). A pesquisa visou a análise de especificações de superfícies e propriedades de materiais por meio de levantamento 3D com escâner a laser para a geração de um modelo de nuvem de pontos das superfícies externas, como base para investigar em detalhes as características formais, texturas geométricas e feições da superfície, além de explorar o processamento dos valores de intensidade adquiridos por instrumento de varredura a laser para as investigações macroscópicas das características materiais da superfície.

A capacidade dos sistemas inteligentes de aprender e melhorar por meio de experiências adquiridas é conhecida como Machine Learning. O algoritmo criado toma uma decisão com base no histórico dos dados. No caso dos algoritmos de Visão Computacional, as imagens são





os dados de entrada, de onde são extraídos os atributos e características. A aplicação da Deep Learning envolve o uso das redes neurais, principalmente aquelas baseadas em Visão Computacional que vem se destacando como um método para detecção, reconhecimento e classificação de danos, visando a automação de mapas de danos e diagnósticos.

Melo Júnior et al. (2018) e Bedim (2019) exploraram as possibilidades de mapear e quantificar percentualmente as manifestações patológicas do tipo manchas em fachadas. Com o auxílio de nuvens de pontos em ortomagens, os estudos citados baseiam-se em algoritmos de segmentação e classificação de pixels. A segmentação gera um processo de binarização que consiste em separar uma imagem em regiões de interesse e não interesse, por meio de intervalo de valores dentro da escala de cinza. O algoritmo é capaz de gerar histogramas, representando quais as cores dos pixels presentes na região delimitada, escolher os pontos de corte (limiar) e processar a classificação, tingindo as regiões de interesse para identificação das manchas. As Figuras 5 e 6 mostram os resultados dos experimentos realizados pelos autores citados.

Espaço de cores	Percentual da classificação (%)	Segmentação	Classificação
RGB	6,40		
Escalas de cinza	8,31		

Figura 5. Resultado da segmentação da imagem obtida por fotogrametria digital. Fonte: Melo Júnior et al. (2018)

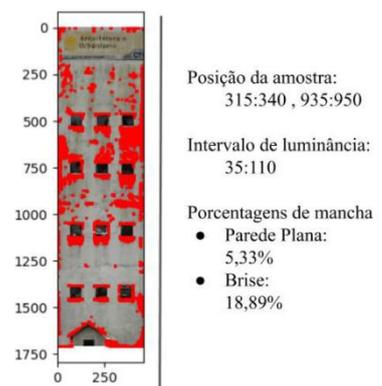


Figura 6. Resultado da segmentação da imagem obtida por equipamento Laser Scanner. Fonte: Bedim (2019)

Brumana et al. (2017) utilizam a abordagem HBIM para o gerenciamento de banco de dados oriundo do mapeamento de danos na Basílica di Collemaggio (Figura 7). Cada área mapeada é representada por um objeto paramétrico interoperável, que pode ser associado a diferentes propriedades e informações dentro do BIM.



PATRIMÔNIO

conectando dimensões da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

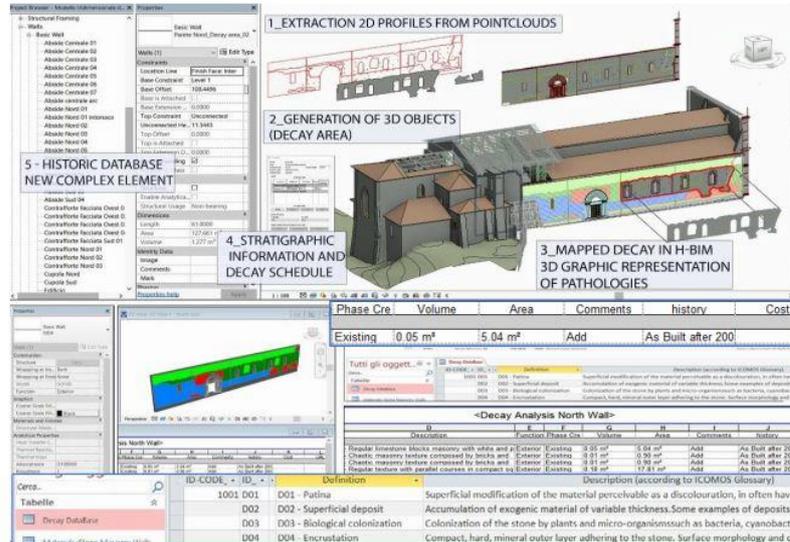


Figura 7. Mapa de Danos modelado na metodologia HBIM. Fonte: Brumana (2017)

Como síntese do panorama apresentado, os Quadros 2 e 3 reúnem um conjunto de indicadores que sinalizam as potencialidades e limitações relacionado aos procedimentos tradicionais digitais para mapeamento do estado de conservação e as built.

