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

Explorando métodos para a documentação e acompanhamento de anomalias no patrimônio edificado

Exploring methods for documenting and monitoring anomalies in built heritage

Crislandy Kaline Barreiro Marques
Universidade Estadual de Campinas | Limeira | Brasil | criskbarreiro@gmail.com
Eloísa Dezen-Kempter
Universidade Estadual de Campinas | Limeira | Brasil | eloisak@unicamp.br

Resumo

A atividade de manutenção de edifícios existentes, sobretudo em patrimônio histórico, é um desafio para os gerenciadores. Os levantamentos de dados de edifícios existentes e sua documentação são processos trabalhosos e, muitas vezes, apresentam altos custos agregados, principalmente para edificações onde não há manutenções de forma periódica e um devido acompanhamento da edificação. O objetivo do artigo é apresentar um estudo de aplicação de sistemas SIG (Sistema de Informação Geográfica) e ferramentas BIM (Modelagem de Informação da Construção) no acompanhamento de anomalias da edificação e registro de dados. A aplicação foi realizada no Parque Estadual Ilha Anchieta (PEIA), mais especificamente nas ruínas de um presídio construído na ilha, das quais foram coletados dados e manifestações patológicas durante quatro levantamentos distintos. Os resultados demonstram que, com o apoio de tecnologias, é possível obter informações precisas e registrá-las em uma base confiável para consultas futuras. Além dos bons resultados encontrados no estudo, a literatura existente aborda a eficácia da ferramenta, mostrando resultados promissores da aplicação do BIM e SIG em edifícios existentes.

Palavras-chave: SIG. BIM. Edifício histórico. Manutenção.

Abstract

Maintaining existing buildings, especially historic buildings, is a challenge for managers. Collecting data from the existing building and documenting it is a laborious process and often involves high added costs, especially for buildings where there is no regular maintenance or proper monitoring of the building. The aim of this article is to present a study on the application of GIS (Geographic Information System) systems and BIM (Building Information Modeling) tools in monitoring building anomalies and recording data. The application will be carried out in the Anchieta Island State Park (PEIA), more specifically in the ruins of a prison built on the island, from which data and pathologies were collected during four different surveys. The results show that, with the support of technology, accurate information can be obtained, and the data will be recorded in a reliable database for future consultation. In addition to the good results found in the study, the existing literature addresses the effectiveness of the tool and shows promising results from the application of BIM and GIS in existing buildings.

Como citar:
MARQUES, C; DEZEN-KEMPTER, E. Explorando métodos para a documentação e acompanhamento de anomalias no patrimônio edificado. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Keywords: GIS. BIM. Historical Heritage. Maintenance.

INTRODUÇÃO

O apoio operacional de um facilitador, principalmente em edificações antigas que possuem interesse histórico, eleva o nível da conservação, havendo uma grande preocupação em mantê-las fisicamente mais próximas de sua originalidade. Dentre todas as etapas da conservação do imóvel, pode-se destacar, além do aspecto visual, o estado da estrutura do imóvel, que é um dos pontos mais importantes para a conservação da edificação.

As ferramentas de *Building Information Modeling* (BIM) estão, diuturnamente, potencializando-se nas áreas de operações e manutenções [1], todavia, vários pesquisadores ressaltam os desafios para utilização do BIM, os quais podem ser divididos em desafios organizacionais e processos relacionados à tecnologia [2,3].

Enquanto o BIM atua de forma eficaz na parte de gerenciamento dos dados relacionados à edificação, o SIG (Sistemas de Informação Geográfica) abrange a análise e o gerenciamento de dados relativos às características, significados e conexões geoespaciais [4]. [5] citam que a extração de dados ocorre com mais frequência dos sistemas BIM para o SIG, sendo utilizados em O&M (Construção, Operação e Manutenção) e P&D (Planejamento e Projeto).

[6] destacam análises que podem ser realizadas através de SIG como: avaliação da preservação de estrutura patrimonial com ativos de levantamentos e destaque de áreas críticas utilizando operações vetoriais.

Os avanços das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e dos sensores inteligentes fornecem aos profissionais de manutenção um detalhado acervo de dados, além de estimularem as equipes a adquirirem conhecimentos relevantes quando lançam mão dos sistemas inteligentes de manutenção [7,8]. Há uma grande variedade de tipologias de edifícios com inúmeros componentes e diversas necessidades e protocolos de manutenção [9,10].