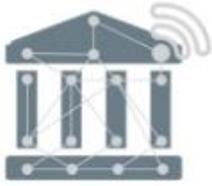
INDICADORES		Observação visual direta	Levantamento Fotográfico	Desenhos manuais	Desenhos digitais
Potencialidades	Simplicidade	X	X	X	
	Registro documental	X	X	X	X
	Limitações ambientais	X	X	X	X
	Edifícios em grande escala		X		X
	Técnica não destrutiva	X	X	X	X
Limitações	Custo elevado				
	Profissional experiente	X		X	X
	Necessita software específico				X
	Precisão de dados				

Quadro 2. Potencialidades/Limitações das técnicas de mapeamento tradicionais. Fonte: Os autores, 2021.

INDICADORES		Termografia	Fotogrametria	Scanner a laser	Machine Learning
Potencialidades	Simplicidade				
	Registro documental	X	X	X	X
	Ensaios noturnos	X	X	X	X
	Edifícios em grande escala		X		X
	Limitações ambientais	X	X	X	X
	Precisão de dados	X	X	X	X
Limitações	Custo elevado	X		X	
	Profissional experiente	X	X	X	X
	Necessita software específico	X	X	X	

Quadro 3. Potencialidades/Limitações das técnicas de mapeamento digitais. Fonte: Baseado em Bedin (2019)





Quando comparados os Quadros 2 e 3, é possível perceber que o indicador precisão de dados é mais relevante nas tecnologias digitais, destacando-se pelas potencialidades a serem exploradas em contraponto aos mapeamentos tradicionais.

4. ELABORAÇÃO DE UM MAPA DE DANOS EM UM PROCESSO HBIM

4.1 Apresentação do estudo de caso: Torre do Relógio

A Torre do Relógio, objeto de estudo para esta pesquisa, é uma edificação tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Localizada no eixo da Avenida Goiás, este patrimônio arquitetônico representa o estilo Art Déco, sendo um dos principais marcos de Goiânia (Figura 8). Foi projetada por Américo Vespúcio Pontes no ano de 1940 e é um dos mais antigos pontos de referência da cidade de Goiânia, sendo conhecida por retratar uma época que foi marcada pela modernidade e progresso.

A Torre do Relógio caracteriza-se por apresentar elementos como volumetria axial com quatro fachadas simétricas, ritmos nas aberturas, vitrais ao longo de suas elevações, materiais como o piso em fulget e o revestimento em pó de pedra presente em suas fachadas (IPHAN 2020).



Figura 8. Torre do Relógio, Goiânia – GO. Fonte: IPHAN (2020)

Em 2014, Borges, Casarek e Cascudo realizaram um estudo de mapeamento de danos na Torre do Relógio, identificando inicialmente, por meio da observação visual direta, danos como sujeidade, oxidação, fissuras e degradação superficial. Todos os dados foram levantados e inseridos em software, utilizando apenas recursos bidimensionais como o AutoCAD (Figura 9).



PATRIMÔNIO

conectando dimensões da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

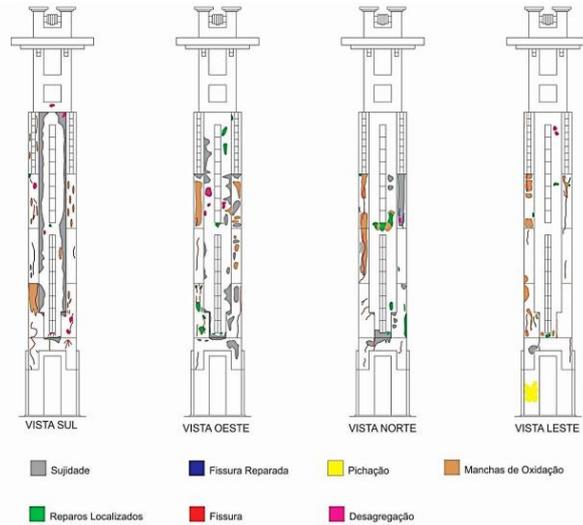


Figura 9. Mapa de Danos da Torre do Relógio, elaborado em 2014. Fonte: Borges, Carasek e Cascudo (2014)

Em agosto de 2020 (Figura 10), foi iniciado um processo de restauração, baseado em um mapeamento de danos realizado pelo IPHAN (Figura 11). Além do reforço estrutural, a Torre do Relógio passou por um processo de recuperação do revestimento em pó de pedra, das áreas com fissuras e do descolamento de reboco, ocasionados pelo avançado estado de deterioração.



Figura 10. Obra de restauração da Torre. Fonte: Jamyle Amoury/G1 Goiás (2020)

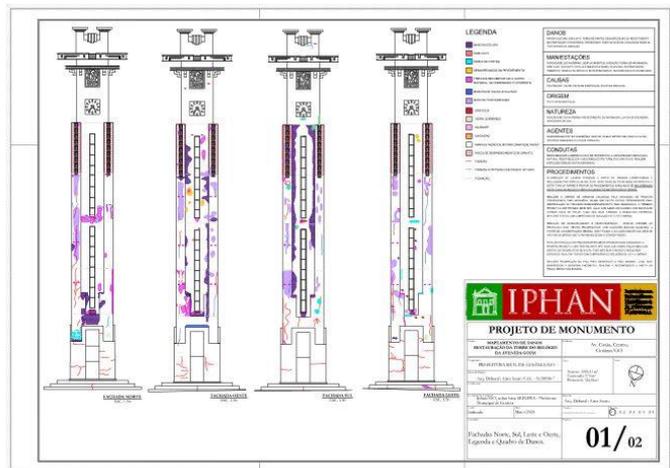


Figura 11. Mapa de Danos da Torre do Relógio, datado de 2020. Fonte: Iphan (2020)





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

Os estudos de mapeamento do estado de conservação da Torre do Relógio apresentados geraram mapas de danos (Figuras 10 e 11) feitos com o uso de metodologias tradicionais de levantamento e documentação, em programas 2D como o AutoCAD.

4.2 Caracterização do processo em HBIM utilizando o software Edificius v.BIM 3(e)

Objetivando realizar um estudo exploratório aplicado à elaboração de mapa de danos em modelagem tridimensional, propõe-se a utilização do programa Edificius v.BIM 3(e) (Figura 12). Os procedimentos metodológicos propostos para este estudo incluem, principalmente: (1) definição e modelagem tridimensional da edificação do objeto de estudo; (2) seleção e tratamento de ortofotografias de uma de suas fachadas para análise; (3) inserção da ortofotografia no Software Edificius v.BIM 3(e); (4) realização do levantamento de danos no software através das ortofotografias das fachadas aplicadas no modelo tridimensional.

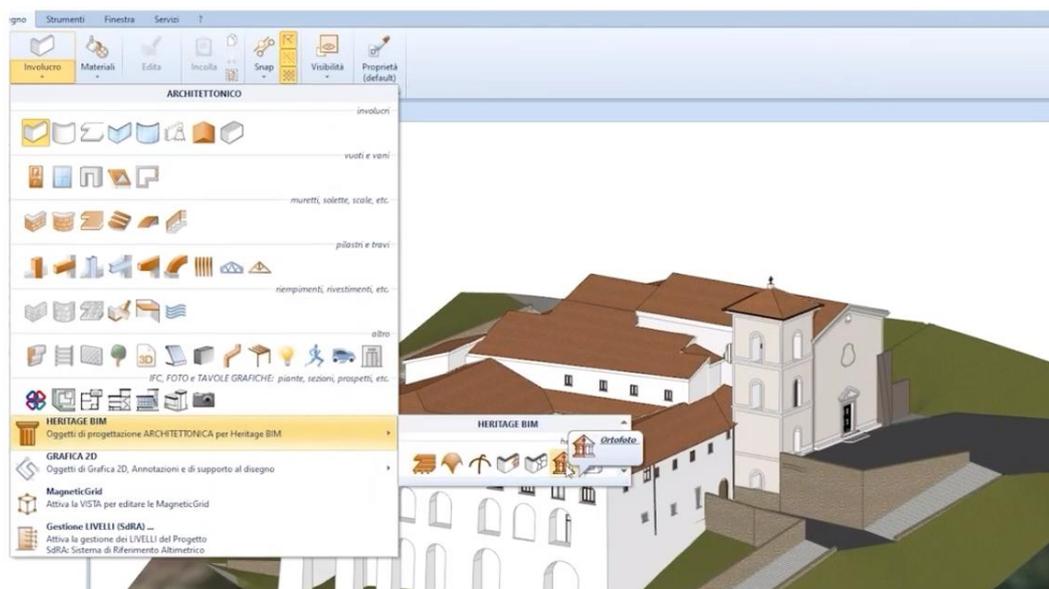


Figura 12. Imagem do software de modelagem 3D Edificius, focado no HBIM. Fonte: ACCA Software (2021)