O objeto de estudo deste artigo está localizado no município de Ubatuba-SP. Trata-se uma ilha com 828 hectares que, em 1902, foi selecionada pelo governo do Estado de São Paulo e secretários de justiça para sediar a Colônia Correcional do Porto das Palmas. Frise-se que a ilha, durante a sua utilização como presídio, passou por inúmeras modificações. As atividades no presídio foram encerradas após uma rebelião ocorrida ano de 1952 e, posteriormente, no ano de 1977, foi criado o Parque Estadual Ilha Anchieta. Desde a sua desativação, os pavilhões utilizados para detenção dos presos não passaram por nenhuma manutenção, encontrando-se, atualmente, em estado de ruína.

O objetivo desse artigo é explorar métodos, com o apoio de softwares, para documentação da área do “quadrado”, nome dado à área constituída pelos pavilhões utilizados para detenção dos presos, demonstrando, dessa maneira, sua evolução. Ademais, objetiva-se realizar o acompanhamento de anomalias presentes na

edificação, trazendo, com isso, confiabilidade ao registro de informações de uma área que, até então, possuía tão somente dados da edificação em documentos físicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo envolve o estudo de técnicas para contribuir na documentação do patrimônio edificado, criando assim um banco de dados com confiabilidade. A literatura existente demonstra bons resultados nessas aplicações. As etapas deste trabalho se resumem em 2 estudos de aplicação, sendo a Modelagem de Informação da Construção (BIM) para representação digital da edificação e sua transformação ao longo da sua vida útil e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para acompanhamento de anomalias e avaliação do estado de conservação.

Para levantamento de dados geométricos, foi utilizado o *Laser Scanner* 3D modelo FARO Focus M 70 com 70 metros de alcance, GPS e GNSS integrados, IP54, Altímetro (Barômetro), Compensador de Eixo Duplo (Inclinômetro), Bússola Eletrônica, WIFI integrado e Câmera Digital HDR.

O *Laser Scanner* FARO Focus M 70 é adequado para aplicações internas e externas que requerem digitalização de até setenta metros. O equipamento permite medições rápidas, simples e precisas. Os dados de varredura em 3D podem ser importados para todas as soluções de software frequentemente usadas para arquitetura e construção.

TRABALHOS ANTERIORES

Os estudos apresentados no Quadro 1 mostram aplicações de BIM e SIG a edifícios existentes, eles abordam a recuperação de informações, documentação de padrões de degradação e identificação de desafios na adaptação de gestores. Todos destacam a melhoria na eficiência e na integridade estrutural ao longo do tempo.

Quadro 1 - Resumo dos trabalhos relacionados ao tema de estudo

AUTOR	MÉTODO	RESULTADO
[11]	• Estimativa de custos • Cálculo automatizado de indicador de desempenho do edifício • Levantamento e qualificação das anomalias da construção • Coleta de material através dos operadores responsáveis pela manutenção	• Esquema de gestão de manutenção aplicável a qualquer tipo de edifício existente • Facilitação da recuperação de informações do ciclo de vida do edifício • Redução de tempo e custos para recuperação
[12]	• Implementação de um sistema de gerenciamento pelo *UK Antarctic Heritage Trust* (UKAHT) na Ilha Stonington por 12 meses	• Criação de um quadro de dados parâmetro para gestão de patrimônio através do BIM

	• Documentação de dados qualitativos de forma flexível • Alimentação do BIM com dados compilados: diário, levantamento in loco, projeto, e-mails e documentações em geral	• Desenvolvimento de um guia de requisitos para gestão de bens patrimoniais em 5 fases • Identificação dos desafios de adaptação dos gestores/proprietários do patrimônio
[13]	• Desenvolvimento de um sistema de informação web • Integração de dados de projetos anteriores de SIG e BIM • Criação de uma interface online para acesso e consulta aos dados	• Complementação das plataformas tradicionais de SIG e BIM • Método eficiente de acesso e consulta a dados • Alta interoperabilidade do sistema Chimera
[14]	• Utilização de SIG e BIM como ambientes digitais integrados. • Coleta de dados qualitativos e quantitativos multidisciplinares. • Incorporação de dados em um HBIM através do processo 2D para 3D. • Integração de digitalização laser e produtos fotogramétricos para criar modelos 3D. • Implementação de ensaios não destrutivos para criação de elementos.	• Criação de um HBIM com dados multidisciplinares que auxiliam na tomada de decisões para restauração e intervenção. • Identificação de problemas de compatibilidade de ontologias entre SIG e BIM. • Desenvolvimento de um modelo abrangente para monitorar e restaurar edifícios históricos. • Melhoria na documentação e reconhecimento de padrões de degradação através de processos automatizados e semânticos. • Proposta de metodologias para minimizar ameaças e riscos passados, assegurando a integridade estrutural ao longo do tempo.