O software possibilita a modelagem tridimensional de edificações com geometrias mais complexas, importação de arquivos IFC, inserção de ortofotos, importação de nuvens de pontos, documentação e análise de dados em tempo real e uma série de outros benefícios voltados para o HBIM (Heritage Building Modelling Information). Com base nisso, foram importados para o software os arquivos IFC para a modelagem tridimensional da edificação e a inserção de ortofotos para a criação de mapas de danos, além de aquisição de informações da documentação e análise de dados disponíveis para consulta.





4.3 Resultados do processo em HBIM para o mapa de danos

A imagem de referência utilizada para a realização do estudo foi obtida através do Google Street View (Figura 13 - a), representando a Fachada Norte da edificação. A fachada se configura como a imagem mais recente que apresenta danos visíveis, uma vez que o processo da última revitalização da edificação já foi concluído. Ainda, a imagem possui também uma qualidade superior às encontradas em bancos de dados diversos, como a internet. Para que essa imagem pudesse ser inserida e analisada no software Edificius, o seu plano de fundo teve que ser removido no programa Canva (Figura 13 - b) e readequado para a vista frontal no Adobe Photoshop (Figura 13 - c).

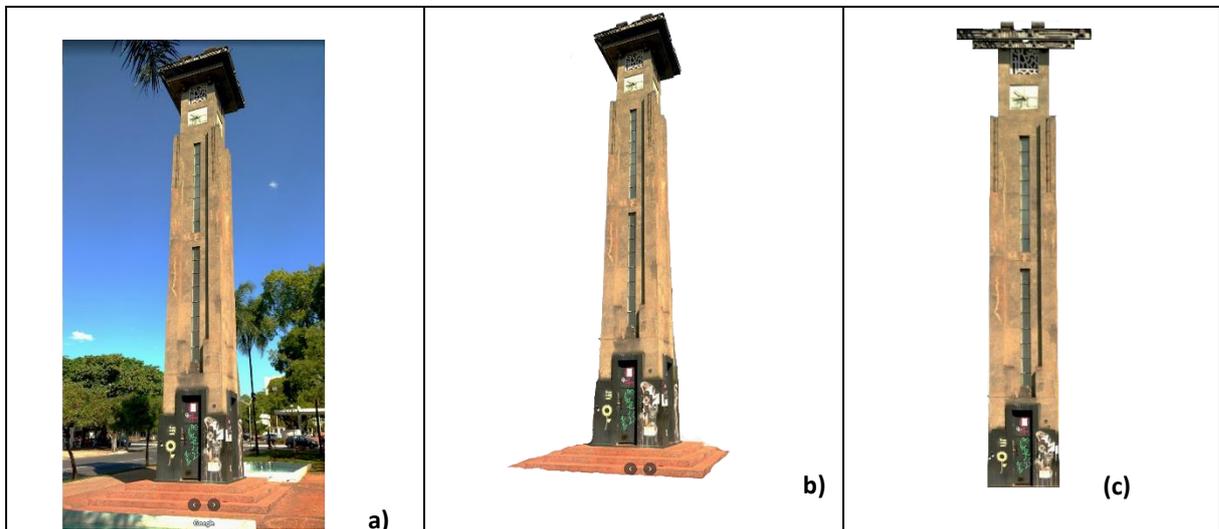
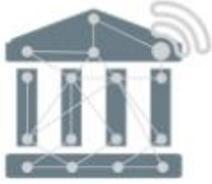


Figura 13. Processo de criação da ortoimagem para estudo: a) Imagem usada como referência para o estudo; b) Imagem com o plano de fundo retirado; c) Imagem final posicionada na vista frontal. Fonte: Autores (2021).

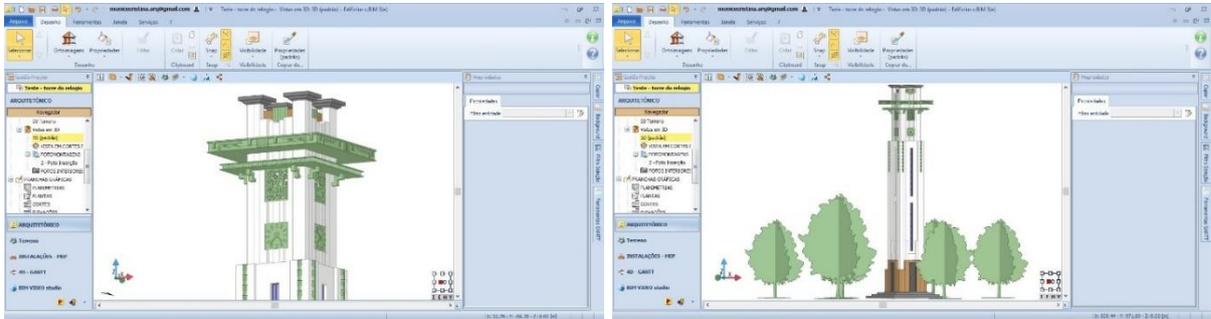
No software foi possível inserir a modelagem tridimensional da edificação para iniciar os estudos. A modelagem em questão já havia sido desenvolvida no programa Revit e, por este motivo, foi importada no programa Edificius no formato IFC (Figura 14). Foi constatado, no entanto, que a modelagem também poderia ter sido recriada neste programa.



PATRIMÔNIO

conectando dimensões da realidade 4.0

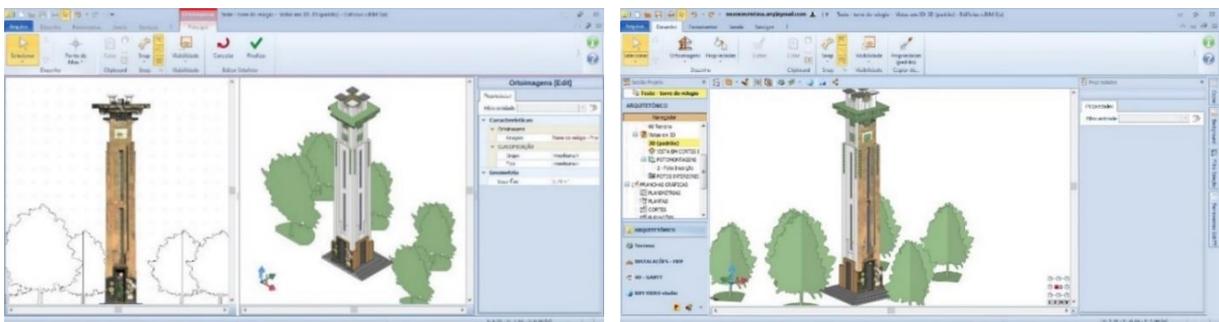
[24] - [26] de março [2022]



Figuras 14. Importação e conferência da modelagem tridimensional em IFC no Edifícios.

Fonte: Autores (2021)

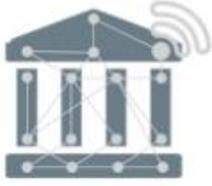
Inicia-se o processo pela inserção da ortofoto. Como visto anteriormente, o software disponibiliza uma aba exclusiva para itens relacionados a temática do HBIM, sendo que uma das opções disponíveis é a da ortofoto. Entretanto, o programa só reconhece a inserção de ortofotos através de planos únicos (Figura 15), ou seja, em uma edificação como a da Torre do Relógio, que é marcada por volumetrias crescentes em relação a sua fachada, a mesma ortofoto teve que ser inserida em cada um de seus planos para que ela fosse reconhecida como um todo.



Figuras 15. Processo de inserção da ortoimagem, através de planos, na modelagem. Fonte: Autores (2021).

Para realizar a investigação exploratória do mapeamento de danos na fachada escolhida para estudo, pode-se constatar, através da observação visual direta, três danos principais: pichação, sujidade e reparos localizados. O software disponibiliza dois recursos, chamados “Lesão” e “Área de degradação”, onde é possível desenhar, a mão livre, todas os espaços danificados diretamente na vista, incluindo as suas respectivas hachuras e legendas (Figura 16). Ainda, a opção de ferramentas como pincel e borracha são disponibilizados para uma melhor precisão na demarcação das ortofotos, podendo ser acessadas e reparadas a qualquer momento.