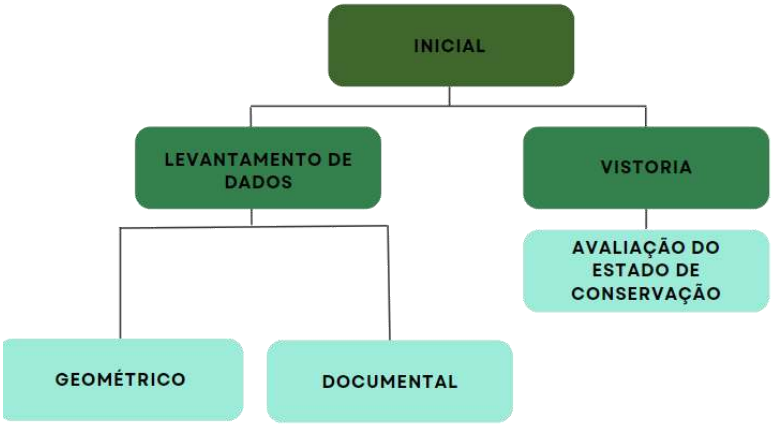
Fonte: Autoras, 2023

LEVANTAMENTO DE DADOS DA EDIFICAÇÃO

Antes de se iniciar o trabalho no edifício existente, faz-se necessário ter uma estratégia traçada, reduzindo, desse modo, os riscos de falhas e omissão de informações relevantes para o gerenciamento do edifício. Como o objetivo deste artigo está relacionado às manifestações patológicas do edifício, o plano de execução voltar-se-á para esse fim.

Na edificação objeto de estudo deste trabalho ainda não é utilizado tecnologias no apoio a gestão das informações do edifício, os documentos existentes são apenas físicos ou digitalizados. Por isso, o levantamento de dados é mais detalhado devido a falha de centralização de informações e na etapa de vistoria é avaliado o seu estado atual sem comparar com a evolução ao longo dos últimos anos, devido à falta de informações, o processo será seguido conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Método inicial para gerenciamento do edifício existente

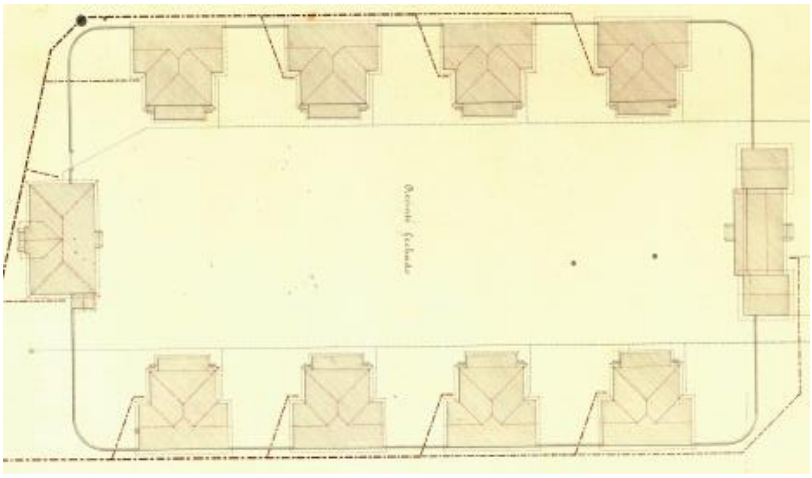


Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

DADOS DOCUMENTAIS

A Figura 2 mostra a área do “quadrado” do projeto original do engenheiro-arquiteto Francisco de Paula Ramos de Azevedo, que é constituído pelos pavilhões de detenção, a área da guarda (entrada do complexo, à esquerda da imagem) e a área de serviço (armazém e preparo das refeições, à direita da imagem).

Figura 2 - Trecho do projeto executado por Ramos de Azevedo



Fonte: Administração do Parque, 2021

A fotografia inserida na Figura 3 mostra um registro fotográfico realizado da construção exatamente como foi projetada por Ramos de Azevedo.

Figura 3 - Registro fotográfico de 1910, igual ao que fora projetado por Ramos de Azevedo



Fonte: Website Naturam, 2021. Disponível em: <https://naturam.com.br/ilha-anchieta/>. Acesso em 13 de setembro de 2022.

A Figura 4 é de um registro fotográfico realizado no ano de 1919, mostrando que a construção não passou por mudanças até então.

Figura 4 - Registro fotográfico de 1919



Fonte: Administração PEIA, 2021.

A fotografia, inserida na Figura 5, é do início da década de 40 e mostra que a edificação passou por mudanças, sendo possível identificar que o muro dos fundos do "quadrado" foi demolido para a execução de uma fundação rasa, onde seria construído o pavilhão de isolamento.

Figura 5 - Vista do presídio na década de 40



Fonte: NBH/APESP,1940.

A fotografia inserida na Figura 6 mostra ampliações em todo perímetro do “quadrado”, concluídas no ano de 1943.

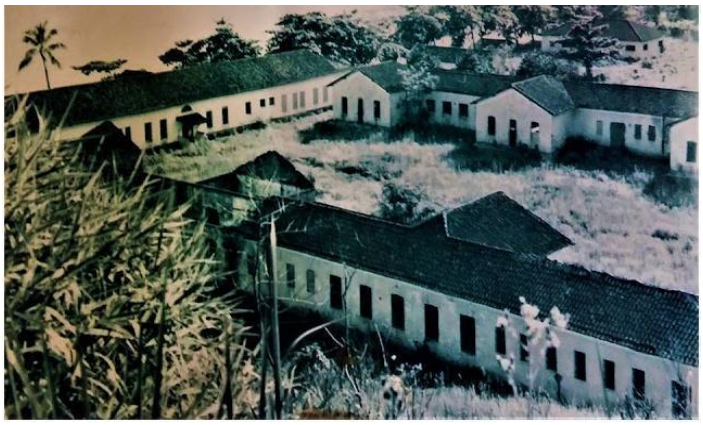
Figura 6 - Vista do presídio em 1943



Fonte: Administração PEIA, 2021.

A Figura 7 é da área do “quadrado” após a rebelião ocorrida em 1952. Nota-se que há o aumento de vegetação em torno da edificação em decorrência da falta de manutenção e abandono. É, também, possível, na mesma figura, identificar pavilhões sem a cobertura de telhas.

Figura 7 - Registro fotográfico da década de 50

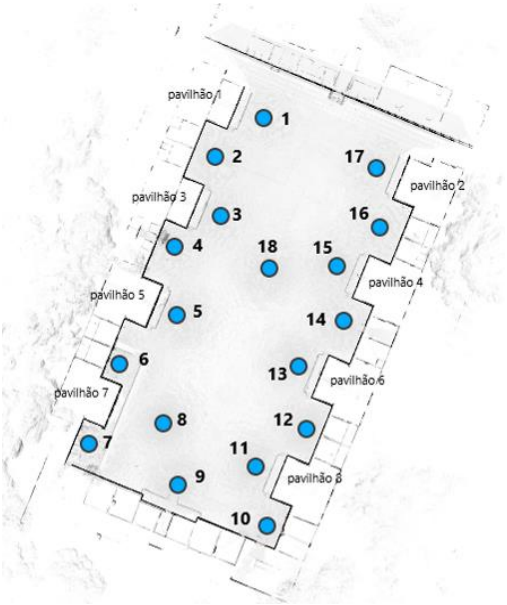


Fonte: Carneiro, 2017.

DADOS GEOMÉTRICOS

Para o escaneamento dos oito pavilhões, da edificação de serviços e das celas isoladas que fecham o quadrado, foram planejadas 18 posições do scanner para assegurar a captura completa de suas fachadas (Figura 8). O registro dos escaneamentos individuais em uma única nuvem de pontos gerou uma nuvem de 300 milhões de pontos e um erro de 6.2 mm nas sobreposições (Figura 9).

Figura 8 - Posicionamento do scanner para a varredura do quadrado



Fonte: As Autoras, 2021

Figura 9 - Vista da nuvem de pontos do quadrado a partir da Administração



Fonte: As Autoras, 2021

Para cada pavilhão e para as demais edificações, excetuando-se o prédio da administração, foram realizadas varreduras internas. As posições eram colocadas conforme o número de ambientes de cada local. O pavilhão seis, por exemplo, teve duas posições internas e uma externa. A Figura 10 mostra a nuvem gerada pelo registro dessas tomadas individuais.