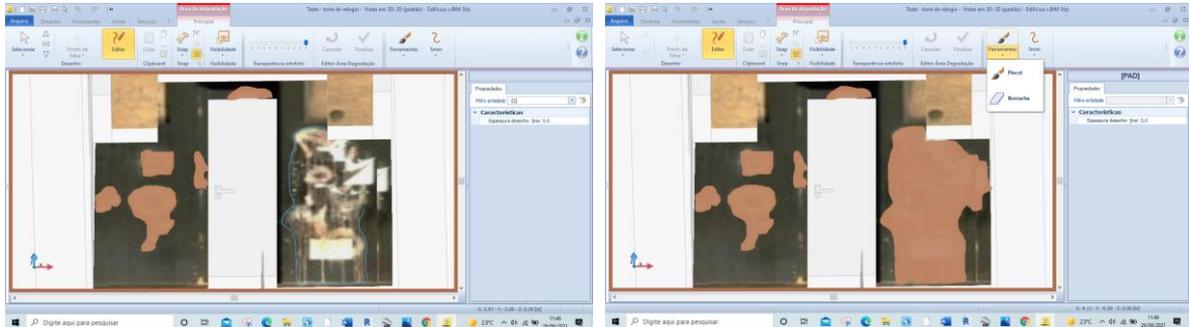




PATRIMÔNIO

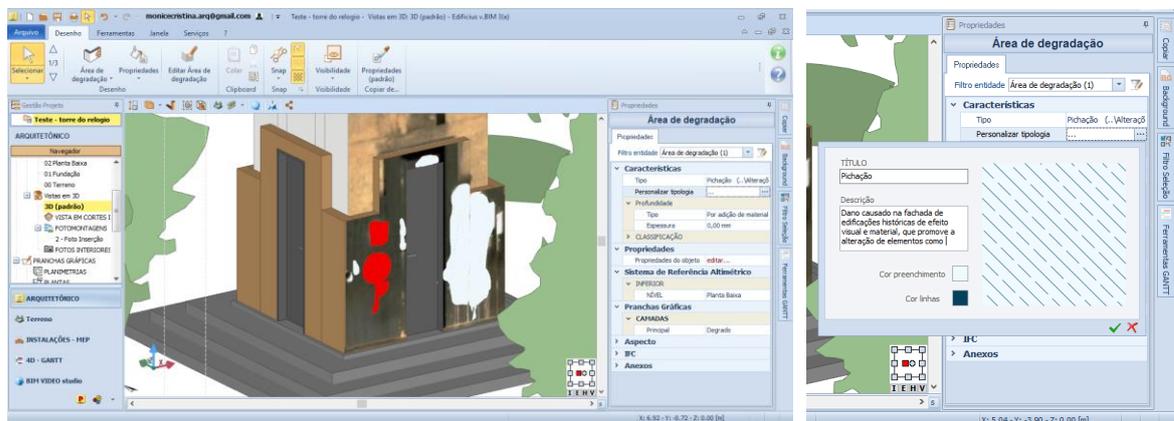
conectando dimensões da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]



Figuras 16. Processo de delimitação de danos - Pichação. Fonte: Autores (2021)

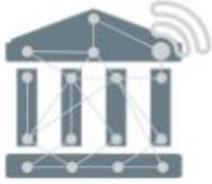
A “Área de degradação” foi a opção escolhida para a marcação dos danos do tipo pichação, o que possibilita a documentação de suas características gerais, como a classificação por título, descrição, representação, propriedades, profundidade, espessura e tipologia do dano (Figura 17). Dessa forma, clicando sobre a imagem do dano, as informações referentes a ele são disponibilizadas automaticamente.



Figuras 17. Identificação de danos e documentação - Pichação. Fonte: Autores (2021)

De forma semelhante, o levantamento de reparos localizados e sujidade também foram identificados na fachada de estudo, sendo que nestes casos a opção “Lesão” foi escolhida para ser testada. É importante destacar que o software oferece tanto a opção de identificação personalizada de danos, como no caso das pichações, ou ainda a seleção, a partir de sua própria biblioteca, dos danos mais comuns presentes nas edificações. Além de possuir a listagem geral dos danos, essa biblioteca conta ainda com a sua descrição automática e uma série de campos abertos para a definição, como tipo de dano (isolada, difundida ou personalizada), nível de gravidade, causas, especificações, e até mesmo o cálculo automático da área de cada superfície (Figura 18).