Figura 10 - Registro das três tomadas do laser. À esq. vista interior em direção à entrada; à direita vista da fachada e parede de fundo



Fonte: As Autoras, 2021.

Além disso, a partir da nuvem de pontos processada dos pavilhões, foram criados recortes das fachadas (Figura 11) para o acompanhamento das manifestações patológicas. A intenção é que se façam escaneamentos regulares para avaliação do avanço das manifestações patológicas mais graves, como é o caso das anomalias acima das portas e janelas.

Figura 11 - Recorte da nuvem de pontos do pavilhão 6



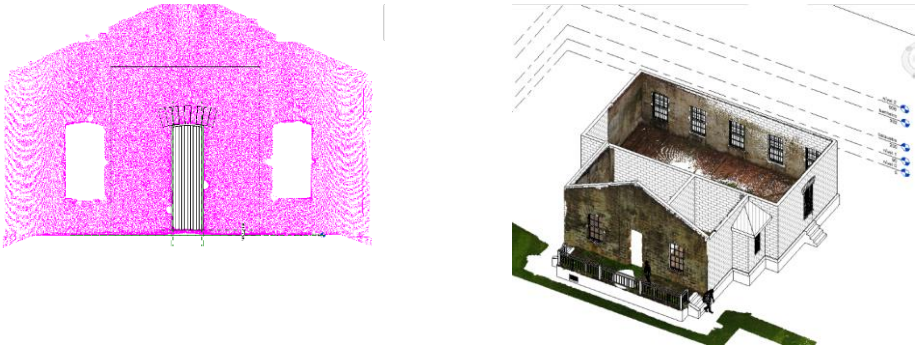
Fonte: As Autoras, 2021, programa RecapPro, Autodesk

MODELAGEM SEMÂNTICA BASEADA NA NUVEM DE PONTOS

A modelagem BIM foi elaborada no software Revit, versão 2020, da Autodesk (Figura 12). Não foi empregada previamente nenhuma técnica de reconhecimento automatizado de componentes porque a grande maioria das edificações não possui mais janelas e nem portas, grades, ou outros elementos. Portanto, o modelo de nuvem de pontos foi importado para o Revit, sendo que todos os componentes foram modelados por sobreposição nessa base. No ambiente de modelagem das famílias

(portas, janelas, gradis) foi importado um arquivo da nuvem em formato .DXF, uma vez que o Revit é incompatível outro formato de nuvem de pontos nesse ambiente.

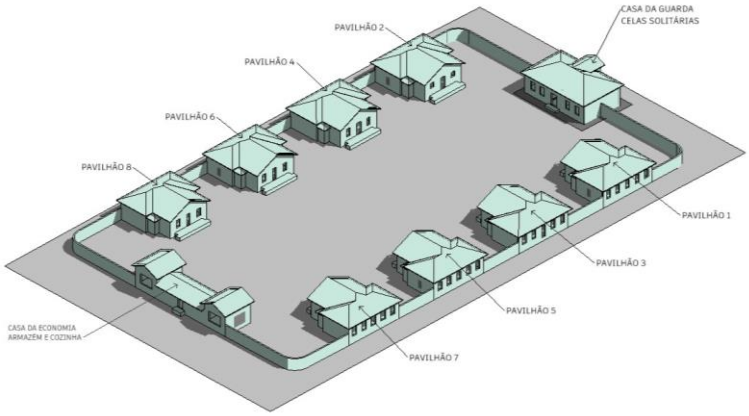
Figura 12 - Modelagem das famílias de portas (esquerda), das janelas (centro), das paredes e dos demais componentes



Fonte: As Autoras, 2021 do software REVIT, Autodesk©

A figura 13 mostra a edificação, igualmente como fora projetada por Francisco de Paula Ramos de Azevedo, com os pavilhões distanciados e com muro relativamente baixo.

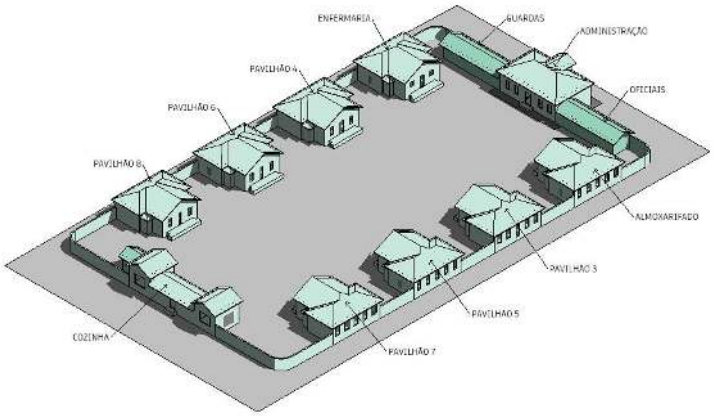
Figura 13 - Modelagem do "quadrado" na sua 1ª fase



Fonte: Autoras, 2022

A primeira alteração executada foi a ampliação na parte frontal e na parte dos nos fundos do pavilhão. No modelo, a primeira alteração está destacada por um tom de verde mais escuro, conforme mostra a Figura 14.

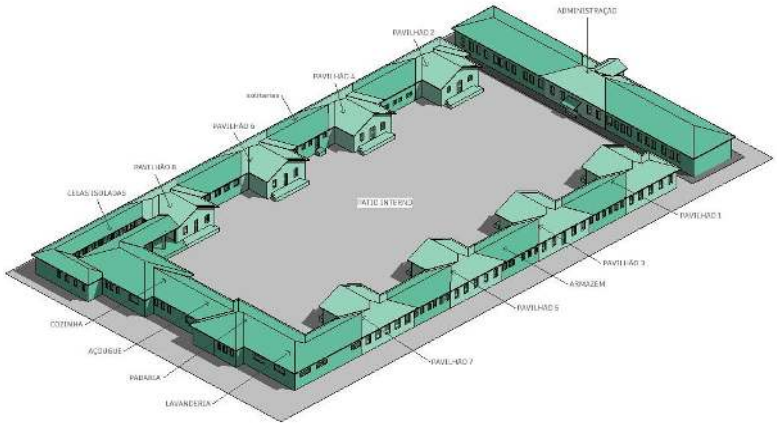
Figura 14 - Modelagem do "quadrado" na 2ª fase



Fonte: Autoras, 2022

A última alteração executada foi a de ampliação de locais situados em todo o perímetro do quadrado, aumentando-se, assim, a estrutura para detenção dos presos. Houve a construção de banheiros, a ampliação da área de serviço como cozinha, padaria, lavanderia, além da feitura de celas solitárias e isoladas. A Figura 15 mostra a última alteração, destacada em tom de verde mais escuro.

Figura 15 - Modelagem do "quadrado" na 3ª fase



Fonte: Autoras, 2022

ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Antes de efetuar-se o registro de dados relativos à conservação do imóvel, é indispensável que sejam levantadas as condições do local. Para vistoria, foi seguido a Norma de Inspeção Predial Nacional publicada pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE). Note-se que o que fora observado no local foi descrito de forma sintética no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação da edificação

Quanto ao nível de inspeção	Nível 1	Baixa complexidade técnica e sem planos de manutenção	Todos os pavilhões
Classificação das anomalias identificadas	Endógena	Falhas de execução que resultaram em anomalias: fissuras, trincas, rachaduras e brechas	Todos os pavilhões
	Exógena	Provocada por terceiros: deterioração de elemento construtivo	Todos os pavilhões
	Funcional	Perda de funcionalidade causada por oxidações	Todos os pavilhões
	Natural	Provocada por ações da natureza: presença de vegetação	Todos os pavilhões
Classificação do grau de risco	Médio	Adotado para as áreas que aparentemente não representam risco iminente de desabar	Todos os pavilhões, exceto área de isolamento e solitária
	Máximo	Áreas com risco iminente de desabamento	Área de isolamento e solitária

Fonte: Adaptado pelas Autoras, 2023

A fotografia da Figura 16 é de uma anomalia exógena, provocada por visitantes do presídio. Esse tipo de degradação além de alterar a forma original do revestimento, reduz a vida útil da edificação.

Figura 16 - Vista interna da edificação



Fonte: Imagem da autora, 2021.

As figuras 17 e 18 mostram anomalias naturais, como a vegetação muito presente no interior da edificação, sendo que o caso mais grave é o da Figura 18, em que a raiz penetrou na estrutura do imóvel, comprometendo, assim, sua funcionalidade.

Figura 17 - Vista interna pavilhão 2



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 18 - Vista interna solitária



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

As Figuras 19 e 20 mostram anomalias funcionais, como a oxidação da tubulação hidráulica e a oxidação da grade de ferro.

Figura 19 - Vista tubulação hidráulica



Fonte: Imagem da autora, 2021.