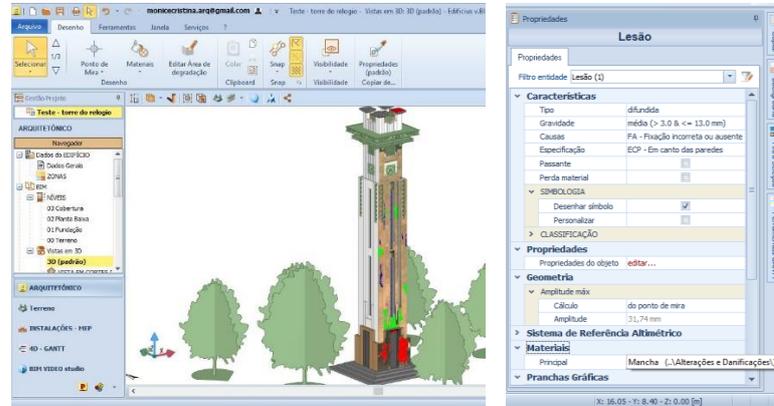




PATRIMÔNIO

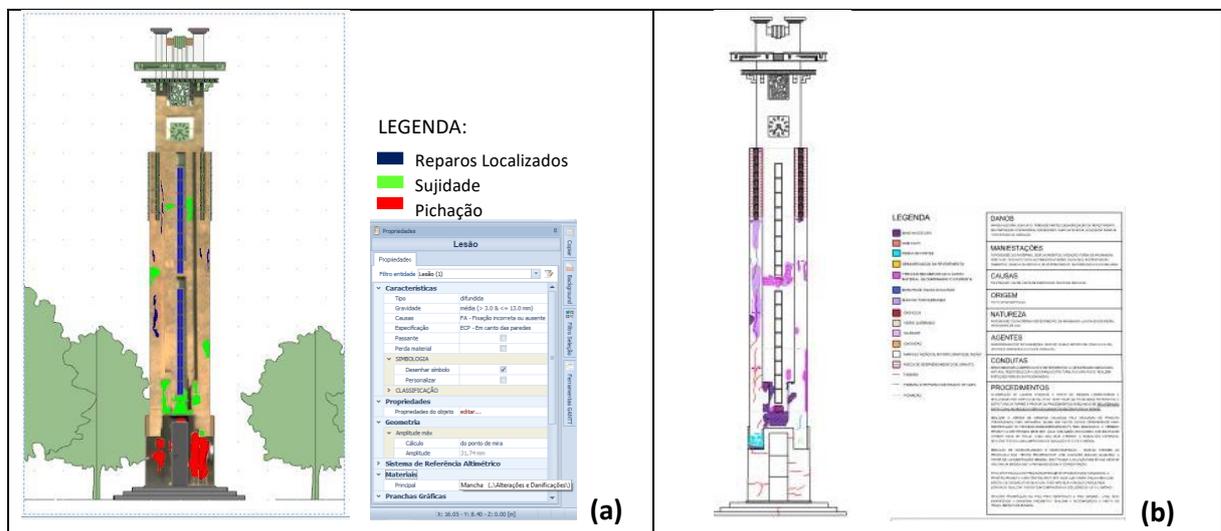
conectando dimensões da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]



Figuras 18. Identificação de danos e documentação – Reparos localizados e Sujidade. Fonte: Autores (2021)

O experimento realizado, utilizando as novas tecnologias como o HBIM, mostrou-se uma alternativa viável, pois possibilita, além do processo de mapeamento em si, a documentação de todas as informações da edificação em um único arquivo a partir de um modelo tridimensional. Ainda, foi constatado que quanto maior for a resolução das ortoimagens, maior será o nível de precisão de reconhecimento e demarcação de danos na edificação. Visto isso, o resultado mostrado na Figura 19 - a, apesar de ser exploratório, pode ser considerado como uma ação contínua e complementar aos estudos já realizados, como no caso do IPHAN (Figura 19 - b).



Figuras 19. Torre do Relógio: a) Resultado dos autores (2021); b) Resultado do IPHAN (2020). Fonte: Autores (2021); Iphan (2020).