Figura 20 - Vista grade de ferro

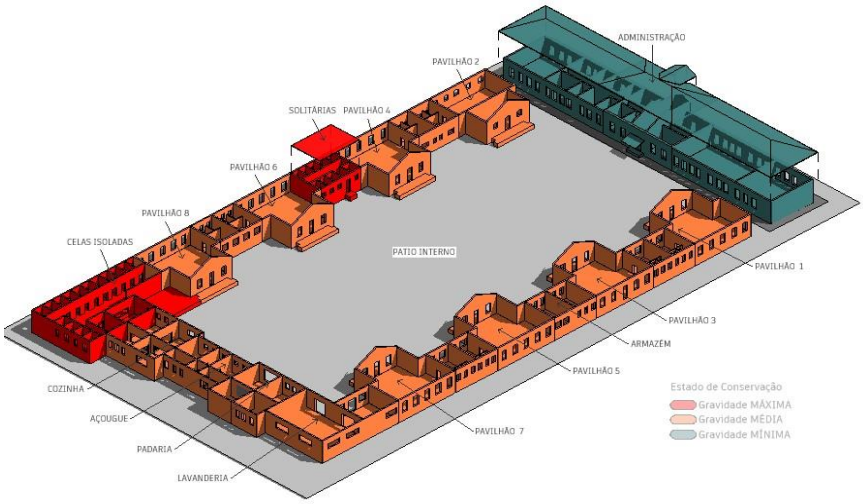


Fonte: Imagem da autora, 2021.

CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO DE ACORDO COM O ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Com o apoio do software Revit juntamente com a avaliação do estado de conservação, foi possível classificar e mapear o grau de risco da área do "quadrado", conforme mostra a Figura 21. Nessa área, há locais com grau de risco mínimo (cor verde), com grau de risco médio (cor laranja) e com grau de risco máximo (cor vermelha). Essa classificação funciona como um guia para a área, que é constantemente visitada por turistas, além de representar e documentar o estado atual da edificação.

Figura 21 - Classificação do grau de risco



Fonte: Autoras, 2023

PROPOSTA DE ACOMPANHAMENTO DA EDIFICAÇÃO

A Figura 22 mostra um esquema com recomendações da ABNT NBR 5674 (2012). A norma ressalta a importância da elaboração de um programa de manutenção para que as inspeções sejam padronizadas de acordo com a particularidade da edificação.

O sistema apresenta um modelo sistêmico que destaca 4 etapas importantes para gestão do edifício, com destaques de itens aplicáveis ao objeto de estudo deste artigo.

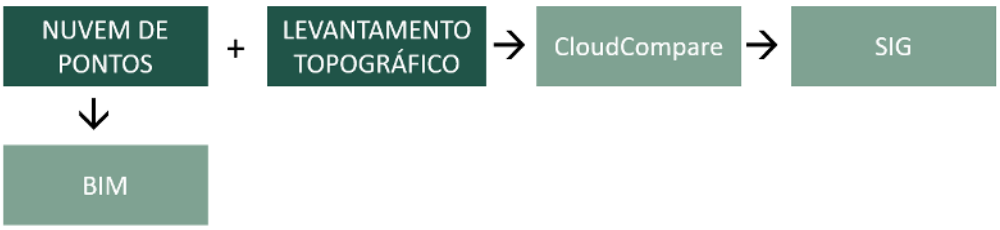
Figura 22 - Sistema de Manutenção



Fonte: Adaptado de NBR 5674 (2012), 2023

Analisando estudos anteriores e conhecendo a necessidade da edificação histórica apresentada neste artigo, é apresentada uma proposta para documentar e acompanhar as anomalias, conforme processo demonstrado na Figura 23.

Figura 23 - Processo de tratamento dos dados coletados



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O processo supramencionado na Figura 23 inicia-se pela nuvem de pontos obtida mediante o escaneamento da edificação com o Laser Scanner FARO Focus, que servirá de base para ser utilizado tanto no software BIM como no SIG.

O processo no BIM mostra-se mais curto, pois depende somente da nuvem em conjunto com os dados documentais para modelar a edificação.

Quanto ao SIG, faz-se necessário o levantamento topográfico para que haja o georreferenciamento da área a ser analisada. Esse processo resultará em levantamentos mais precisos em relação à extensão e à área das anomalias. O processo de exemplo do QGIS inicia-se com a importação da nuvem no CloudCompare, importa-se a nuvem de pontos em extensão LAS. Em seguida, a nuvem passa por uma limpeza e por recortes de áreas que não serão utilizadas, objetivando-se, dessa forma, diminuir o tamanho do arquivo. Por fim, alinham-se as coordenadas calculadas, sendo o arquivo exportado em imagem raster e, posteriormente, importado no QGIS. Esse processo é similar ao processo de tratamento de dados no ArcGIS. Esse mapeamento resultará em informações de tipologia, dimensão e localização da anomalia na área analisada.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Este estudo contribui para documentação e apoio ao acompanhamento do estado de conservação do edifício. Para avançar nesses quesitos, é necessário que haja uma gestão eficiente. Como exemplo de falhas de gestão e, por consequência, dos seus impactos, tem-se o objeto de estudo apresentado neste artigo, em que os documentos históricos da edificação não estão centralizados em apenas uma fonte e não há nenhum plano de manutenção para as edificações utilizadas para detenção dos presos. O resultado da classificação das anomalias, conforme previsto pelas Autoras, refletem ao tempo de abandono da edificação e da falta de manutenção nas ruínas, não sendo possível nem identificar a origem da manifestação patológica.

Apesar dos desafios organizacionais e tecnológicos mencionados por vários pesquisadores, as ferramentas apresentadas melhoram significativamente a eficiência da conservação e manutenção da edificação. O estudo do presídio desativado no Parque Estadual Ilha Anchieta destaca a importância de métodos modernos e integrados para a conservação, evidenciando que a combinação de BIM e SIG pode fornecer uma base sólida para a preservação contínua e confiável dessas edificações, com o BIM sendo aplicado na documentação geométrica e o SIG no acompanhamento do estado de conservação, conforme demonstrado.

AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] CHEN, Weiwei *et al.*Ontology-based data integration and sharing for facility maintenance management**.** In: **Construction Research Congress 2020: Computer Applications.** Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2020. p. 1353-1362.

[2] BECERIK-GERBER, Burcin *et al.* Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. **Journal of construction engineering and management,** v. 138, n. 3, p. 431-442, 2012.

[3] YANG, Xue; ERGAN, Semiha. BIM for FM: Information requirements to support HVAC-related corrective maintenance. **Journal of architectural engineering**, v. 23, n. 4, p. 04017023, 2017.

[4] YANG, Xiucheng *et al*. Review of built heritage modelling: Integration of HBIM and other information techniques. **Journal of Cultural Heritage**, v. 46, p. 350-360, 2020.

[5] MA, Zhiliang; REN, Yuan. Integrated application of BIM and GIS: an overview. **Procedia Engineering**, v. 196, p. 1072-1079, 2017.

[6] CAMPANARO, Danilo Marco et al. 3D GIS for cultural heritage restoration: A 'white box'workflow. **Journal of Cultural Heritage**, v. 18, p. 321-332, 2016.

[7] JASIULEWICZ-KACZMAREK, Małgorzata; LEGUTKO, Stanislaw; KLUK, Piotr. Maintenance 4.0 technologies–new opportunities for sustainability driven maintenance. **Management and production engineering review**, v. 11, 2020.

[8] SILVESTRI, Luca *et al*. Maintenance transformation through Industry 4.0 technologies: A systematic literature review. **Computers in industry**, v. 123, p. 103335, 2020.

[9] ALKASISBEH, Maha Reda; ABUDAYYEH, Osama. Building asset management system: A performance evaluation approach. In: **IIE Annual Conference. Proceedings**. Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), 2018. p. 2175-2180.

[10] EWEDA, Ahmed; ZAYED, Tarek; ALKASS, Sabah. Space-based condition assessment model for buildings: Case study of educational buildings. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 29, n. 1, p. 04014032, 2015.

[11] MATOS, Raquel *et al*. Building condition assessment supported by Building Information Modelling. **Journal of Building Engineering**, v. 38, p. 102186, 2021.

[12] HULL, Joanna; EWART, Ian J. Conservation data parameters for BIM-enabled heritage asset management. **Automation in Construction**, v. 119, p. 103333, 2020.

[13] BRUNO, N. *et al.* **Integration of Historical GIS data in a HBIM System**. 2020.

[14] TSILIMANTOU, Elisavet *et al*. GIS and BIM as integrated digital environments for modeling and monitoring of historic buildings. **Applied Sciences**, v. 10, n. 3, p. 1078, 2020.

[15] IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias). 2012. **Norma de inspeção predial nacional.** São Paulo, Brasil: IBAPE.