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

5. CONCLUSÃO

Este estudo explorou na literatura tanto as abordagens tradicionais quanto as novas possibilidades tecnológicas para as tipologias de mapa de danos e as técnicas de representação. Destaca-se a utilização emergente de recursos digitais e da inteligência artificial associados às ferramentas de modelagem geométrica parametrizada para a reconstrução 3D do estado atual dos edifícios.

Nessa perspectiva, constatou-se a transposição do estado da arte, no momento que os mapas de danos criados a partir da abordagem HBIM são capazes de oferecer dados significativos para o desenvolvimento de um modelo rico de informações sobre o edifício, na sua evolução temporal e histórica. Esse salto do estado da arte, que sai da representação estática para a modelagem dinâmica – posto que parametrizada, alimenta um novo campo referencial para a normatização da representação de mapas de danos, como ferramenta para documentar o as built e o estado de conservação.

Nesse sentido, destaca-se a importância das tecnologias digitais para a gestão da informação as built, principalmente quanto à atualização dos dados do modelo HBIM para a documentação da evolução histórica do patrimônio arquitetônico. O acompanhamento do histórico do estado de conservação dos edifícios, a partir de novas metodologias de mapeamento de danos, ferramentas digitais e da metodologia HBIM, potencializam a gestão da conservação e da manutenção na evolução do envelhecimento do edifício ao longo do tempo, monitorando os valores que afetam a autenticidade e integridade da edificação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. P. Uso da termografia infravermelha embarcada em drone como ferramenta para a inspeção de patologias em revestimentos aderidos de fachada. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2020.

BALZANI, M., MAIETTI, F., KÜHL, B. M. Point cloud analysis for conservation and enhancement of modernist architecture. The International Archives of the Photogrammetry, XLII-2/W3, Nafphio: Greecel, p. 7, 2017.

BAUER, E.; PAVÓN, E. Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios. Concreto e Construções, v. 78, p.93-98, São Paulo, 2015.

BENDIN, C. Estratégias para inspeção do estado de conservação de fachadas com uso de RPAs e Laser Scanner. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019, 124 p.

BORGES, E. A. M.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. Mapeamento de danos em monumento histórico art deco. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 8, n. 2, p.20-37, 2014.





PATRIMÔNIO

conectando dimensões
da realidade 4.0

[24] - [26] de março [2022]

BRUMANA, R.; DELLA TORRE, S.; ORENI, D.; PREVITALI, M.; CANTINI, L.; BARAZZETTI, L.; FRANCHI, A.; BANFI, F. HBIM challenge among the paradigm of complexity, tools and preservation: the basilica di collemaggio 8 years after the earthquake (l'aquila). Volume XLII-2/W5, 2017. 26TH International CIPA Symposium, Ottawa, Canadá, 2017.

CARVALHO, G. B. Proposta para representação gráfica de mapas de danos em fachadas modernistas de concreto armado aparente. Dissertação (Mestrado) em Arquitetura e Urbanismo na Universidade de Brasília. Brasília, 2018.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015 <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>

GROETELAARS, N. J.; AMORIM, A. L. Dense Stereo Matching (DSM): conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias. Congresso de SIGraDi XVI – Conference. Fortaleza, 2012.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Relatório de Avaliação Técnica da Torre do Relógio, 2020.

LIMA, R. H. F.; ARAÚJO, B. G.; PAZ, G.; OLIVEIRA, I. M. Mapa de danos de edificações históricas utilizando a metodologia BIM. 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Fortaleza, Ceará, 2017.

MELO JÚNIO, C. M., EVANGELISTA JUNIOR, F.; SILVA, L. S.; NEPOMUCENO, A. A. Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 224, 2018.

ROCHA, E. A.; MACEDO, J. V. S.; CORREIA, P.; BARRETO MONTEIRO, E. C. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE. Revista ALCONPAT, 8 (1), 2018.

TINOCO, J. E. L. Mapa de danos: recomendações básicas. Textos Para Discussão: Série 2 - Gestão de restauro, Olinda: Centro de Estudos de Conservação Integrada - CECI, v. 43, 2009.

TIRELLO, R, A.; CORREA, R. Sistema Normativo para mapas de danos de edifícios históricos aplicados à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. In: VI Colóquio Latinoamericano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial, 2012. São Paulo: Anais do VI Colóquio Latinoamericano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial, v. 1. São Paulo: Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, 2012.

